Termo de Referência n.º 13/2026 - METRO-DF/DTE/SPR/TGAQU/TNCTT

CONTRATAÇÃO INTEGRADA DE EMPRESA OU CONSÓRCIO ESPECIALIZADO PARA ELABORAÇÃO DOS PROJETOS BÁSICO E EXECUTIVO, FORNECIMENTO, IMPLANTAÇÃO, INTEGRAÇÃO, TESTES, COMISSIONAMENTO E OPERAÇÃO ASSISTIDA DO SISTEMA DE SINALIZAÇÃO E CONTROLE DE TRENS (SCT) DA LINHA 1 DO METRÔ-DF, BASEADO EM TECNOLOGIA CBTC, COM NÍVEL DE AUTOMAÇÃO GoA4, CONTEMPLANDO A LINHA EXISTENTE, OS TRECHOS DE EXPANSÃO EM SAMAMBAIA E CEILÂNDIA E A INTEGRAÇÃO COM AS FROTAS DAS SÉRIES 1000, 2000 E FUTURA SÉRIE 3000

QUADRO RESUMO DA CONTRATAÇÃO

I - OBJETO

O presente Termo de Referência tem por objeto a contratação de empresa ou consórcio especializado, em regime de contratação integrada, para elaboração dos Projetos de Engenharia, fornecimento, implantação, integração, testes, comissionamento e operação assistida, do Sistema de Sinalização e Controle de Trens (SCT) da Linha 1 do METRÔ-DF, baseado em tecnologia CBTC (Communications-Based Train Control), abrangendo o trecho existente e as expansões de Samambaia e Ceilândia, em ambiente operacional ativo (brownfield), incluindo todas as interfaces necessárias com os demais sistemas existentes, bem como a adequação das frotas das Séries 1000 e 2000 e a compatibilização com a futura Série 3000, sob responsabilidade integral da contratada quanto à solução, desempenho e plena operacionalização do sistema.

II - ENQUADRAMENTO DO OBJETO

O objeto a ser contratado enquadra-se na categoria de Serviço Especializado de Engenharia.

III - PRAZO DE EXECUÇÃO E VIGÊNCIA

O prazo de execução dos serviços será de 73 (Setenta e três) meses contados a partir do recebimento da OS.

O prazo de vigência será de 76 (Setenta e Seis) meses, contados a partir da assinatura do Contrato.

IV - CRITÉRIO DE JULGAMENTO DAS PROPOSTAS

A proposta vencedora será a julgada pelo critério de Menor Preço.

V - REGIME DE EXECUÇÃO

A CONTRATADA prestará os serviços, na forma de execução indireta, sob o Regime de Contratação Integrada.

VI - LOCAL DA PRESTAÇÃO DOS SERVIÇOS

O objeto deste Termo de Referência de Licitação será executado em toda linha 1 e pátios do Metrô-DF, contemplando o trecho em Expansão em Samambaia, o futuro trecho da expansão em Ceilândia, além dos Trens das séries 1000, 2000 e os 15 novos Trens da Frota 3000 a serem adquiridos.

VII - SERVIÇOS PRESTADOS

A contratação tem por finalidade a execução integral, em regime de contratação integrada, do Sistema de Sinalização e Controle de Trens (SCT) da Linha 1 do METRÔ-DF, baseado em tecnologia CBTC (Communications-Based Train Control), compreendendo a elaboração dos Projetos de Engenharia, fornecimento, implantação, integração, modernização, testes, comissionamento e operação assistida do sistema, em ambiente operacional ativo (brownfield), incluindo a modernização do trecho existente, a implantação nos trechos das expansões de Samambaia e Ceilândia, a adequação das frotas das Séries 1000 e 2000, no que couber, a compatibilização com a futura Série 3000, bem como a implantação da infraestrutura de telecomunicações crítica necessária à plena operação do sistema.

Os serviços compreenderão, de forma integrada e coordenada:

a) Desenvolvimento da engenharia do sistema CBTC, incluindo definição da arquitetura funcional e física dos subsistemas ATP, ATO, ATS, intertravamentos, telecomunicações críticas, sistemas de via e bordo, parâmetros de desempenho, confiabilidade, disponibilidade e diretrizes operacionais;

b) Elaboração dos projetos dos subsistemas de via, telecomunicações e sistemas embarcados, contemplando retrofit das frotas existentes, no que couber, integração sistêmica e compatibilização com as expansões da Linha 1 e futura Série 3000;

c) Fornecimento de todos os sistemas, equipamentos, softwares, telecomunicações, materiais, sobressalentes estratégicos e infraestrutura necessários à implantação do CBTC, incluindo sinalização, intertravamentos, redes de comunicação, equipamentos de via e bordo, sistemas de supervisão e infraestrutura associada;

d) Implantação, instalação e integração do sistema com os subsistemas existentes do METRÔ-DF, incluindo CCO, energia, telecomunicações, via permanente, redes operacionais e demais interfaces sistêmicas;

e) Planejamento e execução da implantação em ambiente brownfield, incluindo migração faseada, operação em modo misto, shadow mode, cutover, rollback e garantia da continuidade operacional da Linha 1 durante todas as fases da implantação;

f) Execução de testes FAT, SAT, testes funcionais, dinâmicos, de desempenho, telecomunicações, cibersegurança e segurança funcional, incluindo validações RAMS/SIL necessárias à aceitação do sistema;

g) Prestação de serviços de operação assistida, suporte técnico, atualização de software, suporte às telecomunicações críticas e transferência de conhecimento às equipes do METRÔ-DF;

h) Elaboração e entrega da documentação técnica completa do empreendimento, incluindo projetos “as built”, manuais, databooks, relatórios, documentação de software, telecomunicações e demais documentos necessários à operação e manutenção do sistema.

A contratação deverá resultar na entrega do sistema CBTC plenamente implantado, integrado, estabilizado e em operação, atendendo aos requisitos de desempenho operacional, headway, segurança, confiabilidade, disponibilidade, interoperabilidade, continuidade operacional e suporte de ciclo de vida, sob responsabilidade integral da CONTRATADA quanto à solução, integração e funcionamento do sistema na Linha 1 do METRÔ-DF.

VIII - VALOR ESTIMADO DA CONTRATAÇÃO

Conforme Art. 42 do RILC (Regulamento Interno de Licitações e Contratos do METRÔ-DF) o orçamento estimado será **sigiloso** até o início da fase de julgamento das propostas. Em atenção ao § 3º do mesmo artigo, não serão sigilosos o detalhamento dos quantitativos e as demais informações necessárias para a elaboração das propostas. Todo o detalhamento orçamentário desta Contratação encontra-se acostada nos autos do processo administrativo sigiloso 00097-00010111/2026-59. O orçamento estimado tem como referência o mês-base de **Junho 2026,** referenciados nos valores obtidos junto ao mercado fornecedor.

1. DO OBJETO

1.1. DESCRIÇÃO

1.1.1. O presente Termo de Referência tem por objeto a contratação integrada de empresa ou consórcio especializado para a elaboração dos projetos executivos de engenharia, fornecimento, implantação, integração, testes, comissionamento, certificação e operação assistida do Sistema de Sinalização e Controle de Trens baseado em comunicação (CBTC – Communications-Based Train Control), em conformidade com o Anteprojeto de Engenharia e seus anexos.

1.1.2. A solução a ser contratada deverá contemplar a implantação completa do sistema CBTC em nível de automação GoA4 (operação não assistida), garantindo a substituição do sistema atual baseado em blocos fixos, cuja obsolescência tecnológica, limitações operacionais e restrições de capacidade motivam a modernização do sistema de sinalização e controle do METRÔ-DF.

1.1.3. A contratação deverá abranger, de forma integrada e sob responsabilidade única da contratada, todos os serviços, fornecimentos, desenvolvimentos e entregas necessários à plena operacionalização do sistema CBTC, em ambiente brownfield, assegurando a continuidade da operação metroviária durante as fases de implantação e migração, com adoção de estratégias de transição faseada, operação em modo misto, “shadow mode” e cutover, conforme diretrizes técnicas estabelecidas.

1.1.4. O sistema a ser implantado deverá atender aos mais elevados padrões técnicos, operacionais e de segurança aplicáveis a sistemas metroferroviários de alta capacidade, observando as normas internacionais aplicáveis, em especial IEEE 1474.1 e normas CENELEC (EN 50126, EN 50128 e EN 50129), garantindo desempenho, confiabilidade, disponibilidade, manutenibilidade e segurança (RAMS) compatíveis com sistemas críticos de transporte de passageiros.

1.1.5. A presente contratação compreenderá, no mínimo, as atividades, entregas, fornecimentos e escopos técnicos definidos na **Parte I – Especificação Técnica**, contemplando de forma integrada todos os sistemas, subsistemas, serviços, equipamentos, softwares, telecomunicações, sobressalentes, ferramentas especiais e demais recursos necessários à implantação plena do Sistema de Sinalização e Controle de Trens baseado em tecnologia CBTC na Linha 1 do METRÔ-DF, incluindo, no mínimo:

a) Elaboração do projetos básico e executivo do sistema CBTC, abrangendo a definição da arquitetura funcional e física do sistema, dos subsistemas ATP (Automatic Train Protection), ATO (Automatic Train Operation), ATS (Automatic Train Supervision), intertravamentos computadorizados (CI), telecomunicações críticas, sistemas de via, sistemas embarcados, infraestrutura de rede, cibersegurança e todas as interfaces sistêmicas necessárias ao funcionamento integrado da solução;

b) Fornecimento, fabricação, integração, configuração, instalação e comissionamento de todos os equipamentos, sistemas, softwares e componentes necessários à implantação do CBTC, incluindo controladores de zona (ZC), equipamentos de via, rádios CBTC, antenas, balizas, sistemas embarcados, equipamentos de telecomunicações, servidores, switches industriais, redes de dados, equipamentos do Centro de Controle Operacional (CCO), equipamentos de borda, sistemas de sincronismo, sistemas redundantes, sistemas de supervisão e demais componentes

necessários ao funcionamento integral e seguro do sistema;

c) Desenvolvimento, implantação e integração da infraestrutura de telecomunicações dedicada ao sistema CBTC, incluindo backbone de rede, enlaces de comunicação, redes ópticas e/ou metálicas, cobertura rádio trem-terra, infraestrutura OT ferroviária, redes redundantes, sistemas de gerenciamento, monitoramento e segurança cibernética, garantindo disponibilidade, latência, redundância, integridade, interoperabilidade e desempenho compatíveis com os requisitos operacionais de sistemas ferroviários críticos SIL4;

d) Levantamento, diagnóstico, validação, adequação, expansão, substituição, modernização e integração da infraestrutura de telecomunicações existente do METRÔ-DF, incluindo todos os serviços, equipamentos, materiais e adequações necessários à compatibilização da rede atual com os requisitos operacionais, funcionais e de segurança do sistema CBTC;

e) Adequação, retrofit, modernização e integração dos sistemas embarcados das frotas existentes das Séries 1000 e 2000, bem como compatibilização plena com a futura Série 3000, assegurando interoperabilidade, continuidade operacional, desempenho funcional e atendimento aos requisitos técnicos do sistema;

f) Substituição, modernização, adequação ou integração dos equipamentos de campo existentes, incluindo intertravamentos, máquinas de chave, sinais, circuitos, controladores e demais dispositivos necessários à implantação da tecnologia de bloco móvel e operação automática;

g) Integração completa do sistema CBTC com os sistemas existentes do METRÔ-DF, incluindo energia, telecomunicações corporativas e operacionais, CCO, sistemas auxiliares, sistemas de supervisão, sistemas de segurança, infraestrutura de TI/OT e demais interfaces necessárias ao funcionamento integrado do sistema metroviário;

h) Planejamento, desenvolvimento e execução da estratégia de migração do sistema atual para o sistema CBTC em ambiente operacional ativo (brownfield), incluindo operação assistida, implantação faseada, shadow mode, cutover, rollback, testes em campo, comissionamento progressivo e entrada em operação comercial;

i) Realização de ensaios de fábrica (FAT), ensaios de campo (SAT), testes de integração, testes dinâmicos, testes de desempenho, testes de disponibilidade, testes de segurança funcional, testes de telecomunicações críticas, testes de redundância, testes de cibersegurança e demais validações necessárias à aceitação do sistema, incluindo certificações aplicáveis, inclusive SIL4, quando requerido;

j) Fornecimento de sobressalentes conforme listagem definida no Anteprojeto;

k) Fornecimento de ferramentas especiais, instrumentos de teste, equipamentos de diagnóstico, simuladores, softwares de engenharia, plataformas de monitoramento e demais recursos necessários à operação, manutenção, troubleshooting, atualização e suporte técnico do sistema CBTC e de sua infraestrutura de telecomunicações;

l) Elaboração e entrega de toda a documentação técnica do empreendimento, incluindo memoriais descritivos, diagramas funcionais, arquitetura lógica e física, lógicas de software, documentação de telecomunicações, documentação de cibersegurança, manuais de operação e manutenção, documentação “as built”, databook completo, registros históricos (“history book”), modelos BIM e demais documentos exigidos para operação, manutenção, expansão e suporte do sistema;

m) Prestação de serviços de treinamento técnico e operacional para as equipes de operação, manutenção, telecomunicações, engenharia e tecnologia do METRÔ-DF, incluindo transferência de tecnologia, capacitação para operação em ambiente GoA4, manutenção dos subsistemas críticos e utilização das plataformas de supervisão e diagnóstico;

n) Prestação de serviços de assistência técnica, suporte operacional, suporte de

telecomunicações críticas, manutenção, monitoramento e operação assistida durante o período de garantia e estabilização operacional, assegurando o atendimento aos indicadores de desempenho contratualmente estabelecidos, incluindo headway, disponibilidade, confiabilidade, interoperabilidade, estabilidade funcional, desempenho da rede CBTC, eficiência operacional, capacidade de transporte e continuidade operacional do sistema.

1.1.6. A solução deverá ser concebida de forma a possibilitar a redução do intervalo entre trens (headway), ampliação da capacidade de transporte, aumento da disponibilidade e confiabilidade operacional, melhoria da eficiência energética, redução dos custos de manutenção, aumento da resiliência operacional e modernização tecnológica da Linha 1 do METRÔ-DF, observadas as diretrizes estratégicas estabelecidas pelo METRÔ-DF para evolução do sistema metroviário.

1.1.7. Integram o presente Termo de Referência, como partes indissociáveis, o Anteprojeto Parte I – Arquitetura CBTC, Anteprojeto Parte I – Requisitos CBTC, Anteprojeto Parte I – Requisitos DCS, Parte II – Cronograma, Parte III – Eventograma e Critérios de Medição/Pagamento, Parte IV - Matriz de Riscos, Parte V - Manual de Segurança do Trabalho do Metrô-DF, Parte VI - Escopo da Integradora, Parte VII - Escopo da Certificadora e Parte VIII - Documento de Identificação - Possibilidade de Inovações e demais anexos do Capítulo 8 deste Termo de Referência aprovados pela Diretoria Técnica.

1.2. ENQUADRAMENTO DO OBJETO

1.2.1. O objeto da presente contratação enquadra-se como **serviço especializado de engenharia**, sem dedicação exclusiva de mão de obra, consistindo na concepção, desenvolvimento, elaboração de projetos de engenharia, fornecimento, fabricação sob especificações técnicas, integração, implantação, testes, comissionamento, certificação, treinamento, operação assistida, garantia e suporte técnico do Sistema de Sinalização e Controle de Trens baseado em Comunicação (**CBTC – Communications-Based Train Control**), incluindo todos os bens, softwares, equipamentos, sistemas, documentação técnica e demais entregas necessárias à disponibilização de uma solução metroferroviária plenamente integrada e operacional.

1.2.2. Embora a contratação compreenda o fornecimento de equipamentos, softwares e demais componentes do Sistema CBTC, **o núcleo obrigacional do contrato não se caracteriza como simples fornecimento de bens**, mas como a prestação de um serviço especializado de engenharia de elevada complexidade técnica, que exige o desenvolvimento de soluções integradas, compatibilização de projetos, integração de múltiplos subsistemas metroferroviários, validação funcional, realização de testes, certificação, migração operacional em ambiente **brownfield**, transferência de tecnologia e entrega de um sistema plenamente operacional, seguro e integrado à infraestrutura existente do METRÔ-DF.

1.2.3. Em razão da elevada complexidade técnica, do caráter sistêmico da solução, da necessidade de integração com a infraestrutura existente, com as frotas em operação e futuras, bem como com os diversos subsistemas metroferroviários — incluindo sinalização, telecomunicações, energia, via permanente, material rodante, Centro de Controle Operacional (CCO) e demais sistemas auxiliares —, além da obrigatoriedade de atendimento aos requisitos internacionais de **Confiabilidade, Disponibilidade, Mantenabilidade e Segurança (RAMS)** e às normas aplicáveis aos sistemas críticos de transporte ferroviário, **afasta-se expressamente o enquadramento do objeto como bem comum, fornecimento comum ou serviço comum**, nos termos da legislação vigente.

1.2.4. A contratação caracteriza-se, portanto, como **empreendimento de engenharia de alta especialização**, cuja execução demanda elevado grau de conhecimento técnico, experiência específica, domínio tecnológico, integração de sistemas críticos e responsabilidade única pela entrega da solução completa, admitindo a proposição de diferentes metodologias, arquiteturas e soluções tecnológicas pelos licitantes, desde que atendidos integralmente os requisitos técnicos, funcionais, operacionais, de desempenho e de segurança estabelecidos no Anteprojeto e neste Termo de Referência.

1.2.5. Diante dessas características, **justifica-se a adoção do regime de contratação integrada**, nos termos dos arts. 42 e 43 da Lei nº 13.303/2016, por se tratar de solução tecnológica

complexa, inovadora e altamente integrada, cuja execução exige a concentração das responsabilidades pelo desenvolvimento dos projetos, integração dos subsistemas, gerenciamento das interfaces, fornecimento dos equipamentos, implantação, testes, certificação, migração operacional e entrega do sistema em condições de operação, permitindo aos licitantes propor soluções técnicas distintas capazes de atender aos requisitos estabelecidos pela Administração, assegurando maior eficiência, inovação tecnológica, adequada alocação de riscos e responsabilidade integral pela execução do empreendimento

1.3. ESCOPO DETALHADO DO OBJETO

1.3.1. O escopo da contratação deverá seguir integralmente a **Parte I – Anteprojeto do Sistema CBTC**, a qual estabelece os requisitos técnicos, funcionais, operacionais, de integração e de desempenho aplicáveis ao sistema e a todos os bens, serviços e soluções correlatas.

1.3.2. Os produtos, serviços e demais entregas contratuais deverão ser executados conforme a **Parte II - Cronograma Físico**, contemplando as fases de projeto, fornecimento, implantação, migração, testes e comissionamento, enquanto as medições e respectivos pagamentos ocorrerão de acordo com a **Parte III – Eventograma e Critérios de Medição/Pagamento, Parte IV - Matriz de Riscos**, **Parte V - Manual de Segurança do Trabalho do Metrô-DF**, P**arte VI - Escopo da Integradora, Parte VII - Escopo da Certificadora, Parte VIII - Documento de Identificação - Possibilidade de Inovações** e demais anexos do Capítulo 8 deste Termo de Referência.

1.3.3. A inovações estão estabelecidas no **Parte VIII - Documento de Identificação - Possibilidade de Inovações.**

1.3.4. **A Integradora :** a CONTRATADA obriga-se a observar e cumprir integralmente as condições, requisitos e obrigações estabelecidas para realização dos serviços de integração entre os diversos sistemas da Linha 1 do Metrô-DF, necessário e suficientes pela a implantação do sistema de sinalização e controle, conforme detalhado na **Parte VI - Escopo da Integradora (208760729)** , que integra este Termo de Referência.

1.3.5. **A Certificadora:** a CONTRATADA obriga-se a observar e cumprir integralmente as condições, requisitos e obrigações estabelecidas para o Serviço de Avaliação Independente de Segurança (ISA), conforme detalhado na **Parte VII - Escopo da Certificadora**, que integra este Termo de Referência como parte indissociável para fins de validação técnica e certificação dos níveis de integridade de segurança do sistema.

1.3.6. Tais documentos integram o presente Termo de Referência como partes indissociáveis, assegurando a caracterização completa, precisa e suficiente do objeto, em conformidade com o Regulamento Interno de Licitações e Contratos – RILC.

1.3.7. A solução a ser implantada deverá atender aos requisitos de Confiabilidade, Disponibilidade, Mantenabilidade e Segurança (RAMS/CDMS), bem como aos níveis de integridade de segurança aplicáveis a sistemas críticos de transporte metroferroviário, conforme parâmetros e normas estabelecidos na Especificação Técnica do CBTC.

1.3.8. O escopo de fornecimento de sobressalentes compreenderá o fornecimento de peças estratégicas, operacionais e de ciclo de vida (“life cycle spare parts”) destinadas à manutenção preventiva, corretiva, contingencial e à continuidade operacional do Sistema de Sinalização e Controle de Trens baseado em tecnologia CBTC, incluindo componentes críticos de via, bordo, telecomunicações, rede, energia, supervisão e demais subsistemas associados, observados os critérios de criticidade, confiabilidade, disponibilidade, obsolescência tecnológica, tempo de reposição e suporte operacional do sistema. Os quantitativos mínimos, classificação de criticidade, horizonte de suporte, níveis de estoque, listas de materiais e critérios de fornecimento dos sobressalentes serão definidos e detalhados na **Parte I – Anteprojeto do Sistema CBTC** e nos documentos técnicos complementares integrantes deste Termo de Referência, incluindo a Lista de Sobressalentes.

1.3.9. Metodologia BIM e Entrega de Projetos Executivos e As-Built: A CONTRATADA deverá desenvolver e entregar todos os Projetos Executivos e a documentação técnica "As-Built" utilizando obrigatoriamente a metodologia BIM (Building Information Modeling), observando os Níveis de Desenvolvimento LOD 300 e LOD 400, conforme aplicável a cada fase. A modelagem

tridimensional deve ser executada de forma sistêmica e integrada, incorporando informações de planejamento 4D (tempo) e análise 5D (custos), de modo a permitir a simulação do progresso físico-financeiro e a futura gestão de ativos do sistema CBTC. Todos os modelos, arquivos nativos, templates e bancos de dados gerados no âmbito desta contratação serão de propriedade exclusiva do METRÔ-DF, devendo ser disponibilizados em plataforma de colaboração que assegure o acesso e a visualização pelas equipes de fiscalização por meio de dispositivos móveis.

1.4. REGIME DE EXECUÇÃO OU FORMA DE FORNECIMENTO

1.4.1. A presente licitação será regida sob a modalidade de **Contratação Integrada**, conforme definido no Memorando Nº 3/2026 - METRO-DF/DTE(198971460) nos termos dos incisos VI e VII do art. 42 e do art. 43 da Lei nº 13.303/2016, , do Regulamento Interno de Licitações e Contratos - RILC, além da aplicação das demais normas pertinentes.

1.4.2. A execução do objeto abrangerá, sob responsabilidade única da contratada, todas as etapas necessárias à implantação do sistema CBTC em ambiente operacional ativo (brownfield), incluindo elaboração de Projetos de Engenharia, fornecimento, implantação, integração, testes e comissionamento, fornecimento de sobressalentes com adoção de estratégias de migração faseada e garantia da continuidade operacional do sistema metroferroviário.

1.4.3. Deverá ser assegurada a plena compatibilização e integração do sistema com as frotas existentes das Séries 1000 e 2000, mediante adequações e retrofit dos sistemas embarcados, bem como a integração nativa com a futura frota Série 3000, garantindo interoperabilidade, segurança e desempenho uniforme em operação mista durante o período de transição. Admite-se a proposição de soluções tecnológicas distintas pelos licitantes, desde que atendidos integralmente os requisitos técnicos, de desempenho e segurança estabelecidos.

1.5. PARCELAMENTO DO OBJETO

1.5.1. Em atendimento ao Termo de Abertura de Projeto - TAP 208820102 e às diretrizes técnicas do processo de modernização do Sistema de Sinalização e Controle do METRÔ-DF e conforme o Art. 23 do Regulamento Interno de Licitações e Contratos – RILC, o objeto deste Termo de Referência não será parcelado em lotes, tendo em vista que sua execução demanda a integração plena entre os diversos subsistemas que compõem a solução CBTC, incluindo sistemas de via, sistemas embarcados, telecomunicações, intertravamentos, Centro de Controle Operacional (CCO), energia e interfaces operacionais, além dos serviços de projeto, implantação, migração, testes, comissionamento e operação assistida.

1.5.2. Trata-se de serviço especializado de engenharia de elevada complexidade técnica e caráter eminentemente sistêmico, cuja implantação ocorrerá em ambiente operacional ativo (brownfield), envolvendo a substituição do sistema de bloco fixo, a convivência temporária entre tecnologias, a execução de estratégias de migração faseada e a integração com frotas heterogêneas (Séries 1000 e 2000) e futura frota Série 3000. O parcelamento do objeto poderia comprometer a unidade técnica da solução, dificultar a coordenação das interfaces críticas, fragmentar responsabilidades e ampliar significativamente os riscos de incompatibilidade entre sistemas, falhas operacionais e impactos à continuidade do serviço, em desacordo com o interesse público

1.5.3. Assim, a contratação será realizada de forma indivisível, assegurando a responsabilidade integral da contratada pela concepção, desenvolvimento, fornecimento, implantação e plena operacionalização do sistema CBTC, bem como pelo atendimento aos requisitos de desempenho, segurança e interoperabilidade estabelecidos neste Termo de Referência.

1.5.4. A despeito de não se haver adotado o parcelamento formal do objeto, acrescenta-se que o parcelamento material, por meio da participação de consórcios e da possibilidade de subcontratação de parcelas específicas, constitui instrumento adequado para preservação da competitividade e da isonomia, especialmente considerando a natureza multidisciplinar do sistema CBTC, que envolve especialidades como sinalização ferroviária, telecomunicações, sistemas embarcados e software crítico. Tal entendimento encontra respaldo na Decisão nº 5531/2018 do TCDF, especialmente no item 146, que orienta a avaliação das diferentes formas de parcelamento

com vistas à melhor adequação à contratação pretendida

> *"Sendo assim, deve-se avaliar todas as formas de parcelamento possíveis para escolher a que melhor se adequa a contratação pretendida, quais sejam: realização de licitações distintas, uma para cada parcela do objeto (parcelamento formal); realização de uma única licitação com cada parcela do objeto sendo adjudicada em um lote (ou grupo de itens) distinto (parcelamento formal); realização de uma única licitação, com todo o objeto adjudicado a um único licitante, mas havendo permissão para que as licitantes disputem o certame em consórcios (parcelamento material); e* ***realização de uma única licitação, com todo o objeto adjudicado a um único licitante, mas havendo permissão para que a licitante vencedora subcontrate uma parte específica.***

1.6. VISTORIA TÉCNICA

1.6.1. A PROPONENTE poderá vistoriar o local de mobilização e aqueles em que serão executados os serviços, **até 10 (dias) dias úteis anteriores à data fixada para a abertura da sessão pública**, com o objetivo de inteirar-se das condições e grau de dificuldades existentes, mediante prévio agendamento de horário junto à SPR (Superintendência de Projetos), por meio e-mail spr@metro.df.gov.br.

1.6.2. Para efeitos de validade da vistoria técnica realizada, o representante da proponente deverá ser um profissional inscrito no CREA, seja qual for o vínculo jurídico estabelecido entre este e o proponente licitante (sócio, prestador de serviços ou empregado), apresentando no ato do credenciamento o documento de identidade profissional expedido pelo CREA ou, na falta deste, qualquer outro documento de identificação legal, acompanhado do comprovante de inscrição no CREA. (Acórdão n° 785/2012).

1.6.3. Ao comparecer no local para a Vistoria Técnica, o profissional indicado deverá apresentar-se munido de documentação comprobatória de representação da proponente (contrato social, para o caso de sócio e instrumento público de procuração, para os demais casos) e documentação pessoal - cédula de identidade profissional do CREA.

1.6.4. Após a realização da Vistoria Técnica, será emitido o **ANEXO III - Vistoria Técnica Prévia,** em 2 (duas) vias, assinadas pelos representantes do METRÔ-DF e da PROPONENTE.

1.6.5. Na visita técnica, não poderá o mesmo profissional (visitante) representar mais de uma empresa proponente.

1.6.6. Tendo em vista a faculdade da realização da visita, o licitante vencedor não poderá alegar o desconhecimento das condições e grau de dificuldades existentes como justificativa para se eximir das obrigações assumidas.

1.6.7. Caso a(s) proponente(s) não queira(m) participar da visita, deverá(ão) apresentar, em substituição ao atestado de visita, **declaração formal assinada pelo representante legal**, sob as penalidades da lei, que tem pleno conhecimento das condições e peculiaridades inerentes à natureza dos trabalhos, e sobre o local do serviço, assumindo total responsabilidade por esta declaração, ficando impedida, no futuro, de pleitear, por força do conhecimento declarado, quaisquer alterações contratuais, de natureza técnica e/ou financeira, decorrentes de "informações ocultas", tanto da documentação disponível quanto das instalações liberadas para vistoria, conforme modelo da **ANEXO IV - Declaração de Renúncia da Vistoria Técnica Prévia.**

1.6.8. Não poderão ser realizadas vistorias concomitantes para dois ou mais LICITANTES.

1.6.9. O METRÔ-DF não prestará apoio logístico (transporte, estadias, alimentação, etc) às LICITANTES para realização da visita, tampouco reembolsará quaisquer gastos por elas despendidos para tal fim.

2. DA FUNDAMENTAÇÃO

2.1. JUSTIFICATIVA DA CONTRATAÇÃO

A contratação para desenvolvimento, aquisição e implantação do Sistema de

Sinalização e Controle de Trens baseado em Comunicação (**CBTC – Communications-Based Train Control**) encontra-se prevista no plano de aquisições 2025 do Metro-DF (https://metro.df.gov.br/wp-content/uploads/2025/01/Plano_de_Aquisicoes_2025_final-1.pdf); no Plano Estratégico da Companhia (https://metro.df.gov.br/wp-content/uploads/2025/07/PLANO_DE_NEGOCIOS_2025_E_ESTRATEGIA_2021_2025_v1__6_.pdf); bem como na LOA 2026 do GDF (https://www.sinj.df.gov.br/sinj/BaixarArquivoDiario.aspx?id_file=17cf2855-baab-3301-9b5c-cada17929753).

2.2. FUNDAMENTO DA NECESSIDADE

2.2.1. A modernização de seu Sistema de Sinalização e Controle de Tráfego apresenta uma oportunidade estratégica para o METRÔ-DF. A atual infraestrutura, implantada há mais de duas décadas, cumpriu com eficiência sua função ao longo deste período, permitindo a operação segura e confiável da Linha 1. Contudo, o planejamento de expansão da rede—especialmente os novos trechos de Samambaia e Ceilândia—e as exigências crescentes de capacidade operacional indicam a necessidade de uma modernização estratégica que posicione a Companhia para o crescimento sustentável.

2.2.2. Os estudos técnicos fundamentado no Estudo Técnico Preliminar (208755401), demonstram que a tecnologia atual, baseada em blocos fixos, apresenta limitações de capacidade para atender à demanda projetada para o horizonte de planejamento da Companhia. Especificamente, o sistema requer uma transformação que permita operação com intervalos menores entre trens, maior flexibilidade operacional e integração homogênea com os novos segmentos de expansão previstos.

2.2.3. Essa modernização representa uma decisão estratégica de longo prazo que vai além de manutenção ou atualização incremental. Trata-se de uma evolução tecnológica que posicionará o METRÔ-DF em padrão compatível com as melhores práticas operacionais internacionais, permitindo maior eficiência, segurança e confiabilidade do serviço prestado à população do Distrito Federal.

2.2.4. A contratação do novo sistema assegurará à Companhia benefícios estruturais significativos. Em primeiro lugar, garantirá autonomia técnica e acesso a soluções competitivas disponibilizadas por fornecedores globais reconhecidos no setor de transportes metroviários. Em segundo lugar, estabelecerá condições para disponibilidade contínua de suporte técnico e sobressalentes durante todo o ciclo de vida operacional do sistema, reduzindo riscos associados à obsolescência tecnológica. Em terceiro lugar, permitirá integração homogênea entre a infraestrutura existente e os novos trechos de expansão, eliminando complexidades operacionais e de manutenção que resultariam de soluções fragmentadas.

2.2.5. A modernização do Sistema de Sinalização e Controle é condição necessária para viabilizar o crescimento planejado da rede metroviária do Distrito Federal. Ela assegura à Companhia a capacidade operacional de atender aos passageiros com qualidade superior, reduz riscos de continuidade operacional e estabelece fundação técnica robusta para as futuras fases de expansão e evolução tecnológica.

2.3. ~~F~~UNDAMENTAÇÃO LEGAL

2.3.1. A Lei Distrital nº 513, de 28 de julho de 1993, que dispõe sobre a criação da Companhia do Metropolitano do Distrito Federal – METRÔ-DF, estabelece como finalidade da Companhia planejar, projetar, construir, operar e manter sistemas de transporte público coletivo sobre trilhos no Distrito Federal, conferindo-lhe competência para promover a modernização e ampliação de sua infraestrutura metroferroviária.

2.3.2. No exercício de suas atribuições institucionais e considerando a necessidade de modernização do Sistema de Sinalização e Controle de Trens da Linha 1, com a implantação da tecnologia CBTC, bem como sua extensão aos trechos de expansão de Samambaia e Ceilândia e adequação das frotas existentes e futuras, o METRÔ-DF fundamenta a presente contratação nos seguintes dispositivos legais e normativos:

a) Lei Federal nº 13.303/2016, de 30 de junho de 2016, que dispõe sobre o estatuto jurídico da empresa pública e da sociedade de economia mista, especialmente quanto às regras de licitação e contratação, incluindo a adoção do regime de contratação integrada, nos termos

dos arts. 42 e 43;

b) Lei Distrital nº 4.566, de 04 de maio de 2011, que institui o Plano Diretor de Transporte Urbano e Mobilidade do Distrito Federal – PDTU/DF, estabelecendo diretrizes para a expansão, modernização e integração dos sistemas de transporte público coletivo;

c) Lei Federal nº 12.587, de 03 de janeiro de 2012, que institui as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana, orientando a priorização de sistemas de transporte coletivo de alta capacidade, eficiência e sustentabilidade;

d) Lei Complementar nº 123, de 14 de dezembro de 2006, que institui o Estatuto Nacional da Microempresa e da Empresa de Pequeno Porte, assegurando tratamento favorecido, diferenciado e simplificado nas contratações públicas;

e) Lei Distrital nº 4.611, de 04 de agosto de 2011, que regulamenta, no âmbito do Distrito Federal, o tratamento favorecido, diferenciado e simplificado às microempresas, empresas de pequeno porte e microempreendedores individuais;

3. DETALHAMENTO DOS POTENCIAIS FORNECEDORES

3.1. EXCLUSIVIDADE PARA MICROEMPRESAS E EMPRESAS DE PEQUENO PORTE (ME/EPP)

3.1.1. Conforme a Lei Complementar nº 123/2006, a Lei Distrital nº 4.611/2011 e o Art. 92 do Regulamento Interno de Licitações e Contratos – RILC do METRÔ-DF, o tratamento favorecido, diferenciado e simplificado para microempresas, empresas de pequeno porte e microempreendedores individuais não se aplica ao objeto da presente contratação.

3.2. SUBCONTRATAÇÃO

3.2.1. A subcontratação do presente objeto será permitido nos limites quantitativos e qualitativos definidos nos itens Subcontratação Facultativa do Capítulo 5 deste Termo de Referência.

3.2.2. É vedada a subcontratação de empresas ou consórcios que tenham participado do procedimento licitatório que originou a contratação, ou que tenham, direta ou indiretamente, elaborado o Termo de Referência ou o Projeto Executivo, bem como subcontratar microempresas ou empresas de pequeno porte que tenham participado diretamente do certame licitatório que originou a contratação, ou indiretamente mediante a sua indicação por outro licitante como empresa a ser subcontratada, conforme Art. 210 § 2º e 211, § 7º do RILC/METRÔ-DF.

3.3. PARTICIPAÇÃO DE EMPRESAS REUNIDAS EM CONSÓRCIO

3.3.1. Poderão participar deste certame empresas reunidas em consórcio. A admissão de consórcios fundamenta-se na elevada complexidade técnica, caráter sistêmico e vulto econômico do objeto, que envolve a implantação integrada do Sistema de Sinalização e Controle de Trens baseado em tecnologia CBTC, em ambiente operacional ativo (brownfield), abrangendo múltiplas disciplinas especializadas, tais como sinalização ferroviária (ATP, ATO e ATS), telecomunicações críticas, sistemas embarcados, software de segurança, integração sistêmica e interfaces com diversos subsistemas metroferroviários, conforme definido no Termo de Abertura de Projeto e no Estudo Técnico Preliminar que instruem a presente contratação

3.3.2. No caso de participação em consórcio, cada empresa consorciada deverá atender individualmente às exigências de qualificação econômico-financeira, excetuada a comprovação do patrimônio líquido mínimo, que poderá ser atendida pelo somatório dos valores de cada consorciada, na proporção de sua respectiva participação no consórcio, sem prejuízo das exigências específicas de qualificação técnica previstas no edital.

3.3.3. O CONTRATADO constituído em consórcio deverá indicar ao METRÔ-DF:

I - a composição do consórcio;

II - o percentual de participação de cada empresa consorciada;

III - a empresa líder do consórcio, que será responsável pela coordenação técnica e administrativa e pela interlocução com o METRÔ-DF;

IV - a responsabilidade solidária, ativa e passiva, de todas as empresas consorciadas perante o METRÔ-DF, quanto ao cumprimento integral do objeto contratual;

V - que todas as comunicações e correspondências serão realizadas por intermédio da empresa líder, que atuará em nome do consórcio.

3.3.4. Após a contratação, o consórcio somente poderá alterar sua composição mediante prévia e expressa anuência do METRÔ-DF, hipótese em que a nova consorciada deverá comprovar o atendimento integral aos requisitos de habilitação e qualificação estabelecidos no edital, seja para fins de substituição ou acréscimo.

3.3.5. O consórcio somente poderá ser extinto após o cumprimento integral de todas as obrigações contratuais, inclusive aquelas relativas à operação assistida, garantia e desempenho do sistema CBTC implantado.

3.3.6. Em caso de constituição em consórcio, devem ser observadas as disposições constantes no Artigo 219. e Parágrafo único do RILC, no que se refere às regras para "Alterações Societárias do Contratado"

3.4. PARTICIPAÇÃO DE EMPRESAS ESTRANGEIRAS

3.5. Poderão participar desta licitação, isoladamente ou reunidas em consórcio, empresas brasileiras ou estrangeiras que funcionem no Brasil, cujo ramo de atividade seja compatível com o objeto desta licitação e que atenderem às exigências constantes deste Edital e de seus Anexos.

3.5.1. A participação de empresas estrangeiras que não funcionem no Brasil só poderão participar desta licitação, reunidas em consórcio com a participação de pelo menos uma empresa brasileira, a qual deverá ser a líder.

3.5.2. As empresas estrangeiras atenderão às exigências de habilitação mediante documentos equivalentes, autenticados pelos respectivos consulados e traduzidos por tradutor juramentado.

3.5.3. Deverão apresentar Termo de Compromisso Público ou Particular de Constituição de Consórcio, subscrito pelos consorciados, indicando a empresa que deverá atender às condições de liderança, especificamente o relativo:

3.5.3.1. Ao estabelecimento de poderes à empresa líder pela direção, representação e administração do consórcio perante o METRÔ-DF e perante terceiros pelas obrigações assumidas pelo consórcio, inclusive com poderes expressos, irretratáveis e irrevogáveis para concordar com condições, transigir, compromissar-se, receber citação, assinar quaisquer papéis, documentos e instrumentos de contratação relacionados com o objetivo da licitação;

3.5.3.2. Ao percentual de participação de cada empresa consorciada;

3.5.3.3. À liderança da empresa brasileira no consórcio constituído por empresas brasileiras e estrangeiras;

3.5.3.4. À organização, objetivos e composição do consórcio, com a indicação do percentual de participação e do escopo dos serviços relativos a cada empresa perante o consórcio.

3.5.4. Responsabilidade solidária dos integrantes pelos atos praticados em consórcio, tanto na fase de licitação, quanto na de execução do contrato, ainda que cada consorciada execute parte específica do objeto.

3.5.5. Está impedida a participação de empresa consorciada, na mesma licitação, através de mais de um consórcio, ou isoladamente.

3.5.5.1. Os documentos exigidos para os níveis cadastrais de que trata o art. 6° da IN 03/2018 poderão ser atendidos mediante documentos equivalentes, inicialmente apresentados

com tradução livre; e

3.5.5.2. Para fins de assinatura do contrato ou da ata de registro de preços:

a. os documentos de que trata o inciso I deverão ser traduzidos por tradutor juramentado no Brasil e apostilados nos termos do disposto no Decreto nº 8.660, de 29 de janeiro de 2016, ou de outro que venha a substituí-lo, ou consularizados pelos respectivos consulados ou embaixadas; e

b. deverão ter representante legal no Brasil com poderes expressos para receber citação e responder administrativa ou judicialmente.

3.5.5.3. No caso de inexistência de documentos equivalentes para os níveis cadastrais de que trata o subitem 3.4.1.1, o responsável deverá declarar a situação em campo próprio no Sicaf.

3.5.5.4. A solicitação do código de acesso de que trata o subitem 3.4.1 deverá se dar nos termos do disposto no Manual do SICAF, disponível no Portal de Compras do Governo Federal.

3.5.6. As empresas estrangeiras que funcionem no Brasil, devem se cadastrar no Sicaf com a identificação do Cadastro Nacional de Pessoas Jurídicas.

3.6. VEDAÇÕES À PARTICIPAÇÃO EM LICITAÇÕES

3.6.1. Ficam vedadas de participação neste certame licitatório, pessoas físicas e/ou jurídicas que se enquadrem nos Artigo 6º, 7º, 8º, 9º e 10º do RILC.

4. DA SELEÇÃO DO FORNECEDOR

4.1. CRITÉRIO DE JULGAMENTO

4.1.1. O julgamento das propostas será objetivo e observará o critério de **MENOR PREÇO GLOBAL**, conforme previsto no artigo 119, inciso I, do Regulamento Interno de Licitações e Contratos do METRÔ-DF.

4.1.2. As propostas de preço deverão conter os valores unitários e totais para a execução do objeto, em moeda nacional, já incluídas as despesas com a mão de obra, serviços, emissão de certificados e laudos, equipamentos envolvidos, materiais, transporte horizontal, seguros em geral, impostos e encargos da legislação social trabalhista.

4.1.3. Os critérios de desempate aplicáveis a esta licitação serão aqueles estabelecidos no Artigo 120. Regulamento interno de licitação e Contratos.

4.1.4. Conforme Art. 88 do RILC, é facultado aos responsáveis pela licitação ou autoridade superior, em qualquer momento, promover diligências destinadas a esclarecer ou a complementar a instrução do processo de licitação, vedada inclusão posterior de documento ou informação que deveria constar originariamente da proposta.

4.2. PREÇOS UNITÁRIOS E PREÇO GLOBAL

4.2.1. A proposta da LICITANTE deverá ser apresentada em meio digital, nos formatos *.XLS ou *.XLSX, com a planilha orçamentária desbloqueada para edição. Os valores de preço unitário e preço total dos itens deverão ser truncados para duas casas decimais, vedado qualquer arredondamento.

4.2.2. O preço global da proposta corresponderá ao somatório dos valores obtidos pela multiplicação de cada preço unitário pelas respectivas quantidades indicadas no **ANEXO III – Modelo de Planilha Orçamentária**. Esse valor deverá abranger todos os custos necessários à execução integral dos serviços contratados, incluindo:

4.2.2.1. Mão de obra, materiais, transporte, equipamentos, acessórios e ferramentas;

4.2.2.2. Encargos previdenciários, fiscais, trabalhistas e sociais;

4.2.2.3. Tributos diretos e indiretos (inclusive o Diferencial de Alíquota do ICMS – DIFAL, quando aplicável);

4.2.2.4. Custos administrativos, logísticos, seguros, deslocamentos e demais despesas incidentes;

4.2.2.5. Fornecimento de mobiliário, materiais de escritório, computadores, impressoras e softwares essenciais à execução contratual.

4.2.3. Os sobressalentes a serem fornecidos nesta contratação encontram-se discriminados e quantificados no **ANEXO III – Modelo de Planilha Orçamentária.**

4.2.4. Todos os valores deverão ser obrigatoriamente expressos em em moeda corrente nacional (Real - R$) e/ou em dólar norte-americano (US$).

4.2.5. Poderá ser exigida a comprovação do regime tributário da LICITANTE.

4.2.6. Na hipótese de aditivos contratuais, os novos preços serão baseados no orçamento de referência do METRÔ-DF, aplicando-se o mesmo percentual de desconto ofertado na proposta inicial, nos termos do art. 37, inciso XXI, da Constituição Federal, e do art. 81, §1º da Lei nº 13.303/2016.

4.2.7. Durante a execução contratual, tais composições poderão ser utilizadas como base para precificação de serviços adicionais, desde que decorrentes de fatores supervenientes e imprevisíveis, devidamente aprovados pela fiscalização e relacionados a riscos atribuídos à CONTRATANTE na Matriz de Riscos.

4.2.8. A CONTRATADA não poderá pleitear valores adicionais com base na metodologia de composição referencial, tendo em vista que apresentou sua própria composição e assumiu a viabilidade da execução do contrato.

4.2.9. É de responsabilidade exclusiva da PROPONENTE apurar corretamente a incidência tributária, não sendo admitida alegação posterior de desconhecimento sobre impostos e taxas.

4.2.10. Pedidos de reequilíbrio econômico-financeiro deverão ser formulados em até 30 (trinta) dias da ocorrência do fato gerador, acompanhados de documentação comprobatória dos impactos financeiros diretos e indiretos. A avaliação do pleito será feita com base na **Matriz de Riscos (Parte IV)** e no art. 81 da Lei nº 13.303/2016.

4.2.11. Do mesmo modo, o METRÔ-DF poderá pleitear reequilíbrio contratual a seu favor caso o risco envolvido tenha sido alocado à CONTRATADA ou se tratar de álea ordinária de sua responsabilidade.

4.2.12. Por fim, não será adotado o regime de remuneração variável, por inexistirem metas, padrões de desempenho ou exigências ambientais que justifiquem pagamento adicional. Situações de desempenho insatisfatório ou descumprimento contratual serão tratadas com os mecanismos corretivos e sanções previstas no contrato.

4.2.13. **Apresentação das Propostas (Formulário Anexo I - Modelo de Planilha Orçamentária):** Permitir-se-á que a planilha orçamentária seja apresentada em moeda corrente nacional (Real - R$) e/ou em dólar norte-americano (US$). Para fins de formulação da proposta comercial, as licitantes deverão considerar a taxa de câmbio vigente no primeiro dia útil da data-base do orçamento referencial, ou seja a taxa de câmbio oficial divulgada pelo Banco Central do Brasil, preço de venda, em **01 de Junho/2026**. Esta possibilidade não se aplica ao item 6.2.3. Treinamento em Sinalização, do Formulário Anexo I - Modelo de Planilha Orçamentária, que obrigatoriamente deve ser preenchida em moeda corrente nacional (Real - R$).

4.2.14. **Validade da Proposta:** fixa-se a validade da proposta em 60 (sessenta) dias

4.3. MODO DE DISPUTA

4.3.1. Em consonância com os Artigos 113 e 114 do RILC, será adotado o modo de disputa **aberto** para o certame.

4.3.2. Considerando as características do mercado fornecedor de sistema de sinalização metroviária, composto por número restrito de fabricantes de grande porte, bem como o elevado vulto e a complexidade técnica do objeto, opta-se pela adoção do modo de disputa aberto, nos termos do RILC, com vistas a ampliar a efetiva competitividade do certame e a obtenção da proposta mais vantajosa para a Administração. A escolha por esse modo de disputa não implica flexibilização dos requisitos técnicos ou contratuais, uma vez que o instrumento convocatório estabelece critérios rigorosos de aceitabilidade de preços, verificação de exequibilidade e análise da efetividade das propostas, assegurando que eventuais reduções de preço observadas na fase competitiva sejam compatíveis com a adequada execução do objeto.

4.4. REQUISITOS DE EFETIVIDADE E ACEITABILIDADE DAS PROPOSTAS

4.4.1. A proposta vencedora deverá apresentar preços unitários e valor global iguais ou inferiores aos valores estimados pela Administração.

4.4.2. Nos termos no Artigo 121. § 3º, consideram-se inexequíveis as propostas com valores globais inferiores a 70% (setenta por cento) do menor dos seguintes valores:

- Média aritmética dos valores das propostas superiores a 50% (cinquenta por cento) do valor do orçamento estimado pelo METRÔ-DF; ou

- Valor do orçamento estimado pelo METRÔ-DF.

4.4.3. Os preços ofertados, tanto na proposta inicial, quanto na etapa de lances, serão de exclusiva responsabilidade do licitante, não lhe assistindo o direito de pleitear qualquer alteração, sob alegação de erro, omissão ou qualquer outro pretexto, inclusive em decorrência de falhas na avaliação da exequibilidade da proposta.

4.4.4. A apresentação das propostas implica obrigatoriedade do cumprimento das disposições nelas contidas, em conformidade com o que dispõe a documentação que integra este Termo de Referência, assumindo o proponente o compromisso de executar o objeto licitado nos seus termos, bem como de utilizar os materiais, equipamentos, ferramentas e utensílios necessários, em quantidades e qualidades adequadas à perfeita execução contratual, promovendo, quando requerido, sua substituição.

4.4.5. É vedada a apresentação de valores de mão de obra que estejam em desconformidade com pactos coletivos de trabalho ou abaixo dos pisos salariais vigentes, conforme o Acórdão nº 890/2007 – TCU Plenário.

4.4.6. Em observância à Súmula nº 259 do TCU, que impõe a fixação de preços máximos unitários e globais para obras e serviços de engenharia, os valores referenciais estabelecidos na planilha orçamentária são limites máximos para a formulação da proposta da LICITANTE, ainda que sigilosos.

4.4.7. Eventuais **inconsistências nos quantitativos** constantes da Planilha Orçamentária devem ser objeto de **impugnação ao edital**, dentro do prazo legal. Não serão admitidos pedidos de aditamento com base em supostos erros de quantitativos, quando estes estiverem claramente definidos nas pranchas, especificações técnicas ou demais documentos do Termo de Referência.

4.4.8. Nos termos de reiterado entendimento do TCU, a LICITANTE **responde solidariamente por eventuais danos decorrentes de superfaturamento**, independentemente de não ter participado da elaboração do orçamento base.

4.4.9. Para fins de julgamento, classificação e lances, todos os preços deverão ser apresentados com os encargos inclusos, inclusive ICMS, diferença de alíquota interestadual (quando aplicável) e eventuais isenções.

4.4.10. Nos termos do art. 88 do RILC, caso a proposta mais bem classificada apresente preços unitários superiores aos referenciais, ou composições de encargos sociais em desacordo com a legislação vigente, a Comissão de Licitação poderá diligenciar para ajuste dos preços, desde que o preço global se mantenha igual ou inferior ao originalmente ofertado.

4.5. **QUALIFICAÇÃO TÉCNICO OPERACIONAL DA LICITANTE**

4.5.1. Em consonância ao inciso I do Artigo 44. do RILC e Seção VII, do Capítulo III, do Título III do referido Regulamento, as empresas e/ou Consórcios LICITANTES deverão comprovar Qualificação Técnica Operacional, apresentando:

a) **CERTIDÃO DE REGISTRO E QUITAÇÃO** em nome da empresa LICITANTE, que certifique o registro e regularidade da empresa junto à entidade profissional competente de acordo com a Lei Federal nº 5.194 de 24/12/1966 e Lei nº 12.378 de 31/12/2010;

b) **ATESTADO(S) DE CAPACIDADE TÉCNICA** em nome da **empresa LICITANTE**, emitido(s) por pessoa jurídica de direito público ou privado, em nome da empresa LICITANTE, comprovando a execução, a qualquer tempo, de obra com características pertinentes e compatíveis com o objeto deste Termo de Referência, **obrigatoriamente** acompanhadas de Tabela nos moldes da **ANEXO II - Modelo de Tabela Resumo de Atestados Técnicos**.

c) **CERTIDÃO DE ACERVO OPERACIONAL (CAO)** , em nome da empresa Licitante,, emitida pelo CREA da região onde a atividade foi executada, constando as anotações de responsabilidade técnica comprovadamente emitidas por profissional pertencente ao quadro técnico ou contratado para aquelas atividades mencionadas no Atestado de Capacidade Técnica. A Certidão de Acervo Operacional (CAO) deve incluir as seguintes informações:

I - identificação da pessoa jurídica;

II - identificação do responsável técnico da pessoa jurídica;

III - lista das ARTs, incluindo a identificação dos responsáveis técnicos, dados das atividades técnicas realizadas e observações ou ressalvas, se houver;

IV - data e local de emissão; e

V - assinatura digital.

4.5.2. Para fins de comprovação da qualificação técnica, a PROPONENTE, individualmente ou por meio dos membros do consórcio, deverá apresentar atestado(s) de capacidade técnica, emitido(s) por pessoa jurídica de direito público ou privado, em nome da PROPONENTE ou de seus consorciados, que comprove(m) ter fornecido equipamentos e sistemas pertinentes e compatíveis, em características e quantitativos, com o objeto da presente licitação

4.5.3. Entende-se como fornecimentos com características pertinentes e compatíveis com o presente objeto:

4.5.3.1. **Ter implantado pelo menos 24km de sistema de sinalização em bloco móvel (CBTC).**

4.5.3.2. **Ter implantado pelo menos 1 projeto em bloco móvel (CBTC - GOA4) em linha com bifurcação e headway distintos, sendo no tronco de no máximo 90 segundos;**

4.5.3.3. **Experiência em implantação e migração do sistema de sinalização em ambiente brownfield, sem interrupção da operação comercial, em pelo o menos 1 projeto;**

4.5.3.4. **Ter implantado um pátio de manutenção totalmente automatizado;**

4.5.3.5. **Ter atuado como integradora em pelo menos 1 projeto de sistemas metroferroviário;**

4.5.3.6. **Ter implantado 1 sistema de apoio integrado dotado de mecanismos de pesquisa, sistema de alerta precoce e sistema de diagnóstico automático de falhas de todos os sistemas metroferroviários.**

4.5.4. A empresa ou consórcio deverá comprovar os critérios de qualificação do item 4.5.3 cumulativamente. Serão aceitos somatório e atestados para fins de comprovação de experiência de cada um dos subitens.

4.5.5. No caso de participação em consórcio, as experiências técnicas exigidas poderão ser comprovadas de forma conjunta pelos membros do consórcio, observada a responsabilidade solidária

prevista no instrumento convocatório.

4.5.6. O(s) atestado(s) deverá(ão) conter, no mínimo, as seguintes informações:

4.5.6.1. caracterização clara do fornecimento realizado;

4.5.6.2. identificação do contratante e do signatário, com data de emissão;

4.5.6.3. quantitativos efetivamente fornecidos;

4.5.6.4. indicação das principais características técnicas dos sistemas, subsistemas, equipamentos de via equipamentos embarcados fornecidos.

4.5.7. Quaisquer informações exigidas que não constem expressamente do atestado poderão ser complementadas por documentação técnica idônea, tais como contratos, ordens de serviço ou documentos equivalentes, não sendo admitida, em nenhuma hipótese, a substituição do atestado por tais documentos.

4.5.8. No caso de atestados decorrentes de fornecimentos realizados em consórcio, deverá ser explicitado o escopo efetivamente executado por cada empresa ou, na impossibilidade, a proporcionalidade de participação de cada consorciada no fornecimento objeto do atestado.

4.5.9. Atestados não emitidos em nome da PROPONENTE somente serão aceitos nos casos de cisão, fusão, incorporação, criação de subsidiária integral ou reorganização societária equivalente, desde que comprovada, de forma inequívoca e documental, a transferência definitiva do respectivo acervo técnico.

4.5.10. Para fins de apresentação das documentações de qualificação técnica do item 4.5, as exigências de habilitação para as empresas estrangeiras poderão ser atendidas mediante documentos equivalentes apresentados em tradução juramentada, observando-se também as disposições subsequentes.

4.5.10.1. A empresa estrangeira que não funcione no País deverá apresentar, dentre os documentos de habilitação, documentação que comprove que o licitante tem representação legal no Brasil com poderes expressos para receber citação e responder administrativa ou judicialmente.

4.5.10.2. Suscitada, por qualquer dos licitantes, divergência material entre documento no idioma original e sua tradução, a comissão especial de contratação (CEC) poderá proceder às diligências necessárias à aferição do efetivo teor do documento, sendo desclassificado o licitante que, comprovadamente, houver apresentado tradução divergente para dela se beneficiar, sem prejuízo da aplicação das sanções cabíveis.

4.5.10.3. Constatada divergência entre documento no idioma original e a tradução, identificada pelo(a) agente/comissão de contratação mediante diligências, ou mediante apreciação de eventual recurso, prevalecerá o texto original.

4.5.10.4. Na hipótese de inexistência de documentos equivalentes aos solicitados neste Edital e seus Anexos, deverá ser apresentada, por parte do licitante, declaração informando tal fato.

4.5.10.5. Os documentos de habilitação de empresas estrangeiras, equivalentes aos solicitados neste Edital e seus Anexos, devem ser apresentados de forma a possibilitar a identificação da sua validade, exigibilidade e eficácia, devendo o licitante indicar a que item do Edital ou Anexo o documento corresponde.

4.5.11. Na hipótese de o licitante vencedor, sendo nacional ou estrangeiro, apresentar documentações de origem estrangeira, para fins de assinatura do contrato, serão observadas as seguintes determinações:

a) os documentos de origem estrangeira apresentados para a habilitação deverão ser legalizados pelos respectivos consulados ou embaixadas do Brasil do País de Origem ou, na hipótese da alínea “b” desta subdivisão, devidamente apostilados, e acompanhados da respectiva tradução para a Língua Portuguesa realizada por tradutor juramentado no Brasil;

b) as sociedades estrangeiras provenientes de Estados Signatários da Convenção sobre a Eliminação da Exigência de Legalização de Documentos Públicos Estrangeiros, promulgada pelo Brasil por meio do Decreto n° 8.660, de 29 de janeiro de 2016, poderão substituir a necessidade de legalização pelo respectivo consulado ou embaixada do Brasil do País de Origem, referida na alínea "a" desta subdivisão, pela aposição da apostila de que tratam os Arts. 3° e 4° da referida Convenção, sendo que a documentação e a respectiva apostila deverão ser traduzidas por tradutor juramentado no Brasil.

4.6. QUALIFICAÇÃO TÉCNICA PROFISSIONAL

4.6.1. As LICITANTES deverão comprovar a Qualificação Técnica Profissional de sua equipe por meio da indicação de **profissional(is)** de nível superior, pertencente(s) ao quadro permanente da empresa ou a ela vinculado(s) mediante contrato, que possua(m) experiência na execução de serviços de engenharia compatíveis com o objeto desta licitação, apresentando:

a) **DECLARAÇÃO DO RESPONSÁVEL TÉCNICO** indicando o nome, CPF e número de registro na entidade profissional competente do Responsável Técnico que acompanhará a execução dos serviços de que trata o objeto;

b) **CERTIDÃO(ÕES) DE REGISTRO E QUITAÇÃO** em nome do(s) Responsável(is) Técnico(s), na entidade profissional competente, de acordo com a Lei Federal nº 5.194 de 24/12/1966 e Lei 12.378 de 31/12/2010;

c) **CERTIDÕES DE ACERVO TÉCNICO – CAT,** em nome do(s) Responsável(is) Técnico(s), emitidas pelo Conselho Regional de Engenharia e Agronomia – CREA competente da região onde os serviços foram prestados, em nome do profissional indicado como Responsável Técnico do contrato, que comprovem que o(s) Responsável(is) Técnico(s) executou(aram), a qualquer tempo, serviços com características pertinentes e compatíveis com o objeto deste Termo de Referência. É obrigatória a apresentação dos atestado(s) e/ou declaração(ões) de capacidade técnica que comprovem a execução dos serviços pelo profissional responsável técnico indicado, nos moldes do **ANEXO II - Modelo de Tabela Resumo de Atestados Técnicos.**

4.6.2. Entende-se como serviços com características pertinentes e compatíveis com o presente objeto, cumulativamente***:***

4.6.2.1. **Ter implantado pelo o menos 1 projeto de sistema de sinalização em bloco móvel (CBTC).**

4.6.2.2. **Ter implantado pelo menos 1 projeto em bloco móvel (CBTC - GOA4) em linha com bifurcação e headway distintos, sendo no tronco de no máximo 90 segundos;**

4.6.2.3. **Ter experiência em implantação e migração do sistema de sinalização em ambiente brownfield, sem interrupção da operação comercial, em pelo o menos 1 projeto;**

4.6.2.4. **Ter implantado um pátio de manutenção totalmente automatizado;**

4.6.2.5. **Ter experiência e atuado como integrador em pelo menos 1 projeto de sistemas metroferroviário;**

4.6.2.6. **Ter implantado 1 sistema de apoio integrado dotado de mecanismos de pesquisa, sistema de alerta precoce e sistema de diagnóstico automático de falhas de todos os sistemas metroferroviários.**

4.6.3. A LICITANTE deverá apresentar declaração formal, assinada pelo representante legal, indicando o(s) profissional(is) designado(s) como Responsável(is) Técnico(s) (RT) pela execução do objeto, com identificação completa (nome, número de registro no conselho profissional competente e respectiva ART/RRT vinculada à CAT apresentada).

4.6.4. A definição do nível técnico e da composição da equipe de suporte para a execução do objeto fica a cargo da CONTRATADA, desde que assegurada a presença do(s) profissional(is) detentor(es) do acervo técnico aqui exigido durante a vigência contratual

4.6.5. A substituição de qualquer profissional indicado como Responsável Técnico (RT) só será admitida por motivo relevante, mediante aprovação prévia do METRÔ-DF, devendo o substituto deter qualificações técnicas equivalentes ou superiores às do profissional substituído

4.6.6. O(s) RT(s) indicado(s) deverá(ão) acompanhar a execução do contrato. A substituição do(s) RT(s) durante a vigência contratual somente será admitida por motivo relevante, mediante pedido formal da CONTRATADA, contendo justificativa circunstanciada e a identificação do(s) candidato(s) substituto(s), com comprovação de que estes detêm, no mínimo, as mesmas qualificações exigidas para o(s) profissional(is) original(is), a serem comprovadas pela mesma documentação aqui requerida, sujeita à aceitação expressa pelo METRÔ-DF.

4.6.7. O vínculo do(s) RT(s) com a empresa LICITANTE deverá ser comprovado, quando da convocação para assinatura do Contrato, por meio de um dos documentos a seguir:

4.6.7.1. **Para profissionais de empresas nacionais:**

a) Sócio — Contrato Social devidamente registrado no órgão competente;

b) Diretor — Contrato Social (firma individual ou limitada) ou Ata de Eleição devidamente publicada na imprensa (sociedade anônima);

c) Empregado — Carteira de Trabalho e Previdência Social (CTPS) ou Ficha de Registro de Empregado (RE) devidamente registrada no Ministério do Trabalho e Emprego;

d) Registro como RT — Certidão do CREA, CAU ou conselho profissional competente, expedida em nome da CONTRATADA, constando o registro do profissional como Responsável Técnico;

e) Prestador de serviços — Contrato de Prestação de Serviços celebrado nos termos da legislação civil vigente.

4.6.7.2. **Para profissionais de empresas estrangeiras que não funcionem no Brasil:**

a) Documentos equivalentes aos descritos nas alíneas "a" a "e", emitidos no país de origem, acompanhados de tradução juramentada para o português, observadas as seguintes condições:

I - Para fins de habilitação, os documentos poderão ser apresentados inicialmente com tradução livre; para a assinatura do contrato, deverão estar legalizados pelos respectivos consulados ou embaixadas brasileiras no país de origem, ou apostilados, quando o país signatário da Convenção da Apostila (Decreto nº 8.660/2016), e traduzidos por tradutor juramentado no Brasil;

II - A empresa estrangeira deverá comprovar a existência de representante legal no Brasil com poderes expressos para receber citação e responder administrativa ou judicialmente.

4.6.7.3. **Para profissionais de empresas estrangeiras que funcionem no Brasil:**

a) Os mesmos documentos exigidos para empresas nacionais, utilizando o CNPJ da filial ou representação estabelecida no País.

4.6.7.4. A LICITANTE deverá apresentar Atestado(s) de Capacidade Técnica em nome do(s) RT(s) indicado(s), emitido(s) por pessoa jurídica de direito público ou privado, comprovando experiência pertinente e compatível com o objeto desta licitação, acompanhados das respectivas Certidões de Acervo Técnico (CAT) emitidas pelo CREA, CAU ou conselho profissional competente, conforme a especialidade. Os atestados deverão conter, no mínimo:

a) nome completo e número de registro no conselho profissional do RT;

b) menção expressa à ART ou RRT relacionada na CAT apresentada;

c) identificação do contratante e do signatário, com data de emissão;

d) descrição clara das atividades técnicas executadas sob a responsabilidade do profissional, com destaque (coloração distinta) para as atividades pertinentes ao objeto desta licitação;

e) período de execução dos serviços.

4.6.7.5. **Restrições aplicáveis a todos os atestados:**

a) Não serão admitidos atestados de fiscalização, supervisão ou coordenação da execução de serviços;

b) Não serão admitidos atestados emitidos pela própria LICITANTE em seu favor;

c) Quaisquer informações exigidas que não constem expressamente do atestado poderão ser complementadas por documentação técnica idônea (contratos, ordens de serviço ou equivalentes), vedada a substituição do atestado por tais documentos;

d) Atestados não emitidos em nome do profissional indicado como RT somente serão aceitos nos casos de fusão, cisão, incorporação, criação de subsidiária integral ou reorganização societária equivalente, desde que comprovada, de forma inequívoca e documental, a transferência do respectivo acervo técnico.

4.6.7.6. **Para atestados de origem estrangeira:**

a) Poderão ser apresentados documentos equivalentes emitidos no país de origem, poderão ser apresentados inicialmente com tradução livre;

b) Os documentos deverão ser apresentados de forma a possibilitar a identificação de sua validade, exigibilidade e eficácia, com indicação expressa do item do edital ao qual correspondem;

c) Na hipótese de inexistência de documentos equivalentes aos solicitados, o licitante deverá apresentar declaração formal informando tal fato;

d) Suscitada divergência material entre o documento no idioma original e sua tradução, a Comissão de Contratação procederá às diligências necessárias, prevalecendo sempre o texto original; o licitante que apresentar tradução divergente em seu benefício será desclassificado, sem prejuízo das sanções cabíveis.

4.6.7.7. **Para atestados decorrentes de atividades realizadas em consórcio:**

a) Deverá ser explicitado o escopo efetivamente executado pelo profissional, ou, na impossibilidade, a proporcionalidade de sua participação nas atividades objeto do atestado.

4.6.7.8. **Além dos atestados, o(s) RT(s) deverá(ão) comprovar:**

a) Registro e quitação junto ao conselho profissional competente (CREA, CAU ou equivalente reconhecido no Brasil), válido na data de apresentação da proposta;

b) Para profissionais estrangeiros sem registro no Brasil: comprovação de habilitação profissional equivalente emitida pelo órgão competente do país de origem, acompanhada de tradução juramentada, ficando o registro no conselho brasileiro exigível apenas por ocasião da assinatura do contrato, nos termos da legislação vigente.

4.7. DOCUMENTAÇÃO A SEREM APRESENTADAS PELO LICITANTE NA FASE DE HABILITAÇÃO TÉCNICO-COMERCIAL

Devem ser apresentados a seguinte documentação obrigatória para habilitação da licitante:

4.7.1. **Planilha Orçamentária**, conforme o Modelo Anexo a este Termo de Referência.

4.7.2. **Certidão de Registro e Quitação** em nome da empresa LICITANTE, no conselho profissional competente, quando aplicável.

4.7.3. **Atestado(s) de Capacidade Técnica** em nome da empresa LICITANTE, acompanhados da respectiva Tabela Resumo de Atestados Técnicos, conforme o Modelo Anexo a este Termo de Referência.

4.7.4. **Certidão de Acervo Operacional (CAO)**, em nome da empresa LICITANTE, quando aplicável e exigível pelo conselho profissional competente.

4.7.5. **Declaração do Responsável Técnico**, acompanhada da comprovação de vínculo profissional com a licitante.

4.7.6. **Certidão(ões) de Registro e Quitação** em nome do(s) Responsável(is) Técnico(s), no conselho profissional competente.

4.7.7. **Certidões de Acervo Técnico – CAT e/ou Atestado(s) de Capacidade Técnica** em nome do(s) Responsável(is) Técnico(s), acompanhados da Tabela Resumo de Atestados Técnicos, conforme o Modelo Anexo a este Termo de Referência.

4.7.8. **Atestado de Visita Técnica Prévia** ou **Declaração de Renúncia de Visita Técnica Prévia**, conforme so Modelo Anexos a este Termo de Referência.

4.7.9. **Termo de Cessão de Direitos Autorais,** conforme o Modelo Anexo a este Termo de Referência, quando aplicável.

4.7.10. **Declaração de Sustentabilidade Ambiental**, conforme o Modelo Anexo a este Termo de Referência

5. DA EXECUÇÃO CONTRATUAL

5.1. Condições Gerais de Execução e Fiscalização

5.1.1. A execução contratual deverá observar rigorosamente as disposições deste Termo de Referência, da Especificação Técnica, do contrato a ser firmado e de seus anexos, sendo realizada sob **regime de contratação integrada**, cabendo à CONTRATADA a responsabilidade integral pela perfeita execução do objeto, em conformidade com os requisitos técnicos, operacionais, normativos e de segurança aplicáveis.

5.1.2. Por parte do METRÔ-DF, o gerenciamento do contrato e a fiscalização da execução ficarão a cargo de Gestor ou Comissão Gestora, bem como de Fiscais do Contrato, formalmente designados por ato administrativo da autoridade competente, competindo-lhes acompanhar, orientar, inspecionar e exigir o fiel cumprimento das obrigações contratuais em todas as fases da execução.

5.1.3. A fiscalização da execução contratual será exercida pelo METRÔ-DF, diretamente ou por meio de representantes formalmente designados, com poderes para acompanhar, inspecionar, verificar, orientar e exigir o fiel cumprimento das obrigações contratuais, podendo tais representantes incluir empresas terceirizadas especializadas na prestação de serviços de consultoria, gerenciamento e supervisão técnica, conforme definido pela Administração, sem que tal atuação implique corresponsabilidade do METRÔ-DF pelos atos praticados pela CONTRATADA.

5.1.4. A CONTRATADA deverá executar o objeto de forma planejada, coordenada e contínua, abrangendo todas as etapas necessárias à implantação do sistema CBTC, incluindo, mas não se limitando, ao desenvolvimento de projetos, configuração de sistemas, fornecimento de equipamentos, softwares, sobressalentes e ferramentas especiais, realização de testes e ensaios, treinamentos, comissionamento, operação assistida, entrega, garantia e demais obrigações contratuais, de modo a assegurar a plena funcionalidade e o desempenho do sistema ao longo de sua vida útil.

5.1.5. A CONTRATADA deverá garantir acesso amplo, irrestrito e permanente à fiscalização do METRÔ-DF às suas instalações, bem como às instalações de seus subfornecedores, fabricantes e prestadores de serviços envolvidos na execução do contrato, no País ou no exterior, facultando o acesso a documentos técnicos, registros de produção, relatórios, cronogramas, ensaios, testes,

processos de qualidade e demais informações pertinentes.

5.1.6. Sempre que constatada a execução de atividades em desacordo com o contrato, com as especificações técnicas, com normas aplicáveis ou com as boas práticas de engenharia, o METRÔ-DF poderá determinar a imediata correção das irregularidades, a suspensão de atividades, a repetição de ensaios ou testes, ou a substituição de materiais, componentes, sistemas ou serviços, sem ônus adicional para a Administração.

5.1.7. A atuação da fiscalização não exime a CONTRATADA de sua responsabilidade técnica, civil, administrativa e contratual, permanecendo sob sua exclusiva responsabilidade a adoção de todas as providências necessárias à adequada execução do objeto, inclusive quanto à segurança de pessoas, bens e instalações, bem como ao cumprimento da legislação vigente.

5.1.8. Ressalta-se que, embora o Anteprojeto do Sistema CBTC seja elaborado pelo METRÔ-DF, caberá à CONTRATADA, no âmbito do desenvolvimento dos projetos, desenhos, memoriais, especificações complementares e demais documentos técnicos necessários ao fornecimento, realizar a análise crítica, a compatibilização técnica e a verificação da consistência e exequibilidade de todas as informações, requisitos e soluções adotadas. Compete à CONTRATADA identificar, apontar e corrigir eventuais inconsistências, omissões ou inadequações técnicas existentes, inclusive aquelas eventualmente decorrentes do Anteprojeto, assegurando a plena conformidade normativa, a integração entre sistemas e o desempenho funcional do sistema CBTC.

5.1.9. A aprovação, pelo METRÔ-DF, de projetos, documentos técnicos, desenhos, procedimentos, ensaios ou quaisquer entregáveis apresentados pela CONTRATADA não a exime de sua responsabilidade técnica integral pelo fornecimento, pela adequação das soluções adotadas, pela exequibilidade, pela conformidade com normas aplicáveis e pelo desempenho do sistema CBTC, não transferindo à Contratante a responsabilidade por falhas de projeto, fabricação, integração, testes, operação ou funcionamento que venham a ser constatadas durante a execução contratual, no período de garantia ou após a entrega definitiva, quando decorrentes de erro técnico, negligência, omissão ou insuficiência de verificação por parte da CONTRATADA.

5.2. Procedimentos de Acompanhamento e Fiscalização

5.2.1. O acompanhamento e a fiscalização da execução contratual terão início formal até o quinto dia útil após a emissão da Ordem de Serviço pelo METRÔ-DF, ocasião em que deverá ser realizada a primeira reunião técnica de planejamento entre a CONTRATADA e a equipe de gestão e fiscalização do contrato. Nessa reunião inicial, deverão ser apresentados os coordenadores, gerentes e responsáveis técnicos da CONTRATADA, bem como os gestores e fiscais designados pelo METRÔ-DF, estabelecendo-se formalmente os canais de comunicação e as responsabilidades operacionais.

5.2.2. Na mesma oportunidade, deverão ser definidos os procedimentos e diretrizes aplicáveis ao acompanhamento da execução, incluindo critérios de medição, sistemática de pagamentos e rotinas de controle contratual, além do alinhamento das obrigações das partes, das expectativas quanto ao desempenho contratual e da interpretação das condições estabelecidas no Edital e em seus anexos. Eventuais dúvidas deverão ser dirimidas de forma expressa, garantindo entendimento comum entre as partes.

5.2.3. A CONTRATADA deverá apresentar, nessa reunião, o Planejamento de Execução do Contrato, detalhando de forma clara a estratégia de condução dos serviços, os métodos de controle da execução, a estrutura organizacional de apoio e os recursos técnicos e logísticos mobilizados. Poderá, ainda, indicar, de forma justificada, eventuais sugestões de ajustes ou adequações ao planejamento contratual originalmente previsto, especialmente quanto ao Cronograma Físico, ao Eventograma e aos Critérios de Medição/Pagamento, as quais ficarão sujeitas à análise e à aprovação do METRÔ-DF.

5.2.4. O Planejamento de Execução do Contrato deverá conter, no mínimo, a identificação completa da equipe técnica envolvida, com indicação dos respectivos responsáveis técnicos, bem como a organização e a localização da estrutura de apoio necessária à execução contratual.

5.2.5. Adicionalmente, a CONTRATADA deverá apresentar o Cronograma Físico-Financeiro atualizado, elaborado com base nos preços constantes de sua proposta vencedora da licitação e estruturado segundo metodologia PERT-CPM, contemplando todas as etapas,

interdependências, prazos e valores correspondentes envolvidos na execução. Esse cronograma deverá ser integrado, quando aplicável, às interfaces com outros contratos ou lotes correlatos.

5.2.6. Sem prejuízo de outros eventos que se façam necessários, o planejamento deverá contemplar, de forma explícita, as seguintes macroetapas da execução contratual:

5.2.6.1. elaboração dos projetos de engenharia;

5.2.6.2. desenvolvimento e fabricação dos equipamentos;

5.2.6.3. elaboração e aprovação dos procedimentos de testes;

5.2.6.4. realização de testes em fábrica e eventuais ajustes decorrentes;

5.2.6.5. execução de testes estáticos e dinâmicos;

5.2.6.6. testes de aceitação do primeiro trem e dos demais trens;

5.2.6.7. revisão de procedimentos de ensaio, quando necessário;

5.2.6.8. fornecimento da documentação técnica de operação e manutenção;

5.2.6.9. realização de treinamentos;

5.2.6.10. e prestação de assistência técnica.

5.2.7. As responsabilidades por cada etapa deverão estar claramente definidas entre CONTRATADA e METRÔ-DF, conforme estabelecido nos documentos contratuais.

5.2.8. Como parte integrante do planejamento da implantação do Sistema de Sinalização e Controle de Trens baseado em tecnologia CBTC, a CONTRATADA deverá apresentar o Plano de Inspeção e Controle de Qualidade (PICQ), bem como o cronograma físico detalhado, compatível com as etapas de projeto, fornecimento, implantação, integração, migração em ambiente brownfield, testes, comissionamento e operação assistida, incluindo as atividades de adequação das frotas das Séries 1000 e 2000 e compatibilização com a futura Série 3000, os quais estarão sujeitos à análise e aprovação do METRÔ-DF.

5.2.9. A critério da gestão e fiscalização, poderá ser exigida da CONTRATADA a elaboração de Plano de Execução Detalhado, contemplando a sequência de atividades, a estratégia de implantação e migração do sistema (incluindo operação em modo misto, “shadow mode” e cutover), a logística de fornecimento e instalação dos equipamentos de via e de bordo, a gestão das interfaces sistêmicas, as estratégias de mitigação de riscos e os marcos de entrega, de forma a garantir a continuidade da operação metroviária e minimizar interferências no sistema em funcionamento.

5.2.10. Ressalta-se que não será admitido, em nenhuma hipótese, o início de atividades de implantação, integração, testes em campo, migração operacional ou quaisquer atividades dependentes de validação prévia sem a expressa autorização do METRÔ-DF, após aprovação dos projetos, planos e demais documentos técnicos de controle.

5.2.11. Durante a execução contratual, o METRÔ-DF realizará reuniões técnicas periódicas com a CONTRATADA para acompanhamento da evolução do empreendimento, verificação do cumprimento do cronograma, análise das interfaces críticas e avaliação de eventuais desvios, sendo obrigatória a participação da CONTRATADA, inclusive com representantes técnicos das disciplinas envolvidas, sob pena de aplicação das sanções cabíveis.

5.2.12. A CONTRATADA deverá apresentar, mensalmente, relatórios de acompanhamento contendo, no mínimo, a evolução física e financeira do contrato, o status das macroetapas do sistema CBTC, o acompanhamento da migração e integração com as frotas, a identificação de riscos, não conformidades e interferências operacionais, bem como as medidas corretivas adotadas ou propostas.

5.2.13. As comunicações formais entre as partes deverão ser realizadas por meio de documentos oficiais devidamente registrados no sistema corporativo do METRÔ-DF, assegurando rastreabilidade e controle, admitindo-se, de forma excepcional, o uso de correio eletrônico para comunicações operacionais, desde que não substituam os atos que exijam formalização específica.

5.3. Prazo de Execução e Vigência Contratual

5.3.1. O prazo de execução do contrato será de **73 (Setenta e Três) meses** contados a partir da emissão da Ordem de Serviço, abrangendo todas as etapas necessárias ao fornecimento integral do Sistema de Sinalização e Controle de Trens baseado em tecnologia CBTC,, conforme **Parte II - Cronograma Físico.**

5.3.2. O prazo de vigência será de 76 (setenta e seis meses) a contar da assinatura do contrato.

5.3.3. Dessa forma, o prazo total do contrato será de **76 (Setenta e seis) meses,** compreendendo a execução do objeto e o período de vigência contratual.

5.3.4. Após a finalização da vigência contratual, será observado o prazo adicional de garantia contratual de 3 (três) meses, nos termos do art. 177 do Regulamento Interno de Licitações e Contratos do Metrô-DF.

5.3.5. A contração encontra definida no item 31 do Plano de Negócios da Companhia, e seus prazos de vigência estão adequados ao mercado metroferroviário.

5.4. Local da Prestação dos Serviços

5.4.1. O local de implantação e entrega do objeto desta contratação será a **Linha 1 do METRÔ-DF, compreendendo o trecho existente, bem como os trechos de expansão de Samambaia e Ceilândia, incluindo o Pátio de Manutenção localizado na Avenida Jequitibá, nº 155, Águas Claras – DF**, e demais áreas operacionais, técnicas e administrativas necessárias à adequada execução do contrato, ou em outros locais que venham a ser formalmente indicados pelo METRÔ-DF.

5.4.2. Sem prejuízo dos locais de implantação final, a execução do contrato compreenderá atividades a serem realizadas em diferentes localidades, incluindo, mas não se limitando, às instalações da CONTRATADA e de seus subfornecedores, no País ou no exterior, onde ocorrerão o desenvolvimento dos projetos, fabricação de equipamentos, configuração de sistemas, testes e ensaios em fábrica (FAT), bem como nas instalações do METRÔ-DF, onde serão realizados os serviços de instalação, integração dos sistemas de via e de bordo, adequação das frotas das Séries 1000 e 2000, testes em campo (SAT), comissionamento, migração em ambiente brownfield, operação assistida e procedimentos de aceitação do sistema CBTC.

5.4.3. Todos os custos, encargos, tributos, seguros, despesas logísticas, transportes nacionais e internacionais, importação, nacionalização, internalização, desembaraço aduaneiro, armazenagem, descarga, movimentação e entrega nos locais de instalação, bem como quaisquer providências necessárias à entrega e plena implantação do sistema CBTC, incluindo equipamentos, softwares e serviços associados, em conformidade com as especificações técnicas contratuais e em condições operacionais, **serão de inteira responsabilidade da CONTRATADA**, não sendo devida qualquer remuneração adicional por tais atividades.

5.4.4. A realização de atividades nas dependências do METRÔ-DF estará condicionada ao cumprimento das normas internas de acesso, segurança, saúde ocupacional, meio ambiente e operação metroviária, em especial aquelas previstas na **Parte V - Manual de Segurança do Trabalho** do METRÔ-DF e demais normativos correlatos, devendo a CONTRATADA planejar, coordenar e executar suas atividades de modo a não causar interferências indevidas na operação do sistema.

5.5. Condições de entrega, aceitação, garantia e operação assistida do sistema CBTC

5.5.1. A entrega e a aceitação do Sistema de Sinalização e Controle de Trens (SCT) baseado em tecnologia CBTC deverão observar rigorosamente as disposições deste Termo de Referência, do Anteprojeto, do contrato e de seus anexos, sendo realizadas de forma faseada, por subsistemas, trechos operacionais, marcos de implantação e etapas de migração, mediante o atendimento integral aos requisitos técnicos, funcionais, operacionais, de desempenho e de segurança estabelecidos para a Linha 1 do METRÔ-DF, incluindo os trechos de expansão de Samambaia e Ceilândia.

5.5.2. A aceitação do sistema estará condicionada à comprovação do atendimento aos requisitos de **Confiabilidade, Disponibilidade, Mantenabilidade e Segurança (RAMS)**, bem como aos níveis de integridade de segurança aplicáveis aos sistemas críticos ferroviários (SIL), conforme definido na Especificação Técnica, nos documentos de requisitos funcionais do sistema CBTC e nas normas técnicas nacionais e internacionais aplicáveis ao ciclo de vida de sistemas ferroviários críticos.

5.5.3. A CONTRATADA deverá demonstrar, por meio de documentação técnica, análises, registros, relatórios e resultados de testes e ensaios, que o sistema atende aos parâmetros de desempenho operacional, segurança ferroviária, disponibilidade, confiabilidade, interoperabilidade e facilidade de manutenção previstos contratualmente, incluindo sua integração com os sistemas existentes do METRÔ-DF e com as frotas das Séries 1000 e 2000, bem como sua compatibilização com a futura Série 3000.

5.5.4. O sistema CBTC deverá ser submetido aos testes e ensaios de aceitação em fábrica (FAT) e aos testes e ensaios de aceitação em campo (SAT), incluindo, no mínimo, testes funcionais, testes estáticos e dinâmicos, testes integrados de via e bordo, validações operacionais, testes de telecomunicações, testes de redundância, testes de degradação controlada, testes de interoperabilidade, testes de segurança operacional e testes relacionados às estratégias de migração em ambiente brownfield, conforme procedimentos, protocolos e planos previamente aprovados pelo METRÔ-DF.

5.5.5. A fiscalização do METRÔ-DF poderá acompanhar, presenciar, auditar ou repetir total ou parcialmente quaisquer testes, ensaios, simulações, validações ou verificações técnicas relacionados ao sistema CBTC, inclusive nas instalações da CONTRATADA e de seus subfornecedores, no País ou no exterior, sem que isso implique transferência de responsabilidade técnica da CONTRATADA.

5.5.6. Concluídos satisfatoriamente todos os testes, ensaios e atividades de comissionamento previstos, estando o sistema integralmente comissionado (100%) e verificada sua conformidade com os requisitos técnicos e contratuais, iniciar-se-á o período de operação assistida, com duração de 12 (doze) meses. Durante esse período, a CONTRATADA deverá acompanhar continuamente o desempenho do sistema, prestar suporte técnico especializado, monitorar indicadores operacionais, corrigir falhas, defeitos, vulnerabilidades, inconsistências ou não conformidades eventualmente identificadas e assegurar o atendimento às metas de desempenho e confiabilidade estabelecidas.

5.5.7. A operação assistida deverá contemplar suporte técnico presencial e remoto, acompanhamento em tempo integral das operações críticas, apoio à manutenção, monitoramento de falhas e eventos operacionais, suporte às atividades de troubleshooting e análise pós-evento, bem como apoio à estabilização operacional do sistema durante a consolidação da operação em CBTC. Ao término do 9º (nono) mês de operação assistida, desde que verificado o atendimento satisfatório aos requisitos técnicos, operacionais e contratuais aplicáveis a essa etapa, poderá ser emitido o **Certificado de Recebimento Provisório (CRP).**

5.5.8. Os sobressalentes de giro e de consumo necessários à execução dos serviços de manutenção preventiva e corretiva durante o período de operação assistida serão de fornecimento obrigatório da CONTRATADA, devendo os respectivos custos estar integralmente incluídos no preço contratual. Esse conjunto será distinto e independente da lista de sobressalentes destinada à formação do estoque do METRÔ-DF, a qual deverá ser fornecida integralmente, sem qualquer redução, consumo ou compensação em razão das atividades realizadas durante a operação assistida.

5.5.9. Após a emissão do CRP, a operação assistida prosseguirá por mais 3 (três) meses, completando o período total de 12 (doze) meses. Ao término desse período, a aceitação definitiva do sistema ficará condicionada à correção de todas as pendências registradas, ao atendimento das metas de desempenho operacional, disponibilidade, confiabilidade e segurança estabelecidas contratualmente, bem como à comprovação da estabilidade operacional do sistema implantado, quando então poderá ser emitido o **Certificado de Recebimento Definitivo (CRD)**, caracterizando a aceitação final do objeto.

5.5.10. A emissão do CRP ou do CRD não exime a CONTRATADA de sua responsabilidade quanto à qualidade da solução implantada, à correção de falhas, à segurança operacional, ao

cumprimento das garantias contratuais e à reparação de defeitos identificados durante o período de garantia ou posteriormente, nos termos do contrato e da legislação aplicável.

5.5.11. A CONTRATADA deverá fornecer ao METRÔ-DF toda a documentação técnica completa relacionada ao empreendimento, incluindo, no mínimo, projetos, diagramas, arquitetura funcional e física, lógicas de software, memoriais técnicos, documentação BIM, planos de testes, procedimentos operacionais, registros de FAT e SAT, relatórios de desempenho, documentação "as built", databook completo do sistema, planos de manutenção preventiva e corretiva, planos de contingência, manuais de operação e manutenção e demais documentos necessários à operação segura e manutenção do sistema CBTC.

5.5.12. A CONTRATADA deverá assegurar que toda a documentação técnica seja entregue em versão atualizada, consistente, rastreável e compatível com a solução efetivamente implantada, sendo vedada a emissão do Certificado de Recebimento Provisório sem a entrega mínima da documentação necessária à operação segura, manutenção e suporte técnico do sistema.

5.5.13. Como parte integrante do objeto, a CONTRATADA deverá realizar o treinamento técnico, operacional e de manutenção das equipes indicadas pelo METRÔ-DF, abrangendo os subsistemas ATP, ATO, ATS, telecomunicações, sistemas embarcados, sistemas de via, ferramentas de supervisão, diagnóstico, contingência operacional, manutenção e gestão do sistema CBTC.

5.5.14. A CONTRATADA deverá fornecer e configurar os mecanismos necessários ao registro, armazenamento, proteção e disponibilização dos dados operacionais e de segurança do sistema CBTC, incluindo logs, alarmes, falhas, eventos operacionais, comunicações entre subsistemas, registros de diagnóstico e informações necessárias à investigação de incidentes e análises pós-evento, assegurando rastreabilidade, integridade, disponibilidade e segurança das informações.

5.5.15. **Considerando a criticidade operacional do sistema e a dependência de tecnologia proprietária, poderá ser exigida a implementação de solução de custódia segura ("escrow") de códigos-fonte, parâmetros críticos, bases de dados operacionais e documentação técnica essencial do sistema, sob regime de guarda controlada e compartilhada, garantindo ao METRÔ-DF acesso às informações necessárias nas hipóteses previstas contratualmente, sem prejuízo dos direitos de propriedade intelectual da CONTRATADA.**

5.5.16. Todos os equipamentos, sistemas, softwares, materiais e componentes relacionados à implantação do CBTC deverão ser transportados, armazenados, instalados e manuseados de forma a evitar danos, deterioração, perda de integridade ou comprometimento funcional, sendo integralmente de responsabilidade da CONTRATADA quaisquer danos decorrentes de acondicionamento inadequado, falhas logísticas, transporte, armazenamento ou instalação.

5.5.17. Os resíduos, embalagens, materiais substituídos, equipamentos obsoletos e demais elementos decorrentes da implantação, modernização e migração tecnológica do sistema deverão ter destinação ambientalmente adequada, em conformidade com a legislação aplicável e sob responsabilidade exclusiva da CONTRATADA.

5.6. Reajuste

5.6.1. Conforme previsto nos arts. 153 a 155 do Regulamento Interno de Licitações e Contratos do METRÔ-DF – RILC, a cláusula de reajustamento de preços tem por finalidade refletir a variação efetiva dos custos da contratação, assegurando a manutenção do equilíbrio econômico-financeiro do contrato ao longo de sua execução.

5.6.2. Os preços contratuais serão fixos e irreajustáveis durante o período de 12 (doze) meses, contado a partir da data-base do orçamento referencial da licitação, em conformidade com a legislação aplicável e com o RILC do METRÔ-DF. A data-base do orçamento referencial é **junho/2026**, logo, o pedido de reajustamento poderá ser formalizado a partir de **1º de junho de 2027**.

5.6.3. **Preços em Reais (R$):** após decorrido o período mínimo de 12 (doze) meses, os valores contratuais cotados em reais poderão ser reajustados, mediante solicitação formal da CONTRATADA, observada a periodicidade anual, utilizando-se o **Índice de Preços ao Consumidor Amplo – IPCA, calculado pela Fundação Getúlio Vargas (FGV),** ou outro índice

que venha a substituí-lo por força de normatização superveniente, nos termos do inciso II do art. 155 do RILC.

5.6.4. Em atendimento ao que preconiza o art. 69, inciso III, da Lei nº 13.303/2016 e com fulcro no inciso II do art. 155 do RILC, define-se como data-base para reajuste do contrato a data de elaboração do Orçamento Estimativo (Orçamento Referencial elaborado pelo Metrô-DF), qual seja, **1º de junho de 2026**. Portanto, os preços deste Contrato poderão ser reajustados a partir de 1 (um) ano da data-base estabelecida, ou seja, **a partir de 1º de junho de 2027**, mediante a apresentação de requerimento fundamentado e acompanhado de documentos comprobatórios hábeis e de planilha detalhada dos custos e de formação de preço total.

5.6.5. O reajuste, quando devido, será aplicado exclusivamente sobre as parcelas contratuais ainda não executadas, não incidindo sobre valores já medidos, faturados ou pagos, nem sobre parcelas executadas anteriormente ao período de referência do reajuste.

5.6.6. Para fins de cálculo do reajustamento, deverá ser utilizada a seguinte fórmula:

$$R=V\times I-I0I0R = V \times \frac{I - I_0}{I_0}$$

onde:

R = valor do reajustamento;

V = valor da parcela contratual a ser reajustada;

I_0 = índice referente ao mês da data-base do orçamento;

I = índice referente ao mês de aplicação do reajuste.

5.6.7. A solicitação de reajuste deverá ser formalizada pela CONTRATADA mediante requerimento específico, acompanhado de memória de cálculo detalhada, demonstrando o índice aplicado, o período de referência, os valores envolvidos e a metodologia utilizada, ficando sua concessão condicionada à análise técnica da gestão e fiscalização do contrato e à aprovação do METRÔ-DF.

5.6.8. A ausência de solicitação formal, a apresentação incompleta da documentação exigida ou a inconsistência dos cálculos apresentados inviabilizarão a análise e a concessão do reajuste, não sendo admitida aplicação automática ou retroativa em desacordo com os critérios contratuais estabelecidos.

5.6.9. O reajuste contratual será formalizado por apostilamento, nos termos do RILC do METRÔ-DF e da legislação aplicável.

5.6.10. **Preços em Dólares** (US$): O reajuste dar-se-á com base no Índice de Preços ao Consumidor (IPC) dos Estados Unidos (Consumer Price Index - CPI), adotando-se como data-base o orçamento referencial, seja 1º de junho de 2026.

5.7. **Garantias contratuais**

5.7.1. Em razão do elevado vulto econômico, da elevada complexidade técnica, da criticidade operacional e dos riscos associados à implantação do Sistema de Sinalização e Controle de Trens baseado em tecnologia CBTC, em ambiente operacional ativo (brownfield), será exigida da CONTRATADA a prestação de garantia de execução contratual, nos termos do art. 70, §3º, da Lei nº 13.303/2016 e do Regulamento Interno de Licitações e Contratos do METRÔ-DF – RILC.

5.7.2. A garantia de execução contratual corresponderá a **10% (dez por cento) do valor global do contrato**, com a finalidade de assegurar o fiel cumprimento das obrigações assumidas pela CONTRATADA, inclusive quanto à elaboração dos projetos, fornecimento de equipamentos e sistemas, implantação, integração, migração operacional, testes, comissionamento, operação assistida, desempenho funcional, atendimento aos requisitos de segurança ferroviária, confiabilidade, disponibilidade e interoperabilidade do sistema CBTC.

5.7.3. A CONTRATADA deverá apresentar a garantia contratual no prazo máximo de 15 (quinze) dias contados da assinatura do contrato, sob pena de aplicação das sanções administrativas cabíveis, inclusive rescisão contratual, nos termos da legislação vigente e das disposições contratuais.

5.7.4. A garantia poderá ser prestada, a critério da CONTRATADA, por uma das seguintes

modalidades admitidas pelo RILC do METRÔ-DF:

I – caução em dinheiro;

II – seguro-garantia;

III – fiança bancária.

5.7.5. A garantia prestada deverá permanecer válida e eficaz durante todo o período de vigência contratual, incluindo eventuais prorrogações, períodos de operação assistida, garantias técnicas e demais obrigações posteriores à implantação do sistema, devendo ser renovada, complementada ou recomposta sempre que necessário, especialmente nos casos de aplicação de penalidades, utilização parcial da garantia ou alteração do valor contratual.

5.7.6. Considerando a natureza crítica do objeto, envolvendo sistemas ferroviários de segurança SIL4 implantados em ambiente operacional ativo (brownfield), poderá ser exigida modalidade de garantia com cobertura de performance contratual (performance bond) ou instrumento equivalente, abrangendo inadimplemento de obrigações técnicas críticas, falhas de integração sistêmica, não conformidades de desempenho operacional e obrigações de correção decorrentes da implantação e estabilização do sistema.

5.7.7. A garantia deverá assegurar cobertura suficiente para resguardar a Administração quanto aos riscos associados à continuidade operacional, segurança ferroviária, integridade sistêmica, confiabilidade da solução implantada e cumprimento das obrigações técnicas essenciais vinculadas ao objeto contratual

5.7.8. A prestação da garantia financeira não exime a CONTRATADA de suas responsabilidades técnicas, civis, administrativas e contratuais, nem substitui as garantias técnicas específicas previstas neste Termo de Referência e na Especificação Técnica, inclusive aquelas relativas à segurança operacional, integridade do sistema, desempenho, confiabilidade, disponibilidade, interoperabilidade, cibersegurança, estabilidade funcional e continuidade operacional do sistema CBTC e de seus subsistemas.

5.7.9. Sem prejuízo da garantia de execução contratual, o METRÔ-DF poderá exigir garantias específicas relacionadas à custódia segura (“escrow”) de códigos-fonte, bases de dados operacionais, parâmetros críticos de configuração e documentação técnica essencial do sistema, nos casos previstos contratualmente, considerando a natureza crítica e proprietária da solução tecnológica implantada.

5.8. Da Subcontratação

5.8.1. Subcontratação Facultativa

5.8.1.1. Será admitida a subcontratação facultativa, a critério da CONTRATADA, para a execução de atividades acessórias e complementares ao objeto principal, desde que tais atividades não envolvam o núcleo essencial do fornecimento, tais como a arquitetura global do sistema, o desenvolvimento das funções vitais, a integração sistêmica, a certificação, a garantia e a responsabilidade técnica pelo desempenho do sistema CBTC.

5.8.1.2. A subcontratação facultativa poderá abranger, entre outros, serviços especializados de apoio, tais como montagem local, testes auxiliares, comissionamento, logística especializada, apoio técnico à operação assistida e demais serviços correlatos, observados os requisitos técnicos e de segurança estabelecidos neste Termo de Referência.

5.8.1.3. Conforme o inciso 4º do Artigo 211 do RILC, o limite máximo para subcontratação facultativa será de até 30% (trinta por cento) do valor global do contrato, permanecendo a CONTRATADA integralmente responsável pela qualidade, desempenho, prazos, segurança e conformidade técnica de todas as atividades executadas por si ou por terceiros.

5.8.2. Subcontratação Compulsória

5.8.2.1. Fica vedada a subcontratação compulsória, inclusive aquela destinada a

microempresas, empresas de pequeno porte ou microempreendedores individuais, por incompatibilidade com o vulto econômico e a complexidade técnica do objeto, bem como pelos riscos associados à pulverização da execução, às dificuldades de gestão contratual e à perda de controle sobre a qualidade e a confiabilidade do fornecimento

5.9. **Alterações Contratuais**

Nos termos do RILC do Metrô-DF e da Lei nº 13.303/2016, as alterações contratuais são restritas, exceto nas hipóteses previstas, respectivamente, em Lei ou em Regulamento específico.

5.9.1. **Prorrogação de Prazo**

O prazo de execução e/ou de vigência contratual poderá ser prorrogado, mediante termo aditivo, desde que expressamente previsto no contrato e demonstrado o interesse do METRÔ-DF, especialmente em razão das características técnicas, operacionais, tecnológicas e logísticas inerentes à implantação do sistema CBTC em ambiente operacional ativo (brownfield), observadas as disposições do RILC.

5.9.2. **Requisitos para Prorrogação**

A prorrogação contratual dependerá, obrigatoriamente:

a) de justificativa técnica circunstanciada demonstrando a necessidade da prorrogação em razão de etapas de desenvolvimento de software, integração sistêmica, implantação de equipamentos, retrofit das frotas, testes FAT/SAT, validações de segurança, certificações, migração operacional, operação assistida ou estabilização do sistema;

b) da comprovação de que a prorrogação permanece mais vantajosa ao METRÔ-DF do que eventual rescisão contratual ou nova contratação;

c) da verificação da regularidade da execução contratual, inclusive quanto ao cumprimento dos marcos físicos, cronograma, indicadores de desempenho e requisitos técnicos estabelecidos;

d) da inexistência de prejuízo ao interesse público, à segurança operacional ou à continuidade da prestação do serviço metroviário;

e) da formalização do termo aditivo antes do encerramento da vigência contratual;

f) da comprovação de que os fatores ensejadores da prorrogação decorrem de fatos supervenientes não imputáveis à CONTRATADA, incluindo indisponibilidade de componentes tecnológicos, restrições logísticas internacionais, processos de homologação e certificação ferroviária, exigências regulatórias, eventos de força maior, riscos operacionais associados ao ambiente brownfield ou impactos relevantes na cadeia de suprimentos de sistemas críticos.

5.9.3. **Vedação à Prorrogação Automática**

A prorrogação contratual não ocorrerá de forma automática, dependendo sempre de análise técnica prévia, motivação expressa, demonstração de vantajosidade e decisão formal da autoridade competente, nos termos do RILC.

5.10. **Critérios de medição e pagamento**

5.10.1. **Critérios de Medição**

5.10.1.1. As medições serão realizadas mensalmente, observando-se de forma obrigatória e vinculante a Planilha Orçamentária integrante da proposta da CONTRATADA, **a Parte II – Cronograma Físico-Financeiro** e a **Parte III – Critérios de Medição e Pagamento,** que

integram este Termo de Referência para todos os fins, considerando a natureza integrada da implantação do Sistema de Sinalização e Controle de Trens baseado em tecnologia CBTC da Linha 1 do METRÔ-DF.

5.10.1.2. A execução de qualquer atividade, etapa, subsistema, fornecimento, integração, teste, migração operacional ou evento contratual somente será considerada concluída para fins de medição quando comprovado o cumprimento integral da respectiva etapa prevista no **Cronograma Físico**, atendidos os parâmetros técnicos, funcionais, operacionais e de segurança estabelecidos na **Parte III – Eventograma e Critérios de Medição/Pagamento** e mediante verificação qualitativa e quantitativa da Fiscalização do Contrato.

5.10.1.3. A CONTRATADA deverá apresentar relatório técnico circunstanciado referente ao período medido, contendo, no mínimo, memórias de cálculo, relatórios de avanço físico, registros fotográficos, relatórios de testes, evidências de integração sistêmica, gráficos de evolução física e financeira, status das interfaces críticas, relatórios de não conformidades, indicadores de desempenho e demais documentos necessários à comprovação efetiva da execução dos serviços e fornecimentos contratados.

5.10.1.4. As medições serão realizadas por evento concluído, marco contratual atingido, subsistema implantado ou unidade funcional efetivamente executada, conforme critérios definidos na **Parte III – Eventograma e Critérios de Medição/Pagamento,** sendo vedada a medição ou pagamento de etapas parcialmente executadas, salvo previsão expressa no instrumento contratual e aprovação formal da Fiscalização do METRÔ-DF..

5.10.1.5. Para os serviços relacionados à elaboração de projetos, desenvolvimento de software, integração de sistemas, migração operacional, testes FAT/SAT, comissionamento, operação assistida e validação de segurança ferroviária, as medições estarão condicionadas à entrega formal da documentação técnica correspondente, à aprovação da fiscalização e à comprovação do atingimento dos requisitos técnicos e funcionais previstos no Anteprojeto e nos documentos de requisitos do sistema CBTC.

5.10.1.6. As medições relacionadas às atividades de migração em ambiente brownfield, incluindo “shadow mode”, “cutover”, operação em modo misto e entrada em operação assistida, dependerão da comprovação de estabilidade operacional, ausência de impactos críticos à operação metroviária e validação formal pelo METRÔ-DF.

5.10.1.7. A liberação de qualquer medição não implica aceitação provisória ou definitiva do objeto, nem exonera a CONTRATADA das responsabilidades relativas à qualidade, desempenho, segurança operacional, interoperabilidade, confiabilidade e conformidade técnica do sistema implantado, permanecendo integralmente responsável pela correção de falhas, defeitos ou não conformidades identificadas posteriormente.

5.10.1.8. O ciclo mensal de medição terá início com o encaminhamento, pela CONTRATADA, da documentação comprobatória da medição. A Fiscalização procederá à análise técnica, podendo aprovar, glosar ou solicitar complementações, correções e esclarecimentos. Enquanto não sanadas as inconsistências apontadas, os serviços ou etapas permanecerão pendentes de medição.

5.10.1.9. A Contratada deverá apresentar toda a documentação financeira em conformidade com a legislação e os normativos vigentes, observando os prazos e requisitos necessários para possibilitar sua instrução e encaminhamento até **o 2º dia útil** do mês subsequente à realização da despesa, respeitado o regime de competência, de forma a viabilizar o registro contábil no correspondente mês de competência.

5.10.1.10. **Preços considerados em Dólares (US$):** o faturamento deverá considerar a variação entre a taxa de câmbio oficial divulgada pelo Banco Central do Brasil, preço de venda, vigente em **1º de junho de 2026**, e a taxa correspondente ao dia útil anterior à emissão da Autorização de Faturamento – AF. Caso a variação acima seja maior que 10%, deverá ser contemplada na respectiva Autorização de Faturamento (AF) a diferença, a fim de mitigação do risco conforme previsto na matriz de risco.

5.10.1.11. O METRÔ-DF poderá realizar diligências, auditorias técnicas, inspeções em

campo, verificações documentais, auditorias de software, auditorias de integração sistêmica e validações independentes dos dados apresentados pela CONTRATADA, inclusive junto a subcontratados, fabricantes e fornecedores envolvidos no empreendimento, sempre que julgar necessário para validação das medições e da efetiva execução contratual.

5.10.1.12. As medições deverão observar os critérios de rastreabilidade, segregação de eventos, controle de versões, identificação dos marcos de implantação e aderência ao planejamento executivo aprovado, de modo a assegurar transparência, controle contratual e adequada gestão do empreendimento.

5.10.2. **Critérios de Pagamento**

5.10.2.1. O pagamento observará o disposto nos arts. 148 a 153 do Regulamento Interno de Licitações e Contratos do Metrô-DF.

5.10.2.2. Somente após a aprovação da medição e emissão da Autorização de Faturamento – AF poderá a CONTRATADA protocolar a respectiva Nota Fiscal ou Fatura. O pagamento será efetuado no prazo de até 15 (quinze) dias, contados da apresentação da Nota Fiscal devidamente atestada, desde que o crédito seja exigível, a documentação esteja regular e não haja impedimentos contratuais.

5.10.2.3. As medições e os pagamentos ocorrerão uma única vez por mês, devendo os serviços concluídos no mês de referência ser consolidados em único processo administrativo de medição.

5.10.2.4. Os serviços concluídos somente serão pagos mediante apresentação de documentação à Fiscalização e solicitação de medição/pagamento pela CONTRATADA. Se por ventura algum evento for concluído, e sua medição/pagamento não for formalmente solicitada, no mês imediatamente subsequente, a Contratada poderá requerer retroativamente seu pagamento, sem prejuízos à CONTRATADA ou ao METRÔ - DF.

5.10.2.5. Os pagamentos serão realizados exclusivamente mediante crédito em conta corrente de titularidade da CONTRATADA. Para empresas sediadas, domiciliadas ou com filial no Distrito Federal, com créditos iguais ou superiores a R$ 5.000,00 (cinco mil reais), o pagamento será efetuado junto ao Banco de Brasília S.A. – BRB, conforme regulamentação distrital aplicável.

5.10.2.6. Em caso de erro ou incorreção na documentação de cobrança, esta será devolvida para regularização, reiniciando-se o prazo de pagamento a partir da nova protocolização.

5.10.2.7. Não será efetuado pagamento enquanto houver pendência de liquidação de obrigação contratual, aplicação de penalidade ou inadimplência da CONTRATADA.

5.10.2.8. Documentos de cobrança rejeitados por erros ou incorreções em seu preenchimento serão formalmente enviados à CONTRATADA, no prazo máximo de 05 (cinco) dias úteis contados da data de sua apresentação.

5.10.2.9. O pagamento será efetuado desde que tenham sido cumpridas as exigências contratuais e administrativas do METRÔ-DF.

5.10.2.10. O pagamento ou a Autorização de Faturamento – AF poderão ficar retidos, caso a CONTRATADA deixe de cumprir quaisquer obrigações contratuais de natureza técnica, administrativa, segurança e medicina do trabalho, legislação trabalhista e outras pertinentes.

5.10.2.11. Em caso de rejeição da Nota Fiscal/Fatura, motivada por erro ou incorreções, o prazo de pagamento passará a ser contado a partir da data da nova protocolização.

5.10.2.12. Ocorrendo atraso no pagamento por responsabilidade exclusiva do Metrô-DF, o valor devido será atualizado monetariamente pela variação pro rata temporis do IPC-A/IBGE, acrescido de juros legais, conforme previsto no art. 151 do RILC.

5.10.3. **Comprovação da Regularidade Fiscal e Trabalhista**

5.10.3.1. Nos termos dos arts. 150 e 151 do Regulamento Interno de Licitações e Contratos do Metrô-DF, a manutenção da regularidade fiscal e trabalhista constitui condição indispensável para a exigibilidade do crédito e liberação de pagamento.

5.10.3.2. Para que o pagamento possa ser efetuado, a CONTRATADA deverá apresentar, juntamente com a Nota Fiscal ou Fatura, documentação comprobatória válida na data da protocolização, consistente em:

a) Certidão Conjunta Negativa de Débitos relativos a Tributos Federais e à Dívida Ativa da União, expedida pela Procuradoria-Geral da Fazenda Nacional – PGFN ou pela Secretaria Especial da Receita Federal do Brasil.

b) Certificado de Regularidade perante o Instituto Nacional do Seguro Social – INSS, nos termos da Lei nº 8.212/1991, alterada pela Lei nº 8.870/1994, quando exigível na forma da legislação vigente.

c) Certificado de Regularidade do Fundo de Garantia do Tempo de Serviço – FGTS, emitido pela Caixa Econômica Federal, nos termos da Lei nº 8.036/1990.

d) Certidão Negativa de Débitos ou Certidão Positiva com Efeitos de Negativa perante as Fazendas Estadual e Municipal do domicílio ou sede da CONTRATADA.

e) Certidão Negativa de Débitos ou Certidão Positiva com Efeitos de Negativa emitida pela Secretaria de Estado de Economia do Distrito Federal, quando aplicável.

f) Certidão Negativa de Débitos Trabalhistas – CNDT, ou Certidão Positiva com Efeitos de Negativa, emitida pelo Tribunal Superior do Trabalho, nos termos da Lei nº 12.440/2011.

5.10.3.3. A ausência de regularidade fiscal ou trabalhista implicará a suspensão da exigibilidade do crédito pelo prazo máximo de até 90 (noventa) dias, conforme art. 150 do RILC. Persistindo a irregularidade, poderão ser adotadas as medidas administrativas cabíveis, inclusive retenção cautelar de valores, aplicação de sanções e eventual rescisão contratual.

5.10.3.4. Nos termos do art. 149 do RILC, o pagamento poderá ser retido cautelarmente até o montante estimado da obrigação inadimplida, das multas contratuais e de eventuais indenizações por perdas e danos.

5.10.3.5. A regularidade fiscal e trabalhista deverá ser mantida durante toda a execução contratual, constituindo condição permanente para a continuidade dos pagamentos.

5.11. **Termos de Recebimento Provisório e Definitivo**

5.12. O sistema CBTC e demais bens, serviços e entregáveis pertinentes ao escopo deste fornecimento serão recebidos provisória e definitivamente nos termos deste Termo de Referência, do Anteprojeto, do contrato e de seus anexos

5.13. **Multas e Sanções Contratuais**

5.13.1. As sanções contratuais aplicáveis à CONTRATADA são aquelas previstas no Edital deste certame.

5.13.2. Além das sanções indicadas no Edital e no RILC, serão passíveis de sanções administrativas as seguintes condutas da CONTRATADA:

a) Desatendimento das determinações regulares da autoridade designada para acompanhar e fiscalizar a execução dos serviços, assim como de seus superiores;

b) Não comparecimento da CONTRATADA, quando de convocação prévia (5 dias úteis), às reuniões técnicas e de planejamento entre a CONTRATADA e a GESTÃO/FISCALIZAÇÃO;

c) Inobservância às Especificações Técnicas e Documentação Técnica;

d) Realização de subcontratações indevidas;

e) Emprego de mão de obra inabilitada ou não aceita e/ou não aprovada pela GESTÃO/FISCALIZAÇÃO.

5.13.3. A cada ocorrência dos fatos constantes das alíneas “a” a “e” será aplicada multa de 0,5% (5 décimos por cento) do valor do CONTRATO, por ocorrência, limitada a 20% (vinte por cento) do valor do CONTRATO, sem prejuízo das demais sanções previstas e cominações legais.

5.14. Hipóteses de Extinção Contratual

5.14.1. As hipóteses de extinção do contrato decorrente deste Termo de Referência observarão o disposto no artigo 38 e nos artigos 196 a 198 do Regulamento Interno de Licitações e Contratos do METRÔ-DF – RILC, bem como as regras procedimentais pertinentes previstas no artigo 201 do referido Regulamento, além das disposições constantes na legislação aplicável.

5.14.2. Nos termos do artigo 38 do RILC, poderão ser consideradas essenciais ao cumprimento do contrato as obrigações relacionadas ao atendimento dos requisitos técnicos, prazos contratuais e desempenho operacional do objeto, cujo descumprimento poderá ensejar a extinção contratual, sem prejuízo da aplicação das sanções cabíveis.

5.14.3. A extinção contratual será formalizada mediante processo administrativo regularmente instruído, assegurados o contraditório e a ampla defesa.

5.15. Controle Ambiental

5.15.1. Em cumprimento ao disposto no art. 2º da Lei Distrital nº 4.770/2012, a CONTRATADA deverá preencher e apresentar o **Modelo de Declaração de Sustentabilidade Ambiental constante do ANEXO VI**, comprometendo-se com a adoção de práticas ambientalmente adequadas durante todas as fases de execução contratual.

5.15.2. Nos termos do art. 76 do Regulamento Interno de Licitações e Contratos – RILC do METRÔ-DF, a presente contratação deverá observar integralmente a legislação ambiental federal e distrital aplicável, bem como as normas relacionadas à gestão ambiental de empreendimentos metroferroviários, telecomunicações, instalações eletroeletrônicas e sistemas críticos de infraestrutura.

5.15.3. Considerando a natureza do objeto, consistente na implantação do Sistema de Sinalização e Controle de Trens baseado em tecnologia CBTC em ambiente operacional ativo (brownfield), incluindo atividades de instalação de equipamentos de via e bordo, telecomunicações, redes de dados, sistemas eletrônicos, infraestrutura técnica, salas operacionais, cabeamento, integração sistêmica, testes e comissionamento, caberá à CONTRATADA avaliar e atender todas as exigências ambientais eventualmente aplicáveis às atividades executadas, inclusive quanto à necessidade de obtenção de autorizações, cadastros, anuências ou licenças específicas exigidas pelos órgãos competentes para atividades acessórias, temporárias ou complementares relacionadas à execução contratual.

5.15.4. A eventual dispensa de licenciamento ambiental para determinadas atividades de baixo impacto não exime a CONTRATADA do cumprimento integral da legislação ambiental vigente, inclusive das normas relativas à gestão de resíduos, controle de poluição, armazenamento de produtos perigosos, prevenção de contaminações, transporte de materiais, logística reversa, destinação ambientalmente adequada de resíduos eletroeletrônicos e proteção das instalações operacionais do METRÔ-DF.

5.15.5. Durante as atividades de implantação, integração, testes, comissionamento, migração operacional, operação assistida e manutenção nas dependências do METRÔ-DF, a CONTRATADA será integralmente responsável pela gestão, segregação, acondicionamento, transporte, armazenamento temporário e destinação final ambientalmente adequada de todos os resíduos gerados em decorrência da execução contratual, incluindo, mas não se limitando a:

a) resíduos eletroeletrônicos;

b) cabos e componentes de telecomunicações;

c) placas eletrônicas;

d) equipamentos substituídos;

e) baterias;

f) fontes de alimentação;

g) embalagens de equipamentos;

h) materiais metálicos;

i) plásticos;

j) madeiras;

k) resíduos de montagem eletromecânica;

l) componentes potencialmente contaminantes;

m) materiais oriundos de retrofit e substituição tecnológica.

5.15.6. A CONTRATADA deverá manter registros e comprovantes da destinação ambientalmente adequada dos resíduos gerados, incluindo manifestos de transporte, certificados de destinação final, comprovantes de reciclagem e demais documentos exigidos pela legislação ambiental aplicável, disponibilizando-os ao METRÔ-DF sempre que solicitado.

5.15.7. Deverão ser priorizadas práticas de reutilização, reciclagem, logística reversa e redução da geração de resíduos, especialmente quanto aos equipamentos eletroeletrônicos, componentes de telecomunicações e materiais oriundos da substituição dos sistemas existentes, sendo vedado o descarte inadequado nas dependências do METRÔ-DF ou em locais não autorizados.

5.15.8. A CONTRATADA será responsável pelo adequado manuseio, acondicionamento e armazenamento de produtos químicos, fluidos, solventes, tintas, óleos, graxas, baterias, componentes eletrônicos e quaisquer materiais potencialmente perigosos utilizados durante a execução contratual, devendo adotar medidas preventivas destinadas a evitar vazamentos, contaminações, curto-circuitos, incêndios, danos ambientais ou riscos às instalações operacionais.

5.15.9. A CONTRATADA deverá adotar medidas preventivas destinadas à proteção das vias, sistemas de drenagem, salas técnicas, ambientes operacionais, instalações elétricas, redes de telecomunicações, subestações, equipamentos de sinalização e demais ativos do METRÔ-DF, especialmente durante atividades de instalação, retrofit, substituição de equipamentos e intervenções em ambiente operacional ativo.

5.15.10. Na ocorrência de derramamentos, contaminações, incêndios, falhas ambientais, descarte inadequado ou quaisquer eventos que possam causar danos ambientais ou riscos operacionais, a CONTRATADA deverá promover imediatamente as ações de contenção, mitigação, limpeza, recuperação e destinação adequada dos resíduos gerados, comunicando formalmente o fato à fiscalização do METRÔ-DF e aos órgãos competentes, quando aplicável.

5.15.11. Ao término das atividades de implantação, testes, comissionamento, migração operacional, operação assistida ou demais intervenções realizadas nas dependências do METRÔ-DF, a CONTRATADA deverá promover a completa limpeza, desmobilização e recomposição das áreas utilizadas, incluindo remoção de resíduos, equipamentos temporários, materiais remanescentes, cabeamentos provisórios, embalagens, componentes inservíveis e demais elementos decorrentes da execução contratual.

5.15.12. A CONTRATADA responderá integralmente pelos danos ambientais, operacionais, patrimoniais ou à infraestrutura do METRÔ-DF decorrentes de suas atividades, inclusive aqueles causados por subcontratados, fornecedores, transportadores ou terceiros por ela contratados.

5.15.13. O METRÔ-DF poderá realizar vistorias, auditorias ambientais, inspeções técnicas e verificações documentais a qualquer tempo durante a execução contratual, podendo exigir medidas corretivas, adequações operacionais, substituição de procedimentos, regularização ambiental ou

suspensão de atividades em desconformidade com as normas ambientais e de segurança aplicáveis.

5.16. **Obrigações da Contratada**

5.16.1. Constituem responsabilidades da CONTRATADA, além daquelas previstas na Lei nº 13.303/2016, no Regulamento Interno de Licitações e Contratos – RILC do METRÔ-DF, no Edital, na Minuta de Contrato, no Anteprojeto, nos documentos de requisitos funcionais do sistema CBTC e nos demais documentos integrantes da contratação, as seguintes obrigações:

A CONTRATADA deverá fornecer, sem ônus adicional ao METRÔ-DF, todos os softwares, licenças, aplicações, ferramentas, bancos de dados, plataformas de supervisão, sistemas de diagnóstico, ferramentas de engenharia, softwares de manutenção, aplicativos de monitoramento, sistemas de análise de falhas, plataformas de cibersegurança e demais recursos computacionais necessários à implantação, operação, supervisão, manutenção, atualização, parametrização e diagnóstico do Sistema de Sinalização e Controle de Trens baseado em tecnologia CBTC e de todos os seus subsistemas, incluindo, mas não se limitando a, ATP, ATO, ATS, telecomunicações, intertravamentos, equipamentos de via, equipamentos embarcados, sistemas de registro de eventos, controle operacional e sistemas auxiliares.

5.16.2. O fornecimento dos softwares deverá observar, obrigatoriamente, os seguintes requisitos:

I - Licenças permanentes

a) Todas as licenças de uso dos sistemas de operação, supervisão, manutenção, diagnóstico, monitoramento e configuração deverão ser do tipo perpétuo, irrevogável e sem limitação de tempo de uso, vedado o fornecimento de licenças exclusivamente baseadas em assinatura periódica, expiração automática ou dependência de renovação contratual para continuidade da operação do sistema metroferroviário.

b) As licenças deverão permitir instalação, reinstalação, migração e utilização pelo METRÔ-DF em seus ambientes operacionais, de manutenção, contingência, homologação e treinamento, sem limitação indevida de quantidade de instalações necessárias ao pleno funcionamento do sistema.

II - Atualizações de software e segurança

a) A CONTRATADA deverá fornecer, sem custo adicional durante o período contratual e de garantia, todas as atualizações de software relacionadas à segurança operacional, cibersegurança, estabilidade funcional, desempenho, correção de falhas e evolução tecnológica dos sistemas implantados, acompanhadas da correspondente documentação técnica, notas de versão, rastreabilidade de alterações e impactos operacionais.

III - Compatibilidade e autonomia operacional

a) Os sistemas e softwares fornecidos deverão ser compatíveis com plataformas tecnológicas amplamente utilizadas no mercado e permitir reinstalação, recuperação, backup, restauração e manutenção pelo corpo técnico do METRÔ-DF, mediante fornecimento dos instaladores, chaves de licença, procedimentos técnicos, documentação operacional e demais elementos necessários à autonomia operacional e de manutenção.

IV - Custódia tecnológica (“Escrow”)

a) Para softwares proprietários, sistemas críticos ferroviários, algoritmos de controle, bancos de dados operacionais, parâmetros críticos de segurança e demais componentes cujo código-fonte não seja integralmente transferido ao METRÔ-DF, a CONTRATADA deverá providenciar solução de custódia tecnológica (“escrow”), incluindo depósito seguro de códigos-fonte compiláveis, documentação técnica, bancos de dados críticos, parâmetros de configuração,

chaves de segurança e documentação de engenharia em entidade idônea reconhecida pelo METRÔ-DF.

b) O depósito deverá ser atualizado sempre que houver nova versão, atualização crítica, modificação funcional ou alteração relevante do sistema implantado.

c) O acesso ao conteúdo depositado poderá ser autorizado ao METRÔ-DF nas hipóteses de falência, recuperação judicial, extinção da CONTRATADA, descontinuidade tecnológica, abandono de suporte, recusa injustificada de atendimento técnico essencial, riscos à continuidade operacional do sistema ou demais hipóteses previstas contratualmente.

V - Continuidade tecnológica

a) A **CONTRATADA** deverá assegurar, diretamente ou por intermédio do fabricante do sistema CBTC, a prestação de **assistência técnica técnica e suporte especializado** em relação ao sistema integral implantado por um período mínimo de **30 (trinta) anos**, contados a partir da emissão do Certificado de Recebimento Definitivo (CRD)

b) A CONTRATADA deverá assegurar, diretamente ou por meio do fabricante do sistema CBTC e de seus fornecedores, pelo prazo mínimo de 10 (dez) anos, contado da emissão do Certificado de Recebimento Definitivo (CRD), a manutenção em linha de produção e a disponibilidade para aquisição futura, pelo METRÔ-DF, de todos os equipamentos, componentes, módulos, placas, hardwares, softwares, licenças, versões, ferramentas e sobressalentes integrantes da solução implantada. A obrigação abrangerá o fornecimento em condições comerciais, técnicas e de suporte compatíveis com a continuidade da operação e da manutenção do sistema, de modo a permitir ao METRÔ-DF complementar e renovar seus estoques de sobressalentes durante esse período.

c) Caso a CONTRATADA, fabricante ou fornecedor venha a descontinuar equipamentos, softwares, plataformas ou subsistemas fornecidos no âmbito desta contratação durante a vida útil estimada do sistema CBTC, deverá:

d) notificar formalmente o METRÔ-DF com antecedência mínima de 24 (vinte e quatro) meses;

e) garantir suporte técnico, atualizações críticas e fornecimento de componentes por prazo mínimo compatível com a continuidade operacional do sistema;

f) propor solução tecnológica substituta plenamente compatível com os sistemas implantados, sem prejuízo à interoperabilidade, segurança e desempenho operacional.

VI - Acesso irrestrito aos dados operacionais

a) Os sistemas de supervisão, diagnóstico e manutenção deverão permitir acesso completo e irrestrito ao METRÔ-DF quanto a logs operacionais, registros de falhas, históricos de eventos, alarmes, parâmetros operacionais, registros de comunicação entre subsistemas, diagnósticos, dados estatísticos, registros de segurança e demais informações necessárias à operação, manutenção, investigação de incidentes e gestão do sistema.

b) É vedado o fornecimento de versões limitadas ou com restrições de acesso incompatíveis com a plena operação e manutenção autônoma do sistema pelo METRÔ-DF.

5.16.3. A CONTRATADA será integralmente responsável pelo desenvolvimento da solução de engenharia, elaboração dos projetos de engenharia, integração sistêmica, validação funcional, implantação, migração operacional, testes, comissionamento e operação assistida do sistema CBTC, assegurando total aderência às Especificações Técnicas, requisitos ás funcionais, normas ferroviárias,

requisitos RAMS/SIL e padrões internacionais aplicáveis aos sistemas críticos ferroviários.

5.16.4. Compete à CONTRATADA fornecer, importar e nacionalizar, quando aplicável, transportar, descarregar, armazenar, instalar, integrar, testar, comissionar e colocar em operação todos os equipamentos, sistemas, componentes, softwares, telecomunicações, infraestrutura tecnológica, ferramentas especiais, dispositivos, instrumentos, materiais e demais recursos necessários à perfeita implantação e operação do sistema CBTC

5.16.5. Compete à CONTRATADA promover a guarda, manutenção e vigilância de materiais, ferramentas e tudo o mais necessário à execução dos serviços de sua propriedade e do Metrô-DF, postos à sua disposição.

5.16.6. Compete à CONTRATADA tomar as providências junto às concessionárias e instituições públicas ou privadas, para obtenção de dados e informações técnicas necessárias para desenvolvimento dos serviços.

5.16.7. A CONTRATADA deverá executar, às suas expensas, todas as atividades de controle de qualidade, validação funcional, testes de segurança, verificação de integração, certificações técnicas e controles tecnológicos necessários à comprovação do atendimento às exigências contratuais, facultando ao METRÔ-DF o acompanhamento, auditoria e fiscalização integral dessas atividades.

5.16.8. É obrigação da CONTRATADA fornecer toda a documentação técnica exigida contratualmente, incluindo projetos, diagramas, arquitetura funcional e física, lógicas de software, procedimentos operacionais, planos de manutenção, planos de contingência, relatórios de testes, documentação “as built”, databook completo, registros de FAT/SAT, planos de migração, documentação BIM e demais documentos necessários à operação, manutenção, expansão e suporte técnico do sistema.

5.16.9. Compete à CONTRATADA realizar os testes de integração, implantação, migração operacional, “shadow mode”, “cutover”, testes dinâmicos, testes de desempenho, testes de segurança e comissionamento nas instalações do METRÔ-DF, coordenando previamente as atividades com a fiscalização e assegurando a continuidade da operação metroviária.

5.16.10. Durante o período de garantia técnica e operação assistida, a CONTRATADA deverá prestar suporte técnico integral, monitoramento operacional, atualização de software, correção de falhas, substituição de componentes defeituosos, ajustes de engenharia, adequações sistêmicas e demais providências necessárias à manutenção dos níveis de desempenho, disponibilidade, confiabilidade e segurança contratados.

5.16.11. A CONTRATADA é integralmente responsável pelos encargos trabalhistas, previdenciários, fiscais, comerciais, ambientais e civis decorrentes da execução contratual, inexistindo qualquer vínculo empregatício entre o METRÔ-DF e os empregados, representantes ou prepostos da CONTRATADA, nos termos da legislação aplicável.

5.16.12. A CONTRATADA deverá manter, durante toda a vigência contratual, as condições de habilitação, qualificação técnica, regularidade fiscal, capacidade operacional e certificações exigidas na licitação, comunicando imediatamente qualquer alteração relevante ao METRÔ-DF.

5.16.13. É obrigação da CONTRATADA providenciar as respectivas ARTs, RRTs, registros, certificações técnicas e demais documentos exigidos pelos conselhos profissionais competentes, bem como manter responsável técnico habilitado durante toda a execução contratual.

5.16.14. A CONTRATADA responderá civil, administrativa e penalmente por quaisquer danos causados ao METRÔ-DF, aos usuários do sistema metroviário ou a terceiros, decorrentes de falhas, erros, omissões, vulnerabilidades, acidentes ou inadequações na execução do objeto.

5.16.15. A CONTRATADA deverá cumprir integralmente as normas de segurança do trabalho, segurança ferroviária, medicina ocupacional, proteção ambiental, cibersegurança e políticas internas do METRÔ-DF, inclusive aquelas aplicáveis às atividades executadas em ambiente operacional ativo (brownfield).

5.16.16. Compete à CONTRATADA observar rigorosamente o cronograma físico contratual, responsabilizando-se pelo planejamento, coordenação e controle das etapas de projeto, fornecimento,

implantação, migração, testes, integração e operação assistida, incluindo a apresentação periódica de relatórios de acompanhamento físico-financeiro e gerenciamento de riscos.

5.16.17. A CONTRATADA deverá manter sigilo absoluto sobre informações técnicas, operacionais, estratégicas, dados de segurança, arquitetura do sistema, vulnerabilidades, configurações críticas e quaisquer informações classificadas ou sensíveis às quais tenha acesso em razão da execução contratual, inclusive após o encerramento do contrato.

5.16.18. Constituem obrigações da CONTRATADA, no que se refere à Avaliação Independente de Segurança – ISA, sem prejuízo das demais disposições constantes das Especificações Técnicas e demais documentos integrantes da contratação:

I – assegurar a realização da Avaliação Independente de Segurança – ISA por entidade que atenda integralmente aos requisitos de qualificação, acreditação e independência técnica, funcional, corporativa e financeira estabelecidos nas Especificações Técnicas;

II – submeter previamente à aprovação do METRÔ-DF a indicação da entidade responsável pela execução da ISA, apresentando a documentação necessária à comprovação do atendimento aos requisitos estabelecidos para sua atuação;

III – assegurar que a entidade responsável pela ISA não possua vínculo societário, relação de controle, subordinação, dependência econômica ou qualquer outra relação com a CONTRATADA, seus principais subcontratados, fornecedores ou fabricantes envolvidos na solução que possa comprometer, direta ou indiretamente, sua independência, imparcialidade ou autonomia técnica;

IV – abster-se de substituir a entidade responsável pela ISA sem a prévia e expressa anuência do METRÔ-DF, devendo eventual substituição ser devidamente justificada e condicionada à comprovação de que a nova entidade atende integralmente aos requisitos técnicos e de independência estabelecidos na contratação;

V – assegurar que os relatórios, pareceres, recomendações, certificados, registros, evidências e conclusões produzidos pela ISA sejam encaminhados diretamente ao METRÔ-DF, sem prejuízo de sua disponibilização à CONTRATADA para adoção das providências técnicas que lhe competirem;

VI – garantir à entidade responsável pela ISA acesso às informações, documentos, projetos, sistemas, instalações, equipamentos, testes, evidências e demais elementos necessários ao desempenho independente e adequado de suas atribuições;

VII – não interferir, restringir, condicionar ou exercer influência sobre as análises, métodos, resultados, recomendações, pareceres ou conclusões da entidade responsável pela ISA, ainda que sua remuneração esteja inserida no âmbito do contrato principal; e

VIII – reconhecer que a atuação, os relatórios, pareceres ou conclusões da ISA **não substituem nem limitam as competências do METRÔ-DF**, permanecendo sob responsabilidade exclusiva da Companhia a análise e o aceite das entregas, bem como a decisão quanto à autorização para entrada em operação comercial do sistema.

5.16.19. Nos termos dos arts. 28 a 33 da Lei Federal nº 9.610/1998 (Lei de Direitos Autorais), da Lei Federal nº 9.279/1996 (Lei da Propriedade Industrial) e do art. 179 do Regulamento Interno de Licitações e Contratos – RILC do METRÔ-DF, a CONTRATADA deverá apresentar os instrumentos necessários à cessão e/ou licenciamento dos direitos patrimoniais de uso relacionados aos projetos, modelagens, documentações técnicas, memoriais, relatórios, bases de dados não proprietárias, arquivos BIM, desenhos técnicos, estudos, diagramas, especificações, arquivos digitais e demais produtos intelectuais desenvolvidos especificamente para o METRÔ-DF no âmbito desta contratação, garantindo ao METRÔ-DF os direitos de utilização, reprodução, manutenção, atualização, adaptação, integração, expansão e exploração operacional dos referidos produtos, preservados os direitos morais dos respectivos autores. Para tanto, a CONTRATADA deverá apresentar, quando aplicável, o respectivo Termo de Cessão de Direitos Autorais e/ou Patrimoniais, conforme Modelo do **ANEXO V**. Excetuam-se dessa obrigação os softwares proprietários, sistemas críticos ferroviários, algoritmos de controle, bancos de dados operacionais, parâmetros críticos de segurança e demais componentes cujo código-fonte não seja integralmente transferido ao METRÔ-DF, tratados nas disposições de

custódia tecnológica (“escrow”) deste Termo de Referência.

5.16.20. Implementar o Programa de Integridade de que trata a Lei Distrital nº. 6.112/2018, Decreto Distrital nº 40.388/2020 e Portaria nº157/2020 do GDF.

5.16.21. Desenvolver e implementar o Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil e encaminhar, ao Metrô - DF durante a fase da habilitação, o **Termo de Compromisso de desenvolvimento e implementação do Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil disposto na ANEXO VII** deste Termo de Referência.

5.16.22. É obrigatório o cadastramento dos contratos administrativos, bem como os respectivos termos aditivos, apostilamentos e termos de rescisão no Sistema de Gestão de Contratos - e-ContratosDF, conforme art 5 do Decreto 44.162/2023.

5.16.23. Comprovar o cumprimento da Lei Distrital nº 6.128/2018 e seu decreto regulamentador, mediante a reserva de 2% das vagas de trabalho desta obra pública para pessoas em situação de rua que atendam às qualificações profissionais exigidas

5.16.24. Atesta-se que o objeto da presente contratação foi dimensionado em estrita observância aos princípios da economicidade e eficiência, atendendo à medida racional das necessidades da área técnica, sem a previsão de quantitativos arbitrados indevidamente, em cumprimento às diretrizes da Circular SEI-GDF nº 2/2019-METRO-DF/PRE/GAB. A despeito do Decreto Distrital nº 39.624/2019 estabelecer procedimentos de racionalização imediatos para instrumentos vigentes à época de sua publicação, a CONTRATADA declara plena ciência de que o ajuste decorrente deste Termo de Referência poderá, durante toda a sua vigência, ser objeto de avaliações de necessidade e de renegociação. O METRÔ-DF reserva-se o direito de promover a redução do escopo ou a revisão de valores visando a racionalização de despesas e a preservação da vantajosidade da contratação, observados os limites legais de supressão estabelecidos na Lei nº 13.303/2016 e as disposições do referido Decreto Distrital.

5.16.25. A CONTRATAD A deverá entregar todos os Projetos Executivos e As-Builts em Modelagem BIM (Modelagem/Modelação da Informação da Construção ou Modelo da Informação da Construção).

5.16.26. A CONTRATADA se compromete a fornecer serviços de projeto de engenharia utilizando a metodologia Building Information Modeling (BIM) para todos os projetos.

5.16.27. A CONTRATADA realizará a modelagem tridimensional completa de todos os elementos relevantes do projeto, fornecendo informações geométricas e associadas.

5.16.28. A CONTRATADA integrará o planejamento 4D (tempo) e 5D (custo) no modelo BIM, permitindo simulações visuais do progresso da construção e análise de custos em tempo real.

5.16.29. A CONTRATADA utilizará um nível de desenvolvimento (LOD 300 e 400) consistente com as necessidades específicas de cada fase do projeto. Os LODs acordados serão documentados.

5.16.30. A CONTRATADA implementará a gestão de ativos no modelo BIM, incluindo informações relevantes para a operação e manutenção futuras do projeto.

5.16.31. A CONTRATADA realizará clash detection, utilizando as ferramentas BIM, para identificar e resolver conflitos entre disciplinas durante as fases de projeto.

5.16.32. A CONTRATADA integrará as disciplinas de arquitetura, estruturas, fundações, instalações, elétrica, hidráulica, hidrossanitários, combate a incêndio e telecomunicações no modelo BIM, assegurando uma colaboração eficiente e uma visão integrada do projeto. O sistema de Energia também deverá ser modelado e integrado nos modelos BIM.

5.16.33. A CONTRATADA utilizará as ferramentas BIM da Autodesk (ou solução equivalente e compativel com o ambiente BIM utilizado pelo Metrô-DF) para garantir a integração eficiente entre as disciplinas.

5.16.34. Por meio das ferramentas BIM deverá ser possível às equipes de fiscalização a visualização de projetos 3D e plantas/cortes 2D em dispositivos móveis como laptops e tablets.

5.16.35. Todos os templates BIM utilizados na elaboração dos projetos serão de propriedade do Metrô - DF.

5.17. A CONTRATADA deverá dispor de software de planejamento, preferencialmente o MS Project, na última versão disponível no mercado, quando do início dos serviços.

5.18. **Obrigações do Metrô-DF**

Constituem responsabilidades do METRÔ-DF, sem prejuízo das competências previstas na Lei nº 13.303/2016 e no RILC:

5.18.1. Emitir a Ordem de Serviço ou instrumento equivalente que autorize o início da execução contratual.

5.18.2. Designar formalmente Gestor e Fiscais do Contrato, responsáveis pelo acompanhamento técnico, administrativo e financeiro da execução, nos termos do RILC.

5.18.3. Analisar e deliberar sobre os projetos, relatórios técnicos, planos de testes e demais documentos apresentados pela CONTRATADA, no prazo contratualmente estabelecido.

5.18.4. Acompanhar e fiscalizar a execução contratual, registrando ocorrências e determinando as correções necessárias ao fiel cumprimento das obrigações assumidas.

5.18.5. Notificar formalmente a CONTRATADA acerca de irregularidades verificadas na execução do contrato, concedendo prazo para saneamento quando cabível.

5.18.6. Disponibilizar, quando previsto contratualmente, as instalações e áreas necessárias à realização dos testes, comissionamentos e atividades de implantação.

5.18.7. Analisar as medições apresentadas, emitir Autorização de Faturamento quando cabível e efetuar os pagamentos devidos, desde que atendidas as exigências contratuais.

5.18.8. Aplicar as sanções administrativas previstas no contrato e na legislação aplicável, quando caracterizado descumprimento contratual.

5.18.9. Rejeitar bens, serviços ou documentos que não estejam em conformidade com as especificações técnicas, normas aplicáveis ou critérios de medição estabelecidos.

5.18.10. Dirimir dúvidas técnicas e administrativas suscitadas pela CONTRATADA, no âmbito do objeto contratado.

5.18.11. Permanecerão sob responsabilidade exclusiva do METRÔ-DF, por meio de seus agentes formalmente designados, as atividades de gestão e fiscalização contratual, análise e aprovação de documentos, emissão de autorizações, recebimento provisório e definitivo, aceite das entregas, aplicação de sanções, decisões administrativas, definição de diretrizes institucionais e demais atos próprios da Administração, vedada sua transferência à CONTRATADA.

6. DISPOSIÇÕES GERAIS

6.1. A presente contratação não estabelece qualquer vínculo de natureza empregatícia ou de responsabilidade entre a Companhia do Metropolitano do Distrito Federal (METRÔ-DF) e os agentes, prepostos, empregados ou demais pessoas designadas pela CONTRATADA para a execução do objeto contratual, sendo a CONTRATADA a única responsável por todas as obrigações ou encargos decorrentes das relações de trabalho entre ela e seus profissionais ou contratados, previstos na legislação pátria vigente, seja trabalhista, previdenciária, social, de caráter securitário ou qualquer outra.

6.2. Qualquer regramento relativo à Fase Externa da Licitação e a Execução Contratual que não for explicitamente definido neste Termo de Referência e/ou Edital e/ou Minuta de Contrato serão regidos conforme o Regulamento Interno de Licitações e Contratos (RILC) do METRÔ-DF.

6.3. A fiscalização do METRÔ-DF poderá vistoriar qualquer aquisição e, a seu critério, rejeitar os materiais/equipamentos que não correspondam às especificações estipuladas, que estejam em desacordo com os projetos e demais documentos ou que não atendam as normas técnicas da

ABNT ou equivalentes aplicáveis, aí se incluindo os materiais de consumo. Nestes casos a CONTRATADA deverá providenciar sua substituição num prazo que não comprometa o cronograma de execução do empreendimento.

6.4. Os custos relativos a testes, ensaios e demais provas exigidas por normas técnicas oficiais para a boa execução do contrato, correrão por conta da Contratada, salvo em disposições contrárias.

6.5. Ao METRÔ-DF será facultado o direito de apropriar os recursos despendidos, tais como mão de obra, equipamentos de construção e materiais, empregados direta e/ou indiretamente nos serviços que compõem a Obra, com intuito de obter índices de produtividades, que irão alimentar o Banco de Dados do METRÔ-DF. Entenda-se como apropriação o registro das informações relacionadas ao tempo de produção.

6.6. Na contagem dos prazos previstos neste documento exclui-se o dia de início e inclui-se o dia do vencimento.

6.7. Quando não indicado em contrário, todos os prazos previstos neste documento são considerados como dias corridos.

6.8. No caso de atividades que interfiram com a operação do METRÔ-DF, essas deverão ser realizadas conforme tabela abaixo:

HORÁRIO DE TRABALHO	
Segunda a Sábado	00:40 às 04:20
Domingo	00:40 às 04:20 e 22:00 às 23:59

6.9. Havendo irregularidades neste instrumento, entre em contato com a Ouvidoria de Combate à Corrupção, no telefone 0800-6449060.

6.10. Fica estabelecido o Foro de Brasília – DF para dirimir quaisquer questões oriundas do processo Licitatório, se esgotadas as vias amigáveis.

7. PARTES INTEGRANTES DESTE TERMO DE REFERÊNCIA

7.1. **Parte I – Anteprojeto**

7.1.1. Arquitetura CBTC (208759314);

7.1.2. Requisitos CBTC (208759516)

7.1.3. Requisitos DCS (208759607);

7.2. **Parte II - Cronograma Físico** (212557906)

7.3. **Parte III – Eventograma e Critérios de Medição**

7.3.1. Eventograma (212557138)

7.3.2. Critérios de Medição (212556666)

7.3.3. Memorial Descritivo do Critério de Medição (212557629)

7.4. **Parte IV – Matriz de Riscos (208757531)**

7.5. **Parte V – Manual de Segurança do Trabalho do METRÔ-DF (208760632)**

7.6. **Parte VI - Escopo da Integradora (208760729)**

7.7. **Parte VII - Escopo da Certificadora (208760814)**

7.8. **Parte VIII - Documento de Identificação - Possibilidade de Inovações (208761154)**

8. **DOCUMENTOS A SEREM APRESENTADOS PELA LICITANTE**

8.1. **ANEXO I - Modelo de Planilha Orçamentária (208762089)**

8.2. **ANEXO II - Resumo de Atestados Técnicos (208762706)**

8.3. **ANEXO III - Vistoria Técnica Prévia (208762864)**

8.4. **ANEXO IV - Renúncia à Vistoria Técnica Prévia (208763161)**

8.5. **ANEXO V - Termo de Cessão de Direitos Autorais (208763433)**

8.6. **ANEXO VI - Sustentabilidade Ambiental (208764571)**

8.7. **ANEXO VII - Termo de Compromisso de desenvolvimento e implementação do Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (208764864)**

9. **ELABORAÇÃO**

Misael Rodrigues Brandão

Chefe de Núcleo

Núcleo de Contratações - TNCTT

(férias)

Leonardo Moy Alves Berardinelli

Gerente

Gerência de Aquisições - DTE/SPR/TGAQU

Engº Thiago Valente de Queiroz Rosa
Superintendente
Superintendência de Projetos - SPR

Engº Fernando Jorge Rodrigues
Diretor Técnico - DTE

10. **APROVAÇÃO**

Engº Fernando Jorge Rodrigues
Diretor Técnico - DTE

Documento assinado eletronicamente por **FERNANDO JORGE RODRIGUES - Matr.0003389-8**, **Diretor(a) Técnico(a)**, em 31/08/2026, às 10:04, conforme art. 6º do Decreto n° 36.756, de 16 de setembro de 2015, publicado no Diário Oficial do Distrito Federal nº 180, quinta-feira, 17 de setembro de 2015.

Documento assinado eletronicamente por **THIAGO VALENTE DE QUEIROZ ROSA - Matr.0002445-7**, **Superintendente de Projetos**, em 31/08/2026, às 10:05, conforme art. 6º do Decreto n° 36.756, de 16 de setembro de 2015, publicado no Diário Oficial do Distrito Federal nº 180, quinta-feira, 17 de setembro de 2015.

A autenticidade do documento pode ser conferida no site:
https://sei.df.gov.br/sei/controlador_externo.php?
acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0
Código Verificador: **212511006** Código CRC: **5F43B2A8**.

ANTEPROJETO

ARQUITETURA PRELIMINAR

CBTC GOA4

Sistema de Sinalização Metroferroviária

Metrô-DF

06/2026

Sumário

1. INTRODUÇÃO E ESCOPO METODOLÓGICO 14
   1.1 Natureza e finalidade do documento 14
   1.2 Nível de detalhamento e posição no ciclo de projeto 14
   1.3 Organização em camadas e níveis de detalhe 14
   1.4 Coerência interna e tratamento de conflitos 15
   1.5 Granularidade técnica para subsidiar etapas posteriores 16
2. OBJETIVO 17
3. REFERÊNCIAS NORMATIVAS 18
4. PREMISSAS OPERACIONAIS 20
5. ARQUITETURA GERAL DO SISTEMA 22
6. ARQUITETURA FUNCIONAL 25
   6.1 Camada de Supervisão Operacional 25
   6.2 Camada de Comunicação 27
   6.3 Camada Wayside 28
   6.4 Camada de Campo – Trackside 29
   6.5 Camada Embarcada 30
   6.6 Camada de Integração Externa 31
   6.7 Camada de Diagnóstico e Manutenção 32
   6.8 Camada de Suporte Operacional e Administrativo 33
   6.9 Diagramas funcionais da arquitetura 36
      6.9.1 Diagrama funcional geral 36
      6.9.2 Diagrama funcional – detecção de posicionamento 37
      6.9.3 Diagrama funcional – alinhamento de rota 38
7. ARQUITETURA FÍSICA 40
   7.1 Centro De Controle Operacional (CCO) 40

7.1.1 Dimensionamento de referência 41
7.2 Suporte Operacional 42
7.2.1 Dimensionamento de referência – Suporte Operacional 42
7.3 Sala Técnica Central 42
7.3.1 Dimensionamento de referência – Sala Técnica Central 43
7.4 Salas Técnicas de Estações 44
7.4.1 Dimensionamento de referência – Salas Técnicas de Estações 45
7.5 Campo – Objetos de Via e Infraestrutura Rádio 45
7.5.1 Máquinas de chave (MCH) e objetos intertravados 46
7.5.2 Balizas / transponders 46
7.5.3 Contadores de eixo / detecção secundária de ocupação 47
7.5.4 Antenas / pontos de acesso rádio (Wi-Fi / LTE) 47
7.6 Embarcado – Visão Física e Quantitativos 48
7.6.1 Dimensionamento de referência – Embarcado 48
7.7 Quantificação – Resumo para Anteprojeto 49
8. ARQUITETURA DO CONTROLE CENTRALIZADO (CCO/ATS) 51
8.1 Visão funcional do sistema central 51
8.2 Integração ATS–ZC–Intertravamento 52
8.3 Arquitetura lógica do CCO/ATS 53
8.4 Postos Operacionais Remotos 54
8.5 IHMs e organização operacional 55
8.6 Interfaces com planejamento, simulação e reprodução histórica 57
9. SUPORTE OPERACIONAL E ADMINISTRATIVO CBTC 58
9.1 Finalidade e escopo da camada 58
9.2 Arquitetura lógica e componentes principais 58
9.3 Funcionalidades principais 59
9.3.1 Relatórios e indicadores de desempenho 60

9.3.2 Manutenção analítica e suporte a RAMS 60
9.3.3 Planejamento e simulação operacional 60
9.3.4 Treinamento com simulador 61
9.3.5 Reprodução histórica (playback) 61
9.3.6 Interfaces com sistemas corporativos 62
9.4 Interfaces com ATS/CCO e demais subsistemas 62
9.5 Segregação, cibersegurança e acesso 63
10. ARQUITETURA DE COMUNICAÇÃO E REDES 64
10.1 Filosofia de Comunicação 64
10.2 Segmentação de Redes 65
10.3 Comunicação Trem-terra 67
11. ARQUITETURA WAYSIDE 69
11.1 Zone controller (ZC) 69
11.2 Intertravamento eletrônico 69
11.3 Controladores de Objeto (OC) 70
12. ARQUITETURA EMBARCADA 72
12.1 Equipamento Embarcado 72
12.2 Posicionamento e Odometria 72
12.3 Arranjo em Material Rodante 73
13. FILOSOFIA E REQUISITOS OPERACIONAIS (CONTROLE, PLANEJAMENTO E REGULAÇÃO) 74
13.1 Filosofia de controle operacional 74
13.2 Planejamento e ferramentas de simulação 75
13.3 Regulação e gestão do carrossel 77
14. ESTRATÉGIAS DE DEGRADAÇÃO E FALLBACK 79
14.1 Filosofia de degradação 79
14.2 Falha de comunicação trem-terra 80
14.3 Falha de Zone Controller ou de zona de controle 81

14.4 Falha do CBTC como um todo 82
14.5 Modos operacionais degradados e responsabilidades 83
15. REDUNDÂNCIA E ALTA DISPONIBILIDADE 85
15.1 Filosofia geral de redundância 85
15.2 Redundância de processamento central (ATS e servidores) 85
15.3 Redundância de processamento wayside (ZC, intertravamento e OCs) 87
15.4 Redundância de comunicação (backbone e DCS) 88
15.5 Redundância do sistema de comunicação de dados (DCS) – nível lógico 89
15.6 Redundância de alimentação elétrica 90
15.7 Redundância operacional (visão de sistema) 91
16. SEGURANÇA FUNCIONAL (SIL) 92
16.1 Alocação de SIL por subsistema 92
16.2 Processo RAMS e evidências de segurança 93
17. CIBERSEGURANÇA E SEGMENTAÇÃO 94
17.1 Zonas e condutos de segurança 94
17.2 Políticas de acesso e autenticação 94
17.3 Hardening, atualização e monitoramento 95
17.4 Integração com redes corporativas 95
18. ICD – INTERFACES ENTRE SUBSISTEMAS 97
18.1 Interface ZC – Intertravamento 97
18.2 Interface ZC – Trem (OBCU/VOBC) 97
18.3 Interface ATS – ZC 98
19. TELEGRAMAS OPERACIONAIS 100
19.1 Movement Authority (MA) 100
19.2 Reporte de Posição 100
20. REQUISITOS DE DESEMPENHO 102

20.1 Requisitos operacionais 102
20.2 Requisitos de desempenho de comunicação 103
20.3 Requisitos de manutenção, MTBF e MTTR 104
21. EXPANSIBILIDADE E EVOLUÇÃO TECNOLÓGICA 106
21.1 Expansão de zonas, linhas e pátios 106
21.2 Evolução de tecnologia de comunicação (WiFi/LTE/outros) 106
21.3 Evolução de automação e funcionalidades 107
21.4 Proteção do investimento e atualização de software 107
22. DIRETRIZES PARA MIGRAÇÃO BROWNFIELD, TESTES, COMUTAÇÃO E DESCOMISSIONAMENTO 109
22.1 Diretrizes 109
22.2 Plano de Migração Brownfield 110
22.3 Não interferência 110
22.4 Comutador day-night 111
22.5 Fases Planejadas 112
22.6 Condição de Entrega Final e Encerramento Contratual 113
23. CONSIDERAÇÕES FINAIS 114

Glossário e Siglas

Para os fins deste Anteprojeto, os termos técnicos, expressões operacionais e siglas abaixo possuem os significados a seguir, devendo ser interpretados de forma coerente com a arquitetura conceitual, funcional e física do Sistema de Sinalização e Controle baseado em Comunicação – CBTC, estruturada em camadas de Supervisão Operacional, Comunicação, Wayside, Campo, Embarcada, Integração Externa, Diagnóstico e Manutenção e Suporte Operacional e Administrativo.

AMV: Aparelho de Mudança de Via, compreendendo os elementos de campo associados ao estabelecimento e à proteção de rotas, comandados e supervisionados pelo intertravamento e pelos controladores de objeto.

Anteprojeto: documento técnico de natureza conceitual e arquitetural, elaborado em nível compatível com a contratação integrada, destinado a estabelecer a solução de referência, suas camadas, funções, interfaces, agrupamentos físicos e quantitativos de referência, sem substituir o detalhamento a ser desenvolvido nas etapas posteriores de Projeto Básico e Projeto Executivo.

Arquitetura CBTC: organização conceitual, funcional e física do sistema de sinalização e controle baseado em comunicação, estruturada em camadas integradas e orientada à separação entre funções vitais e não vitais, à migração em ambiente brownfield, à alta disponibilidade e à futura expansão do sistema.

ATO (Automatic Train Operation): função ou subsistema de operação automática do trem, responsável, conforme a arquitetura adotada, pelo controle de aceleração, frenagem, parada em plataforma, alinhamento de portas e demais ações de condução automática, sempre sob supervisão das funções de proteção e dentro dos limites de segurança do sistema.

ATP (Automatic Train Protection): função ou subsistema de proteção automática do trem, responsável pela supervisão de velocidade, aplicação de curvas de frenagem, verificação de conformidade com a Movement Authority e atuação em estado seguro em caso de violação, inconsistência ou falha.

ATP embarcado: parcela vital do ATP implementada na arquitetura embarcada, associada à unidade de bordo do trem, responsável por supervisionar velocidade, aplicar curvas de frenagem, detectar violações de permissões de movimento e comandar frenagem automática quando necessário.

ATP wayside: parcela vital do ATP implementada na camada de via, associada principalmente aos Zone Controllers, responsável pelo cálculo do limite de Movement Authority, pela separação segura entre trens e pela aplicação das restrições impostas pelo intertravamento e pela detecção de via.

ATS (Automatic Train Supervision): função ou subsistema de supervisão automática da circulação, concentrado no CCO, responsável por rastreamento de trens, roteamento, gestão de circulação, regulação automática de intervalos, monitoramento operacional, gestão de alarmes e apoio à operação em situações nominais e degradadas.

Baliza / transponder: dispositivo instalado ao longo da via e utilizado como referência absoluta para correção da odometria, validação da posição do trem e suporte à determinação segura e contínua do posicionamento embarcado.

Backbone óptico: infraestrutura principal de transporte de dados da arquitetura de comunicação, composta por rede óptica redundante, switches e elementos de interligação responsáveis por suportar os fluxos entre CCO, salas técnicas, ZCs, intertravamento, DCS e demais subsistemas.

Bloco fixo: regime de sinalização em que a separação entre trens é baseada em seções fixas de via previamente definidas, com detecção de ocupação associada a esses segmentos.

Bloco móvel: regime de sinalização em que a separação entre trens é calculada dinamicamente a partir da posição, velocidade, integridade e demais parâmetros operacionais das composições, sem depender, em condição nominal, da segmentação fixa da via para separação operacional.

Brownfield: contexto de implantação em sistema existente e em operação, caracterizado por migração faseada, convivência com o sistema legado, restrições de campo, necessidade de reversibilidade, compatibilização com ativos preexistentes e preservação da continuidade do serviço.

CBTC (Communication-Based Train Control): sistema de controle de trens baseado em comunicação contínua e bidirecional entre trem e infraestrutura, concebido para suportar operação em bloco móvel, redução de headway, alta capacidade, automação avançada e operação segura em ambiente metroferroviário.

CCO (Centro de Controle Operacional): ambiente central no qual se concentram as funções de supervisão, regulação, monitoramento, gestão operacional e interfaces de operação do sistema, por meio do ATS e de suas IHMs associadas.

CCO Backup ambiente operacional fisicamente segregado do CCO principal, conectado à mesma rede operacional do ATS, destinado à continuidade da supervisão e do controle operacional em caso de indisponibilidade física da sala principal do CCO.

Comunicação trem-terra: canal permanente, bidirecional e redundante entre os equipamentos embarcados do trem e os subsistemas wayside, implementado por meio do DCS e da infraestrutura rádio, responsável pelo transporte das mensagens operacionais e vitais necessárias ao funcionamento do CBTC.

Contador de eixo: dispositivo de detecção secundária de ocupação da via, utilizado como camada de apoio e fallback para proteção da circulação, especialmente em modos degradados, operação mista e falhas de comunicação ou de subsistemas principais.

Cutover: transição planejada em que um domínio, trecho, função ou conjunto de funções passa a ser assumido pela nova solução em substituição ao sistema anteriormente em uso, no contexto da migração do empreendimento.

DCS (Data Communication System): sistema de comunicação de dados do CBTC responsável por prover o canal de comunicação contínuo, bidirecional, redundante e com desempenho adequado entre os equipamentos embarcados e os subsistemas wayside, atendendo aos requisitos de latência, jitter, perda de pacotes, disponibilidade, integridade e autenticação.

Detecção secundária: camada complementar e independente de verificação de ocupação da via, formada, conforme a solução adotada, por contadores de eixo, circuitos de via ou arranjos equivalentes, utilizada para suporte à segurança, aos modos degradados, ao fallback e à operação com trens não comunicantes ou não equipados.

Fallback: conjunto de estratégias e modos operacionais de contingência aplicados quando o CBTC, ou parte de seus subsistemas, não consegue manter o desempenho nominal, preservando-se a segurança por meio de recursos alternativos, normalmente com restrições operacionais e redução de capacidade.

GoA (Grade of Automation): classificação do grau de automação da operação ferroviária, utilizada para caracterizar os diferentes níveis de automação suportados pelo sistema.

GoA1: nível de automação associado à operação manual protegida, em referência de capacidade de fallback para modos assistidos e manuais em trechos CBTC ou não CBTC.

GoA2: nível de automação associado à operação parcialmente manual (comando de fechamento de portas), em referência de capacidade de fallback operacional durante a migração ou em modos restritivos.

GoA2+: nível de automação associado à operação monitorada, com o fechamento de portas atribuído ao sistema, porém sem a capacidade de reversão e troca de comando. Atualmente é a forma de operação do METRÔ-DF.

GoA3: nível de automação correspondente à operação monitorada, com operação limitada à atuação em falhas, compatível com a operação avançada do sistema.

GoA4: nível de automação correspondente à operação automática, trem autônomo e desguarnecido, objetivo funcional da arquitetura avançada do sistema.

Headway: intervalo entre trens sucessivos, utilizado como parâmetro central de capacidade e desempenho operacional, sendo o documento estruturado para suportar, em regime nominal, headway mínimo alvo de 90 segundos no tronco.

IHM (Interface Homem-Máquina): interface utilizada por operadores, supervisores, mantenedores e demais usuários autorizados para interagir com os subsistemas de supervisão, operação, manutenção, planejamento, diagnóstico e apoio administrativo.

Intertravamento eletrônico: subsistema vital da camada wayside, responsável pela prevenção de movimentos conflitantes, pelo estabelecimento, travamento e proteção de rotas, pelo controle de AMVs e demais objetos de via, e pela garantia de condições permissivas para circulação segura.

MA (Movement Authority): autorização de movimento atribuída ao trem, definindo o limite seguro de avanço e os parâmetros associados à circulação autorizada, calculada e atualizada a partir das condições de posição, rota, ocupação e restrições aplicáveis.

Modo CBTC degradado: modo operacional em que o CBTC permanece ativo, porém sob restrições, tais como limitação de velocidade, perda de redundância, uso intensivo de detecção secundária ou redução de desempenho, com aplicação de planos de contingência pelo ATS.

Modo CBTC nominal: condição de operação normal do sistema, em que o CBTC provê Movement Authority contínua, o ATS realiza regulação automática e o intertravamento atua como camada de proteção estrutural.

Modo intertravamento assistido: modo operacional degradado em que, diante de indisponibilidade do ZC em determinada área, o intertravamento assume o controle primário das rotas, com circulação baseada em rotas e blocos físicos, sob comando ou supervisão do CCO.

Modo manual protegido: modo operacional de maior restrição, utilizado em cenários severos de falha, no qual os movimentos ocorrem mediante procedimentos operacionais formais, velocidades reduzidas, forte apoio do intertravamento quando disponível e prioridade absoluta à segurança.

MSS (Maintenance Support System): sistema de suporte à manutenção e ao diagnóstico, voltado à coleta, armazenamento e disponibilização de registros, alarmes, estados, falhas e indicadores necessários ao monitoramento da saúde dos subsistemas e às estratégias de manutenção.

OBCU / VOBC: unidade de controle embarcada do CBTC instalada no trem, responsável por processar as funções de ATP e ATO de bordo, receber e interpretar telegramas vitais provenientes do ZC via DCS, realizar posicionamento por odometria e balizas, supervisionar velocidade e interagir com os sistemas de tração, freio e portas.

OC (Object Controller): controlador de objeto responsável pela interface direta com os equipamentos de campo, convertendo comandos e estados entre a lógica do intertravamento ou do ZC e os sinais elétricos e eletrônicos compatíveis com AMVs, sinais, contadores de eixo e demais dispositivos.

Odometria: função de medição contínua de deslocamento e velocidade do trem, baseada em sensores embarcados, utilizada em conjunto com balizas e outras referências absolutas para compor a arquitetura híbrida de posicionamento do sistema.

OT (Operational Technology): domínio tecnológico operacional associado aos sistemas de infraestrutura e de campo que influenciam diretamente a operação ferroviária, como energia, ventilação e outros sistemas críticos integrados à arquitetura do CBTC.

PIS (Passenger Information System): sistema de informação ao passageiro que recebe, por meio da camada de Suporte Operacional e Administrativo, dados operacionais consolidados provenientes do ambiente CBTC, processa e os transmite para os passageiros nas estações, aplicativos móveis e outras aplicações.

Posto de controle operacional do Pátio Águas Claras ambiente operacional conectado à rede operacional do ATS, dotado de IHMs de ATS e de intertravamento, destinado prioritariamente à supervisão e à condução das movimentações internas do Pátio Águas Claras.

PTP (Precision Time Protocol): protocolo de sincronismo temporal de alta precisão aplicável à arquitetura de comunicações, utilizado para garantir coerência temporal entre registros, logs e elementos distribuídos da solução.

QoS (Quality of Service): conjunto de mecanismos de priorização e tratamento de tráfego de rede destinados a assegurar que mensagens vitais e críticas do sistema tenham precedência e desempenho compatíveis com os requisitos operacionais.

RAMS: conjunto de processos, requisitos e evidências relacionados à Confiabilidade, Disponibilidade, Manutenibilidade e Segurança do sistema ao longo de seu ciclo de vida.

Rede CBTC vital: domínio de rede dedicado ao transporte das mensagens vitais entre ZC, intertravamento, OBCU/VOBC e dispositivos de detecção e controle de via, isolado das redes administrativas e corporativas.

Rede de manutenção e diagnóstico: domínio de rede destinado ao acesso a logs, ferramentas de diagnóstico, atualização de software e monitoramento de desempenho dos subsistemas CBTC, com acessos controlados por mecanismos específicos de segurança.

Rede de Suporte Operacional e Administrativo CBTC: domínio lógico no qual reside o Servidor de Suporte Operacional e Administrativo CBTC, responsável por consolidar dados operacionais e históricos e prover serviços de relatórios, planejamento, simulação, treinamento e integração com sistemas externos autorizados, sem acesso direto à lógica vital.

Rede Operacional de Supervisão ATS: domínio de rede que suporta o ATS, as IHMs de operação do CCO e as interfaces de supervisão, conectado de forma controlada à rede vital por meio de gateways e servidores de aplicação.

SCADA: sistema supervisório de aquisição de dados e controle utilizado no contexto das integrações externas, especialmente para energia de tração e serviços auxiliares, com influência sobre a disponibilidade e a operação da circulação.

Shadow mode: modo de operação paralela utilizado para validação da nova solução durante a migração brownfield, sem substituição imediata do sistema ativo, permitindo verificação funcional comparativa antes da comutação faseada.

SIL (Safety Integrity Level): nível de integridade de segurança adotado para classificar as funções e subsistemas segundo sua criticidade e os requisitos de segurança funcional aplicáveis.

SIL4: nível de integridade de segurança mínimo exigido no documento para os subsistemas vitais de proteção e controle de trens, notadamente intertravamento eletrônico, ATP wayside e ATP embarcado.

Sistema legado: sistema existente anteriormente à implantação plena do CBTC, com o qual a nova solução deve conviver temporariamente durante a migração em ambiente brownfield.

Suporte Operacional e Administrativo: camada não vital da arquitetura responsável por consolidar dados operacionais e históricos, produzir relatórios e indicadores, apoiar

planejamento, simulação e treinamento, além de expor informações de forma controlada para sistemas externos autorizados.

Trackside / Campo: camada composta pelos equipamentos físicos instalados em via, estações e pátios, incluindo AMVs, sinais, contadores de eixo, circuitos de via, dispositivos locais e demais elementos associados à infraestrutura ferroviária.

UPS (Uninterruptible Power Supply): sistema de alimentação ininterrupta destinado a garantir continuidade das funções vitais e essenciais do CBTC em falhas de energia, conforme a classificação de criticidade das cargas.

Wayside: camada da arquitetura que reúne os elementos de via e de sala técnica responsáveis pelas funções vitais de controle e proteção de movimentos, incluindo Zone Controllers, intertravamento eletrônico, controladores de objeto e sua interação com DCS e ATS.

WLAN: tecnologia de rede local sem fio admitida no anteprojeto como alternativa para o enlace rádio trem-terra no âmbito do DCS, sujeita à comprovação de aderência aos requisitos de desempenho e disponibilidade.

ZC (Zone Controller): elemento central do ATP wayside, responsável por controlar a circulação em zonas discretas da linha, receber relatórios de posição e integridade dos trens, calcular e atualizar Movement Authorities, manter modelo interno de ocupação de via e supervisionar permissões de movimento de forma segura e redundante.

1. INTRODUÇÃO E ESCOPO METODOLÓGICO

Este documento apresenta, em nível compatível com anteprojeto, a arquitetura preliminar conceitual, funcional e física do Sistema de Sinalização e Controle baseado em Comunicação CBTC a ser implantado na Linha 1 do METRÔ-DF, incluindo os trechos existentes, as expansões de Samambaia e Ceilândia, os pátios operacionais e as frotas atuais e futuras. A estrutura adotada busca fornecer uma visão integrada do sistema, organizada em camadas, assegurando coerência entre os princípios de alto nível, as funções de cada subsistema e os arranjos físicos de referência.

1.1 NATUREZA E FINALIDADE DO DOCUMENTO

A arquitetura preliminar aqui descrita tem natureza técnico-conceitual e destina-se a estabelecer, em termos de camadas, funções, interfaces e agrupamentos físicos, a solução de referência para o sistema CBTC GoA4 do METRÔ-DF. Seu objetivo é traduzir, em visão de arquitetura, os requisitos funcionais e de desempenho consolidados em documento próprio de requisitos CBTC, fornecendo uma base estruturada para o desenvolvimento das etapas subsequentes de engenharia, em especial o Projeto Básico e o Projeto Executivo.

1.2 NÍVEL DE DETALHAMENTO E POSIÇÃO NO CICLO DE PROJETO

O presente documento situa-se entre os estudos de requisitos e o Projeto Básico, consolidando decisões de organização do sistema em camadas, de segmentação entre funções vitais e não vitais, de filosofia de redundância, de desempenho e de migração em ambiente *brownfield*. O nível de detalhamento adotado abrange a definição de componentes lógicos principais, cadeias funcionais e quantitativos de referência por ambiente, sem, contudo, entrar em especificações construtivas ou em escolhas de produtos e tecnologias proprietárias, que permanecerão a cargo das etapas posteriores de projeto.

1.3 ORGANIZAÇÃO EM CAMADAS E NÍVEIS DE DETALHE

Em alinhamento com as referências normativas aplicáveis a sistemas CBTC, a solução é organizada em múltiplas camadas funcionais, contemplando, no mínimo, Supervisão Operacional, Comunicação, Wayside, Campo (Trackside), Embarcada, Integração

Externa, Diagnóstico e Manutenção e Suporte Operacional e Administrativo. Cada uma dessas camadas é apresentada em três níveis complementares de detalhe:

- **Arquitetura geral**: descreve a solução em termos de camadas e principais blocos lógicos, incluindo a separação entre funções vitais (ATP wayside, ATP embarcado, intertravamento, detecção secundária) e não vitais (ATS, ATO, suporte, sistemas corporativos).
- **Arquitetura funcional**: detalha, por camada, as funções desempenhadas, os fluxos de informação, as responsabilidades de cada subsistema e as interfaces internas e externas, mantendo rastreabilidade com os requisitos funcionais consolidados.
- **Arquitetura física**: traduz as funções em agrupamentos físicos por ambiente (CCO, salas técnicas centrais, salas técnicas de estações, via, material rodante, ambientes administrativos), com indicação de conjuntos e quantitativos de referência compatíveis com anteprojeto.

Além desses níveis, capítulos específicos aprofundam camadas ou subsistemas de maior relevância técnica, como CCO/ATS, sistema de comunicações, wayside, embarcado, estratégias de degradação e fallback, redundância, segurança funcional, cibersegurança, interfaces e requisitos de desempenho.

1.4 COERÊNCIA INTERNA E TRATAMENTO DE CONFLITOS

A existência de diferentes níveis de detalhamento exige uma regra de leitura que favoreça a coerência interna do documento. Para fins de interpretação sistemática, adota-se a seguinte hierarquia lógica entre os conteúdos aqui apresentados:

- visão de **arquitetura geral** do sistema;
- visão **funcional** por camada;
- visão **física** e quantitativos de referência;
- capítulos de **aprofundamento específicos** por camada ou subsistema.

Essa hierarquia orienta a interpretação integrada do documento, de forma que os aprofundamentos sejam entendidos como desdobramentos compatíveis dos princípios e funções previamente estabelecidos, e não como definições autônomas. Ela não deve ser utilizada para excluir elementos necessários à solução: a ausência de menção explícita a determinado componente ou função em um nível não implica, por si só, sua desnecessidade, sempre que tal elemento se mostrar requerido para o cumprimento

dos requisitos funcionais, de desempenho, de segurança ou de migração estabelecidos em documentos de requisitos e nesta arquitetura.

Na hipótese de divergência ou aparente conflito entre descrições presentes em diferentes capítulos, caberá às etapas subsequentes de engenharia, em especial o Projeto Básico, proceder à consolidação técnica, por meio de análise comparativa que:

- preserve a aderência às referências normativas aplicáveis e aos requisitos funcionais e de desempenho consolidados; e
- explicite, de forma rastreável, a justificativa técnica da solução adotada e o ganho associado em termos de desempenho operacional, segurança, disponibilidade, mantenabilidade, migração ou robustez da solução.

Dessa forma, este documento estabelece a referência arquitetural a ser utilizada como base de comparação e de aprofundamento, sem substituir a necessidade de decisões de engenharia devidamente justificadas nas fases posteriores de projeto.

1.5 GRANULARIDADE TÉCNICA PARA SUBSIDIAR ETAPAS POSTERIORES

A arquitetura física apresentada nos capítulos específicos define agrupamentos de equipamentos e conjuntos por ambiente e por camada, com quantitativos mínimos de referência compatíveis com o estágio de anteprojeto. Essa granularidade técnica tem por finalidade:

- fornecer base estruturada para o dimensionamento mais detalhado nas fases de Projeto Básico e Projeto Executivo;
- facilitar a identificação, em etapas posteriores, dos impactos técnicos de eventuais ajustes de solução em trechos, ambientes ou subsistemas específicos; e
- permitir que revisões localizadas de arranjos físicos ou funcionais possam ser avaliadas mantendo a rastreabilidade entre requisitos, funções e elementos físicos associados.

Os quantitativos e arranjos aqui apresentados devem, portanto, ser entendidos como referências para o desenvolvimento posterior de engenharia, passíveis de refinamento à medida que forem incorporados levantamentos de campo, estudos de implantação em ambiente brownfield e análises de integração com os demais sistemas do METRÔ-DF.

2. OBJETIVO

O presente documento estabelece a arquitetura conceitual, funcional e física do Sistema de Sinalização e Controle baseado em Comunicação – CBTC (Communication-Based Train Control) a ser implantado na Linha 1 do METRÔ-DF, incluindo os trechos existentes e as expansões de Samambaia e Ceilândia, bem como as interfaces com os pátios operacionais e com as frotas atuais e futuras.

A arquitetura aqui definida tem por finalidade traduzir, em nível de anteprojeto, os requisitos funcionais e de desempenho consolidados no Relatório de Requisitos Técnicos e Funcionais CBTC, estruturando o sistema em camadas (Supervisão Operacional, Wayside, Comunicação, Embarcada, Campo, Diagnóstico e Manutenção, Integração Externa e Suporte Operacional e Administrativo) e definindo os principais blocos lógicos e físicos que deverão ser desenvolvidos, detalhados e validados pelo Contratado no Projeto Básico e Executivo.

Este documento busca garantir rastreabilidade normativa às diretrizes da IEEE Std 1474.1-2025 (requisitos funcionais e de desempenho de sistemas CBTC), às normas CENELEC EN 50126/50128/50129 (RAMS e software de segurança), à IEC 62290 (arquitetura e princípios operacionais CBTC) e às normas de cibersegurança IEC 62443, de forma compatível com o modelo de contratação integrada e com a operação brownfield em ambiente com frota heterogênea e intertravamento existente.

A arquitetura proposta deve suportar a operação em regime de bloco móvel com headway mínimo alvo de 90 segundos, em níveis de automação até GoA4, preservando a continuidade do serviço durante a migração, a convivência com o sistema legado em bloco fixo e futuras expansões de capacidade da linha.

3. REFERÊNCIAS NORMATIVAS

A arquitetura CBTC do METRÔ-DF foi concebida observando, no mínimo, as seguintes referências normativas e boas práticas internacionais, que orientam a decomposição funcional do sistema, os requisitos de desempenho, a segurança funcional e a gestão de ciclo de vida:

Norma / Referência	Aplicação
IEEE 1474.1	Estabelece as funções mandatórias de ATP, ATO e ATS, os requisitos de operação em bloco móvel, critérios de desempenho (incluindo disponibilidade e headway) e comportamento em modos degradados e de fallback.
IEEE 1474.2	Define princípios para verificação, validação e ensaios do sistema, que serão detalhados em documentos específicos de testes e comissionamento.
IEEE 1474.3	Referência requisitos de interoperabilidade e interfaces entre subsistemas CBTC e será utilizada como base para a definição de interfaces internas (ICDs) e de possíveis cenários futuros de interoperabilidade.
IEC 62290	Estabelece princípios de arquitetura e níveis de automação aplicáveis a sistemas CBTC em ambiente metroviário.
EN 50126, EN 50128 e EN 50129	Definem o processo RAMS, requisitos de software e critérios de segurança funcional para subsistemas SIL2 a SIL4.
IEC 62443	Orienta a segmentação de redes, zonas e condutos de segurança, controle de acesso e requisitos de hardening aplicáveis à arquitetura de comunicações e ao ambiente de CCO.
IEEE 1471 / ISO 42010	Estabelece princípios e estrutura para descrição de arquiteturas de sistemas complexos, incluindo conceitos de stakeholders, pontos de vista e modelos, que serão utilizados como referência para organizar a arquitetura CBTC em camadas, componentes e interfaces ao longo deste documento e dos futuros Projetos Básico e Executivo.
IEEE 802.x e IEEE 1588	Padrões de redes Ethernet, WLAN e sincronismo temporal (PTP), aplicáveis à infraestrutura de rede de dados (backbone óptico, switches industriais e sincronismo

	distribuído).
IEEE Std 603	Adotado como referência de alto nível para filosofia de sistemas críticos e critérios de segurança, em especial no que se refere a independência, redundância, separação física e comportamento fail-safe, aplicados aqui por analogia à concepção dos subsistemas vitais (ATP wayside, ATP embarcado e intertravamento - SIL4) do CBTC.

As normas e recomendações listadas acima não esgotam o conjunto de referências a serem observadas; caberá ao Contratado demonstrar, no Projeto Básico, a conformidade da solução proposta com estas e outras normas pertinentes, mantendo a rastreabilidade de requisitos de segurança, desempenho e interoperabilidade.

4. PREMISSAS OPERACIONAIS

A arquitetura CBTC foi estruturada a partir de premissas operacionais específicas do METRÔ-DF, com foco na migração brownfield de um sistema em bloco fixo com ATO legado para um sistema em bloco móvel GoA4, em linha ramificada com entroncamento em Y na região de Águas Claras e frota heterogênea (Séries 1000, 2000 e futura 3000).

Principais premissas:

- Operação em regime de bloco móvel (*moving block*), com determinação de posição contínua e de alta resolução, independente de circuitos de via para separação nominal entre trens, utilizando detecção secundária (por exemplo, contadores de eixo) apenas como camada de apoio e *fallback*, em conformidade com a IEEE 1474.1-2025.
- Supervisão centralizada da circulação no CCO do METRÔ-DF, localizado em Águas Claras, por meio de subsistema ATS capaz de realizar rastreamento de trens, roteamento, gestão do entrelaçamento no Y e regulação automática de intervalos, execução de operação planejada, com metas de *headway* mínimo de 90 s e regularidade superior a 99%.
- Comunicação contínua, bidirecional e de alta disponibilidade entre trem e via, por meio de sistema de comunicação de dados (DCS) dedicado ao CBTC, admitindo soluções com enlace rádio terra-trem baseado em WLAN Wi-Fi industrial ferroviário, LTE ferroviário e/ou tecnologia Wireless semelhante, a serem definidas e justificadas no Projeto Básico, mantendo neutralidade tecnológica no anteprojeto.
- Alta disponibilidade e tolerância a falhas, com uso de arquiteturas redundantes (processamento e rede) de modo a garantir que falhas simples não tornem o sistema CBTC indisponível, em linha com as diretrizes de garantia do sistema (system assurance) da IEEE 1474.1-2025 e com as metas de disponibilidade estabelecidas para a modernização.
- Operação degradada controlada, com modos de *fallback* baseados em intertravamento eletrônico e detecção secundária de ocupação, preservando a segurança e permitindo continuidade de circulação sob capacidade reduzida em cenários de falha de comunicações, de zone controller ou do próprio CBTC.

- Separação clara entre funções vitais (ATP wayside, ATP embarcado, intertravamento e detecção secundária) e funções não vitais (ATO, ATS, sistemas de informação ao passageiro, bilhetagem e supervisão administrativa), refletida tanto na arquitetura funcional quanto na segmentação de redes e servidores.
- Independência e segmentação entre redes operacionais e corporativas, com zonas de segurança e firewalls industriais dedicados, garantindo que tráfego administrativo e de sistemas auxiliares não degrade o desempenho da DCS nem comprometa a integridade de mensagens vitais do CBTC.
- Capacidade de *fallback* operacional para modos assistidos e manuais (GoA2/GoA1) em trechos CBTC e em territórios não CBTC, assegurando transições seguras de entrada e saída de território CBTC, operação mista com trens não equipados e continuidade de serviço, inclusive durante toda a fase de migração.
- Irredutibilidade das funcionalidades atualmente existentes no sistema de sinalização e controle, incluindo métodos, modais de operação, rotinas operacionais e demais funcionalidades correlatas, admitindo-se sua substituição ou supressão somente quando houver evolução objetiva devidamente documentada, com ganho técnico ou operacional comprovado e aprovação formal do METRO-DF.

Essas premissas orientam as escolhas de arquitetura funcional, de segmentação por zonas de controle, de alocação de funções entre wayside e trem e de desenho da rede de comunicações, devendo ser retomadas e refinadas em cada capítulo específico (comunicações, wayside, embarcado, modos degradados, migração).

5. ARQUITETURA GERAL DO SISTEMA

A solução CBTC do METRÔ-DF é estruturada em múltiplas camadas funcionais integradas, de forma a separar responsabilidades vitais e não vitais, facilitar a migração em ambiente brownfield e permitir a evolução futura do sistema sem comprometer a segurança. As principais camadas da arquitetura são:

- Camada de Supervisão Operacional (ATS e demais aplicações de CCO).
- Camada de Comunicação (*backbone* óptico, switches, rede operacional e enlace rádio terra-trem).
- Camada Wayside (Zone Controllers, intertravamento e controladores de objeto).
- Camada de Campo – *Trackside* (AMVs, sinais, contadores de eixo, circuitos de via, THD, dispositivos locais).
- Camada Embarcada (unidades de bordo CBTC, odometria, rádios e interfaces com tração/freio/portas).
- Camada de Integração Externa (interfaces com energia, ventilação e outros sistemas operacionais críticos).
- Camada de Diagnóstico e Manutenção (MSS, logging CBTC, ferramentas de manutenção e suporte ao RAMS).
- Camada de Suporte Operacional e Administrativo (Servidor de Suporte Operacional e Administrativo CBTC, ferramentas de relatórios, planejamento, avaliação de desempenho e treinamento, bem como IHMs administrativas associadas).

A arquitetura adota separação explícita entre processamento vital (ATP wayside, ATP embarcado, intertravamento, detecção secundária) e supervisão/automação não vitais (ATS, ATO, diagnósticos, camada de Suporte Operacional e Administrativo e sistemas corporativos), suportada por segmentação de redes e servidores dedicados, em aderência às diretrizes de independência e redundância da IEEE 1474.1-2025, IEC 62290, EN 50126/128/129, IEC 62443 e IEEE Std 603.

A solução foi concebida para operar em bloco móvel com comunicação contínua trem-terra, admitindo, em nível de anteprojeto, alternativas de enlace rádio baseadas em Wi-Fi industrial ferroviário e/ou LTE ferroviário, a serem definidas no Projeto Básico

conforme a solução do contratado, desde que atendidos os requisitos de latência, jitter, perda de pacotes e disponibilidade estabelecidos para o CBTC.

A arquitetura suporta operação em níveis de automação até GoA4, convivência com trens não equipados ou com automação limitada, modos degradados baseados em intertravamento e detecção secundária, e expansão futura para novos pátios e trechos de linha, preservando a neutralidade tecnológica requerida para a contratação integrada.

A Camada de Integração Externa compreende as interfaces operacionais entre o CBTC e sistemas de infraestrutura que influenciam diretamente a segurança e a disponibilidade da circulação, como sistema de energia (SCADA de tração e auxiliares), sistemas de ventilação e exaustão e outros sistemas operacionais críticos, operando em domínio predominantemente operacional (OT) e integrado à rede operacional CBTC.

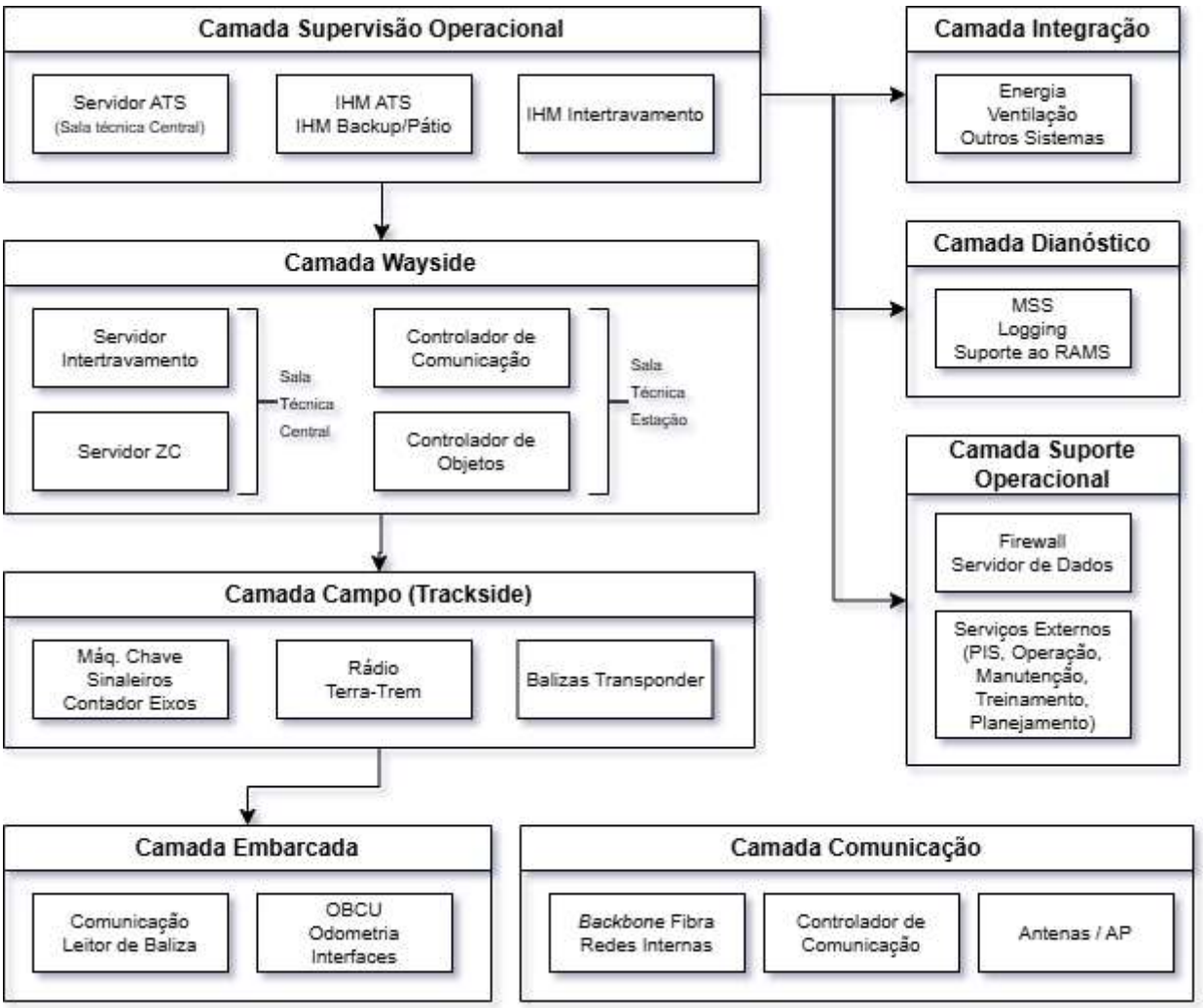
A Camada de Suporte Operacional e Administrativo congrega os serviços e aplicações responsáveis por consolidar dados operacionais e históricos, produzir relatórios e indicadores de desempenho, suportar atividades de planejamento e simulação operacional, disponibilizar ambiente de treinamento baseado em simulador e expor, de forma controlada, informações para outros sistemas do METRÔ-DF (como o sistema de Informação ao Passageiro – PIS – e sistemas corporativos), por meio de um Servidor de Suporte Operacional e Administrativo CBTC situado em zona segregada e protegido por firewalls industriais em relação ao ATS e às redes corporativa/Internet.

O diagrama geral da arquitetura ilustra a interação entre as camadas de Supervisão Operacional, Comunicação, Wayside, Campo, Embarcada, Integração Externa, Diagnóstico e Manutenção e Suporte Operacional e Administrativo, evidenciando os principais fluxos de informação e os limites entre domínios vitais e não vitais.

Neste diagrama, o CCO, por meio do ATS, mantém comunicação com os controladores de zona (ZC) e com o intertravamento via rede operacional, enquanto o DCS provê os enlaces determinísticos de dados entre ZCs e as unidades de bordo (OBCU/VOBC) através da infraestrutura rádio terra-trem e do backbone óptico redundante; os subsistemas de campo (AMVs, sinais, contadores de eixo e demais dispositivos) são comandados e supervisionados por controladores de objeto, integrados ao intertravamento e ao ZC.

A Camada de Suporte Operacional e Administrativo, por sua vez, recebe dados em tempo real e históricos do ATS, do MSS e dos servidores de logging, disponibilizando-

os a IHMs administrativas e a sistemas externos (como o PIS e ferramentas de BI) sem interferir na lógica vital de comando e proteção da circulação.



6. ARQUITETURA FUNCIONAL

A arquitetura funcional descreve a decomposição do sistema CBTC em camadas e blocos lógicos, com suas principais funções e interfaces, em alinhamento com o modelo de funções ATP, ATO, ATS e DCS definido na IEEE 1474.1-2025.

Cada camada funcional é implementada por um conjunto de equipamentos e aplicações que, em conjunto, garantem a separação segura de trens, a condução automática, a supervisão centralizada, a comunicação de dados, o suporte ao diagnóstico e à manutenção, a integração com demais sistemas e o suporte operacional e administrativo, mantendo a rastreabilidade com os requisitos funcionais consolidados no Relatório de Requisitos Técnicos.

6.1 CAMADA DE SUPERVISÃO OPERACIONAL

A Camada de Supervisão Operacional é responsável pelo gerenciamento global da operação ferroviária, concentrado no CCO, e corresponde, em grande medida, às funções ATS (Automatic Train Supervision) definidas na IEEE 1474.1-2025.

Principais componentes:

- Servidores e aplicações ATS.
- IHMs de operação (consoles do CCO), de supervisão e de manutenção.
- IHMs de intertravamento para operação degradada (fallback) local/centralizada.
- IHMs de operação do ATS e de intertravamento para o controle operacional do Pátio Águas Claras, integradas à rede operacional do ATS.
- IHMs de operação e de intertravamento em CCO Backup, integradas à rede operacional do ATS para contingência operacional em caso de indisponibilidade física do CCO principal.

Principais funções:

- Rastreamento de trens com base em informações do CBTC (posição, integridade, modo) e da detecção secundária em modos degradados.
- Gestão de circulação: estabelecimento de planos de serviço, roteamento de trens, comando de partidas, retorno, recolhimento e estratégias de injeção recolhimento de composições, considerando as necessidades da manutenção.

- Regulação automática: aplicação de estratégias de controle de headway, recuperação de atrasos e prioridade operacional no entroncamento em Y, em consonância com os requisitos de desempenho de headway mínimo e regularidade.
- Monitoramento em tempo real de estados do sistema (vias, rotas, AMVs, sinais, telecomunicações, material rodante sob CBTC) e geração de alarmes e informações operacionais em tempo real para o CCO.
- Interação com outros sistemas operacionais por meio da Camada de Integração Externa (energia, ventilação, intrusão e demais sistemas críticos), com recebimento e envio de estados e comandos, a fim de garantir a operação metroviária com segurança de pessoas e equipamentos.
- Integração em tempo real com a Camada de Suporte Operacional e Administrativo, que, a partir do Servidor de Suporte, expõe informações e históricas a sistemas como PIS, BI, planejamento, avaliação e treinamento, e recebe mensagens de comandos operacionais, de forma segregada da rede operacional.

O ATS é considerado não vital, mas essencial para a performance operacional e para a gestão de modos degradados; em falhas de ATS, a arquitetura prevê recursos de *fallback* via intertravamento e operação local/assistida, mantendo a segurança sob responsabilidade dos subsistemas vitais wayside/embarcados.

O ATS deverá prover uma interface controlada para recepção de solicitações operacionais oriundas de aplicações de apoio à decisão, planejamento ou automação supervisionada, inclusive aquelas instaladas na Camada de Suporte Operacional e Administrativo. Essa interface deverá limitar-se a comandos previamente parametrizados e com o escopo funcional das IHMs de operação, tais como retenção temporária de composições em plataforma, aplicação de estratégias de contingência e ajustes controlados de plano de serviço.

As solicitações recebidas por essa interface deverão trafegar em canal autenticado, auditável e segregado da lógica vital do sistema, sendo submetidas aos mesmos mecanismos de validação, checagem de consistência, verificação de permissões e regras de segurança aplicáveis às demais interfaces operacionais. A execução do comando somente poderá ocorrer quando os ATS validar a segurança, permanecendo sob responsabilidade exclusiva da equipe de operação a decisão final sobre seu acionamento, inclusive quanto à exigência de confirmação humana, quando aplicável.

O registro integral da origem, dos parâmetros, dos comandos, da decisão e dos efeitos de cada ação deverá ser mantido em logs de operação, de modo a garantir rastreabilidade e auditoria.

6.2 CAMADA DE COMUNICAÇÃO

A camada de Comunicação provê a infraestrutura de transporte de dados para o CBTC, incluindo o *backbone* de rede e o enlace rádio terra-trem, e é responsável por garantir que as mensagens vitais e não vitais sejam entregues dentro dos requisitos de latência, jitter, perda de pacotes e disponibilidade definidos para o sistema.

Principais componentes:

- Backbone óptico redundante, em topologia de anel ou equivalente, com switches industriais e roteadores compatíveis com QoS e segmentação lógica (VLANs).
- Rede operacional dedicada ao CBTC, segregada da rede corporativa e de outros sistemas por firewalls industriais e zonas de segurança conforme IEC 62443.
- Infraestrutura rádio terra-trem, baseada em pontos de acesso Wi-Fi industriais distribuídos ao longo da via e estações, e/ou estações rádio LTE ferroviárias, e/ou ainda qualquer outra tecnologia de Transmissão de dados Wireless com cobertura projetada para garantir handover contínuo e comunicação bidirecional permanente com os trens.

Principais funções:

- Transporte determinístico das mensagens entre os ZCs, o ATS e as unidades de bordo (OBCU/VOBC), incluindo telegramas de *Movement Authority*, perfis de velocidade, relatórios de posição, integridade e comandos operacionais.
- Segmentação de redes por domínios (operacional vital, supervisão, manutenção, corporativo), com políticas de QoS que priorizem o tráfego CBTC e mecanismos de failover automático para manutenção da disponibilidade em falhas de enlace ou equipamentos.
- Sincronização temporal de alta precisão entre elementos críticos do sistema, por meio de protocolos como IEEE 1588 (PTP), garantindo coerência de registros, logs e análise de eventos.

A arquitetura mantém neutralidade quanto à tecnologia de rádio (Wi-Fi e/ou LTE), desde que a solução proposta no Projeto Básico demonstre conformidade com os

requisitos de desempenho, segurança e cibersegurança estabelecidos, e permita operação em modo sombra durante a migração.

6.3 CAMADA WAYSIDE

A camada Wayside concentra as funções vitais de proteção da circulação, correspondentes ao ATP de via e ao intertravamento de rotas, em conformidade com a IEEE 1474.1-2025 e com os níveis de segurança SIL4 das normas EN 50126/128/129.

Principais componentes:

- Zone Controllers (ZC) – responsáveis pelo processamento ATP wayside, cálculo contínuo da Movement Authority (MA) e gestão da separação segura entre trens dentro de cada zona de controle.
- Intertravamento eletrônico (CBI) – responsável pelo estabelecimento, travamento e proteção de rotas, controle de AMVs e sinais e prevenção de movimentos conflitantes.
- Controladores de Objeto (OC) – interfaces locais com AMVs, sinais, contadores de eixo, circuitos de via e demais equipamentos de via.
- Controladores de Comunicação (CC) – interfaces locais com os equipamentos de rádio Terra-Trem, conforme a arquitetura de comunicação adotada.

Principais funções:

- Cálculo e atualização contínua da MA e do Movement Authority Limit para cada trem, com base na posição segura, nas condições de rota, nas restrições temporárias de velocidade e nos estados de ocupação, garantindo que o limite de autorização permaneça antes de qualquer ponto de perigo.
- Gestão da separação segura entre trens (Safe Train Separation), incluindo tratamento de trens não comunicantes ou não equipados com CBTC por meio da detecção secundária.
- Estabelecimento e travamento de rotas, controle de AMVs e sinais, prevenção de conflitos de rota e suporte a funcionalidades operacionais específicas (como rotas por chamada e zonas de trabalho), segundo filosofia a ser detalhada no Projeto Básico.
- Suporte a modos degradados de operação, em que o intertravamento e a detecção secundária assumem papel central na proteção de movimentos,

permitindo continuidade de serviço com capacidade reduzida em falhas do CBTC.

A distribuição física e lógica dos ZCs e do intertravamento deverá considerar a topologia da Linha 1, inclusive o entroncamento em Y de Águas Claras e os pátios, garantindo resiliência a falhas de comunicação e viabilidade de implantação em ambiente *brownfield*.

6.4 CAMADA DE CAMPO – TRACKSIDE

A Camada de Campo compreende os equipamentos instalados em via, pátios e estações que executam ações físicas sobre a infraestrutura ou fornecem informação de presença, posição e estado para os subsistemas vitais de via (intertravamento, detecção secundária e ZC), sem implementar, em si, lógica vital complexa.

Principais componentes da camada de campo incluem:

- Aparelhos de Mudança de Via (AMVs), incluindo acionamentos, sensores de posição e dispositivos de travamento mecânico.
- Sinais laterais e indicadores luminosos, utilizados para proteção de entradas em regiões de conflito, suporte à operação degradada e à operação mista.
- Dispositivos de detecção secundária de ocupação (circuitos de via, contadores de eixo) e sensores associados a pontos críticos, como zonas de fouling de AMVs e áreas de convergência.
- Dispositivos de retenção e proteção de zonas de trabalho (THD e equivalentes), atuando como barreira de software/hardware para impedir a concessão de Permissão de Movimento para áreas protegidas.
- Outras entradas e saídas de campo relevantes para o CBTC, como contatos de portas de plataforma, sensores de presença em túneis, sinalizações locais de manutenção, entre outros, na medida em que influenciem permissões de rota ou restrições operacionais.

A camada de campo é comandada e supervisionada por controladores de objeto e pelo intertravamento, que implementam a lógica vital de estabelecimento de rotas e proteção de conflitos; o CBTC utiliza os estados provenientes dessa camada como insumo para o cálculo da Movement Authority e para a manutenção da separação

segura entre trens, especialmente em modos degradados e em cenários de operação mista.

6.5 CAMADA EMBARCADA

A camada Embarcada é responsável pela execução das funções ATP e ATO no trem, incluindo determinação de posição, processamento vital de proteções de movimento, condução automática e interação com os sistemas do material rodante, em alinhamento com a IEEE 1474.1-2025.

Principais componentes:

- Unidade de Controle Embarcada CBTC (OBCU/VOBC), incluindo processamento vital e não vital.
- Subsistema de comunicação embarcado (rádio Wi-Fi/LTE, antenas redundantes, comutadores de rede de bordo).
- Subsistema de posicionamento e odometria (sensores de velocidade, encoders, acelerômetros e leitor de balizas e/ou outras referências absolutas).
- Interfaces com sistemas do trem como tração, freio, portas, pneumáticos, energia auxiliar, sistemas de bordo (TCMS, registros de dados, IHM, sonorização, PIS), entre outros.

Principais funções:

- Determinação de posição e velocidade de forma contínua e verificável, com correções periódicas por referências absolutas de via, permitindo que a posição utilizada para funções vitais atenda aos requisitos de integridade e desempenho.
- Recepção e gestão da Movement Authority e das restrições associadas, cálculo de curvas de frenagem segura e aplicação de proteções de velocidade e movimento, garantindo que o trem se mantenha dentro dos limites autorizados.
- Execução das funções de condução automática (ATO), incluindo controle de aceleração, frenagem, parada precisa em plataforma, cumprimento de horários e estratégias de regulação definidas pelo ATS, com níveis de automação até GoA4.
- Ajuste e atuação, em tempo real, das curvas e comandos de aceleração e frenagem, a fim do cumprimento do desempenho comandado pelo MA.

- Comunicação bidirecional contínua com os ZCs e com o ATS via DCS, incluindo o envio de mensagens constantes de posição, integridade, modo e alarmes, e o recebimento de comandos operacionais e atualizações de MA.

A arquitetura embarcada deve suportar a convivência com o sistema existente em regime de dual fitment, quando aplicável, e comutação segura entre modos de controle antigo e CBTC durante a migração, preservando a continuidade de serviço e a segurança da operação brownfield.

A instalação dessa camada deve considerar as particularidades da frota 1000, frota 2000 e futura frota 3000. A instalação do CBTC nas frotas 1000 e 2000 não pode regredir nas funcionalidades hoje instaladas, cujo ATP/ATO em operação já realiza, de forma segura, operações de aceleração e frenagem, abertura e fechamento de portas, cumprimento de curva de desempenho imposto, emissão de PA automático e atualização do painel digital (frota 2000). A instalação do CBTC na frota 3000 deve operar nativamente em GoA4, inclusive convivendo com as demais frotas ou em sistema degradado.

6.6 CAMADA DE INTEGRAÇÃO EXTERNA

A Camada de Integração Externa abrange as interfaces entre o CBTC e outros sistemas operacionais críticos do METRÔ-DF que não fazem parte do núcleo de sinalização e controle, mas que influenciam diretamente a disponibilidade e a segurança da circulação.

Principais sistemas integrados:

- Sistema de energia (SCADA de tração e auxiliares), para envio ao ATS e ao intertravamento de estados de seccionadoras, alimentadores e zonas desenergizadas, bem como recebimento de comandos quando houver intertravamento lógico entre energia e rotas.
- Sistemas de ventilação, exaustão e climatização de túneis e estações, que podem utilizar informações de ocupação, posicionamento e estados de operação do CBTC para acionar cenários de emergência e de contingência.
- Outros sistemas operacionais de infraestrutura que, por suas condições, restrinjam ou condicionem permissões de movimento e rotas (por exemplo, sistemas de detecção de fumaça, sistemas de controle de portas de plataforma e sistemas de emergência).

A Camada de Integração Externa opera em domínios predominantemente operacionais (OT), integrados à rede operacional CBTC e mantidos segregados das funções vitais por redes e gateways específicos, seguindo princípios de cibersegurança e segmentação de zonas estabelecidos pela IEC 62443 e pelas diretrizes internas de TI/OT do METRÔ-DF.

As integrações com sistemas de informação ao passageiro, aplicativos móveis e sistemas corporativos administrativos não devem ocorrer diretamente a partir desta camada, mas sim por meio da Camada de Suporte Operacional e Administrativo, que expõe dados consolidados pelo Servidor de Suporte, mantendo a rede operacional CBTC isolada de acessos corporativos e da Internet.

O desenho das interfaces da Camada de Integração Externa deve assegurar que a troca de informações com sistemas de infraestrutura não introduza dependências indevidas das funções vitais em sistemas externos, preservando a filosofia de segurança, a independência de canais e a possibilidade de operação segura mesmo em caso de falhas nesses sistemas integrados.

6.7 CAMADA DE DIAGNÓSTICO E MANUTENÇÃO

A camada de Diagnóstico e Manutenção provê os recursos necessários para monitorar o estado de saúde dos subsistemas CBTC, registrar dados operacionais e de falhas, e apoiar as atividades de manutenção corretiva, preventiva e preditiva, em consonância com os requisitos de *logging* e evidências da IEEE 1474.1-2025.

Principais componentes:

- Sistema de suporte à manutenção (MSS) e ferramentas de análise de eventos.
- Servidores de *logging* e armazenamento de registros CBTC (trem e terra).
- IHMs de manutenção, consoles de diagnóstico e interfaces para extração de logs.

Principais funções:

- Coleta, armazenamento e disponibilização de registros de eventos e alarmes do CBTC (comunicações entre subsistemas, mudanças de estado, falhas, comutações de modo, degradações), com sincronização temporal adequada para reconstrução de incidentes.
- Monitoramento remoto de equipamentos wayside, embarcados e de comunicação, com geração de alarmes e indicadores de desempenho (MTBF,

MTTR, disponibilidade) que alimentem os processos de RAMS e de melhoria contínua.

- Suporte às estratégias de manutenção (corretiva, preventiva e, quando aplicável, preditiva), incluindo integração com sistemas corporativos de gestão de manutenção, conforme diretrizes a serem detalhadas em documentos específicos.

Esta camada é considerada não vital, porém essencial para garantir os níveis de disponibilidade e manutenibilidade requeridos, e deve ser projetada considerando as restrições de cibersegurança, segmentação de acesso e rastreabilidade de intervenções.

Os dados e indicadores gerados por esta camada devem alimentar o módulo de diagnóstico e KPIs do ATS e o Servidor de Suporte Operacional e Administrativo CBTC, conforme descrito nos capítulos de Arquitetura do CCO/ATS e de Suporte Operacional e Administrativo.

6.8 CAMADA DE SUPORTE OPERACIONAL E ADMINISTRATIVO

A Camada de Suporte Operacional e Administrativo congrega os serviços e aplicações responsáveis por consolidar dados operacionais online e históricos do CBTC, produzir relatórios e indicadores de desempenho, apoiar atividades de planejamento e simulação operacional, prover ambiente de treinamento baseado em simulador e disponibilizar, de forma controlada, informações para sistemas externos autorizados do METRÔ-DF, como o sistema de Informação ao Passageiro (PIS) e demais sistemas corporativos.

Essa camada deverá ser implementada em zona segregada, com infraestrutura própria de estações de trabalho, protegida por firewalls, DMZs e demais mecanismos de segurança definidos na arquitetura de cibersegurança. O Servidor de Suporte Operacional e Administrativo CBTC poderá ser instalado na sala técnica do CCO e deverá funcionar como repositório consolidado de dados operacionais e históricos, sem acesso direto à lógica vital do ATS, ao intertravamento ou à rede CBTC vital. As interfaces com sistemas externos deverão ser controladas, auditáveis e limitadas aos dados e funções expressamente autorizados.

Principais componentes:

- Servidor de Suporte Operacional e Administrativo CBTC, responsável por consolidar dados em tempo real e históricos provenientes do ATS, do MSS, dos

servidores de *logging* e de outros subsistemas, armazenando-os em bases próprias para consulta, relatórios, dashboards, simulações, serviços de dados e interface de comandos externos.

- IHMs administrativas de relatórios e suporte à supervisão, que disponibilizam ao Supervisor/Coordenação, em tempo real, indicadores de desempenho, intervalos, estratégias ativas, planejamentos gravados e recursos de reprodução histórica (player) de períodos anteriores de operação, sem acesso direto à rede operacional CBTC.
- IHMs administrativas de manutenção analítica, localizadas em áreas de gestão de manutenção (fora do CCO), voltadas à análise de falhas e alarmes, indicadores de confiabilidade (MTBF, MTTR) e demais métricas de RAMS, consumindo dados consolidados pelo Servidor de Suporte a partir do MSS e dos logs.
- IHMs de planejamento e avaliação operacional, dotadas de ferramentas para elaboração, simulação e comparação de cenários de plano de serviço, tabelas horárias e estratégias de operação, com capacidade de registrar planos aprovados no ATS por meio de interfaces controladas, com autenticação, trilha de auditoria e mecanismos de aprovação.
- IHMs de treinamento (estações de instrutor e de aluno), conectadas a um ambiente de simulação que replica o comportamento do sistema implantado e utiliza dados operacionais reais (logs) para composição de cenários de treinamento, estudos de caso e ensaios de conduta, com arquitetura instrutor/aluno que permita a condução, acompanhamento e avaliação de sessões de treinamento.
- Interfaces de dados para sistemas corporativos do METRÔ-DF, incluindo o sistema interno de Informação ao Passageiro (PIS), aplicativos móveis, ferramentas de BI e outros sistemas de apoio, bem como para a infraestrutura de TI responsável por rotinas de backup e, quando requerido, replicação de bases de dados. Tais interfaces podem ser implementadas por meio de APIs, serviços web ou visões específicas de banco de dados em modo leitura, com autenticação e controle de acesso.

Principais funções:

- Consolidação de dados operacionais e históricos do CBTC (incluindo posição de trens, intervalos, estados de equipamentos, alarmes e eventos relevantes) em

repositórios adequados para consulta, geração de relatórios, dashboards e análises de desempenho, segregados da base de dados de produção do ATS.

- Disponibilização de informação em tempo real e histórica para IHMs administrativas de supervisão, planejamento, manutenção e treinamento, bem como para sistemas externos (PIS, sistemas corporativos, BI e outros), por meio de interfaces padronizadas e segregadas da rede operacional, como APIs, serviços web ou consultas SQL controladas a bancos de dados dedicados.
- Suporte às atividades de planejamento operacional, por meio de ferramentas que permitam a construção e simulação de planos de serviço, o registro de versões de planejamento e a submissão de planos aprovados ao ATS por canais específicos, sem comprometer a segurança operacional.
- Suporte às atividades de treinamento de operadores, supervisores e demais usuários, por meio de um simulador que replique a interface e o comportamento do sistema CBTC implantado, incluindo a capacidade de carregar situações reais a partir de registros históricos e de expandir o número de estações de treinamento mediante instalação de clientes em estações de trabalho de mercado autorizadas.
- Exposição controlada de dados do CBTC para o sistema interno de Informação ao Passageiro (PIS) e demais sistemas corporativos do METRÔ-DF, permitindo que esses sistemas deixem de se conectar diretamente à sinalização e passem a consumir dados consolidados do Servidor de Suporte, com filtragem, autenticação e monitoramento adequados.
- Suporte à integração com a infraestrutura de TI do METRÔ-DF para fins de backup e, quando requerido, replicação de bases de dados, por meio de mecanismos padrão de mercado (agentes de backup, ferramentas do SGBD, replicação lógica), viabilizando rotinas automatizadas de cópia e retenção sem necessidade de intervenção do fornecedor do CBTC.
- Disponibilização de uma interface de comandos externos ao ATS, por meio da qual aplicações de apoio à decisão, planejamento ou inteligência artificial possam submeter pedidos de comando operacional parametrizados (como retenção temporária de trens em plataformas, aplicação de estratégias de contingência predefinidas ou ajustes de plano entre outros), devidamente autenticados, registrados e encaminhados em tempo real ao ATS para validação e execução, em escopo idêntico ao das IHMs de operação. Nessa interface, a

responsabilidade pela decisão final e pela segurança das ações permanece com o ATS e com a equipe de operação, que poderá exigir confirmações humanas para determinados comandos, conforme filosofia a ser detalhada no Projeto Básico.

As IHMs desta camada devem ser implementadas sobre equipamentos e sistemas operacionais de mercado, sem bloqueios de hardware ou software, sem limitação de licenças (quantitativo de equipamentos), de forma a permitir substituição, ampliação, realocação e virtualização conforme as necessidades do METRÔ-DF.

6.9 DIAGRAMAS FUNCIONAIS DA ARQUITETURA

Além da visão em camadas apresentada no Capítulo 4, a arquitetura CBTC é ilustrada por diagramas funcionais que representam, de forma simplificada, os principais fluxos de informação entre os componentes de supervisão, via, comunicação e bordo.

Esses esquemas não têm o objetivo de reproduzir fielmente a separação em camadas, mas sim de evidenciar “quem se comunica com quem” em processos-chave do sistema, como a circulação normal, a detecção de posicionamento do trem e o alinhamento de rotas, facilitando o entendimento operacional e de interfaces.

6.9.1 Diagrama funcional geral

O diagrama funcional geral apresenta a interação de alto nível entre o ATS, os Zone Controllers (ZC), o intertravamento, o sistema de comunicação de dados (DCS) e as unidades de bordo CBTC, incluindo os principais fluxos de comandos e de realimentação (Movement Authority, relatórios de posição, estados de rota, estados de ocupação).

A partir desse diagrama, é possível visualizar como as funções ATP, ATO, ATS e DCS se articulam na operação nominal: o ATS define o plano de circulação e emite comandos operacionais, os ZCs calculam e atualizam a Movement Authority com base na posição dos trens e no estado do intertravamento, o DCS garante o transporte das mensagens e as unidades de bordo executam a condução automática e as proteções de velocidade.

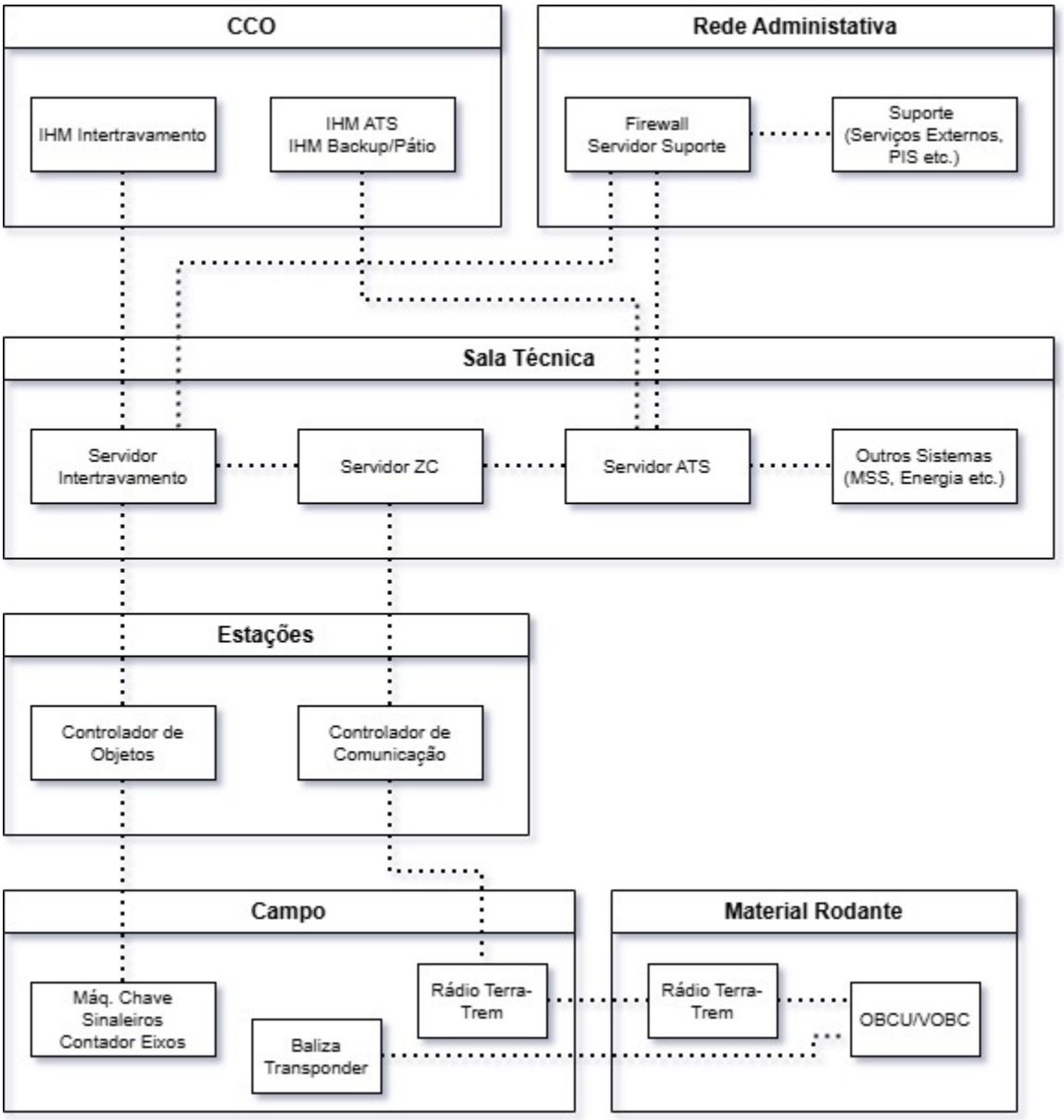


Diagrama funcional geral da arquitetura CBTC, mostrando as principais conexões entre CCO, Rede Administrativa, ATS, ZC, intertravamento, campo e bordo CBTC.

6.9.2 Diagrama funcional – detecção de posicionamento

O diagrama funcional de detecção do posicionamento do trem detalha a cadeia de localização a bordo, contemplando odometria, referências absolutas em via (balizas e/ou outros marcos), processamento na unidade de bordo e validações, Zone Controller, ATS, CCO, Outros Sistemas e Suporte.

Este esquema evidencia como a posição estimada e corrigida é utilizada como insumo vital para o cálculo da Movement Authority e como eventuais falhas de leitura ou

inconsistências de posição são tratadas por meio de degradação operacional, em conformidade com a IEEE 1474.1-2025.

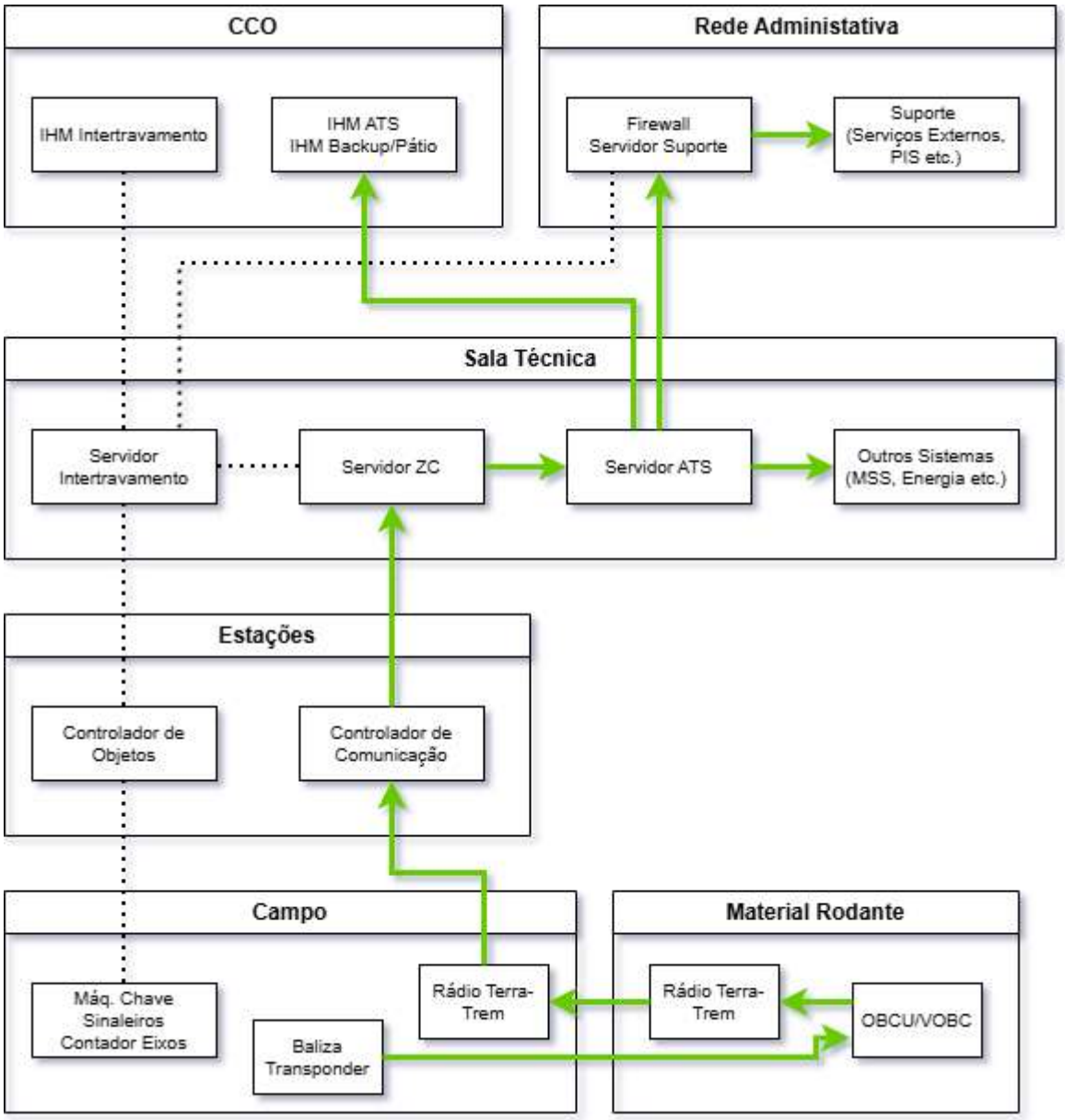


Diagrama funcional da detecção de posicionamento do trem, ilustrando a interação entre unidade de bordo CBTC, rede sem fio, Zone Controller, ATS, CCO, Outros Sistemas e Suporte

6.9.3 Diagrama funcional – alinhamento de rota

O diagrama funcional de alinhamento de rota representa a interação entre o ATS, o intertravamento, os controladores de objeto e o ZC no processo de solicitação,

estabelecimento, travamento e liberação de rotas, incluindo a atualização das permissões de movimento associadas.

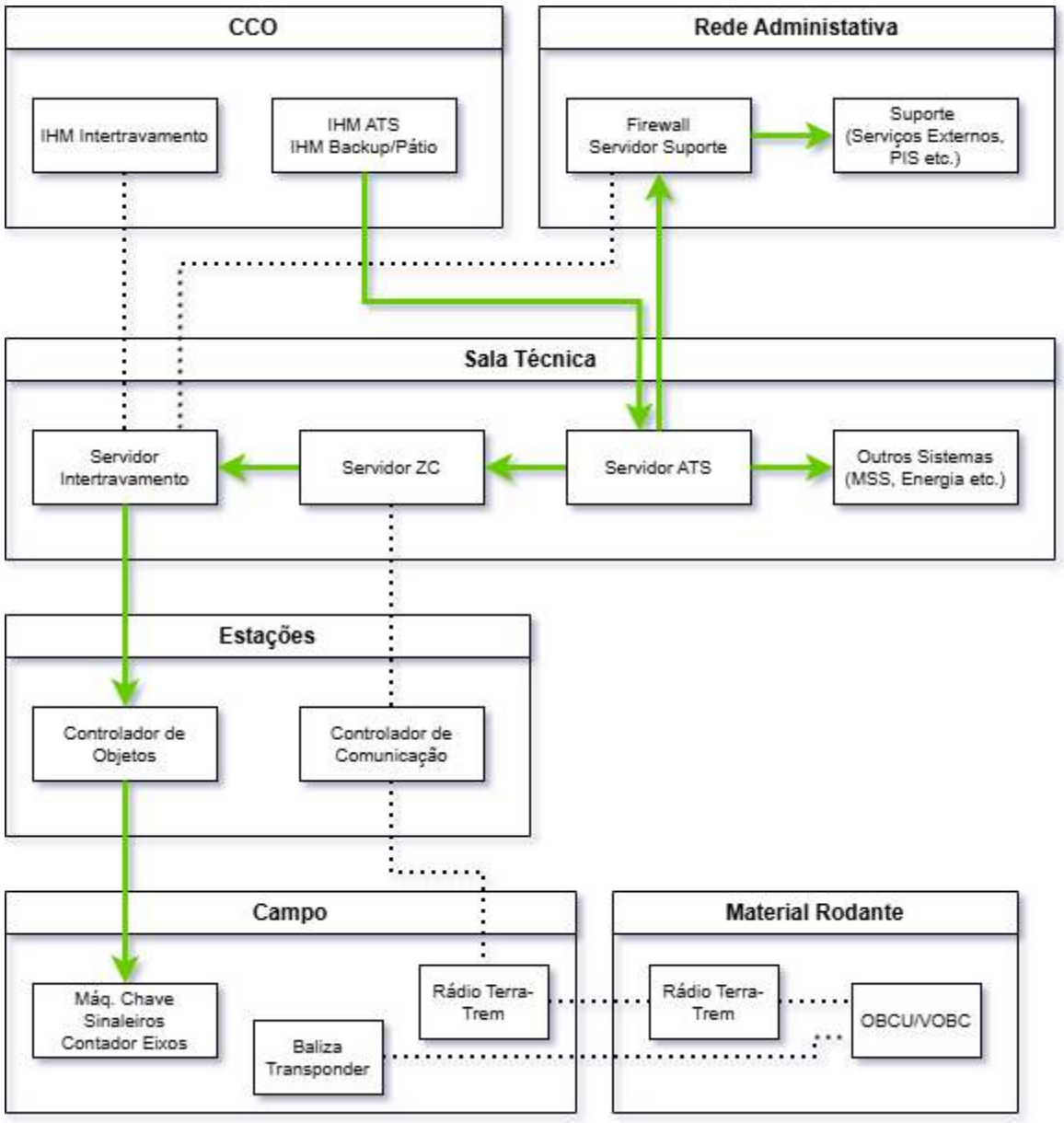


Diagrama funcional do alinhamento de rota, mostrando o fluxo entre ATS, Zone Controller, intertravamento e controladores de objeto para estabelecimento e liberação de rotas. Inclui também a informação para os Outros Sistemas e Suporte.

7. ARQUITETURA FÍSICA

A arquitetura física descreve como os principais componentes do sistema CBTC são distribuídos nos ambientes do METRÔ-DF – CCO, salas técnicas centrais e de estações, campo, material rodante e ambientes administrativos de suporte – em nível compatível com anteprojeto. O objetivo é estabelecer, ao mesmo tempo, uma visão clara de funções e agrupamentos físicos e um pré-dimensionamento mínimo de equipamentos, de forma a subsidiar a estimativa de custos e o planejamento de implantação em ambiente brownfield, sem engessar as soluções detalhadas que serão desenvolvidas no Projeto Básico e Executivo.

Todas as IHM e os servidores das funções operacionais, de supervisão, diagnóstico e apoio administrativo deverão ser baseados em hardware de mercado, com arquitetura aberta e nativamente virtualizável, sem bloqueios de *software* ou *hardware*, nem dependência de componentes proprietários que limitem sua manutenção, substituição, ampliação ou evolução tecnológica.

7.1 CENTRO DE CONTROLE OPERACIONAL (CCO)

O CCO constitui o núcleo central de supervisão e gerenciamento operacional, onde se concentram as funções de ATS, supervisão CBTC, regulação e gestão de incidentes. Do ponto de vista físico, o CCO deve abrigar as funções operacionais de supervisão, regulação e resposta a ocorrências, permanecendo as funções administrativas, analíticas, de planejamento e treinamento em ambiente segregado de suporte operacional e administrativo.

A arquitetura deverá prever, adicionalmente, postos de controle operacionais remotos: localizado no Pátio Águas Claras, para gestão do pátio; e CCO Backup, com alocação a ser definido em projeto, conectado à rede operacional do ATS, destinado à supervisão e ao gerenciamento dos trens. Esse ambiente deverá permitir a assunção da supervisão e do controle operacional do sistema em caso de impedimento físico, evacuação, obras, sinistro ou outra indisponibilidade da sala principal do CCO, sem constituir processamento central independente do ATS, mas sim posto alternativo de operação da mesma arquitetura de supervisão.

As IHMs operacionais devem permanecer no CCO e nos postos operacionais remotos, vinculadas diretamente às funções de ATS, supervisão e regulação do tráfego,

enquanto as IHMs administrativas devem ser instaladas em locais próprios da Camada de Suporte Operacional e Administrativo, conectadas por rede segregada e interfaces controladas. Essa separação física e lógica reduz o risco de interferência cruzada entre funções operacionais e não operacionais e preserva a organização do sistema.

7.1.1 Dimensionamento de referência

Consoles e IHMs (referência de anteprojeto):

- Console Supervisão CCO
  - 1x IHM do ATS (visão global da linha) para Supervisão.
  - 1x IHM do intertravamento (rotas, AMVs, sinais) para Supervisão.
  - 1x IHM de manutenção/diagnóstico (MSS, logs CBTC, alarmes técnicos) para apoio à manutenção em tempo real no ambiente operacional.
- Console Tráfego CCO
  - 2x IHMs do ATS para condução da operação em tempo real.
  - 1x IHM do intertravamento dedicada à operação de rotas e modos degradados.
- Console Auxiliares CCO
  - 1x IHM de controle geral de sistemas auxiliares (painéis, CFTV, sistemas de emergência etc.).
- Posto de Controle no Torre Pátio Águas Clara
  - 2x IHMs do ATS para condução da operação em tempo real.
  - 1x IHM do intertravamento dedicada à operação de rotas e modos degradados.
- CCO Backup
  - 2x IHMs do ATS para condução da operação em tempo real.
  - 1x IHM do intertravamento dedicada à operação de rotas e modos degradados.

Configuração mínima: 13x IHMs do ATS/intertravamento, mantidas na rede operacional do ATS, com sistema intercambiável entre elas e controle de acessos por perfil.

7.2 SUPORTE OPERACIONAL

A Camada de Suporte Operacional e Administrativo abriga as IHMs voltadas a atividades não operacionais, incluindo manutenção analítica, planejamento, simulação, avaliação operacional e treinamento. Essas estações devem ser instaladas em ambiente segregado do CCO, com acesso ao Servidor de Suporte Operacional e Administrativo CBTC por rede administrativa, sem acesso direto à rede operacional vital.

7.2.1 Dimensionamento de referência – Suporte Operacional

IHMs de suporte (referência de anteprojeto):

- 2x IHMs de manutenção analítica.
- 2x IHM de planejamento e avaliação.
- 2 IHMs de treinamento.

Configuração mínima: 6 IHMs de suporte, mantidas na rede administrativa, com sistema intercambiável entre elas.

O dimensionamento definitivo poderá ser refinado no Projeto Básico, conforme a solução tecnológica adotada e a organização final dos espaços administrativos.

7.3 SALA TÉCNICA CENTRAL

A Sala Técnica Central concentra os equipamentos de processamento do sistema CBTC em nível de linha, incluindo controladores vitais (ZC, controladores auxiliares de linha e intertravamento), infraestrutura de rede (backbone óptico, DCS, sincronismo temporal) e servidores centrais não vitais, em especial o sistema de ATS/supervisão e o Servidor de Suporte Operacional e Administrativo CBTC. A organização física e lógica dessa sala deve refletir a separação entre os domínios vital, operacional e de suporte, conforme estabelecido na arquitetura geral, na arquitetura de comunicação e na segmentação de redes.

Do ponto de vista funcional, a Sala Técnica Central deve:

- concentrar os servidores do ATS/supervisão CBTC e a infraestrutura de rede operacional associada, que suportam a Camada de Supervisão Operacional (CCO/ATS);

- alojar os equipamentos responsáveis pelo controle vital da circulação (intertravamento, ZCs, controladores auxiliares), em arranjos que garantam segregação entre canais redundantes e entre zonas de controle;
- abrigar o Servidor de Suporte Operacional e Administrativo CBTC e os demais componentes centrais da Camada de Suporte Operacional e Administrativo, conectados ao servidor ATS para obtenção dos dados em tempo real e à rede administativa em zona segregada.

A implementação da Sala Técnica Central deve respeitar as restrições de espaço, alimentação, climatização, aterramento e infraestrutura existentes, bem como as necessidades de convivência com o sistema legado ao longo da migração brownfield. O arranjo físico deverá favorecer a manutenção preventiva e corretiva, minimizando a necessidade de desligamentos para intervenção e evitando, sempre que possível, a realização de atividades intrusivas em equipamentos em operação.

As interconexões com redes corporativas e demais ambientes de TI devem ocorrer exclusivamente por meio de equipamentos de borda instalados na Sala Técnica Central (firewalls, roteadores, dispositivos de segurança), conectados ao domínio de suporte e às DMZs definidas na arquitetura de cibersegurança, sem trânsito direto de tráfego corporativo na rede operacional CBTC ou nos domínios vitais.

7.3.1 Dimensionamento de referência – Sala Técnica Central

Para fins de anteprojeto, considera-se a seguinte configuração de referência em termos de **conjuntos de equipamentos** de processamento e rede na Sala Técnica Central:

- **Domínio vital (proteção de movimento)**
  - 1 conjunto de processamento do intertravamento eletrônico (unidades redundantes e módulos de E/S vitais).
  - 5 conjuntos de processamento de Zone Controllers (ZC), distribuídos por região de controle (Tronco, entroncamento em Y, Ramal Samambaia, Ramal Ceilândia, pátios).
- **Domínio operacional (supervisão CBTC)**
  - 1 conjunto de servidores centrais de ATS/supervisão CBTC (módulos de aplicação e bancos de dados operacionais e históricos do ATS) e equipamentos de rede operacional associados ao ATS/supervisão (rede de backbone e elementos de sincronismo temporal do domínio operacional).

- **Domínio de suporte operacional e administrativo**
  - 1 conjunto de processamento do Servidor de Suporte Operacional e Administrativo CBTC (mínimo 2 nós lógicos redundantes), dedicado à consolidação de dados operacionais em tempo real e históricos, simulação, treinamento, relatórios e interfaces de dados/comandos externos.
  - 1 conjunto de equipamentos de rede de suporte e de fronteira (elementos de rede da camada de suporte, firewalls industriais e roteadores associados às DMZs de integração com redes corporativas e infraestrutura de TI).
- **Domínio de comunicação (DCS/backbone/sincronismo)**
  - 1 conjunto de equipamento DCS/backbone/sincronismo (controladores do DCS, controladores de rádio/pontos de acesso centralizados quando aplicável, elementos de backbone e servidores de tempo PTP), com redundancia.

Os “conjuntos” acima representam grupos funcionais de equipamentos necessários por domínio, sem vincular o anteprojeto a uma quantidade específica de bastidores, racks ou unidades físicas, que será definida no Projeto Básico conforme a solução tecnológica de mercado adotada. Caberá ao Projeto Básico detalhar:

- como esses conjuntos serão distribuídos fisicamente em bastidores, painéis ou outros arranjos;
- a separação física entre canais redundantes e entre domínios (vital, operacional, suporte);
- a arquitetura de alimentação redundante por circuitos independentes;
- os critérios de acesso físico e de segurança para cada conjunto de equipamentos, em consonância com a política de cibersegurança e de controle de acessos do METRÔ-DF.

Esses quantitativos servem como base para estimativa de infraestrutura e de capacidade de processamento e comunicação em nível de anteprojeto, permanecendo sujeitos a refinamento à medida que o Projeto Básico incorporar levantamentos mais detalhados da condição existente e das necessidades de expansão.

7.4 SALAS TÉCNICAS DE ESTAÇÕES

Cada estação deve concentrar, em sua sala técnica, os equipamentos locais de DCS, controladores de objeto (OCs) e controladores de comunicação (CC), responsáveis pela interface entre o backbone CBTC e os equipamentos de campo daquela região.

As salas técnicas abrigarão os switches de acesso, conversores óptico–elétricos, controladores de objetos de via (AMVs, sinais, contadores de eixo, circuitos de via) e, quando aplicável, unidades locais do DCS (pontos de acesso Wi-Fi, unidades rádio LTE, elementos de cabo radiante), devendo ser dimensionados considerando acessibilidade para manutenção, dissipação térmica e segurança física.

7.4.1 Dimensionamento de referência – Salas Técnicas de Estações

A Linha 1 em cenário futuro considera 34 estações, incluindo as estações em obras (104 e ONO) e expansões Samambaia e Ceilândia.

Configuração mínima por estação (ou agrupamento equivalente):

- 1 conjunto DCS local – switches de acesso, conversores, elementos rádio/antena ou interfaces para cabo radiante.
- 1 conjunto OC – controladores de objeto e módulos de I/O para AMVs, sinais, contadores de eixo, circuitos de via e demais equipamentos de campo da área.
- 1 conjunto CC – controladores de comunicação quando necessários como elementos intermediários entre o backbone e os subsistemas de aplicação.

Total de referência:

- 34 conjuntos de estação DCS, OC e CC.

O Projeto Básico poderá consolidar ou subdividir armários em função de restrições locais, desde que preserve as funções e interfaces previstas nesta arquitetura física.

7.5 CAMPO – OBJETOS DE VIA E INFRAESTRUTURA RÁDIO

A infraestrutura de campo compreende os equipamentos instalados ao longo da via, em estações e pátios – máquinas de chave, sinais, circuitos de via, contadores de eixo, balizas, dispositivos de retenção e elementos de comunicação rádio – que interagem diretamente com o intertravamento, os ZCs e o DCS. Esses elementos são fundamentais para a implementação das funções vitais de proteção de movimento e das funções de comunicação trem-terra, devendo ser projetados para operação em ambiente ferroviário (túnel/superfície), com requisitos de robustez, EMC e manutenibilidade compatíveis com as normas aplicáveis.

7.5.1 Máquinas de chave (MCH) e objetos intertravados

A arquitetura CBTC considera a substituição de todos as máquinas de chave sinalizadas existentes e integração com o novo intertravamento, incluindo áreas de estacionamento e o entroncamento em Y de Águas Claras.

Dimensionamento de referência:

- Aproximadamente 100 máquinas de chave (MCH) sinalizadas, sendo 84 MCH modelo Sab-Wabco M3 e 16 MCH Siemens S700k, distribuídos na via principal, pátios, manobras, estacionamentos e prolongamentos.
- Estima-se a 12 novas máquinas de chave a serem adicionadas nas expansões Ceilândia e Samambaia.

Cada MCH deve ser comandada e supervisionada individualmente pelo intertravamento, por meio de controladores de objeto (OC) e interfaces vitais SIL4, garantindo que qualquer movimento de chave esteja sujeito às mesmas verificações de segurança aplicáveis às rotas em que se insere.

7.5.2 Balizas / transponders

As balizas/transponders compõem a camada de referências absolutas de via, utilizadas para correção da odometria embarcada e suporte à precisão de parada, em linha com os requisitos de localização da IEEE 1474.1-2025.

Considerando:

- 48 km de via total (sendo 10 km em túneis).
- 70 plataformas (33 estações com 2 e estação CLA com 4)
- Aproximadamente 105 km de linha férrea onde balizas podem ser instaladas (incluindo vias principais, ramais, desvios e pátios).

Critério de anteprojeto:

- Espaçamento nominal de referência de 200 m entre balizas ao longo da via; e
- 5 balizas extras por plataforma, para permitir precisão na parada do trem.

Estimativa de referência:

- 105.000 m / 200 m ≈ 525 balizas.
- 70 x 5 = 350 balizas.
- Totalizando 875 balizas.

7.5.3 Contadores de eixo / detecção secundária de ocupação

A detecção secundária de ocupação deverá ser implementada, preferencialmente, por contadores de eixo, organizada em blocos de via, para suportar rastreamento de trens, proteção de movimentos em modos degradados, operação mista e atividades de manutenção, mantendo fronteiras físicas da Movement Authority mesmo em caso de falha de comunicação ou de perda da localização contínua.

Critério de anteprojeto:

- Segmentação da via em blocos com comprimento de referência de 500 m ao longo dos 48 km de linha.
- 1 bloco adicional por plataforma.
- 50 blocos adicionais para pátios de estacionamento e manutenção.

Estimativa de referência:

- Blocos de linha: 48.000 m / 500 m ≈ 96 blocos.
- Blocos em estações: 70 plataformas = 70 blocos.
- Blocos em pátios: 50 blocos.

Total:

- ≈ 216 blocos de detecção secundária.

O quantitativo e posição exata dos blocos será definida no Projeto Básico, especialmente em zonas críticas como o Y, pátios e intersecções complexas.

7.5.4 Antenas / pontos de acesso rádio (Wi-Fi / LTE)

O enlace rádio terra-trem é responsável por transportar mensagens vitais e não vitais entre as unidades de bordo e os ZCs/ATS, devendo atender aos requisitos de latência, jitter, cobertura, continuidade de serviço e disponibilidade definidos para a arquitetura CBTC.

Para fins de anteprojeto, considera-se uma extensão aproximada de 48 km de via, dos quais cerca de 38 km estão em superfície e 10 km em túneis. Nessa condição, a solução baseada em Wi-Fi industrial ferroviário pode ser estimada, preliminarmente, com pontos de acesso ou antenas distribuídos a cada 300 m em superfície e a cada 200 m em túneis, resultando em referência da ordem de 180 pontos de serviço para a Linha 1, considerando ainda a densificação em áreas críticas.

Caso a solução adotada seja LTE ferroviário, a referência preliminar pode ser dimensionada por sites com espaçamento aproximado de 1 km ao longo da linha, o que conduz a uma ordem de grandeza de aproximadamente 50 sites para todo o sistema. A definição efetiva entre Wi-Fi, LTE ou solução híbrida deverá ser consolidada no Projeto Básico, permanecendo os quantitativos acima apenas como base para estimativa preliminar de custo e infraestrutura rádio.

7.6 EMBARCADO – VISÃO FÍSICA E QUANTITATIVOS

A arquitetura embarcada contempla as unidades de controle CBTC, rádios, sensores de odometria, leitores de baliza e interfaces com sistemas dos trens (tração, freio, portas, pneumático, elétrico, emergência, iluminação entre outros) das composições das Séries 1000, 2000 e futura 3000. Fisicamente, esses componentes se distribuem em armários de equipamentos embarcados, truques e cabeceiras dos carros, respeitando restrições de espaço, compatibilidade eletromagnética e requisitos de segurança funcional. O Relatório de Requisitos considera frota total de 47 composições (32 atuais + 15 novos trens).

7.6.1 Dimensionamento de referência – Embarcado

Por composição equipada com CBTC, assume-se como referência por cabine de comando, totalizando 2 conjuntos por trem:

- 1 unidades de controle embarcada CBTC (OBCU/VOBC) com arquitetura de redundância definida pelo fornecedor
- 1 conjunto rádio/antenas CBTC (Wi-Fi/LTE) com canais redundantes, compatível com o DCS de terra.
- 1 conjunto de odometria redundante (sensores de roda/encoders e processamento associado).
- 1 leitor de baliza/transponder.

Para 47 composições, sendo 20x frota 1000, 12x frota 2000 e 15x frota 3000 (aquisição futura):

- 94 unidades de controle OBCU/VOBC.
- 94 conjuntos rádio/antenas CBTC.
- 94 conjuntos de odometria redundante.
- 94 leitores de baliza/transponder.

Os arranjos físicos específicos por série de frota, interfaces com sistemas existentes e eventuais diferenças entre frotas retrofitadas e frota nativa CBTC deverão detalhados no Projeto Básico, com a possibilidade de ajuste no quantitativo de trens a serem atualizados, conforme disponibilidade do METRÔ-DF.

7.7 QUANTIFICAÇÃO – RESUMO PARA ANTEPROJETO

A tabela a seguir consolida os principais elementos físicos do sistema CBTC e seus quantitativos de referência em nível de anteprojeto, servindo como base para a planilha de custos e para a validação de ordem de grandeza com o mercado.

Item	Critério de dimensionamento	Quantitativo de referência
CCO		
IHMs (ATS/Intertravamento)	CCO: 7x IHMs T-PAC: 3x IHMs CCO Backup: 3x IHMs	13 IHMs
Sala técnica central		
Conjunto intertravamento	1 conjunto central redundante	1 Conjunto
Conjunto servidores ATS/CBTC	Servidores centrais (ATS e base operacional/histórica)	1 Conjunto
Conjunto Servidor de Suporte Operacional e Administrativo CBTC	Servidores redundantes para dados consolidados, relatórios, planejamento, simulação, treinamento e interfaces externas	1 conjunto
Conjuntos ZC	Tronco, Y, Samambaia, Ceilândia, Pátios	5 conjuntos
Conjuntos DCS / *backbone* / sincronismo	DCS + *backbone* + PTP	1 conjunto
Ambientes administrativos de suporte		
IHMs administrativas COTS	Estações de trabalho: manutenção analítica, planejamento, avaliação e treinamento instrutor/aluno	6 IHMs

Salas técnicas estação		
Conjunto DCS	1 por estação (34 estações)	34 conjuntos
Conjunto OC	1 por estação	34 conjuntos
Conjunto CC	1 por estação	34 conjuntos
Campo		
Máquinas de chave (MCH)	Inventário atual + expansões	≈ 112 MCH
Balizas/transponders	105 km / 200 m + densificação	≈ 875 balizas
Blocos de detecção secundária	Blocos de linha: ≈ 96 blocos. Blocos em plataformas: = 70 blocos. Blocos em pátios: 50 blocos.	≈ 216 blocos
Campo – rádio		
Pontos de serviço Wi-Fi	300 m em superfície + 200 m em túnel	≈ 180 pontos
Sites LTE ferroviário	1 por km (48 km)	≈ 50 sites
Embarcado (47 trens)		
Unidades CBTC embarcadas (OBCU/VOBC)	2 por composição	94 unidades
Conjuntos rádio/antenas CBTC	2 por composição	94 conjuntos
Conjuntos de odometria redundante	2 por composição	94 conjuntos
Leitores de baliza/transponder	2 por composição	94 unidades

Esses quantitativos deverão ser revisados e refinados nas próximas fases (Projeto Básico e Executivo), à medida que forem consolidados o levantamento detalhado de MCH e equipamentos de via por domínio, os critérios finais de espaçamento de balizas e blocos de detecção, os estudos de cobertura Wi-Fi/LTE, as soluções embarcadas por série de frota e o detalhamento do ambiente de Suporte Operacional e Administrativo (localização física dos servidores na Sala Técnica Central, dimensionamento definitivo de IHMs administrativas e de capacidade de processamento e armazenamento).

8. ARQUITETURA DO CONTROLE CENTRALIZADO (CCO/ATS)

Este capítulo descreve a arquitetura lógica e a organização operacional do subsistema de controle centralizado do METRÔ-DF, composto pelo Centro de Controle Operacional (CCO) e pelo sistema de Supervisão Automática de Trens (ATS – Automatic Train Supervision), correspondente à Camada de Supervisão Operacional da arquitetura CBTC. São abordadas as funções do ATS, suas interfaces com os Zone Controllers (ZC) e com o intertravamento, bem como a organização das IHMs estritamente operacionais no CCO; funcionalidades administrativas, de planejamento, simulação, treinamento e análise avançada são tratadas na Camada de Suporte Operacional e Administrativo e não fazem parte do escopo deste capítulo.

8.1 VISÃO FUNCIONAL DO SISTEMA CENTRAL

O sistema central de supervisão (CCO/ATS) é responsável pelo gerenciamento global da circulação da Linha 1, incluindo tronco, ramais, pátios e o entroncamento em Y de Águas Claras, em alinhamento com as funções de ATS definidas na IEEE 1474.1-2025.

A arquitetura do sistema central deverá possuir, além da operação a partir do CCO principal, a existência de posto alternativo de contingência e de posto operacional dedicado a pátio, ambos integrados à mesma arquitetura de supervisão ATS. Nesse contexto, deverá ser previsto um CCO Backup, destinado à continuidade da supervisão e do controle em caso de indisponibilidade física do CCO principal, e um posto de controle do Pátio Águas Claras, voltado à gestão local das manobras e movimentações do pátio, sem ruptura da unicidade lógica do sistema central.

Em termos funcionais, o ATS deve:

- rastrear, em tempo real, a posição, o modo de operação, estados em geral e a integridade dos trens sob CBTC, combinando informações recebidas dos ZCs e da detecção secundária em modos degradados;
- gerir a circulação e o carrossel, estabelecendo rotas operacionais por meio do intertravamento, controlando injeção e recolhimento de composições, retornos, trocas de via e manobras em pátios, sempre respeitando as restrições vitais do sistema;
- aplicar estratégias de regulação de intervalo (headway) e/ou tabela horária, inclusive com tratamento específico do entroncamento em Y, de forma a

preservar a capacidade e a regularidade do tronco, considerando a operação com frota heterogênea (GoA4, GoA 3 e GoA2+);

- lidar, utilizando estratégias de contorno e tomadas de decisão, com degradações e ocorrências operacionais, a fim garantir o menor impacto e melhor recuperação e aderência ao planejamento operacional.

O ATS é logicamente não vital, porém essencial para o desempenho operacional, coordenação de modos degradados e suporte à tomada de decisão no CCO; a segurança da circulação permanece assegurada pelos subsistemas vitais wayside/embarcados (ATP, intertravamento, detecção secundária).

8.2 INTEGRAÇÃO ATS–ZC–INTERTRAVAMENTO

A integração entre ATS, ZCs e intertravamento deve seguir uma distribuição clara de responsabilidades, refletindo a separação entre funções de supervisão não vitais e funções vitais de proteção de movimento.

- **ATS**
  - recebe dos ZCs informações consolidadas de ocupação de zonas, modos de operação, falhas e restrições relevantes;
  - gera comandos operacionais de alto nível, tais como pedidos de rota, alteração de destinos, ajustes de plano de serviço, aplicação de estratégias de regulação e de contingência;
  - aplica bloqueios operacionais (por exemplo, zonas de trabalho, reservas operacionais) que, quando aceitos, se traduzem em restrições de rota e MA no nível vital.
- **Zone Controllers (ZC)**
  - recebem do ATS instruções operacionais e parâmetros de circulação (destinos, modos, perfis de marcha, estratégias válidas), aplicando-as na geração e atualização contínua das Movement Authorities;
  - retornam ao ATS o estado de circulação (posições, modos, ocupação de zonas, falhas locais) em formato adequado à supervisão e regulação.
- **Intertravamento eletrônico**
  - controla o estabelecimento e travamento de rotas, o comando de AMVs e sinais e a prevenção de movimentos conflitantes;

- fornece a ATS e ZCs as informações vitais de estados de rotas, chaves, ocupação e bloqueios, que condicionam a concessão de Movement Authority e a execução de comandos operacionais;
- recebe pedidos de rota oriundos do ATS (ou, em modos degradados, de postos locais) e decide pela sua aceitação de acordo com as condições de segurança.

As interfaces ATS–ZC e ZC–intertravamento devem ser detalhadas no projeto básico e executivo, contemplando estruturas de telegramas, periodicidades, tratamento de falhas de comunicação e critérios de degradação, em consonância com o capítulo de Interfaces entre Subsistemas.

8.3 ARQUITETURA LÓGICA DO CCO/ATS

A arquitetura lógica do CCO/ATS organiza os serviços de supervisão em módulos ou funções bem definidos, que podem ser implementados em uma ou mais aplicações, observada a separação entre Camada de Supervisão Operacional e Camada de Suporte Operacional e Administrativo. No escopo da Camada de Supervisão Operacional, o ATS deve contemplar, no mínimo:

- **Módulo de rastreamento de trens (Train Tracking)**
  - Responsável por consolidar dados de posição, velocidade, integridade e modo de operação dos trens, apresentando-os em sinóticos de linha, ramais, pátios e entroncamentos, com identificação clara de cada composição.
- **Módulo de gestão de circulação e roteamento (Train Routing)**
  - Responsável por gerenciar pedidos de rota, injeção e recolhimento de trens, mudanças de via, movimentações em pátios e comandos de bloqueio/desbloqueio operacional, emitindo solicitações ao intertravamento e recebendo o retorno de sua execução.
- **Módulo de regulação (Headway/Schedule Regulation)**
  - Responsável por aplicar estratégias de regulação orientadas a headway e/ou tabela horária, com capacidade de selecionar modos de regulação, definir parâmetros (intervalos alvo, tolerâncias, prioridades) e refletir, na operação, ajustes em perfis de marcha, tempos de parada e ordem de passagem em pontos críticos como o Y de Águas Claras.

- **Módulo de alarmes e eventos**
  - Responsável por coletar, priorizar, apresentar e registrar alarmes e eventos operacionais provenientes do CBTC e de sistemas integrados, com categorização, exigência de reconhecimento de alarmes críticos e suporte à correlação básica, de forma a evitar sobrecarga de informação ao operador.
- **Módulo de supervisão de estados e diagnósticos operacionais**
  - Responsável por apresentar o estado de componentes relevantes (vias, rotas, AMVs, sinais, comunicação, trens) e indicadores operacionais essenciais (por exemplo, intervalo corrente entre trens em pontos chave, ocupação de pátios), com foco na tomada de decisão em tempo real.

Módulos de planejamento, simulação, análise histórica detalhada e geração de relatórios avançados são executados na Camada de Suporte Operacional e Administrativo, utilizando dados consolidados e interfaces específicas com o ATS, e são descritos em capítulo próprio.

8.4 POSTOS OPERACIONAIS REMOTOS

A arquitetura do CCO/ATS deverá prever, além do CCO principal, postos operacionais remotos autorizados, compreendendo, no mínimo, o posto operacional do Pátio Águas Claras e o CCO Backup, ambos conectados à mesma rede operacional do ATS e integrados ao mesmo núcleo lógico de supervisão.

O posto operacional do Pátio Águas Claras deverá ser destinado prioritariamente à supervisão e ao gerenciamento das manobras, injeção, recolhimento, estacionamento e demais movimentações internas do pátio, atuando como extensão funcional da supervisão centralizada e preservando a aderência às regras operacionais aplicáveis aos acessos entre pátio e via principal. Sua atuação deverá se restringir, em condição nominal, ao domínio operacional do pátio e às suas interfaces imediatas com a circulação da linha.

O CCO Backup deverá constituir ambiente operacional fisicamente segregado da sala principal de controle, apto a assegurar a continuidade da supervisão e do controle operacional do sistema em situações de impedimento físico, evacuação, obra, sinistro, manutenção crítica da sala principal ou outra condição que inviabilize a utilização do CCO principal. Esse ambiente deverá operar como posto alternativo de contingência da

mesma arquitetura de supervisão, sem constituir instância independente de processamento central do ATS.

A solução deverá assegurar que o CCO principal, o CCO Backup e o posto operacional do Pátio Águas Claras permaneçam vinculados ao mesmo domínio operacional e às mesmas bases de dados operacionais e históricas do ATS, preservando unicidade lógica, coerência de estado, sincronismo de telas, consistência de alarmes, identidade de representação operacional e rastreabilidade integral das ações executadas a partir de qualquer terminal autorizado.

A existência desses postos remotos não deverá implicar duplicação autônoma de funções de supervisão, bases paralelas, divergência de estados ou concorrência não arbitrada entre comandos. A arquitetura deverá, portanto, prever mecanismos formais de arbitragem de comandos, controle de sessão, registro de assunção de posto, bloqueio lógico de conflitos operacionais e identificação inequívoca do terminal, do usuário e da autoridade operacional ativa em cada momento.

A amplitude de comando disponível em cada IHM operacional deverá ser definida por autenticação individual, perfil de acesso e regras de autorização operacional, e não pela localização física do terminal. Assim, a utilização de uma IHM no CCO Backup ou no posto do Pátio Águas Claras não deverá, por si só, restringir ou ampliar escopos de comando, cabendo ao sistema aplicar as permissões compatíveis com o perfil funcional do agente autenticado e com as regras vigentes de assunção operacional.

Como diretriz geral, os operadores alocados no posto do Pátio Águas Claras deverão atuar, em condição nominal, com foco prioritário no domínio operacional do pátio e em suas interfaces imediatas com a circulação da linha. Já o CCO Backup deverá permanecer apto a assumir, quando necessário, a supervisão operacional do sistema em abrangência equivalente à do CCO principal, observadas as permissões atribuídas aos usuários autenticados e os procedimentos formais de transferência de autoridade operacional.

Todas as autenticações, transferências de autoridade, comandos relevantes, confirmações, reconhecimentos de alarmes, mudanças de sessão e eventos associados à assunção ou liberação de postos deverão permanecer registrados de forma íntegra e rastreável, com identificação do usuário, do terminal utilizado, da data e do horário correspondente, para fins de auditoria, investigação de ocorrências e reconstrução histórica da operação.

8.5 IHMS E ORGANIZAÇÃO OPERACIONAL

As IHMs associadas à Camada de Supervisão Operacional devem ser instaladas no CCO e em postos operacionais remotos autorizados (Pátio Águas Claras e CCO Backup), dedicando-se exclusivamente às funções de operação, supervisão e resposta a ocorrências, em conformidade com a segregação física e lógica estabelecida na arquitetura física. As principais premissas são:

- **Separação entre IHMs operacionais e IHMs administrativas**
    - IHMs de operação e supervisão (consoles de tráfego, supervisão e apoio à manutenção em tempo real) permanecem no CCO e postos operacionais, ligadas diretamente à rede operacional do ATS.
    - IHMs de natureza administrativa (análise de desempenho, planejamento, simulação, treinamento, manutenção analítica) são alocadas em ambientes próprios de Suporte Operacional e Administrativo e conectam-se ao Servidor de Suporte Operacional e Administrativo CBTC, não ao ATS de produção.
- **Organização lógica das telas operacionais**
    - sinóticos principais por tronco, ramais e pátios, com representação clara do entroncamento em Y e de pontos críticos;
    - janelas dedicadas a alarmes/eventos, estados de sistemas de apoio relevantes à operação e indicadores operacionais essenciais;
    - navegação rápida entre níveis de detalhe (visão global, segmento, estação, trem), preservando a consciência situacional do operador.
- **Gestão de alarmes nas IHMs operacionais**
    - apresentação priorizada de alarmes críticos, importantes e informativos;
    - exigência de reconhecimento (acknowledge) para alarmes críticos;
    - mecanismos de agrupamento/correlação que reduzam tempestades de alarmes, preservando, contudo, o registro individual completo para fins de auditoria.

O processo de projeto das IHMs deve prever ciclos iterativos com a equipe de operação do CCO (protótipos, testes em ambiente simulado, validações formais), de forma a adequar a organização das informações à prática operacional do METRÔ-DF e às regras definidas nos capítulos de Filosofia Operacional e Regulação.

8.6 INTERFACES COM PLANEJAMENTO, SIMULAÇÃO E REPRODUÇÃO HISTÓRICA

Do ponto de vista da Camada de Supervisão Operacional, o ATS deve disponibilizar interfaces lógicas para que módulos de planejamento, simulação, treinamento e reprodução histórica, implementados na Camada de Suporte Operacional e Administrativo, possam consumir dados operacionais e submeter, quando aplicável, comandos parametrizados ao ambiente de produção.

Principais diretrizes:

- exportação de dados operacionais e históricos em formato adequado (por exemplo, fluxos de eventos, estados de trens, indicadores de intervalo e rotas aplicadas), por meio de interfaces definidas com o Servidor de Suporte Operacional e Administrativo CBTC;
- possibilidade de reprodução histórica (playback) em ambiente segregado, utilizando dados extraídos do ATS, sem interferência na operação em tempo real;
- possibilidade de simulação e treinamento utilizando uma imagem funcional do ATS e das IHMs, operando em regime isolado, com uso de modelos e dados extraídos do sistema de produção, mas sem conexão ativa com a rede operacional CBTC;
- canal específico para submissão de comandos operacionais parametrizados oriundos de aplicações de apoio à decisão ou planejamento, executadas na Camada de Suporte, limitado ao escopo equivalente ao das IHMs de operação e sujeito à validação, regras de segurança e confirmação da equipe do CCO.

Este capítulo define, de forma geral, as diretrizes necessidades funcionais e de interface do CCO/ATS em relação a essas funcionalidades; a arquitetura, os componentes físicos e os detalhes de implementação de planejamento, simulação, treinamento e análise histórica são descritos no capítulo de Suporte Operacional e Administrativo.

9. SUPORTE OPERACIONAL E ADMINISTRATIVO CBTC

Este capítulo descreve a Camada de Suporte Operacional e Administrativo do sistema CBTC do METRÔ-DF, responsável por consolidar dados operacionais e históricos, apoiar o planejamento e a avaliação da operação, prover ambiente de simulação e treinamento, suportar análises de manutenção e disponibilizar, de forma controlada, informações para sistemas corporativos. Trata-se de camada não vital, logicamente segregada da Camada de Supervisão Operacional (CCO/ATS) e dos subsistemas vitais, embora dependente de dados por eles fornecidos.

9.1 FINALIDADE E ESCOPO DA CAMADA

A Camada de Suporte Operacional e Administrativo tem por finalidade:

- consolidar, em repositório próprio, e disponibilizar em tempo real dados operacionais online e históricos provenientes do ATS, dos ZCs, do intertravamento, do DCS e dos sistemas de diagnóstico e manutenção;
- disponibilizar ferramentas de relatórios, indicadores de desempenho, análise operacional, manutenção analítica, planejamento e simulação, de forma segregada do ambiente de produção;
- prover ambiente de planejamento, de treinamento, de avaliação operacional e de reprodução histórica baseado em dados reais, sem interferir na operação em tempo real.

As funcionalidades desta camada destinam-se a supervisores, planejadores, analistas de operação, equipes de manutenção e áreas corporativas, não constituindo ferramentas de controle direto da circulação, que permanecem sob responsabilidade do CCO/ATS.

9.2 ARQUITETURA LÓGICA E COMPONENTES PRINCIPAIS

A arquitetura lógica de Suporte Operacional e Administrativo organiza-se em torno de um Servidor de Suporte Operacional e Administrativo CBTC, instalado na Sala Técnica Central, conectado à rede de Supervisão Operacional e às redes administrativas em zona segregada. Os principais componentes são:

- **Servidor de Suporte Operacional e Administrativo CBTC**

    - Responsável por receber, consolidar, armazenar e disponibilizar dados em tempo real e históricos provenientes do ATS, do MSS, dos servidores de logging e de outros subsistemas, mantendo bases específicas para consultas, relatórios, dashboards, simulações, treinamento e serviços de dados via diversos protocolos estruturados (API, REST, SQL etc.), integração em tempo real (OPC UA, MQTT, WebSocket etc.) e outros que se fizerem necessários (ODBC, SOAP etc.).

- **IHMs administrativas de operação e desempenho**
    - Estações de trabalho localizadas em áreas de operação e coordenação, voltadas à visualização de indicadores de desempenho, intervalos, estratégias aplicadas, mapas de calor de atrasos e outros elementos de apoio à gestão tática e estratégica.
- **IHMs administrativas de manutenção analítica**
    - Estações de trabalho em áreas de manutenção, focadas na análise de falhas, alarmes, tendências de MTBF/MTTR, disponibilidade por subsistema e demais métricas de RAMS, alimentadas pelos dados consolidados no Servidor de Suporte.
- **IHMs de planejamento, simulação e avaliação**
    - Estações voltadas à construção, simulação e comparação de cenários de plano de serviço, tabelas horárias, estratégias de regulação e cenários de expansão, bem como à avaliação de resultados.
- **IHMs de treinamento (instrutor e aluno)**
    - Estações conectadas ao ambiente de simulação, que replica o comportamento do sistema CBTC, permitindo condução de sessões de treinamento em cenários normais, perturbados e de incidente, com avaliação estruturada das respostas da equipe.
- **Interfaces de dados para sistemas corporativos**
    - Conectores e serviços de dados para sistemas de Informação ao Passageiro (PIS), ferramentas de BI, aplicativos internos e demais sistemas autorizados, bem como para rotinas de backup e, quando aplicável, replicação em infraestrutura de TI.

9.3 FUNCIONALIDADES PRINCIPAIS

9.3.1 Relatórios e indicadores de desempenho

O Servidor de Suporte deve consolidar informações suficientes para geração de relatórios e indicadores relativos à operação sob CBTC, incluindo, no mínimo:

- intervalos médios e extremos em trechos e estações selecionadas;
- regularidade, pontualidade em relação a planos ou tabelas horárias e tempos de recuperação de perturbações;
- utilização de frota, ocupação de pátios e estatísticas de uso de rotas e manobras;
- estatísticas de modos degradados e incidentes relevantes.

Esses relatórios e indicadores devem ser acessíveis por IHMs administrativas adequadas, sem acesso direto à lógica de controle do ATS ou a comandos de circulação.

9.3.2 Manutenção analítica e suporte a RAMS

A partir dos dados provenientes da camada de Diagnóstico e Manutenção (MSS, servidores de *logging*), a camada de Suporte deve disponibilizar ferramentas para:

- análise de falhas e alarmes por subsistema, localização, horário e criticidade;
- cálculo e acompanhamento de MTBF, MTTR, disponibilidade e outros indicadores de confiabilidade/manutenibilidade;
- identificação de tendências de degradação e apoio à definição de planos de manutenção preventiva e preditiva.

A integração com sistemas corporativos de gestão de manutenção deve ser implementada por interfaces específicas, mantendo a segregação entre ambiente CBTC e ambiente corporativo.

9.3.3 Planejamento e simulação operacional

A camada de Suporte deve prover um simulador operacional offline, utilizando o modelo de rede, as regras de controle e parâmetros de desempenho do ATS para avaliar cenários de operação. Esse simulador deve permitir, entre outros:

- testar tabelas horárias, estratégias de regulação e regras de priorização, incluindo o tratamento do entroncamento em Y;

- avaliar cenários de expansão (novas estações, extensões de ramal, novos pátios) e alterações de configuração;
- simular falhas de trens, ZCs, comunicações, intertravamento ou energia, e respectivos modos degradados, com análise de impactos em capacidade, intervalos e tempos de recuperação.

O simulador deve operar desacoplado do sistema em produção, executando no Servidor de Suporte Operacional e Administrativo CBTC, com acesso a partir de IHMs administrativas de planejamento e simulação.

9.3.4 Treinamento com simulador

O sistema deve prover um modo de treinamento em que IHMs do CCO (ou réplicas dedicadas) possam ser conectadas ao simulador em vez do sistema real, de forma a capacitar operadores e supervisores em ambiente controlado. Esse modo deve permitir:

- definição de cenários de treinamento e scripts de exercícios;
- injeção de falhas e incidentes simulados;
- avaliação de desempenho da equipe (tempos de reação, aderência a procedimentos, decisões tomadas);
- congelar, retroceder e repetir cenários a partir de pontos específicos no tempo.

As funcionalidades de treinamento devem permanecer em ambiente lógico segregado, de modo que qualquer falha, carga de processamento ou uso indevido no simulador não impacte a operação em tempo real.

9.3.5 Reprodução histórica (playback)

A camada de Suporte deve oferecer ferramentas de reprodução histórica baseadas em logs operacionais, permitindo reconstruir a evolução de eventos e estados durante ocorrências específicas. Essas ferramentas devem:

- reproduzir, em linha do tempo navegável, posições de trens, estados de rotas, AMVs, sinais, alarmes e comandos;
- sincronizar dados provenientes do ATS, ZCs, intertravamento, DCS e MSS com precisão temporal adequada;
- apoiar análises de incidentes, auditorias, reuniões de lições aprendidas e treinamento baseado em casos reais.

O acesso às funcionalidades de playback deve ser possível a partir de IHMs no CCO (para apoio à análise operacional) e de IHMs administrativas em áreas de operação, planejamento e manutenção.

9.3.6 Interfaces com sistemas corporativos

O Servidor de Suporte Operacional e Administrativo CBTC deve prover interfaces de dados controladas para:

- sistema de Informação ao Passageiro (PIS) e demais canais internos de comunicação;
- ferramentas de BI e relatórios corporativos;
- sistemas corporativos que necessitem de dados consolidados de operação ou manutenção;
- sistemas de controle e automação independentes, com interface que possibilitem o envio de mensagens de comandos ao ATS em tempo real, em escopo igual ou superior aos disponíveis nas IHM, a fim de permitir a soluções externas o controle e gestão da operação (OpenTrack, inteligência artificial IA e possíveis soluções futuras), mantendo no ATS as verificações de autenticação, validação e segurança operacional.

Tais interfaces devem ser unidirecionais ou bidirecionais conforme o caso, sempre através de zonas de DMZ, firewalls e mecanismos de autenticação e auditoria definidos na arquitetura de cibersegurança, de modo a preservar a integridade e o desempenho da rede operacional CBTC.

9.4 INTERFACES COM ATS/CCO E DEMAIS SUBSISTEMAS

A interação entre a Camada de Suporte e o ATS/CCO deve ocorrer por meio de interfaces lógicas bem definidas, respeitando a separação entre produção e suporte:

- o ATS fornece ao Servidor de Suporte dados em tempo real e históricos necessários a relatórios, indicadores, simulação e treinamento;
- o Servidor de Suporte fornece ao ATS, quando aplicável, planos de serviço, tabelas horárias, estratégias previamente aprovadas e mensagens de comando operacional, por meio de canais de comando controlados e auditáveis, equivalentes ao escopo das IHMs de operação;

- o MSS e os servidores de logging fornecem dados de falhas, alarmes e registros detalhados, consumidos pela camada de Suporte para manutenção analítica e reprodução histórica.

A lógica de comando da circulação permanece exclusivamente no ATS e seus módulos associados; quaisquer comandos originados de aplicações de Suporte devem ser tratados como solicitações parametrizadas, sujeitas à validação pelas regras de segurança e pela equipe de operação.

9.5 SEGREGAÇÃO, CIBERSEGURANÇA E ACESSO

A Camada de Suporte Operacional e Administrativo deve ser implementada em zona segregada, com:

- infraestrutura própria de estações de trabalho, servidores e equipamentos de rede;
- fronteiras bem definidas com a rede operacional CBTC, protegidas por firewalls industriais, DMZs e mecanismos de autenticação, autorização e auditoria;
- políticas de acesso diferenciadas para perfis de operação, planejamento, manutenção e TI, em conformidade com a arquitetura de cibersegurança definida para o CBTC.

Essa segregação deve assegurar que atividades administrativas, de análise, simulação e treinamento não possam comprometer a disponibilidade, o desempenho ou a integridade das funções vitais e operacionais do sistema CBTC.

10. ARQUITETURA DE COMUNICAÇÃO E REDES

A arquitetura de comunicação e redes do sistema CBTC do METRÔ-DF é responsável por garantir o transporte confiável, seguro e determinístico das informações vitais e não vitais entre CCO, equipamentos wayside, trens e sistemas externos. Ela se apoia em um backbone óptico redundante, em redes segmentadas por funções (vital, supervisão, manutenção, suporte operacional e administrativo, corporativa) e em um sistema de comunicação de dados CBTC dedicado (DCS – Data Communication System), incluindo o enlace rádio terra-trem baseado em Wi-Fi industrial ferroviário, LTE ferroviário e/ou tecnologia Wireless compatível, a ser definido no Projeto Básico conforme solução do fornecedor.

Do ponto de vista de integração, a arquitetura deve deixar claros os enlaces entre: a rede CBTC vital (ATP wayside, intertravamento e OBCU/VOBC); a rede operacional de supervisão (ATS, IHMs do CCO); a rede de manutenção e diagnóstico; a rede de Suporte Operacional e Administrativo (onde reside o Servidor de Suporte Operacional e Administrativo CBTC, em sala técnica central); e as redes administrativas/corporativas do METRÔ-DF (ambientes de manutenção analítica, planejamento e treinamento). A interligação entre esses domínios deve ocorrer exclusivamente por meio de zonas intermediárias (DMZs) e dispositivos de segurança, em linha com as diretrizes de cibersegurança e segmentação definidas neste documento.

10.1 FILOSOFIA DE COMUNICAÇÃO

A filosofia de comunicação adota os seguintes princípios:

- Alta disponibilidade e redundância: o backbone de dados deve ser implementado em topologia redundante (por exemplo, anéis ópticos com caminhos independentes), garantindo continuidade de serviço em falha de um único enlace ou equipamento de rede.
- Transporte determinístico: o DCS deve assegurar tempos de transmissão, latência e jitter compatíveis com os requisitos de desempenho do CBTC, de modo que mensagens vitais (Movement Authority, Position Report, Health Status) sejam entregues dentro dos limites especificados nos requisitos de comunicação.
- Segmentação funcional: o tráfego do CBTC deve ser segregado em domínios lógicos e físicos separados para funções vitais, supervisão, manutenção, suporte

operacional e administrativo e tráfego corporativo, reduzindo o acoplamento entre sistemas e facilitando a aplicação de políticas de cibersegurança.

- Sincronismo e horário de referência: a rede deve fornecer mecanismos de sincronismo temporal (por exemplo, IEEE 1588 PTP) para os componentes que dependem de carimbo de tempo preciso, permitindo correlação de eventos e funcionamento correto de algoritmos distribuídos.
- Neutralidade tecnológica para o enlace rádio: o anteprojeto admite soluções baseadas em Wi-Fi industrial ferroviário, LTE ferroviário, solução wireless ou combinação entre elas, cabendo ao fornecedor demonstrar atendimento aos requisitos de desempenho e disponibilidade do CBTC.

Em termos de integração com as redes administrativas e operacionais existentes, a filosofia é de “núcleo CBTC endurecido e isolado”, com:

- rede CBTC vital e rede operacional de supervisão isoladas da rede corporativa por firewalls industriais e DMZs;
- um domínio específico de Suporte Operacional e Administrativo, no qual o Servidor de Suporte Operacional e Administrativo CBTC fica logicamente entre a rede de supervisão (ATS/CCO) e as redes administrativas (estações de trabalho de planejamento, manutenção analítica e treinamento);
- exportação controlada de dados (KPIs, logs consolidados, relatórios) do núcleo CBTC para sistemas corporativos, sem permitir acesso direto da rede corporativa à rede vital ou aos servidores centrais de sinalização.

10.2 SEGMENTAÇÃO DE REDES

A segmentação de redes tem por objetivo isolar domínios de risco, limitar o impacto de falhas e fortalecer a postura de cibersegurança do sistema, em conformidade com as diretrizes IEC 62443 e com a prática de separação entre funções vitais e não vitais. A arquitetura deve contemplar, no mínimo, os seguintes domínios:

- Rede CBTC Vital: rede dedicada ao tráfego de mensagens vitais entre ZC, intertravamento, OBCU/VOBC e dispositivos de detecção/controle de via, incluindo o segmento vital do DCS responsável pelo transporte de mensagens de ATP. Esta rede não é diretamente acessível a partir de nenhuma rede administrativa ou corporativa.

- Rede Operacional de Supervisão (ATS): rede que suporta o ATS, as IHMs de operação do CCO principal, do CCO Backup e do posto de controle operacional do Pátio Águas Claras, bem como a IHM de manutenção localizada no CCO. Essa rede estabelece interfaces controladas com a rede CBTC vital por meio de gateways e servidores de aplicação, sem permitir comandos diretos a partir de domínios não vitais que possam comprometer as funções de proteção.
- Rede de Manutenção e Diagnóstico: rede utilizada para acesso a logs, ferramentas de diagnóstico, atualização de software e monitoramento de desempenho dos subsistemas CBTC, normalmente acessada a partir de estações de manutenção em áreas técnicas ou laboratórios. Os acessos devem ser feitos através de jump servers e firewalls, garantindo que atividades de manutenção não possam interferir diretamente na rede vital.
- Rede de Suporte Operacional e Administrativo CBTC: domínio lógico no qual reside o Servidor de Suporte Operacional e Administrativo CBTC, instalado fisicamente na Sala Técnica Central. Esse servidor consolida dados operacionais e históricos do ATS e de outros subsistemas CBTC, provendo serviços de relatórios, planejamento, simulação, treinamento e integração de dados para ferramentas de análise. A rede de suporte conecta-se, por um lado, à rede de supervisão e de manutenção (para consumir dados e logs) e, por outro lado, à rede corporativa/administrativa, por meio de DMZs e firewalls, permitindo que estações de trabalho administrativas acessem funcionalidades de planejamento, análise e treinamento sem acesso direto à rede vital.
- Rede Corporativa e Sistemas Externos: rede que suporta sistemas administrativos, bilhetagem, CFTV, informação ao passageiro e demais sistemas corporativos. A interligação com o ambiente CBTC ocorre exclusivamente via DMZs e firewalls industriais, conforme já estabelecido no capítulo de Cibersegurança, proibindo acessos diretos à rede vital CBTC e definindo claramente quais dados podem ser exportados (por exemplo, KPIs de desempenho, relatórios consolidados, alarmes de alto nível).

A interconexão entre esses domínios deve ocorrer exclusivamente por meio de dispositivos de segurança (firewalls, proxies, jump servers) e de interfaces definidas em ICDs específicos, evitando acessos diretos entre a rede corporativa e a rede vital do CBTC. Em particular:

- a IHM de relatórios do Supervisor no CCO acessa dados consolidados por meio da rede de supervisão conectada ao Servidor de Suporte Operacional e Administrativo CBTC;
- as IHMs administrativas de planejamento, análise operacional, manutenção analítica e treinamento, instaladas em ambientes administrativos, acessam o Servidor de Suporte via rede corporativa e DMZ de suporte, sem acesso direto à rede vital ou aos servidores ATS/ZC;
- acessos remotos de manutenção (quando admitidos) devem ser canalizados para a rede de manutenção/diagnóstico através de pontos de entrada controlados (VPN, jump servers) e com autenticação forte, conforme as políticas de acesso e autenticação.

10.3 COMUNICAÇÃO TREM-TERRA

A comunicação trem-terra é realizada por meio do DCS, que provê canal de comunicação permanente, bidirecional e redundante entre os equipamentos embarcados CBTC e os ZC/ATS wayside. A solução deve atender aos seguintes princípios:

- Cobertura contínua ao longo de toda a via, incluindo túneis, pátios, entroncamentos e áreas de manobra, de forma a garantir que o trem permaneça dentro da área de serviço do CBTC durante a operação normal.
- Handover transparente entre células ou pontos de acesso, de modo que a transição não cause perda de mensagens vitais nem degradação perceptível de desempenho.
- Qualidade de serviço (QoS) com priorização de tráfego vital (mensagens de ATP e ATS críticas) sobre tráfego não vital, assegurando latência e jitter dentro dos limites estabelecidos nos requisitos de comunicação.
- Segurança da informação por meio de autenticação mútua entre trem e infraestrutura, criptografia de dados e mecanismos de proteção contra-ataques e intrusões, em alinhamento às práticas IEC 62443 e às políticas internas do METRÔ-DF.

O anteprojeto admite, para o enlace rádio:

- Alternativa Wi-Fi industrial ferroviário: pontos de acesso ao longo da via, conectados ao backbone óptico, fornecendo cobertura de curta/média distância com altas taxas de transmissão.
- Alternativa LTE ferroviário: estações rádio (sites LTE) com cobertura de maior alcance, particularmente vantajosas em trechos a céu aberto, complementadas por soluções específicas para túneis (antenas distribuídas, cabo radiante, small cells).
- Alternativa Wireless, a ser apresentada pela contratada, desde que atendidas todos os requisitos técnicos registrados e validados pelo METRÔ-DF.

A escolha, dimensionamento e detalhamento da solução (ou combinação de soluções) serão objeto do Projeto Básico, devendo ser demonstrado o atendimento às metas de disponibilidade e desempenho definidas para o CBTC, às condições específicas do cenário brownfield do METRÔ-DF e à segmentação de redes descrita nesta seção (em especial a separação entre DCS vital, redes de supervisão, redes de manutenção e domínios administrativos/corporativos).

11. ARQUITETURA WAYSIDE

A arquitetura wayside compreende os elementos de via e de sala técnica responsáveis pelas funções vitais de controle e proteção de movimentos – Zone Controllers (ZC), intertravamento eletrônico, controladores de objeto (OC) e controladores de comunicação (CC), quando aplicáveis – e sua interação com o DCS e o ATS.

Esses elementos executam o cálculo de Movement Authority, a gestão de ocupação de via, o controle de rotas e a proteção de conflitos, constituindo o núcleo do ATP wayside e garantindo que a circulação ocorra dentro dos limites de segurança definidos pelas normas ferroviárias e pelos requisitos do METRÔ-DF.

11.1 ZONE CONTROLLER (ZC)

Os Zone Controllers são os elementos centrais do ATP wayside, responsáveis por controlar a circulação em zonas discretas da linha, definidas por critérios operacionais e de arquitetura (tronco, Y, ramais, pátios).

Principais funções do ZC:

- Receber, do DCS, os relatórios de posição e integridade dos trens presentes em sua zona, provenientes do OBCU/VOBC.
- Calcular e atualizar as Movement Authorities com base na posição, velocidade, direção de movimento, estados de rota e ocupação de via, respeitando as restrições impostas pelo intertravamento.
- Manter um modelo interno de ocupação de via, combinando informações de detecção secundária (contadores de eixo, circuitos de via) com os dados de posição reportados pelos trens.
- Supervisar a sequência de permissões dentro da zona, garantindo que não haja sobreposição de Movement Authorities conflitantes ou violação de limites de segurança.

Cada ZC deve operar em arquitetura redundante, com canais de processamento independentes e mecanismos de troca automática em caso de falha simples, de modo a garantir disponibilidade compatível com as metas do sistema.

11.2 INTERTRAVAMENTO ELETRÔNICO

O intertravamento eletrônico é o subsistema vital responsável pela prevenção de movimentos conflitantes, controle de rotas, travamento de chaves e proteção de conflitos de via, operando em nível SIL4.

Principais responsabilidades:

- Comandar e supervisionar máquinas de chave (MCH), sinais e demais objetos de via sob seu domínio, garantindo que rotas somente sejam estabelecidas quando todas as condições permissivas forem satisfeitas.
- Implementar intertravamentos de rota e de direção de tráfego, prevenindo a definição de trajetos conflitantes em AMVs, cruzamentos e regiões de convergência (como o Y de Águas Claras).
- Fornecer aos ZCs, por meio de interface funcional definida em ICD, os estados vitais necessários para limitar o Movement Authority (por exemplo, rota estabelecida/travada, rota ocupada, bloqueios ativos).
- Suportar modos degradados e fallback, nos quais a circulação é mantida sob regras mais restritivas, mas ainda com proteção vital de rotas e equipamentos de via.

A arquitetura deve ser compatível com a migração brownfield, permitindo a coexistência temporária com o intertravamento existente, operação em shadow mode para validação e comutação faseada de domínios de controle.

11.3 CONTROLADORES DE OBJETO (OC)

Os controladores de objeto são responsáveis pela interface direta com os equipamentos de campo, convertendo comandos e estados entre a lógica do intertravamento/ZC e sinais elétricos/eletrônicos compatíveis com máquinas de chave, sinais, contadores de eixo e demais dispositivos.

Principais funções:

- Receber comandos do intertravamento e acionar MCH, sinais e outros equipamentos, aplicando checagens de retorno e temporizações adequadas.
- Aquisição de estados de campo (posição de chave, aspecto de sinal, contagem de eixos, ocupação de trecho) e envio consistente dessas informações à lógica vital.

- Isolar eletricamente os equipamentos de via da eletrônica vital, contribuindo para a robustez e manutenibilidade do sistema.

Os OCs devem ser distribuídos ao longo da linha, normalmente em salas técnicas de estações ou abrigos de via, em conjuntos que otimizem o cabeamento de campo e respeitem as limitações de distância, alimentação e condições ambientais.

12. ARQUITETURA EMBARCADA

A arquitetura embarcada contempla os componentes instalados nos trens – unidade de controle CBTC embarcada (OBCU/VOBC), rádios, antenas, sensores de odometria, leitores de baliza e interfaces com sistemas de tração, freio e portas – responsáveis pela execução das funções de ATP e ATO no trem.

Ela deve ser compatível com a frota heterogênea do METRÔ-DF (Séries 1000, 2000 e futura 3000), com restrições de espaço, alimentação e interfaces já existentes, preservando a segurança funcional e a capacidade de operação em diferentes modos (GoA2 a GoA4) durante e após a migração.

12.1 EQUIPAMENTO EMBARCADO

O equipamento embarcado CBTC integra as funções de ATP e ATO em uma unidade ou conjunto de unidades de controle, implementando as seguintes funções principais:

- Recepção e interpretação das Movement Authorities e demais telegramas vitais provenientes do ZC, via DCS.
- Determinação da posição do trem por meio de odometria e correção por balizas/transponders e outras referências absolutas.
- Cálculo de curvas de frenagem e supervisão de velocidade, com aplicação automática de frenagem em caso de violação.
- Execução de condução automática (ATO), incluindo controle de aceleração, frenagem, parada em plataforma e alinhamento de portas, conforme o nível de automação adotado.
- Interface com sistemas de tração, freio, portas e sistemas auxiliares do trem, de forma segura e segregada conforme níveis de criticidade.

12.2 POSICIONAMENTO E ODOMETRIA

A função de posicionamento do trem deve ser implementada por uma arquitetura híbrida, combinando:

- **Odometria** (por exemplo, encoders em eixos, transdutores de velocidade), responsável pela medição contínua de deslocamento.

- **Balizas/transponders** instaladas ao longo da via, utilizadas como referências absolutas para correção de deriva de odometria e validação de posição.

O algoritmo de localização deve garantir que a posição do trem seja conhecida com precisão suficiente para suportar as funções de ATP e ATO, em conformidade com os requisitos de segurança e desempenho do sistema, incluindo operação em curvas, rampas, túneis e zonas de baixa aderência.

12.3 ARRANJO EM MATERIAL RODANTE

O arranjo físico dos equipamentos embarcados deve considerar:

- Instalação da unidade de controle CBTC e dos rádios em compartimentos de equipamentos, com acesso adequado para manutenção e condições de ventilação e proteção ambiental compatíveis.
- Posicionamento das antenas de rádio em pontos que assegurem boa cobertura e desempenho de propagação, minimizando interferências e sombreamentos causados pela própria estrutura do trem.
- Roteamento de cabos de sinais vitais separado de cabos de potência e de outros sistemas, reduzindo o risco de interferências eletromagnéticas.
- Interfaces físicas e lógicas padronizadas na medida do possível entre frotas retrofitadas (Séries 1000 e 2000) e a frota nativa CBTC (Série 3000), para facilitar manutenção e evolução futura.

13. FILOSOFIA E REQUISITOS OPERACIONAIS

Este capítulo consolida a filosofia operacional e os requisitos de alto nível para as funções de **controle, planejamento e regulação** da circulação sob CBTC, complementando os capítulos de arquitetura e estabelecendo critérios para o desenho das funcionalidades do ATS e das IHMs.

A abordagem adota como referência principal a IEEE 1474.1-2025 para funções de ATS, *fault reporting/logs*, entrada/saída de território CBTC e garantia do sistema, adaptando-as às características específicas da Linha 1 do METRÔ-DF em cenário brownfield e de frota heterogênea.

13.1 FILOSOFIA DE CONTROLE OPERACIONAL

A filosofia de controle estabelece como o sistema deve suportar a condução da operação pelo CCO, com foco em clareza situacional, resposta rápida a incidentes e minimização de erros humanos.

Requisitos principais:

- **Organização e ergonomia das IHMs**
    - Telas estruturadas por contexto operacional (linha, Y, pátios, estações críticas), com foco na informação relevante para cada função (tráfego, supervisão, manutenção).
    - Disponibilização de sinóticos com estados de trens, rotas, AMVs, sinais, restrições temporárias de velocidade, zonas de trabalho e alarmes associados.
    - Possibilidade de “configurações de visão” salvas (layouts pré configurados), de forma que o operador possa rapidamente assumir um perfil de telas adequado a diferentes regimes (pico, vale, contingência).
- **Gestão de alarmes e eventos**
    - Implementação de uma lista unificada de alarmes com filtros por criticidade, tipo de subsistema e área geográfica, reduzindo a necessidade de múltiplas telas para o mesmo evento.

- Estratégias de mitigação de alarm flood, mantendo registro individual de eventos para fins de auditoria, mas apresentando ao operador informações consolidadas e priorizadas.
- Requisitos explícitos de tempos máximos de reação para determinados tipos de alarmes críticos, a serem detalhados em conjunto com a área de Operação.

- **Fases de desenvolvimento e validação das interfaces de controle**
  - Fase conceitual: mock-ups estáticos de telas, sinóticos e fluxos de navegação, submetidos à validação da Operação antes da implementação.
  - Fase funcional: protótipo navegável conectado a dados de teste (ou simulador), permitindo avaliação da ergonomia sob cenários representativos.
  - Fase de aceitação: ambiente próximo ao real, com testes de integração e utilização em cenários de sombra ou laboratório, antes da entrada em serviço.

13.2 PLANEJAMENTO E FERRAMENTAS DE SIMULAÇÃO

A filosofia de planejamento considera que o METRÔ-DF deve dispor de um conjunto integrado de ferramentas para desenhar, testar, comparar e otimizar planos de operação, bem como para treinar equipes e analisar ocorrências, utilizando de forma consistente os dados gerados pelo CBTC. Essas ferramentas são viabilizadas pelo Servidor de Suporte Operacional e Administrativo CBTC e acessadas por IHMs administrativas localizadas em áreas de planejamento operacional, operação, manutenção e treinamento, além de IHMs selecionadas no CCO, conforme o perfil de uso.

Requisitos principais:

- **Ferramenta de planejamento da operação**
  - Deve existir um editor de tabelas horárias e perfis de serviço integrado ao ATS, permitindo definir headways, tempos de ciclo, tempos de parada, esquemas de injeção e recolhimento de trens, ajustes por horário e por dia da semana, bem como cenários especiais (pico, vale, férias, eventos).

- A ferramenta deve permitir a criação e manutenção de múltiplos cenários de operação (por exemplo, plano base, planos de contingência, planos para obras), com versionamento e documentação associada, e com possibilidade de aplicação desses planos no sistema de produção mediante processo controlado de aprovação. O processamento, armazenamento e gestão desses planos devem ser realizados pelo Servidor de Suporte Operacional e Administrativo CBTC, garantindo rastreabilidade entre o plano planejado, o plano efetivamente ativado no ATS e os resultados observados.

- **Simulador de operação**
  - O simulador de operação deve permitir a simulação da circulação em toda a Linha 1, incluindo tronco, ramais e pátios, com representação adequada do entroncamento em Y e das restrições de energia, sinalização e capacidade. Deve ser possível testar diferentes estratégias de regulação, priorização e injeção/retirada de trens, bem como analisar impactos no headway, pontualidade, regularidade, ocupação de terminais e utilização de frota.
  - O simulador deve utilizar os mesmos planos de operação elaborados pela ferramenta de planejamento, facilitando a comparação entre “plano no papel” e “plano simulado”. Os resultados das simulações (KPIs, gráficos, registros de eventos simulados) devem ser armazenados no Servidor de Suporte Operacional e Administrativo CBTC e acessíveis para análise por IHMs de planejamento e análise operacional.

- **Treinamento e avaliação de ocorrências**
  - O sistema deve prover funcionalidades de treinamento e de análise de ocorrências baseadas tanto em simulação quanto em dados reais. Em treinamento, controladores e supervisores devem poder operar sobre o simulador em modo de treinamento, com cenários predefinidos e avaliação de desempenho individual ou de equipe.
  - Para avaliação de ocorrências reais, a ferramenta de reprodução histórica (playback) deve permitir reconstituir a cronologia de eventos, decisões e estados de sistema, apoiando investigações técnicas, auditorias regulatórias e atividades de lições aprendidas. Tanto o modo de treinamento quanto o modo de análise de ocorrências devem ser

suportados pelo Servidor de Suporte Operacional e Administrativo CBTC, garantindo que dados operacionais sensíveis sejam acessados de forma segura, com perfis de acesso adequados e sem risco de interferência na operação em tempo real.

As ferramentas de planejamento, simulação, treinamento e análise devem ser consideradas parte integrante da Camada de Suporte Operacional e Administrativo do CBTC do METRÔ-DF, e não simples opcionais, pois são essenciais para explorar plenamente o potencial de capacidade, regularidade e segurança oferecido pelo sistema CBTC, bem como para suportar o ciclo de melhoria contínua da operação.

13.3 REGULAÇÃO E GESTÃO DO CARROSSEL

A regulação define como o sistema mantém e recupera o intervalo entre trens, ajusta a operação a perturbações e explora o potencial de capacidade do CBTC em bloco móvel. No contexto operacional do METRÔ-DF, essa função deverá considerar a gestão do carrossel de forma integrada ao CCO, ao ATS e às estratégias de circulação da Linha 1, com capacidade de atuar sobre intervalos, prioridades, retenções temporárias, retomada de serviço e equalização de fluxo em situação nominal ou degradada.

A arquitetura deverá permitir a adoção de estratégias parametrizáveis de regulação por headway e por tabela horária, inclusive com ajustes decorrentes de perturbações operacionais, como atrasos acumulados, indisponibilidades pontuais, restrições em plataforma, conflitos no entroncamento em Y e necessidade de recomposição da oferta. Essas estratégias deverão ser compatíveis com a lógica de supervisão do ATS e com os limites vitais do CBTC, integrando automatismos com decisões operacionais comandadas.

Requisitos principais:

- **Modos de regulação**
    - Regulação por carrossel/headway: manutenção de intervalos alvo (por exemplo, 90s no tronco), com ajustes dinâmicos de perfis de marcha e tempos de parada para recuperar aderência ao intervalo.
    - Regulação por tabela horária: controle orientado a horários planejados, com cálculo automático de atrasos e propostas de ações de recuperação.

  - Regulação priorizando a eficiência energética, considerando controle de modos de desempenho dos trens e otimização da circulação para aproveitamento da regeneração das frenagens dinâmicas.
  - Capacidade de comutar e combinar modos (por exemplo, headway dominante no tronco e tabela horária nos ramais e terminais).

- **Ferramentas de atuação para regulação**
  - Funções no ATS para aplicar automaticamente ou rapidamente perfis operacionais diferenciados (desempenho máximo, econômico, chuva, contingência energética) por trem, frota ou trecho.
  - Facilidades e automatismos para aplicar e remover restrições temporárias de velocidade (TSR), com recálculo automático de tempos de percurso e impactos na tabela/headway.
  - Capacidade de inserir viagens adicionais, suprimir viagens ou alterar destinos de trens (por exemplo, retornos antecipados), com impacto imediatamente refletido na regulação.
- **Gestão específica do entroncamento em Y**
  - Implementação de um módulo de gestão de junção (Junction Management) para Águas Claras, com algoritmo de entrelaçamento parametrizável (regras de prioridade por atraso, por fluxo, por política de serviço), sempre subordinado às restrições vitais do ATP.
  - Ferramentas no ATS para visualizar o desempenho local (tempos de ocupação, filas de aproximação, paradas em túnel) e ajustar parâmetros de regulação com base em KPIs locais.
- **KPIs e monitoramento da regulação**
  - Cálculo automático de pontualidade, regularidade de intervalo, tempo médio de recuperação de atrasos e outros indicadores, segregando a contribuição de trens CBTC e trens não equipados na fase de operação mista.
  - Dashboards em tempo real no CCO com visão de aderência ao headway e à tabela horária, destacando trechos e horários críticos.

14. ESTRATÉGIAS DE DEGRADAÇÃO E FALLBACK

Este capítulo estabelece a filosofia e as estratégias de degradação e fallback do sistema CBTC do METRÔ-DF, definindo como a circulação deve ser mantida, de forma segura e controlada, em cenários de falha de comunicação, falha de Zone Controller (ZC), falha sistêmica do CBTC e demais condições que afetem o desempenho nominal.

As estratégias aqui descritas complementam os requisitos funcionais do Relatório CBTC, em especial aqueles relativos à operação em modos degradados, garantia do sistema e migração em ambiente brownfield, e devem ser detalhadas em procedimentos operacionais específicos e na documentação de segurança (Safety Case) do fornecedor.

14.1 FILOSOFIA DE DEGRADAÇÃO

A filosofia de degradação do CBTC no METRÔ-DF baseia-se nos seguintes princípios:

- **Segurança sempre prioritária à capacidade:** em qualquer cenário de falha, a primeira resposta do sistema deve ser colocar ou manter os trens em condições seguras (por exemplo, frenagem de serviço orquestrada ou frenagem de emergência) e apenas depois considerar recomposição de capacidade.
- **Manutenção da operação sob capacidade reduzida:** resguardada a segurança, o sistema deve permitir a continuidade da circulação em modos degradados, utilizando detecção secundária, intertravamento e controle manual/assistido, evitando interrupção completa do serviço.
- **Degradação gradual e controlada:** a transição entre operação nominal CBTC e modos degradados deve ser organizada em níveis (por exemplo, CBTC nominal, CBTC degradado, intertravamento assistido, operação manual protegida), com critérios claros para entrar e sair de cada nível.
- **Utilização estruturada de fallback:** a arquitetura deve aproveitar o intertravamento eletrônico e a detecção secundária (contadores de eixo/circuitos de via) como camadas de fallback, especialmente durante a migração brownfield e na operação mista.
- **Suporte explícito do ATS:** o ATS deve ser capaz de identificar o modo de operação de cada trem/trecho, exibir ao operador o estado de degradação,

apoiar a aplicação de planos de contingência e registrar eventos para análise posterior.

- **Hierarquia de controle em degradações**: o sistema deverá preservar, em ordem de preferência, o controle centralizado (automático, assistido ou por operador), o controle local (automático, assistido ou por operador) e, por fim, o controle manual protegido, com transições seguras e rastreabilidade operacional.

Essa filosofia é coerente com as diretrizes da IEEE 1474.1-2025 sobre funcionamento sob falha, minimização de atrasos e definição de modos degradados/backup, bem como com os requisitos locais de operação mista com o sistema legado durante a migração.

14.2 FALHA DE COMUNICAÇÃO TREM-TERRA

Falhas parciais ou totais na comunicação DCS entre trem e infraestrutura podem resultar em perda temporária das mensagens de controle e supervisão, com impacto direto sobre o fornecimento e a atualização das autoridades de movimento, dos relatórios de posição e dos estados operacionais necessários ao ATS e ao ZC.

A estratégia de degradação deverá prever tratamento distinto, pelo menos, para os seguintes cenários: perda de comunicação com trem isolado, falha localizada de enlace rádio em determinada área e perda de comunicação entre o CCO e uma região específica da via por falha de backbone. Em cada caso, o sistema deverá adotar comportamento seguro e proporcional à severidade da falha, preservando a proteção vital, limitando a circulação quando necessário e registrando integralmente o evento para posterior diagnóstico e restabelecimento

Estratégia de degradação esperada:

- **Perda de comunicação com um trem isolado**
    - O OBCU/VOBC deve detectar a perda de comunicação dentro de tempo limite configurável e iniciar a aplicação de um modo de segurança local, reduzindo a velocidade máxima autorizada e, se a falha persistir além de um tempo máximo, promovendo a parada do trem em condições seguras.
    - O ZC e o ATS devem marcar esse trem como “não comunicante”, congelar ou encurtar sua Movement Authority e, se cabível, impor restrições adicionais de circulação atrás desse trem.

- **Perda de comunicação em uma área (falha de AP/site LTE ou segmento DCS)**
    - Os trens que entrarem na área afetada devem ser automaticamente colocados em modo degradado com restrições de velocidade e distâncias de proteção conservadoras, apoiados na detecção secundária e em regras operacionais pré-definidas.
    - O ATS deve sinalizar claramente a área de degradação, sugerindo ações como supressão temporária de viagens, aumento de headway, uso de “janela” para evacuação da área e/ou transbordo em estações adjacentes.
- **Perda de comunicação CCO–via (backbone)**
    - Caso o backbone entre o CCO e uma região da via seja perdido, os ZCs devem, se possível, continuar operando localmente com proteção vital, ainda que sem supervisão central temporária.
    - A operação naquela região pode ser mantida com capacidade reduzida, enquanto o ATS registra a perda de supervisão e orienta a operação por procedimentos de contingência (por exemplo, operação local assistida).

Critérios de retorno à operação nominal devem ser definidos com base em restabelecimento de comunicação, verificação de integridade dos dados e, quando aplicável, ações de “reset controlado” em trens e ZCs.

14.3 FALHA DE ZONE CONTROLLER OU DE ZONA DE CONTROLE

A falha de um ZC (hardware, software ou perda de sincronismo) pode comprometer temporariamente a capacidade do sistema de calcular Movement Authorities em uma região da linha.

Estratégias de degradação:

- **Falha de ZC detectada com preservação do intertravamento e da detecção secundária**
- O sistema deve transitar para um modo de operação em que o intertravamento assume papel de camada primária de proteção, com circulação baseada em rotas e blocos físicos, sob comando assistido pelo CCO, em velocidade compatível com a segurança.

- O ATS deve restringir ou suspender comandos automáticos de regulação naquela zona, passando a operar com planos de contingência (por exemplo, circulação em velocidade reduzida ou redução de oferta).
- **Falha parcial (por exemplo, perda de um canal de processamento redundante)**
    - O ZC deve realizar comutação automática para o canal saudável (hot-standby/active-active), sem interrupção perceptível da circulação, registrando a falha para ação de manutenção.
- **Falha durante operação mista/migração**
    - Em fase de migração, o plano de fallback pode incluir reconduzir a circulação para regimes próximos ao bloco fixo/legado em determinadas regiões, explorando a coexistência de circuitos de via e lógica de intertravamento existente, conforme definido no Plano de Migração.

Em todos os casos, a prioridade é evitar “apagões de autoridade de movimento” em trens já em movimento, garantindo transições seguras e estados bem definidos para os maquinistas/sistemas automáticos.

14.4 FALHA DO CBTC COMO UM TODO

Falhas sistêmicas do CBTC (por exemplo, perda generalizada de servidores centrais de ATS, avarias que afetem diversos ZCs ou falhas graves de software) exigem uma estratégia clara para retorno a modos de operação mais básicos, porém seguros.

Estrutura geral de fallback:

- **Fallback para operação baseada no intertravamento**
    - Quando o CBTC não puder prover Movement Authorities confiáveis em uma região ampla, a circulação deve ser reconfigurada para um modo de operação baseado unicamente no intertravamento, com detecção secundária (contadores de eixo/circuitos de via) e comandos manuais/assistidos pelo CCO.
    - A operação passa a ser essencialmente equivalente a um sistema de bloco fixo/ABS modernizado, com maior headway e restrições de velocidade, mas preservando segurança.
- **Fallback para operação manual protegida**

- Em situação extrema (perda ampla de CBTC e limitações do intertravamento), a filosofia deve permitir operação manual protegida, com regras operacionais específicas: autorizações formais de entrada em blocos, ordem de marcha por escrito/por sistema auxiliar, velocidades severamente reduzidas e prioridade a evacuações e recolhimento de trens.

- **Retorno à operação CBTC**
  - O retorno a operação CBTC nominal deve ser feito de forma faseada, por áreas, com procedimentos de ressincronização entre a posição real dos trens e o modelo interno do sistema (por exemplo, uso de pontos de referência/balizas e procedimentos de inicialização).
  - O ATS deve registrar todo o período de fallback e fornecer relatórios para análise da ocorrência e eventuais ajustes futuros de planos de contingência.

14.5 MODOS OPERACIONAIS DEGRADADOS E RESPONSABILIDADES

O sistema deverá definir e publicar modos operacionais degradados com responsabilidades claras entre CBTC, intertravamento, CCO, manutenção e operação. Como referência mínima, deverão ser previstos modo CBTC nominal, modo CBTC degradado, modo intertravamento assistido e modo manual protegido.

Cada modo deverá ter critérios objetivos de entrada, permanência e saída, bem como limites operacionais explícitos de velocidade, headway, sinalização disponível, permissões de rota, restrições de manobra e atribuições de responsabilidade entre os agentes envolvidos. Esses parâmetros deverão ser consolidados no Projeto Básico e nos manuais operacionais, de modo a apoiar a atuação do CCO em situação normal ou de contingência

Exemplos de modos que deverão ser detalhados em projeto e procedimentos:

- **Modo CBTC Nominal (GoA4)**
  - CBTC provê Movement Authority contínua; ATS faz regulação automática; intertravamento atua como camada de proteção estrutural.
- **Modo CBTC Degradado**

  - CBTC ativo, porém, com restrições (por exemplo, limitação de velocidade, áreas com perda de redundância, uso intensivo de detecção secundária); ATS aplica planos de contingência.

- **Modo Intertravamento Assistido**
  - ZC inoperante em uma área, intertravamento assume controle primário de rotas; circulação baseada em rotas/blocos físicos, comandada ou supervisionada pelo CCO.
- **Modo Manual Protegido**
  - Autorização de movimentos por procedimentos operacionais, com apoio do intertravamento quando disponível; velocidades muito reduzidas, uso de instruções formais e prioridade à segurança e evacuações.

Para cada modo, o Projeto Básico e os manuais operacionais devem definir:

- critérios de entrada e saída,
- limites de velocidade e headway,
- recursos de sinalização disponíveis (CBTC, intertravamento, sinalização lateral residual, comunicações),
- responsabilidades do CCO, da manutenção e da equipe de campo.

Essas definições deverão ser alinhadas com o Plano de Migração, com os requisitos de segurança funcional (EN 50126/128/129) e com as necessidades operacionais do METRÔ-DF, garantindo que a degradação seja previsível, treinável e auditável.

15. REDUNDÂNCIA E ALTA DISPONIBILIDADE

Este capítulo define os princípios de redundância e alta disponibilidade da arquitetura CBTC do METRÔ-DF, assegurando que falhas simples de equipamento ou de enlace não resultem em perda de proteção ATP nem em indisponibilidade prolongada do serviço.

As diretrizes aqui descritas alinham-se às metas de disponibilidade estabelecidas para o sistema (por exemplo, disponibilidade de sinalização da ordem de 99,9%) e aos requisitos de garantia do sistema (system assurance) previstos na EN 50126 e na IEEE 1474.1-2025 para sistemas de controle de trens em ambiente metroviário de alta capacidade.

15.1 FILOSOFIA GERAL DE REDUNDÂNCIA

A filosofia de redundância adota os seguintes princípios gerais:

- Eliminação de pontos únicos de falha em funções vitais (ATP wayside, intertravamento, detecção secundária, DCS vital) e em funções centrais de supervisão (ATS, servidores de dados).
- Implementação de arquiteturas de processamento redundante (hot-standby, active-active, clusters) e redes com caminhos físicos independentes (anéis ópticos, switches dualizados, enlaces rádio redundantes).
- Independência relativa entre planos: processamento, comunicação e alimentação elétrica devem ser redundantes de forma coordenada, mas com falhas suficientemente desacopladas para evitar falhas comuns.
- Degradação controlada: em caso de falha não mascarável, o sistema deve entrar em modo degradado seguro, com redução de capacidade, conforme estratégias de fallback definidas em capítulo específico.

15.2 REDUNDÂNCIA DE PROCESSAMENTO CENTRAL (ATS E SERVIDORES)

No ambiente central (CCO e sala técnica), os componentes de processamento responsáveis pelo ATS, banco de dados operacional, logging e serviços auxiliares devem ser implementados em arquitetura redundante.

Requisitos principais:

- **Servidores ATS em cluster**
    - Implementação de, no mínimo, duas instâncias de servidores ATS em configuração de alta disponibilidade (hot-standby ou active-active), compartilhando base de dados operacional com mecanismos de replicação síncrona ou quase-síncrona.
    - Failover automático entre instâncias em caso de falha de hardware ou software, com tempos de comutação compatíveis com as metas de disponibilidade e com as estratégias de degradação (por exemplo, sem perda prolongada de supervisão central).
- **Servidores de base de dados e logs**
    - Banco de dados operacional e de logs implementados em cluster ou em pares redundantes, com replicação e mecanismos de proteção contra corrupção de dados.
    - Armazenamento redundante (RAID apropriado e, preferencialmente, replicação entre gabinetes distintos) para evitar perda de dados de operação e de auditoria.
- **Serviços auxiliares críticos**
    - Serviços de sincronismo temporal (NTP/PTP), autenticação, licenciamento e monitoramento supervisionados em instâncias redundantes, evitando que falhas nesses serviços impeçam o funcionamento do CBTC.
    - Servidor de Suporte Operacional e Administrativo CBTC deve ser implementado em configuração de alta disponibilidade, com pelo menos dois nós redundantes, de forma coerente com o dimensionamento físico estabelecido na arquitetura, garantindo continuidade dos serviços de relatórios, planejamento, simulação, treinamento e interfaces de dados em falha simples de hardware.
    - Em linha com o Relatório de Requisitos, a arquitetura de servidores não é pré-definida em termos de marca/tecnologia, ficando a cargo do

contratado comprovar que a solução atende às metas de disponibilidade e de system assurance.

A necessidade e o escopo de um CCO de contingência geograficamente distinto deverão ser detalhados na etapa de Projeto Básico, mas o anteprojeto já indica que falha de site principal não pode resultar em perda prolongada de supervisão e controle.

15.3 REDUNDÂNCIA DE PROCESSAMENTO WAYSIDE (ZC, INTERTRAVAMENTO E OCS)

Na camada wayside, a redundância de processamento deve contemplar Zone Controllers, intertravamento eletrônico e controladores de objeto.

- **Zone Controllers (ZC)**
    - Cada ZC deve ser implementado com pelo menos dois canais de processamento redundantes, em configuração adequada ao fabricante (por exemplo, 2oo2, 2oo3, hot-standby), de modo que falha de um canal não comprometa o ATP na zona correspondente.
    - Falhas de um canal devem resultar em comutação automática para o canal saudável, com registro de evento e, quando necessário, entrada em modo CBTC degradado, sem perda abrupta de Movement Authority para trens em movimento.
- **Intertravamento eletrônico**
- O intertravamento deve adotar arquitetura vital com redundância interna (tipicamente 2oo2 ou 2oo3), conforme prática de mercado, garantindo a continuidade das funções de proteção de rotas e AMVs em falha simples de hardware.
    - A lógica de fallback deve permitir que, em falhas amplas do CBTC, o intertravamento continue a prover proteção mínima para operação manual ou assistida.
- **Controladores de objeto (OC)**
    - Os OCs, responsáveis por acionamento e supervisão de AMVs, sinais, contadores de eixo e sensores de via, devem ser organizados em

módulos com redundância de fonte e, quando aplicável, de canais de I/O para objetos críticos.

- Para AMVs e sinais de maior criticidade operacional (por exemplo, próximos ao Y de Águas Claras e nos acessos a pátios), a arquitetura deve prever ao menos redundância de alimentação, redundância de comunicação e diagnóstico detalhado de falhas, permitindo rápida localização de defeitos.

Critérios de alocação de OCs por área e de agrupamento de objetos devem considerar simultaneamente capacidade de processamento, disponibilidade, manutenção e restrições físicas das casas de sinalização.

15.4 REDUNDÂNCIA DE COMUNICAÇÃO (BACKBONE E DCS)

A redundância de comunicação abrange tanto o backbone óptico IP/MPLS quanto o sistema de comunicação de dados CBTC (DCS), incluindo enlace rádio terra-trem e switches de campo.

- **Backbone óptico e switches**
  - O backbone deve ser implementado em topologia de anel óptico redundante, com rotas físicas preferencialmente segregadas (dutos/trilhas distintos) para mitigar falhas por rompimento simultâneo.
  - Switches industriais de núcleo e de acesso devem ser instalados em configuração dualizada (pares redundantes), com protocolos de proteção de enlace que garantam convergência rápida em falhas (por exemplo, mecanismos de proteção MPLS, protocolos de redundância de anel).
- **Redes segmentadas e caminhos alternativos**
  - A segmentação lógica em VLANs/VRFs (rede vital, supervisão, manutenção, externa) deve ser combinada com caminhos físicos redundantes, de modo que a perda de um switch ou enlace não isole uma estação, pátio ou ZC.
  - Interfaces entre domínios (por exemplo, firewalls industriais entre rede vital e corporativa) devem ser implementadas em pares redundantes, com failover automático.

- **Redundância do DCS / enlace rádio**
    - O DCS deve prever redundância de infraestrutura rádio, incluindo:
        - múltiplos pontos de acesso ou setores por área, com sobreposição de células para garantir cobertura mesmo em falha de um equipamento;
        - enlaces de retorno redundantes de cada AP/site LTE para o backbone.
    - No material rodante, o sistema de comunicação embarcado deve prever, conforme solução escolhida, redundância de rádios/antenas (por exemplo, duas rádios Wi-Fi ou LTE, ou rádio principal e reserva), com comutação transparente em falha de um canal.
    - A arquitetura de DCS deve suportar, opcionalmente, diversidade tecnológica (por exemplo, Wi-Fi + LTE) ou diversidade de provedores, desde que o fornecedor demonstre aderência aos requisitos de desempenho, latência e disponibilidade.

Essas medidas são coerentes com o requisito de comunicação contínua, bidirecional e de alta disponibilidade para suportar ATP, ATO e ATS no território CBTC, conforme definido no Relatório de Requisitos.

15.5 REDUNDÂNCIA DO SISTEMA DE COMUNICAÇÃO DE DADOS (DCS) – NÍVEL LÓGICO

Além da redundância física, o DCS deve implementar mecanismos lógicos de alta disponibilidade:

- roteamento dinâmico redundante para caminhos alternativos no backbone;
- mecanismos de QoS com proteção de tráfego vital, de forma que congestionamentos em fluxos não vitais não impactem ATP/ATS;
- manutenção de sessões e reconexão rápida em handover entre APs/células, reduzindo a probabilidade de perda de mensagens vitais em transições.

Parâmetros de comutação, tempos máximos de perda de pacote e limites de jitter devem ser compatíveis com as metas de desempenho de comunicação definidas no capítulo de Requisitos de Desempenho.

15.6 REDUNDÂNCIA DE ALIMENTAÇÃO ELÉTRICA

A arquitetura de alimentação elétrica dos equipamentos CBTC deve assegurar tolerância a falhas de origem na rede de energia de tração/BT e nas UPSs, em linha com a criticidade das funções vitais.

Requisitos principais:

- **Fontes redundantes AC/DC**
    - Equipamentos vitais (ZCs, intertravamento, OCs, DCS vital, servidores centrais) devem dispor de duas fontes independentes de alimentação, preferencialmente provenientes de barramentos distintos ou de duas UPSs independentes, com chaveamento automático.
    - A alimentação DC de cargas vitais deve ser fornecida por sistemas dedicados (por exemplo, 125 Vcc ou 48 Vcc) redundantes, com autonomia dimensionada para manter a sinalização em funcionamento durante interrupções de alimentação AC dentro de cenários de referência.
- **UPSs e autonomia**
    - UPSs para CCO, salas técnicas e casas de sinalização devem ser dimensionadas para garantir, no mínimo, a continuidade das funções vitais (ATP, intertravamento, DCS vital) e da supervisão essencial por um período predeterminado (a definir em Projeto Básico, com base em estudos de risco e de operação).
    - As UPSs devem possuir redundância interna (por exemplo, módulos paralelos) ou N+1, de modo a tolerar falha de um módulo sem perda de alimentação para as cargas críticas.
- **Seleção de cargas essenciais**
    - A classificação de cargas em “vitais”, “essenciais operacionais” e “não essenciais” deve ser estabelecida, garantindo que, em falhas de energia,

a arquitetura priorize automaticamente os subsistemas CBTC críticos, em consonância com a prática atual do METRÔ-DF (por exemplo, priorização de 125 Vcc para sinalização e sistemas de segurança).

- **Integração com SCADA de energia**
  - O estado das fontes, UPSs, retificadores e disjuntores que alimentam o CBTC deve ser monitorado no CCO, permitindo correlação rápida entre eventos de energia e impactos na sinalização.
  - Bloqueios de rota decorrentes de perda de alimentação devem ser claramente distinguidos de bloqueios operacionais, evitando ambiguidades na operação e facilitando o diagnóstico.

15.7 REDUNDÂNCIA OPERACIONAL (VISÃO DE SISTEMA)

A redundância operacional resulta da combinação de redundância de processamento, comunicação e energia com as estratégias de degradação e os procedimentos de fallback.

Mesmo diante de falhas significativas (por exemplo, perda de um servidor ATS, falha de um ZC ou interrupção de um segmento do backbone), o sistema deve:

- manter a proteção vital ATP/intertravamento e a detecção secundária na maior extensão possível;
- preservar, sempre que tecnicamente viável, ao menos um nível de circulação (CBTC degradado, intertravamento assistido ou operação manual protegida);
- fornecer ao CCO meios para identificar o ponto de falha, aplicar planos de contingência e acompanhar o impacto em KPIs de disponibilidade e pontualidade.

Detalhes quantitativos (número de servidores, grau de redundância por sítio, autonomia de UPS etc.) serão dimensionados no Projeto Básico com base nas metas de disponibilidade definidas para o sistema de sinalização do METRÔ-DF, nas restrições físicas das salas técnicas e nas análises RAMS.

16. SEGURANÇA FUNCIONAL (SIL)

Este capítulo estabelece as diretrizes de segurança funcional da arquitetura CBTC do METRÔ-DF, em alinhamento com as normas EN 50126, EN 50128 e EN 50129, definindo a alocação de níveis de integridade de segurança (SIL) por subsistema e as premissas para o desenvolvimento e a validação das funções vitais.

A arquitetura considera que a sinalização e o controle de trens constituem sistema de segurança crítico, para o qual a falha pode resultar em risco catastrófico, exigindo que as funções de proteção de trens atendam, no mínimo, aos requisitos de um sistema SIL4, conforme prática internacional para ATP em metrôs de alta capacidade.

16.1 ALOCAÇÃO DE SIL POR SUBSISTEMA

A alocação de SIL deverá observar, como diretriz mínima, o enquadramento dos subsistemas vitais em SIL4, notadamente intertravamento eletrônico, ATP wayside e ATP embarcado. As demais funções deverão ser classificadas em conformidade com a análise RAMS e com a solução tecnológica proposta, observando-se que o ATS permanece não vital e que o DCS, embora não seja em si uma função vital, deve suportar requisitos rigorosos de integridade, autenticidade, disponibilidade e rastreabilidade para o transporte das mensagens críticas do sistema.

A definição final de SIL para ATO e demais funções de apoio deverão ser demonstrada pelo Contratado no desenvolvimento do Projeto Básico, com evidências de segurança funcional compatíveis com as normas aplicáveis e com a arquitetura efetivamente adotada.

- **Intertravamento eletrônico** (SIL4): Responsável pela prevenção de movimentos conflitantes, alinhamento e travamento de rotas, proteção de AMVs e gestão de direções de tráfego.

- **ATP Wayside (ZC – parte vital** SIL4**)**: Responsável pelo cálculo do limite de Movement Authority, pela separação segura entre trens e pela aplicação das restrições impostas pelo intertravamento e pela detecção de via.

- **ATP Embarcado (OBCU – parte vital** SIL4**)**: Responsável por supervisionar a velocidade, aplicar curvas de frenagem, detectar violações de permissões de movimento e comandar freios de emergência quando necessário.

- **ATO (**via e embarcado SIL2**)**: Responsável pelo controle automático de condução (aceleração, frenagem, parada em plataforma, conforto), atuando sempre sob supervisão do ATP.

- **ATS / sistema central de supervisão** (não vital): Responsável pela supervisão centralizada, regulação, roteamento e interface homem-máquina, sem autoridade direta para violar limites vitais estabelecidos por ATP/intertravamento.

- **DCS (camada de transporte de dados)**:

    - canal de transporte de mensagens vitais do CBTC: concebido para prover integridade, autenticidade e disponibilidade compatíveis com os requisitos do ATP, ainda que não seja qualificado formalmente como SIL, devendo ser considerado no Hazard Analysis e na arquitetura de segurança global;

    - canais não vitais (diagnóstico, manutenção, serviços auxiliares): não vitais.

16.2 PROCESSO RAMS E EVIDÊNCIAS DE SEGURANÇA

O fornecedor deverá estruturar o ciclo de vida RAMS em conformidade com EN 50126, cobrindo identificação de perigos, análise e avaliação de riscos, alocação de requisitos de segurança e demonstração de conformidade em nível de subsistema e de sistema.

Requisitos principais:

- elaboração de Safety Plan cobrindo desenvolvimento, integração, verificação, validação e comissionamento do CBTC no ambiente brownfield do METRÔ-DF;

- apresentação de Safety Cases para intertravamento, ATP wayside, ATP embarcado e integração com a detecção secundária, demonstrando atendimento aos targets de segurança definidos;

- evidências específicas para cenários de operação mista (trens equipados e não equipados, coexistência com sistema legado) e para modos degradados/fallback.

17. CIBERSEGURANÇA E SEGMENTAÇÃO

Este capítulo define as diretrizes de cibersegurança para a arquitetura CBTC, em alinhamento com a IEC 62443 e com as práticas de segmentação de redes industriais, com foco em proteger o sistema contra acessos não autorizados, ataques e uso indevido das interfaces.

A cibersegurança é tratada como requisito técnico inerente à integridade e à disponibilidade do CBTC, sem prejuízo de políticas corporativas de segurança da informação do METRÔ-DF.

17.1 ZONAS E CONDUTOS DE SEGURANÇA

A arquitetura deve definir **zonas de segurança** (security zones) e **condutos** (conduits) em consonância com a IEC 62443:

- Zona CBTC Vital (ATP wayside, intertravamento, OBCU, DCS vital).
- Zona de Supervisão Operacional (ATS, IHMs de operação, servidores de relatórios).
- Zona de Manutenção e Diagnóstico (estações de engenharia, ferramentas de teste, acesso remoto autorizado).
- Zona Corporativa (sistemas administrativos, bilhetagem, sistemas de gestão corporativa).
- Zonas de sistemas auxiliares (energia, ventilação, CFTV, informação ao passageiro), conforme aplicável.

Os condutos entre zonas (por exemplo, ATS–CBTC vital, CBTC–corporativo) devem ser protegidos por firewalls industriais e dispositivos de segurança, com políticas explícitas de filtragem, inspeção e monitoramento.

17.2 POLÍTICAS DE ACESSO E AUTENTICAÇÃO

O acesso às IHMs operacionais do ATS e do intertravamento deverá observar autenticação individual e autorização por perfil, de modo que a abrangência funcional de cada estação de trabalho não decorra de sua localização física, mas das

permissões atribuídas ao usuário autenticado. Essa diretriz aplica-se igualmente às IHMs do CCO principal, do CCO Backup e do posto de controle operacional do Pátio Águas Claras, assegurando segregação de funções, rastreabilidade e controle formal das assunções de comando. Requisitos mínimos:

- **Controle de acesso por função (RBAC)**: perfis distintos para operadores, supervisores, manutenção, administradores, com privilégios mínimos necessários.
- **Autenticação forte**: uso de credenciais individuais, mecanismos de senha robusta e, preferencialmente, autenticação multifator para funções administrativas e de configuração.
- **Registro e auditoria**: logs de acesso e de ações críticas (por exemplo, alteração de parâmetros de regulação, inclusão de TSR, comandos de rota por chamada), com retenção e proteção contra adulteração.

17.3 HARDENING, ATUALIZAÇÃO E MONITORAMENTO

A solução deve prever:

- hardening de sistemas operacionais e dispositivos de rede (desativação de serviços não utilizados, restrição de portas/protocolos, aplicação de patches de segurança controlada);
- política de atualização de software e firmware, com testes em ambiente de homologação antes da aplicação em produção;
- monitoramento de integridade e de eventos de segurança (por exemplo, tentativas de acesso indevido, anomalias de tráfego), com alertas visíveis ao CCO e/ou equipe de TI/OT.

17.4 INTEGRAÇÃO COM REDES CORPORATIVAS

A conexão entre o ambiente CBTC e a rede corporativa deverá ser estritamente controlada e não poderá ocorrer por acesso direto à rede vital. Toda troca de dados deverá ser mediada por DMZ, firewalls, proxies ou gateways especificamente aprovados, com autenticação, rastreabilidade e escopo explicitamente limitados aos dados autorizados.

Além disso, o desenho de integração deverá assegurar que nenhum serviço corporativo tenha visibilidade ou capacidade de escrita sobre os sistemas vitais do CBTC, cabendo à arquitetura de segurança definir permissões, segregação e tratamento de incidentes de forma compatível com os princípios de cibersegurança industrial adotados pelo METRÔ-DF.

- interconexão apenas via DMZs e firewalls, proibindo acessos diretos à rede vital CBTC;
- segregação física e lógica sempre que possível (racks, switches, VLANs, rotas);
- definição clara de quais dados podem ser exportados (por exemplo, KPIs, relatórios, alarmes de alto nível) e quais não podem, preservando a segurança da sinalização.

18. ICD – INTERFACES ENTRE SUBSISTEMAS

Este capítulo descreve, em nível de anteprojeto, as principais interfaces entre subsistemas da arquitetura CBTC, estabelecendo o escopo dos futuros **ICDs (Interface Control Documents)** detalhados que deverão ser produzidos pelo contratado.

As interfaces cobertas incluem, no mínimo, ZC–intertravamento, ZC–trem (OBCU/VOBC) e ATS–ZC, conforme já antecipado no B.3.

18.1 INTERFACE ZC – INTERTRAVAMENTO

A interface entre o ATP wayside (ZC) e o intertravamento eletrônico é vital e deve assegurar que o cálculo da Movement Authority seja sempre consistente com as permissividades de rota e o estado dos objetos de via.

Informações típicas trocadas:

- **Do intertravamento para o ZC**
    - Estado de rotas (solicitada, estabelecida, liberada, bloqueada).
    - Estado de AMVs (posição, travamento, falha).
    - Ocupação de trechos de via (via detecção secundária).
    - Bloqueios vitais (por exemplo, bloqueios de rota, chaves ou zonas).
- **Do ZC para o intertravamento**
    - Solicitações de estabelecimento/liberação de rotas para suportar Movement Authority planejada.
    - Informações auxiliares para otimização de rotas (por exemplo, prioridades definidas pelo ATS em modo compatível com a segurança).

O ICD correspondente deve definir: formato de mensagens, periodicidade/assincronia, temporizações, comportamento em falhas (timeout, perda de sincronismo) e critérios de reinicialização.

18.2 INTERFACE ZC – TREM (OBCU/VOBC)

A interface ZC–trem é responsável pela troca de dados vitais que suportam o controle em bloco móvel.

Informações típicas (telegramas):

- **Do ZC para o trem**
    - Movement Authority (limite de movimento, perfil de velocidade, tempo de validade).
    - Dados de contexto de rota (por exemplo, informações de plataforma, portas lado certo, restrições temporárias de velocidade).
- **Do trem para o ZC**
    - Reporte de posição (coordenada de via, direção, velocidade medida).
    - Estado de integridade de trem (inteiro/partido).
    - Modos de operação, estados de freio e alarmes relevantes.

Os requisitos de latência, jitter e perda de pacotes já são tratados em capítulo de desempenho; o ICD detalhará estrutura de telegramas, codificação, mecanismos de integridade (CRC, sequenciamento) e reações a inconsistências.

18.3 INTERFACE ATS – ZC

A interface ATS–ZC é não vital, mas crítica para regulação e supervisão operacional.

Informações típicas:

- **Do ATS para ZC**
    - Comandos operacionais (alteração de destinos, aplicação de perfis de marcha, inserção de TSR, definição de parâmetros de regulação).
    - Tabelas de serviço/hora e configurações de plano de operação.
- **Do ZC para ATS**
    - Estado dos trens (posição consolidada, integridade, modos).
    - Estado de zonas, rotas e eventuais degradações locais.

- Alarmes e eventos relevantes ao controle central.

O ICD ATS–ZC deve assegurar que comandos do ATS nunca possam violar limites impostos pelo ATP e pelo intertravamento, mantendo clara a separação entre funções vitais e de supervisão.

19. TELEGRAMAS OPERACIONAIS

Este capítulo apresenta, em nível conceitual, os telegramas operacionais principais do **CBTC: Movement Authority e Reporte de Posição** e indica diretrizes para sua estruturação.

Detalhamentos completos (campos, codificação, tamanhos, checksums) serão fornecidos em documentos de projeto específicos.

19.1 MOVEMENT AUTHORITY (MA)

O telegrama de Movement Authority define o limite de avanço seguro de um trem, bem como o perfil de velocidade associado.

Conteúdo típico:

- Identificação do trem.
- Coordenadas do limite da Movement Authority (por exemplo, posição alvo em coordenadas de via).
- Perfil de velocidade (velocidade permitida ao longo da rota, incluindo restrições temporárias de velocidade).
- Dados para cálculo de curvas de frenagem (parâmetros de desaceleração, margens de segurança).
- Tempo de validade/atualização da autorização.

Diretrizes:

- O MA deve ser transmitido com periodicidade compatível com a dinâmica do sistema (velocidade e aceleração dos trens) e renovado com antecedência suficiente para evitar situações de “fim de autoridade” inesperadas.
- A perda repetida de MA ou a recepção de MA inconsistentes deve levar o ATP embarcado a entrar em modo seguro, conforme definido nos modos de degradação.

19.2 REPORTE DE POSIÇÃO

O telegrama de Reporte de Posição fornece ao ZC a posição e o estado operacional do trem, permitindo manter o modelo de ocupação de via e calcular nova Movement Authority.

Conteúdo típico:

- Identificação do trem.
- Coordenada de via (posição longitudinal, direção de marcha).
- Velocidade medida.
- Estado de integridade do trem (inteiro/partido).
- Estado de freio e modo de operação (CBTC nominal, CBTC degradado, manual etc.).

Diretrizes:

- A precisão e a disponibilidade do reporte de posição devem ser compatíveis com os requisitos de headway e de segurança definidos no Relatório CBTC (combinação de odometria, balizas e referências adicionais).
- Em caso de perda de reporte de posição por tempo superior ao limite configurado, o ZC deve considerar o trem como não confiável em termos de posição, ajustando a proteção e, se necessário, reduzindo a capacidade.

20. REQUISITOS DE DESEMPENHO

Este capítulo consolida os requisitos mínimos de desempenho do sistema CBTC do METRÔ-DF, estruturados em três eixos: desempenho operacional, desempenho de comunicação e desempenho de manutenção/confiabilidade, em alinhamento com as metas já indicadas no B.3 e com os requisitos funcionais do Relatório CBTC.

Os valores aqui apresentados assumem operação nominal em território CBTC com frota totalmente equipada, cabendo ao fornecedor demonstrar, em estudos de capacidade e em análises RAMS, que a solução proposta atende ou supera essas metas, considerando as particularidades da Linha 1 (ramificação em Y, operação mista na migração, frota heterogênea etc.).

20.1 REQUISITOS OPERACIONAIS

Como premissa de desempenho, o sistema CBTC deverá ser capaz de suportar headway mínimo alvo de 90 segundos no tronco, em operação nominal, para a configuração de frota e de diagrama operacional definida pelo METRÔ-DF. O conjunto de sinalização e controle deverá apresentar disponibilidade mínima de 99,9% em regime de maturidade, considerando as indisponibilidades que afetem diretamente a circulação, sem prejuízo dos requisitos de continuidade de serviço durante a migração.

A regularidade operacional deverá ser compatível com as metas do empreendimento e demonstrada por estudos de capacidade, análises RAMS e avaliações operacionais que considerem o cenário de linha ramificada, a operação em modo degradado e a frota heterogênea prevista para o sistema.

- **Headway mínimo de projeto**
    - O sistema CBTC deve ser capaz de suportar headway mínimo alvo de 90 segundos no tronco, em operação nominal, para a configuração de frota e de diagramas operacionais definidos pelo METRÔ-DF.
    - Estudos de capacidade devem demonstrar margem de robustez para recuperação após perturbações (atrasos, falhas pontuais), em linha com as vantagens de regulação apontadas para o CBTC no Relatório Técnico.
- **Disponibilidade e regularidade do sistema de sinalização**

- O sistema de sinalização e controle (CBTC + intertravamento + DCS) deve atingir disponibilidade mínima de 99,9% em regime de maturidade, considerando indisponibilidades que impactem diretamente a circulação.

- A solução deve permitir alcançar regularidade operacional (cumprimento de headway/tabela) alvo de 99% nas condições de demanda e operação estabelecidas, com apoio das funcionalidades de regulação automática do ATS.

- **Tempo de recuperação após falhas**

  - Para falhas simples de componentes críticos (por exemplo, um servidor ATS, um canal de ZC, um AP de rádio), o sistema deve ser capaz de recuperar ou manter a operação com impacto limitado, utilizando a redundância e as estratégias de degradação descritas nos capítulos correspondentes.

Os valores exatos de metas intermediárias (por exemplo, tempos máximos de retomada após determinados tipos de falha) poderão ser detalhados no Projeto Básico, desde que compatíveis com esses objetivos globais e com o cenário operacional do METRÔ-DF.

20.2 REQUISITOS DE DESEMPENHO DE COMUNICAÇÃO

A camada de comunicação (backbone + DCS) deve atender a requisitos mínimos de latência, jitter e perda de pacotes, garantindo que as funções ATP/ATO/ATS possam operar em conformidade com a IEEE 1474.1-2025.

Parâmetros orientativos (conforme B.3 e Relatório):

- **Latência fim-a-fim (trem–ZC–trem)**

- Deve ser inferior ou igual a 50 ms para o tráfego de mensagens vitais (Movement Authority e Reporte de Posição) sob condições normais de operação, incluindo enlace rádio e backbone.

- **Jitter (variação da latência)**

- Deve ser mantido dentro de limites que não comprometam os algoritmos de controle de trem; como referência, variação típica máxima da ordem de 20 ms para o tráfego vital.

- **Perda de pacotes**
  - A taxa de perda de pacotes para o tráfego vital deve ser inferior a 1% em condições normais, com mecanismos de retransmissão e de tratamento de erros que assegurem integridade das mensagens relevantes.

- **Capacidade de throughput e segregação de tráfego**
  - A arquitetura de rede deve garantir capacidade suficiente para transportar simultaneamente o tráfego vital do CBTC, o tráfego de supervisão e o tráfego de diagnóstico sem degradação dos parâmetros acima, com uso de QoS para priorização do tráfego vital.

O fornecedor deverá comprovar, por meio de dimensionamento de rede, testes de fábrica e testes de campo, que a solução proposta atende a esses requisitos sob cenários representativos (pico de demanda, cenários de falhas simples, modos degradados).

20.3 REQUISITOS DE MANUTENÇÃO, MTBF E MTTR

A arquitetura CBTC deve ser concebida para facilitar manutenção preventiva, corretiva e baseada em condição, contribuindo para atingir as metas de disponibilidade global.

Diretrizes gerais:

- **MTBF (Mean Time Between Failures)**
  - Componentes críticos (ZCs, intertravamento, DCS vital, servidores centrais, OBCU) devem possuir MTBF compatível com a meta de disponibilidade do sistema, a ser demonstrado por dados de referência de campo, análises RAMS e/ou certificações do fabricante.

- **MTTR (Mean Time To Repair)**
  - A solução deve ser projetada para permitir MTTR reduzido, com:

  - módulos facilmente substituíveis em campo (hot-swappable quando aplicável);
  - diagnóstico automatizado e localização rápida de falhas;
  - procedimentos claros de retorno ao serviço.

- **Ferramentas de diagnóstico e telemetria**
  - Devem existir ferramentas integradas de diagnóstico, telemetria e registro de eventos (logs), acessíveis via rede de manutenção, permitindo analisar falhas de forma remota e reduzir a necessidade de intervenções presenciais.

Os valores numéricos finais de MTBF/MTTR por tipo de equipamento serão definidos em conjunto com os estudos RAMS, mas o anteprojeto explicita a necessidade de que esses parâmetros suportem a disponibilidade alvo de 99,9% para o sistema de sinalização.

21. EXPANSIBILIDADE E EVOLUÇÃO TECNOLÓGICA

Este capítulo estabelece diretrizes para que a arquitetura CBTC do METRÔ-DF seja escalável e preparada para evolução tecnológica, permitindo futuras ampliações de linha, novos pátios, evolução de tecnologia de comunicação e aumento de nível de automação.

A concepção adota a ideia de que o investimento atual deve constituir plataforma para evolução futura, evitando soluções “fechadas” que limitem expansão ou migração tecnológica.

21.1 EXPANSÃO DE ZONAS, LINHAS E PÁTIOS

A arquitetura deve permitir:

- inclusão de novos ZCs ou extensão de zonas existentes para cobrir futuras expansões de Samambaia, Ceilândia e eventuais novos trechos, sem necessidade de reengenharia completa do sistema;
- expansão da lógica de intertravamento e dos OCs para novos AMVs, sinais e trechos de via, respeitando limites de capacidade dos equipamentos e prevendo espaço físico e reservas em salas técnicas;
- integração de novos pátios ou áreas de estacionamento, reutilizando o mesmo modelo de interface com ATS/CCO e com o intertravamento.

21.2 EVOLUÇÃO DE TECNOLOGIA DE COMUNICAÇÃO (WI-FI/LTE/OUTROS)

A camada de comunicação deverá ser concebida de forma tecnologicamente neutra, permitindo evolução entre Wi-Fi industrial ferroviário, LTE ferroviário e futuras tecnologias compatíveis, desde que permaneçam atendidos os requisitos de desempenho, disponibilidade, cibersegurança e migração brownfield definidos para o empreendimento.

Essa neutralidade tecnológica não dispensa o Contratado de demonstrar, no Projeto Básico, a aderência da solução escolhida às condições reais da Linha 1, à cobertura necessária em superfície e túnel, à convivência com o sistema legado e aos requisitos de expansão futura do METRÔ-DF.

- permitindo evolução entre Wi-Fi industrial ferroviário, LTE ferroviário ou tecnologias futuras (por exemplo, 5G FRMCS), desde que os requisitos de desempenho do DCS sejam mantidos;

- prevendo infraestrutura de dutos, fibras e espaços em casas de sinalização que facilitem substituição/upgrade de equipamentos rádio sem interrupções extensas;

- evitando o acoplamento rígido das funções de ATP/ATO a uma única tecnologia proprietária de comunicação.

21.3 EVOLUÇÃO DE AUTOMAÇÃO E FUNCIONALIDADES

A arquitetura deve estar preparada para:

- evolução gradual para GoA4 em toda a linha, incluindo ramais, com base em requisitos já definidos no Relatório CBTC para funções de injeção/recolhimento e condução sem condutor a bordo;

- incorporação de novas funcionalidades de ATS (por exemplo, algoritmos de regulação mais avançados, integração com sistemas de informação ao passageiro em tempo real, integração com sistemas corporativos de planejamento);

- possibilidade de interoperabilidade futura com outros sistemas/modais, quando aplicável, em conformidade com a IEEE 1474.3.

21.4 PROTEÇÃO DO INVESTIMENTO E ATUALIZAÇÃO DE SOFTWARE

Por fim, a arquitetura deve considerar:

- contratos e políticas de ciclo de vida que garantam suporte de longo prazo para hardware e software (incluindo obsolescência e migração de versões), em linha com a experiência do METRÔ-DF com sistemas legados;

- mecanismos de atualização controlada de software (rolling upgrade, janelas de manutenção) que permitam introduzir correções e novas versões sem interrupção significativa do serviço;

- documentação e padrões de interface que facilitem eventuais substituições parciais de subsistemas no futuro (por exemplo, troca de plataforma de ATS ou de intertravamento), preservando o investimento em outras camadas.

22. DIRETRIZES PARA MIGRAÇÃO BROWNFIELD, TESTES, COMUTAÇÃO E DESCOMISSIONAMENTO

A migração do sistema de sinalização e controle para a solução CBTC deverá ser executada em ambiente brownfield, com preservação da continuidade do serviço, convivência controlada com o sistema legado, utilização de estratégias de fallback e observância dos modos operacionais degradados previstos para a arquitetura de referência.

22.1 DIRETRIZES

As intervenções deverão ser planejadas e executadas de forma a preservar a segurança operacional, a disponibilidade do sistema, a regularidade do serviço e a integridade dos ativos existentes, sem introdução de riscos indevidos à operação comercial, à manutenção ou aos usuários.

As atividades de implantação, instalação, testes, comissionamento, comutação, operação assistida e descomissionamento deverão observar os normativos, procedimentos e instrumentos de planejamento operacional e de acesso vigentes no Metrô-DF, inclusive a PSA – Programação Semanal de Acesso, utilizada para compatibilizar e harmonizar previamente as atividades programadas com as necessidades da operação, da manutenção e das demais áreas intervenientes. Assim, atividades incompatíveis entre si, como acesso à via para instalação de equipamentos e circulação de trens para treinamento, testes operacionais, inspeções ou outras rotinas programadas, deverão ser previamente identificadas, compatibilizadas e resolvidas antes da execução, vedada a realização de intervenções em cenário de conflito operacional não formalmente equacionado.

Toda a documentação técnica, operacional, executiva, de planejamento, comunicação formal, comunicação preliminar, sinalização provisória de obra, registros de teste, relatórios, procedimentos, etiquetas, avisos, formulários, checklists e demais meios documentais ou comunicacionais relacionados ao empreendimento deverão ser emitidos em língua portuguesa. Eventual utilização de documento originalmente produzido em outro idioma somente poderá ocorrer mediante tradução completa, tecnicamente consistente e previamente disponibilizada em português, correndo por conta e risco da Contratada toda responsabilidade por divergências, ambiguidades, atrasos ou erros decorrentes de tradução.

22.2 PLANO DE MIGRAÇÃO BROWNFIELD

Previamente ao início de qualquer intervenção com potencial de impacto operacional, a Contratada deverá elaborar e submeter à aprovação da Contratante um Plano de Migração Brownfield obrigatório, completo, integrado, faseado e rastreável, abrangendo a implantação por trechos, zonas, estações, pátios, subsistemas, interfaces e frotas, bem como os critérios técnicos e operacionais para progressão entre etapas. Esse plano deverá consolidar, no mínimo, a estratégia de implantação, os marcos de prontidão, as dependências entre frentes, os critérios de entrada e saída de cada fase, os riscos, as ações preventivas e mitigatórias, os procedimentos de contingência, os critérios de rollback, as condições de reversibilidade e os critérios objetivos para avanço, suspensão ou recomposição da etapa.

O Plano de Migração Brownfield deverá detalhar, para cada frente de serviço, a natureza das atividades, o local de execução, o subsistema afetado, o potencial de interferência, a janela de atuação, os recursos necessários, as interfaces com operação e manutenção, os bloqueios eventualmente requeridos, os testes associados, os critérios de aceitação intermediária e as providências a serem adotadas em caso de falha, atraso, interferência, indisponibilidade de ativos, conflito de acesso ou qualquer condição capaz de comprometer a operação do sistema. O plano também deverá demonstrar compatibilidade com a PSA e com os demais instrumentos internos de programação, coordenação e autorização de acesso adotados pelo Metrô-DF, de forma a assegurar governança integrada entre implantação, operação e manutenção.

A solução deverá ser desenvolvida com base em verificação técnica completa das condições reais de implantação, cabendo à Contratada considerar, avaliar e compatibilizar as restrições de espaço físico, infraestrutura de passagem de cabos, canaletas, eletrocalhas, convivência com sistemas existentes, acessibilidade para instalação e manutenção e demais condicionantes identificadas em campo, sem prejuízo da continuidade da operação comercial.

O Plano de Migração Brownfield deverá considerar, ainda, os ajustes necessários à configuração final da solução após o descomissionamento do sistema legado, de modo a assegurar que a implantação transitória não prejudique o arranjo definitivo dos equipamentos, das rotas de cabos, dos suportes, das ocupações físicas e das condições ideais de operação e manutenção do sistema em sua configuração final.

22.3 NÃO INTERFERÊNCIA

Constitui premissa obrigatória da migração que as atividades de implantação não poderão provocar interferência indevida, degradação não autorizada ou redução do nível de serviço da operação comercial. Essa vedação abrange, entre outros efeitos, a indisponibilidade excessiva de trens para instalação ou teste, a redução indevida da oferta operacional, o aumento não planejado de headway, a retirada simultânea de ativos críticos, a imposição de restrições não aprovadas e qualquer perda de desempenho ou disponibilidade decorrente de planejamento inadequado da implantação.

As atividades classificadas como sem interferência operacional poderão ser executadas em tempo integral, desde que formalmente enquadradas como não intrusivas e compatíveis com as condições de segurança, acesso e segregação física requeridas pela Contratante. As atividades com potencial de interferência na circulação, em equipamentos em serviço, em sistemas críticos, na disponibilidade de frota ou nas rotinas de manutenção deverão ser executadas em janela noturna, fora da operação comercial, e de forma compatível com a convivência obrigatória com as atividades de manutenção programadas e emergenciais do Metrô-DF.

A Contratada deverá demonstrar, em cada etapa, que a estratégia de implantação preserva a disponibilidade mínima dos ativos necessários à operação vigente, sendo vedada a concentração de intervenções que implique insuficiência de frota, perda de reserva operacional ou comprometimento da robustez do serviço. Toda medida mitigatória necessária à preservação da operação deverá ser previamente planejada, documentada, aprovada e incorporada ao Plano de Migração Brownfield, inclusive quanto a reprogramação de frentes, reordenação de prioridades, limitação de escopo, reversibilidade e reforço de recursos.

22.4 COMUTADOR DAY-NIGHT

A solução deverá prever sistema de comutação day-night, ou arranjo funcional equivalente aprovado pela Contratante, destinado a possibilitar o chaveamento controlado, seguro, auditável, reversível e operacionalmente claro entre o sistema legado e o sistema CBTC, para todos os equipamentos, subsistemas, interfaces, canais e circuitos necessários às etapas de instalação, integração, teste, validação, shadow mode, comutação e retorno ao arranjo anterior, quando aplicável. Esse arranjo deverá ser compatível com a convivência temporária entre os dois sistemas, com a filosofia de fallback e com os modos degradados previstos para a arquitetura, sem comprometimento da segurança da circulação.

O sistema day-night deverá ser detalhado no Projeto Básico e nos documentos executivos correspondentes, contemplando sua filosofia de operação, escopo de aplicação, lista de equipamentos abrangidos, lógica de chaveamento, permissivos, intertravamentos, sinalização de estado, critérios de liberação, tempos máximos de comutação, procedimentos de teste, critérios de abortamento, rollback, responsabilidades e tratamento de falhas. O arranjo adotado deverá impedir comandos conflitantes, preservar a segregação entre domínios, permitir rastreabilidade da posição de chaveamento e assegurar retorno seguro ao sistema legado sempre que a janela se encerrar sem êxito da etapa programada ou quando houver necessidade de recomposição imediata da condição operacional anterior.

22.5 FASES PLANEJADAS

A migração deverá ser executada de forma sequencial, controlada e documentalmente rastreável, compreendendo minimamente, conforme a natureza da etapa, as fases de instalação, testes e comissionamento, virada de chave, operação assistida e descomissionamento. A progressão entre fases dependerá de comprovação objetiva de prontidão técnica, segurança, integridade de interfaces, desempenho, estabilidade operacional e atendimento dos critérios de aceitação previamente aprovados.

Na **fase de projeto e instalação**, deverão ser executadas as atividades de planejamento, inspeções, projeto, fabricação, implantação, montagem, adequação, integração e preparação de campo e de bordo, observadas as restrições de acesso, segregação, compatibilização com o sistema existente e preservação da operação comercial.

Na **fase de testes e comissionamento**, deverão ser realizados testes em todos os níveis aplicáveis, incluindo, no mínimo, testes de instalação, testes estáticos, testes dinâmicos, testes de integração, testes de comunicação, testes de segurança funcional, testes de desempenho, testes de modos degradados e fallback, bem como testes em shadow mode quando previstos na estratégia de migração.

A **fase de virada de chave** é o momento em que a operação comercial será, integralmente e em definitivo, baseada no sistema CBTC instalado no CCO, Estações, Via e Trens. Essa fase somente ocorrerá após conclusão satisfatória dos testes aplicáveis, validação dos permissivos operacionais, execução dos checklists formais e definição explícita dos critérios de abortamento e rollback, treinamentos operacionais e de manutenção.

A **fase de operação assistida** deverá suceder a comutação bem-sucedida, com acompanhamento intensivo em campo e no CCO, registro de ocorrências, aferição de desempenho, validação do comportamento do sistema em serviço e consolidação das evidências necessárias à aceitação da etapa.

Concluída a operação assistida e autorizada a incorporação definitiva do novo arranjo, deverá ser iniciada a **fase de descomissionamento** do sistema substituído, de forma planejada, segura, inventariada e compatível com a organização final da solução implantada. Todo material descomissionado e retirado deverá ser encaminhado ao almoxarifado de manutenção do Metrô-DF ou a outro local formalmente designado pelo METRÔ-DF, em regime controlado, com inventário, identificação, registro de origem, acondicionamento adequado e preservação compatível com sua natureza, vedado descarte, remanejamento informal ou deposição sem rastreabilidade.

22.6 CONDIÇÃO DE ENTREGA FINAL E ENCERRAMENTO CONTRATUAL

A entrega final do objeto somente poderá ser considerada cumprida após a implantação integral e a plena entrada em operação do sistema CBTC em toda a extensão contratual, com todos os trechos, pátios, estações, interfaces, subsistemas, material rodante abrangido e postos operacionais previstos devidamente implantados, testados, comissionados, integrados e em efetiva utilização operacional, observados os planos, projetos, critérios de aceitação e demais instrumentos aprovados pela Contratante.

O recebimento definitivo ficará condicionado à comprovação do funcionamento pleno e estável da solução em regime operacional, à conclusão de todas as etapas de migração, à execução integral do descomissionamento do sistema legado, à eliminação de pendências técnicas, operacionais, documentais e de treinamento, bem como à entrega de toda a documentação final correspondente, incluindo, no mínimo, projetos as built, manuais de operação e manutenção, listas finais de sobressalentes, ferramental, procedimentos, registros de testes, relatórios de comissionamento e evidências de transferência de conhecimento.

O recebimento final não poderá ocorrer com pendências remanescentes relativas a trechos, frotas, interfaces, treinamentos, materiais, sobressalentes, ferramentas, documentação ou quaisquer outros itens necessários à operação regular e autônoma do sistema, salvo pendências formalmente excepcionadas pelo METRÔ-DF em caráter expresso e devidamente justificadas, sem prejuízo da segurança, da continuidade do serviço e da plena funcionalidade contratada.

23. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A arquitetura proposta apresenta estrutura compatível com sistemas CBTC modernos de alta disponibilidade. A solução contempla:

- Separação entre funções vitais e não vitais;
- Redundância operacional e física;
- Estratégias de degradação controlada;
- Segmentação de redes;
- Comunicação contínua trem-terra;
- Escalabilidade futura;
- Aderência às principais normas ferroviárias internacionais.

A arquitetura proposta estabelece de forma preliminar a base técnica adequada para evolução futura do sistema de sinalização metroferroviária do Metrô-DF.

ARQUITETURA CBTC – ANTEPROJETO

Sistema de Sinalização Metroferroviária – Metrô-DF

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO E ESCOPO METODOLÓGICO 8
   1.1 Natureza e finalidade do documento 8
   1.2 Nível de detalhamento e posição no ciclo de projeto 8
   1.3 Organização em camadas e níveis de detalhe 8
   1.4 Coerência interna e tratamento de conflitos 9
   1.5 Granularidade técnica para subsidiar etapas posteriores 10
2. OBJETIVO 10
3. REFERÊNCIAS NORMATIVAS 11
4. PREMISSAS OPERACIONAIS 12
   4.1 Camada de Comunicação 12
5. Proteção do investimento e atualização de software 13
6. CONSIDERAÇÕES importantes 14
7. Plano Consolidado: Arquitetura, Implantação e Gestão Técnica de Sistemas CBTC GoA4 14
   7.1 Desafios Estruturais e Estratégia de Implantação em Linhas Operativas 15
      7.1.1 Análise de Desafios Multidimensionais 15
      7.1.2 Plano de Implantação Faseado 15
      7.1.3 Matriz de Transição Tecnológica 16
   7.2 Arquitetura Sistêmica e Subsistemas CBTC GoA4 16
      7.2.1 Equipamentos de Via (Wayside) 17
      7.2.2 Equipamentos de Bordo (Onboard) 17
      7.2.3 Supervisão Centralizada (CCO) 18

7.2.4 Arquitetura e Subsistemas do Sistema CBTC GoA4 18
7.2.5 No Centro de Controle 19
7.2.6 Sistemas Críticos Específicos para GoA4.....20
7.2.7 Interfaces com a Via (Wayside) e Estações.....20
7.2.8 Resumo do Fluxo de Informação no GoA4: 21
7.2.9 Dinâmica de Comunicação e Segurança em Sistemas GoA4 21
7.3 Na Via Permanente (Wayside vs. Onboard):.....22
7.4 . Dimensionamento de Zone Controllers (ZC) e Lógica de Zonas Críticas 22
7.4.1 Metodologia de Particionamento.....22
7.4.2 Pré-dimensionamento para o Metrô-DF (Estudo de Caso).....22
7.5 Infraestrutura de Telecomunicações (DCS - Data Communication System) 23
7.5.1 Análise Comparativa de Tecnologias com Vantagens e Desvantagens nos dois casos mais utilizados nos nossos estudos de caso, entretanto deverão ser melhor analisados e definidos na fase do Projeto Básico.23
7.5.2 Cálculos de Cobertura e Handover 23
7.5.3 Arquitetura de Rede e Sincronismo 23
7.6 Material Rodante: Premissas para Automação Plena (UTO) 23
7.6.1 Características Técnicas do Trem GoA4 na Frota 3.000 e/ou Posterior 23
7.6.2 Interface Trem-Plataforma (PSD) 24
7.6.3 Diagnóstico e Autogestão para frotas 3.000 e/ou Posterior 24
7.7 Segurança Operacional, RAMS e Gestão de Falhas 25
7.7.1 Protocolos de Falha e Modo Degradado.....25
7.7.2 Estratégias de Emergência (Fogo e Invasão).....25
7.7.3 Cibersegurança Industrial (IEC 62443).....25
8. Descrição mais detalhada dos Subsistemas Envolvidos na solução.....26
8.1 Arquitetura de Zonas Críticas no Sistema CBTC 26

8.2 Protocolos de Segurança na Falha de Comunicação ZC-IXL 26
8.3 Intertravamento e Segurança Física no Tráfego Metroferroviário 27
9. Dinâmica e Segurança do Sistema CBTC GoA4: ATP e ATO 29
9.1 **ATP (*Automatic Train Protection* – Proteção Automática do Trem)** 29
9.2 ATO (Automatic Train Operation – Operação Automática do Trem) 29
10. Arquitetura de Segurança Ferroviária: Interface entre ZC e IXL 30
10.1 Segurança do Controlador de Zona (ZC) — A Prevenção de Colisões 30
10.2 Segurança do Intertravamento (IXL) — A Prevenção de Descarrilamentos 30
11. O Papel do Intertravamento na Detecção Secundária de Trens 31
12. A Integração ZC e Intertravamento CBTC 31
13. Sistema de detecção secundária de ocupação 33
14. Estudos Observação sobre Sistemas de Rádios 34
15. Sistema de Intertravamento Eletrônico (IXL) para Sinalização CBTC 35
15.1 1. Objetivo 35
15.2 Escopo do Sistema 36
15.3 Finalidade Operacional 36
15.4 Arquitetura funcional 36
15.5 Conceito Operacional 37
15.6 Integração com CBTC 37
15.7 Arquitetura SIL4 38
15.8 Requisitos mínimos SIL4 38
15.9 Unidades Processadoras 38
15.10 Controle de Rotas 39
15.11 Controle de AMV´s 39
15.12 Supervisão de Ocupação 39

15.13 Modos Operacionais 39
15.14 Comunicação e Telecom 39
15.15 Topologia Telecom Recomendada 40
15.16 QoS e Prioridades 40
15.16.1 Classes recomendadas 40
15.16.2 Requisitos de Cybersecurity 40
15.16.3 Medidas mínimas 40
15.17 Integração com ATS/CCO 41
15.18 Redundância 41
15.18.1 Processamento 41
15.18.2 Comunicação 41
15.18.3 Alimentação 41
15.19 Desempenho 41
15.20 Supervisão e Diagnóstico 42
15.21 Testes 42
15.22 Documentação Obrigatória 42
15.23 Aplicação em Sistemas CBTC 42
15.24 Filosofia Fail-safe 43
15.25 Equipamentos de Campo a serem modernizados 43
15.26 Conclusão 45
16. Zone Controller (ZC) do Sistema de Sinalização CBTC 45
16.1 Objetivo 45
16.2 Escopo do Sistema 46
16.3 Função Principal 46
16.4 Conceito Operacional 46
16.5 Arquitetura Funcional simplificada 47
16.6 Segmentação por Zona 47

16.7 Redundância 47
16.8 Arquiteturas recomendadas 47
16.9 Requisitos SIL4 48
16.9.1 Requisitos mínimos SIL4 48
16.10 Funções ATP executadas 48
16.11 Authority Movement (MA) 48
16.11.1 Integridade do trem 49
16.11.2 Estado da via 49
16.11.3 Distância de frenagem segura 49
16.12 Integração com Interlocking (IXL) 49
16.12.1 Integração com ATS 50
16.12.2 Integração com DCS Wireless 50
16.12.3 Requisitos comunicação 50
16.13 Arquitetura Telecom Recomendada 50
16.13.1 QoS 50
16.14 Cybersecurity 51
16.15 Modos Operacionais 51
16.16 Filosofia Fail-safe 51
16.17 Sincronismo 52
16.18 Supervisão e Diagnóstico 52
16.19 Requisitos de Desempenho 52
16.20 Aplicação em GoA4 52
16.21 Interfaces Principais 53
16.22 Requisitos Ambientais 53
16.23 Testes 53
16.24 Documentação Obrigatória 53
16.25 Conclusão Técnica 54

17. Sistema ATS e Subsistema Central de Controle e Gerenciamento CBTC (SCCG-CBTC) para o Metrô-DF 54
17.1 Objetivo 54
17.2 Contexto Operacional do Metrô-DF 54
17.3 Escopo do Sistema ATS/SCCG-CBTC 55
17.3.1 Finalidade Operacional 55
17.3.2 Conceito Operacional 56
17.3.3 Sistema ATS — Automatic Train Supervision 56
17.3.4 SUBSISTEMA CENTRAL DE CONTROLE E GERENCIAMENTO CBTC é um servidor operacional intermediário entre o ATS e os equipamentos de campo 57
17.4 Gerenciamento por região operacional 59
17.5 Arquitetura Telecom Integrada 59
17.5.1 Topologia Telecom 59
17.5.2 Segmentação Recomendada dos Anéis 59
17.5.3 QoS 59
17.6 Classes recomendadas 59
17.7 Integração com CBTC 60
17.7.1 Integração com Interlocking (IXL) 60
17.7.2 Integração com DCS Wireless 60
17.8 Requisitos de Cybersecurity 60
17.9 Requisitos mínimos 60
17.10 Consoles CCO 61
17.11 Funcionalidades Gráficas 61
17.12 Modos Operacionais 61
17.13 Aplicação Futura GoA4 62
17.14 Requisitos de Desempenho 62
17.15 Supervisão e Diagnóstico 62

17.16 Em Sintese.....62

1. INTRODUÇÃO E ESCOPO METODOLÓGICO

Este documento apresenta, em nível compatível com anteprojeto, a arquitetura conceitual, funcional e física do Sistema de Sinalização com **Tecnologia Bloco Móvel baseado em Comunicação (CBTC)** a ser implantado na Linha 1 do METRÔ-DF, incluindo os trechos existentes, as expansões de Samambaia e Ceilândia, os pátios operacionais e as frotas atuais e futuras. A estrutura adotada busca fornecer uma visão integrada do sistema, assegurando coerência entre os princípios de alto nível, as funções de cada subsistema e os arranjos físicos de referência.

1.1 NATUREZA E FINALIDADE DO DOCUMENTO

A arquitetura aqui descrita tem natureza técnico-conceitual e destina-se a estabelecer, funções, interfaces e agrupamentos físicos, a solução de referência para o sistema **Sinalização e Controle** do **METRÔ-DF**. Seu objetivo é traduzir, em visão de arquitetura, os requisitos funcionais e de desempenho que foram consolidados em documento próprio de requisitos CBTC, fornecendo uma base estruturada para o desenvolvimento das etapas subsequentes de engenharia, em especial o Projeto Básico e o Projeto Executivo.

1.2 NÍVEL DE DETALHAMENTO E POSIÇÃO NO CICLO DE PROJETO

O presente documento situa-se entre os estudos de requisitos e o Projeto Básico, consolidando decisões de organização dos sistema com filosofia de redundância, de desempenho e de migração em ambiente *brownfield*. O nível de detalhamento adotado abrange a definição de componentes lógicos principais, cadeias funcionais e quantitativos de referência por ambiente, sem, contudo, entrar em especificações construtivas ou em escolhas de produtos e tecnologias proprietárias, que permanecerão a cargo das etapas posteriores de projeto.

1.3 ORGANIZAÇÃO EM CAMADAS E NÍVEIS DE DETALHE

Em alinhamento com as referências normativas aplicáveis a sistemas CBTC, a solução é organizada contemplando, no mínimo, Supervisão Operacional, Comunicação, Wayside, Campo (Trackside), Embarcada, Integração Externa, Diagnóstico e Manutenção e Suporte Operacional e Administrativo. Cada uma dessas camadas é apresentada em três níveis complementares de detalhe:

- **Arquitetura funcional**: detalha as funções desempenhadas, os fluxos de informação, as responsabilidades de cada subsistema e as interfaces internas e externas, mantendo rastreabilidade com os requisitos funcionais consolidados.
- **Arquitetura física**: traduz as funções em agrupamentos físicos por ambiente (CCO, salas técnicas centrais, salas técnicas de estações, via, material rodante, ambientes administrativos), com indicação de conjuntos e quantitativos de referência compatíveis com anteprojeto.

Além desses níveis, capítulos específicos aprofundam camadas ou subsistemas de maior relevância técnica, como redundância, segurança funcional, cibersegurança, interfaces e requisitos de desempenho.

1.4 COERÊNCIA INTERNA E TRATAMENTO DE CONFLITOS

A existência de diferentes níveis de detalhamento exige uma regra de leitura que favoreça a coerência interna do documento. Para fins de interpretação sistemática, adota-se a seguinte hierarquia lógica entre os conteúdos aqui apresentados:

- Visão de **arquitetura geral** do sistema;
- Visão **funcional** por camada;
- Visão **física** e quantitativos de referência;
- Capítulos de **aprofundamento específicos** por camada ou subsistema.

Essa hierarquia orienta a interpretação integrada do documento não deve ser utilizada para excluir elementos necessários à solução: a ausência de menção explícita a determinado componente ou função em um nível não implica, por si só, sua desnecessidade, sempre que tal elemento se mostrar requerido para o cumprimento dos requisitos funcionais, de desempenho, de segurança ou de migração estabelecidos em documentos de requisitos na arquitetura geral da Solução CBTC.

Na hipótese de divergência ou aparente conflito entre descrições presentes em diferentes capítulos, caberá às etapas subsequentes de engenharia, em especial o Projeto Básico, proceder à consolidação técnica, por meio de análise comparativa que:

- Preserve a aderência às referências normativas aplicáveis e aos requisitos funcionais e de desempenho consolidados; e

- explicite, de forma rastreável, a justificativa técnica da solução adotada e o ganho associado em termos de desempenho operacional, segurança, disponibilidade, mantenabilidade, migração ou robustez da solução.

Dessa forma, este documento estabelece a referência arquitetural a ser utilizada como base de comparação e de aprofundamento, sem substituir a necessidade de decisões de engenharia devidamente justificadas nas fases posteriores de projeto.

1.5 GRANULARIDADE TÉCNICA PARA SUBSIDIAR ETAPAS POSTERIORES

A arquitetura física apresentada nos capítulos específicos define agrupamentos de equipamentos e conjuntos por ambiente, com quantitativos mínimos de referência compatíveis com o estágio de anteprojeto. Essa granularidade técnica tem por finalidade:

- Fornecer base estruturada para o dimensionamento mais detalhado nas fases de Projeto Básico e Projeto Executivo;
- Facilitar a identificação, em etapas posteriores, dos impactos técnicos de eventuais ajustes de solução em trechos, ambientes ou subsistemas específicos; e
- Permitir que revisões localizadas de arranjos físicos ou funcionais possam ser avaliadas mantendo a rastreabilidade entre requisitos, funções e elementos físicos associados.

Os quantitativos e arranjos aqui apresentados devem, portanto, ser entendidos como referências para o desenvolvimento posterior de engenharia, passíveis de refinamento à medida que forem incorporados levantamentos de campo, estudos de implantação em ambiente brownfield e análises de integração com os demais sistemas do METRÔ-DF.

2. OBJETIVO

O presente documento estabelece a arquitetura conceitual, funcional e física do Sistema **Sinalização e Controle,** a ser implantado na Linha 1 do METRÔ-DF, incluindo os trechos existentes e as expansões de Samambaia e Ceilândia, bem como as interfaces com os pátios operacionais e com as frotas atuais e futuras.

A arquitetura aqui definida tem por finalidade traduzir, em nível de anteprojeto, os requisitos funcionais e de desempenho consolidados no Relatório de Requisitos

Técnicos e Funcionais CBTC, estruturando o sistema de Comunicação, Incluindo a Embarcada, Campo, Diagnóstico e Manutenção, Integração Externa e Suporte Operacional e Administrativo) e definindo os principais blocos lógicos e físicos que deverão ser desenvolvidos, detalhados e validados pelo Contratado no Projeto Básico e Executivo.

A arquitetura proposta deve suportar a operação em regime de bloco móvel com headway mínimo alvo de 90 segundos no tronco, em níveis de automação até GoA4, preservando a continuidade do serviço durante a migração, a convivência com o sistema legado em bloco fixo e a futura expansão de capacidade da linha.

3. REFERÊNCIAS NORMATIVAS

A arquitetura CBTC do METRÔ-DF foi concebida observando, no mínimo, as seguintes referências normativas e boas práticas internacionais, que orientam a decomposição funcional do sistema, os requisitos de desempenho, a segurança funcional e a gestão de ciclo de vida:

Norma / Referência	Aplicação
IEEE 1474.1	Estabelece as funções mandatórias de ATP, ATO e ATS, os requisitos de operação em bloco móvel, critérios de desempenho (incluindo disponibilidade e headway) e comportamento em modos degradados e de fallback.
IEEE 1474.2	Define princípios para verificação, validação e ensaios do sistema, que serão detalhados em documentos específicos de testes e comissionamento.
IEEE 1474.3	Referencia requisitos de interoperabilidade e interfaces entre subsistemas CBTC e será utilizada como base para a definição de interfaces internas (ICDs) e de possíveis cenários futuros de interoperabilidade.
IEC 62290	Estabelece princípios de arquitetura e níveis de automação aplicáveis a sistemas CBTC em ambiente metroviário.
EN 50126, EN 50128 e EN 50129	Definem o processo RAMS, requisitos de software ferroviário e critérios de segurança funcional para subsistemas SIL2 a SIL4
CLC/TS 50701	Principal especificação europeia para **cibersegurança aplicada a sistemas ferroviários**. Foi desenvolvida pela CENELEC e define como gerenciar riscos de cybersecurity

	em sistemas metroferroviários ao longo de todo o ciclo de vida do sistema.
IEC 62443	Orienta a segmentação de redes, zonas e condutos de segurança, controle de acesso e requisitos de hardening aplicáveis à arquitetura de comunicações e ao ambiente de CCO. É a norma mais adequada para **redes industriais OT/IACS**, incluindo Sinalização, Telecom, SCADA, Controle e Automação.
IEEE 1471 / ISO 42010	Estabelece princípios e estrutura para descrição de arquiteturas de sistemas complexos, incluindo conceitos de stakeholders, pontos de vista e modelos, que serão utilizados como referência para organizar a arquitetura CBTC em camadas, componentes e interfaces ao longo deste documento e dos futuros Projetos Básico e Executivo.
IEEE 802.x e IEEE 1588	Padrões de redes Ethernet, WLAN e sincronismo temporal (PTP), aplicáveis à infraestrutura de rede de dados (backbone óptico, switches industriais e sincronismo distribuído).
IEEE Std 603	Adotado como referência de alto nível para filosofia de sistemas críticos e critérios de segurança, em especial no que se refere a independência, redundância, separação física e comportamento fail-safe, aplicados aqui por analogia à concepção dos subsistemas vitais (ATP wayside, ATP embarcado e intertravamento SIL4) do CBTC.
RFC 2474 e RFC 2475	Definem a arquitetura **DiffServ — Differentiated Services**, que é a principal tecnologia de QoS utilizada em redes IP modernas.

As normas e recomendações listadas acima não esgotam o conjunto de referências a serem observadas; caberá ao Contratado demonstrar, no Projeto Básico, a conformidade da solução proposta com estas e outras normas pertinentes, mantendo a rastreabilidade de requisitos de segurança, desempenho e interoperabilidade.

4. PREMISSAS OPERACIONAIS

4.1 CAMADA DE COMUNICAÇÃO

A camada de Comunicação provê a infraestrutura de transporte de dados para o CBTC, incluindo o *backbone* de rede e o enlace rádio terra-trem, e é responsável por garantir que as mensagens vitais e não vitais sejam entregues dentro dos requisitos de latência, jitter, perda de pacotes e disponibilidade definidos para o sistema.

Principais componentes:

- Backbone óptico redundante, em topologia estrela-anel ou equivalente, com switches industriais e roteadores compatíveis com QoS e segmentação lógica (VLANs).
- Rede operacional dedicada ao CBTC, segregada da rede corporativa e de outros sistemas por firewalls industriais e zonas de segurança conforme IEC 62443.
- Infraestrutura rádio terra-trem, baseada em pontos de acesso Wi-Fi industriais distribuídos ao longo da via e estações, e/ou estações rádio LTE ferroviárias, e/ou ainda qualquer outra tecnologia de Transmissão de dados Wireless com cobertura projetada para garantir *handover* contínuo e comunicação bidirecional permanente com os trens.

Principais funções:

- Transporte determinístico das mensagens entre os ZCs, o ATS e as unidades de bordo (OBCU/VOBC), incluindo telegramas de *Movement Authority*, perfis de velocidade, relatórios de posição, integridade e comandos operacionais.
- Segmentação de redes por domínios (operacional vital, supervisão, manutenção, corporativo), com políticas de QoS que priorizem o tráfego CBTC e mecanismos de failover automático para manutenção da disponibilidade em falhas de enlace ou equipamentos.
- Sincronização temporal de alta precisão entre elementos críticos do sistema, por meio de protocolos como IEEE 1588 (PTP), garantindo coerência de registros, logs e análise de eventos.

A arquitetura mantém neutralidade quanto à tecnologia de rádio (Wi-Fi e/ou LTE), desde que a solução proposta no Projeto Básico demonstre conformidade com os requisitos de desempenho, segurança e cibersegurança estabelecidos, e permita operação em modo sombra durante a migração.

5. PROTEÇÃO DO INVESTIMENTO E ATUALIZAÇÃO DE SOFTWARE

A arquitetura deve considerar:

- contratos e políticas de ciclo de vida que garantam suporte de longo prazo para hardware e software (incluindo obsolescência e migração de versões), em linha com a experiência do METRÔ-DF com sistemas legados;
- mecanismos de atualização controlada de software (rolling upgrade, janelas de manutenção) que permitam introduzir correções e novas versões sem interrupção significativa do serviço;
- documentação e padrões de interface que facilitem eventuais substituições parciais de subsistemas no futuro (por exemplo, troca tecnologia ou versão de rede Wireless, de plataforma de ATS ou de intertravamento), preservando o investimento em outras camadas.

6. CONSIDERAÇÕES IMPORTANTES

A arquitetura proposta apresentará estrutura compatível com sistemas CBTC modernos de alta disponibilidade.

A solução contempla:

- Separação entre funções vitais e não vitais;
- Redundância operacional e física;
- Estratégias de degradação controlada;
- Segmentação de redes;
- Comunicação contínua trem-terra;
- Escalabilidade futura;
- Aderência às principais normas ferroviárias internacionais.

A arquitetura proposta estabelece base técnica adequada para evolução futura do sistema de sinalização metroferroviária do Metrô-DF.

7. PLANO CONSOLIDADO: ARQUITETURA, IMPLANTAÇÃO E GESTÃO TÉCNICA DE SISTEMAS CBTC GOA4

Este documento estabelece as diretrizes de engenharia, premissas de arquitetura e estratégias de modernização para a implementação do sistema CBTC (*Communications-Based Train Control*) com nível de automação GoA4 (*Unattended*

Train Operation). O estudo foca na transição de sistemas legados de Bloco Fixo para o paradigma de Bloco Móvel, utilizando como referência técnica, as necessidades do Metrô-DF e os padrões internacionais IEEE 1474 e CENELEC EN 50126/128/129.

7.1 DESAFIOS ESTRUTURAIS E ESTRATÉGIA DE IMPLANTAÇÃO EM LINHAS OPERATIVAS

A modernização de sistemas *brownfield* exige uma abordagem de "cirurgia em paciente vivo", onde a segurança e a continuidade do serviço comercial são mandatórias.

7.1.1 Análise de Desafios Multidimensionais

1. **Interferência na Operação Comercial:** Riscos de indisponibilidade durante janelas noturnas restritas (3 a 4 horas) para testes dinâmicos.
2. **Convivência com Sistemas Legados:** Necessidade de interfaces de *handover* entre o ATC/Bloco Fixo existente e o novo CBTC durante a migração.
3. **Retrofit de Frotas Heterogêneas:** Complexidade extrema na adaptação das **Séries 1000 e 2000** (legado) com novos VOBCs e interfaces de freio, preparando o caminho para a futura **Série 3000** (nativa GoA4).
4. **Complexidade de Software SIL4:** Integração de lógicas críticas de ATP, ATO e ATS sob certificação de segurança máxima.
5. **Infraestrutura de Comunicação:** Garantia de cobertura redundante em ambientes de superfície e túnel sem zonas de sombra (*blind spots*).
6. **Cibersegurança Industrial:** Necessidade de isolamento de redes vitais contra ameaças externas e internas.
7. **Alto Custo de Retrofit:** O investimento em adaptação de material rodante antigo pode superar 40% do CAPEX total da sinalização.
8. **Adequações Físicas:** Instalação de Portas de Plataforma (PSD) e sensores de detecção de intrusão, fundamentais para a operação sem condutor.
9. **Mudança Organizacional:** Transição de cultura de condutores para supervisores de tráfego e técnicos de manutenção preditiva.
10. **Confiabilidade e Manutenção:** Gestão de sobressalentes para sistemas proprietários e dependência de suporte especializado.
11. **Gestão de Comissionamento:** Validação de segurança funcional (Safety Case) por avaliadores independentes (ISA).
12. **Ambiente Urbano e Geometria em "Y":** Gerenciamento de conflitos e regularidade no entroncamento tronco-ramais, onde atrasos se propagam rapidamente.

7.1.2 Plano de Implantação Faseado

A estratégia de migração deve contemplar a evolução progressiva dos níveis de automação, não suprimindo a fase GoA3 para garantir a estabilidade do software.

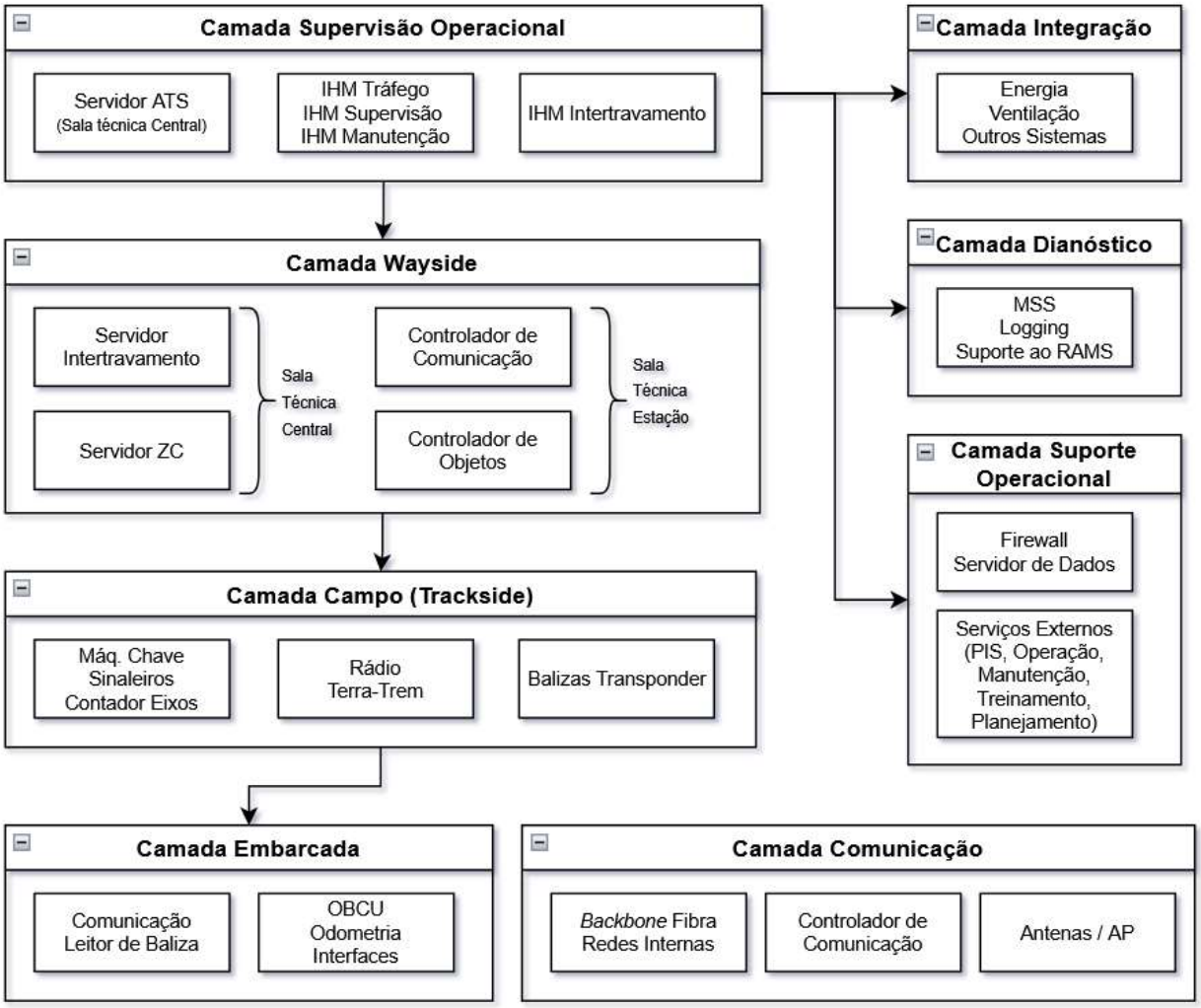
Fase	Objetivo Principal	Atividades Críticas

0 - Estudos	Estratégia e Viabilidade	Diagnóstico de blocos atuais, estratégia de migração e CAPEX/OPEX.
1 - Projeto Básico	Arquitetura de Sinalização	Definição de zonas lógicas, interfaces de telecom e níveis de redundância.
2 - Executivo	Detalhamento Técnico	Layout de via, especificação do VOBC e diagramas de rede DCS.
3 - Infraestrutura	Instalação de Campo	Instalação de balizas, cabos radiantes e adequação de salas técnicas.
4 - Retrofit de Frota	Adequação Onboard	Instalação de equipamentos nas Séries 1000/2000 e testes estáticos.
5 - Integração Legado	Operação Mista	Configuração de zonas de transição e lógica de coexistência CBTC/ATC.
6 - Comissionamento	Validação SIL4	Testes dinâmicos e obtenção do Safety Case pelo ISA.
7 - Evolução GoA	Transição Progressiva	Operação assistida GoA2 evolucionando para GoA3 (agente a bordo).
8 - Operação Plena	Estabilização GoA4	Retirada do agente de bordo e operação totalmente automática.
9 - Sustentabilidade	Gestão de Ciclo de Vida	Treinamento contínuo e monitoramento de telemetria via MSS.

7.1.3 Matriz de Transição Tecnológica

É imperativo distinguir que o **CBTC** representa uma evolução da **Sinalização** (substituição do Bloco Fixo pelo Bloco Móvel), enquanto o **GoA4** é a evolução da **Automação** (substituição da condução humana pela supervisão sistêmica). No entroncamento em "Y", o Bloco Móvel elimina os gargalos de distanciamento fixo, criando "bolhas de segurança" dinâmicas que reduzem o *headway* e permitem maior fluidez na convergência dos ramos para o tronco central compartilhado.

7.2 ARQUITETURA SISTÊMICA E SUBSISTEMAS CBTC GOA4



7.2.1 Equipamentos de Via (Wayside)

O sistema baseia-se no "Integração" entre o sistema de Intertravamento (eventualmente podemos também trata-los como CBI - *Computer Based Interlocking* ou IXL, adotaremos como premissa **"IXL"** como subsistema de intertravamento e **"CBI"** como a tecnologia utilizada para implementar esse subsistema; e o **Controlador de Zona (ZC)**. Enquanto o IXL garante a segurança física (travamento de AMV´s e alinhamento de rotas), o ZC processa a inteligência matemática, emitindo a Autoridade de Movimento (MA) somente após a confirmação do IXL de que a via está fisicamente travada e segura.

7.2.2 Equipamentos de Bordo (Onboard)

O **VOBC** (*Vehicle On-Board Controller*) integra as funções vitais de ATP (Proteção) e ATO (Operação). A localização é determinada por uma fusão de dados: Tacômetros medem o deslocamento, enquanto a leitura de **Balizas Passivas** reseta o erro acumulado (odometria de alta precisão). Isso gera a "Bolha de Segurança" — um

envelope dinâmico que protege o trem e elimina a necessidade de circuitos de via para distanciamento.

7.2.3 Supervisão Centralizada (CCO)

O **ATS** (*Automatic Train Supervision*) gerencia o carrossel, realizando a regulação dinâmica de *headway* e resolvendo conflitos de tráfego automaticamente. O **MSS** (*Maintenance Support System*) atua na camada de diagnóstico, processando telemetria para manutenção preditiva, integrado à rede de manutenção dedicada.

7.2.3.1 Como os Blocos se Integram (O Fluxo do Sistema)

A Camada Controle Superior no CCO: O Sistema de Controle instalado e gerenciado no **CCO** é o cérebro macro do sistema. O bloco **ATS** acompanha todos os trens, define as tabelas de horário, comanda o envio de trens do pátio para a linha e resolve conflitos nas bifurcações. O bloco **MSS** fica monitorando a operacionalidade de tudo silenciosamente, alertando sobre falhas.

O Coração do Sistema **(**Data Communication System **DCS):** Nada funciona sem o **DCS**. Ele atua como a espinha dorsal conectando o CCO à Via (Equipamentos de Campo) e aos Trens. O backbone de fibra óptica em aneis duplos carrega as informações até os equipamentos de borda (Switches, Rádios/APs, etc), que irradiam o sinal sem fio (Wireless) pelos túneis e superfícies da linha. Toda essa rede possui Qualidade de Serviço (QoS) rígida, onde os pacotes de segurança (ATP) têm prioridade absoluta sobre os demais subsistemas como o vídeo das câmeras (CFTV), Telemetria,etc....

7.2.4 Arquitetura e Subsistemas do Sistema CBTC GoA4

Com base nos documentos técnicos e no nosso histórico de conversas e **Networking**, a arquitetura básica de um sistema CBTC GoA4 (operação totalmente automática, sem condutor) é estruturada para transferir toda a inteligência, controle e segurança para sistemas digitais e redes de comunicação em tempo real.

Essa arquitetura é dividida em quatro grandes blocos sistêmicos interdependentes:

7.2.4.1 **Equipamentos de Via (*Wayside*)** É a infraestrutura computacional e física instalada ao longo da linha férrea e em salas técnicas:

7.2.4.2 **Zone Controllers (ZC) e Subsistema Central de Controle e Gerenciamento (SCCG-CBTC**) responsáveis pela coordenação operacional dos subsistemas de via e embarcados, gerenciamento de configuração, distribuição de parâmetros operacionais, interface com o ATS, intertravamentos, sistemas de telecomunicações e demais sistemas auxiliares. São os "cérebros" de via responsáveis por gerenciar regiões

específicas da linha, calcular a distância segura entre os trens e emitir a Autoridade de Movimento (MA) em tempo real.

7.2.4.3 **Intertravamento Computadorizado (IXL):** Subsistema responsável pelo controle seguro das rotas e manobras. Inclui o Central Logic Controller (CLC), Controladores de Objetos e os gabinetes de relés que operam as máquinas de chave.

7.2.4.4 **Elementos de Campo:** Incluem as **Balizas de odometria** instaladas próximas aos trilhos (para o trem recalibrar sua posição exata) e sistemas de detecção secundária, como **contadores de eixo** e/ou **circuitos de via**.

7.2.4.5 **Portas de Plataforma (PSD):** Essenciais no nível GoA4, atuam fisicamente sincronizadas com as portas do trem para isolar a via e impedir intrusões de passageiros. Entretanto apesar da capacidade operacional de tal item fazer parte nativamente deste fornecimento, ou seja, todo o sistema deverá ser pensado, instruído e configurado com tal capacidade, inclusive com previsão de Controladores de objeto e SW preparado para receber tal incremento funcional, nesta etapa da contratação, não há previsão de contratação da instalação e operação da PSD fisicamente instalada. Tal implemento deverá fazer parte de contratação futura.

7.2.5 No Centro de Controle

O sistema CBTC (*Communications-Based Train Control*) operando em **GoA4** (*Grade of Automation 4* – Operação Totalmente Autônoma, sem condutor) exige um Centro de Controle Operacional (CCO) extremamente robusto, redundante e com altíssimo nível de integração. Como não há, por definição, obrigatoriedade de funcionários a bordo, o CCO naturalmente assume todas as responsabilidades de condução, monitoramento de falhas do Material Rodante e segurança dos passageiros em operação padrão.

Abaixo, detalhamos a arquitetura de um diagrama de blocos típico para o Centro de Controle de um sistema CBTC GoA4.

7.2.5.1 O Núcleo do Centro de Controle (Sistemas Principais)

- **ATS (*Automatic Train Supervision* - Supervisão Automática de Trens):** É o "cérebro" do CCO. Ele não faz o controle de segurança vital (isso é feito pelos equipamentos de via e pelo trem), mas gerencia a operação macro.
  - **Módulo de Roteamento:** Define as rotas dos trens e comanda os intertravamentos.
  - **Módulo de Regulação (Timetable):** Controla o intervalo (headway) e o tempo de parada nas estações, acelerando ou atrasando trens para manter o carrossel.

- **Interface Homem-Máquina (IHM):** Equipamentos onde os operadores de tráfego enviam comandos e visualizam o sinótico da linha.
- **MMS (*Maintenance Management System* - Sistema de Gestão de Manutenção):** Coleta logs, diagnósticos e alarmes, inclusive os preventivos, de todos os subsistemas (trens, via, rede) para alertar a equipe de manutenção antes que uma falha possa parar a operação.
- **DCS (*Data Communication System* - Sistema de Comunicação de Dados):** O *backbone* de rede (rede de fibra ótica redundante + rede de rádio Wireless na via) que conecta todos os servidores do sistema, de forma geral "CCO aos equipamentos na via e aos trens".

7.2.6 Sistemas Críticos Específicos para GoA4

No nível GoA4, o CCO precisa de sistemas de monitoramento que compensem a ausência humana no trem. Estes sistemas são integrados aos consoles dos operadores:

- **CFTV e Análise de Vídeo:** Transmissão de vídeo em tempo real do interior dos trens e das plataformas. Em GoA4, sistemas analíticos detectam automaticamente objetos caídos na via ou comportamentos anormais nas plataformas.
- ***PA/PIS* (*Public Address / Passenger Information System*):**
  - ***Painéis e Telas**:* Informam tempo de chegada.
  - ***Áudio e Intercomunicadores**:* Permitem que o operador no CCO converse diretamente com um passageiro dentro de um trem que acionou o botão de emergência.
- ***SCADA* (*Supervisory Control and Data Acquisition*):** Monitora e controla a infraestruturas como de energia e utilidades, etc.
  - ***Tração**:* Liga/desliga a energia dos 3´s trilhos.
  - ***Estações**:* Controla ventilação de emergência (essencial em túneis), bombas de drenagem, escadas rolantes e elevadores.

7.2.7 Interfaces com a Via (Wayside) e Estações

O CCO (especificamente o servidor ATS) se comunica constantemente com os equipamentos distribuídos ao longo da linha:

- **Servidores ZC (*Zone Controller*):** Recebem as ordens do ATS e calculam a "Autoridade de Movimento" (Movement Authority - MA) garantindo que os trens não colidam. São sistemas vitais (Fail-Safe).
- **IXL/CBI (*Computer-Based Interlocking* - Intertravamento Eletrônico):** Controla fisicamente as chaves (Aparelhos de Mudança de Via - AMV) sob comando do ATS e supervisão de segurança do ZC.
- **Supervisão de PSD (*Platform Screen Doors* - Portas de Plataforma):** Em GoA4, as portas de plataforma são obrigatórias. O CCO recebe telemetria contínua sobre o status de isolamento, travamento e sincronismo da abertura das portas da plataforma com as portas do trem.

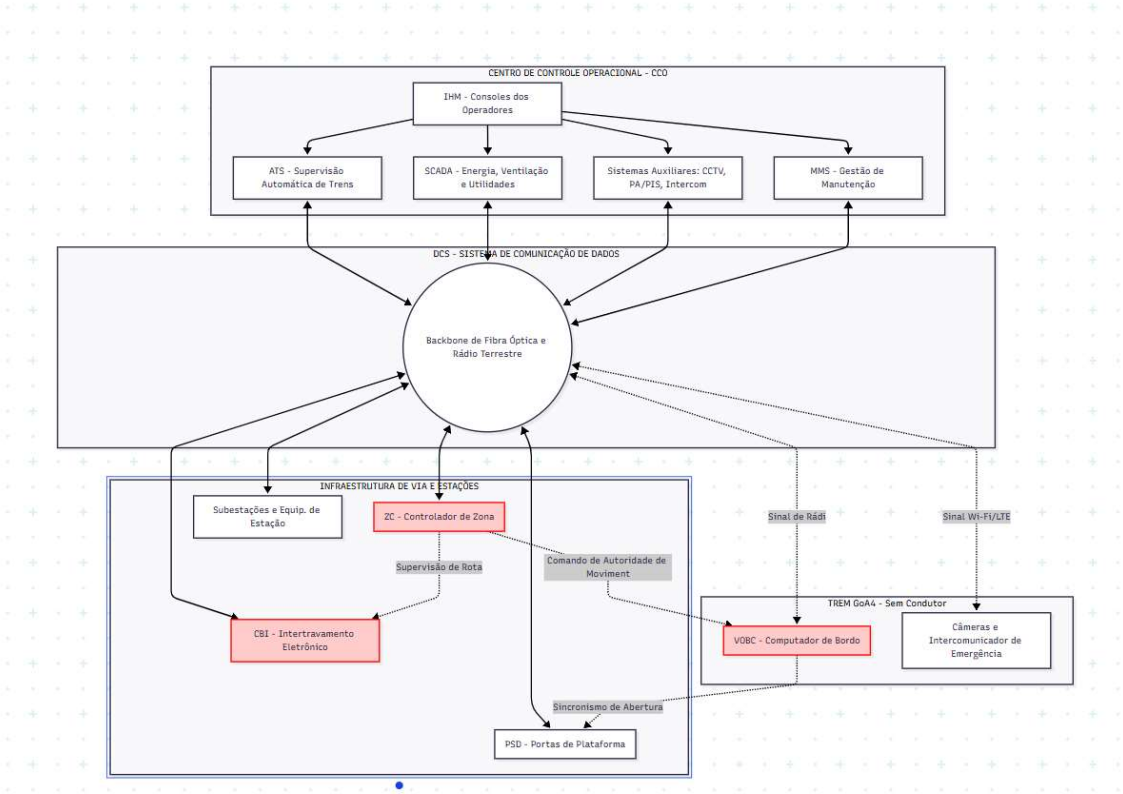
7.2.8 Resumo do Fluxo de Informação no GoA4:

O trem (através do seu computador de bordo, o VOBC) reporta sua posição via rádio (DCS) para o Controlador de Zona (ZC). O ZC informa o CCO (ATS) onde o trem está. O ATS toma decisões de tráfego, envia o comando de rota para o Intertravamento (IXL) e a meta de velocidade para o ZC, que por sua vez autoriza o trem a se mover. Se um passageiro apertar um botão de emergência no trem, o sinal viaja pelo DCS diretamente para o terminal de telecomunicações na mesa do operador do CCO, abrindo automaticamente o áudio bidirecional e a câmera (CFTV) daquele carro na tela principal.

7.2.9 Dinâmica de Comunicação e Segurança em Sistemas GoA4

Na arquitetura GoA4, a interação entre o Controlador de Zona (ZC -*Zone Controller* + IXL Intertravamento na via) e o Controlador de Bordo (VOBC - *Vehicle On-Board Controller*, no trem)

No sistema **CBTC GoA4 (Unattended Train Operation – operação sem condutor)**, toda a segurança operacional depende da troca contínua de informações entre os sistemas embarcados, os equipamentos de via e o centro de controle. O CBTC utiliza comunicação bidirecional contínua e determinação precisa da posição dos trens para permitir operação em bloco móvel com intervalos reduzidos e alto nível de automação



7.3 NA VIA PERMANENTE (WAYSIDE VS. ONBOARD):

- **No Wayside (Via):** O **Zone Controller (ZC)** calcula a Autoridade de Movimento (MA) – ou seja, até onde cada trem pode ir com segurança. Ele envia ordens para o **IXL (Intertravamento)**, que trava as máquinas de chave (AMV´s) na posição correta. As **Balizas**, fixadas próxima aos trilhos, assim como os Contadores de Eixo e/ou Circuitos de Via, atuam como marcos de referência física. As **Portas de Plataforma (PSD)** estão fisicamente ligadas aos controladores de via para só abrirem quando autorizadas.
- **No Onboard (Trem):** O **VOBC** do trem recebe a Autoridade de Movimento via rádio. Usando sua própria **Odometria** (para medir distância) e lendo as **Balizas** na via (para zerar a margem de erro), o trem "sabe" exatamente onde está. O **ATO** então acelera ou freia os motores, e o **ATP** vigia tudo: se o trem tentar ultrapassar a MA, o ATP corta a tração e em caso de necessidade aplica o freio de emergência automaticamente.

7.4 . DIMENSIONAMENTO DE ZONE CONTROLLERS (ZC) E LÓGICA DE ZONAS CRÍTICAS

7.4.1 Metodologia de Particionamento

O dimensionamento não deve ser puramente quilométrico, mas sim baseado na densidade de equipamentos de campo e trens simultâneos. Regiões de bifurcação e terminais de manobra devem prioritariamente ser isoladas em uma **"Zona Premium"** (ZC dedicado). Isso evita que cálculos complexos de roteamento sobrecarreguem o tronco principal e isola falhas locais, impedindo o efeito cascata na linha.

7.4.2 Pré-dimensionamento para o Metrô-DF (Estudo de Caso)

Para a malha de 46,2 km, propomos uma arquitetura de 5 controladores para maximizar a disponibilidade, sendo as características e necessidades fatores a serem melhor estudados na fase de Projeto Básico:

ID	Trecho / Função	Criticidade	Localização / Contexto
ZC-1	Tronco Central	Muito Alta	Trecho compartilhado (Centro)
ZC-2	Bifurcação Y	Muito Alta	**Zona Premium** (Entroncamento)
ZC-3	Pátio	Média	Pátio Águas Claras (Gestão de Manobras)
ZC-4	Ramo Ceilândia	Alta	Trecho operativo existente
ZC-5	Ramo Samambaia	Alta	Trecho operativo existente

7.5 INFRAESTRUTURA DE TELECOMUNICAÇÕES (DCS - DATA COMMUNICATION SYSTEM)

7.5.1 Análise Comparativa de Tecnologias com Vantagens e Desvantagens nos dois casos mais utilizados nos nossos estudos de caso, entretanto deverão ser melhor analisados e definidos na fase do Projeto Básico.

Critério	Wi-Fi Industrial (802.11)	LTE Privado (4G/5G-R)
Equipamentos de Via	~280 a 300 APs	**~55 eNodeBs** (5x menos)
Handovers	~250 (Frequentes)	**~40 (Reduzidos)**
QoS Nativo	Limitado (Contencioso)	Avançado (Bearers dedicados)
Resiliência EMI	Média	Alta (Robustez industrial)
Convergência	Complexa (Voz/Vídeo saturam)	Nativa (Voz, Vídeo e CBTC)

7.5.2 Cálculos de Cobertura e Handover

A sobreposição mínima para garantir a continuidade da comunicação em velocidade máxima (V_{max}) é calculada por: D_{overlap} \ge V_{max} \times T_{handover} \times S *Onde S é o fator de segurança ferroviário.* Para o cenário Metrô-DF:

- **Túnel (10 km):** Requer alta densidade devido à propagação confinada (~85 APs Wi-Fi ou 15 células LTE), ainda com a possibilidade de utilização de cabo irradiante (Leaky Feeder).
- **Superfície (36,2 km):** Células alongadas com foco em *handover* estável (~165 APs Wi-Fi ou 31 células LTE).

7.5.3 Arquitetura de Rede e Sincronismo

Os backbones utilizam fibras óptica em aneis duplos com protocolos **PRP/HSR** para tempo de recuperação zero (redundância sem perda de pacotes). O sincronismo **PTP (IEEE 1588)** é mandatório para a validade temporal das mensagens de segurança e autenticação de cibersegurança.

7.6 MATERIAL RODANTE: PREMISSAS PARA AUTOMAÇÃO PLENA (UTO)

7.6.1 Características Técnicas do Trem GoA4 na Frota 3.000 e/ou Posterior

- **Arquitetura Crítica:** Configuração 2oo3 ou *Hot-Standby* sem ponto único de falha.
- **Segurança Passiva/Ativa:** Defletores de obstáculos ativos e sensores de descarrilamento.
- **Painel de Manobra Oculto:** *Hostling Panel* para condução manual restrita (máx. 25 km/h) em emergências.

7.6.2 Interface Trem-Plataforma (PSD)

O sincronismo via DCS deve garantir precisão de parada de **±30cm a 50cm**. O trem só abre portas após o "sincronismo" com a PSD ou Referência de que está perfeitamente alinhado na plataforma. O intertravamento impede a tração se qualquer porta (trem ou plataforma) não estiver "Fechada e Travada".

7.6.3 Diagnóstico e Autogestão para frotas 3.000 e/ou Posterior

O subsistema deve prover, no mínimo:

- **Wake-up/Sleep Remoto:** Preparação automática da frota para o inicio do serviço operacional.
- **Modo de Lavagem (Wash Mode):** Protocolo de baixa velocidade (3 km/h) com a máquina de lavar automática (Sistema com Previsão de implantação Futura).

7.6.3.1 Diagnóstico On-line

- Monitoramento contínuo dos equipamentos embarcados.
- Detecção automática de falhas.
- Classificação da severidade.
- Localização do equipamento defeituoso.
- Registro cronológico de eventos.

7.6.3.2 Monitoramento da Condição (Condition Monitoring)

- Tendência de degradação.
- Vida útil remanescente estimada.
- Monitoramento de temperatura, tensão, corrente e vibração.
- Contagem de ciclos de operação.
- Indicadores de desgaste.

7.6.3.3 Prognóstico (Predictive Maintenance)

- Predição de falhas antes da indisponibilidade.
- Recomendação automática de manutenção.
- Priorização das intervenções.
- Estimativa do tempo restante até falha (Remaining Useful Life – RUL).

7.6.3.4 Autogestão

Em operação GoA4, o sistema deve ser capaz de:

- Reconfigurar automaticamente arquiteturas redundantes.
- Isolar equipamentos defeituosos.
- Transferir serviços para equipamentos redundantes.

- Reconfigurar rotas de comunicação.
- Manter a operação degradada de forma segura.
- Reinicializar automaticamente determinados módulos quando permitido pela lógica de segurança.
- Informar o CCO sobre todas as ações executadas.

7.6.3.5 Gestão Inteligente de Alarmes

- Eliminação de alarmes duplicados.
- Correlação automática entre eventos.
- Identificação da causa raiz.
- Priorização por criticidade.
- Supressão de alarmes secundários.

7.6.3.6 Apoio à Manutenção

- Geração automática de ordens de serviço.
- Histórico completo dos equipamentos.
- Estatísticas de confiabilidade.
- MTBF.
- MTTR.
- Disponibilidade.
- Dashboards de manutenção.

7.7 SEGURANÇA OPERACIONAL, RAMS E GESTÃO DE FALHAS

7.7.1 Protocolos de Falha e Modo Degradado

Em cenários de **Comms Gap** (perda de rádio), utilizam-se **Timers de Tolerância** (2 a 5 segundos). Se a falha persistir, o ATP aplica o freio de emergência (*Fail-Safe*). Em falha total (ZC + IXL), o escoamento é feito via condução manual restrita (MAN) a 20 km/h.

7.7.2 Estratégias de Emergência (Fogo e Invasão)

Aplica-se a lógica de **"seguir para saída emergência"**: se houver fogo no túnel, o freio de emergência é inibido para que o trem atinja a próxima estação. A ventilação opera em modo **Push-Pull** (ar limpo insuflado na frente, fumaça exaurida na traseira).

7.7.3 Cibersegurança Industrial (IEC 62443)

Segregação em três camadas lógicas, como exemplo:

- **Rede Vermelha:** Crítica/Sinalização (CBTC).
- **Rede Azul:** Manutenção, MSS e CFTV Operacional.

- **Rede Verde:** Serviços ao passageiro (Wi-Fi/Multimídia). Uso de *transmissão dados* para exportação de dados do MSS sem risco de intrusão reversa.

8. DESCRIÇÃO MAIS DETALHADA DOS SUBSISTEMAS ENVOLVIDOS NA SOLUÇÃO

8.1 ARQUITETURA DE ZONAS CRÍTICAS NO SISTEMA CBTC

Na arquitetura CBTC, a prática de isolar o Intertravamento (IXL) em zonas críticas — o que é feito alocando um **Controlador de Zona (ZC) dedicado e exclusivo** apenas para conversar com a infraestrutura daquela região — traz vantagens cruciais para a resiliência do sistema, especialmente em áreas de bifurcação (linhas em "Y") ou com grande concentração de máquinas de chave (AMV´s).

As principais vantagens dessa estratégia, chamada de criação de uma "zona premium", são:

- **Gerenciamento da Alta Carga Lógica:** Entroncamentos e zonas críticas concentram um alto conflito de rotas e uma carga pesada de processamento de intertravamento. Ao dedicar um ZC exclusivo para essa área, **evita-se que os cálculos complexos de chaveamento sobrecarreguem o controle dos demais trens** que trafegam no tronco principal ou nos ramais.
- **Contenção de Falhas e Atrasos:** Zonas críticas possuem uma sensibilidade extrema à propagação de atrasos. Se a bifurcação estiver integrada ao mesmo controlador do resto da linha, uma pequena falha ou retenção no entroncamento pode degradar simultaneamente a oferta de trens em todos os ramos. O isolamento garante que **falhas locais fiquem restritas àquela zona, impedindo o efeito cascata**.
- **Otimização na Transição de Fluxos:** A região de entroncamento precisa gerenciar continuamente a convergência e a divergência de trens que muitas vezes operam com padrões de oferta (headways) diferentes. O particionamento dá ao sistema a flexibilidade de tratar esses cruzamentos de forma independente, **preservando a capacidade global da linha**.
- **Maior Robustez para o Nível GoA4:** Embora seja tecnicamente possível integrar a bifurcação no mesmo ZC do tronco compartilhado, os projetos analisados e estudados apontam que **manter a zona crítica segregada é a estratégia comprovadamente mais robusta** para garantir a segurança e o desempenho ininterrupto exigidos pela automação total sem condutor (GoA4)

8.2 PROTOCOLOS DE SEGURANÇA NA FALHA DE COMUNICAÇÃO ZC-IXL

Se o Controlador de Zona (ZC) e o Intertravamento (IXL/CBI) perderem a sincronia ou a comunicação entre si, o sistema CBTC entra imediatamente em um estado de proteção máxima, guiado pelo princípio ***Fail-Safe*** **(Falha Segura)**.

Como a operação depende de uma parceria onde o ZC só autoriza o avanço do trem após o IXL confirmar que os AMV´s estão travados na posição correta, a quebra dessa comunicação gera as seguintes consequências automáticas:

- **Suspensão da Autoridade de Movimento (MA):** Sem receber a confirmação eletrônica do IXL de que as rotas e máquinas de chave (AMV´s) estão seguras e travadas, o ZC torna-se "cego" em relação à infraestrutura física. Por segurança, ele para de emitir ou expira as Autoridades de Movimento (MA) para os trens que se aproximam daquela zona.
- **Frenagem de Emergência dos Trens:** Ao deixarem de receber a MA do ZC, os computadores de bordo dos trens (VOBC) entendem que não é mais seguro avançar. O subsistema de proteção (ATP) entra em ação, corta a tração e aplica os freios de emergência compulsoriamente, imobilizando os trens na via.
- **Congelamento Seguro das Rotas (Ação do IXL):** O Intertravamento possui sua própria inteligência de operação por meio dos Controladores Lógicos (CLC) e gabinetes de relés. Ao perder o contato com o ZC, o IXL simplesmente mantém as rotas bloqueadas e as máquinas de chave travadas na última posição segura estabelecida. Ele impedirá qualquer mudança de rota, anulando o risco de descarrilamentos ou rotas conflitantes.
- **Transição para o Modo Degradado (*Fallback*):** Com a perda da inteligência do bloco móvel baseada em rádio, a operação autônoma plena (GoA4) fica paralisada na região afetada. O sistema recorrerá à sua camada de contingência: o IXL passa a monitorar a ocupação da via exclusivamente através dos sensores secundários físicos (contadores de eixo e/ou circuitos de via). Para voltarem a se mover, os trens precisarão operar em modos degradados ou de operação restrita, movimentando-se em baixas velocidades até que a sincronia entre a inteligência espacial (ZC) e o guardião físico (IXL) seja restabelecida.

8.3 INTERTRAVAMENTO E SEGURANÇA FÍSICA NO TRÁFEGO METROFERROVIÁRIO

O travamento físico de rotas pelo sistema de Intertravamento IXL ou CBI - *Computer Based Interlocking*) atua como a principal barreira de segurança para garantir a integridade do trajeto e evitar descarrilamentos.

O Intertravamento (IXL/CBI) desempenha um papel crucial e atua diretamente como a principal camada de segurança de contingência (*fallback*) em caso de falha do Controlador de Zona (ZC) ou da rede de comunicação CBTC.

A atuação do IXL nessas situações ocorre através dos seguintes mecanismos:

Esse processo funciona através das seguintes etapas integradas:

- **Acionamento do Hardware de Campo:** O IXL centraliza a operação física da via utilizando seus componentes de hardware, que incluem os Controladores Lógicos Centrais (CLC), Controladores de Objetos (CO) e gabinetes de relés.

- **Acionamento do Sistema Secundário de Detecção:** Na arquitetura de sistemas CBTC, o IXL é o subsistema responsável por gerenciar equipamentos físicos convencionais instalados na via, como os **contadores de eixo** e/ou os circuitos de via. Caso o ZC sofra uma pane e os trens deixem de ser rastreados continuamente via rádio, o IXL atua como contingência detectando a ocupação física dos trechos de forma material por meio de sensores que atuam de modo a garantir a segurança em processo dito secundários.
- **Suporte ao Modo Degradado (*Fallback*):** A norma e as diretrizes de projeto exigem que, ao perder a comunicação contínua ou a inteligência do ZC, o sistema reverta de forma segura para um modo degradado ou operação restrita. Nesses casos (inclusive envolvendo falhas nos equipamentos de comunicação), o IXL é quem atua para prover as informações básicas da via ao sistema suplementar, garantindo que a movimentação dos trens continue sendo feita sem o risco de colisões, ainda que com restrições de velocidade.
- **Proteção Física Contínua de Rotas e AMV´s:** O IXL não depende exclusivamente da inteligência do bloco móvel, pois mantém o controle local por meio de seus próprios controladores lógicos (CLC) e gabinetes de relés. Se o ZC falhar, o IXL proverá a garantia de que as rotas conflitantes e as máquinas de chave (Aparelhos de Mudança de Via - AMV´s) estão bloqueadas e travadas fisicamente. O intertravamento impedirá qualquer mudança de rota perigosa enquanto houver ocupação identificada no "sistema sinalizado e controlado".
- **Movimentação e Alinhamento:** Quando uma rota precisa ser estabelecida para a passagem de um trem em uma área de bifurcação (linha em "Y" ou cruzamentos), o IXL comanda eletronicamente as **máquinas de chave** (Aparelhos de Mudança de Via - AMV´s) para que os trilhos se movam para a direção definida em seu plano de rotas.
- **O Travamento Físico:** Uma vez que os trilhos estão na posição exigida, o IXL realiza o travamento físico do mecanismo. Isso significa que a máquina de chave fica travada e bloqueada, impedindo qualquer movimentação acidental ou indevida da rota enquanto o trem se aproxima e passa pelo trecho.
- **Validação para o Controlador de Zona (ZC):** O travamento é o pré-requisito vital para a liberação do tráfego. O Controlador de Zona (ZC) — que gerencia a inteligência da distância segura entre os trens — só emite o Limite de Autoridade de Movimento (MA) permitindo que o trem avance após receber a confirmação eletrônica do IXL de que a rota física foi estabelecida e travada com sucesso.

Dessa forma, o travamento funciona como um "sincronismo preciso" entre a infraestrutura de via e o CBI: o IXL garante que os trilhos estão alinhados na posição correta, permitindo que a inteligência do sistema autorize a passagem segura do trem.

Portanto, enquanto o ZC atua como a "inteligência" que otimiza o fluxo e calcula a distância virtual (bloco móvel), **o IXL atua como o guardião final de hardware da infraestrutura**. Uma pane no ZC faz com que a linha perca eficiência (acionando freios de emergência e revertendo para níveis de automação mais baixos com maior intervalo), mas o IXL atua garantindo que as regras de segurança vital (*Safety*) não sejam violadas sob nenhuma hipótese

9. DINÂMICA E SEGURANÇA DO SISTEMA CBTC GOA4: ATP E ATO

No sistema CBTC operando em nível GoA4 (automação total sem condutor a bordo), as responsabilidades de condução e segurança do trem são transferidas para computadores vitais e divididas entre dois subsistemas principais: o **ATP** e o **ATO**.

Eles atuam em conjunto (tanto a bordo do trem quanto na via) com papéis distintos:

9.1 ATP (*AUTOMATIC TRAIN PROTECTION* – PROTEÇÃO AUTOMÁTICA DO TREM)

O ATP é a camada de segurança vital e inegociável, funcionando como o "guardião" do sistema. Suas principais funções são:

- **Separação Segura e Prevenção de Colisões:** Garante a manutenção da distância segura entre os trens (bloco móvel).
- **Controle Rigoroso de Velocidade:** Monitora continuamente o trem e aplica (*enforcement*) limites de velocidade permanentes e temporários impostos pela via.
- **Aplicação de Freio de Emergência:** Se o trem tentar ultrapassar o Limite de Autoridade de Movimento (MA) ou exceder a velocidade máxima permitida, o ATP assume o controle, corta a tração e aplica os freios de emergência de forma instantânea e sem intervenção humana.
- **Proteção de Rotas:** Garante a proteção da rota estabelecida à frente e o funcionamento seguro do trem, mesmo quando a operação entra em modos degradados.

9.2 ATO (AUTOMATIC TRAIN OPERATION – OPERAÇÃO AUTOMÁTICA DO TREM)

O ATO atua como o "Piloto virtual", sendo a camada de conforto e eficiência operacional. Suas principais funções incluem:

- **Condução do Trem:** Controla ativamente a partida, a aceleração, a velocidade de cruzeiro e a frenagem de serviço do trem.
- **Parada de Precisão nas Plataformas:** Em GoA2 á 4, o ATO é responsável por frear e parar o trem com precisão milimétrica, o que é um requisito essencial para o alinhamento correto com as Portas de Plataforma (PSD).
- **Gestão de Estação:** Regula o tempo de parada do trem (*dwell time*) para o embarque e desembarque de passageiros.
- **Eficiência e Pontualidade:** Otimiza os perfis de aceleração e frenagem para garantir economia de energia e realiza ajustes de velocidade para a recuperação de eventuais adiantamentos ou atrasos na tabela horária.

Em resumo: O **ATO** é quem efetivamente "Pilota" o trem buscando rapidez, economia de energia e conforto. O **ATP**, por sua vez, vigia silenciosamente cada passo dessa operação, com autoridade absoluta para anular qualquer comando do ATO e imobilizar o trem caso haja o menor risco de violação das regras de segurança.

10. ARQUITETURA DE SEGURANÇA FERROVIÁRIA: INTERFACE ENTRE ZC E IXL

A diferença fundamental de segurança entre o Controlador de Zona (ZC) e o Intertravamento IXL reside no **escopo de atuação** de cada um: o ZC foca na **segurança de tráfego e distanciamento** matemático, enquanto o IXL é responsável pela **segurança física e estrutural** da via.

10.1 SEGURANÇA DO CONTROLADOR DE ZONA (ZC) — A PREVENÇÃO DE COLISÕES

- **Papel Principal:** Atua como o gestor espacial do tráfego.
- **Mecanismo de Segurança:** A segurança do ZC foca em manter uma separação segura entre todos os trens que trafegam na sua área de controle. Ele processa continuamente a localização dos trens e realiza os cálculos de bloco móvel e proteção automática (ATP), determinando até onde cada composição pode avançar com segurança (Autoridade de Movimento - MA).
- **O que ele evita:** O ZC garante que um trem nunca colida na traseira do trem que vai à frente.

10.2 SEGURANÇA DO INTERTRAVAMENTO (IXL) — A PREVENÇÃO DE DESCARRILAMENTOS

- **Papel Principal:** Atua como o executor e guardião físico da infraestrutura de campo.
- **Mecanismo de Segurança:** O IXL controla e monitora os componentes físicos pesados da via, por meio de seus controladores lógicos e de objetos, atuando diretamente sobre as máquinas de chave (Aparelhos de Mudança de Via - AMV´s), sinais e sistemas secundários, como contadores de eixo e/ou Circuitos de Via.
- **O que ele evita:** O Intertravamento garante que os trilhos de uma bifurcação ou cruzamento sejam movidos para a posição correta e sejam **travados elétrica e mecanicamente** antes da passagem de um trem, evitando falhas de rota e descarrilamentos.

- **Como eles interagem para a segurança total:** Em um sistema CBTC GoA4, um não opera com segurança sem o outro. O **ZC** só emite a permissão lógica para que o trem avance (MA) após o **IXL** confirmar eletronicamente que a rota física à frente já foi estabelecida e travada com segurança.

Em resumo: o **ZC** garante a inteligência da **distância segura**, enquanto o **IXL** garante a integridade e o **travamento da rota física e eletricamente**.

11.O PAPEL DO INTERTRAVAMENTO NA DETECÇÃO SECUNDÁRIA DE TRENS

O Intertravamento CBI/IXL utiliza os contadores de eixo e/ou os circuitos de via fundamentalmente como um **sistema secundário de detecção de trens**.

A integração e a utilização desses equipamentos pelo Intertravamento ocorrem das seguintes formas:

- **Sistema de Contingência (*Fallback*):** A principal função desses equipamentos no IXL é atuar como um método convencional de *fallback* para determinar a localização do trem caso ocorra uma falha na rede de comunicação de rádio. Se o trem perder o contato digital com o sistema CBTC, o Intertravamento passa a usar as leituras físicas desses sensores nos trilhos para saber exatamente quais blocos estão ocupados.
- **Garantia de Operação em Modo Degradado:** Ao manter o rastreamento físico do trem através dos contadores de eixo ou circuitos de via durante uma falha de comunicação, o sistema permite que os trens continuem se movendo com segurança na via em modo degradado (como em velocidades reduzidas), sendo esta uma exigência funcional das normas da IEEE para CBTC.
- **Operação Mista (Trens não equipados):** O Intertravamento também utiliza esses sensores físicos para detectar e proteger trens convencionais que não possuem equipamentos CBTC a bordo, permitindo que trens legados não equipados com CBTC ou Veículos Auxiliares e Trens modernos (CBTC) operem simultaneamente na mesma linha com segurança.
- **Integração de Hardware:** Fisicamente, os contadores de eixo e/ou circuitos de via são conectados diretamente aos gabinetes do Intertravamento Computadorizado (IXL), trabalhando lado a lado com os controladores lógicos centrais (CLC) e os controladores de objetos (CO) que monitoram o status da ocupação e alinhamentos de toda a via permanente"

12.A INTEGRAÇÃO ZC E INTERTRAVAMENTO CBTC

O Controlador de Zona (ZC) e o sistema de Intertravamento IXL, ambos atuam de forma profundamente integrada na arquitetura CBTC, dividindo as responsabilidades de controle lógico e controle físico para garantir a movimentação segura dos trens.

Enquanto o **ZC atua como o gestor de tráfego espacial**, responsável por rastrear a posição exata dos trens na via e calcular matematicamente o limite de avanço de cada um (Autoridade de Movimento - MA), o **Intertravamento (IXL) atua como o executor e guardião físico da via**, controlando rotas, sinais, contadores de eixo e máquinas de chave (AMV´s).

A atuação conjunta desses dois sistemas ocorre nos seguintes pilares:

- **Travamento de Rotas e Emissão de MA:** Para que o ZC permita que um trem avance em direção a uma bifurcação ou mudança de via, ele precisa interagir com o Intertravamento. O IXL, utilizando seus controladores lógicos (CLC) e controladores de objetos físicos (CO), movimenta as máquinas de chave e as "trava" na posição correta. O ZC só emite a Autoridade de Movimento (MA) autorizando o trem a seguir viagem após o Intertravamento confirmar que a rota física está devidamente estabelecida e travada.
- **A Carga Lógica Compartilhada (Dimensionamento):** O dimensionamento da capacidade de um ZC deve obrigatoriamente respeitar a arquitetura do intertravamento. Quanto maior for a quantidade de AMV´s e rotas conflitantes que o Intertravamento precisa gerenciar em um trecho, maior será a carga de processamento exigida do ZC.
- **Zonas Críticas e Entroncamentos (Linha em "Y"):** A colaboração entre os dois sistemas atinge seu pico de complexidade em áreas de convergência de ramais (o "Y" da linha). Nessas regiões, há uma altíssima carga de lógica de intertravamento gerada pelo conflito contínuo de rotas. É por isso que, do ponto de vista arquitetural, recomenda-se alocar um ZC dedicado e exclusivo apenas para conversar com o Intertravamento da bifurcação, evitando que os cálculos de chaveamento dessa área sobrecarreguem o controle dos demais trens no tronco principal.
- **Contingência e Modos Degradados (*Fallback*):** O equipamento de Intertravamento (IXL) também integra sistemas secundários de segurança de via operando de forma convencional (como contadores de eixo e/ou circuitos de via). Se o trem perder a comunicação de rádio CBTC e "sumir" da tela do ZC, o sistema CBI atua em conjunto com o Intertravamento para usar os sensores físicos do trecho sinalizado como *fallback*. O Intertravamento informa quais seções da via estão fisicamente ocupadas, permitindo que o sistema imponha limites seguros para os trens que vêm atrás em modo degradado.

Em síntese, eles formam uma parceria onde **o ZC garante que os trens não colidam uns na traseira dos outros (distância)**, enquanto **o Intertravamento garante que os AMV´s estejam na posição correta para o trem passar sem descarrilar (rotas físicas)**

13.SISTEMA DE DETECÇÃO SECUNDÁRIA DE OCUPAÇÃO

O **sistema de detecção secundária de ocupação** é um mecanismo de segurança de contingência (conhecido como *fallback*) utilizado na infraestrutura de vias sinalizadas com CBTC para identificar a presença física dos trens caso a tecnologia principal falhe.
Em um sistema CBTC GoA4 normal, a posição do trem é rastreada de forma contínua via rádio (bloco móvel). No entanto, se o trem perder essa comunicação e "sumir" do rastreamento digital do Controlador de Zona (ZC), o sistema de detecção secundária entra em ação para garantir que os demais trens não colidam com o veículo "cego".
As principais características desse sistema são:

- **Tecnologias adotadas:** O sistema é formado por equipamentos físicos instalados nas vias permanentes e AMV´s, sendo os mais comuns os **contadores de eixo** e os **circuitos de via (CDV)**. Eles são controlados ativamente pelo sistema de Intertravamento (IXL).
- **Garantia de segurança:** A detecção secundária informa ao sistema de forma material quais blocos (seções) da via estão ocupados pelo peso e/ou pelos eixos do trem. Isso permite que a linha continue funcionando com segurança em um **modo degradado**, mantendo o distanciamento entre as composições.
- **Vulnerabilidades e Desafios práticos:** Nas auditorias e experiências registradas nos estudos de network realizados no estado de São Paulo (como nas Linhas 8 e 9 da CPTM), observou-se que esses equipamentos de detecção secundária sofrem com as intempéries em áreas aberta. Houve também o registro de muitos problemas operacionais com contadores de eixos, além da constatação de que os circuitos de via (CDV) em áreas externas possuem **alta vulnerabilidade a variações térmicas**, o que pode prejudicar a confiabilidade da detecção, portanto estes devem ser pontos de atenção na solução a ser proposta.
- **Ferramentas complementares:** Além desses sensores voltados à localização e proteção do tráfego, deveremos utilizar o ultrassom de forma complementar para realizar a detecção de trilhos partidos ao longo da via durante as rotinas de manutenção.

Se o Controlador de Zona (ZC) e o Intertravamento (IXL) falharem simultaneamente, o sistema CBTC enfrenta uma **falha catastrófica**, pois a linha perde ao mesmo tempo as suas duas principais camadas de proteção: a "inteligência matemática" de distanciamento entre os veículos (ZC) e o "guardião físico" que trava os AMV´s e monitora a via por sensores (IXL).
Nesse cenário extremo de "apagão" sistêmico, as seguintes reações e protocolos ocorrem:

- **Acionamento imediato do *Fail-Safe* (Falha Segura):** Os trens deixam de receber a Autoridade de Movimento (MA) do ZC. Após a expiração de um temporizador de tolerância (que dura apenas poucos segundos), os computadores de bordo (VOBC) entendem que estão operando "às cegas". Como medida de sobrevivência, o subsistema de proteção (ATP) corta a tração e aplica compulsoriamente os **freios de emergência**. Todos os trens da zona

afetada são imobilizados imediatamente, estejam eles em estações, viadutos ou no meio de túneis.

- **Perda da Camada de Contingência Secundária:** Em uma falha comum em que apenas o ZC cai, o IXL continuaria operando e atuaria como o sistema de contingência (*fallback*), garantindo que as máquinas de chave estão travadas e dizendo onde os trens estão fisicamente por meio de contadores de eixo e/ou Circuitos de Via. Se o IXL também "morre", não há leitura secundária da condição de ocupação da via, criando uma zona em que não se sabe eletronicamente a posição física das frotas nem a segurança das rotas (AMV´s).
- **Adoção do Modo Manual Restrito (MAN):** A automação plena (GoA4) e o controle remoto são completamente perdidos. Para recuperar os trens, é preciso utilizar os protocolos físicos de resgate. Um funcionário terá de ir a pé pelo túnel ou via até a composição imobilizada e destravar o **Painel de Manobra**.
- **Escoamento Manual em Baixíssima Velocidade:** o trem entra em um modo restrito de segurança e passa a ignorar as ordens automáticas do sistema. O funcionário precisará conduzir a composição manualmente "no visual" em velocidade extremamente reduzida, limitada sistemicamente a no máximo 20 km/h, para levar o trem à estação mais próxima.
- **Evacuação em Via:** Dependendo da gravidade e da demora para restabelecer os computadores, os operadores do CCO e as equipes em solo precisarão aplicar planos de evacuação segura. Para isso, as luzes do túnel acenderão e as **Portas Laterias** poderão ser abertas para os passageiros caminharem até a estação mais próxima pelo túnel.

Em suma, a falha simultânea de ZC e IXL resulta na paralisação completa do serviço e no acionamento do modo mais degradado possível de circulação, demandando forte intervenção humana física para retomar o escoamento seguro dos trens.

14.ESTUDOS OBSERVAÇÃO SOBRE SISTEMAS DE RÁDIOS

O Wi-Fi (padrão IEEE 802.11) consolidou-se historicamente como a tecnologia de rádio padrão de fato para sistemas CBTC principalmente devido ao seu excelente custo-benefício, apesar de possuir algumas limitações inerentes, como a falta de suporte nativo à mobilidade em alta velocidade e a maior suscetibilidade a interferências.

Várias fontes apontam os seguintes motivos principais para essa adoção em larga escala na indústria metroferroviária:

- **Uso de faixas de frequência livres (Banda ISM):** O Wi-Fi opera em bandas ISM (*Industrial, Scientific and Medical*) gratuitas, como 2.4 GHz , 5 e 6 GHz. Isso significa que os operadores ferroviários não precisam passar por processos administrativos longos nem arcar com os altos custos de aquisição de licenças de espectro junto aos órgãos reguladores.
- **Baixo custo e disponibilidade (Equipamentos COTS):** Devido à natureza subterrânea e confinada de grande parte do transporte de massa (metrôs), é inevitável a instalação de uma enorme quantidade de Pontos de Acesso (APs) ao longo dos túneis para cobrir grandes áreas. A disponibilidade de

equipamentos de prateleira (COTS - *Commercial-off-the-shelf*) de baixo custo e prontamente disponíveis no mercado teve um papel decisivo na viabilidade financeira desses projetos.

- **Alta capacidade de dados (Throughput):** Embora o tráfego dos dados vitais de controle do trem exija pouca banda (geralmente entre 20 a 40 kbps), as redes de metrô exigem infraestrutura para outros serviços. O Wi-Fi suporta altas taxas de transferência de dados (como 300 Mbps ou mais), o que permite habilitar funções essenciais como transmissão de vídeos de CFTV em tempo real, diagnósticos remotos de manutenção, atualizações de software e até internet para os passageiros.
- **Amplo suporte da indústria e padrões abertos:** Há um vasto mercado de fornecedores e forte suporte da indústria ao padrão. A adoção de protocolos abertos e o ecossistema construído pela *Wi-Fi Alliance* garantem a interoperabilidade técnica dos rádios entre múltiplos fornecedores.

A combinação de infraestrutura menos honerosa, com abundante numero de fornecedores, o não pagamento por licenciamento de frequências e a capacidade de suportar grandes volumes de dados de sistemas auxiliares (como vídeo) fizeram do Wi-Fi a tecnologia mais lógica e viável comercialmente para substituir os sistemas wireless utilizados no passado.

Entretanto outras tecnologias com maior precisão operacional, maior fluxo de dados, nativamente dimensionadas para altas velocidades de deslocamento, etc. , deverão ser analisadas e deverão ser definidas na fase do Projeto Básico, qual a melhor solução a ser adotada na execução do Projeto executivo.

15. SISTEMA DE INTERTRAVAMENTO ELETRÔNICO (IXL) PARA SINALIZAÇÃO CBTC

15.1 1. OBJETIVO

Este item apresenta as características técnicas, funcionais e operacionais do Sistema de Intertravamento Eletrônico (IXL — Electronic Interlocking) a ser implantado como parte integrante do Sistema de Sinalização CBTC (Communication Based Train Control) para operação metroferroviária da Companhia do Metropolitano do Distrito Federal – METRÔ-DF.

O sistema deverá operar em conformidade com os requisitos de segurança ferroviária SIL4, garantindo integridade operacional, proteção de rotas, controle de aparelhos de mudança de via (AMV´s), proteção de conflitos e integração segura com os subsistemas ATP, ATO e ATS do sistema CBTC.

15.2 ESCOPO DO SISTEMA

O sistema IXL compreenderá:

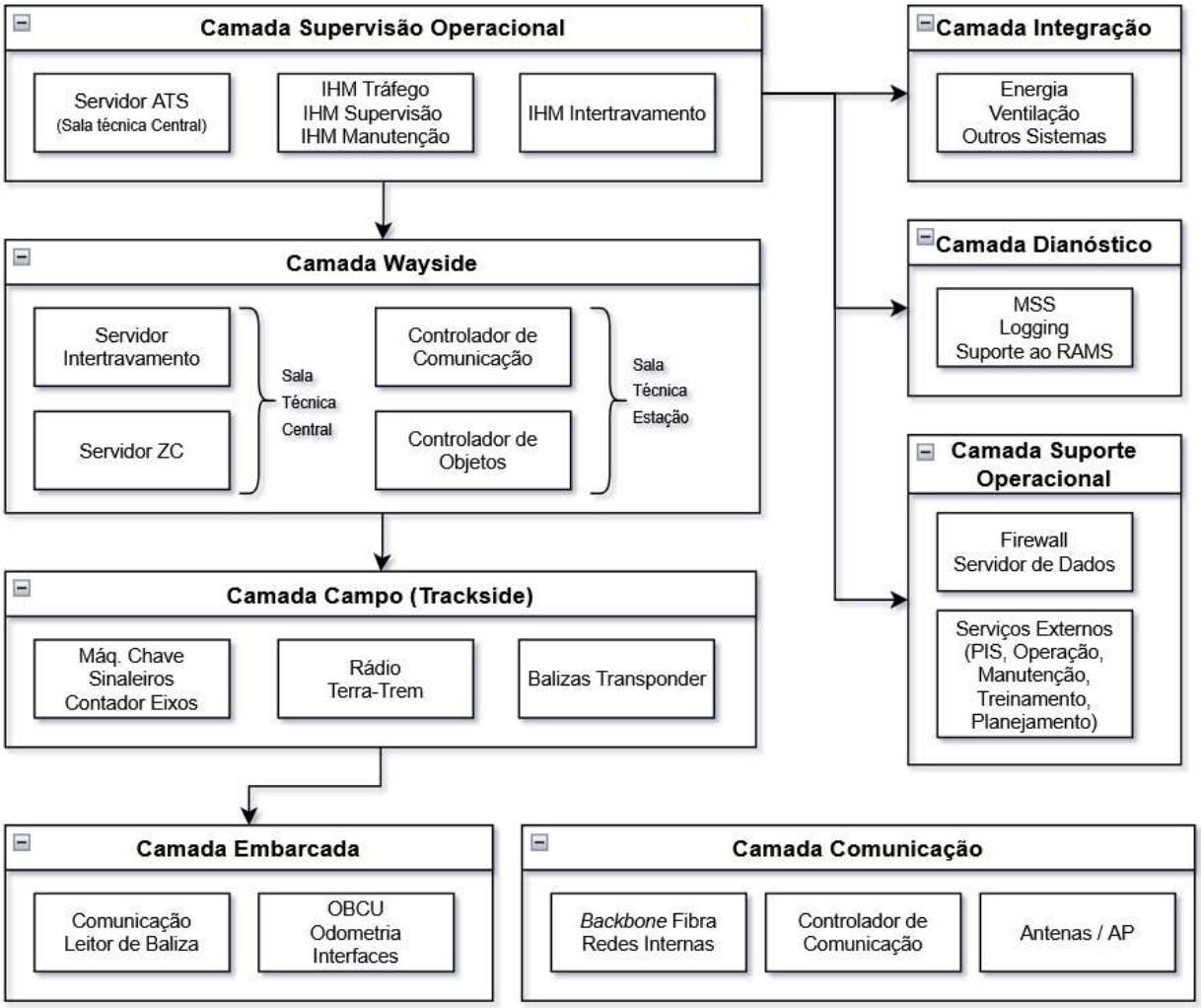
- Unidades processadoras redundantes SIL4;
- Módulos de entrada e saída vitais;
- Interface com contadores de eixo e/ou circuitos de via;
- Interface com AMV´s;
- Interface com sinais ferroviários;
- Interface com Zone Controllers CBTC;
- Interface com ATS/CCO;
- Rede de comunicação redundante;
- Software de lógica vital;
- Sistemas de diagnóstico e supervisão.

15.3 FINALIDADE OPERACIONAL

O sistema IXL terá como finalidade principal:

- Garantir estabelecimento seguro de rotas;
- Impedir movimentos conflitantes;
- Controlar e travar AMV´s;
- Supervisionar ocupação de via;
- Integrar-se ao sistema CBTC;
- Garantir segurança operacional em modos normal e degradado;
- Atuar como sistema vital de proteção da infraestrutura ferroviária.

15.4 ARQUITETURA FUNCIONAL



15.5 CONCEITO OPERACIONAL

O IXL deverá operar segundo filosofia Fail-Safe, onde:

Qualquer falha ou inconsistência deverá resultar em estado seguro

O sistema deverá assegurar que:

- Rotas incompatíveis não sejam liberadas simultaneamente;
- AMV´s não sejam movimentados sob ocupação;
- Sinais não sejam liberados sem confirmação de segurança;
- Conflitos operacionais sejam eliminados.

15.6 INTEGRAÇÃO COM CBTC

O sistema IXL será integrado ao CBTC através de interfaces vitais seguras, permitindo:

Função	Aplicação
Proteção de rotas	Integração ATP
Proteção de AMV´s	Movimentação segura
Fallback operacional	Degradação CBTC
Autorização de Movimento	Interface ATP
Supervisão CCO	ATS

15.7 ARQUITETURA SIL4

O sistema deverá possuir arquitetura certificada SIL4 conforme:

- EN 50126;
- EN 50128;
- EN 50129;
- IEC 61508.

15.8 REQUISITOS MÍNIMOS SIL4

Requisito	**Aplicação**
Redundância processadores	Obrigatória
Autodiagnóstico	Contínuo
Watchdog	Obrigatório
Comparação cruzada	Obrigatória
Fail-Safe	Obrigatório
Falsa autorização	Extremamente improvável

15.9 UNIDADES PROCESSADORAS

O sistema deverá utilizar processadores redundantes em arquitetura:

- 2oo2;
- 2oo3;
- Hot standby;
- Equivalente sil4.

As CPUs deverão executar:

- Lógica vital ferroviária;
- Supervisão contínua;
- Verificação de integridade;
- Detecção de falhas.

15.10 CONTROLE DE ROTAS

O sistema deverá:

- Receber solicitações de rota;
- Verificar conflitos;
- Verificar ocupação;
- Verificar posicionamento de amv´s;
- Travar elementos envolvidos;
- Liberar rota apenas após validação integral.

15.11 CONTROLE DE AMV´S

O IXL deverá:

- Comandar movimentação;
- Supervisionar posição normal/reversa;
- Verificar travamento mecânico;
- Impedir operação sob ocupação;
- Detectar falhas de máquina de chave.

15.12 SUPERVISÃO DE OCUPAÇÃO

A ocupação de via deverá ser supervisionada através de:

- Contadores de eixo SIL4 e/ou Circuitos de via;
- Informações CBTC;
- Sistemas redundantes quando aplicável.

15.13 MODOS OPERACIONAIS

O sistema deverá suportar:

Modo	Descrição
Normal	Operação automática
Degradado	Operação restrita
Fail-Safe	Condição segura
Manutenção	Testes/intervenção
Emergência	Proteção máxima

15.14 COMUNICAÇÃO E TELECOM

O sistema deverá operar sobre rede industrial redundante baseada em:

- Ethernet industrial;
- Fibra óptica;
- Backbone Layer 3;
- Switches industriais;
- OSPF;
- Anéis Redundantes.

15.15 TOPOLOGIA TELECOM RECOMENDADA

A arquitetura Telecom recomendada deverá possuir:

3 anéis redundantes e independentes Layer 3
Concentração em estrela no CCO
Roteamento OSPF
Qos diffserv

15.16 QOS E PRIORIDADES

O tráfego vital do IXL deverá possuir prioridade máxima na rede.

15.16.1 Classes recomendadas

Serviço	DSCP
ATP/IXL vital	EF 46
ATS	AF41
Diagnóstico	AF21
Manutenção	BE

15.16.2 Requisitos de Cybersecurity

O sistema deverá atender:

- CLC/TS 50701;
- IEC 62443;
- EN 50159.

15.16.3 Medidas mínimas

Requisito	Aplicação
Segregação VLAN	Obrigatória
ACL	Obrigatória
Firewall industrial	Recomendado
Snmpv3	Obrigatório
Autenticação	Obrigatória

Requisito	Aplicação
Logs centralizados	Obrigatórios
Hardening	Obrigatório

15.17 INTEGRAÇÃO COM ATS/CCO

O sistema deverá permitir:

- Supervisão operacional;
- Comando remoto;
- Monitoramento de rotas;
- Monitoramento de AMV´s;
- Registro de alarmes;
- Diagnóstico em tempo real.

15.18 REDUNDÂNCIA

15.18.1 Processamento

- Cpus redundantes;
- Votação lógica;
- Comparação cruzada.

15.18.2 Comunicação

- Dupla rede;
- Dupla fibra;
- Reconvergência automática.

15.18.3 Alimentação

- Alimentação redundante (de preferência sendo uma delas em DC);
- UPS;
- Supervisão de fonte.

15.19 DESEMPENHO

Parâmetro	Requisito
SIL	SIL4
Disponibilidade	≥ 99,99%
Fail-safe	Obrigatório
Latência rede	Baixa
MTBF	Elevado

Parâmetro	Requisito
MTTR	Reduzido

15.20 SUPERVISÃO E DIAGNÓSTICO

O sistema deverá possuir:

- Diagnóstico online;
- Eventos históricos;
- Alarmes;
- Logs;
- Rastreabilidade;
- Monitoração remota.

15.21 TESTES

O fornecedor deverá realizar:

- FAT;
- SAT;
- Testes SIL4;
- Testes integração CBTC;
- Testes degradados;
- Testes Fail-Safe;
- Testes EMC;
- Testes de Redundância.

15.22 DOCUMENTAÇÃO OBRIGATÓRIA

O fornecimento deverá incluir:

- Safety Case;
- Cybersecurity case;
- Arquitetura funcional;
- Diagramas;
- Manuais;
- RAMS;
- Certificados SIL4;
- Relatórios FAT/SAT.

15.23 APLICAÇÃO EM SISTEMAS CBTC

O IXL atuará principalmente em:

Aplicação	Função
Crossover	Proteção
AMV´s	Travamento
Pátios	Manobra
Terminais	Controle de rota
Fallback	Contador de eixo e/ou circuitos de via
Iinterface ATP	Segurança vital

15.24 FILOSOFIA FAIL-SAFE

A **Filosofia Fail-Safe** é um princípio fundamental de projeto dos sistemas **(CBTC)**, assim sendo, **qualquer falha previsível ou detectável deve conduzir o sistema, ou a função afetada, a uma condição operacional segura**, preservando a integridade da circulação ferroviária, dos passageiros, dos empregados e dos ativos.

Nos sistemas CBTC, a segurança é baseada na determinação contínua da posição dos trens, no cálculo da **Autoridade de Movimento (Movement Authority – MA)**, na supervisão da velocidade e na comunicação bidirecional entre os equipamentos embarcados e os equipamentos de via. Dessa forma, a filosofia Fail-Safe deve ser aplicada de maneira distribuída em todos os níveis da arquitetura, abrangendo os equipamentos embarcados, os controladores de zona, os intertravamentos eletrônicos, as redes de comunicação e os sistemas centrais.

O sistema deverá ser concebido de forma que:

- Nenhuma falha resulte em condição insegura para a circulação ferroviária;
- Toda falha seja detectada automaticamente por mecanismos de autodiagnóstico;
- Informações cuja integridade não possa ser garantida sejam consideradas inválidas;
- Falhas simples não provoquem perda da função de segurança;
- Qualquer recuperação operacional ocorra somente após a confirmação da restauração das condições de segurança.
- A perda ou inconsistência de dados resulte na adoção automática de uma condição segura e consequentemente:

  ✓ Sinais deverão permanecer fechados;
  ✓ Rotas deverão permanecer bloqueadas;
  ✓ Movimentações deverão ser impedidas.

15.25 EQUIPAMENTOS DE CAMPO A SEREM MODERNIZADOS

A modernização do Sistema de Sinalização e Controle contemplará a substituição integral dos equipamentos de campo associados ao sistema de intertravamento e circulação ferroviária, incluindo máquinas de chave, sinaleiros e respectivos sistemas de comando, supervisão e controle, visando adequação tecnológica, aumento da confiabilidade operacional, melhoria da disponibilidade e compatibilização com a futura arquitetura CBTC.

As atuais máquinas de chave, a saber: ***84 maquinas M3 Sab Wabco (instaladas em todas regiões de superfície do Metrô-DF) e 16 maquinas S700K Siemens (instaladas na região do Túnel Asa Sul)***, serão substituídas por equipamentos de tecnologia mais moderna, apropriados para operação integrada ao novo sistema de intertravamento eletrônico (IXL) e ao sistema CBTC, *contemplando novos acionamentos elétricos, mecanismos de travamento, sensores de posição, circuitos de detecção, interfaces vitais e sistemas de supervisão contínua, é imperativo que na solução adotada para as novas maquinas de chave que: independente das mesmas estarem operando conjuntamente para qualquer que seja a rota determinada, todos os comandos, controles e indicações; deverão ser processados individualmente e a integridade da rota seja processada e definida pelo sistema vital do IXL. A modernização incluirá também revisão geométrica, regulagens mecânicas, alinhamento, ajustes de curso, calibração operacional, testes de esforço e verificação completa das condições de operação segura dos AMV´s (Aparelhos de Mudança de Via).*

Os 122 sinaleiros existentes serão substituídos por novos conjuntos sinalizadores ferroviários de tecnologia compatível com a nova solução de sinalização, incluindo cabeçotes, módulos ópticos LED, suportes, caixas de ligação, interfaces de campo, alimentação, cabeamento e circuitos de comando e retorno. Os novos equipamentos deverão operar de forma integrada ao sistema eletrônico de intertravamento, permitindo supervisão contínua de estado, diagnóstico remoto e elevada confiabilidade operacional.

Locação das Maquinas e Sinaleiros por Domínio hoje existentes:

Domínio / Designação AMV	Máquina	Sinaleiro
GAL: (X40, X38 e X37)	12	12
110: (X36)	4	4
Túnel	**16**	**16**
SHP: (X34, X35 e X39)	16	20
FEI: (X32 e X33)	4	8
CLA: (X29, X30, X31 e X62)	16	18
EPQ: (X28)	3	4
CES: (X25, X26 e X27)	8	8
CEI: (X23 e X24)	9	11
SAM: (X60 e X61)	9	11
PAC: (X63, X64, X65 e X66)	19	26
Superficie	**84**	**106**
Total	**100**	**122**

A modernização abrangerá ainda toda a infraestrutura de controle associada aos equipamentos de campo, incluindo:

- Substituição e adequação de cabos de sinalização;
- Novos circuitos vitais de comando e supervisão;
- Interfaces eletrônicas de campo;
- Módulos de entrada e saída do intertravamento eletrônico;
- Fontes de alimentação;
- Painéis de controle;
- Sistemas de proteção elétrica;
- Adequações de aterramento e proteção contra surtos;
- Ajustes de parametrização e configuração lógica.

Serão executados todos os serviços de instalação, testes, calibração, parametrização, comissionamento e integração necessários para garantir a perfeita operação dos equipamentos modernizados, incluindo testes funcionais, testes de segurança, testes de integração com o IXL e CBTC, testes de campo, testes operacionais assistidos e validação final do sistema.

A solução deverá garantir total compatibilidade operacional entre os novos equipamentos de campo, o sistema de intertravamento eletrônico SIL4, o sistema CBTC e os sistemas de supervisão ATS/CCO, assegurando elevados níveis de segurança operacional, disponibilidade, mantenabilidade e confiabilidade do sistema metroferroviário.

15.26 CONCLUSÃO

O Sistema IXL deverá constituir um subsistema vital SIL4 de alta disponibilidade, responsável pela proteção lógica da circulação metroferroviária e integrado de forma segura ao sistema CBTC, garantindo:

- Proteção contra conflitos;
- Controle seguro de AMV´s;
- Integridade operacional;
- Segurança funcional;
- Interoperabilidade com ATP/ATO/ATS;
- Conformidade normativa internacional.

16. ZONE CONTROLLER (ZC) DO SISTEMA DE SINALIZAÇÃO CBTC

16.1 OBJETIVO

Este item apresenta as características técnicas, funcionais e operacionais do subsistema Zone Controller (ZC), integrante do Sistema de Sinalização CBTC

(Communication Based Train Control), destinado ao controle seguro da circulação ferroviária em ambiente metroferroviário do Metrô-DF.

O Zone Controller constitui o elemento vital responsável pelo processamento das funções ATP (Automatic Train Protection) em uma determinada zona operacional da linha, garantindo separação segura entre trens, emissão de autoridade de movimento e supervisão contínua da circulação.

16.2 ESCOPO DO SISTEMA

O fornecimento deverá compreender:

- Servidores/processadores Zone Controller redundantes;
- Software ATP vital SIL4;
- Interfaces com intertravamento eletrônico (IXL);
- Interfaces com ATS;
- Interfaces com sistema DCS wireless;
- Interfaces com onboard CBTC;
- Módulos de comunicação redundantes;
- Sincronismo horário;
- Sistemas de supervisão e diagnóstico;
- Infraestrutura de Telecom associada.

16.3 FUNÇÃO PRINCIPAL

O Zone Controller será responsável por:

- Calcular separação segura entre trens;
- Emitir autoridade de movimento (Movement Authority — MA);
- Supervisionar posição dos trens;
- Supervisionar velocidade;
- Garantir proteção ATP;
- Controlar Headway;
- Supervisionar zonas de movimentação;
- Integrar-se ao intertravamento (IXL);
- Operar em regime fail-safe SIL4.

16.4 CONCEITO OPERACIONAL

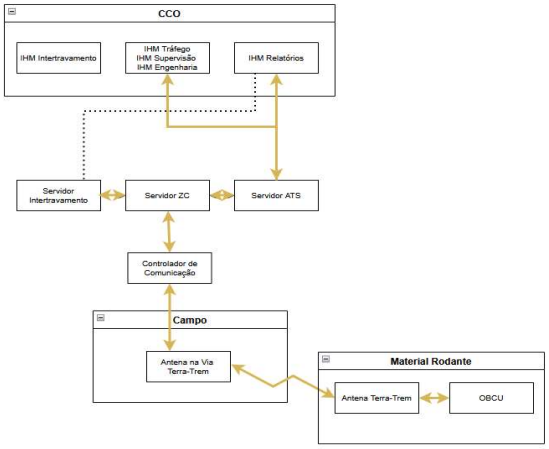
O ZC deverá receber continuamente:

- Posição do trem;
- Velocidade;
- Sentido;
- Integridade da composição;

- Estado operacional do trecho.

Com base nessas informações o sistema deverá calcular em tempo real: Movement Authority (MA) permitindo circulação segura dos trens.

16.5 ARQUITETURA FUNCIONAL SIMPLIFICADA



16.6 SEGMENTAÇÃO POR ZONA

O sistema deverá operar dividido em zonas operacionais independentes.

Cada Zone Controller deverá controlar:

- Determinado trecho da linha;
- Grupos de AMV´s;
- Limites de movimentação;
- Trens presentes em sua área.

16.7 REDUNDÂNCIA

O Zone Controller deverá possuir redundância integral.

16.8 ARQUITETURAS RECOMENDADAS

- CPU redundante
- Fontes redundantes
- Discos SSD em RAID
- Duas interfaces Ethernet independentes
- Sincronização por PTP/NTP
- Watchdog de hardware
- Autodiagnóstico permanente 2oo2;

16.9 REQUISITOS SIL4

O sistema deverá possuir certificação SIL4 — Safety Integrity Level 4

Conforme:

- EN 50126;
- EN 50128;
- EN 50129;
- IEC 61508.

16.9.1 Requisitos mínimos SIL4

Requisito	Aplicação
Fail-Safe	Obrigatório
Autodiagnóstico	Contínuo
Redundância	Obrigatória
Watchdog	Obrigatório
Comparação cruzada	Obrigatória
Falsa autorização	Extremamente improvável

16.10 FUNÇÕES ATP EXECUTADAS

O ZC deverá executar:

Função	Descrição
Cálculo MA	Autoridade movimento
Proteção separação	Distância segura
Supervisão velocidade	ATP
Proteção conflito	Integração IXL
Proteção limite	Fim MA
Fallback	Modos degradados

16.11 AUTHORITY MOVEMENT (MA)

O ZC deverá gerar continuamente: A **Movement Authority (MA)**, ou **Autoridade de Movimento**, que é a permissão eletrônica concedida ao trem para avançar até um determinado limite operacional seguro.

Nos sistemas CBTC a MA substitui parcialmente o conceito tradicional de ocupação de bloco fixo e sinais laterais, permitindo operação em **bloco móvel (Moving Block)**.

A MA é uma das funções mais críticas do sistema CBTC e deve ser implementada em nível **SIL4**. E o cálculo deve considerar em tempo real a Posição do trem obtida por:

- Odômetros;
- Tacômetros;
- Balizas;
- Contadores de eixo;
- Sensores inerciais.

16.11.1 Integridade do trem

Verifica:

- Trem completo;
- Nenhum veículo desacoplado;
- Integridade da composição.

16.11.2 Estado da via

Inclui:

- Rotas travadas;
- AMVs posicionados;
- Seções ocupadas;
- Restrições temporárias;
- Plataformas.

16.11.3 Distância de frenagem segura

Considera:

- Velocidade atual;
- Declividade;
- Massa do trem;
- Condição de aderência;
- Curvas;
- Margem de segurança.
- Posição dos demais trens;
- Estado da via;
- Rotas estabelecidas;
- AMV´s;
- Restrições operacionais;
- Limites temporários.

16.12 INTEGRAÇÃO COM INTERLOCKING (IXL)

O ZC deverá integrar-se ao IXL para:

- Validação de rotas;
- Estado de AMV´s;
- Ocupação de via;
- Proteção de conflitos;
- Limites operacionais.

O ZC não deverá autorizar movimento sem confirmação segura do IXL.

16.12.1 Integração com ATS

O ATS deverá:

- Supervisionar ZCs;
- Enviar comandos operacionais;
- Supervisionar alarmes;
- Controlar estratégias de circulação.

16.12.2 Integração com DCS Wireless

O Zone Controller deverá comunicar-se continuamente com os trens através do DCS e wireless CBTC.

16.12.3 Requisitos comunicação

Requisito	Valor típico
Latência	Baixa
Disponibilidade	≥ 99,99%
Handover	Contínuo
Redundância	Obrigatória

16.13 ARQUITETURA TELECOM RECOMENDADA

O sistema deverá operar sobre:

- 3 Anéis independentes “Backbone Layer 3”;
- Switches industriais;
- Fibra óptica redundante;
- OSPF;
- QoS DiffServ;
- Anéis redundantes;
- Concentração em estrela no CCO

16.13.1 QoS

O tráfego ATP do Zone Controller deverá possuir prioridade máxima.

Classes recomendadas

Serviço	DSCP
ATP vital	EF 46
ATS	AF41
Diagnóstico	AF21
Manutenção	BE

16.14 CYBERSECURITY

O sistema deverá atender:

- CLC/TS 50701;
- IEC 62443;
- EN 50159.

Requisitos mínimos

Requisito	Aplicação
VLAN segregada	Obrigatória
ACL	Obrigatória
Firewall industrial	Recomendado
Hardening	Obrigatório
Autenticação	Obrigatória
Logs	Obrigatórios

16.15 MODOS OPERACIONAIS

O sistema deverá suportar:

Modo	Descrição
Normal	Operação automática
Degradado	Fallback
Fail-safe	Estado seguro
Manutenção	Testes
Emergência	Proteção máxima

16.16 FILOSOFIA FAIL-SAFE

Qualquer falha deverá resultar em:

Restrição segura de movimento Incluindo:

- Redução velocidade;
- MA restrita;
- Parada segura;
- Fallback operacional.

16.17 SINCRONISMO

O sistema deverá possuir:

- Sincronismo PTP;
- NTP redundante;
- Precisão adequada ao CBTC.

16.18 SUPERVISÃO E DIAGNÓSTICO

O sistema deverá permitir:

- Diagnóstico online;
- Logs históricos;
- Alarmes;
- Monitoração remota;
- Rastreabilidade operacional.

16.19 REQUISITOS DE DESEMPENHO

Parâmetro	**Requisito**
Sil	Sil4
Disponibilidade	≥ 99,99%
Latência	Baixa
Mtbf	Elevado
Reconvergência	Rápida
Failsafe	Obrigatório

16.20 APLICAÇÃO EM GOA4

Em sistemas GoA4 o Zone Controller será responsável no mínimo por:

- Supervisão integral ATP;
- Controle dinâmico da separação;
- Operação automática sem operador;
- Proteção contínua;

- Integração com CCO.

16.21 INTERFACES PRINCIPAIS

Interface	Função
IXL	Proteção rota
ATS	Supervisão
DCS	Comunicação
Onboard ATP	Autoridade movimento
Onboard ATO	Comandos operacionais
Wayside	Estado campo

16.22 REQUISITOS AMBIENTAIS

O sistema deverá operar indistintamente em ambiente ferroviário como:

- Túneis;
- Salas técnicas;
- Via Permanente;
- Pátios;
- Ambiente EMC severo;
- Operação contínua 24x7.

16.23 TESTES

O fornecedor deverá realizar:

- FAT;
- SAT;
- Testes SIL4;
- Testes integração CBTC;
- Testes redundância;
- Testes degradados;
- Testes Telecom;
- Testes Fail-safe.

16.24 DOCUMENTAÇÃO OBRIGATÓRIA

Deverão ser fornecidos no mínimo:

- Safety Case;
- Cybersecurity Case;
- Diagramas;
- Arquitetura funcional;

- RAMS;
- Certificados SIL4;
- Manuais;
- Relatórios FAT/SAT.

16.25 CONCLUSÃO TÉCNICA

O Zone Controller constitui o principal elemento vital ATP do sistema CBTC, responsável pela supervisão segura da circulação ferroviária, cálculo da autoridade de movimento e proteção dinâmica entre trens, operando em arquitetura redundante SIL4 e integrado aos sistemas **SCCG-CBTC** , **IXL, ATS e DCS** wireless.

17. SISTEMA ATS E SUBSISTEMA CENTRAL DE CONTROLE E GERENCIAMENTO CBTC (SCCG-CBTC) PARA O METRÔ-DF

17.1 OBJETIVO

Este item apresenta as mínimas características técnicas, funcionais e operacionais dos subsistemas ATS (Automatic Train Supervision) e Subsistema Central de Controle e Gerenciamento (SCCG-CBTC), integrantes do futuro Sistema de Sinalização CBTC do Metrô do Distrito Federal — Metrô-DF.

Os sistemas ATS e SCCG-CBTC deverão permitir supervisão centralizada, gerenciamento automático da circulação, controle operacional em tempo real e integração segura com os subsistemas ATP, ATO, IXL e DCS, garantindo elevada disponibilidade operacional, redução de headway e suporte à futura operação GoA2/GoA4.

O sistema deverá ser implantado considerando as características operacionais atuais do Companhia do Metropolitano do Distrito Federal, incluindo a Linha Verde e Linha Laranja (Brownfield), atualmente com aproximadamente 42 km de extensão operacional em configuração “Y”, interligando Brasília, Ceilândia e Samambaia, englobando ainda as Extensões de aproximadamente 3,6 km de Samambaia e 2,3 km de Ceilândia (Greenfield).

17.2 CONTEXTO OPERACIONAL DO METRÔ-DF

O sistema deverá considerar minimamente:

Característica	Situação atual
Extensão operacional	~42 km
Configuração	Linha tronco + ramais
Ramais	Ceilândia e Samambaia
Estações	27 operacionais
Estações Expansão	2 SAMAMBAIA e 2 CEILÂNDIA
Operação	Alta demanda urbana
Expansão prevista	Samambaia 3,6 km e Ceilândia 2,3 km
Pátios	Águas Claras e Asa Sul
Estacionamentos	CTL, CEI e SAM

17.3 ESCOPO DO SISTEMA ATS/SCCG-CBTC

O fornecimento deverá compreender:

- Servidores ATS redundantes;
- Servidores SUBSISTEMA CENTRAL DE CONTROLE E GERENCIAMENTO CBTC redundantes;
- Consoles CCO;
- Aceso ao videowall operacional;
- Software supervisório CBTC;
- Banco de dados operacional;
- Integração com ATP/ATO;
- Integração com IXL;
- Integração com DCS wireless;
- Estações de engenharia;
- Estações de manutenção;
- Sincronismo centralizado;
- Infraestrutura telecom associada “DCS”.

17.3.1 Finalidade Operacional

Os sistemas ATS e SCCG-CBTC deverão permitir:

Função	ATS	SCCG-CBTC
Supervisão da circulação	✓	✓
Regulação automática	✓	✓
Controle de headway	✓	✓
Gerenciamento de frota	✓	✓
Coordenação entre ZCs	—	✓

Função	ATS	SCCG-CBTC
Interface CCO	✓	✓
Integração CBTC	✓	✓
Estratégias operacionais	✓	✓

17.3.2 Conceito Operacional

O ATS deverá atuar como sistema central de supervisão operacional da rede metroferroviária.

17.3.3 Sistema ATS — Automatic Train Supervision

17.3.3.1 Função Principal

O ATS é o "cérebro operacional" metroferroviário.

Sua função principal é supervisionar toda a operação, fornecendo ao CCO uma visão completa da rede e permitindo a gestão do tráfego ferroviário.

17.3.3.2 Principais funções

- Supervisão dos trens em tempo real
- Exibição sinótica da linha
- Controle do horário operacional
- Regulação automática do serviço
- Gerenciamento de alarmes
- Controle de itinerários
- Gestão de falhas
- Relatórios operacionais
- Interface com sistemas externos (SCADA, PSD, energia, CFTV, etc.)
- Supervisionar integralmente a circulação;
- Monitorar posição dos trens;
- Regular headway;
- Otimizar operação;
- Minimizar atrasos;
- Gerenciar horários;
- Supervisionar alarmes;
- Apoiar operação automática GoA2 á GoA4.

17.3.3.3 No Metrô-DF

O ATS será utilizado no CCO de Águas Claras para:

- Supervisão da Linha Principal

- Supervisão dos ramais Ceilândia e Samambaia
- Gestão de tabelas horárias
- Controle de inserção e retirada de trens
- Controle dos modos degradados

O ATS não calcula distâncias de segurança nem autoridade de movimento. Essas funções permanecem nos subsistemas vitais do CBTC.

17.3.3.4 Supervisão de circulação

O ATS deverá apresentar em tempo real:

- Posição dos trens;
- Velocidade;
- Sentido;
- Estado operacional;
- Ocupação de vias;
- Estado de AMV´s;
- Estado das rotas.

Considerando a futura ampliação da demanda do Metrô-DF, o ATS deverá suportar redução progressiva de headway operacional.

17.3.3.5 Regulação automática

O ATS deverá permitir:

- Ajuste automático de dwell time;
- Recuperação automática de grade horária;
- Redistribuição operacional de intervalos;
- Gerenciamento de contingências.

17.3.3.6 Supervisão CCO

O ATS deverá disponibilizar:

- Sinópticos dinâmicos;
- Slarmes;
- Replay operacional;
- Históricos;
- Estatísticas operacionais;
- Relatórios.

17.3.4 SUBSISTEMA CENTRAL DE CONTROLE E GERENCIAMENTO CBTC é um servidor operacional intermediário entre o ATS e os equipamentos de campo

O SUBSISTEMA CENTRAL DE CONTROLE E GERENCIAMENTO CBTC deverá atuar como elemento de coordenação operacional intermediária entre:

- **ATS;**
- **Zone Controllers;**
- **IXLs;**
- **Sistemas wayside**

Ele traduz as estratégias definidas pelo ATS em comandos operacionais para os Zone Controller´s e para os Trens. Podendo também ser chamado de:

- Line ATS
- Automatic Regulation Controller
- Traffic Management Controller
- Supervisor Controller

17.3.4.1 Principais funções

- Regulação automática dos trens
- Gerenciamento de headway
- Controle de partidas
- Ajuste de dwell time
- Balanceamento de intervalos
- Recuperação automática após perturbações
- Controle de inserção de trens reserva
- Otimização operacional

Exemplo

Quando o ATS recebe informação de que um trem ficou retido na estação Central.

O ATS:

- Identifica a ocorrência;
- Apresenta o alarme ao operador;
- Registra o evento.

O SUBSISTEMA CENTRAL DE CONTROLE E GERENCIAMENTO CBTC:

- Recalcula automaticamente os intervalos;
- Ajusta tempos de parada;
- Reduz ou aumenta velocidades de regulação;
- Reorganiza a sequência dos trens;
- Restabelece o headway programado.

17.4 GERENCIAMENTO POR REGIÃO OPERACIONAL

Recomenda-se segmentação por:

Região	Controle sugerido
tronco	SCCG-CBTC principal
CLA “Y”	SCCG-CBTC principal
ramal Ceilândia e expansão	SCCG-CBTC principal
ramal Samambaia e expansão	SCCG-CBTC principal
Pátio	SCCG-CBTC regional

17.5 ARQUITETURA TELECOM INTEGRADA

O sistema ATS/SCCG-CBTC deverá operar sobre DCS.

17.5.1 Topologia Telecom

A arquitetura recomendada para o Metrô-DF deverá possuir:

3 Anéis independentes Redundantes Layer 3
Concentração em estrela no CCO
Switches industriais Layer 3
Roteamento OSPF
QoS DiffServ

17.5.2 Segmentação Recomendada dos Anéis

Anel	Região sugerida
Anel 1	Tronco central
Anel 2	Ramal Samambaia
Anel 3	Ramal Ceilândia

As expansões futuras deverão permitir crescimento modular da arquitetura.

17.5.3 QoS

O tráfego ATS/SCCG-CBTC deverá utilizar QoS DiffServ.

17.6 CLASSES RECOMENDADAS

Serviço	DSCP
ATP vital	EF 46
ATS/SCCG-CBTC	AF41

Serviço	DSCP
Diagnóstico	AF21
Manutenção	BE

17.7 INTEGRAÇÃO COM CBTC

Os sistemas ATS/SCCG-CBTC deverão integrar-se aos:

- Zone Controllers;
- onboard ATP/ATO;
- IXL;
- DCS wireless;
- CCO.

17.7.1 Integração com Interlocking (IXL)

O ATS/SCCG-CBTC deverá:

- Supervisionar rotas;
- Solicitar itinerários;
- Monitorar AMV´s;
- Monitorar estados de ocupação;
- Supervisionar conflitos operacionais.

17.7.2 Integração com DCS Wireless

O ATS deverá supervisionar:

- Disponibilidade da rede wireless;
- Estado AP/LTE;
- Alarmes telecom;
- Handover;
- Perda de cobertura.

17.8 REQUISITOS DE CYBERSECURITY

Os sistemas deverão atender:

- CLC/TS 50701;
- IEC 62443;
- EN 50159.

17.9 REQUISITOS MÍNIMOS

Requisito	Aplicação
VLAN segregada	Obrigatória
Firewall industrial	Obrigatório
ACL	Obrigatório
Hardening	Obrigatório
RBAC	Obrigatório
Logs centralizados	Obrigatórios
SIEM/SOC	Recomendado

17.10 CONSOLES CCO

O CCO deverá possuir:

- Consoles redundantes;
- Disponibilização para Videowall existente;
- Supervisão gráfica;
- Replay operacional;
- Gestão de alarmes;
- Relatórios operacionais.

17.11 FUNCIONALIDADES GRÁFICAS

O ATS deverá apresentar minimamente:

- Mapa dinâmico da linha;
- Posição dos Trens;
- Ocupação Detecção Secundária
- Status AMV´s;
- Estados CBTC;
- Alarmes;
- Status Estrutura DCS
- Estados energização
- Estados Servidores
- Redundância ativa
- Operacionalização Hot standby;
- Failover automático.
- Estado DCS
- Estado dos UPS

17.12 MODOS OPERACIONAIS

Modo	Descrição
Normal	Operação automática

Modo	Descrição
Degradado	Fallback operacional
Emergência	Contingência
Manutenção	Testes
Recovery	Recuperação

17.13 APLICAÇÃO FUTURA GOA4

A arquitetura ATS/SCCG-CBTC deverá ser preparada, configurada e implementada para futura migração para:

GoA4 — Unattended Train Operation

permitindo:

- Regulação automática;
- Recovery automático;
- Gerenciamento centralizado integral;
- Operação sem condutor.

17.14 REQUISITOS DE DESEMPENHO

Parâmetro	Requisito
Disponibilidade	≥ 99,99%
Redundância	Obrigatória
Latência	Baixa
Escalabilidade	Modular
Failover	Automático

17.15 SUPERVISÃO E DIAGNÓSTICO

Os sistemas deverão permitir:

- Diagnóstico remoto;
- Monitoração online;
- Alarmes;
- Tendências;
- Logs;
- Replay operacional;
- Analytics operacionais.

17.16 EM SINTESE

Os sistemas ATS e SUBSISTEMA CENTRAL DE CONTROLE E GERENCIAMENTO CBTC do futuro CBTC do Metrô-DF deverão constituir a plataforma central de supervisão e gerenciamento operacional da rede metroferroviária do Distrito Federal, permitindo:

- Aumento de capacidade;
- Redução de headway;
- Maior regularidade operacional;
- Integração segura entre subsistemas;
- Suporte à expansão dos ramais Ceilândia e Samambaia;
- Preparação tecnológica para futura operação GoA4.

ARQUITETURA DCS – ANTEPROJETO

Sistema de Sinalização Metroferroviária – Metrô-DF

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO E ESCOPO METODOLÓGICO 4
   - 1.1 Natureza e finalidade do documento 4
   - 1.2 Nível de detalhamento e posição no ciclo de projeto 4
   - 1.3 Organização em camadas e níveis de detalhe 4
   - 1.4 Coerência interna e tratamento de conflitos 5
   - 1.5 Granularidade técnica para subsidiar etapas posteriores 6
2. OBJETIVO 6
3. REFERÊNCIAS NORMATIVAS 7
4. PREMISSAS OPERACIONAIS 9
   - 4.1 Camada de Comunicação 9
5. Proteção do investimento e atualização de software 10
6. CONSIDERAÇÕES importantes 10
7. Conceito Geral da Arquitetura REde DCS 11

Tecnologias Recomendadas 11

- 7.1 Arquitetura Física da Rede 13
  - 7.1.1 Diagrama Conceitual 13
- 7.2 Protocolo de Roteamento OSPF – Open Shortest Path First 14

Funcionamento 14

Estrutura típica OSPF 14

- 7.2.1 Tecnologias Superiores ou Complementares ao OSPF 14
- 7.3 Backbone Óptico 15
- 7.4 Redundâncias Implementadas 15

7.4.1 Redundância Física 15

7.4.2 Adoção de soluções utilizando PRP – Parallel Redundancy Protocol 15

Zero Packet Loss 16

DANP – Double Attached Node PRP 17

Portanto sua aplicação em CBTC é extremamente adequado conforme estudo abaixo: 19

7.4.3 Recuperação de Falhas 20

Cenários suportados 20

7.4.4 Arquitetura do CCO 20

Core de Telecom 20

7.4.5 Segurança Cibernética 20

7.4.6 Sincronismo de Rede 21

7.4.7 Disponibilidade alvo para os subsistemas DCS inclusos na modernização do sistema de Sinalização CBTC 21

7.4.8 Escalabilidade 21

7.5 Recomendação Rede para CBTC 22

7.5.1 Para CBTC vital 22

7.5.2 Níveis de segurança SL 22

8. Tecnologias Recomendadas para Comunicação Terra–Trem 23

8.1 Requisitos da Comunicação Terra–Trem 24

8.1 Arquitetura recomendada 24

8.2 Principais Tecnologias Utilizadas 25

8.2.1 Wi-Fi Industrial CBTC (IEEE 802.11) 25

Tecnologia mais difundida no mundo e historicamente é a tecnologia mais utilizada em CBTC e que baseia-se: 25

8.2.2 LTE Privado 26

Evolução moderna para CBTC 26

8.2.3 5G Privado 27
Evolução futura do LTE 27
8.2.4 FRMCS – Future Railway Mobile Communication System 27
Futuro padrão ferroviário mundial 27
Aplicações 28
Tecnologias que ainda estão em evolução e implantação piloto. 28
8.2.5 Rádio Leaky Feeder 28
Aplicação pode suportar: 28
8.2.6 Comunicação Híbrida 28
8.3 Handover 29
8.3.1 Desacoplamento do Algoritmo de Decisão (Abstração de Hardware) 29
8.3.2 Handover Baseado em Camadas (L2 vs. L3) de Forma Modular 30
Requisitos típicos 30
8.4 Segurança Cibernética 30
8.4.1 Autenticação Mútua e Robusta de Dispositivos 31
8.4.2 Criptografia Ponta a Ponta do Fluxo de Dados 31
8.4.3 Segregação e Fatiamento de Rede Estrito (Slicing) 31
8.4.4 Proteção contra Ataques de Repetição e Injeção (EN 50159) 31
8.4.5 Alinhamento Normativo Mandatório 32
8.4.6 Mecanismos de Cibersegurança na Infraestrutura LTE 32
8.4.7 Segregação e Proteção das Camadas Superiores (L3/L4) 32
8.4.8 Resiliência Contra Ataques de Negação de Serviço (DoS/Jamming) 32

1. INTRODUÇÃO E ESCOPO METODOLÓGICO

Este documento apresenta, em nível compatível com anteprojeto, a arquitetura conceitual, funcional e física do Sistema de Telecomunicações com Topologia Estrela-Anel utilizando Backbone Layer 3 para utilização na **Sinalização e Controle baseado em Comunicação (CBTC)** a ser implantado na Linha 1 do METRÔ-DF, incluindo os trechos existentes, as expansões de Samambaia e Ceilândia, os pátios operacionais e as frotas atuais e futuras. A estrutura adotada busca fornecer uma visão integrada do sistema, assegurando coerência entre os princípios de alto nível, as funções de cada subsistema e os arranjos físicos de referência.

1.1 NATUREZA E FINALIDADE DO DOCUMENTO

A arquitetura aqui descrita tem natureza técnico-conceitual e destina-se a estabelecer, funções, interfaces e agrupamentos físicos, a solução de referência para o sistema **Data Communication System (DCS)** METRÔ-DF. Seu objetivo é traduzir, em visão de arquitetura, os requisitos funcionais e de desempenho que foram consolidados em documento próprio de requisitos CBTC, fornecendo uma base estruturada para o desenvolvimento das etapas subsequentes de engenharia, em especial o Projeto Básico e o Projeto Executivo.

1.2 NÍVEL DE DETALHAMENTO E POSIÇÃO NO CICLO DE PROJETO

O presente documento situa-se entre os estudos de requisitos e o Projeto Básico, consolidando decisões de organização dos sistema com filosofia de redundância, de desempenho e de migração em ambiente *brownfield*. O nível de detalhamento adotado abrange a definição de componentes lógicos principais, cadeias funcionais e quantitativos de referência por ambiente, sem, contudo, entrar em especificações construtivas ou em escolhas de produtos e tecnologias proprietárias, que permanecerão a cargo das etapas posteriores de projeto.

1.3 ORGANIZAÇÃO EM CAMADAS E NÍVEIS DE DETALHE

Em alinhamento com as referências normativas aplicáveis a sistemas CBTC, a solução é organizada contemplando, no mínimo, Supervisão Operacional, Comunicação, Wayside, Campo (Trackside), Embarcada, Integração Externa, Diagnóstico e Manutenção e Suporte Operacional e Administrativo. Cada uma dessas camadas é apresentada em três níveis complementares de detalhe:

- **Arquitetura funcional**: detalha as funções desempenhadas, os fluxos de informação, as responsabilidades de cada subsistema e as interfaces internas e externas, mantendo rastreabilidade com os requisitos funcionais consolidados.
- **Arquitetura física**: traduz as funções em agrupamentos físicos por ambiente (CCO, salas técnicas centrais, salas técnicas de estações, via, material rodante, ambientes administrativos), com indicação de conjuntos e quantitativos de referência compatíveis com anteprojeto.

Além desses níveis, capítulos específicos aprofundam camadas ou subsistemas de maior relevância técnica, como redundância, segurança funcional, cibersegurança, interfaces e requisitos de desempenho.

1.4 COERÊNCIA INTERNA E TRATAMENTO DE CONFLITOS

A existência de diferentes níveis de detalhamento exige uma regra de leitura que favoreça a coerência interna do documento. Para fins de interpretação sistemática, adota-se a seguinte hierarquia lógica entre os conteúdos aqui apresentados:

- visão de **arquitetura geral** do sistema;
- visão **funcional** por camada;
- visão **física** e quantitativos de referência;
- capítulos de **aprofundamento específicos** por camada ou subsistema.

Essa hierarquia orienta a interpretação integrada do documento não deve ser utilizada para excluir elementos necessários à solução: a ausência de menção explícita a determinado componente ou função em um nível não implica, por si só, sua desnecessidade, sempre que tal elemento se mostrar requerido para o cumprimento dos requisitos funcionais, de desempenho, de segurança ou de migração estabelecidos em documentos de requisitos na arquitetura geral da Solução CBTC.

Na hipótese de divergência ou aparente conflito entre descrições presentes em diferentes capítulos, caberá às etapas subsequentes de engenharia, em especial o Projeto Básico, proceder à consolidação técnica, por meio de análise comparativa que:

- preserve a aderência às referências normativas aplicáveis e aos requisitos funcionais e de desempenho consolidados; e

- explicite, de forma rastreável, a justificativa técnica da solução adotada e o ganho associado em termos de desempenho operacional, segurança, disponibilidade, mantenabilidade, migração ou robustez da solução.

Dessa forma, este documento estabelece a referência arquitetural a ser utilizada como base de comparação e de aprofundamento, sem substituir a necessidade de decisões de engenharia devidamente justificadas nas fases posteriores de projeto.

1.5 GRANULARIDADE TÉCNICA PARA SUBSIDIAR ETAPAS POSTERIORES

A arquitetura física apresentada nos capítulos específicos define agrupamentos de equipamentos e conjuntos por ambiente, com quantitativos mínimos de referência compatíveis com o estágio de anteprojeto. Essa granularidade técnica tem por finalidade:

- fornecer base estruturada para o dimensionamento mais detalhado nas fases de Projeto Básico e Projeto Executivo;
- facilitar a identificação, em etapas posteriores, dos impactos técnicos de eventuais ajustes de solução em trechos, ambientes ou subsistemas específicos; e
- permitir que revisões localizadas de arranjos físicos ou funcionais possam ser avaliadas mantendo a rastreabilidade entre requisitos, funções e elementos físicos associados.

Os quantitativos e arranjos aqui apresentados devem, portanto, ser entendidos como referências para o desenvolvimento posterior de engenharia, passíveis de refinamento à medida que forem incorporados levantamentos de campo, estudos de implantação em ambiente brownfield e análises de integração com os demais sistemas do METRÔ-DF.

2. OBJETIVO

O presente documento estabelece a arquitetura conceitual, funcional e física do Sistema **Data Communication System (DCS),** a ser implantado na Linha 1 do METRÔ-DF, incluindo os trechos existentes e as expansões de Samambaia e Ceilândia, bem como as interfaces com os pátios operacionais e com as frotas atuais e futuras.

A arquitetura aqui definida tem por finalidade traduzir, em nível de anteprojeto, os requisitos funcionais e de desempenho consolidados no Relatório de Requisitos Técnicos e Funcionais CBTC, estruturando o sistema de Comunicação, Incluindo a Embarcada, Campo, Diagnóstico e Manutenção, Integração Externa e Suporte Operacional e Administrativo) e definindo os principais blocos lógicos e físicos que deverão ser desenvolvidos, detalhados e validados pelo Contratado no Projeto Básico e Executivo.

A arquitetura proposta deve suportar a operação em regime de bloco móvel com headway mínimo alvo de 90 segundos no tronco, em níveis de automação até GoA4, preservando a continuidade do serviço durante a migração, a convivência com o sistema legado em bloco fixo e a futura expansão de capacidade da linha.

3. REFERÊNCIAS NORMATIVAS

A arquitetura CBTC do METRÔ-DF foi concebida observando, no mínimo, as seguintes referências normativas e boas práticas internacionais, que orientam a decomposição funcional do sistema, os requisitos de desempenho, a segurança funcional e a gestão de ciclo de vida:

Norma / Referência	Aplicação
IEEE 1474.1	Estabelece as funções mandatórias de ATP, ATO e ATS, os requisitos de operação em bloco móvel, critérios de desempenho (incluindo disponibilidade e headway) e comportamento em modos degradados e de fallback.
IEEE 1474.2	Define princípios para verificação, validação e ensaios do sistema, que serão detalhados em documentos específicos de testes e comissionamento.
IEEE 1474.3	Referencia requisitos de interoperabilidade e interfaces entre subsistemas CBTC e será utilizada como base para a definição de interfaces internas (ICDs) e de possíveis cenários futuros de interoperabilidade.
IEC 62290	Estabelece princípios de arquitetura e níveis de automação aplicáveis a sistemas CBTC em ambiente metroviário.
EN 50126, EN 50128 e EN 50129	Definem o processo RAMS, requisitos de software ferroviário e critérios de segurança funcional para

	subsistemas SIL2 a SIL4
CLC/TS 50701	Principal especificação europeia para **cibersegurança aplicada a sistemas ferroviários**. Foi desenvolvida pela CENELEC e define como gerenciar riscos de cybersecurity em sistemas metroferroviários ao longo de todo o ciclo de vida do sistema.
IEC 62443	Orienta a segmentação de redes, zonas e condutos de segurança, controle de acesso e requisitos de hardening aplicáveis à arquitetura de comunicações e ao ambiente de CCO. É a norma mais adequada para **redes industriais OT/IACS**, incluindo Sinalização, Telecom, SCADA, Controle e Automação.
IEEE 1471 / ISO 42010	Estabelece princípios e estrutura para descrição de arquiteturas de sistemas complexos, incluindo conceitos de stakeholders, pontos de vista e modelos, que serão utilizados como referência para organizar a arquitetura CBTC em camadas, componentes e interfaces ao longo deste documento e dos futuros Projetos Básico e Executivo.
IEEE 802.x e IEEE 1588	Padrões de redes Ethernet, WLAN e sincronismo temporal (PTP), aplicáveis à infraestrutura de rede de dados (backbone óptico, switches industriais e sincronismo distribuído).
IEEE Std 603	Adotado como referência de alto nível para filosofia de sistemas críticos e critérios de segurança, em especial no que se refere a independência, redundância, separação física e comportamento fail-safe, aplicados aqui por analogia à concepção dos subsistemas vitais (ATP wayside, ATP embarcado e intertravamento SIL4) do CBTC.
RFC 2474 e RFC 2475	Definem a arquitetura **DiffServ — Differentiated Services**, que é a principal tecnologia de QoS utilizada em redes IP modernas.

As normas e recomendações listadas acima não esgotam o conjunto de referências a serem observadas; caberá ao Contratado demonstrar, no Projeto Básico, a conformidade da solução proposta com estas e outras normas pertinentes, mantendo a rastreabilidade de requisitos de segurança, desempenho e interoperabilidade

4. PREMISSAS OPERACIONAIS

4.1 CAMADA DE COMUNICAÇÃO

A camada de Comunicação provê a infraestrutura de transporte de dados para o CBTC, incluindo o *backbone* de rede e o enlace rádio terra-trem, e é responsável por garantir que as mensagens vitais e não vitais sejam entregues dentro dos requisitos de latência, jitter, perda de pacotes e disponibilidade definidos para o sistema.

Principais componentes:

- Backbone óptico redundante, em topologia estrela-anel ou equivalente, com switches industriais e roteadores compatíveis com QoS e segmentação lógica (VLANs).
- Rede operacional dedicada ao CBTC, segregada da rede corporativa e de outros sistemas por firewalls industriais e zonas de segurança conforme IEC 62443.
- Infraestrutura rádio terra-trem, baseada em pontos de acesso Wi-Fi industriais distribuídos ao longo da via e estações, e/ou estações rádio LTE ferroviárias, e/ou ainda qualquer outra tecnologia de Transmissão de dados Wireless com cobertura projetada para garantir *handover* contínuo e comunicação bidirecional permanente com os trens.

Principais funções:

- Transporte determinístico das mensagens entre os ZC´s/IXL´s, o ATS e as unidades de bordo (OBCU/VOBC), incluindo telegramas de *Movement Authority*, perfis de velocidade, relatórios de posição, integridade e comandos operacionais.
- Segmentação de redes por domínios (operacional vital, supervisão, manutenção, corporativo), com políticas de QoS que priorizem o tráfego CBTC e mecanismos de failover automático para manutenção da disponibilidade em falhas de enlace ou equipamentos.
- Sincronização temporal de alta precisão entre elementos críticos do sistema, por meio de protocolos como IEEE 1588 (PTP), garantindo coerência de registros, logs e análise de eventos.

A arquitetura mantém neutralidade quanto à tecnologia de rádio (Wi-Fi e/ou LTE e/ou qualquer outra Tecnologia Wireless compatível e normatizada para comunicação

Metroferroviária), desde que a solução proposta no Projeto Básico demonstre conformidade com os requisitos de desempenho, segurança e cibersegurança estabelecidos, e permita operação em modo sombra durante a migração.

5. PROTEÇÃO DO INVESTIMENTO E ATUALIZAÇÃO DE SOFTWARE

A arquitetura deve considerar:

- contratos e políticas de ciclo de vida que garantam suporte de longo prazo considerando 20 á 30 anos, para hardware e software (incluindo obsolescência e migração de versões), em linha com a experiência do METRÔ-DF com sistemas legados;
- mecanismos de atualização controlada de software (rolling upgrade, janelas de manutenção) que permitam introduzir correções e novas versões sem interrupção significativa do serviço;
- documentação e padrões de interface que facilitem eventuais substituições parciais de subsistemas no futuro (por exemplo, troca tecnologia ou versão de rede Wireless, de plataforma de ATS ou de intertravamento), preservando o investimento em outras camadas.

6. CONSIDERAÇÕES IMPORTANTES

A arquitetura proposta apresentará estrutura compatível com sistemas CBTC modernos de alta disponibilidade.

A solução contempla:

- Separação entre funções vitais e não vitais;
- Redundância operacional e física;
- Estratégias de degradação controlada;
- Segmentação de redes;
- Comunicação contínua trem-terra;
- Escalabilidade futura;
- Aderência às principais normas ferroviárias internacionais.

A arquitetura proposta deve estabelecer base técnica adequada para evolução futura do sistema de sinalização metroferroviária do Metrô-DF.

7. CONCEITO GERAL DA ARQUITETURA REDE DCS

O sistema de telecomunicações proposto para aplicação no sistema metroferroviário CBTC consiste em uma arquitetura híbrida:

Este sistema deverá ser constituído por **três anéis ópticos independentes e com redundância total, ou seja, duplicação de toda a estrutura**, implantados em trechos distintos da linha metroferroviária. Cada anel deverá operar de forma autônoma, com switches Layer 3 industriais e roteamento dinâmico OSPF.

Não deverá haver interligação entre os anéis ao longo da via, estações, pátios ou salas técnicas intermediárias. A integração entre os três domínios de backbone deverá ocorrer exclusivamente no **Centro de Controle Operacional**, onde os anéis serão interligados por meio de concentradores em arquitetura estrela através de switches Core Layer 3.

Essa configuração permite maior segregação operacional, facilidade de manutenção, isolamento de falhas e melhor controle de roteamento entre os diferentes trechos da rede.

Tecnologias Recomendadas

Categoria	Tecnologia
Core	Layer 3 Industrial
Backbone	10/40 Gbps Ethernet
Roteamento	OSPF / IS-IS
Proteção	ERPS / MPLS-TP
Rádio	Rede Wireless a ser proposta, no item 8 Indicamos tais tecnologias
QoS	DiffServ
Sincronismo	IEEE 1588

Assim teremos:

- 3 backbones ópticos independentes em anel;com redundância total, ou seja, *equipamentos, alimentação e fibra óptica (sendo cada um dos sistemas com* encaminhamento físico dos cabos de Fibra ótica em lados diferentes das vias (um cabo na via 1/3 e outro na via 2/4)
- Interligação dos anéis no Centro de Controle Operacional (CCO);
- Concentração central em topologia estrela;
- Roteamento Layer 3 redundante;
- Convergência rápida utilizando **OSPF** ou protocolo equivalente/superior.

Os switches deverão possuir, no mínimo:

- Suporte a OSPF;
- Suporte a VLAN IEEE 802.1Q;
- Suporte a QOS;
- Suporte a ACL;
- Suporte a VRRP, HSRP ou protocolo equivalente;
- Portas ópticas SFP/SFP+;
- Operação industrial;
- Fonte redundante;
- Temperatura estendida;
- SNMPv3;
- Syslog;
- NTP/PTP;
- Autenticação via RADIUS/TACACS+;
- Suporte a Cybersecurity: ACL, 802.1X, SSH, HTTPS, SNMPv3.

VLANs minimamente recomendadas a fim de separar logicamente os serviços críticos:

VLAN	Serviço
10	Gerência da rede
20	Sinalização / CBTC
30	ATS / CCO
40	SCADA / Energia
50	CFTV
60	Telefonia / VoIP
70	Rádio / Comunicação operacional
80	Controle de acesso
90	Wi-Fi técnico / manutenção
100	Sincronismo NTP/PTP

A arquitetura é concebida para atender aplicações críticas de sinalização CBTC GoA2 até GoA4, garantindo:

- Alta disponibilidade;
- Baixa latência;
- Rápida convergência;
- Escalabilidade;
- Segregação de tráfego;
- Redundância total;
- Resiliência operacional.

Benefícios Layer 3

Benefício	Resultado
Segmentação de broadcast	Melhor performance
Convergência rápida	Alta disponibilidade
Escalabilidade	Expansão simplificada
Engenharia de tráfego	QoS avançado
Redundância inteligente	Melhor resiliência

7.1 ARQUITETURA FÍSICA DA REDE

Para os Sistemas de Telecomunicações DCS, será previsto o lançamento de cabos de no mínimo 48 FO por via, a topologia utilizada para o Sistema de Transmissão Óptica será híbrida estrela-anel.

As fibras devem ser conectadas em ambos os lados, ou seja, inicialmente deve sair do (CCO principal) até a ultima Estação Técnicamente Operacional ao Sistema de Transmissão e posteriormente com o avanço das obras das extensões as outras pontas das fibras devem ser conectadas a Sala Técnica dando continuidade aos Anéis dos segmentos 2 e 3.

O detalhamento do projeto de cada Sistema deverá ser elaborado pela CONTRATADA de acordo com as necessidades de cada Sistema.

As cores do cabo devem ser preferencialmente na cor amarela, Laranja ou Vermelha, evitar o fornecimento na cor preta, assim facilita a identificação tanto pela Manutenção como pela desmotivação Comercial aos Cabos desvalorizando-os para o vandalismo.

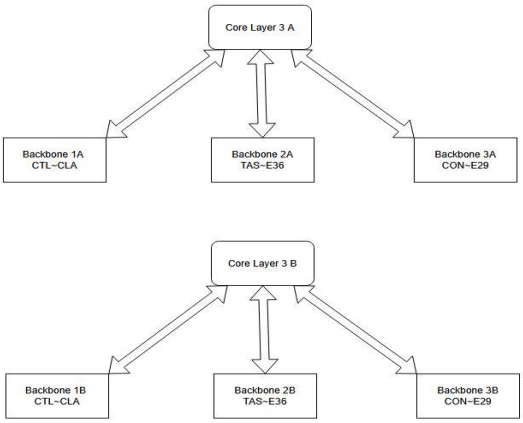
A linha metroferroviária será segmentada em:

Backbone	**Trecho atendido**
Backbone Anel 1	Tronco CTL~CLA
Backbone Anel 2	Trecho SAMAMBAIA
Backbone Anel 3	Trecho CEILÂNDIA

Cada Backbone interliga:

Salas Técnicas das Estações; Subestações; Equipamentos Wayside; Rádios do CBTC; Intertravamentos; Controladores de Zona; Controladores Objetos Sistemas auxiliares. Todos os anéis convergem ao CCO (Centro de Controle Operacional); através do Datacenter principal voltado a sinalização e Controle na sala técnica.

7.1.1 Diagrama Conceitual



7.2 PROTOCOLO DE ROTEAMENTO OSPF – OPEN SHORTEST PATH FIRST

O OSPF é recomendado por:

- Convergência rápida;
- Suporte a redes redundantes;
- Métricas inteligentes;
- ECMP;
- Hierarquia por áreas;
- Interoperabilidade.

Funcionamento

Cada switch Layer 3:

- Aprende rotas dinamicamente;
- Recalcula caminhos automaticamente;
- Detecta falhas de enlace;
- Reconverge em milissegundos.

Estrutura típica OSPF

Área	Aplicação
Área 0	Core Concentrador CCO
Área 1	Tronco CTL ~ CLA
Área 2	Trecho SAMAMBAIA
Área 3	Trecho CEILÂNDIA

7.2.1 Tecnologias Superiores ou Complementares ao OSPF

Dependendo do nível de disponibilidade requerido, podem ser utilizados:

Tecnologia	Aplicação
IS-IS	Alta escalabilidade
MPLS-TP	Engenharia de tráfego
Segment Routing	Redes modernas
EVPN-VXLAN	Virtualização
PRP/HSR	Zero packet loss
SDN	Controle centralizado
TSN	Determinismo Ethernet

7.3 BACKBONE ÓPTICO

Características

Item	Especificação típica
Fibra	Monomodo OS2
Backbone	10 /40 Gbps
Distribuição	1/ 2,5 Gbps
Redundância	Dupla rota física
Latência	Muito baixa
Recuperação	< 50 ms

7.4 REDUNDÂNCIAS IMPLEMENTADAS

7.4.1 Redundância Física

- Dupla fibra;
- Dupla alimentação;
- Switches redundantes;
- Core redundante.

7.4.2 Adoção de soluções utilizando PRP – Parallel Redundancy Protocol

O **PRP (Parallel Redundancy Protocol)** é um protocolo de redundância Ethernet definido pela norma:

- **IEC 62439-3**

e foi desenvolvido para aplicações críticas industriais e de missão crítica, incluindo:

- Sistemas metroferroviários CBTC;
- Subestações elétricas;
- Automação industrial;
- Sistemas SIL;

- Telecomunicações críticas.

O principal objetivo do PRP é fornecer: **Redundância sem tempo de recuperação ("Zero Time Recovery"),** ou seja:

- Sem interrupção;
- Sem reconvergência;
- Sem perda de pacote;
- Sem necessidade de switchover.

O PRP é atualmente uma das tecnologias mais robustas para redes críticas metroferroviárias, especialmente em arquiteturas:

- Estrela-anel;
- Layer 3;
- Backbone redundante;
- CBTC GoA4;
- CCO de alta disponibilidade.

7.4.2.1 Conceito Fundamental do PRP

O PRP utiliza:

- Duas redes Ethernet independentes;
- Simultaneamente ativas;
- Completamente redundantes.

O dispositivo envia o mesmo frame:

- Pela LAN A;
- Pela LAN B;
- Ao mesmo tempo.

O receptor:

- Aceita o primeiro pacote recebido;
- Descarta o duplicado.

7.4.2.2 Principal Característica

Zero Packet Loss

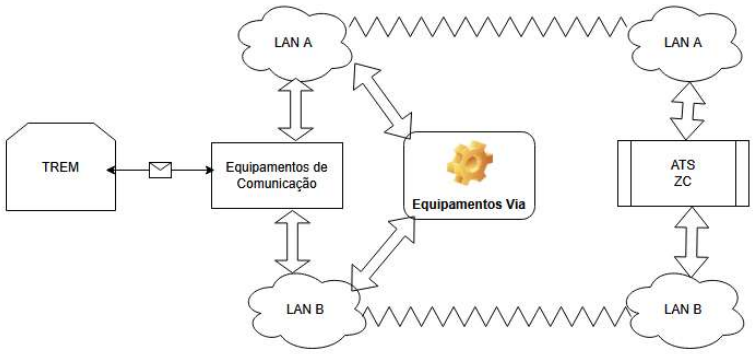
Mesmo se ocorrer:

- Rompimento de fibra;
- Falha de switch;

- Perda de enlace;
- Desligamento de equipamento;

a comunicação continua instantaneamente.

Arquitetura PRP



Componentes Principais

DANP – Double Attached Node PRP

Equipamento conectado simultaneamente:

- à LAN A;
- à LAN B.

Possui:

- Duas interfaces Ethernet independentes.

SAN – Single Attached Node

Equipamento comum Ethernet:

- Conectado a apenas uma rede.

7.4.2.3 Funcionamento do PRP

Transmissão

Cada frame Ethernet é:

- Duplicado;
- Transmitido simultaneamente nas duas LANs.

Recepção

O receptor:

- Compara os frames;
- Mantém o primeiro;
- Descarta o segundo.

7.4.2.4 Características Técnicas Principais

Característica	Descrição
Redundância ativa-ativa	Ambas redes operam simultaneamente
Zero recovery time	Sem tempo de convergência
Zero packet loss	Nenhuma perda durante falha
Transparente para aplicação	Aplicação não percebe falha
Alta disponibilidade	Ideal sistemas críticos
Full duplication	Quadros duplicados
Fail seamless	Troca imperceptível

Camada OSI

O PRP opera em: **Layer 2 – Ethernet, p**ortanto:

- Independe de IP;
- Independe de OSPF;
- Independe de protocolos Layer 3.

Compatibilidade com Layer 3

O PRP pode operar juntamente com:

Tecnologia	Compatível
OSPF	Sim
IS-IS	Sim
MPLS	Sim
VRRP	Sim
VLAN	Sim
QoS	Sim
IPv4/IPv6	Sim

Topologias Suportadas

O PRP suporta:

Topologia	Aplicação
Anel	Muito comum
Estrela	Muito comum
Mesh	Possível
Backbone dual	Ideal

Portanto sua aplicação em CBTC é extremamente adequado conforme estudo abaixo:

Sistema	Aplicação
ATP Vital	Excelente
Interlocking	Excelente
Zone Controller	Excelente
ATS Core	Muito boa
SCADA crítico	Muito boa

7.4.2.5 Benefícios para CBTC

Segurança Operacional evitando:

- Perda de telegramas;
- Interrupção atp;
- Perda de comunicação trem-via.

Alta disponibilidade mantém:

- Comunicação contínua;
- Failover instantâneo;

Característica	PRP
Redes duplicadas	Sim
Infraestrutura dupla	Sim
Escalabilidade	Alta
Latência	Muito baixa
Custo	Maior

7.4.2.6 Desempenho Típico

Item	Valor

Item	Valor
Recovery Time	0 ms
Packet Loss	0
Disponibilidade	> 99,999%
Latência adicional	Muito baixa

Melhor Aplicação do PRP

O PRP é mais indicado quando existe:

- Tráfego vital;
- Necessidade de zero interrupção;
- Alta criticidade operacional;
- SIL elevado;
- GoA4;
- Automação total.

7.4.3 Recuperação de Falhas

Cenários suportados

Falha	Comportamento
Rompimento fibra	Roteamento alternativo
Falha switch	Reconvergência automática
Perda enlace	Fast reroute
Falha CCO parcial	Core redundante assume

7.4.4 Arquitetura do CCO

No Centro de Controle serão instalados:

Core de Telecom

- Core Switch A;
- Core Switch B;
- Firewall redundante;
- Servidores NMS;
- Storage.

7.4.5 Segurança Cibernética

A arquitetura recomendada incorpora:

- Firewalls industriais;
- Acls layer 3;
- Segmentação VRF;
- IDS/IPS;
- Autenticação 802.1x;
- IEC 62443;
- Monitoramento SIEM.

7.4.6 Sincronismo de Rede

O sistema prioritariamente deverá adotar mecanismos de sincronismo como:

Tecnologia	Função
IEEE 1588 PTP	Sincronismo preciso
NTP	Serviços auxiliares
GNSS	Referência primária

7.4.7 Disponibilidade alvo para os subsistemas DCS inclusos na modernização do sistema de Sinalização CBTC.

Sistema	**Disponibilidade**
Backbone CBTC	99,999%
Core CCO	99,999%
Rede rádio	Mínima 99,9% em espaço e tempo com regime contínuo de 24x7

7.4.7.1 Mecanismos de QoS e Segregação de Tráfego

Para garantir a disponibilidade do CBTC junto a serviços secundários (como CFTV embarcado, telemetria de manutenção ou Wi-Fi para passageiros), a norma exige o uso rigoroso de QCI (*QoS Class Identifier*):

Tráfego CBTC (Missão Crítica): Classificado como GBR (*Guaranteed Bit Rate*). Utiliza QCIs de altíssima prioridade (como QCI 65/69 ou QCIs customizados de nível 1 a 3), garantindo banda reservada fixa, latência inferior a 50ms e taxa de erro de pacote (PLER) menor que 10^{-6}.

Serviços Secundários (CFTV/Dados): Classificados como Non-GBR (Banda não garantida) com QCIs de baixa prioridade (como QCI 8 ou QCI 9). Em caso de saturação da célula de rádio, o sistema derruba ou limita a banda do CFTV e do Wi-Fi dos passageiros para proteger o CBTC.

7.4.8 Escalabilidade

A topologia deverá permitir:

- Expansão de estações;
- Inclusão de novos trechos;
- Ampliação de banda;
- Novos serviços digitais;
- Integração futura com FRMCS.

7.5 RECOMENDAÇÃO REDE PARA CBTC

Camada	Tecnologia recomendada
Segmentação	VLAN + VRF + zonas IEC 62443
Perímetro OT/IT	Firewall industrial redundante
Entre zonas críticas	Firewall Layer 3/Layer 7 industrial
Backbone	OSPF/IS-IS com ACLs e autenticação
Redundância	PRP/HSR para tráfego vital
Acesso remoto	VPN com MFA e jump server
Detecção	IDS/IPS OT passivo
Controle de acesso	NAC / 802.1X
Monitoramento	SIEM + logs centralizados
Endpoints	Hardening + Application whitelisting
Sincronismo	NTP/PTP seguro
Gestão	Inventário de ativos e vulnerabilidades

7.5.1 Para CBTC vital

Para tráfego **ATP/CBTC vital** é necessário que tenhamos:

- Rede dedicada ou VRF exclusiva;
- PRP para redundância sem perda de pacote;
- Switches industriais Layer 3;
- Acls restritivas;
- Firewall industrial entre domínios;
- IDS OT passivo;
- Nenhum acesso direto da TI corporativa;
- Jump server na DMZ;
- Autenticação multifator;
- Logs centralizados.

7.5.2 Níveis de segurança SL

Este tópico será melhor explanado no item 8.4 deste documento.

Domínio	Níveis mínimos definidos de acordo com IEC 62443
CBTC/ATP vital	SL 3
Intertravamento	SL 3
ATS	SL 2 a SL 3
SCADA	SL 2 a SL 3
CFTV/PIS/PA	SL 1 a SL 2

8. TECNOLOGIAS RECOMENDADAS PARA COMUNICAÇÃO TERRA–TREM

A comunicação terra–trem é um dos elementos mais críticos de um sistema CBTC (Communication-Based Train Control), pois é responsável pela troca contínua de dados entre:

- Trem;
- Equipamentos wayside;
- Zone Controllers;
- Intertravamentos
- Controladores de Objeto
- ATS/ATP/ATO;
- CCO/Estações.

O sistema wireless de um sistema CBTC (Communication-Based Train Control) é responsável pela comunicação bidirecional contínua entre os trens e os equipamentos de via/controle, permitindo operação segura, automática e em tempo real.

Esse sistema é considerado uma das partes críticas do subsistema DCS (Data Communication System) do CBTC.

Como função principal, tal subsistema deverá prover;

- Comunicação contínua terra–trem;
- Troca segura de dados ATP/ATO;
- Comunicação de controle em tempo real;
- Transmissão de comandos operacionais;
- Envio de posição, velocidade e autorização de movimento;
- Comunicação redundante e altamente disponível.

Essa comunicação deve ocorrer sem interrupção durante todo o tempo que o trem estiver em regiões Sinalizadas e Operacionais destacando-se o deslocamento do trem. Dentre os dados de Transmissão críticos o subsistema wireless deve transportar:

- Posição do trem;
- Velocidade;

- Direção;
- Autorização de movimento (Movement Authority);
- Comandos ATP;
- Comandos ATO;
- Estados de portas;
- Estados de freio;
- Alarmes;
- Diagnósticos.

Esta comunicação deverá suportar funções vitais como:

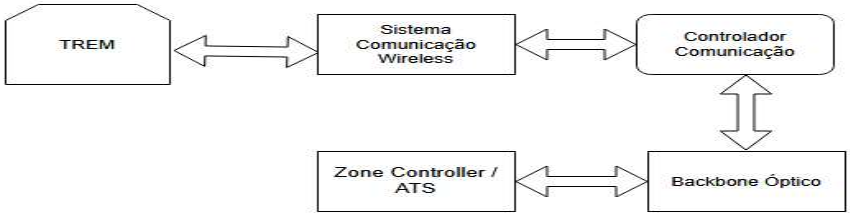
- Cálculo da autoridade de movimento;
- Supervisão contínua;
- Posicionamento;
- Controle automático;
- Frenagem de proteção;
- Operação GoA2~GoA4.

8.1 REQUISITOS DA COMUNICAÇÃO TERRA–TREM

Para que o sistema de comunicação desempenhe seu papel, o mesmo deve atender requisitos extremamente rigorosos como:

Requisito	Necessidade
Baixa latência	Resposta rápida ATP
Alta disponibilidade	Operação contínua
Baixo jitter	Determinismo
Mobilidade	Handover contínuo
Redundância	Failover instantâneo
Cobertura integral	Túneis e vias
Segurança cibernética	Proteção CBTC
QoS	Priorização tráfego vital

8.1 ARQUITETURA RECOMENDADA



8.2 PRINCIPAIS TECNOLOGIAS UTILIZADAS

Atualmente existem 4 tecnologias principais utilizadas ou consideradas para CBTC:

Tecnologia	Situação
Wi-Fi Industrial (802.11)	Mais utilizada atualmente
LTE Privado	Forte crescimento
5G Privado	Tendência futura
FRMCS	Futuro ferroviário padronizado

8.2.1 Wi-Fi Industrial CBTC (IEEE 802.11)

Tecnologia mais difundida no mundo e historicamente é a tecnologia mais utilizada em CBTC e que baseia-se:

- IEEE 802.11a/n/ac/ax/be;
- Banda 2.4, 5 e 6 GHz;
- Access Points distribuídos na via.

8.2.1.1 Características

Item	**Valor típico**
Banda	2.4, 5 e 6 GHz
Latência	Muito baixa
Throughput	Alto
Handover	Rápido
Cobertura	Células pequenas
Topologia	AP distribuído

8.2.1.2 Vantagens

Vantagem	Resultado
Tecnologia madura	Alta adoção
Menor custo inicial	CAPEX reduzido
Fácil expansão	Flexibilidade
Alta banda	Vídeo + CBTC
Compatibilidade ampla	Mercado consolidado

8.2.1.3 Desvantagens

Desvantagem	Impacto
Interferência RF	Possíveis degradações

Handover sensível	Requer engenharia refinada
Muitas células	Maior quantidade AP´s
Congestionamento	Ambientes urbanos

8.2.2 LTE Privado

Evolução moderna para CBTC

LTE privado vem sendo adotado como alternativa ao Wi-Fi industrial, e que baseia-se:

- Rede celular privada;
- Espectro dedicado/licenciado;
- Arquitetura EPC privada.

8.2.2.1 Características

Item	Valor típico
Cobertura	Maior
Handover	Excelente
Mobilidade	Muito alta
QoS	Nativo
Determinismo	Melhor que Wi-Fi
Segurança	Superior

8.2.2.2 Vantagens

Benefício	Resultado
Menos AP´s	Menor infraestrutura
Melhor mobilidade	Ideal para altas velocidades
QoS nativo	Tráfego vital
Maior estabilidade	Menor interferência
Segurança SIM/eSIM	Autenticação robusta

8.2.2.3 Desvantagens

Desvantagem	Impacto
Custo maior	CAPEX elevado
Core celular	Complexidade
Licenciamento espectro	Regulação
Menor maturidade CBTC	Ainda em expansão

8.2.2.4 Aplicações Típicas

Muito promissor para:

- GoA 4;
- Linhas longas;
- Alta densidade;
- Redes convergentes.

8.2.3 5G Privado

Evolução futura do LTE

5G privado começa a ser considerado para:

- CBTC;
- Vídeo embarcado;
- Manutenção inteligente;
- IoT ferroviário.

8.2.3.1 Recursos relevantes

Tecnologia	Benefício
URLLC	Ultra baixa latência
Network Slicing	Segmentação
Massive IoT	Sensoriamento
MEC	Edge computing

8.2.3.2 Limitações atuais das quais ainda existem desafios como:

- Maturidade ferroviária;
- Certificação safety;
- Interoperabilidade;
- Custo.

8.2.4 FRMCS – Future Railway Mobile Communication System

Futuro padrão ferroviário mundial

FRMCS substituirá:

- GSM-R.

Baseado em:

- 5G ferroviário;
- padronização UIC/3GPP.

Aplicações

Aplicação	Suporte
CBTC	Sim
ETCS	Sim
Vídeo	Sim
Operação automática	Sim
IoT ferroviário	Sim

Tecnologias que ainda estão em evolução e implantação piloto.

8.2.5 Rádio Leaky Feeder

Cujo conceito funcional do cabo irradiante (Leaky Feeder) baseia-se no princípio de uma antena linear estendida de perfil contínuo. Em vez de concentrar e propagar o sinal de radiofrequência a partir de um único ponto focal (como ocorre em antenas direcionais ou omnidirecionais), o cabo atua como uma linha de transmissão coaxial com blindagem intencionalmente perfurada, com utilização preferencialmente em:

- Túneis;
- Metrôs subterrâneos.

Aplicação pode suportar:

- LTE;
- TETRA;
- Wi-Fi;
- FRMCS.

8.2.6 Comunicação Híbrida

O conceito de **Comunicação Híbrida** para o sistema sem fio (*wireless*) do CBTC consiste na **convergência simultânea ou alternada de duas ou mais tecnologias de rádio distintas e independentes** para escoar o tráfego de dados do DCS. O objetivo principal é mitigar falhas catastróficas de cobertura, saturação de espectro ou interferências intencionais (ataques de negação de serviço - Jamming).

A arquitetura e o funcionamento do modelo híbrido baseiam-se nos seguintes aspectos funcionais e normativos:

8.2.6.1 Arquitetura Típica de Tecnologias (Exemplo LTE + Wi-Fi)

Para sistemas modernos de missão crítica, a hibridização combina as forças de topologias de rede diferentes:

- **Camada LTE (Privada/Licenciada):** Atua como o link principal de longa distância, oferecendo alta resiliência contra o efeito Doppler (velocidade), gerenciamento robusto de QoS por fatiamento de rede e ampla cobertura em trechos de superfície.
- **Camada Wi-Fi Industrial (Banda ISM):** Atua como rede complementar em áreas de pátio, estações ou túneis (via *Leaky Feeder*), fornecendo altíssima taxa de transmissão para os serviços secundários e servindo de contingência imediata para o CBTC.

Arquiteturas modernas frequentemente utilizam:

Serviço	Tecnologia
CBTC Vital	Wi-Fi ou LTE
Voz Operacional	TETRA/LTE
CFTV	Wi-Fi/LTE/5G
Manutenção	Wi-Fi
Passageiros	Rede separada

8.3 HANDOVER

O conceito de **Handover Modular** (ou chaveamento modular) para a rede wireless do CBTC refere-se à capacidade do sistema de realizar a transição de conectividade entre diferentes pontos de acesso da via (antenas ou eNodeBs) de forma **independente da tecnologia de rádio utilizada** e **sem interrupção** do fluxo de dados de sinalização (*seamless handover*).

Em sistemas mais antigos, o algoritmo de comutação era proprietário e embutido no hardware do fabricante do rádio. Na arquitetura modular, o processo de gerenciamento do handover é desacoplado e tratado de forma lógica e parametrizável.

O funcionamento desse conceito baseia-se nos seguintes pilares funcionais:

8.3.1 Desacoplamento do Algoritmo de Decisão (Abstração de Hardware)

- **Camada de Abstração de Link (Media Independent Handover):** Inspirado em padrões como o IEEE 802.21, o sistema possui um módulo de software central no roteador embarcado que dita as regras de transição.
- **Métricas Unificadas:** Independentemente se o sinal vem de uma rede Wi-Fi, LTE ou 5G, o algoritmo modular converte os dados brutos de rádio em métricas de qualidade padronizadas, tais como:
  - ✓ **Qualidade do Link:** RSRQ (LTE) ou SNR (Wi-Fi) transformados em um índice de integridade de pacote.
  - ✓ **Taxa de Erro:** Perda acumulada de pacotes em milissegundos.
  - ✓ **Tendência de Sinal:** Gradiente de queda de potência (indicando que o trem está se afastando fisicamente da antena).

8.3.2 Handover Baseado em Camadas (L2 vs. L3) de Forma Modular

Para garantir a modularidade completa, o handover irá operar em duas frentes independentes:

- **Módulo de Handover de Rádio (Camada 2 - Enlace):** Trata a desconexão física de uma antena e conexão na próxima. Em redes LTE/5G modulares, isso é controlado pela infraestrutura através do mecanismo *Make-Before-Break* (o trem conecta na nova célula antes de desconectar da antiga).
- **Módulo de Handover de Rede (Camada 3 - Roteamento):** Utiliza protocolos modulares como *Mobile IP* (MIPv6) ou *Proxy Mobile IPv6*. Garante que, mesmo que o trem mude de sub-rede IP ao longo da via, o endereço IP do trem permaneça estático para o servidor CBTC de solo (Zone Controller), eliminando o tempo de reconfiguração de rede.

Requisitos típicos

Item	Valor
Handover	< 100 ms
Packet loss	Próximo de zero
Disponibilidade	≥ 99,999%

8.4 SEGURANÇA CIBERNÉTICA

As redes terra–trem exigem:

- WPA3 Enterprise;
- IPSec;
- TLS;
- Certificados digitais;
- Firewalls industriais;
- Segmentação VRF;
- IEC 62443.

A segurança cibernética para a comunicação wireless do CBTC (DCS) é orientada pelo princípio da **defesa em profundidade**, com foco em garantir a integridade dos dados e impedir a interrupção da operação ferroviária. Como a infraestrutura de rádio opera em LTE e compartilha espaço com serviços secundários, as normas exigem um isolamento absoluto entre os tráfegos.

As diretrizes técnicas, arquiteturas e mecanismos de proteção para este item do escopo baseiam-se nos seguintes pilares normativos e práticos:

As redes terra-trem exigem uma abordagem de proteção multicamadas para garantir que a interface aérea sem fio não se torne uma porta de entrada para ataques ao sistema de sinalização ferroviária.
Para atender ao nível de segurança **IEC 62443 SL 3** e dar continuidade ao item **8.4**, as redes terra-trem exigem obrigatoriamente:

8.4.1 Autenticação Mútua e Robusta de Dispositivos

- **Certificação Digital Obrigatória:** Exige-se que cada rádio embarcado (trem) e cada ponto de acesso/eNodeB (terra) valide a identidade do outro antes de estabelecer o link de dados, utilizando certificados digitais **X.509v3** via protocolo **802.1X** ou segurança nativa LTE (criptografia de cartão **USIM** militar).
- **Proteção contra Nós Falsos:** O sistema deve rejeitar de forma automática e imediata qualquer tentativa de conexão vinda de dispositivos não homologados, impedindo ataques de clonagem ou inserção de pontos de acesso falsos (Rogue APs / Rogue eNodeB) ao longo da via.

8.4.2 Criptografia Ponta a Ponta do Fluxo de Dados

- **Interface Aérea Blindada:** Exige-se a cifragem de todos os pacotes de dados que trafegam pelo espaço livre utilizando algoritmos de criptografia simétrica forte, como o **AES-256**, associados a mecanismos de integridade de dados (como **SHA-256** ou superiores).
- **Túneis de Transporte Seguros:** Os dados críticos de sinalização vindos do trem devem ser envelopados em túneis **IPsec (VPN)** ou **MACsec** desde o roteador de bordo até o servidor de solo (Zone Controller), garantindo que, mesmo se o rádio for interceptado, o conteúdo permaneça ilegível e protegido contra modificações.

8.4.3 Segregação e Fatiamento de Rede Estrito (Slicing)

- **Isolamento de Serviços Secundários:** Exige-se a separação lógica absoluta entre o tráfego do CBTC e os serviços secundários (como o CFTV e o Wi-Fi público discutidos anteriormente). No ambiente LTE, isso é realizado através de **APNs Privados independentes** e **fatiamento de rede (Network Slicing)**, impedindo que um ataque originado no Wi-Fi dos passageiros migre para a rede de controle do trem.
- **Filtragem por Firewalls Embarcados:** Cada trem e sala técnica de via deve possuir firewalls industriais de próxima geração (NGFW) configurados com tabelas estritas de controle de acesso (ACLs), permitindo apenas portas e protocolos estritamente necessários para o funcionamento do CBTC.

8.4.4 Proteção contra Ataques de Repetição e Injeção (EN 50159)

- **Vetor de Tempo e Numeração Sequencial:** As redes terra-trem exigem que cada mensagem trocada contenha um carimbo de data/hora (Timestamp) e um número de sequência estrito. Se um atacante capturar um pacote válido de aceleração ou frenagem e tentar retransmiti-lo segundos depois (Replay Attack), o receptor identificará o atraso temporal ou a quebra de sequência e descartará o pacote imediatamente.

- **Códigos de Autenticação (HMAC):** Aplicação de funções criptográficas de checagem para garantir que nenhuma mensagem tenha sido alterada ou corrompida durante a transmissão sem fio.

8.4.5 Alinhamento Normativo Mandatório

- **Norma IEC 62443 (Série Industrial):** Principal padrão adotado para sistemas de automação e sinalização ferroviária. Exige a divisão da rede em **Vlan´s**, garantindo que a zona do CBTC (missão crítica) seja isolada logicamente de qualquer outra zona (como a do CFTV ou Wi-Fi público).
- **Norma EN 50159:** Define os requisitos de segurança para comunicação em sistemas de transmissão ferroviários (redes abertas ou parcialmente abertas). Ela determina que o DCS deve ser imune a ameaças como inserção de mensagens falsas, falsificação de identidade (masquerading), repetição de pacotes antigos (replay) e corrupção de dados.

8.4.6 Mecanismos de Cibersegurança na Infraestrutura LTE

A transição do Wi-Fi tradicional para o LTE adiciona nativamente uma camada robusta de segurança na interface aérea:

- **Autenticação Mútua (Padrões 3GPP):** O Core da rede LTE autentica o modem embarcado no trem e o trem autentica a rede (através de cartões **eSIM/USIM** criptográficos industriais). Isso impede o ataque de Rogue eNodeB (antenas falsas instaladas na via para interceptar dados).
- **Criptografia na Interface de Rádio:** Todo o tráfego de dados e sinalização trafega criptografado entre o trem e as antenas utilizando algoritmos robustos homologados pelo 3GPP (como **AES-128** ou **AES-256**), impedindo a escuta não autorizada (eavesdropping).

8.4.7 Segregação e Proteção das Camadas Superiores (L3/L4)

Para mitigar os riscos decorrentes do tráfego de serviços secundários na mesma rede física, utilizam-se técnicas de isolamento lógico estrito:

- **APNs Dedicados e VPNs IPsec:** O tráfego do CBTC utiliza um **APN** (Access Point Name) privado e dedicado, blindado dentro de túneis **IPsec** com chaves criptográficas dinâmicas de ponta a ponta (do roteador do trem até o Zone Controller no solo).
- **Firewalls de Próxima Geração (NGFW):** Implementados nas bordas do Core LTE e nos roteadores embarcados. Eles executam inspeção profunda de pacotes (DPI) para bloquear qualquer tentativa de comunicação originada da rede de CFTV ou Wi-Fi comercial em direção à rede de sinalização do trem.

8.4.8 Resiliência Contra Ataques de Negação de Serviço (DoS/Jamming)

O rádio do CBTC deve ser capaz de operar mesmo sob tentativas de bloqueio intencional do sinal:

- **Mitigação por Hibridização e Diversidade:** Como especificado nos itens anteriores, caso um ataque de Jamming consiga derrubar uma faixa específica de frequência do LTE, casom esteja operando em sistema de **Comunicação Híbrida** chaveia os dados críticos do CBTC instantaneamente para o meio alternativo (módulo complementar).
- **Detecção Automática de Anomalias:** Ferramentas de monitoramento de segurança da rede (IDS/SIEM) analisam o comportamento do DCS em tempo real. Se o nível de ruído no rádio subir de forma artificial ou se houver uma enxurrada de pacotes inválidos, alarmes silenciosos são enviados ao Centro de Controle Operacional (CCO) enquanto a rede isola o tráfego suspeito.

Para sistemas de missão crítica ferroviária como o **CBTC/DCS**, o nível de segurança exigido pela norma **IEC 62443** (especificamente na IEC 62443-3-3 e IEC 62443-4-2) é o **SL 3 (Security Level 3)**, com o objetivo de alcançar resiliência equivalente ao nível máximo de segurança funcional (**SIL 4** da norma EN 50126/50128/50129).

A definição exata e os requisitos técnicos obrigatórios para cumprir o **SL 3** na rede wireless e no DCS são estruturados da seguinte forma:

8.4.8.1 Definição do SL 3 (Alvo de Segurança)

O nível **SL 3** exige que o sistema seja capaz de resistir a ataques **intencionais e sofisticados**, realizados por agentes que utilizam ferramentas específicas, possuem conhecimento técnico aprofundado sobre sistemas de automação/ferroviários (ICS/Sinalização) e contam com motivação e recursos moderados.

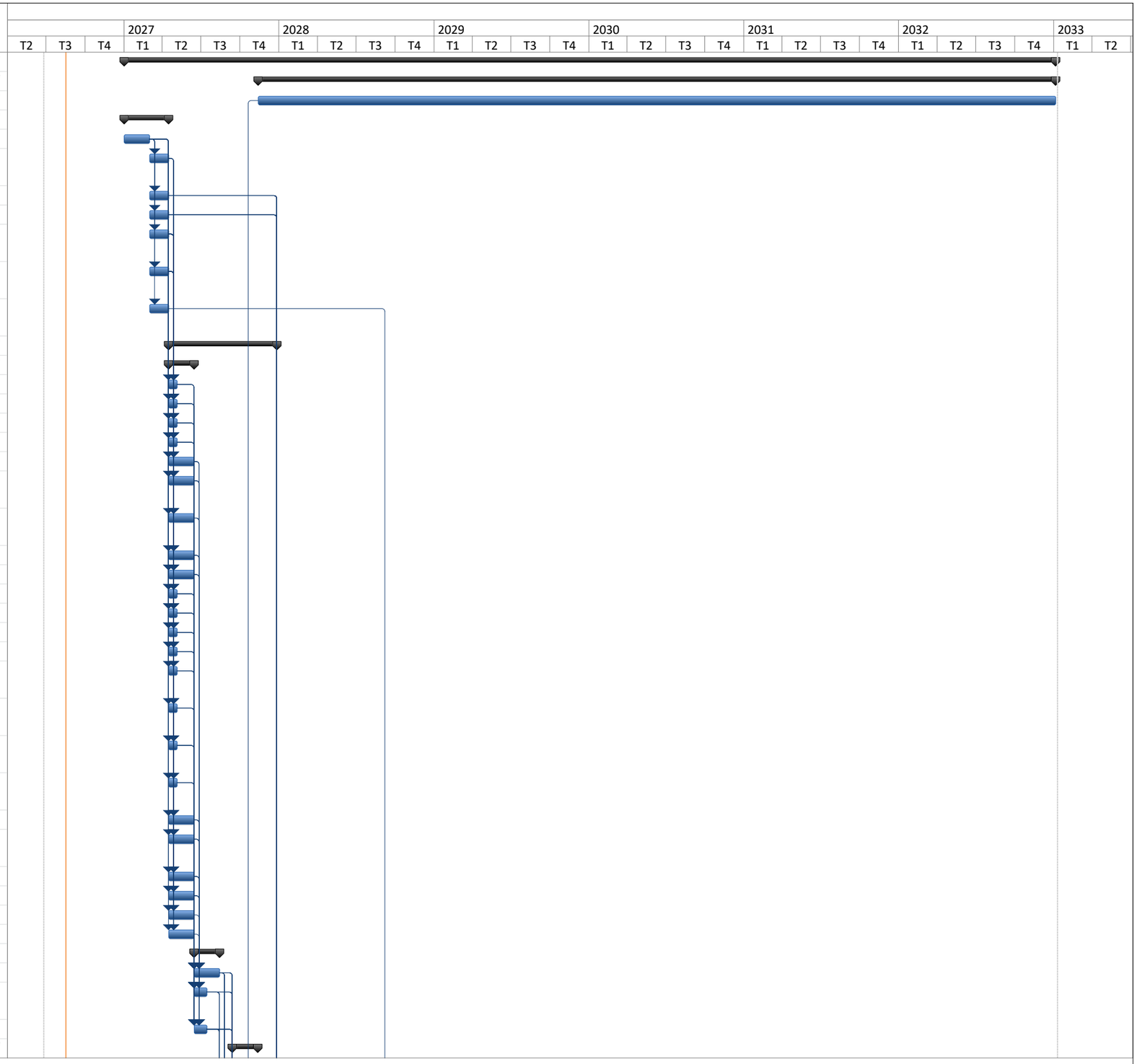
8.4.8.2 Requisitos Práticos do SL 3 aplicados ao DCS e Wireless

Para homologar a rede sem fio do CBTC em nível SL 3, o projeto deve implementar obrigatoriamente os seguintes controles técnicos divididos pelos requisitos fundamentais da norma:

- **Controle de Acesso e Identificação (FR 1):**
  - ✓ **Autenticação de Dispositivos (M2M):** Proibido o uso de senhas estáticas ou PSK (Pre-Shared Key) simples para o rádio. É obrigatório o uso de certificados digitais **X.509** em uma infraestrutura de chaves públicas (PKI) com protocolo de renovação automática (como SCEP ou EST).
  - ✓ **Hardware Seguro:** Os modems LTE/Wi-Fi embarcados e de via devem possuir chips de segurança física **TPM 2.0** ou Secure Elements para armazenar de forma inviolável as chaves criptográficas.
- **Integridade do Sistema e de Dados (FR 3 e FR 4):**
  - ✓ **Criptografia Forte em Trânsito:** Todo o tráfego da interface aérea (rádio) e do backhaul com fio deve utilizar algoritmos de criptografia de nível comercial/militar, como **AES-256** e **SHA-256** (via túneis IPsec/VPN ou MACsec).

  - ✓ **Assinatura de Mensagens de Sinalização:** Independentemente da criptografia do rádio, os pacotes do CBTC (Train-to-Wayside) devem conter códigos de autenticação de mensagem (HMAC) para mitigar de forma redundante ataques de injeção ou modificação de dados.
- **Restrição de Fluxo de Dados (FR 5 - Segmentação):**
  - ✓ **Zonas e Conduítes:** A rede wireless deve impor o isolamento físico ou lógico absoluto da zona do CBTC em relação à zona de serviços secundários (CFTV/Wi-Fi público). No LTE, isso exige o uso de **fatiamento de rede (Network Slicing) estrito na camada de rádio** e firewalls industriais com inspeção profunda de pacotes (DPI) na borda de cada zona.
- **Resposta a Eventos e Disponibilidade (FR 6 e FR 7):**
  - ✓ **Proteção contra DoS/Jamming:** O sistema de rádio deve possuir resiliência física e lógica (como técnicas de espalhamento espectral ou a **Comunicação Híbrida** ativa-ativa descrita anteriormente) para que um ataque de negação de serviço focado em uma frequência não derrube a comunicação vital do trem.
  - ✓ **Auditoria Centralizada (Syslog/SIEM):** Todos os equipamentos de rede wireless do DCS devem gerar logs criptografados e não editáveis de eventos de segurança (tentativas de login, alterações de configuração, falhas de handover atípicas) e enviá-los em tempo real para um sistema centralizado de monitoramento de segurança no CCO.

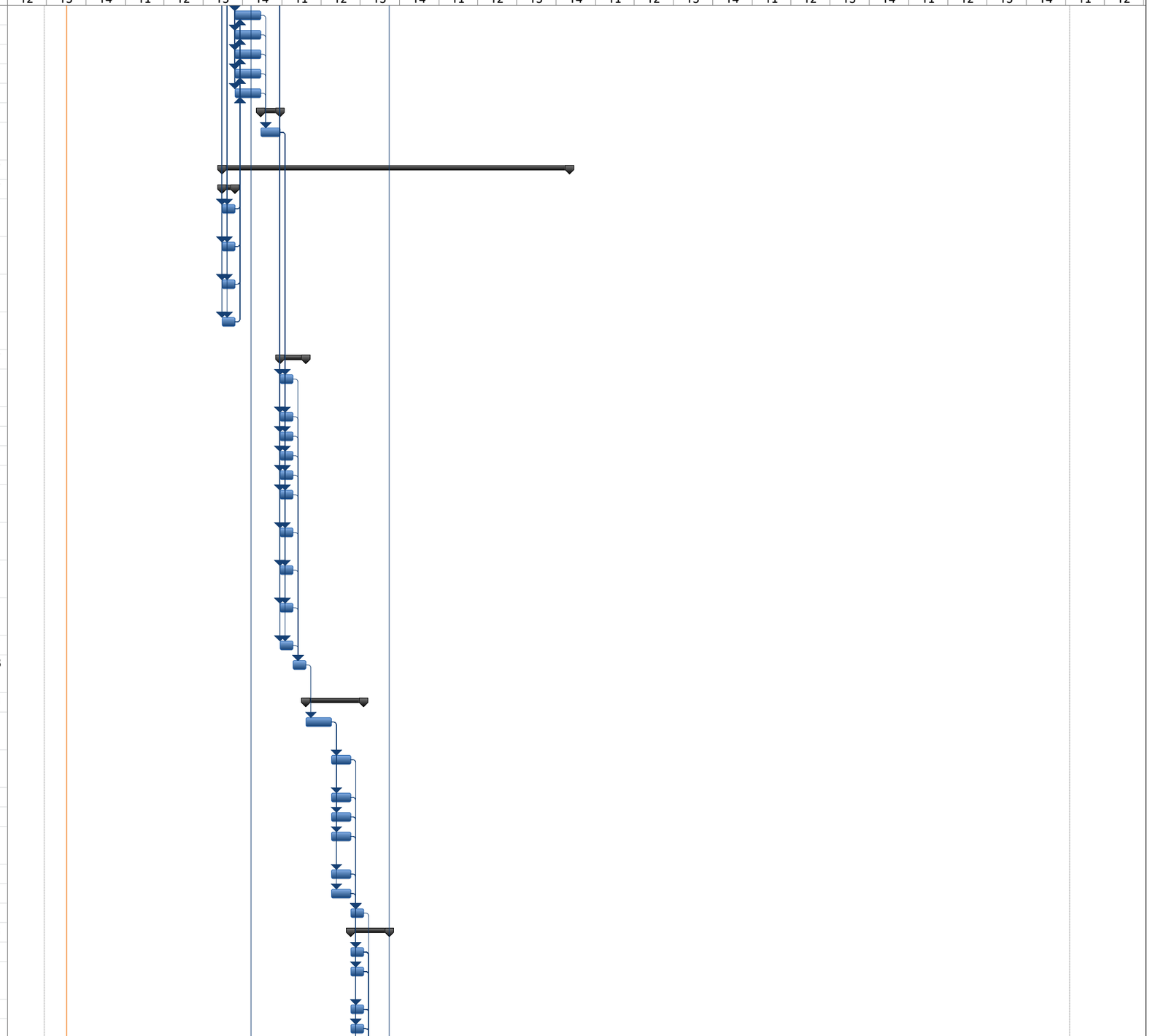
Id	Número da estrutura	Nome da tarefa	Duração	Início
1	**1**	**Planejamento e Gestão Contratual**	**2195,88 dias**	**Sex 01/01/27**
2	**1.1**	**Administração Local**	**1880 dias**	**Sáb 13/11/27**
3	1.1.1	Administração Local	1880 dias	Sáb 13/11/27
4	**1.2**	**Gestão e Governança**	**105 dias**	**Sex 01/01/27**
5	1.2.1	Plano Global de Execução do Contrato	60 dias	Sex 01/01/27
6	1.2.2	Plano de Gestão de Configuração e Banco de Requisitos (rastreabilidade)	45 dias	Ter 02/03/27
7	1.2.3	Plano de Gestão de Riscos do Contrato	45 dias	Ter 02/03/27
8	1.2.4	Plano de Gestão de Interfaces	45 dias	Ter 02/03/27
9	1.2.5	Plano de Acesso às Áreas Operacionais e Janelas de Trabalho	45 dias	Ter 02/03/27
10	1.2.6	Plano de Segurança Operacional das Intervenções (SSMA)	45 dias	Ter 02/03/27
11	1.2.7	ISA — Documentos de início (ISA Plan, Plano de Auditoria, PGQ)	45 dias	Ter 02/03/27
12	**2**	**Levantamentos, Diagnóstico e Estudos**	**255 dias**	**Sex 16/04/27**
13	**2.1**	**Levantamentos**	**60 dias**	**Sex 16/04/27**
14	2.1.1	Topográfico, cadastral e de infraestrutura — Pátio	20 dias	Sex 16/04/27
15	2.1.2	Topográfico, cadastral e de infraestrutura — Samamba	20 dias	Sex 16/04/27
16	2.1.3	Topográfico, cadastral e de infraestrutura — Ceilândia	20 dias	Sex 16/04/27
17	2.1.4	Topográfico, cadastral e de infraestrutura — Tronco	20 dias	Sex 16/04/27
18	2.1.5	Auditoria elétrica e térmica das salas técnicas — Pátio	60 dias	Sex 16/04/27
19	2.1.6	Auditoria elétrica e térmica das salas técnicas — Samambaia	60 dias	Sex 16/04/27
20	2.1.7	Auditoria elétrica e térmica das salas técnicas — Ceilândia	60 dias	Sex 16/04/27
21	2.1.8	Auditoria elétrica e térmica das salas técnicas — Tronc	60 dias	Sex 16/04/27
22	2.1.9	Auditoria elétrica e térmica das salas técnicas — CCO	60 dias	Sex 16/04/27
23	2.1.10	Campanha de EMC — Pátio	20 dias	Sex 16/04/27
24	2.1.11	Campanha de EMC — Samambaia	20 dias	Sex 16/04/27
25	2.1.12	Campanha de EMC — Ceilândia	20 dias	Sex 16/04/27
26	2.1.13	Campanha de EMC — Tronco	20 dias	Sex 16/04/27
27	2.1.14	Survey de cobertura de rádio e diagnóstico do DCS — Pátio	20 dias	Sex 16/04/27
28	2.1.15	Survey de cobertura de rádio e diagnóstico do DCS — Samambaia	20 dias	Sex 16/04/27
29	2.1.16	Survey de cobertura de rádio e diagnóstico do DCS — Ceilândia	20 dias	Sex 16/04/27
30	2.1.17	Survey de cobertura de rádio e diagnóstico do DCS — Tronco	20 dias	Sex 16/04/27
31	2.1.18	Caminhos de cabos e rede/fibras existentes — Pátio	60 dias	Sex 16/04/27
32	2.1.19	Caminhos de cabos e rede/fibras existentes — Samambaia	60 dias	Sex 16/04/27
33	2.1.20	Caminhos de cabos e rede/fibras existentes — Ceilând	60 dias	Sex 16/04/27
34	2.1.21	Caminhos de cabos e rede/fibras existentes — Tronco	60 dias	Sex 16/04/27
35	2.1.22	Levantamento físico da frota — Série 1000 (por trem)	60 dias	Sex 16/04/27
36	2.1.23	Levantamento físico da frota — Série 2000 (por trem)	60 dias	Sex 16/04/27
37	**2.2**	**Diagnóstico e Viabilidade**	**60 dias**	**Ter 15/06/27**
38	2.2.1	Diagnóstico aprofundado do sistema legado	60 dias	Ter 15/06/27
39	2.2.2	Estudo de viabilidade de modernização — Frota 1000 (modernização × descomissionamento)	30 dias	Ter 15/06/27
40	2.2.3	Estudo de viabilidade de modernização — Frota 2000	30 dias	Ter 15/06/27
41	**2.3**	**Simulação**	**60 dias**	**Seg 13/09/27**



Projeto: CBTC.mpp
Data: Seg 17/08/26

Tarefa
Divisão
Etapa
Resumo
Resumo do projeto
Tarefas externas
Etapa externa
Tarefa Inativa
Etapa Inativa
Resumo Inativo
Tarefa Manual
Somente duração
Acúmulo de Resumo Manual
Resumo Manual
Somente início
Somente término
Data limite
Andamento

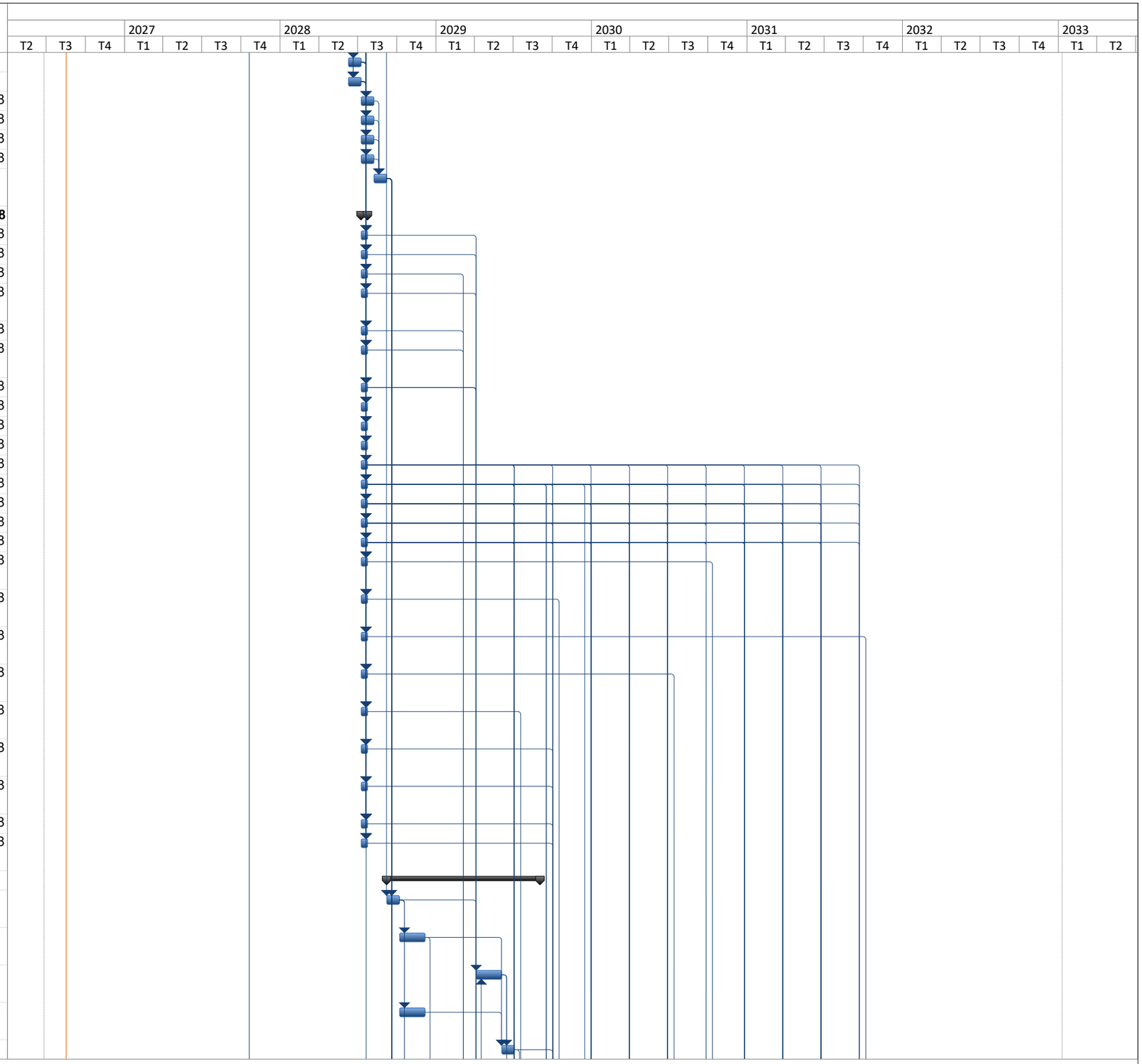
Id	Número da estrutura	Nome da tarefa	Duração	Início
42	2.3.1	Simulação de capacidade e headway da Linha 1	60 dias	Seg 13/09/27
43	2.3.2	Simulação da junção "Y" de Águas Claras	60 dias	Seg 13/09/27
44	2.3.3	Simulação de cenários de falha e recuperação	60 dias	Seg 13/09/27
45	2.3.4	Simulação das fases de migração brownfield	60 dias	Seg 13/09/27
46	2.3.5	Simulação das fases de migração greenfield	60 dias	Seg 13/09/27
47	**2.4**	**Consolidação**	**45 dias**	**Sex 12/11/27**
48	2.4.1	Consolidação dos levantamentos e estudos (fechamento de grupo)	45 dias	Sex 12/11/27
49	**3**	**Projetos, ICDs, RAMS/Segurança e Software**	**810 dias**	**Sáb 14/08/27**
50	**3.1**	**Dados de Aplicação**	**30 dias**	**Sáb 14/08/27**
51	3.1.1	Dados de Aplicação/Configuração (track database, tabelas de intertravamento) — Pátio	30 dias	Sáb 14/08/27
52	3.1.2	Dados de Aplicação/Configuração (track database, tabelas de intertravamento) — Samambaia	30 dias	Sáb 14/08/27
53	3.1.3	Dados de Aplicação/Configuração (track database, tabelas de intertravamento) — Ceilândia	30 dias	Sáb 14/08/27
54	3.1.4	Dados de Aplicação/Configuração (track database, tabelas de intertravamento) — Tronco	30 dias	Sáb 14/08/27
55	**3.2**	**ICDs**	**60 dias**	**Seg 27/12/27**
56	3.2.1	ICD Energia de Tração e SCADA (corte rápido, alívio remoto de freios)	30 dias	Seg 27/12/27
57	3.2.2	ICD Material Rodante — Frota Série 1000	30 dias	Seg 27/12/27
58	3.2.3	ICD Material Rodante — Frota Série 2000	30 dias	Seg 27/12/27
59	3.2.4	ICD Material Rodante — Frota Série 3000	30 dias	Seg 27/12/27
60	3.2.5	ICD CCO/ATS, Telecomando e SIGOP	30 dias	Seg 27/12/27
61	3.2.6	ICD Segurança de Estação — Portas de Plataforma (PSD)	30 dias	Seg 27/12/27
62	3.2.7	ICD Segurança de Estação — Ventilação de Emergência (SVE)	30 dias	Seg 27/12/27
63	3.2.8	ICD Segurança de Estação — Detecção e Combate a Incêndio (causa×efeito)	30 dias	Seg 27/12/27
64	3.2.9	ICD Sistemas Correlatos (sonorização/SAP, CFTV, bilhetagem)	30 dias	Seg 27/12/27
65	3.2.10	ICD Detecção Secundária e Operação Mista	30 dias	Seg 27/12/27
66	3.2.11	Consolidação dos ICDs (fechamento de grupo; gate projeto→execução)	30 dias	Qua 26/01/28
67	**3.3**	**Projeto Básico**	**135 dias**	**Sex 25/02/28**
68	3.3.1	PB — Arquitetura Geral do Sistema (ASA detalhado; coordenador)	60 dias	Sex 25/02/28
69	3.3.2	PB — CBTC de Via (ATP/ATO de via, Zone Controllers, intertravamento eletrônico/CBI)	45 dias	Ter 25/04/28
70	3.3.3	PB — CBTC Embarcado (VOBC)	45 dias	Ter 25/04/28
71	3.3.4	PB — DCS (rede rádio, backbone, sincronismo)	45 dias	Ter 25/04/28
72	3.3.5	PB — ATS (supervisão, regulação, gestão da junção "Y")	45 dias	Ter 25/04/28
73	3.3.6	PB — MSS	45 dias	Ter 25/04/28
74	3.3.7	PB — Integração Sistêmica e Detecção Secundária	45 dias	Ter 25/04/28
75	3.3.8	Consolidação do Projeto Básico (fechamento de grupo)	30 dias	Sex 09/06/28
76	**3.4**	**Projeto Executivo**	**90 dias**	**Sex 09/06/28**
77	3.4.1	PE — CBTC de Via	30 dias	Sex 09/06/28
78	3.4.2	PE — CBTC Embarcado (kits de modernização, por frota)	30 dias	Sex 09/06/28
79	3.4.3	PE — DCS	30 dias	Sex 09/06/28
80	3.4.4	PE — ATS	30 dias	Sex 09/06/28



Projeto: CBTC.mpp
Data: Seg 17/08/26

Tarefa
Divisão
Etapa
Resumo
Resumo do projeto
Tarefas externas
Etapa externa
Tarefa Inativa
Etapa Inativa
Resumo Inativo
Tarefa Manual
Somente duração
Acúmulo de Resumo Manual
Resumo Manual
Somente início
Somente término
Data limite
Andamento

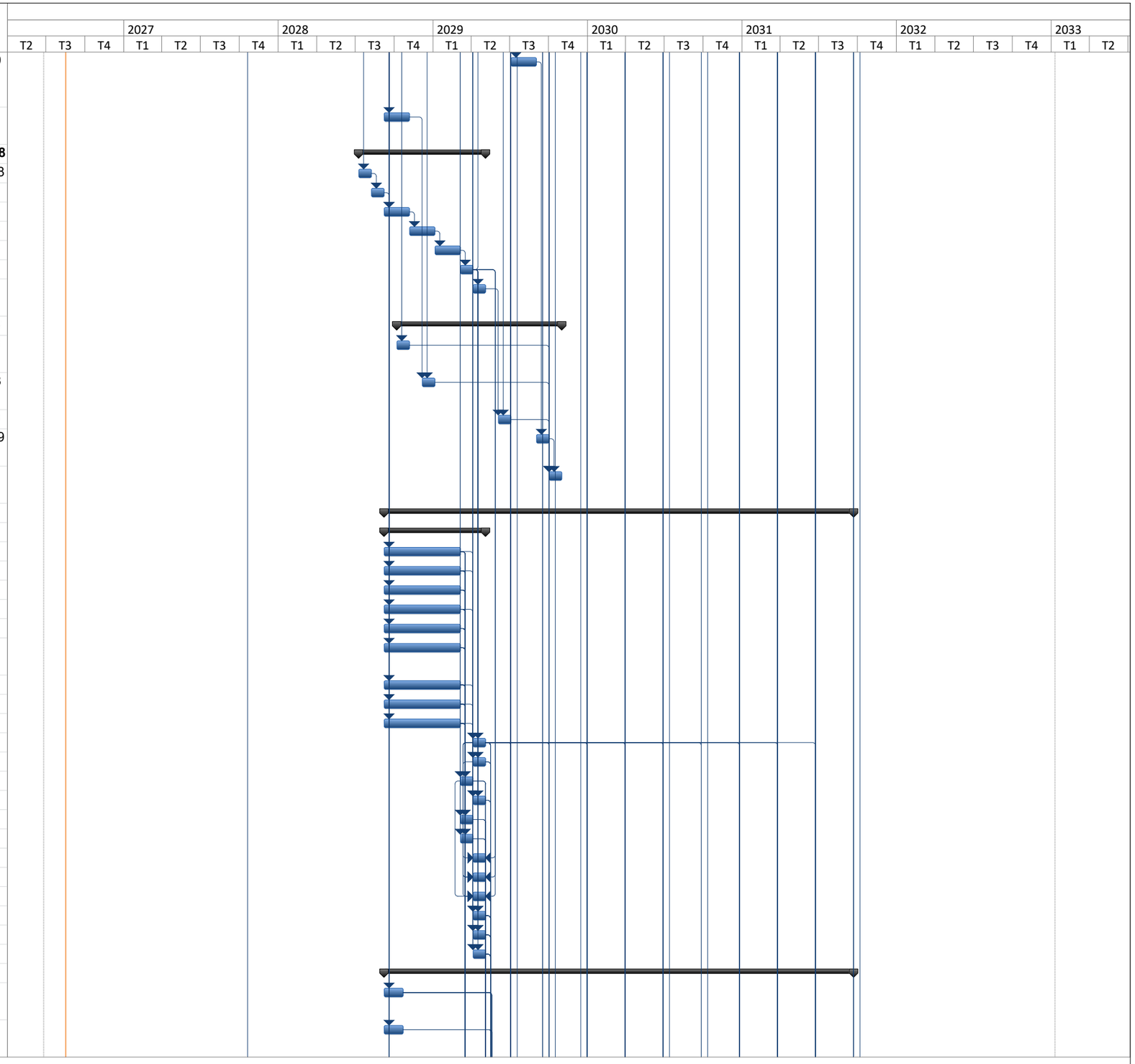
Id	Número da estrutura	Nome da tarefa	Duração	Início
81	3.4.5	PE — MSS	30 dias	Sex 09/06/28
82	3.4.6	PE — Integração e Interfaces	30 dias	Sex 09/06/28
83	3.4.7	PE — Instalação — Pátio	30 dias	Dom 09/07/28
84	3.4.8	PE — Instalação — Samambaia	30 dias	Dom 09/07/28
85	3.4.9	PE — Instalação — Ceilândia	30 dias	Dom 09/07/28
86	3.4.10	PE — Instalação — Tronco	30 dias	Dom 09/07/28
87	3.4.11	Consolidação do Projeto Executivo (fechamento de grupo)	30 dias	Ter 08/08/28
88	**3.5**	**Procedimentos de Teste**	**15 dias**	**Dom 09/07/28**
89	3.5.1	Procedimento de FAT — CBTC de Via: ZC	15 dias	Dom 09/07/28
90	3.5.2	Procedimento de FAT — CBTC de Via: IXL	15 dias	Dom 09/07/28
91	3.5.3	Procedimento de FAT — CBTC de Via: Balizas	15 dias	Dom 09/07/28
92	3.5.4	Procedimento de FAT — CBTC de Via: Controlador de Objetos	15 dias	Dom 09/07/28
93	3.5.5	Procedimento de FAT — Máquina de Chave	15 dias	Dom 09/07/28
94	3.5.6	Procedimento de FAT — CBTC de Via: Demais equipamentos de Via	15 dias	Dom 09/07/28
95	3.5.7	Procedimentos de FAT — CBTC Embarcado	15 dias	Dom 09/07/28
96	3.5.8	Procedimentos de FAT — DCS	15 dias	Dom 09/07/28
97	3.5.9	Procedimentos de FAT — ATS	15 dias	Dom 09/07/28
98	3.5.10	Procedimentos de FAT — MSS	15 dias	Dom 09/07/28
99	3.5.11	Procedimentos de SAT — CBTC de Via	15 dias	Dom 09/07/28
100	3.5.12	Procedimentos de SAT — CBTC Embarcado	15 dias	Dom 09/07/28
101	3.5.13	Procedimentos de SAT — DCS	15 dias	Dom 09/07/28
102	3.5.14	Procedimentos de SAT — ATS	15 dias	Dom 09/07/28
103	3.5.15	Procedimentos de SAT — MSS	15 dias	Dom 09/07/28
104	3.5.16	Procedimentos de Teste Integrado por Zona — Ceilândia (CEI)	15 dias	Dom 09/07/28
105	3.5.17	Procedimentos de Teste Integrado por Zona — Samambaia (SAM)	15 dias	Dom 09/07/28
106	3.5.18	Procedimentos de Teste Integrado por Zona — Tronco (TRO)	15 dias	Dom 09/07/28
107	3.5.19	Procedimentos de Teste Integrado por Zona — Trecho em Y	15 dias	Dom 09/07/28
108	3.5.20	Procedimentos de Teste Integrado por Zona — Pátio (PAT)	15 dias	Dom 09/07/28
109	3.5.21	Plano de Teste Operacional (convivência frota CBTC × não equipada e sinalização CBTC × legada)	15 dias	Dom 09/07/28
110	3.5.22	Procedimentos de Testes de Segurança (frenagem de emergência, baixa aderência, modos degradados)	15 dias	Dom 09/07/28
111	3.5.23	Procedimentos de Cibersegurança	15 dias	Dom 09/07/28
112	3.5.24	Procedimentos de Teste Integrado e T&C — Geral (linha completa)	15 dias	Dom 09/07/28
113	**3.6**	**RAMS / Segurança e Migração**	**360 dias**	**Qui 07/09/28**
114	3.6.1	Plano de RAMS/CDMS e Arquitetura de Segurança (EN 50126)	30 dias	Qui 07/09/28
115	3.6.2	Hazard Log + Análise de Modos Degradados/Fallback + Riscos Exportados	60 dias	Sáb 07/10/28
116	3.6.3	Análise de Segurança de Software (rastreabilidade, configuração, testes — EN 50716)	60 dias	Qui 05/04/29
117	3.6.4	Análise de Segurança de Hardware (redundância, taxonomia de falhas, tolerância)	60 dias	Sáb 07/10/28
118	3.6.5	Safety Case Preliminar + SRAC preliminares	30 dias	Seg 04/06/29



Projeto: CBTC.mpp
Data: Seg 17/08/26

Tarefa
Divisão
Etapa
Resumo
Resumo do projeto
Tarefas externas
Etapa externa
Tarefa Inativa
Etapa Inativa
Resumo Inativo
Tarefa Manual
Somente duração
Acúmulo de Resumo Manual
Resumo Manual
Somente início
Somente término
Data limite
Andamento

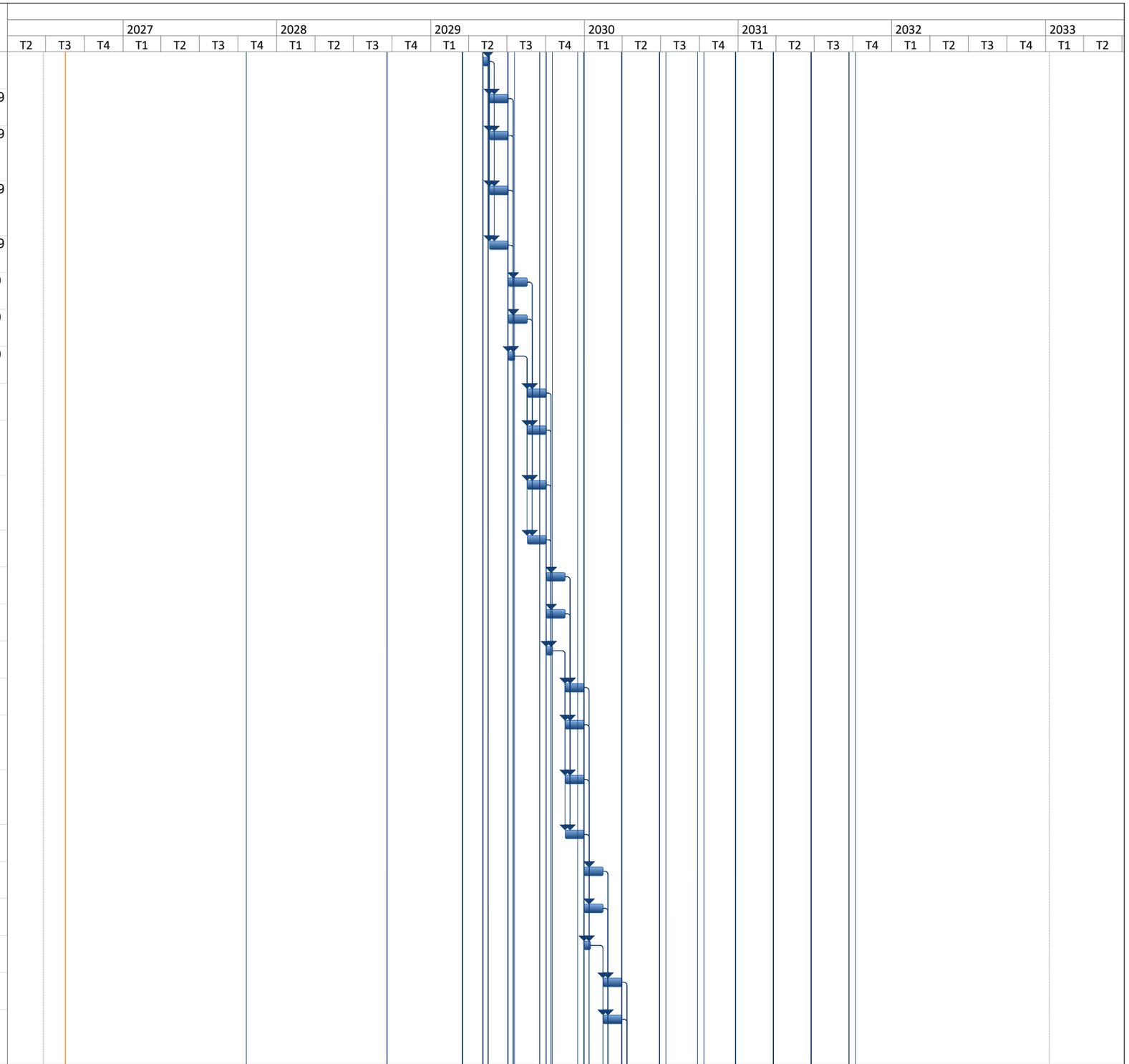
Id	Número da estrutura	Nome da tarefa	Duração	Início
119	3.6.6	Plano Diretor de Cibersegurança OT (segmentação, zonas/conduítes, hardening, patches, resposta a incidentes — IEC 62443)	60 dias	Qua 04/07/29
120	3.6.7	Plano de Migração Brownfield (fases, convivência, janelas, rollback, critérios de aceite por fase)	60 dias	Qui 07/09/28
121	**3.7**	**Software**	**300 dias**	**Dom 09/07/28**
122	3.7.1	Especificação de Requisitos de Software (SwRS)	30 dias	Dom 09/07/28
123	3.7.2	Arquitetura e Projeto de Software	30 dias	Ter 08/08/28
124	3.7.3	Projeto Detalhado e Codificação	60 dias	Qui 07/09/28
125	3.7.4	Verificação e Testes de Módulo	60 dias	Seg 06/11/28
126	3.7.5	Integração de Software	60 dias	Sex 05/01/29
127	3.7.6	Validação de Software (pré-FAT)	30 dias	Ter 06/03/29
128	3.7.7	Gestão de Licenças, Custódia (escrow) e Continuidade de Software	30 dias	Qui 05/04/29
129	**3.8**	**ISA**	**390 dias**	**Sáb 07/10/28**
130	3.8.1	ISA — Avaliação do Plano de RAMS e Arquitetura de Segurança	30 dias	Sáb 07/10/28
131	3.8.2	ISA — Avaliação da Gestão de Riscos (Hazard Log, degradação, fallback, interfaces)	30 dias	Qua 06/12/28
132	3.8.3	ISA — Avaliação Intermediária de Software	30 dias	Seg 04/06/29
133	3.8.4	ISA — Avaliação Intermediária de Hardware e Cibersegurança	30 dias	Dom 02/09/29
134	3.8.5	ISA — Parecer sobre o Safety Case Preliminar e SRAC (prontidão para os testes de campo)	30 dias	Ter 02/10/29
135	**4**	**Fornecimento, Fabricação e Instalação**	**1110 dias**	**Qui 07/09/28**
136	**4.1**	**Fabricação e FAT**	**240 dias**	**Qui 07/09/28**
137	4.1.1	Fabricação — CBTC de Via: ZC	180 dias	Qui 07/09/28
138	4.1.2	Fabricação — CBTC de Via: IXL	180 dias	Qui 07/09/28
139	4.1.3	Fabricação — CBTC de Via: Balizas	180 dias	Qui 07/09/28
140	4.1.4	Fabricação — CBTC de Via: Controlador de Objetos	180 dias	Qui 07/09/28
141	4.1.5	Fabricação — Máquina de Chave	180 dias	Qui 07/09/28
142	4.1.6	Fabricação — CBTC de Via: Demais equipamentos de Via	180 dias	Qui 07/09/28
143	4.1.7	Fabricação dos kits embarcados — Série 1000	180 dias	Qui 07/09/28
144	4.1.8	Fabricação dos kits embarcados — Série 2000	180 dias	Qui 07/09/28
145	4.1.9	Provisão/integração embarcada de fábrica — Série 300	180 dias	Qui 07/09/28
146	4.1.10	FAT — CBTC de Via: ZC	30 dias	Qui 05/04/29
147	4.1.11	FAT — CBTC de Via: IXL	30 dias	Qui 05/04/29
148	4.1.12	FAT — CBTC de Via: Balizas	30 dias	Ter 06/03/29
149	4.1.13	FAT — CBTC de Via: Controlador de Objetos	30 dias	Qui 05/04/29
150	4.1.14	FAT — Máquina de Chave	30 dias	Ter 06/03/29
151	4.1.15	FAT — CBTC de Via: Demais equipamentos de Via	30 dias	Ter 06/03/29
152	4.1.16	FAT — DCS	30 dias	Qui 05/04/29
153	4.1.17	FAT — ATS	30 dias	Qui 05/04/29
154	4.1.18	FAT — MSS	30 dias	Qui 05/04/29
155	4.1.19	FAT de bordo — Série 1000	30 dias	Qui 05/04/29
156	4.1.20	FAT de bordo — Série 2000	30 dias	Qui 05/04/29
157	4.1.21	FAT de bordo — Série 3000	30 dias	Qui 05/04/29
158	**4.2**	**Instalação de Campo**	**1110 dias**	**Qui 07/09/28**
159	4.2.1	Adequação das salas técnicas (energia, UPS, aterramento, HVAC, incêndio) — PAC	45 dias	Qui 07/09/28
160	4.2.2	Obras civis e infraestrutura de campo (suportes, canaletas, dutos, bases, visadas) — PAC	45 dias	Qui 07/09/28



Projeto: CBTC.mpp
Data: Seg 17/08/26

Tarefa
Divisão
Etapa
Resumo
Resumo do projeto
Tarefas externas
Etapa externa
Tarefa Inativa
Etapa Inativa
Resumo Inativo
Tarefa Manual
Somente duração
Acúmulo de Resumo Manual
Resumo Manual
Somente início
Somente término
Data limite
Andamento

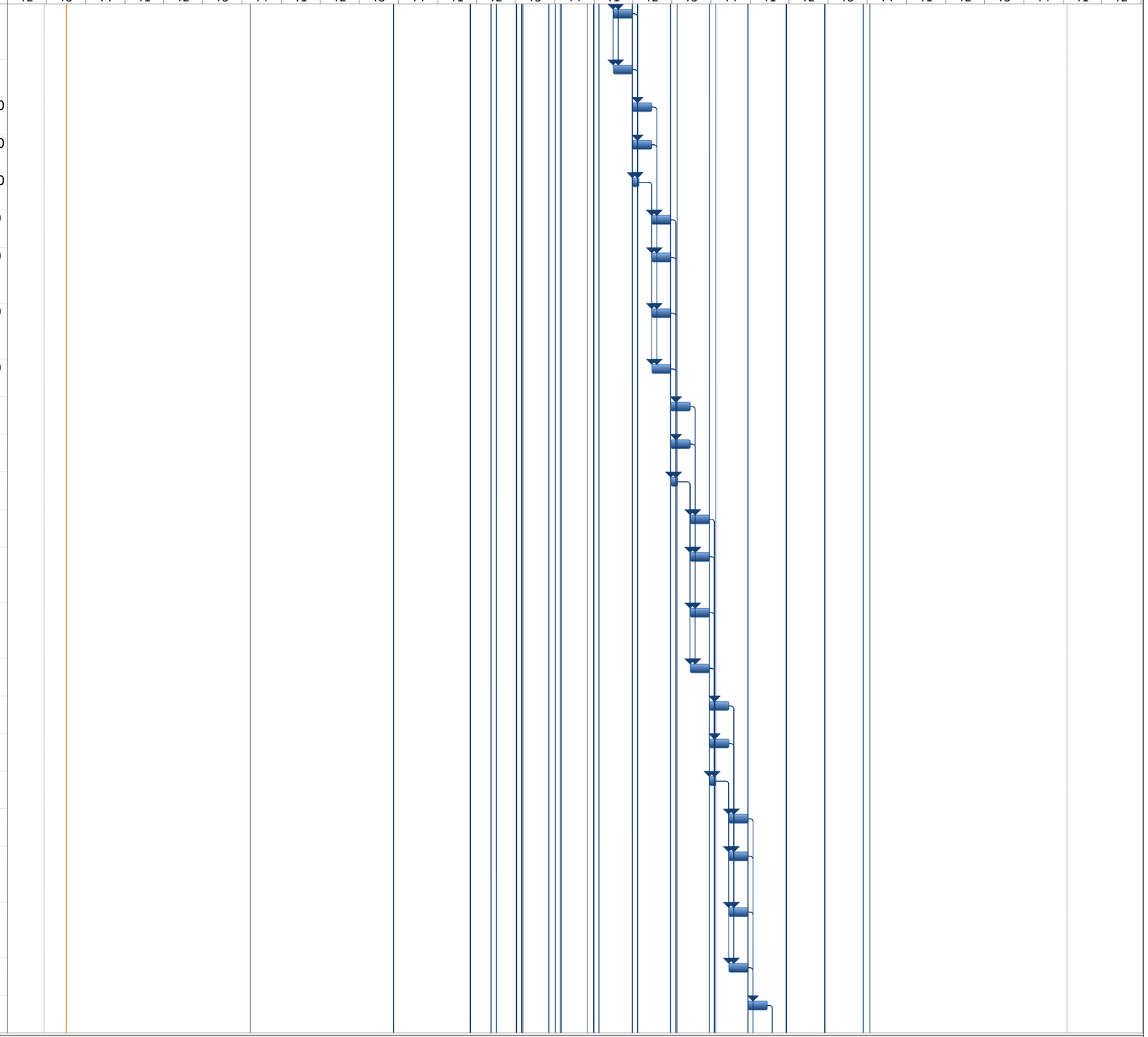
Id	Número da estrutura	Nome da tarefa	Duração	Início
161	4.2.3	Recebimento físico no local dos equipamentos do sistema CBTC — PAC	15 dias	Sáb 05/05/29
162	4.2.4	Instalação de Máquina de Chave e acessórios de acionamento e controle — PAC	45 dias	Dom 20/05/29
163	4.2.5	Instalação da infraestrutura de telecomunicações/DCS (backbone óptico, rádios solo-trem, antenas, sincronismo) — PAC	45 dias	Dom 20/05/29
164	4.2.6	Instalação do CBTC de via (Zone Controllers, intertravamento eletrônico/CBI, controladores de objeto) — PAC	45 dias	Dom 20/05/29
165	4.2.7	Instalação dos dispositivos de detecção (balizas, sensores de posição, detecção secundária) — PAC	45 dias	Dom 20/05/29
166	4.2.8	Adequação das salas técnicas (energia, UPS, aterramento, HVAC, incêndio) — SAM	45 dias	Qua 04/07/29
167	4.2.9	Obras civis e infraestrutura de campo (suportes, canaletas, dutos, bases, visadas) — SAM	45 dias	Qua 04/07/29
168	4.2.10	Recebimento físico no local dos equipamentos do sistema CBTC — SAM	15 dias	Qua 04/07/29
169	4.2.11	Instalação de Máquina de Chave e acessórios de acionamento e controle — SAM	45 dias	Sáb 18/08/29
170	4.2.12	Instalação da infraestrutura de telecomunicações/DCS (backbone óptico, rádios solo-trem, antenas, sincronismo) — SAM	45 dias	Sáb 18/08/29
171	4.2.13	Instalação do CBTC de via (Zone Controllers, intertravamento eletrônico/CBI, controladores de objeto) — SAM	45 dias	Sáb 18/08/29
172	4.2.14	Instalação dos dispositivos de detecção (balizas, sensores de posição, detecção secundária) — SAM	45 dias	Sáb 18/08/29
173	4.2.15	Adequação das salas técnicas (energia, UPS, aterramento, HVAC, incêndio) — CEI	45 dias	Ter 02/10/29
174	4.2.16	Obras civis e infraestrutura de campo (suportes, canaletas, dutos, bases, visadas) — CEI	45 dias	Ter 02/10/29
175	4.2.17	Recebimento físico no local dos equipamentos do sistema CBTC — CEI	15 dias	Ter 02/10/29
176	4.2.18	Instalação de Máquina de Chave e acessórios de acionamento e controle — CEI	45 dias	Sex 16/11/29
177	4.2.19	Instalação da infraestrutura de telecomunicações/DCS (backbone óptico, rádios solo-trem, antenas, sincronismo) — CEI	45 dias	Sex 16/11/29
178	4.2.20	Instalação do CBTC de via (Zone Controllers, intertravamento eletrônico/CBI, controladores de objeto) — CEI	45 dias	Sex 16/11/29
179	4.2.21	Instalação dos dispositivos de detecção (balizas, sensores de posição, detecção secundária) — CEI	45 dias	Sex 16/11/29
180	4.2.22	Adequação das salas técnicas (energia, UPS, aterramento, HVAC, incêndio) — CES	45 dias	Seg 31/12/29
181	4.2.23	Obras civis e infraestrutura de campo (suportes, canaletas, dutos, bases, visadas) — CES	45 dias	Seg 31/12/29
182	4.2.24	Recebimento físico no local dos equipamentos do sistema CBTC — CES	15 dias	Seg 31/12/29
183	4.2.25	Instalação de Máquina de Chave e acessórios de acionamento e controle — CES	45 dias	Qui 14/02/30
184	4.2.26	Instalação da infraestrutura de telecomunicações/DCS (backbone óptico, rádios solo-trem, antenas, sincronismo) — CES	45 dias	Qui 14/02/30



Projeto: CBTC.mpp
Data: Seg 17/08/26

Tarefa	Resumo do projeto	Etapa Inativa	Acúmulo de Resumo Manual	Data limite
Divisão	Tarefas externas	Resumo Inativo	Resumo Manual	Andamento
Etapa	Etapa externa	Tarefa Manual	Somente início	
Resumo	Tarefa Inativa	Somente duração	Somente término	

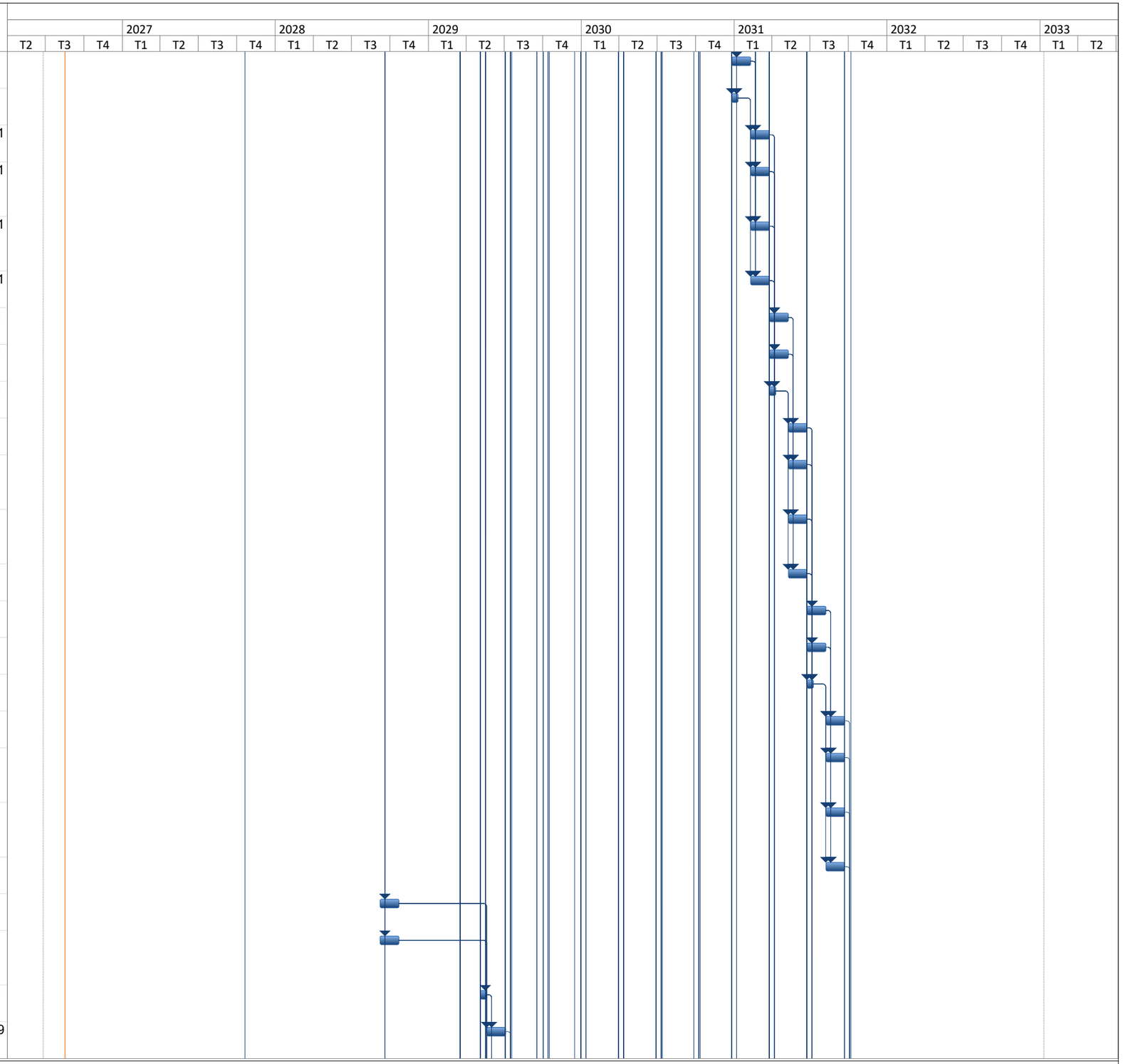
Id	Número da estrutura	Nome da tarefa	Duração	Início
185	4.2.27	Instalação do CBTC de via (Zone Controllers, intertravamento eletrônico/CBI, controladores de objeto) — CES	45 dias	Qui 14/02/30
186	4.2.28	Instalação dos dispositivos de detecção (balizas, sensores de posição, detecção secundária) — CES	45 dias	Qui 14/02/30
187	4.2.29	Adequação das salas técnicas (energia, UPS, aterramento, HVAC, incêndio) — CLA	45 dias	Dom 31/03/30
188	4.2.30	Obras civis e infraestrutura de campo (suportes, canaletas, dutos, bases, visadas) — CLA	45 dias	Dom 31/03/30
189	4.2.31	Recebimento físico no local dos equipamentos do sistema CBTC — CLA	15 dias	Dom 31/03/30
190	4.2.32	Instalação de Máquina de Chave e acessórios de acionamento e controle — CLA	45 dias	Qua 15/05/30
191	4.2.33	Instalação da infraestrutura de telecomunicações/DCS (backbone óptico, rádios solo-trem, antenas, sincronismo) — CLA	45 dias	Qua 15/05/30
192	4.2.34	Instalação do CBTC de via (Zone Controllers, intertravamento eletrônico/CBI, controladores de objeto) — CLA	45 dias	Qua 15/05/30
193	4.2.35	Instalação dos dispositivos de detecção (balizas, sensores de posição, detecção secundária) — CLA	45 dias	Qua 15/05/30
194	4.2.36	Adequação das salas técnicas (energia, UPS, aterramento, HVAC, incêndio) — EPQ	45 dias	Sáb 29/06/30
195	4.2.37	Obras civis e infraestrutura de campo (suportes, canaletas, dutos, bases, visadas) — EPQ	45 dias	Sáb 29/06/30
196	4.2.38	Recebimento físico no local dos equipamentos do sistema CBTC — EPQ	15 dias	Sáb 29/06/30
197	4.2.39	Instalação de Máquina de Chave e acessórios de acionamento e controle — EPQ	45 dias	Ter 13/08/30
198	4.2.40	Instalação da infraestrutura de telecomunicações/DCS (backbone óptico, rádios solo-trem, antenas, sincronismo) — EPQ	45 dias	Ter 13/08/30
199	4.2.41	Instalação do CBTC de via (Zone Controllers, intertravamento eletrônico/CBI, controladores de objeto) — EPQ	45 dias	Ter 13/08/30
200	4.2.42	Instalação dos dispositivos de detecção (balizas, sensores de posição, detecção secundária) — EPQ	45 dias	Ter 13/08/30
201	4.2.43	Adequação das salas técnicas (energia, UPS, aterramento, HVAC, incêndio) — FEI	45 dias	Sex 27/09/30
202	4.2.44	Obras civis e infraestrutura de campo (suportes, canaletas, dutos, bases, visadas) — FEI	45 dias	Sex 27/09/30
203	4.2.45	Recebimento físico no local dos equipamentos do sistema CBTC — FEI	15 dias	Sex 27/09/30
204	4.2.46	Instalação de Máquina de Chave e acessórios de acionamento e controle — FEI	45 dias	Seg 11/11/30
205	4.2.47	Instalação da infraestrutura de telecomunicações/DCS (backbone óptico, rádios solo-trem, antenas, sincronismo) — FEI	45 dias	Seg 11/11/30
206	4.2.48	Instalação do CBTC de via (Zone Controllers, intertravamento eletrônico/CBI, controladores de objeto) — FEI	45 dias	Seg 11/11/30
207	4.2.49	Instalação dos dispositivos de detecção (balizas, sensores de posição, detecção secundária) — FEI	45 dias	Seg 11/11/30
208	4.2.50	Adequação das salas técnicas (energia, UPS, aterramento, HVAC, incêndio) — SHP	45 dias	Qui 26/12/30



Projeto: CBTC.mpp
Data: Seg 17/08/26

Tarefa
Divisão
Etapa
Resumo
Resumo do projeto
Tarefas externas
Etapa externa
Tarefa Inativa
Etapa Inativa
Resumo Inativo
Tarefa Manual
Somente duração
Acúmulo de Resumo Manual
Resumo Manual
Somente início
Somente término
Data limite
Andamento

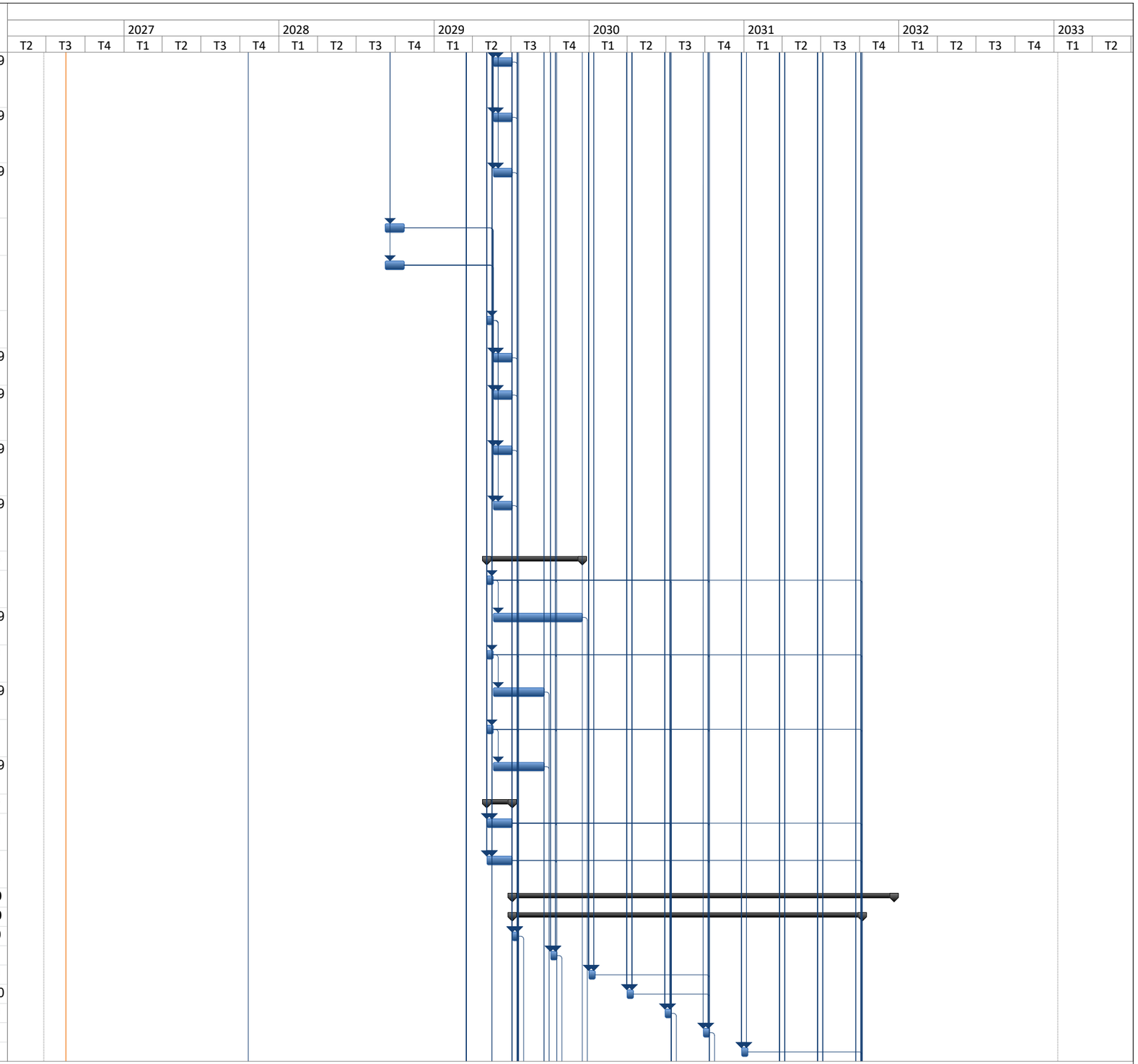
Id	Número da estrutura	Nome da tarefa	Duração	Início
209	4.2.51	Obras civis e infraestrutura de campo (suportes, canaletas, dutos, bases, visadas) — SHP	45 dias	Qui 26/12/30
210	4.2.52	Recebimento físico no local dos equipamentos do sistema CBTC — SHP	15 dias	Qui 26/12/30
211	4.2.53	Instalação de Máquina de Chave e acessórios de acionamento e controle — SHP	45 dias	Dom 09/02/31
212	4.2.54	Instalação da infraestrutura de telecomunicações/DCS (backbone óptico, rádios solo-trem, antenas, sincronismo) — SHP	45 dias	Dom 09/02/31
213	4.2.55	Instalação do CBTC de via (Zone Controllers, intertravamento eletrônico/CBI, controladores de objeto) — SHP	45 dias	Dom 09/02/31
214	4.2.56	Instalação dos dispositivos de detecção (balizas, sensores de posição, detecção secundária) — SHP	45 dias	Dom 09/02/31
215	4.2.57	Adequação das salas técnicas (energia, UPS, aterramento, HVAC, incêndio) — 110	45 dias	Qua 26/03/31
216	4.2.58	Obras civis e infraestrutura de campo (suportes, canaletas, dutos, bases, visadas) — 110	45 dias	Qua 26/03/31
217	4.2.59	Recebimento físico no local dos equipamentos do sistema CBTC — 110	15 dias	Qua 26/03/31
218	4.2.60	Instalação de Máquina de Chave e acessórios de acionamento e controle — 110	45 dias	Sáb 10/05/31
219	4.2.61	Instalação da infraestrutura de telecomunicações/DCS (backbone óptico, rádios solo-trem, antenas, sincronismo) — 110	45 dias	Sáb 10/05/31
220	4.2.62	Instalação do CBTC de via (Zone Controllers, intertravamento eletrônico/CBI, controladores de objeto) — 110	45 dias	Sáb 10/05/31
221	4.2.63	Instalação dos dispositivos de detecção (balizas, sensores de posição, detecção secundária) — 110	45 dias	Sáb 10/05/31
222	4.2.64	Adequação das salas técnicas (energia, UPS, aterramento, HVAC, incêndio) — GAL	45 dias	Ter 24/06/31
223	4.2.65	Obras civis e infraestrutura de campo (suportes, canaletas, dutos, bases, visadas) — GAL	45 dias	Ter 24/06/31
224	4.2.66	Recebimento físico no local dos equipamentos do sistema CBTC — GAL	15 dias	Ter 24/06/31
225	4.2.67	Instalação de Máquina de Chave e acessórios de acionamento e controle — GAL	45 dias	Sex 08/08/31
226	4.2.68	Instalação da infraestrutura de telecomunicações/DCS (backbone óptico, rádios solo-trem, antenas, sincronismo) — GAL	45 dias	Sex 08/08/31
227	4.2.69	Instalação do CBTC de via (Zone Controllers, intertravamento eletrônico/CBI, controladores de objeto) — GAL	45 dias	Sex 08/08/31
228	4.2.70	Instalação dos dispositivos de detecção (balizas, sensores de posição, detecção secundária) — GAL	45 dias	Sex 08/08/31
229	4.2.71	Adequação das salas técnicas (energia, UPS, aterramento, HVAC, incêndio) — Samambaia (greenfield)	45 dias	Qui 07/09/28
230	4.2.72	Obras civis e infraestrutura de campo (suportes, canaletas, dutos, bases, visadas) — Samambaia (greenfield)	45 dias	Qui 07/09/28
231	4.2.73	Recebimento físico no local dos equipamentos do sistema CBTC — Samambaia (greenfield)	15 dias	Sáb 05/05/29
232	4.2.74	Instalação de Máquina de Chave e acessórios de acionamento e controle — Samambaia (greenfield)	45 dias	Dom 20/05/29



Projeto: CBTC.mpp
Data: Seg 17/08/26

Tarefa	Resumo do projeto	Etapa Inativa	Acúmulo de Resumo Manual	Data limite
Divisão	Tarefas externas	Resumo Inativo	Resumo Manual	Andamento
Etapa	Etapa externa	Tarefa Manual	Somente início	
Resumo	Tarefa Inativa	Somente duração	Somente término	

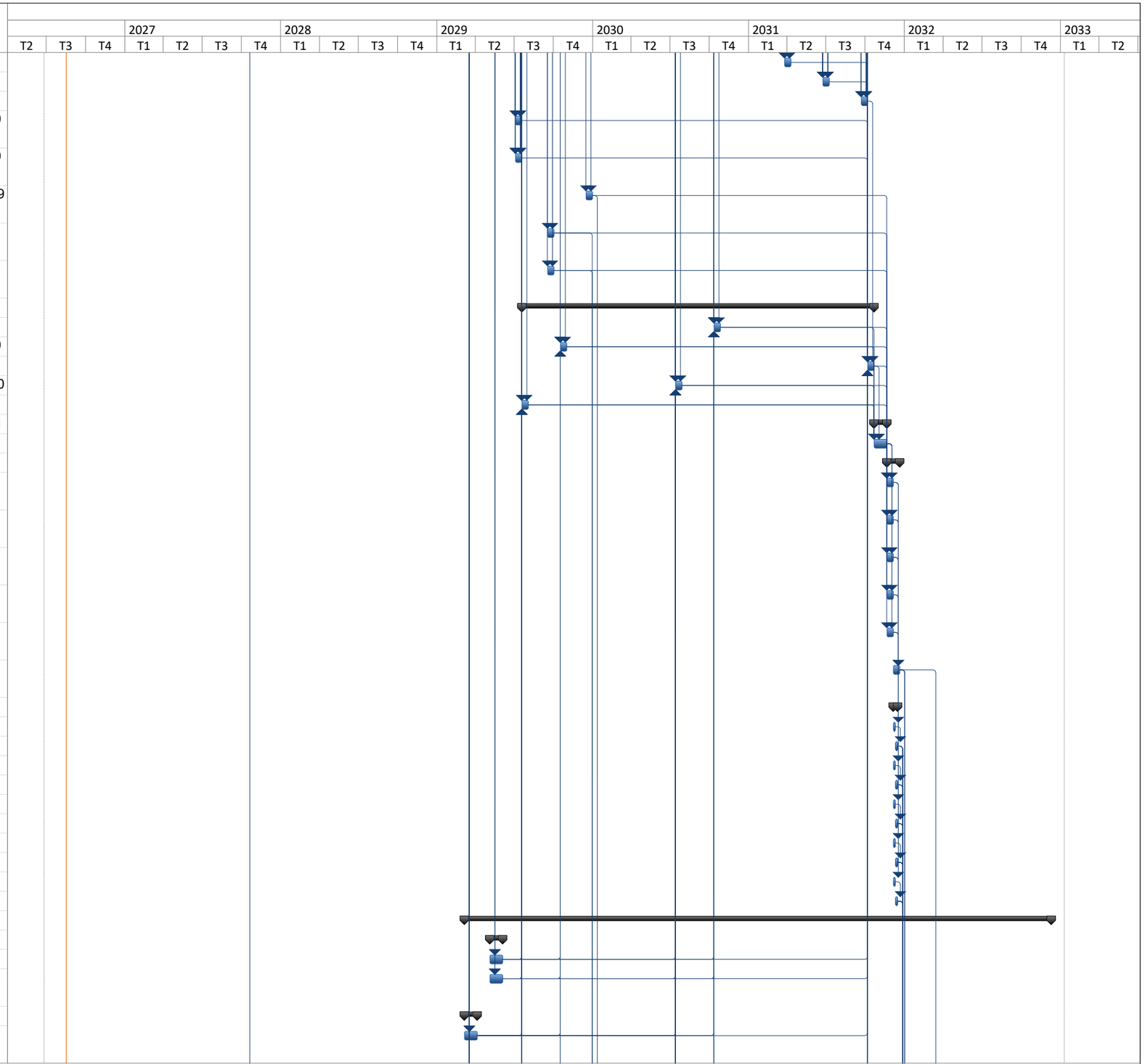
Id	Número da estrutura	Nome da tarefa	Duração	Início
233	4.2.75	Instalação da infraestrutura de telecomunicações/DCS (backbone óptico, rádios solo-trem, antenas, sincronismo) — Samambaia (greenfield)	45 dias	Dom 20/05/29
234	4.2.76	Instalação do CBTC de via (Zone Controllers, intertravamento eletrônico/CBI, controladores de objeto) — Samambaia (greenfield)	45 dias	Dom 20/05/29
235	4.2.77	Instalação dos dispositivos de detecção (balizas, sensores de posição, detecção secundária) — Samambaia (greenfield)	45 dias	Dom 20/05/29
236	4.2.78	Adequação das salas técnicas (energia, UPS, aterramento, HVAC, incêndio) — Ceilândia (greenfield)	45 dias	Qui 07/09/28
237	4.2.79	Obras civis e infraestrutura de campo (suportes, canaletas, dutos, bases, visadas) — Ceilândia (greenfield)	45 dias	Qui 07/09/28
238	4.2.80	Recebimento físico no local dos equipamentos do sistema CBTC — Ceilândia (greenfield)	15 dias	Sáb 05/05/29
239	4.2.81	Instalação de Máquina de Chave e acessórios de acionamento e controle — Ceilândia (greenfield)	45 dias	Dom 20/05/29
240	4.2.82	Instalação da infraestrutura de telecomunicações/DCS (backbone óptico, rádios solo-trem, antenas, sincronismo) — Ceilândia (greenfield)	45 dias	Dom 20/05/29
241	4.2.83	Instalação do CBTC de via (Zone Controllers, intertravamento eletrônico/CBI, controladores de objeto) — Ceilândia (greenfield)	45 dias	Dom 20/05/29
242	4.2.84	Instalação dos dispositivos de detecção (balizas, sensores de posição, detecção secundária) — Ceilândia (greenfield)	45 dias	Dom 20/05/29
243	**4.3**	**Instalação do CBTC Embarcado**	**225 dias**	**Sáb 05/05/29**
244	4.3.1	Instalação do kit embarcado — Cabeça de Série — Série 1000 (protótipo; valida o kit)	15 dias	Sáb 05/05/29
245	4.3.2	Instalação do kit embarcado — Restante — Série 1000 (grupo; medição gradual por trem)	210 dias	Dom 20/05/29
246	4.3.3	Instalação do kit embarcado — Cabeça de Série — Série 2000 (protótipo)	15 dias	Sáb 05/05/29
247	4.3.4	Instalação do kit embarcado — Restante — Série 2000 (grupo; medição gradual por trem)	120 dias	Dom 20/05/29
248	4.3.5	Instalação do kit embarcado em fábrica — Cabeça de Série — Série 3000 (protótipo; valida a instalação)	15 dias	Sáb 05/05/29
249	4.3.6	Instalação do kit embarcado em fábrica — Restante — Série 3000 (grupo; medição gradual por trem)	120 dias	Dom 20/05/29
250	**4.4**	**Apoio**	**60 dias**	**Sáb 05/05/29**
251	4.4.1	Fornecimento de Sobressalentes (lote inicial — via, controle, DCS, embarcado)	60 dias	Sáb 05/05/29
252	4.4.2	Fornecimento de Ferramentas Especiais e Equipamentos de Diagnóstico	60 dias	Sáb 05/05/29
253	**5**	**Testes, Comissionamento e Cutover**	**900 dias**	**Qua 04/07/29**
254	**5.1**	**SAT**	**825 dias**	**Qua 04/07/29**
255	5.1.1	SAT — Comissionamento e Ensaios em Via — PAC	15 dias	Qua 04/07/29
256	5.1.2	SAT — Comissionamento e Ensaios em Via — SAM	15 dias	Ter 02/10/29
257	5.1.3	SAT — Comissionamento e Ensaios em Via — CEI	15 dias	Seg 31/12/29
258	5.1.4	SAT — Comissionamento e Ensaios em Via — CES	15 dias	Dom 31/03/30
259	5.1.5	SAT — Comissionamento e Ensaios em Via — CLA	15 dias	Sáb 29/06/30
260	5.1.6	SAT — Comissionamento e Ensaios em Via — EPQ	15 dias	Sex 27/09/30
261	5.1.7	SAT — Comissionamento e Ensaios em Via — FEI	15 dias	Qui 26/12/30



Projeto: CBTC.mpp
Data: Seg 17/08/26

Tarefa
Divisão
Etapa
Resumo
Resumo do projeto
Tarefas externas
Etapa externa
Tarefa Inativa
Etapa Inativa
Resumo Inativo
Tarefa Manual
Somente duração
Acúmulo de Resumo Manual
Resumo Manual
Somente início
Somente término
Data limite
Andamento

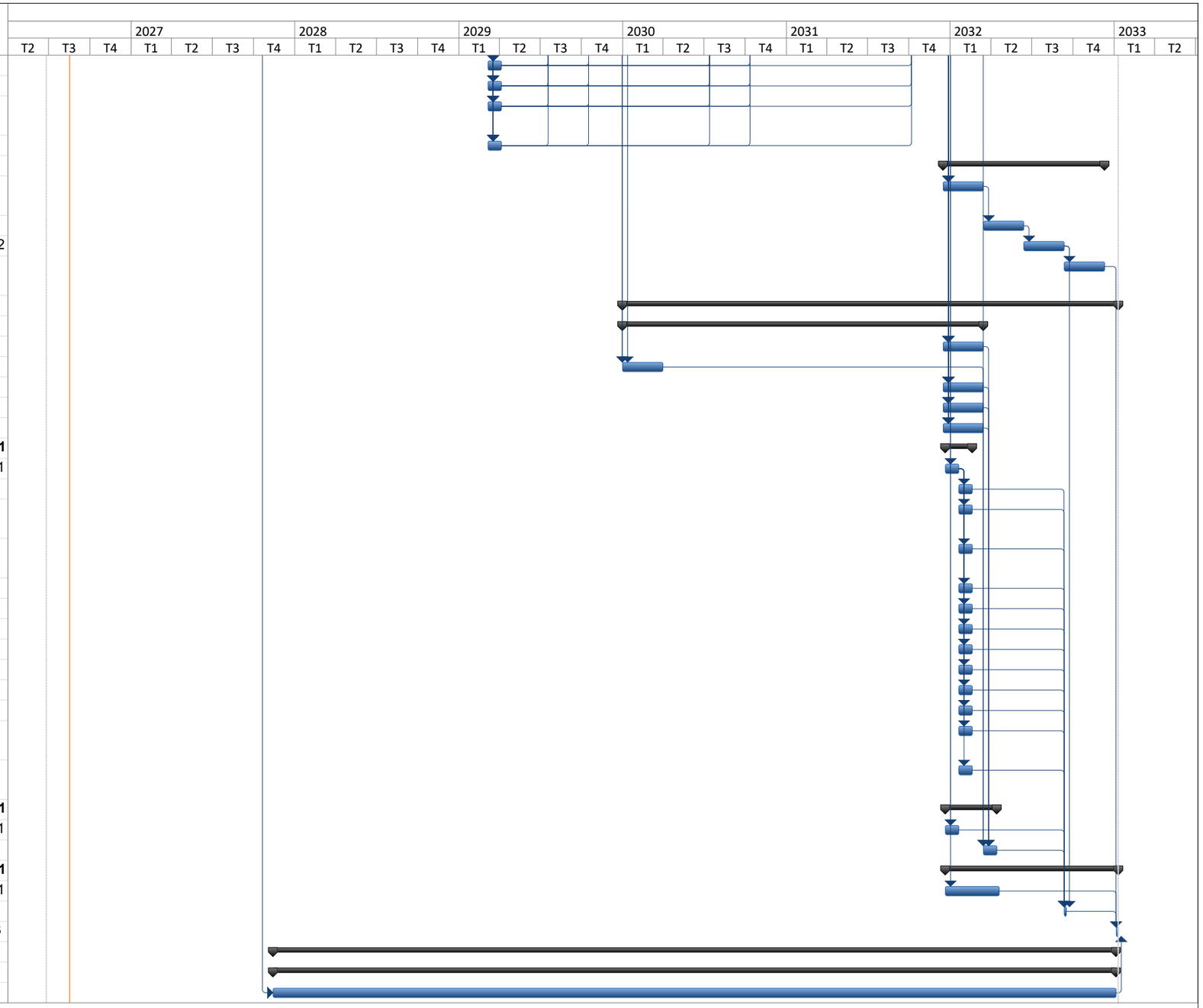
Id	Número da estrutura	Nome da tarefa	Duração	Início
262	5.1.8	SAT — Comissionamento e Ensaios em Via — SHP	15 dias	Qua 26/03/31
263	5.1.9	SAT — Comissionamento e Ensaios em Via — 110	15 dias	Ter 24/06/31
264	5.1.10	SAT — Comissionamento e Ensaios em Via — GAL	15 dias	Seg 22/09/31
265	5.1.11	SAT — Comissionamento e Ensaios em Via — Greenfield Samambaia	15 dias	Qua 04/07/29
266	5.1.12	SAT — Comissionamento e Ensaios em Via — Greenfield Ceilândia	15 dias	Qua 04/07/29
267	5.1.13	SAT — Comissionamento e Ensaios Embarcados — Série 1000	15 dias	Dom 16/12/29
268	5.1.14	SAT — Comissionamento e Ensaios Embarcados — Série 2000	15 dias	Seg 17/09/29
269	5.1.15	SAT — Comissionamento e Ensaios Embarcados — Série 3000	15 dias	Seg 17/09/29
270	**5.2**	**Ghost Run**	**825 dias**	**Qui 19/07/29**
271	5.2.1	Ghost run / modo sombra — ZC Ceilândia	15 dias	Sáb 12/10/30
272	5.2.2	Ghost run / modo sombra — ZC Samambaia	15 dias	Qua 17/10/29
273	5.2.3	Ghost run / modo sombra — ZC Tronco	15 dias	Ter 07/10/31
274	5.2.4	Ghost run / modo sombra — ZC Trecho em Y	15 dias	Dom 14/07/30
275	5.2.5	Ghost run / modo sombra — ZC Pátio	15 dias	Qui 19/07/29
276	**5.3**	**Safety Case**	**30 dias**	**Qua 22/10/31**
277	5.3.1	Safety Case Consolidado + SRAC finais	30 dias	Qua 22/10/31
278	**5.4**	**ISA**	**30 dias**	**Sex 21/11/31**
279	5.4.1	ISA — Avaliação Independente de Segurança — ZC Ceilândia	15 dias	Sex 21/11/31
280	5.4.2	ISA — Avaliação Independente de Segurança — ZC Samambaia	15 dias	Sex 21/11/31
281	5.4.3	ISA — Avaliação Independente de Segurança — ZC Tronco	15 dias	Sex 21/11/31
282	5.4.4	ISA — Avaliação Independente de Segurança — ZC Trecho em Y	15 dias	Sex 21/11/31
283	5.4.5	ISA — Avaliação Independente de Segurança — ZC Pátio	15 dias	Sex 21/11/31
284	5.4.6	ISA — Parecer sobre o Safety Case + Certificado de Segurança para Operação Comercial	15 dias	Sáb 06/12/31
285	**5.5**	**Cutover**	**10 dias**	**Sáb 06/12/31**
286	5.5.1	Comutação do Intertravamento (CI) — ZC Ceilândia	5 dias	Sáb 06/12/31
287	5.5.2	Ativação do CBTC (bloco móvel) — ZC Ceilândia	5 dias	Qui 11/12/31
288	5.5.3	Comutação do Intertravamento (CI) — ZC Samambaia	5 dias	Sáb 06/12/31
289	5.5.4	Ativação do CBTC (bloco móvel) — ZC Samambaia	5 dias	Qui 11/12/31
290	5.5.5	Comutação do Intertravamento (CI) — ZC Tronco	5 dias	Sáb 06/12/31
291	5.5.6	Ativação do CBTC (bloco móvel) — ZC Tronco	5 dias	Qui 11/12/31
292	5.5.7	Comutação do Intertravamento (CI) — ZC Trecho em Y	5 dias	Sáb 06/12/31
293	5.5.8	Ativação do CBTC (bloco móvel) — ZC Trecho em Y	5 dias	Qui 11/12/31
294	5.5.9	Comutação do Intertravamento (CI) — ZC Pátio	5 dias	Sáb 06/12/31
295	5.5.10	Ativação do CBTC (bloco móvel) — ZC Pátio	5 dias	Qui 11/12/31
296	**6**	**Operação Assistida e Aceitação**	**1375 dias**	**Ter 06/03/29**
297	**6.1**	**Manuais e Roteiros**	**30 dias**	**Sáb 05/05/29**
298	6.1.1	Manuais de Operação e Manutenção (O&M)	30 dias	Sáb 05/05/29
299	6.1.2	Roteiros de Manutenção, Obsolescência e LCC (MTBF/MKBF/MTTR)	30 dias	Sáb 05/05/29
300	**6.2**	**Treinamento**	**30 dias**	**Ter 06/03/29**
301	6.2.1	Treinamento — Operação/CCO (operadores, despachantes, regulação)	30 dias	Ter 06/03/29



Projeto: CBTC.mpp
Data: Seg 17/08/26

Tarefa
Divisão
Etapa
Resumo
Resumo do projeto
Tarefas externas
Etapa externa
Tarefa Inativa
Etapa Inativa
Resumo Inativo
Tarefa Manual
Somente duração
Acúmulo de Resumo Manual
Resumo Manual
Somente início
Somente término
Data limite
Andamento

Id	Número da estrutura	Nome da tarefa	Duração	Início
302	6.2.2	Treinamento — Manutenção de Via	30 dias	Ter 06/03/29
303	6.2.3	Treinamento — Manutenção Embarcada	30 dias	Ter 06/03/29
304	6.2.4	Treinamento — Engenharia, Configuração e Cibersegurança	30 dias	Ter 06/03/29
305	6.2.5	Simulador / Centro de Treinamento	30 dias	Ter 06/03/29
306	**6.3**	**Operação Assistida**	**360 dias**	**Ter 16/12/31**
307	6.3.1	Operação Assistida — Marco M3 (3 meses; KPIs em operaçãol)	90 dias	Ter 16/12/31
308	6.3.2	Operação Assistida — Marco M6 (6 meses)	90 dias	Seg 15/03/32
309	6.3.3	Operação Assistida — Marco M9 (9 meses)	90 dias	Dom 13/06/32
310	6.3.4	Operação Assistida — Marco M12 (12 meses; operação experimental / consolidação de KPIs)	90 dias	Sáb 11/09/32
311	**7**	**Descomissionamento, As-Built e Encerramento**	**1105,88 dia**	**Seg 31/12/29**
312	**7.1**	**As-Built**	**805 dias**	**Seg 31/12/29**
313	7.1.1	As-Built — CBTC de Via	90 dias	Ter 16/12/31
314	7.1.2	As-Built — CBTC Embarcado	90 dias	Seg 31/12/29
315	7.1.3	As-Built — DCS	90 dias	Ter 16/12/31
316	7.1.4	As-Built — ATS	90 dias	Ter 16/12/31
317	7.1.5	As-Built — MSS	90 dias	Ter 16/12/31
318	**7.2**	**Descomissionamento**	**60 dias**	**Dom 21/12/31**
319	7.2.1	Plano de Descomissionamento do Legado (por domínio	30 dias	Dom 21/12/31
320	7.2.2	Descomissionamento do legado — Domínio Pátio (PAC	30 dias	Ter 20/01/32
321	7.2.3	Descomissionamento do legado — Domínio Samambaia (SAM)	30 dias	Ter 20/01/32
322	7.2.4	Descomissionamento do legado — Domínio Ceilândia (CEI)	30 dias	Ter 20/01/32
323	7.2.5	Descomissionamento do legado — Domínio CES	30 dias	Ter 20/01/32
324	7.2.6	Descomissionamento do legado — Domínio CLA	30 dias	Ter 20/01/32
325	7.2.7	Descomissionamento do legado — Domínio EPQ	30 dias	Ter 20/01/32
326	7.2.8	Descomissionamento do legado — Domínio FEI	30 dias	Ter 20/01/32
327	7.2.9	Descomissionamento do legado — Domínio SHP	30 dias	Ter 20/01/32
328	7.2.10	Descomissionamento do legado — Domínio 110	30 dias	Ter 20/01/32
329	7.2.11	Descomissionamento do legado — Domínio GAL	30 dias	Ter 20/01/32
330	7.2.12	Descomissionamento de trens — Série 1000 (unidades não modernizadas)	30 dias	Ter 20/01/32
331	7.2.13	Descomissionamento de trens — Série 2000 (unidades não modernizadas)	30 dias	Ter 20/01/32
332	**7.3**	**Documentação**	**115 dias**	**Dom 21/12/31**
333	7.3.1	Dossiê Consolidado de Testes e Aceitação	30 dias	Dom 21/12/31
334	7.3.2	Transferência Final de Documentação e Bases de Dad	30 dias	Seg 15/03/32
335	**7.4**	**Fechamento**	**385,88 dias**	**Dom 21/12/31**
336	7.4.1	Fechamento de Pendências e Não Conformidades	120 dias	Dom 21/12/31
337	7.4.2	Emissão do CRP	5 dias	Sáb 11/09/32
338	7.4.3	Emissão do CRD	5 dias	Qua 05/01/33
339	**8**	**Gestão de Interfaces e Integração de Sistemas**	**1880 dias**	**Sáb 13/11/27**
340	**8.1**	**Gestão de Interfaces e Integração de Sistemas**	**1880 dias**	**Sáb 13/11/27**
341	8.1.1	Gestão de Interfaces e Integração de Sistemas	1880 dias	Sáb 13/11/27



Projeto: CBTC.mpp
Data: Seg 17/08/26

Tarefa
Divisão
Etapa
Resumo
Resumo do projeto
Tarefas externas
Etapa externa
Tarefa Inativa
Etapa Inativa
Resumo Inativo
Tarefa Manual
Somente duração
Acúmulo de Resumo Manual
Resumo Manual
Somente início
Somente término
Data limite
Andamento

Eventograma
Modernização do Sistema de Sinalização e Controle - Metrô-DF

Item	Descrição	Composição do Evento	Percentual em Relação ao Contrato
1	**Planejamento e Gestão Contratual**		
1.1	**Administração Local**		
1.1.1	Administração Local	1.1.1.1 - Administração Local [100%] 2.1.1.1 - Mobilização [100%] 2.1.2.1 - Instalação do Canteiro [100%] 2.1.3.1 - Operação e Manutenção do Canteiro [100%] 2.2.1.1 - Desmobilização e Restauração de Áreas [100%]	9,7270%
1.2	**Gestão e Governança**		
1.2.1	Plano Global de Execução do Contrato	1.2.1.1 - Plano Global de Execução do Contrato [30%]	0,0000%
1.2.2	Plano de Gestão de Configuração e Banco de Requisitos (rastreabilidade)	1.2.1.1 - Plano Global de Execução do Contrato [5%]	0,0000%
1.2.3	Plano de Gestão de Riscos do Contrato	1.2.1.1 - Plano Global de Execução do Contrato [20%]	0,0000%
1.2.4	Plano de Gestão de Interfaces	1.2.1.1 - Plano Global de Execução do Contrato [25%]	0,0000%
1.2.5	Plano de Acesso às Áreas Operacionais e Janelas de Trabalho	1.2.1.1 - Plano Global de Execução do Contrato [5%]	0,0000%
1.2.6	Plano de Segurança Operacional das Intervenções (SSMA)	1.2.1.1 - Plano Global de Execução do Contrato [15%]	0,0000%
1.2.7	ISA — Documentos de início (ISA Plan, Plano de Auditoria, PGQ)	13.3.1.1 - Serviço de Avaliação de Segurança Independente (ISA) [4%]	0,0029%
2	**Levantamentos, Diagnóstico e Estudos**		
2.1	**Levantamentos**		
2.1.1	Topográfico, cadastral e de infraestrutura — Pátio	3.1.1.1 - Levantamento topográfico e cadastral da via [16%]	0,0083%
2.1.2	Topográfico, cadastral e de infraestrutura — Samambaia	3.1.1.1 - Levantamento topográfico e cadastral da via [20%]	0,0104%
2.1.3	Topográfico, cadastral e de infraestrutura — Ceilândia	3.1.1.1 - Levantamento topográfico e cadastral da via [25%]	0,0130%
2.1.4	Topográfico, cadastral e de infraestrutura — Tronco	3.1.1.1 - Levantamento topográfico e cadastral da via [30%]	0,0156%
2.1.5	Auditoria elétrica e térmica das salas técnicas — Pátio	3.1.1.2 - Levantamento da infraestrutura de rede existente [10%] 3.1.1.3 - Levantamento de salas técnicas e espaços disponíveis [10%] 3.1.1.4 - Levantamento de infraestrutura elétrica disponível [10%] 3.1.1.6 - Cadastro de equipamentos do sistema legado [3%]	0,0116%
2.1.6	Auditoria elétrica e térmica das salas técnicas — Samambaia	3.1.1.2 - Levantamento da infraestrutura de rede existente [20%] 3.1.1.3 - Levantamento de salas técnicas e espaços disponíveis [20%] 3.1.1.6 - Cadastro de equipamentos do sistema legado [8%] 3.1.1.4 - Levantamento de infraestrutura elétrica disponível [20%]	0,0242%
2.1.7	Auditoria elétrica e térmica das salas técnicas — Ceilândia	3.1.1.2 - Levantamento da infraestrutura de rede existente [22%] 3.1.1.6 - Cadastro de equipamentos do sistema legado [8.5%] 3.1.1.4 - Levantamento de infraestrutura elétrica disponível [22%] 3.1.1.3 - Levantamento de salas técnicas e espaços disponíveis [22%]	0,0265%
2.1.8	Auditoria elétrica e térmica das salas técnicas — Tronco	3.1.1.2 - Levantamento da infraestrutura de rede existente [25%] 3.1.1.6 - Cadastro de equipamentos do sistema legado [12.5%] 3.1.1.3 - Levantamento de salas técnicas e espaços disponíveis [35%] 3.1.1.4 - Levantamento de infraestrutura elétrica disponível [25%]	0,0339%
2.1.9	Auditoria elétrica e térmica das salas técnicas — CCO	3.1.1.2 - Levantamento da infraestrutura de rede existente [10%] 3.1.1.3 - Levantamento de salas técnicas e espaços disponíveis [10%] 3.1.1.4 - Levantamento de infraestrutura elétrica disponível [10%] 3.1.1.6 - Cadastro de equipamentos do sistema legado [3%]	0,0116%
2.1.10	Campanha de EMC — Pátio	3.1.1.7 - Estudos de Propagação e Compatibilidade Eletromagnética (EMC) [3%]	0,0023%
2.1.11	Campanha de EMC — Samambaia	3.1.1.7 - Estudos de Propagação e Compatibilidade Eletromagnética (EMC) [10.5%]	0,0082%
2.1.12	Campanha de EMC — Ceilândia	3.1.1.7 - Estudos de Propagação e Compatibilidade Eletromagnética (EMC) [12.5%]	0,0097%
2.1.13	Campanha de EMC — Tronco	3.1.1.7 - Estudos de Propagação e Compatibilidade Eletromagnética (EMC) [20%]	0,0156%
2.1.14	Survey de cobertura de rádio e diagnóstico do DCS — Pátio	3.1.1.7 - Estudos de Propagação e Compatibilidade Eletromagnética (EMC) [3%]	0,0023%
2.1.15	Survey de cobertura de rádio e diagnóstico do DCS — Samambaia	3.1.1.7 - Estudos de Propagação e Compatibilidade Eletromagnética (EMC) [12.5%]	0,0097%
2.1.16	Survey de cobertura de rádio e diagnóstico do DCS — Ceilândia	3.1.1.7 - Estudos de Propagação e Compatibilidade Eletromagnética (EMC) [12.5%]	0,0097%
2.1.17	Survey de cobertura de rádio e diagnóstico do DCS — Tronco	3.1.1.7 - Estudos de Propagação e Compatibilidade Eletromagnética (EMC) [20%]	0,0156%
2.1.18	Caminhos de cabos e rede/fibras existentes — Pátio	3.1.1.5 - Levantamento de dutos, eletrocalhas e canaletas [10%]	0,0036%
2.1.19	Caminhos de cabos e rede/fibras existentes — Samambaia	3.1.1.5 - Levantamento de dutos, eletrocalhas e canaletas [22%]	0,0080%
2.1.20	Caminhos de cabos e rede/fibras existentes — Ceilândia	3.1.1.5 - Levantamento de dutos, eletrocalhas e canaletas [25%]	0,0091%
2.1.21	Caminhos de cabos e rede/fibras existentes — Tronco	3.1.1.5 - Levantamento de dutos, eletrocalhas e canaletas [40%]	0,0146%
2.1.22	Levantamento físico da frota — Série 1000 (por trem)	3.1.1.6 - Cadastro de equipamentos do sistema legado [15%]	0,0062%
2.1.23	Levantamento físico da frota — Série 2000 (por trem)	3.1.1.6 - Cadastro de equipamentos do sistema legado [16%]	0,0066%
2.2	**Diagnóstico e Viabilidade**		
2.2.1	Diagnóstico aprofundado do sistema legado	3.1.2.1 - Estudo de requisitos funcionais da Linha 1 [20%] 3.1.2.2 - Estudo de compatibilidade com frotas existentes [16%] 3.1.2.3 - Estudo de degradação e modos de falha [100%]	0,0536%
2.2.2	Estudo de viabilidade de modernização — Frota 1000 (modernização × descomissionamento)	3.1.2.2 - Estudo de compatibilidade com frotas existentes [30%]	0,0125%
2.2.3	Estudo de viabilidade de modernização — Frota 2000	3.1.2.2 - Estudo de compatibilidade com frotas existentes [30%]	0,0125%
2.3	**Simulação**		
2.3.1	Simulação de capacidade e headway da Linha 1	3.2.1.1 - Simulações operacionais consolidadas [25%]	0,0130%
2.3.2	Simulação da junção "Y" de Águas Claras	3.2.1.1 - Simulações operacionais consolidadas [25%]	0,0130%
2.3.3	Simulação de cenários de falha e recuperação	3.2.1.1 - Simulações operacionais consolidadas [25%] 3.2.1.2 - Simulação de estratégias de migração brownfield [20%]	0,0182%
2.3.4	Simulação das fases de migração brownfield	3.2.1.2 - Simulação de estratégias de migração brownfield [80%]	0,0208%
2.3.5	Simulação das fases de migração greenfield	3.2.1.1 - Simulações operacionais consolidadas [25%]	0,0130%
2.4	**Consolidação**		
2.4.1	Consolidação dos levantamentos e estudos (fechamento de grupo)	3.3.1.1 - Estudo de interfaces com frota 1000 [100%] 3.3.1.2 - Estudo de interfaces com frota 2000 [100%] 3.3.1.7 - Estudo de Interfaces para Operação Futura em GoA4 [100%] 3.3.1.6 - Estudo de interface com infraestrutura de telecomunicações existente [100%] 3.3.1.5 - Estudo de interface com sistemas auxiliares operacionais [100%] 3.3.1.3 - Estudo de interfaces com frota 3000 [100%] 3.3.1.4 - Estudo de interface com SCADA de Energia [100%]	0,7559%
3	**Projetos, ICDs, RAMS/Segurança e Software**		
3.1	**Dados de Aplicação**		
3.1.1	Dados de Aplicação/Configuração (track database, tabelas de intertravamento) — Pátio	3.1.2.1 - Estudo de requisitos funcionais da Linha 1 [20%]	0,0104%
3.1.2	Dados de Aplicação/Configuração (track database, tabelas de intertravamento) — Samambaia	3.1.2.1 - Estudo de requisitos funcionais da Linha 1 [20%]	0,0104%
3.1.3	Dados de Aplicação/Configuração (track database, tabelas de intertravamento) — Ceilândia	3.1.2.1 - Estudo de requisitos funcionais da Linha 1 [20%]	0,0104%

3.1.4	Dados de Aplicação/Configuração (track database, tabelas de intertravamento) — Tronco	3.1.2.1 - Estudo de requisitos funcionais da Linha 1 [20%]	0,0104%
3.2	**ICDs**		
3.2.1	ICD Energia de Tração e SCADA (corte rápido, alívio remoto de freios)	3.1.1.4 - Levantamento de infraestrutura elétrica disponível [4%] 3.1.1.6 - Cadastro de equipamentos do sistema legado [4%]	0,0031%
3.2.2	ICD Material Rodante — Frota Série 1000	3.1.2.2 - Estudo de compatibilidade com frotas existentes [8%]	0,0033%
3.2.3	ICD Material Rodante — Frota Série 2000	3.1.2.2 - Estudo de compatibilidade com frotas existentes [8%]	0,0033%
3.2.4	ICD Material Rodante — Frota Série 3000	3.1.2.2 - Estudo de compatibilidade com frotas existentes [8%]	0,0033%
3.2.5	ICD CCO/ATS, Telecomando e SIGOP	3.1.1.2 - Levantamento da infraestrutura de rede existente [4%] 3.1.1.6 - Cadastro de equipamentos do sistema legado [15%]	0,0079%
3.2.6	ICD Segurança de Estação — Portas de Plataforma (PSD)	3.1.1.1 - Levantamento topográfico e cadastral da via [3%] 3.1.1.4 - Levantamento de infraestrutura elétrica disponível [3%]	0,0026%
3.2.7	ICD Segurança de Estação — Ventilação de Emergência (SVE)	3.1.1.4 - Levantamento de infraestrutura elétrica disponível [3%] 3.1.1.6 - Cadastro de equipamentos do sistema legado [3%]	0,0023%
3.2.8	ICD Segurança de Estação — Detecção e Combate a Incêndio (causa×efeito)	3.1.1.6 - Cadastro de equipamentos do sistema legado [3%] 3.1.1.2 - Levantamento da infraestrutura de rede existente [3%]	0,0025%
3.2.9	ICD Sistemas Correlatos (sonorização/SAP, CFTV, bilhetagem)	3.1.1.6 - Cadastro de equipamentos do sistema legado [3%] 3.1.1.2 - Levantamento da infraestrutura de rede existente [3%]	0,0025%
3.2.10	ICD Detecção Secundária e Operação Mista	3.1.1.6 - Cadastro de equipamentos do sistema legado [3%] 3.1.1.7 - Estudos de Propagação e Compatibilidade Eletromagnética (EMC) [3%] 3.1.1.1 - Levantamento topográfico e cadastral da via [3%]	0,0051%
3.2.11	Consolidação dos ICDs (fechamento de grupo; gate projeto→execução)	3.1.1.1 - Levantamento topográfico e cadastral da via [3%] 3.1.1.7 - Estudos de Propagação e Compatibilidade Eletromagnética (EMC) [3%] 3.1.1.6 - Cadastro de equipamentos do sistema legado [3%] 3.1.1.5 - Levantamento de dutos, eletrocalhas e canaletas [3%] 3.1.1.4 - Levantamento de infraestrutura elétrica disponível [3%] 3.1.1.3 - Levantamento de salas técnicas e espaços disponíveis [3%] 3.1.1.2 - Levantamento da infraestrutura de rede existente [3%]	0,0094%
3.3	**Projeto Básico**		
3.3.1	PB — Arquitetura Geral do Sistema (ASA detalhado; coordenador)	4.1.1.1 - Memorial Descritivo de Sinalização [25%] 4.1.1.6 - Projeto Básico da Solução de Comutação Bloco Fixo/Bloco Móvel [25%] 4.1.1.5 - Lista de Materiais e Quantitativos de Sinalização [25%] 4.1.1.4 - Especificações Técnicas de Equipamentos de Sinalização [25%] 4.1.1.3 - Plantas, Diagramas e Layouts de Sinalização [25%] 4.1.1.2 - Memórias de Cálculo de Sinalização [12.5%]	0,5143%
3.3.2	PB — CBTC de Via (ATP/ATO de via, Zone Controllers, intertravamento eletrônico/CBI)	4.1.1.1 - Memorial Descritivo de Sinalização [20%] 4.1.1.3 - Plantas, Diagramas e Layouts de Sinalização [20%] 4.1.1.6 - Projeto Básico da Solução de Comutação Bloco Fixo/Bloco Móvel [20%] 4.1.1.5 - Lista de Materiais e Quantitativos de Sinalização [20%] 4.1.1.4 - Especificações Técnicas de Equipamentos de Sinalização [20%] 4.1.1.2 - Memórias de Cálculo de Sinalização [12.5%]	0,4196%
3.3.3	PB — CBTC Embarcado (VOBC)	4.1.1.1 - Memorial Descritivo de Sinalização [20%] 4.1.1.3 - Plantas, Diagramas e Layouts de Sinalização [20%] 4.1.1.6 - Projeto Básico da Solução de Comutação Bloco Fixo/Bloco Móvel [20%] 4.1.1.5 - Lista de Materiais e Quantitativos de Sinalização [20%] 4.1.1.4 - Especificações Técnicas de Equipamentos de Sinalização [20%] 4.1.1.2 - Memórias de Cálculo de Sinalização [12.5%]	0,4196%
3.3.4	PB — DCS (rede rádio, backbone, sincronismo)	4.2.1.1 - Memorial Descritivo de Infraestrutura e Ativos de Rede [70%] 4.2.1.5 - Lista de Materiais e Quantitativos de Infraestrutura e Ativos de Rede [100%] 4.2.1.4 - Especificações Técnicas de Equipamentos de Rede [100%] 4.2.1.3 - Plantas, Diagramas e Layouts de Infraestrutura e Ativos de Rede [100%] 4.2.1.2 - Memórias de Cálculo de Infraestrutura e Ativos de Rede [100%] 4.3.1.1 - Memorial Descritivo de Obras e Serviços Complementares [100%] 4.3.1.5 - Lista de Materiais e Quantitativos de Obras Complementares [100%] 4.3.1.2 - Memórias de Cálculo de Obras e Serviços Complementares [100%] 4.3.1.3 - Plantas, Diagramas e Detalhamentos de Obras Complementares [100%] 4.3.1.4 - Especificações Técnicas de Obras Complementares [100%] 4.1.1.2 - Memórias de Cálculo de Sinalização [12.5%]	3,5996%
3.3.5	PB — ATS (supervisão, regulação, gestão da junção "Y")	4.1.1.1 - Memorial Descritivo de Sinalização [20%] 4.1.1.6 - Projeto Básico da Solução de Comutação Bloco Fixo/Bloco Móvel [20%] 4.1.1.5 - Lista de Materiais e Quantitativos de Sinalização [20%] 4.1.1.4 - Especificações Técnicas de Equipamentos de Sinalização [20%] 4.1.1.3 - Plantas, Diagramas e Layouts de Sinalização [20%] 4.1.1.2 - Memórias de Cálculo de Sinalização [12.5%]	0,4196%
3.3.6	PB — MSS	4.1.1.1 - Memorial Descritivo de Sinalização [5%] 4.1.1.3 - Plantas, Diagramas e Layouts de Sinalização [5%] 4.1.1.6 - Projeto Básico da Solução de Comutação Bloco Fixo/Bloco Móvel [5%] 4.1.1.5 - Lista de Materiais e Quantitativos de Sinalização [5%] 4.1.1.4 - Especificações Técnicas de Equipamentos de Sinalização [5%] 4.1.1.2 - Memórias de Cálculo de Sinalização [12.5%]	0,1355%
3.3.7	PB — Integração Sistêmica e Detecção Secundária	4.1.1.1 - Memorial Descritivo de Sinalização [5%] 4.1.1.6 - Projeto Básico da Solução de Comutação Bloco Fixo/Bloco Móvel [5%] 4.1.1.3 - Plantas, Diagramas e Layouts de Sinalização [5%] 4.1.1.4 - Especificações Técnicas de Equipamentos de Sinalização [5%] 4.1.1.5 - Lista de Materiais e Quantitativos de Sinalização [5%] 4.1.1.2 - Memórias de Cálculo de Sinalização [12.5%]	0,1355%
3.3.8	Consolidação do Projeto Básico (fechamento de grupo)	4.1.1.1 - Memorial Descritivo de Sinalização [5%] 4.1.1.3 - Plantas, Diagramas e Layouts de Sinalização [5%] 4.1.1.6 - Projeto Básico da Solução de Comutação Bloco Fixo/Bloco Móvel [5%] 4.1.1.5 - Lista de Materiais e Quantitativos de Sinalização [5%] 4.1.1.4 - Especificações Técnicas de Equipamentos de Sinalização [5%] 4.1.1.2 - Memórias de Cálculo de Sinalização [12.5%]	0,1355%
3.4	**Projeto Executivo**		
3.4.1	PE — CBTC de Via	4.4.1.1 - Detalhamento Executivo de Sinalização [20%] 4.4.1.5 - Projeto Executivo da Solução de Comutação Bloco Fixo/Bloco Móvel [20%] 4.4.1.4 - Procedimentos de Instalação e Comissionamento de Sinalização [6%] 4.4.1.3 - Plantas e Diagramas Executivos de Sinalização [20%] 4.4.1.2 - Memórias de Cálculo Executivas de Sinalização [20%]	0,5760%
3.4.2	PE — CBTC Embarcado (kits de modernização, por frota)	4.4.1.1 - Detalhamento Executivo de Sinalização [15%] 4.4.1.5 - Projeto Executivo da Solução de Comutação Bloco Fixo/Bloco Móvel [15%] 4.4.1.2 - Memórias de Cálculo Executivas de Sinalização [15%] 4.4.1.4 - Procedimentos de Instalação e Comissionamento de Sinalização [5%] 4.4.1.3 - Plantas e Diagramas Executivos de Sinalização [15%]	0,4354%
3.4.3	PE — DCS	4.5.1.1 - Detalhamento Executivo de Infraestrutura e Ativos de Rede [100%] 4.5.1.4 - Procedimentos de Instalação e Comissionamento de Infraestrutura e Ativos de Rede [70%] 4.5.1.3 - Plantas e Diagramas Executivos de Infraestrutura e Ativos de Rede [55%] 4.5.1.2 - Memórias de Cálculo Executivas de Infraestrutura e Ativos de Rede [100%]	2,1766%

3.4.4	PE — ATS	4.4.1.1 - Detalhamento Executivo de Sinalização [5%] 4.4.1.5 - Projeto Executivo da Solução de Comutação Bloco Fixo/Bloco Móvel [5%] 4.4.1.3 - Plantas e Diagramas Executivos de Sinalização [5%] 4.4.1.2 - Memórias de Cálculo Executivas de Sinalização [5%] 4.4.1.4 - Procedimentos de Instalação e Comissionamento de Sinalização [3%]	0,1541%
3.4.5	PE — MSS	4.4.1.1 - Detalhamento Executivo de Sinalização [5%] 4.4.1.2 - Memórias de Cálculo Executivas de Sinalização [5%] 4.4.1.5 - Projeto Executivo da Solução de Comutação Bloco Fixo/Bloco Móvel [5%] 4.4.1.4 - Procedimentos de Instalação e Comissionamento de Sinalização [3%] 4.4.1.3 - Plantas e Diagramas Executivos de Sinalização [5%]	0,1541%
3.4.6	PE — Integração e Interfaces	4.4.1.1 - Detalhamento Executivo de Sinalização [3%] 4.4.1.3 - Plantas e Diagramas Executivos de Sinalização [3%] 4.4.1.5 - Projeto Executivo da Solução de Comutação Bloco Fixo/Bloco Móvel [3%] 4.4.1.4 - Procedimentos de Instalação e Comissionamento de Sinalização [2%] 4.4.1.2 - Memórias de Cálculo Executivas de Sinalização [3%]	0,0937%
3.4.7	PE — Instalação — Pátio	4.4.1.1 - Detalhamento Executivo de Sinalização [4%] 4.4.1.5 - Projeto Executivo da Solução de Comutação Bloco Fixo/Bloco Móvel [4%] 4.4.1.4 - Procedimentos de Instalação e Comissionamento de Sinalização [1%] 4.4.1.3 - Plantas e Diagramas Executivos de Sinalização [4%] 4.4.1.2 - Memórias de Cálculo Executivas de Sinalização [4%] 4.6.1.1 - Detalhamento Executivo de Obras Complementares [12%] 4.6.1.4 - Procedimentos de Execução de Obras Complementares [12%] 4.6.1.2 - Memórias de Cálculo Executivas de Obras Complementares [12%] 4.6.1.3 - Plantas e Diagramas Executivos de Obras Complementares [12%]	0,4354%
3.4.8	PE — Instalação — Samambaia	4.4.1.1 - Detalhamento Executivo de Sinalização [9%] 4.6.1.4 - Procedimentos de Execução de Obras Complementares [22%] 4.6.1.3 - Plantas e Diagramas Executivos de Obras Complementares [22%] 4.4.1.2 - Memórias de Cálculo Executivas de Sinalização [9%] 4.6.1.2 - Memórias de Cálculo Executivas de Obras Complementares [22%] 4.4.1.3 - Plantas e Diagramas Executivos de Sinalização [9%] 4.6.1.1 - Detalhamento Executivo de Obras Complementares [22%] 4.4.1.5 - Projeto Executivo da Solução de Comutação Bloco Fixo/Bloco Móvel [9%] 4.4.1.4 - Procedimentos de Instalação e Comissionamento de Sinalização [2%]	0,8439%
3.4.9	PE — Instalação — Ceilândia	4.4.1.1 - Detalhamento Executivo de Sinalização [9%] 4.4.1.2 - Memórias de Cálculo Executivas de Sinalização [9%] 4.6.1.2 - Memórias de Cálculo Executivas de Obras Complementares [22%] 4.6.1.4 - Procedimentos de Execução de Obras Complementares [22%] 4.6.1.3 - Plantas e Diagramas Executivos de Obras Complementares [22%] 4.6.1.1 - Detalhamento Executivo de Obras Complementares [22%] 4.4.1.3 - Plantas e Diagramas Executivos de Sinalização [9%] 4.4.1.5 - Projeto Executivo da Solução de Comutação Bloco Fixo/Bloco Móvel [9%] 4.4.1.4 - Procedimentos de Instalação e Comissionamento de Sinalização [2%]	0,8439%
3.4.10	PE — Instalação — Tronco	4.4.1.1 - Detalhamento Executivo de Sinalização [18%] 4.6.1.3 - Plantas e Diagramas Executivos de Obras Complementares [44%] 4.6.1.4 - Procedimentos de Execução de Obras Complementares [44%] 4.4.1.2 - Memórias de Cálculo Executivas de Sinalização [18%] 4.6.1.2 - Memórias de Cálculo Executivas de Obras Complementares [44%] 4.6.1.1 - Detalhamento Executivo de Obras Complementares [44%] 4.4.1.5 - Projeto Executivo da Solução de Comutação Bloco Fixo/Bloco Móvel [18%] 4.4.1.3 - Plantas e Diagramas Executivos de Sinalização [18%] 4.4.1.4 - Procedimentos de Instalação e Comissionamento de Sinalização [3%]	1,6810%
3.4.11	Consolidação do Projeto Executivo (fechamento de grupo)	4.4.1.1 - Detalhamento Executivo de Sinalização [12%] 4.4.1.4 - Procedimentos de Instalação e Comissionamento de Sinalização [3%] 4.4.1.5 - Projeto Executivo da Solução de Comutação Bloco Fixo/Bloco Móvel [12%] 4.4.1.2 - Memórias de Cálculo Executivas de Sinalização [12%] 4.4.1.3 - Plantas e Diagramas Executivos de Sinalização [12%]	0,3416%
3.5	**Procedimentos de Teste**		
3.5.1	Procedimento de FAT — CBTC de Via: ZC	4.4.1.4 - Procedimentos de Instalação e Comissionamento de Sinalização [3%]	0,0200%
3.5.2	Procedimento de FAT — CBTC de Via: IXL	4.4.1.4 - Procedimentos de Instalação e Comissionamento de Sinalização [3%]	0,0200%
3.5.3	Procedimento de FAT — CBTC de Via: Balizas	4.4.1.4 - Procedimentos de Instalação e Comissionamento de Sinalização [2%]	0,0133%
3.5.4	Procedimento de FAT — CBTC de Via: Controlador de Objetos	4.4.1.4 - Procedimentos de Instalação e Comissionamento de Sinalização [2%]	0,0133%
3.5.5	Procedimento de FAT — Máquina de Chave	4.4.1.4 - Procedimentos de Instalação e Comissionamento de Sinalização [2%]	0,0133%
3.5.6	Procedimento de FAT — CBTC de Via: Demais equipamentos de Via	4.4.1.4 - Procedimentos de Instalação e Comissionamento de Sinalização [2%]	0,0133%
3.5.7	Procedimentos de FAT — CBTC Embarcado	4.4.1.4 - Procedimentos de Instalação e Comissionamento de Sinalização [3%]	0,0200%
3.5.8	Procedimentos de FAT — DCS	4.5.1.4 - Procedimentos de Instalação e Comissionamento de Infraestrutura e Ativos de Rede [15%]	0,1004%
3.5.9	Procedimentos de FAT — ATS	4.4.1.4 - Procedimentos de Instalação e Comissionamento de Sinalização [2%]	0,0133%
3.5.10	Procedimentos de FAT — MSS	4.4.1.4 - Procedimentos de Instalação e Comissionamento de Sinalização [2%]	0,0133%
3.5.11	Procedimentos de SAT — CBTC de Via	4.4.1.4 - Procedimentos de Instalação e Comissionamento de Sinalização [5%]	0,0334%
3.5.12	Procedimentos de SAT — CBTC Embarcado	4.4.1.4 - Procedimentos de Instalação e Comissionamento de Sinalização [4%]	0,0267%
3.5.13	Procedimentos de SAT — DCS	4.5.1.4 - Procedimentos de Instalação e Comissionamento de Infraestrutura e Ativos de Rede [15%]	0,1004%
3.5.14	Procedimentos de SAT — ATS	4.4.1.4 - Procedimentos de Instalação e Comissionamento de Sinalização [3%]	0,0200%
3.5.15	Procedimentos de SAT — MSS	4.4.1.4 - Procedimentos de Instalação e Comissionamento de Sinalização [2%]	0,0133%
3.5.16	Procedimentos de Teste Integrado por Zona — Ceilândia (CEI)	4.4.1.4 - Procedimentos de Instalação e Comissionamento de Sinalização [5%]	0,0334%
3.5.17	Procedimentos de Teste Integrado por Zona — Samambaia (SAM)	4.4.1.4 - Procedimentos de Instalação e Comissionamento de Sinalização [5%]	0,0334%
3.5.18	Procedimentos de Teste Integrado por Zona — Tronco (TRO)	4.4.1.4 - Procedimentos de Instalação e Comissionamento de Sinalização [11%]	0,0736%
3.5.19	Procedimentos de Teste Integrado por Zona — Trecho em Y	4.4.1.4 - Procedimentos de Instalação e Comissionamento de Sinalização [1%]	0,0066%
3.5.20	Procedimentos de Teste Integrado por Zona — Pátio (PAT)	4.4.1.4 - Procedimentos de Instalação e Comissionamento de Sinalização [3%]	0,0200%
3.5.21	Plano de Teste Operacional (convivência frota CBTC × não equipada e sinalização CBTC × legada)	4.4.1.4 - Procedimentos de Instalação e Comissionamento de Sinalização [4%]	0,0267%
3.5.22	Procedimentos de Testes de Segurança (frenagem de emergência, baixa aderência, modos degradados)	4.4.1.4 - Procedimentos de Instalação e Comissionamento de Sinalização [3%]	0,0200%
3.5.23	Procedimentos de Cibersegurança	4.5.1.3 - Plantas e Diagramas Executivos de Infraestrutura e Ativos de Rede [45%] 10.2.3.1 - Testes de Cibersegurança e Resiliência [100%]	0,3423%
3.5.24	Procedimentos de Teste Integrado e T&C — Geral (linha completa)	4.4.1.4 - Procedimentos de Instalação e Comissionamento de Sinalização [3%]	0,0200%
3.6	**RAMS / Segurança e Migração**		
3.6.1	Plano de RAMS/CDMS e Arquitetura de Segurança (EN 50126)	13.1.1.1 - Plano RAMS e de Segurança [70%] 13.1.1.3 - Análises RAMS [40%]	0,0669%
3.6.2	Hazard Log + Análise de Modos Degradados/Fallback + Riscos Exportados	13.1.1.2 - Análise Preliminar de Perigos e Hazard Log [100%]	0,0612%
3.6.3	Análise de Segurança de Software (rastreabilidade, configuração, testes — EN 50716)	13.1.1.3 - Análises RAMS [30%]	0,0330%
3.6.4	Análise de Segurança de Hardware (redundância, taxonomia de falhas, tolerância)	13.1.1.3 - Análises RAMS [30%]	0,0330%
3.6.5	Safety Case Preliminar + SRAC preliminares	13.2.1.1 - Safety Case do Sistema [30%]	0,0269%
3.6.6	Plano Diretor de Cibersegurança OT (segmentação, zonas/conduítes, hardening, patches, resposta a incidentes — IEC 62443)	13.1.1.1 - Plano RAMS e de Segurança [30%] 4.2.1.1 - Memorial Descritivo de Infraestrutura e Ativos de Rede [30%]	0,1077%

3.6.7	Plano de Migração Brownfield (fases, convivência, janelas, rollback, critérios de aceite por fase)	10.1.1.1 - Plano de Migração e Comissionamento Consolidado [70%]	0,0428%
3.7	**Software**		
3.7.1	Especificação de Requisitos de Software (SwRS)	4.7.1.1 - Parametrização do Software Vital [25%] 4.7.1.2 - Base de Dados de Via [25%] 4.7.1.3 - Engenharia de Configuração de Dados Operacionais [25%]	0,1425%
3.7.2	Arquitetura e Projeto de Software	4.7.2.1 - Desenvolvimento e Customização do SCADA de Sinalização [15%] 4.7.2.2 - Desenvolvimento e Customização do MSS [15%] 4.7.2.3 - Desenvolvimento e Customização do Servidor de Suporte [15%] 4.7.2.4 - Desenvolvimento e Customização de Interfaces Homem-Máquina [15%] 4.7.3.1 - Software de Integração com SCADA de Energia [20%] 4.7.3.2 - Software de Integração com Sistemas Auxiliares [20%] 4.7.3.3 - Software de Integração de Suporte [20%] 4.7.3.4 - Software de Integração com Frotas [20%]	0,2659%
3.7.3	Projeto Detalhado e Codificação	4.7.1.1 - Parametrização do Software Vital [55%] 4.7.1.2 - Base de Dados de Via [55%] 4.7.1.3 - Engenharia de Configuração de Dados Operacionais [55%] 4.7.2.1 - Desenvolvimento e Customização do SCADA de Sinalização [45%] 4.7.2.2 - Desenvolvimento e Customização do MSS [45%] 4.7.2.3 - Desenvolvimento e Customização do Servidor de Suporte [45%] 4.7.2.4 - Desenvolvimento e Customização de Interfaces Homem-Máquina [45%]	0,6552%
3.7.4	Verificação e Testes de Módulo	4.7.2.1 - Desenvolvimento e Customização do SCADA de Sinalização [15%] 4.7.2.2 - Desenvolvimento e Customização do MSS [15%] 4.7.2.3 - Desenvolvimento e Customização do Servidor de Suporte [15%] 4.7.2.4 - Desenvolvimento e Customização de Interfaces Homem-Máquina [15%]	0,1139%
3.7.5	Integração de Software	4.7.3.1 - Software de Integração com SCADA de Energia [55%] 4.7.3.2 - Software de Integração com Sistemas Auxiliares [55%] 4.7.3.3 - Software de Integração de Suporte [55%] 4.7.3.4 - Software de Integração com Frotas [55%]	0,4178%
3.7.6	Validação de Software (pré-FAT)	4.7.1.1 - Parametrização do Software Vital [20%] 4.7.1.2 - Base de Dados de Via [20%] 4.7.1.3 - Engenharia de Configuração de Dados Operacionais [20%] 4.7.2.1 - Desenvolvimento e Customização do SCADA de Sinalização [15%] 4.7.2.2 - Desenvolvimento e Customização do MSS [15%] 4.7.2.3 - Desenvolvimento e Customização do Servidor de Suporte [15%] 4.7.2.4 - Desenvolvimento e Customização de Interfaces Homem-Máquina [15%] 4.7.3.1 - Software de Integração com SCADA de Energia [25%] 4.7.3.2 - Software de Integração com Sistemas Auxiliares [25%] 4.7.3.3 - Software de Integração de Suporte [25%] 4.7.3.4 - Software de Integração com Frotas [25%]	0,4178%
3.7.7	Gestão de Licenças, Custódia (escrow) e Continuidade de Software	4.7.2.1 - Desenvolvimento e Customização do SCADA de Sinalização [10%] 4.7.2.2 - Desenvolvimento e Customização do MSS [10%] 4.7.2.3 - Desenvolvimento e Customização do Servidor de Suporte [10%] 4.7.2.4 - Desenvolvimento e Customização de Interfaces Homem-Máquina [10%]	0,0759%
3.8	**ISA**		
3.8.1	ISA — Avaliação do Plano de RAMS e Arquitetura de Segurança	13.3.1.1 - Serviço de Avaliação de Segurança Independente (ISA) [5.5%]	0,0040%
3.8.2	ISA — Avaliação da Gestão de Riscos (Hazard Log, degradação, fallback, interfaces)	13.3.1.1 - Serviço de Avaliação de Segurança Independente (ISA) [6.5%]	0,0047%
3.8.3	ISA — Avaliação Intermediária de Software	13.3.1.1 - Serviço de Avaliação de Segurança Independente (ISA) [7.5%]	0,0055%
3.8.4	ISA — Avaliação Intermediária de Hardware e Cibersegurança	13.3.1.1 - Serviço de Avaliação de Segurança Independente (ISA) [6.5%]	0,0047%
3.8.5	ISA — Parecer sobre o Safety Case Preliminar e SRAC (prontidão para os testes de campo)	13.3.1.1 - Serviço de Avaliação de Segurança Independente (ISA) [8.5%]	0,0062%
4	**Fornecimento, Fabricação e Instalação**		
4.1	**Fabricação e FAT**		
4.1.1	Fabricação — CBTC de Via: ZC	6.1.1.1 - Zone Controllers [60%]	0,6081%
4.1.2	Fabricação — CBTC de Via: IXL	6.1.1.2 - Sistema de Intertravamento Eletrônico [60%]	0,6081%
4.1.3	Fabricação — CBTC de Via: Balizas	6.1.3.1 - Balizas e Transponders [60%]	0,5405%
4.1.4	Fabricação — CBTC de Via: Controlador de Objetos	6.1.1.4 - Componentes e Acessórios de Controle e Intertravamento [60%]	0,6081%
4.1.5	Fabricação — Máquina de Chave	6.1.3.5 - Fornecimento de Máquina de Chave e acessórios de acionamento e controle (retrofit e expansão) [60%]	3,3780%
4.1.6	Fabricação — CBTC de Via: Demais equipamentos de Via	6.1.3.4 - Componentes e Acessórios de Via [60%]	0,5405%
4.1.7	Fabricação dos kits embarcados — Série 1000	8.1.1.1 - Kits Embarcados Frota 1000 [70%] 8.1.1.4 - Componentes e Acessórios Embarcados [43%]	5,0650%
4.1.8	Fabricação dos kits embarcados — Série 2000	8.1.1.2 - Kits Embarcados Frota 2000 [75%] 8.1.1.4 - Componentes e Acessórios Embarcados [26%]	3,2294%
4.1.9	Provisão/integração embarcada de fábrica — Série 3000	8.1.1.3 - Kits Embarcados Frota 3000 [66.67%] 8.1.1.4 - Componentes e Acessórios Embarcados [31%]	3,6226%
4.1.10	FAT — CBTC de Via: ZC	6.2.2.1 - Testes em Fábrica (FAT) [12.5%]	0,2425%
4.1.11	FAT — CBTC de Via: IXL	6.2.2.1 - Testes em Fábrica (FAT) [12.5%]	0,2425%
4.1.12	FAT — CBTC de Via: Balizas	6.2.2.1 - Testes em Fábrica (FAT) [12.5%]	0,2425%
4.1.13	FAT — CBTC de Via: Controlador de Objetos	6.2.2.1 - Testes em Fábrica (FAT) [12.5%]	0,2425%
4.1.14	FAT — Máquina de Chave	6.2.2.1 - Testes em Fábrica (FAT) [12.5%]	0,2425%
4.1.15	FAT — CBTC de Via: Demais equipamentos de Via	6.2.2.1 - Testes em Fábrica (FAT) [12.5%]	0,2425%
4.1.16	FAT — DCS	7.2.2.1 - Testes de Aceitação e Desempenho da Rede [30%] 7.2.2.2 - Documentação de Testes e Comissionamento de Rede [100%]	1,3024%
4.1.17	FAT — ATS	6.2.2.1 - Testes em Fábrica (FAT) [12.5%]	0,2425%
4.1.18	FAT — MSS	6.2.2.1 - Testes em Fábrica (FAT) [12.5%]	0,2425%
4.1.19	FAT de bordo — Série 1000	8.1.1.1 - Kits Embarcados Frota 1000 [30%]	1,8707%
4.1.20	FAT de bordo — Série 2000	8.1.1.2 - Kits Embarcados Frota 2000 [25%]	0,9354%
4.1.21	FAT de bordo — Série 3000	8.1.1.3 - Kits Embarcados Frota 3000 [33.33%]	1,5589%
4.2	**Instalação de Campo**		
4.2.1	Adequação das salas técnicas (energia, UPS, aterramento, HVAC, incêndio) — PAC	9.1.1.1 - Adequação de Salas Técnicas [16%] 9.2.1.1 - Ampliação de Sistema de Alimentação Elétrica [16%] 9.2.1.2 - Sistemas de Energia Ininterrupta [16%] 9.2.1.3 - Aterramento e Proteção Elétrica [16%] 9.3.1.1 - Sistemas de Climatização Dedicada [16%] 9.3.1.2 - Sistemas de Detecção e Combate a Incêndio [16%]	0,3681%
4.2.2	Obras civis e infraestrutura de campo (suportes, canaletas, dutos, bases, visadas) — PAC	9.1.2.1 - Execução de Banco de Dutos e Canaletas Civis para o CBTC [16%] 9.4.1.1 - Tratamento de Interferências com a Estrutura Civil e Sistemas Existentes (inclui demolição e recomposição) [20%]	0,0324%

4.2.3	Recebimento físico no local dos equipamentos do sistema CBTC — PAC	7.1.1.1 - Cabos de Fibra Óptica [8.37%] 7.1.1.2 - Cabos de Sinalização [8.37%] 7.1.1.3 - Dutos, Eletrocalhas e Leitos para Cabos [8.37%] 7.1.2.1 - Ativos de Rede [8.37%] 6.1.1.1 - Zone Controllers [3.37%] 6.1.1.2 - Sistema de Intertravamento Eletrônico [3.37%] 6.1.1.4 - Componentes e Acessórios de Controle e Intertravamento [3.37%] 6.1.3.1 - Balizas e Transponders [3.37%] 6.1.3.2 - Sistema Secundário de Detecção de Trens [8.37%] 6.1.3.3 - Fornecimento de Sinaleiros (nova arquitetura) [8.37%] 6.1.3.4 - Componentes e Acessórios de Via [3.37%] 6.1.4.1 - Rádios e Equipamentos de Comunicação Trem-Terra [8.37%] 6.1.4.2 - Antenas e Sistema de Cobertura [8.37%] 6.1.4.3 - Sincronismo e Equipamentos de Borda da Rede CBTC [8.37%] 6.1.4.4 - Componentes e Acessórios de Comunicação Trem-Terra [8.37%] 6.1.2.1 - Servidores e Estações de Trabalho do ATS/MSS [100%] 6.1.2.2 - Equipamentos de Visualização e Periféricos do CCO [100%] 6.1.1.5 - Solução de Comutação Bloco Fixo/Bloco Móvel (Via) [100%] 6.1.3.5 - Fornecimento de Máquina de Chave e acessórios de acionamento e controle (retrofit e expansão) [7.6%] 6.1.1.3 - Servidores e Estações de Trabalho de Controle [100%]	5,3514%
4.2.4	Instalação de Máquina de Chave e acessórios de acionamento e controle — PAC	6.2.1.5 - Instalação de Máquina de Chave e acessórios de acionamento e controle (retrofit e expansão) [25%]	0,5052%
4.2.5	Instalação da infraestrutura de telecomunicações/DCS (backbone óptico, rádios solo-trem, antenas, sincronismo) — PAC	7.2.1.1 - Lançamento e Instalação de Cabos [8.37%] 7.2.1.2 - Instalação de Infraestrutura Passiva [8.37%] 7.2.1.3 - Montagem e Configuração de Ativos de Rede [8.37%] 7.2.1.4 - Certificação de Cabeamento e Conectorização [8.37%] 6.2.1.3 - Instalação de Equipamentos de Comunicação Trem-Terra [8.37%]	0,3589%
4.2.6	Instalação do CBTC de via (Zone Controllers, intertravamento eletrônico/CBI, controladores de objeto) — PAC	6.2.1.1 - Montagem de Equipamentos em Salas Técnicas [8.37%] 6.2.1.4 - Configuração e Energização Inicial [8.37%] 6.2.1.6 - Montagem de Sinaleiros (nova arquitetura) [8.37%]	0,1774%
4.2.7	Instalação dos dispositivos de detecção (balizas, sensores de posição, detecção secundária) — PAC	6.2.1.2 - Instalação de Equipamentos de Via [8.37%]	0,1197%
4.2.8	Adequação das salas técnicas (energia, UPS, aterramento, HVAC, incêndio) — SAM	9.1.1.1 - Adequação de Salas Técnicas [10%] 9.2.1.1 - Ampliação de Sistema de Alimentação Elétrica [10%] 9.2.1.2 - Sistemas de Energia Ininterrupta [10%] 9.2.1.3 - Aterramento e Proteção Elétrica [10%] 9.3.1.1 - Sistemas de Climatização Dedicada [10%] 9.3.1.2 - Sistemas de Detecção e Combate a Incêndio [10%]	0,2301%
4.2.9	Obras civis e infraestrutura de campo (suportes, canaletas, dutos, bases, visadas) — SAM	9.1.2.1 - Execução de Banco de Dutos e Canaletas Civis para o CBTC [10%] 9.4.1.1 - Tratamento de Interferências com a Estrutura Civil e Sistemas Existentes (inclui demolição e recomposição) [12%]	0,0195%
4.2.10	Recebimento físico no local dos equipamentos do sistema CBTC — SAM	7.1.1.1 - Cabos de Fibra Óptica [8.33%] 7.1.1.2 - Cabos de Sinalização [8.33%] 7.1.1.3 - Dutos, Eletrocalhas e Leitos para Cabos [8.33%] 7.1.2.1 - Ativos de Rede [8.33%] 6.1.1.1 - Zone Controllers [3.33%] 6.1.1.2 - Sistema de Intertravamento Eletrônico [3.33%] 6.1.1.4 - Componentes e Acessórios de Controle e Intertravamento [3.33%] 6.1.3.1 - Balizas e Transponders [3.33%] 6.1.3.2 - Sistema Secundário de Detecção de Trens [8.33%] 6.1.3.3 - Fornecimento de Sinaleiros (nova arquitetura) [8.33%] 6.1.3.4 - Componentes e Acessórios de Via [3.33%] 6.1.4.1 - Rádios e Equipamentos de Comunicação Trem-Terra [8.33%] 6.1.4.2 - Antenas e Sistema de Cobertura [8.33%] 6.1.4.3 - Sincronismo e Equipamentos de Borda da Rede CBTC [8.33%] 6.1.4.4 - Componentes e Acessórios de Comunicação Trem-Terra [8.33%] 6.1.3.5 - Fornecimento de Máquina de Chave e acessórios de acionamento e controle (retrofit e expansão) [3.6%]	1,2915%
4.2.11	Instalação de Máquina de Chave e acessórios de acionamento e controle — SAM	6.2.1.5 - Instalação de Máquina de Chave e acessórios de acionamento e controle (retrofit e expansão) [11.61%]	0,2346%
4.2.12	Instalação da infraestrutura de telecomunicações/DCS (backbone óptico, rádios solo-trem, antenas, sincronismo) — SAM	7.2.1.1 - Lançamento e Instalação de Cabos [8.33%] 7.2.1.2 - Instalação de Infraestrutura Passiva [8.33%] 7.2.1.3 - Montagem e Configuração de Ativos de Rede [8.33%] 7.2.1.4 - Certificação de Cabeamento e Conectorização [8.33%] 6.2.1.3 - Instalação de Equipamentos de Comunicação Trem-Terra [8.33%]	0,3572%
4.2.13	Instalação do CBTC de via (Zone Controllers, intertravamento eletrônico/CBI, controladores de objeto) — SAM	6.2.1.1 - Montagem de Equipamentos em Salas Técnicas [8.33%] 6.2.1.4 - Configuração e Energização Inicial [8.33%] 6.2.1.6 - Montagem de Sinaleiros (nova arquitetura) [8.33%]	0,1766%
4.2.14	Instalação dos dispositivos de detecção (balizas, sensores de posição, detecção secundária) — SAM	6.2.1.2 - Instalação de Equipamentos de Via [8.33%]	0,1191%
4.2.15	Adequação das salas técnicas (energia, UPS, aterramento, HVAC, incêndio) — CEI	9.1.1.1 - Adequação de Salas Técnicas [10%] 9.2.1.1 - Ampliação de Sistema de Alimentação Elétrica [10%] 9.2.1.2 - Sistemas de Energia Ininterrupta [10%] 9.2.1.3 - Aterramento e Proteção Elétrica [10%] 9.3.1.1 - Sistemas de Climatização Dedicada [10%] 9.3.1.2 - Sistemas de Detecção e Combate a Incêndio [10%]	0,2301%
4.2.16	Obras civis e infraestrutura de campo (suportes, canaletas, dutos, bases, visadas) — CEI	9.1.2.1 - Execução de Banco de Dutos e Canaletas Civis para o CBTC [10%] 9.4.1.1 - Tratamento de Interferências com a Estrutura Civil e Sistemas Existentes (inclui demolição e recomposição) [12%]	0,0195%
4.2.17	Recebimento físico no local dos equipamentos do sistema CBTC — CEI	7.1.1.1 - Cabos de Fibra Óptica [8.33%] 7.1.1.2 - Cabos de Sinalização [8.33%] 7.1.1.3 - Dutos, Eletrocalhas e Leitos para Cabos [8.33%] 7.1.2.1 - Ativos de Rede [8.33%] 6.1.1.1 - Zone Controllers [3.33%] 6.1.1.2 - Sistema de Intertravamento Eletrônico [3.33%] 6.1.1.4 - Componentes e Acessórios de Controle e Intertravamento [3.33%] 6.1.3.1 - Balizas e Transponders [3.33%] 6.1.3.2 - Sistema Secundário de Detecção de Trens [8.33%] 6.1.3.3 - Fornecimento de Sinaleiros (nova arquitetura) [8.33%] 6.1.3.4 - Componentes e Acessórios de Via [3.33%] 6.1.4.1 - Rádios e Equipamentos de Comunicação Trem-Terra [8.33%] 6.1.4.2 - Antenas e Sistema de Cobertura [8.33%] 6.1.4.3 - Sincronismo e Equipamentos de Borda da Rede CBTC [8.33%] 6.1.4.4 - Componentes e Acessórios de Comunicação Trem-Terra [8.33%] 6.1.3.5 - Fornecimento de Máquina de Chave e acessórios de acionamento e controle (retrofit e expansão) [3.6%]	1,2915%
4.2.18	Instalação de Máquina de Chave e acessórios de acionamento e controle — CEI	6.2.1.5 - Instalação de Máquina de Chave e acessórios de acionamento e controle (retrofit e expansão) [5.36%]	0,1082%

4.2.19	Instalação da infraestrutura de telecomunicações/DCS (backbone óptico, rádios solo-trem, antenas, sincronismo) — CEI	7.2.1.1 - Lançamento e Instalação de Cabos [8.33%] 7.2.1.2 - Instalação de Infraestrutura Passiva [8.33%] 7.2.1.3 - Montagem e Configuração de Ativos de Rede [8.33%] 7.2.1.4 - Certificação de Cabeamento e Conectorização [8.33%] 6.2.1.3 - Instalação de Equipamentos de Comunicação Trem-Terra [8.33%]	0,3572%
4.2.20	Instalação do CBTC de via (Zone Controllers, intertravamento eletrônico/CBI, controladores de objeto) — CEI	6.2.1.1 - Montagem de Equipamentos em Salas Técnicas [8.33%] 6.2.1.4 - Configuração e Energização Inicial [8.33%] 6.2.1.6 - Montagem de Sinaleiros (nova arquitetura) [8.33%]	0,1766%
4.2.21	Instalação dos dispositivos de detecção (balizas, sensores de posição, detecção secundária) — CEI	6.2.1.2 - Instalação de Equipamentos de Via [8.33%]	0,1191%
4.2.22	Adequação das salas técnicas (energia, UPS, aterramento, HVAC, incêndio) — CES	9.1.1.1 - Adequação de Salas Técnicas [7%] 9.2.1.1 - Ampliação de Sistema de Alimentação Elétrica [7%] 9.2.1.2 - Sistemas de Energia Ininterrupta [7%] 9.2.1.3 - Aterramento e Proteção Elétrica [7%] 9.3.1.1 - Sistemas de Climatização Dedicada [7%] 9.3.1.2 - Sistemas de Detecção e Combate a Incêndio [7%]	0,1611%
4.2.23	Obras civis e infraestrutura de campo (suportes, canaletas, dutos, bases, visadas) — CES	9.1.2.1 - Execução de Banco de Dutos e Canaletas Civis para o CBTC [7%] 9.4.1.1 - Tratamento de Interferências com a Estrutura Civil e Sistemas Existentes (inclui demolição e recomposição) [8%]	0,0130%
4.2.24	Recebimento físico no local dos equipamentos do sistema CBTC — CES	7.1.1.1 - Cabos de Fibra Óptica [8.33%] 7.1.1.2 - Cabos de Sinalização [8.33%] 7.1.1.3 - Dutos, Eletrocalhas e Leitos para Cabos [8.33%] 7.1.2.1 - Ativos de Rede [8.33%] 6.1.1.1 - Zone Controllers [3.33%] 6.1.1.2 - Sistema de Intertravamento Eletrônico [3.33%] 6.1.1.4 - Componentes e Acessórios de Controle e Intertravamento [3.33%] 6.1.3.1 - Balizas e Transponders [3.33%] 6.1.3.2 - Sistema Secundário de Detecção de Trens [8.33%] 6.1.3.3 - Fornecimento de Sinaleiros (nova arquitetura) [8.33%] 6.1.3.4 - Componentes e Acessórios de Via [3.33%] 6.1.4.1 - Rádios e Equipamentos de Comunicação Trem-Terra [8.33%] 6.1.4.2 - Antenas e Sistema de Cobertura [8.33%] 6.1.4.3 - Sincronismo e Equipamentos de Borda da Rede CBTC [8.33%] 6.1.4.4 - Componentes e Acessórios de Comunicação Trem-Terra [8.33%] 6.1.3.5 - Fornecimento de Máquina de Chave e acessórios de acionamento e controle (retrofit e expansão) [3.2%]	1,2690%
4.2.25	Instalação de Máquina de Chave e acessórios de acionamento e controle — CES	6.2.1.5 - Instalação de Máquina de Chave e acessórios de acionamento e controle (retrofit e expansão) [5.36%]	0,1082%
4.2.26	Instalação da infraestrutura de telecomunicações/DCS (backbone óptico, rádios solo-trem, antenas, sincronismo) — CES	7.2.1.1 - Lançamento e Instalação de Cabos [8.33%] 7.2.1.2 - Instalação de Infraestrutura Passiva [8.33%] 7.2.1.3 - Montagem e Configuração de Ativos de Rede [8.33%] 7.2.1.4 - Certificação de Cabeamento e Conectorização [8.33%] 6.2.1.3 - Instalação de Equipamentos de Comunicação Trem-Terra [8.33%]	0,3572%
4.2.27	Instalação do CBTC de via (Zone Controllers, intertravamento eletrônico/CBI, controladores de objeto) — CES	6.2.1.1 - Montagem de Equipamentos em Salas Técnicas [8.33%] 6.2.1.4 - Configuração e Energização Inicial [8.33%] 6.2.1.6 - Montagem de Sinaleiros (nova arquitetura) [8.33%]	0,1766%
4.2.28	Instalação dos dispositivos de detecção (balizas, sensores de posição, detecção secundária) — CES	6.2.1.2 - Instalação de Equipamentos de Via [8.33%]	0,1191%
4.2.29	Adequação das salas técnicas (energia, UPS, aterramento, HVAC, incêndio) — CLA	9.1.1.1 - Adequação de Salas Técnicas [7%] 9.2.1.1 - Ampliação de Sistema de Alimentação Elétrica [7%] 9.2.1.2 - Sistemas de Energia Ininterrupta [7%] 9.2.1.3 - Aterramento e Proteção Elétrica [7%] 9.3.1.1 - Sistemas de Climatização Dedicada [7%] 9.3.1.2 - Sistemas de Detecção e Combate a Incêndio [7%]	0,1611%
4.2.30	Obras civis e infraestrutura de campo (suportes, canaletas, dutos, bases, visadas) — CLA	9.1.2.1 - Execução de Banco de Dutos e Canaletas Civis para o CBTC [7%] 9.4.1.1 - Tratamento de Interferências com a Estrutura Civil e Sistemas Existentes (inclui demolição e recomposição) [8%]	0,0130%
4.2.31	Recebimento físico no local dos equipamentos do sistema CBTC — CLA	7.1.1.1 - Cabos de Fibra Óptica [8.33%] 7.1.1.2 - Cabos de Sinalização [8.33%] 7.1.1.3 - Dutos, Eletrocalhas e Leitos para Cabos [8.33%] 7.1.2.1 - Ativos de Rede [8.33%] 6.1.1.1 - Zone Controllers [3.33%] 6.1.1.2 - Sistema de Intertravamento Eletrônico [3.33%] 6.1.1.4 - Componentes e Acessórios de Controle e Intertravamento [3.33%] 6.1.3.1 - Balizas e Transponders [3.33%] 6.1.3.2 - Sistema Secundário de Detecção de Trens [8.33%] 6.1.3.3 - Fornecimento de Sinaleiros (nova arquitetura) [8.33%] 6.1.3.4 - Componentes e Acessórios de Via [3.33%] 6.1.4.1 - Rádios e Equipamentos de Comunicação Trem-Terra [8.33%] 6.1.4.2 - Antenas e Sistema de Cobertura [8.33%] 6.1.4.3 - Sincronismo e Equipamentos de Borda da Rede CBTC [8.33%] 6.1.4.4 - Componentes e Acessórios de Comunicação Trem-Terra [8.33%] 6.1.3.5 - Fornecimento de Máquina de Chave e acessórios de acionamento e controle (retrofit e expansão) [6.4%]	1,4491%
4.2.32	Instalação de Máquina de Chave e acessórios de acionamento e controle — CLA	6.2.1.5 - Instalação de Máquina de Chave e acessórios de acionamento e controle (retrofit e expansão) [12.5%]	0,2526%
4.2.33	Instalação da infraestrutura de telecomunicações/DCS (backbone óptico, rádios solo-trem, antenas, sincronismo) — CLA	7.2.1.1 - Lançamento e Instalação de Cabos [8.33%] 7.2.1.2 - Instalação de Infraestrutura Passiva [8.33%] 7.2.1.3 - Montagem e Configuração de Ativos de Rede [8.33%] 7.2.1.4 - Certificação de Cabeamento e Conectorização [8.33%] 6.2.1.3 - Instalação de Equipamentos de Comunicação Trem-Terra [8.33%]	0,3572%
4.2.34	Instalação do CBTC de via (Zone Controllers, intertravamento eletrônico/CBI, controladores de objeto) — CLA	6.2.1.1 - Montagem de Equipamentos em Salas Técnicas [8.33%] 6.2.1.4 - Configuração e Energização Inicial [8.33%] 6.2.1.6 - Montagem de Sinaleiros (nova arquitetura) [8.33%]	0,1766%
4.2.35	Instalação dos dispositivos de detecção (balizas, sensores de posição, detecção secundária) — CLA	6.2.1.2 - Instalação de Equipamentos de Via [8.33%]	0,1191%
4.2.36	Adequação das salas técnicas (energia, UPS, aterramento, HVAC, incêndio) — EPQ	9.1.1.1 - Adequação de Salas Técnicas [7%] 9.2.1.1 - Ampliação de Sistema de Alimentação Elétrica [7%] 9.2.1.2 - Sistemas de Energia Ininterrupta [7%] 9.2.1.3 - Aterramento e Proteção Elétrica [7%] 9.3.1.1 - Sistemas de Climatização Dedicada [7%] 9.3.1.2 - Sistemas de Detecção e Combate a Incêndio [7%]	0,1611%
4.2.37	Obras civis e infraestrutura de campo (suportes, canaletas, dutos, bases, visadas) — EPQ	9.1.2.1 - Execução de Banco de Dutos e Canaletas Civis para o CBTC [7%] 9.4.1.1 - Tratamento de Interferências com a Estrutura Civil e Sistemas Existentes (inclui demolição e recomposição) [8%]	0,0130%

4.2.38	Recebimento físico no local dos equipamentos do sistema CBTC — EPQ	7.1.1.1 - Cabos de Fibra Óptica [8.33%] 7.1.1.2 - Cabos de Sinalização [8.33%] 7.1.1.3 - Dutos, Eletrocalhas e Leitos para Cabos [8.33%] 7.1.2.1 - Ativos de Rede [8.33%] 6.1.1.1 - Zone Controllers [3.33%] 6.1.1.2 - Sistema de Intertravamento Eletrônico [3.33%] 6.1.1.4 - Componentes e Acessórios de Controle e Intertravamento [3.33%] 6.1.3.1 - Balizas e Transponders [3.33%] 6.1.3.2 - Sistema Secundário de Detecção de Trens [8.33%] 6.1.3.3 - Fornecimento de Sinaleiros (nova arquitetura) [8.33%] 6.1.3.4 - Componentes e Acessórios de Via [3.33%] 6.1.4.1 - Rádios e Equipamentos de Comunicação Trem-Terra [8.33%] 6.1.4.2 - Antenas e Sistema de Cobertura [8.33%] 6.1.4.3 - Sincronismo e Equipamentos de Borda da Rede CBTC [8.33%] 6.1.4.4 - Componentes e Acessórios de Comunicação Trem-Terra [8.33%] 6.1.3.5 - Fornecimento de Máquina de Chave e acessórios de acionamento e controle (retrofit e expansão) [1.2%]	1,1564%
4.2.39	Instalação de Máquina de Chave e acessórios de acionamento e controle — EPQ	6.2.1.5 - Instalação de Máquina de Chave e acessórios de acionamento e controle (retrofit e expansão) [5.36%]	0,1082%
4.2.40	Instalação da infraestrutura de telecomunicações/DCS (backbone óptico, rádios solo-trem, antenas, sincronismo) — EPQ	7.2.1.1 - Lançamento e Instalação de Cabos [8.33%] 7.2.1.2 - Instalação de Infraestrutura Passiva [8.33%] 7.2.1.3 - Montagem e Configuração de Ativos de Rede [8.33%] 7.2.1.4 - Certificação de Cabeamento e Conectorização [8.33%] 6.2.1.3 - Instalação de Equipamentos de Comunicação Trem-Terra [8.33%]	0,3572%
4.2.41	Instalação do CBTC de via (Zone Controllers, intertravamento eletrônico/CBI, controladores de objeto) — EPQ	6.2.1.1 - Montagem de Equipamentos em Salas Técnicas [8.33%] 6.2.1.4 - Configuração e Energização Inicial [8.33%] 6.2.1.6 - Montagem de Sinaleiros (nova arquitetura) [8.33%]	0,1766%
4.2.42	Instalação dos dispositivos de detecção (balizas, sensores de posição, detecção secundária) — EPQ	6.2.1.2 - Instalação de Equipamentos de Via [8.33%]	0,1191%
4.2.43	Adequação das salas técnicas (energia, UPS, aterramento, HVAC, incêndio) — FEI	9.1.1.1 - Adequação de Salas Técnicas [7%] 9.2.1.1 - Ampliação de Sistema de Alimentação Elétrica [7%] 9.2.1.2 - Sistemas de Energia Ininterrupta [7%] 9.2.1.3 - Aterramento e Proteção Elétrica [7%] 9.3.1.1 - Sistemas de Climatização Dedicada [7%] 9.3.1.2 - Sistemas de Detecção e Combate a Incêndio [7%]	0,1611%
4.2.44	Obras civis e infraestrutura de campo (suportes, canaletas, dutos, bases, visadas) — FEI	9.1.2.1 - Execução de Banco de Dutos e Canaletas Civis para o CBTC [7%] 9.4.1.1 - Tratamento de Interferências com a Estrutura Civil e Sistemas Existentes (inclui demolição e recomposição) [8%]	0,0130%
4.2.45	Recebimento físico no local dos equipamentos do sistema CBTC — FEI	7.1.1.1 - Cabos de Fibra Óptica [8.33%] 7.1.1.2 - Cabos de Sinalização [8.33%] 7.1.1.3 - Dutos, Eletrocalhas e Leitos para Cabos [8.33%] 7.1.2.1 - Ativos de Rede [8.33%] 6.1.1.1 - Zone Controllers [3.33%] 6.1.1.2 - Sistema de Intertravamento Eletrônico [3.33%] 6.1.1.4 - Componentes e Acessórios de Controle e Intertravamento [3.33%] 6.1.3.1 - Balizas e Transponders [3.33%] 6.1.3.2 - Sistema Secundário de Detecção de Trens [8.33%] 6.1.3.3 - Fornecimento de Sinaleiros (nova arquitetura) [8.33%] 6.1.3.4 - Componentes e Acessórios de Via [3.33%] 6.1.4.1 - Rádios e Equipamentos de Comunicação Trem-Terra [8.33%] 6.1.4.2 - Antenas e Sistema de Cobertura [8.33%] 6.1.4.3 - Sincronismo e Equipamentos de Borda da Rede CBTC [8.33%] 6.1.4.4 - Componentes e Acessórios de Comunicação Trem-Terra [8.33%] 6.1.3.5 - Fornecimento de Máquina de Chave e acessórios de acionamento e controle (retrofit e expansão) [1.6%]	1,1789%
4.2.46	Instalação de Máquina de Chave e acessórios de acionamento e controle — FEI	6.2.1.5 - Instalação de Máquina de Chave e acessórios de acionamento e controle (retrofit e expansão) [4.46%]	0,0901%
4.2.47	Instalação da infraestrutura de telecomunicações/DCS (backbone óptico, rádios solo-trem, antenas, sincronismo) — FEI	7.2.1.1 - Lançamento e Instalação de Cabos [8.33%] 7.2.1.2 - Instalação de Infraestrutura Passiva [8.33%] 7.2.1.3 - Montagem e Configuração de Ativos de Rede [8.33%] 7.2.1.4 - Certificação de Cabeamento e Conectorização [8.33%] 6.2.1.3 - Instalação de Equipamentos de Comunicação Trem-Terra [8.33%]	0,3572%
4.2.48	Instalação do CBTC de via (Zone Controllers, intertravamento eletrônico/CBI, controladores de objeto) — FEI	6.2.1.1 - Montagem de Equipamentos em Salas Técnicas [8.33%] 6.2.1.4 - Configuração e Energização Inicial [8.33%] 6.2.1.6 - Montagem de Sinaleiros (nova arquitetura) [8.33%]	0,1766%
4.2.49	Instalação dos dispositivos de detecção (balizas, sensores de posição, detecção secundária) — FEI	6.2.1.2 - Instalação de Equipamentos de Via [8.33%]	0,1191%
4.2.50	Adequação das salas técnicas (energia, UPS, aterramento, HVAC, incêndio) — SHP	9.1.1.1 - Adequação de Salas Técnicas [7%] 9.2.1.1 - Ampliação de Sistema de Alimentação Elétrica [7%] 9.2.1.2 - Sistemas de Energia Ininterrupta [7%] 9.2.1.3 - Aterramento e Proteção Elétrica [7%] 9.3.1.1 - Sistemas de Climatização Dedicada [7%] 9.3.1.2 - Sistemas de Detecção e Combate a Incêndio [7%]	0,1611%
4.2.51	Obras civis e infraestrutura de campo (suportes, canaletas, dutos, bases, visadas) — SHP	9.1.2.1 - Execução de Banco de Dutos e Canaletas Civis para o CBTC [7%] 9.4.1.1 - Tratamento de Interferências com a Estrutura Civil e Sistemas Existentes (inclui demolição e recomposição) [8%]	0,0130%
4.2.52	Recebimento físico no local dos equipamentos do sistema CBTC — SHP	7.1.1.1 - Cabos de Fibra Óptica [8.33%] 7.1.1.2 - Cabos de Sinalização [8.33%] 7.1.1.3 - Dutos, Eletrocalhas e Leitos para Cabos [8.33%] 7.1.2.1 - Ativos de Rede [8.33%] 6.1.1.1 - Zone Controllers [3.33%] 6.1.1.2 - Sistema de Intertravamento Eletrônico [3.33%] 6.1.1.4 - Componentes e Acessórios de Controle e Intertravamento [3.33%] 6.1.3.1 - Balizas e Transponders [3.33%] 6.1.3.2 - Sistema Secundário de Detecção de Trens [8.33%] 6.1.3.3 - Fornecimento de Sinaleiros (nova arquitetura) [8.33%] 6.1.3.4 - Componentes e Acessórios de Via [3.33%] 6.1.4.1 - Rádios e Equipamentos de Comunicação Trem-Terra [8.33%] 6.1.4.2 - Antenas e Sistema de Cobertura [8.33%] 6.1.4.3 - Sincronismo e Equipamentos de Borda da Rede CBTC [8.33%] 6.1.4.4 - Componentes e Acessórios de Comunicação Trem-Terra [8.33%] 6.1.3.5 - Fornecimento de Máquina de Chave e acessórios de acionamento e controle (retrofit e expansão) [6.4%]	1,4491%
4.2.53	Instalação de Máquina de Chave e acessórios de acionamento e controle — SHP	6.2.1.5 - Instalação de Máquina de Chave e acessórios de acionamento e controle (retrofit e expansão) [4.46%]	0,0901%
4.2.54	Instalação da infraestrutura de telecomunicações/DCS (backbone óptico, rádios solo-trem, antenas, sincronismo) — SHP	7.2.1.1 - Lançamento e Instalação de Cabos [8.33%] 7.2.1.2 - Instalação de Infraestrutura Passiva [8.33%] 7.2.1.3 - Montagem e Configuração de Ativos de Rede [8.33%] 7.2.1.4 - Certificação de Cabeamento e Conectorização [8.33%] 6.2.1.3 - Instalação de Equipamentos de Comunicação Trem-Terra [8.33%]	0,3572%
4.2.55	Instalação do CBTC de via (Zone Controllers, intertravamento eletrônico/CBI, controladores de objeto) — SHP	6.2.1.1 - Montagem de Equipamentos em Salas Técnicas [8.33%] 6.2.1.4 - Configuração e Energização Inicial [8.33%] 6.2.1.6 - Montagem de Sinaleiros (nova arquitetura) [8.33%]	0,1766%

4.2.56	Instalação dos dispositivos de detecção (balizas, sensores de posição, detecção secundária) — SHP	6.2.1.2 - Instalação de Equipamentos de Via [8.33%]	0,1190%
4.2.57	Adequação das salas técnicas (energia, UPS, aterramento, HVAC, incêndio) — 110	9.1.1.1 - Adequação de Salas Técnicas [7%] 9.2.1.1 - Ampliação de Sistema de Alimentação Elétrica [7%] 9.2.1.2 - Sistemas de Energia Ininterrupta [7%] 9.2.1.3 - Aterramento e Proteção Elétrica [7%] 9.3.1.1 - Sistemas de Climatização Dedicada [7%] 9.3.1.2 - Sistemas de Detecção e Combate a Incêndio [7%]	0,1611%
4.2.58	Obras civis e infraestrutura de campo (suportes, canaletas, dutos, bases, visadas) — 110	9.1.2.1 - Execução de Banco de Dutos e Canaletas Civis para o CBTC [7%] 9.4.1.1 - Tratamento de Interferências com a Estrutura Civil e Sistemas Existentes (inclui demolição e recomposição) [8%]	0,0130%
4.2.59	Recebimento físico no local dos equipamentos do sistema CBTC — 110	7.1.1.1 - Cabos de Fibra Óptica [8.33%] 7.1.1.2 - Cabos de Sinalização [8.33%] 7.1.1.3 - Dutos, Eletrocalhas e Leitos para Cabos [8.33%] 7.1.2.1 - Ativos de Rede [8.33%] 6.1.1.1 - Zone Controllers [3.33%] 6.1.1.2 - Sistema de Intertravamento Eletrônico [3.33%] 6.1.1.4 - Componentes e Acessórios de Controle e Intertravamento [3.33%] 6.1.3.1 - Balizas e Transponders [3.33%] 6.1.3.2 - Sistema Secundário de Detecção de Trens [8.33%] 6.1.3.3 - Fornecimento de Sinaleiros (nova arquitetura) [8.33%] 6.1.3.4 - Componentes e Acessórios de Via [3.33%] 6.1.4.1 - Rádios e Equipamentos de Comunicação Trem-Terra [8.33%] 6.1.4.2 - Antenas e Sistema de Cobertura [8.33%] 6.1.4.3 - Sincronismo e Equipamentos de Borda da Rede CBTC [8.33%] 6.1.4.4 - Componentes e Acessórios de Comunicação Trem-Terra [8.33%] 6.1.3.5 - Fornecimento de Máquina de Chave e acessórios de acionamento e controle (retrofit e expansão) [1.6%]	1,1789%
4.2.60	Instalação de Máquina de Chave e acessórios de acionamento e controle — 110	6.2.1.5 - Instalação de Máquina de Chave e acessórios de acionamento e controle (retrofit e expansão) [4.46%]	0,0901%
4.2.61	Instalação da infraestrutura de telecomunicações/DCS (backbone óptico, rádios solo-trem, antenas, sincronismo) — 110	7.2.1.1 - Lançamento e Instalação de Cabos [8.33%] 7.2.1.2 - Instalação de Infraestrutura Passiva [8.33%] 7.2.1.3 - Montagem e Configuração de Ativos de Rede [8.33%] 7.2.1.4 - Certificação de Cabeamento e Conectorização [8.33%] 6.2.1.3 - Instalação de Equipamentos de Comunicação Trem-Terra [8.33%]	0,3572%
4.2.62	Instalação do CBTC de via (Zone Controllers, intertravamento eletrônico/CBI, controladores de objeto) — 110	6.2.1.1 - Montagem de Equipamentos em Salas Técnicas [8.33%] 6.2.1.4 - Configuração e Energização Inicial [8.33%] 6.2.1.6 - Montagem de Sinaleiros (nova arquitetura) [8.33%]	0,1766%
4.2.63	Instalação dos dispositivos de detecção (balizas, sensores de posição, detecção secundária) — 110	6.2.1.2 - Instalação de Equipamentos de Via [8.33%]	0,1190%
4.2.64	Adequação das salas técnicas (energia, UPS, aterramento, HVAC, incêndio) — GAL	9.1.1.1 - Adequação de Salas Técnicas [7%] 9.2.1.1 - Ampliação de Sistema de Alimentação Elétrica [7%] 9.2.1.2 - Sistemas de Energia Ininterrupta [7%] 9.2.1.3 - Aterramento e Proteção Elétrica [7%] 9.3.1.1 - Sistemas de Climatização Dedicada [7%] 9.3.1.2 - Sistemas de Detecção e Combate a Incêndio [7%]	0,1611%
4.2.65	Obras civis e infraestrutura de campo (suportes, canaletas, dutos, bases, visadas) — GAL	9.1.2.1 - Execução de Banco de Dutos e Canaletas Civis para o CBTC [7%] 9.4.1.1 - Tratamento de Interferências com a Estrutura Civil e Sistemas Existentes (inclui demolição e recomposição) [8%]	0,0130%
4.2.66	Recebimento físico no local dos equipamentos do sistema CBTC — GAL	7.1.1.1 - Cabos de Fibra Óptica [8.33%] 7.1.1.2 - Cabos de Sinalização [8.33%] 7.1.1.3 - Dutos, Eletrocalhas e Leitos para Cabos [8.33%] 7.1.2.1 - Ativos de Rede [8.33%] 6.1.1.1 - Zone Controllers [3.33%] 6.1.1.2 - Sistema de Intertravamento Eletrônico [3.33%] 6.1.1.4 - Componentes e Acessórios de Controle e Intertravamento [3.33%] 6.1.3.1 - Balizas e Transponders [3.33%] 6.1.3.2 - Sistema Secundário de Detecção de Trens [8.33%] 6.1.3.3 - Fornecimento de Sinaleiros (nova arquitetura) [8.33%] 6.1.3.4 - Componentes e Acessórios de Via [3.33%] 6.1.4.1 - Rádios e Equipamentos de Comunicação Trem-Terra [8.33%] 6.1.4.2 - Antenas e Sistema de Cobertura [8.33%] 6.1.4.3 - Sincronismo e Equipamentos de Borda da Rede CBTC [8.33%] 6.1.4.4 - Componentes e Acessórios de Comunicação Trem-Terra [8.33%] 6.1.3.5 - Fornecimento de Máquina de Chave e acessórios de acionamento e controle (retrofit e expansão) [4.8%]	1,3590%
4.2.67	Instalação de Máquina de Chave e acessórios de acionamento e controle — GAL	6.2.1.5 - Instalação de Máquina de Chave e acessórios de acionamento e controle (retrofit e expansão) [4.46%]	0,0901%
4.2.68	Instalação da infraestrutura de telecomunicações/DCS (backbone óptico, rádios solo-trem, antenas, sincronismo) — GAL	7.2.1.1 - Lançamento e Instalação de Cabos [8.33%] 7.2.1.2 - Instalação de Infraestrutura Passiva [8.33%] 7.2.1.3 - Montagem e Configuração de Ativos de Rede [8.33%] 7.2.1.4 - Certificação de Cabeamento e Conectorização [8.33%] 6.2.1.3 - Instalação de Equipamentos de Comunicação Trem-Terra [8.33%]	0,3572%
4.2.69	Instalação do CBTC de via (Zone Controllers, intertravamento eletrônico/CBI, controladores de objeto) — GAL	6.2.1.1 - Montagem de Equipamentos em Salas Técnicas [8.33%] 6.2.1.4 - Configuração e Energização Inicial [8.33%] 6.2.1.6 - Montagem de Sinaleiros (nova arquitetura) [8.33%]	0,1766%
4.2.70	Instalação dos dispositivos de detecção (balizas, sensores de posição, detecção secundária) — GAL	6.2.1.2 - Instalação de Equipamentos de Via [8.33%]	0,1190%
4.2.71	Adequação das salas técnicas (energia, UPS, aterramento, HVAC, incêndio) — Samambaia (greenfield)	9.1.1.1 - Adequação de Salas Técnicas [7.5%] 9.2.1.1 - Ampliação de Sistema de Alimentação Elétrica [7.5%] 9.2.1.2 - Sistemas de Energia Ininterrupta [7.5%] 9.2.1.3 - Aterramento e Proteção Elétrica [7.5%] 9.3.1.1 - Sistemas de Climatização Dedicada [7.5%] 9.3.1.2 - Sistemas de Detecção e Combate a Incêndio [7.5%]	0,1726%
4.2.72	Obras civis e infraestrutura de campo (suportes, canaletas, dutos, bases, visadas) — Samambaia (greenfield)	9.1.2.1 - Execução de Banco de Dutos e Canaletas Civis para o CBTC [7.5%]	0,0008%
4.2.73	Recebimento físico no local dos equipamentos do sistema CBTC — Samambaia (greenfield)	7.1.1.1 - Cabos de Fibra Óptica [8.33%] 7.1.1.2 - Cabos de Sinalização [8.33%] 7.1.1.3 - Dutos, Eletrocalhas e Leitos para Cabos [8.33%] 7.1.2.1 - Ativos de Rede [8.33%] 6.1.1.1 - Zone Controllers [3.33%] 6.1.1.2 - Sistema de Intertravamento Eletrônico [3.33%] 6.1.1.4 - Componentes e Acessórios de Controle e Intertravamento [3.33%] 6.1.3.1 - Balizas e Transponders [3.33%] 6.1.3.2 - Sistema Secundário de Detecção de Trens [8.33%] 6.1.3.3 - Fornecimento de Sinaleiros (nova arquitetura) [8.33%] 6.1.3.4 - Componentes e Acessórios de Via [3.33%] 6.1.4.1 - Rádios e Equipamentos de Comunicação Trem-Terra [8.33%] 6.1.4.2 - Antenas e Sistema de Cobertura [8.33%] 6.1.4.3 - Sincronismo e Equipamentos de Borda da Rede CBTC [8.33%] 6.1.4.4 - Componentes e Acessórios de Comunicação Trem-Terra [8.33%]	1,0888%
4.2.74	Instalação de Máquina de Chave e acessórios de acionamento e controle — Samambaia (greenfield)	6.2.1.5 - Instalação de Máquina de Chave e acessórios de acionamento e controle (retrofit e expansão) [11.61%]	0,2346%

4.2.75	Instalação da infraestrutura de telecomunicações/DCS (backbone óptico, rádios solo-trem, antenas, sincronismo) — Samambaia (greenfield)	7.2.1.1 - Lançamento e Instalação de Cabos [8.33%] 7.2.1.2 - Instalação de Infraestrutura Passiva [8.33%] 7.2.1.3 - Montagem e Configuração de Ativos de Rede [8.33%] 7.2.1.4 - Certificação de Cabeamento e Conectorização [8.33%] 6.2.1.3 - Instalação de Equipamentos de Comunicação Trem-Terra [8.33%]	0,3572%
4.2.76	Instalação do CBTC de via (Zone Controllers, intertravamento eletrônico/CBI, controladores de objeto) — Samambaia (greenfield)	6.2.1.1 - Montagem de Equipamentos em Salas Técnicas [8.33%] 6.2.1.4 - Configuração e Energização Inicial [8.33%] 6.2.1.6 - Montagem de Sinaleiros (nova arquitetura) [8.33%]	0,1766%
4.2.77	Instalação dos dispositivos de detecção (balizas, sensores de posição, detecção secundária) — Samambaia (greenfield)	6.2.1.2 - Instalação de Equipamentos de Via [8.33%]	0,1190%
4.2.78	Adequação das salas técnicas (energia, UPS, aterramento, HVAC, incêndio) — Ceilândia (greenfield)	9.1.1.1 - Adequação de Salas Técnicas [7.5%] 9.2.1.1 - Ampliação de Sistema de Alimentação Elétrica [7.5%] 9.2.1.2 - Sistemas de Energia Ininterrupta [7.5%] 9.2.1.3 - Aterramento e Proteção Elétrica [7.5%] 9.3.1.1 - Sistemas de Climatização Dedicada [7.5%] 9.3.1.2 - Sistemas de Detecção e Combate a Incêndio [7.5%]	0,1726%
4.2.79	Obras civis e infraestrutura de campo (suportes, canaletas, dutos, bases, visadas) — Ceilândia (greenfield)	9.1.2.1 - Execução de Banco de Dutos e Canaletas Civis para o CBTC [7.5%]	0,0008%
4.2.80	Recebimento físico no local dos equipamentos do sistema CBTC — Ceilândia (greenfield)	7.1.1.1 - Cabos de Fibra Óptica [8.33%] 7.1.1.2 - Cabos de Sinalização [8.33%] 7.1.1.3 - Dutos, Eletrocalhas e Leitos para Cabos [8.33%] 7.1.2.1 - Ativos de Rede [8.33%] 6.1.1.1 - Zone Controllers [3.33%] 6.1.1.2 - Sistema de Intertravamento Eletrônico [3.33%] 6.1.1.4 - Componentes e Acessórios de Controle e Intertravamento [3.33%] 6.1.3.1 - Balizas e Transponders [3.33%] 6.1.3.2 - Sistema Secundário de Detecção de Trens [8.33%] 6.1.3.3 - Fornecimento de Sinaleiros (nova arquitetura) [8.33%] 6.1.3.4 - Componentes e Acessórios de Via [3.33%] 6.1.4.1 - Rádios e Equipamentos de Comunicação Trem-Terra [8.33%] 6.1.4.2 - Antenas e Sistema de Cobertura [8.33%] 6.1.4.3 - Sincronismo e Equipamentos de Borda da Rede CBTC [8.33%] 6.1.4.4 - Componentes e Acessórios de Comunicação Trem-Terra [8.33%]	1,0888%
4.2.81	Instalação de Máquina de Chave e acessórios de acionamento e controle — Ceilândia (greenfield)	6.2.1.5 - Instalação de Máquina de Chave e acessórios de acionamento e controle (retrofit e expansão) [5.36%]	0,1082%
4.2.82	Instalação da infraestrutura de telecomunicações/DCS (backbone óptico, rádios solo-trem, antenas, sincronismo) — Ceilândia (greenfield)	7.2.1.1 - Lançamento e Instalação de Cabos [8.33%] 7.2.1.2 - Instalação de Infraestrutura Passiva [8.33%] 7.2.1.3 - Montagem e Configuração de Ativos de Rede [8.33%] 7.2.1.4 - Certificação de Cabeamento e Conectorização [8.33%] 6.2.1.3 - Instalação de Equipamentos de Comunicação Trem-Terra [8.33%]	0,3572%
4.2.83	Instalação do CBTC de via (Zone Controllers, intertravamento eletrônico/CBI, controladores de objeto) — Ceilândia (greenfield)	6.2.1.1 - Montagem de Equipamentos em Salas Técnicas [8.33%] 6.2.1.4 - Configuração e Energização Inicial [8.33%] 6.2.1.6 - Montagem de Sinaleiros (nova arquitetura) [8.33%]	0,1766%
4.2.84	Instalação dos dispositivos de detecção (balizas, sensores de posição, detecção secundária) — Ceilândia (greenfield)	6.2.1.2 - Instalação de Equipamentos de Via [8.33%]	0,1190%
4.3	**Instalação do CBTC Embarcado**		
4.3.1	Instalação do kit embarcado — Cabeça de Série — Série 1000 (protótipo; valida o kit)	8.2.1.1 - Instalação Embarcada Frota 1000 [5%]	0,1280%
4.3.2	Instalação do kit embarcado — Restante — Série 1000 (grupo; medição gradual por trem)	8.2.1.1 - Instalação Embarcada Frota 1000 [95%]	2,4318%
4.3.3	Instalação do kit embarcado — Cabeça de Série — Série 2000 (protótipo)	8.2.1.2 - Instalação Embarcada Frota 2000 [8.33%]	0,1280%
4.3.4	Instalação do kit embarcado — Restante — Série 2000 (grupo; medição gradual por trem)	8.2.1.2 - Instalação Embarcada Frota 2000 [91.67%]	1,4079%
4.3.5	Instalação do kit embarcado em fábrica — Cabeça de Série — Série 3000 (protótipo; valida a instalação)	8.2.1.3 - Instalação Embarcada Frota 3000 [6.67%]	0,1259%
4.3.6	Instalação do kit embarcado em fábrica — Restante — Série 3000 (grupo; medição gradual por trem)	8.2.1.3 - Instalação Embarcada Frota 3000 [93.33%]	1,7615%
4.4	**Apoio**		
4.4.1	Fornecimento de Sobressalentes (lote inicial — via, controle, DCS, embarcado)	12.1.1.1 - Sobressalentes de Controle e Intertravamento [100%] 12.1.1.2 - Sobressalentes de Supervisão e Comunicação Trem-Terra [100%] 12.1.1.3 - Sobressalentes de Equipamentos de Via [100%] 12.2.1.1 - Sobressalentes de Infraestrutura e Ativos de Rede [100%] 12.3.1.1 - Sobressalentes de Sinalização Embarcada [100%]	0,5630%
4.4.2	Fornecimento de Ferramentas Especiais e Equipamentos de Diagnóstico	12.4.1.1 - Ferramentas Especiais de Manutenção [100%] 12.4.1.2 - Equipamentos de Medição e Calibração [100%]	0,2252%
5	**Testes, Comissionamento e Cutover**		
5.1	**SAT**		
5.1.1	SAT — Comissionamento e Ensaios em Via — PAC	7.2.2.1 - Testes de Aceitação e Desempenho da Rede [5.87%] 6.2.2.2 - Testes em Campo (SAT) [8.37%] 10.2.1.1 - Testes Integrados Via-Trem [8.37%]	0,1827%
5.1.2	SAT — Comissionamento e Ensaios em Via — SAM	7.2.2.1 - Testes de Aceitação e Desempenho da Rede [5.83%] 6.2.2.2 - Testes em Campo (SAT) [8.33%] 10.2.1.1 - Testes Integrados Via-Trem [8.33%]	0,1817%
5.1.3	SAT — Comissionamento e Ensaios em Via — CEI	7.2.2.1 - Testes de Aceitação e Desempenho da Rede [5.83%] 6.2.2.2 - Testes em Campo (SAT) [8.33%] 10.2.1.1 - Testes Integrados Via-Trem [8.33%]	0,1817%
5.1.4	SAT — Comissionamento e Ensaios em Via — CES	7.2.2.1 - Testes de Aceitação e Desempenho da Rede [5.83%] 6.2.2.2 - Testes em Campo (SAT) [8.33%] 10.2.1.1 - Testes Integrados Via-Trem [8.33%]	0,1817%
5.1.5	SAT — Comissionamento e Ensaios em Via — CLA	7.2.2.1 - Testes de Aceitação e Desempenho da Rede [5.83%] 6.2.2.2 - Testes em Campo (SAT) [8.33%] 10.2.1.1 - Testes Integrados Via-Trem [8.33%]	0,1817%
5.1.6	SAT — Comissionamento e Ensaios em Via — EPQ	7.2.2.1 - Testes de Aceitação e Desempenho da Rede [5.83%] 6.2.2.2 - Testes em Campo (SAT) [8.33%] 10.2.1.1 - Testes Integrados Via-Trem [8.33%]	0,1817%
5.1.7	SAT — Comissionamento e Ensaios em Via — FEI	7.2.2.1 - Testes de Aceitação e Desempenho da Rede [5.83%] 6.2.2.2 - Testes em Campo (SAT) [8.33%] 10.2.1.1 - Testes Integrados Via-Trem [8.33%]	0,1817%
5.1.8	SAT — Comissionamento e Ensaios em Via — SHP	7.2.2.1 - Testes de Aceitação e Desempenho da Rede [5.83%] 6.2.2.2 - Testes em Campo (SAT) [8.33%] 10.2.1.1 - Testes Integrados Via-Trem [8.33%]	0,1817%
5.1.9	SAT — Comissionamento e Ensaios em Via — 110	7.2.2.1 - Testes de Aceitação e Desempenho da Rede [5.83%] 6.2.2.2 - Testes em Campo (SAT) [8.33%] 10.2.1.1 - Testes Integrados Via-Trem [8.33%]	0,1817%
5.1.10	SAT — Comissionamento e Ensaios em Via — GAL	7.2.2.1 - Testes de Aceitação e Desempenho da Rede [5.83%] 6.2.2.2 - Testes em Campo (SAT) [8.33%] 10.2.1.1 - Testes Integrados Via-Trem [8.33%]	0,1817%
5.1.11	SAT — Comissionamento e Ensaios em Via — Greenfield Samambaia	7.2.2.1 - Testes de Aceitação e Desempenho da Rede [5.83%] 6.2.2.2 - Testes em Campo (SAT) [8.33%] 10.2.1.1 - Testes Integrados Via-Trem [8.33%]	0,1817%

5.1.12	SAT — Comissionamento e Ensaios em Via — Greenfield Ceilândia	7.2.2.1 - Testes de Aceitação e Desempenho da Rede [5.83%] 6.2.2.2 - Testes em Campo (SAT) [8.33%] 10.2.1.1 - Testes Integrados Via-Trem [8.33%]	0,1817%
5.1.13	SAT — Comissionamento e Ensaios Embarcados — Série 1000	8.2.2.1 - Testes Funcionais Embarcados por Trem [53.19%] 8.2.2.2 - Testes de Aceitação e Documentação Embarcada [43%] 10.2.2.1 - Testes de Interoperabilidade entre Frotas [43%]	0,3396%
5.1.14	SAT — Comissionamento e Ensaios Embarcados — Série 2000	8.2.2.1 - Testes Funcionais Embarcados por Trem [14.89%] 8.2.2.2 - Testes de Aceitação e Documentação Embarcada [26%] 10.2.2.1 - Testes de Interoperabilidade entre Frotas [26%]	0,1208%
5.1.15	SAT — Comissionamento e Ensaios Embarcados — Série 3000	8.2.2.1 - Testes Funcionais Embarcados por Trem [31.91%] 8.2.2.2 - Testes de Aceitação e Documentação Embarcada [31%] 10.2.2.1 - Testes de Interoperabilidade entre Frotas [31%]	0,2134%
5.2	**Ghost Run**		
5.2.1	Ghost run / modo sombra — ZC Ceilândia	6.2.2.3 - Testes Funcionais Integrados do CBTC de Via [20%] 10.3.1.1 - Execução de Operação em Modo Sombra [20%]	0,1053%
5.2.2	Ghost run / modo sombra — ZC Samambaia	6.2.2.3 - Testes Funcionais Integrados do CBTC de Via [20%] 10.3.1.1 - Execução de Operação em Modo Sombra [20%]	0,1053%
5.2.3	Ghost run / modo sombra — ZC Tronco	6.2.2.3 - Testes Funcionais Integrados do CBTC de Via [20%] 10.3.1.1 - Execução de Operação em Modo Sombra [20%]	0,1053%
5.2.4	Ghost run / modo sombra — ZC Trecho em Y	6.2.2.3 - Testes Funcionais Integrados do CBTC de Via [20%] 10.3.1.1 - Execução de Operação em Modo Sombra [20%]	0,1053%
5.2.5	Ghost run / modo sombra — ZC Pátio	6.2.2.3 - Testes Funcionais Integrados do CBTC de Via [20%] 10.3.1.1 - Execução de Operação em Modo Sombra [20%]	0,1053%
5.3	**Safety Case**		
5.3.1	Safety Case Consolidado + SRAC finais	13.2.1.1 - Safety Case do Sistema [20%]	0,0179%
5.4	**ISA**		
5.4.1	ISA — Avaliação Independente de Segurança — ZC Ceilândia	13.3.1.1 - Serviço de Avaliação de Segurança Independente (ISA) [5.5%]	0,0040%
5.4.2	ISA — Avaliação Independente de Segurança — ZC Samambaia	13.3.1.1 - Serviço de Avaliação de Segurança Independente (ISA) [5.5%]	0,0040%
5.4.3	ISA — Avaliação Independente de Segurança — ZC Tronco	13.3.1.1 - Serviço de Avaliação de Segurança Independente (ISA) [10.5%]	0,0077%
5.4.4	ISA — Avaliação Independente de Segurança — ZC Trecho em Y	13.3.1.1 - Serviço de Avaliação de Segurança Independente (ISA) [2.5%]	0,0018%
5.4.5	ISA — Avaliação Independente de Segurança — ZC Pátio	13.3.1.1 - Serviço de Avaliação de Segurança Independente (ISA) [2.5%]	0,0018%
5.4.6	ISA — Parecer sobre o Safety Case + Certificado de Segurança para Operação Comercial	13.3.1.1 - Serviço de Avaliação de Segurança Independente (ISA) [16.5%]	0,0121%
5.5	**Cutover**		
5.5.1	Comutação do Intertravamento (CI) — ZC Ceilândia	10.4.1.1 - Execução de Operação em Modo Misto [9%]	0,0044%
5.5.2	Ativação do CBTC (bloco móvel) — ZC Ceilândia	6.2.2.5 - Testes da Solução de Comutação Bloco Fixo/Bloco Móvel [20%] 10.4.2.1 - Cutover de Segmento [9%] 13.2.1.1 - Safety Case do Sistema [10%]	0,0532%
5.5.3	Comutação do Intertravamento (CI) — ZC Samambaia	10.4.1.1 - Execução de Operação em Modo Misto [36%]	0,0176%
5.5.4	Ativação do CBTC (bloco móvel) — ZC Samambaia	6.2.2.5 - Testes da Solução de Comutação Bloco Fixo/Bloco Móvel [20%] 10.4.2.1 - Cutover de Segmento [36%] 13.2.1.1 - Safety Case do Sistema [4.5%]	0,0648%
5.5.5	Comutação do Intertravamento (CI) — ZC Tronco	10.4.1.1 - Execução de Operação em Modo Misto [16%]	0,0078%
5.5.6	Ativação do CBTC (bloco móvel) — ZC Tronco	6.2.2.5 - Testes da Solução de Comutação Bloco Fixo/Bloco Móvel [20%] 10.4.2.1 - Cutover de Segmento [16%] 13.2.1.1 - Safety Case do Sistema [18%]	0,0647%
5.5.7	Comutação do Intertravamento (CI) — ZC Trecho em Y	10.4.1.1 - Execução de Operação em Modo Misto [19%]	0,0093%
5.5.8	Ativação do CBTC (bloco móvel) — ZC Trecho em Y	6.2.2.5 - Testes da Solução de Comutação Bloco Fixo/Bloco Móvel [20%] 10.4.2.1 - Cutover de Segmento [19%] 13.2.1.1 - Safety Case do Sistema [8%]	0,0576%
5.5.9	Comutação do Intertravamento (CI) — ZC Pátio	10.4.1.1 - Execução de Operação em Modo Misto [20%]	0,0097%
5.5.10	Ativação do CBTC (bloco móvel) — ZC Pátio	10.4.2.1 - Cutover de Segmento [20%] 13.2.1.1 - Safety Case do Sistema [9.5%] 6.2.2.5 - Testes da Solução de Comutação Bloco Fixo/Bloco Móvel [20%]	0,0595%
6	**Operação Assistida e Aceitação**		
6.1	**Manuais e Roteiros**		
6.1.1	Manuais de Operação e Manutenção (O&M)	6.2.3.2 - Treinamento de Equipe de Manutenção e Material Didático [20%] 6.2.3.1 - Treinamento de Operadores [15%]	0,0218%
6.1.2	Roteiros de Manutenção, Obsolescência e LCC (MTBF/MKBF/MTTR)	6.2.3.2 - Treinamento de Equipe de Manutenção e Material Didático [70%]	0,0436%
6.2	**Treinamento**		
6.2.1	Treinamento — Operação/CCO (operadores, despachantes, regulação)	6.2.3.1 - Treinamento de Operadores [15%]	0,0093%
6.2.2	Treinamento — Manutenção de Via	6.2.3.2 - Treinamento de Equipe de Manutenção e Material Didático [10%]	0,0062%
6.2.3	Treinamento — Manutenção Embarcada	8.2.3.1 - Treinamento de Equipe de Manutenção Embarcada [100%]	0,0623%
6.2.4	Treinamento — Engenharia, Configuração e Cibersegurança	7.2.3.1 - Treinamento em Operação e Manutenção da Rede [100%]	0,0623%
6.2.5	Simulador / Centro de Treinamento	6.2.3.1 - Treinamento de Operadores [70%]	0,0436%
6.3	**Operação Assistida**		
6.3.1	Operação Assistida — Marco M3 (3 meses; KPIs em operação)	11.1.1.1 - Suporte Técnico Presencial em CCO [25%] 11.1.1.2 - Suporte Técnico Presencial em Oficinas e Campo [25%] 11.1.2.1 - Ajustes de Parametrização e Configuração [25%] 11.1.2.2 - Aceitação Operacional Progressiva por Marco [20%] 13.2.1.2 - Demonstração de Cumprimento RAMS [10%] 13.3.1.1 - Serviço de Avaliação de Segurança Independente (ISA) [9.5%]	0,1804%
6.3.2	Operação Assistida — Marco M6 (6 meses)	11.1.1.1 - Suporte Técnico Presencial em CCO [25%] 11.1.1.2 - Suporte Técnico Presencial em Oficinas e Campo [25%] 11.1.2.1 - Ajustes de Parametrização e Configuração [25%] 11.1.2.2 - Aceitação Operacional Progressiva por Marco [20%] 13.2.1.2 - Demonstração de Cumprimento RAMS [20%]	0,1775%
6.3.3	Operação Assistida — Marco M9 (9 meses)	11.1.1.1 - Suporte Técnico Presencial em CCO [25%] 11.1.1.2 - Suporte Técnico Presencial em Oficinas e Campo [25%] 11.1.2.1 - Ajustes de Parametrização e Configuração [25%] 11.1.2.2 - Aceitação Operacional Progressiva por Marco [20%] 13.2.1.2 - Demonstração de Cumprimento RAMS [30%]	0,1816%
6.3.4	Operação Assistida — Marco M12 (12 meses; operação experimental / consolidação de KPIs)	11.1.1.1 - Suporte Técnico Presencial em CCO [25%] 11.1.1.2 - Suporte Técnico Presencial em Oficinas e Campo [25%] 11.1.2.1 - Ajustes de Parametrização e Configuração [25%] 11.1.2.2 - Aceitação Operacional Progressiva por Marco [25%] 13.2.1.2 - Demonstração de Cumprimento RAMS [40%]	0,1880%
7	**Descomissionamento, As-Built e Encerramento**		
7.1	**As-Built**		
7.1.1	As-Built — CBTC de Via	11.2.1.1 - Documentação As-Built Consolidada [20%]	0,0076%
7.1.2	As-Built — CBTC Embarcado	11.2.1.1 - Documentação As-Built Consolidada [20%]	0,0076%
7.1.3	As-Built — DCS	11.2.1.1 - Documentação As-Built Consolidada [20%]	0,0076%
7.1.4	As-Built — ATS	11.2.1.1 - Documentação As-Built Consolidada [20%]	0,0076%

7.1.5	As-Built — MSS	11.2.1.1 - Documentação As-Built Consolidada [20%]	0,0076%
7.2	**Descomissionamento**		
7.2.1	Plano de Descomissionamento do Legado (por domínio)	10.1.1.1 - Plano de Migração e Comissionamento Consolidado [30%]	0,0183%
7.2.2	Descomissionamento do legado — Domínio Pátio (PAC)	10.5.1.1 - Descomissionamento de Máquina de Chave SAB-WABCO M3 (superfície), e acessórios. [22.62%] 10.5.1.3 - Descomissionamento de Sinaleiros Existentes [21.31%] 10.5.1.4 - Descomissionamento de Equipamentos Gerais de Via e Cabeamento [10%] 10.5.3.1 - Descomissionamento — Salas Técnicas Mestras [11.11%] 10.5.3.2 - Descomissionamento — Salas Técnicas Satélite [10%] 10.5.3.3 - Descomissionamento — Salas Técnicas PAC [100%] 10.5.3.4 - Descomissionamento — Salas Técnicas CCO [100%]	0,0590%
7.2.3	Descomissionamento do legado — Domínio Samambaia (SAM)	10.5.1.1 - Descomissionamento de Máquina de Chave SAB-WABCO M3 (superfície), e acessórios. [10.71%] 10.5.1.3 - Descomissionamento de Sinaleiros Existentes [9.02%] 10.5.1.4 - Descomissionamento de Equipamentos Gerais de Via e Cabeamento [10%] 10.5.3.1 - Descomissionamento — Salas Técnicas Mestras [11.11%] 10.5.3.2 - Descomissionamento — Salas Técnicas Satélite [10%]	0,0318%
7.2.4	Descomissionamento do legado — Domínio Ceilândia (CEI)	10.5.1.1 - Descomissionamento de Máquina de Chave SAB-WABCO M3 (superfície), e acessórios. [10.71%] 10.5.1.3 - Descomissionamento de Sinaleiros Existentes [9.02%] 10.5.1.4 - Descomissionamento de Equipamentos Gerais de Via e Cabeamento [10%] 10.5.3.1 - Descomissionamento — Salas Técnicas Mestras [11.11%] 10.5.3.2 - Descomissionamento — Salas Técnicas Satélite [10%]	0,0318%
7.2.5	Descomissionamento do legado — Domínio CES	10.5.1.1 - Descomissionamento de Máquina de Chave SAB-WABCO M3 (superfície), e acessórios. [9.52%] 10.5.1.3 - Descomissionamento de Sinaleiros Existentes [6.56%] 10.5.1.4 - Descomissionamento de Equipamentos Gerais de Via e Cabeamento [10%] 10.5.3.1 - Descomissionamento — Salas Técnicas Mestras [11.11%] 10.5.3.2 - Descomissionamento — Salas Técnicas Satélite [10%]	0,0291%
7.2.6	Descomissionamento do legado — Domínio CLA	10.5.1.1 - Descomissionamento de Máquina de Chave SAB-WABCO M3 (superfície), e acessórios. [19.05%] 10.5.1.3 - Descomissionamento de Sinaleiros Existentes [14.75%] 10.5.1.4 - Descomissionamento de Equipamentos Gerais de Via e Cabeamento [10%] 10.5.3.1 - Descomissionamento — Salas Técnicas Mestras [11.11%] 10.5.3.2 - Descomissionamento — Salas Técnicas Satélite [10%]	0,0419%
7.2.7	Descomissionamento do legado — Domínio EPQ	10.5.1.1 - Descomissionamento de Máquina de Chave SAB-WABCO M3 (superfície), e acessórios. [3.57%] 10.5.1.3 - Descomissionamento de Sinaleiros Existentes [3.28%] 10.5.1.4 - Descomissionamento de Equipamentos Gerais de Via e Cabeamento [10%] 10.5.3.2 - Descomissionamento — Salas Técnicas Satélite [10%]	0,0177%
7.2.8	Descomissionamento do legado — Domínio FEI	10.5.1.1 - Descomissionamento de Máquina de Chave SAB-WABCO M3 (superfície), e acessórios. [4.76%] 10.5.1.3 - Descomissionamento de Sinaleiros Existentes [6.56%] 10.5.1.4 - Descomissionamento de Equipamentos Gerais de Via e Cabeamento [10%] 10.5.3.1 - Descomissionamento — Salas Técnicas Mestras [11.11%] 10.5.3.2 - Descomissionamento — Salas Técnicas Satélite [10%]	0,0258%
7.2.9	Descomissionamento do legado — Domínio SHP	10.5.1.1 - Descomissionamento de Máquina de Chave SAB-WABCO M3 (superfície), e acessórios. [19.05%] 10.5.1.3 - Descomissionamento de Sinaleiros Existentes [16.39%] 10.5.1.4 - Descomissionamento de Equipamentos Gerais de Via e Cabeamento [10%] 10.5.3.1 - Descomissionamento — Salas Técnicas Mestras [11.11%] 10.5.3.2 - Descomissionamento — Salas Técnicas Satélite [10%]	0,0432%
7.2.10	Descomissionamento do legado — Domínio 110	10.5.1.2 - Descomissionamento de Máquina de Chave Siemens S700K (túnel), e acessórios. [25%] 10.5.1.3 - Descomissionamento de Sinaleiros Existentes [3.28%] 10.5.1.4 - Descomissionamento de Equipamentos Gerais de Via e Cabeamento [10%] 10.5.3.1 - Descomissionamento — Salas Técnicas Mestras [11.11%] 10.5.3.2 - Descomissionamento — Salas Técnicas Satélite [10%]	0,0232%
7.2.11	Descomissionamento do legado — Domínio GAL	10.5.1.2 - Descomissionamento de Máquina de Chave Siemens S700K (túnel), e acessórios. [75%] 10.5.1.3 - Descomissionamento de Sinaleiros Existentes [9.84%] 10.5.1.4 - Descomissionamento de Equipamentos Gerais de Via e Cabeamento [10%] 10.5.3.1 - Descomissionamento — Salas Técnicas Mestras [11.11%] 10.5.3.2 - Descomissionamento — Salas Técnicas Satélite [10%]	0,0349%
7.2.12	Descomissionamento de trens — Série 1000 (unidades não modernizadas)	10.5.2.1 - Descomissionamento de ATC Embarcado — Frota 1000 [100%]	0,0000%
7.2.13	Descomissionamento de trens — Série 2000 (unidades não modernizadas)	10.5.2.2 - Descomissionamento de ATC Embarcado — Frota 2000 [100%]	0,0000%
7.3	**Documentação**		
7.3.1	Dossiê Consolidado de Testes e Aceitação	6.2.2.4 - Documentação de Testes e Comissionamento [100%]	0,1163%
7.3.2	Transferência Final de Documentação e Bases de Dados	11.2.2.1 - Transferência Final de Conhecimento e Documentação [50%]	0,0190%
7.4	**Fechamento**		
7.4.1	Fechamento de Pendências e Não Conformidades	11.1.2.2 - Aceitação Operacional Progressiva por Marco [10%]	0,0045%
7.4.2	Emissão do CRP	11.1.2.2 - Aceitação Operacional Progressiva por Marco [5%] 13.3.1.1 - Serviço de Avaliação de Segurança Independente (ISA) [4.5%]	0,0055%
7.4.3	Emissão do CRD	11.2.2.1 - Transferência Final de Conhecimento e Documentação [50%] 13.3.1.1 - Serviço de Avaliação de Segurança Independente (ISA) [4.5%]	0,0223%
8	**Gestão de Interfaces e Integração de Sistemas**		
8.1	**Gestão de Interfaces e Integração de Sistemas**		
8.1.1	Gestão de Interfaces e Integração de Sistemas	5.1.1.1 - Plano de Gestão de Interfaces [100%] 5.1.2.1 - Matriz de Responsabilidades de Interface [100%] 5.1.2.2 - Operação dos Comitês de Interface [100%] 5.2.1.1 - Elaboração e Manutenção de ICDs [100%] 5.3.1.1 - Coordenação e Cross-Reviews de Interface [100%] 5.3.2.1 - Verificação e Encerramento de Interfaces [100%]	2,6112%

Critério de Medição
Modernização do Sistema de Sinalização e Controle - Metrô-DF

Item	Descrição	Critério de Medição
1	**Planejamento e Gestão Contratual**	
1.1	**Administração Local**	
1.1.1	Administração Local	Deverá ser pago o item referente a Administração Local, condicionado à apuração proporcional do avanço físico-financeiro do contrato no período de referência, conforme fórmula contratual de rateio, ou, quando aplicável a marco de mobilização, instalação, operação/manutenção ou desmobilização do canteiro, à conclusão da respectiva etapa, mediante relatório de apuração financeira do período ou, quando aplicável, relatório circunstanciado da etapa concluída, comprovando o atendimento às condições contratuais e às normas de segurança do trabalho aplicáveis (NR-18), após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar os itens 1.1.1.1, 2.1.1.1, 2.1.2.1, 2.1.3.1, 2.2.1.1 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
1.2	**Gestão e Governança**	
1.2.1	Plano Global de Execução do Contrato	Deverá ser pago o item referente a Plano Global de Execução do Contrato, condicionado à aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, do respectivo material técnico, contendo, minimamente, as informações e especificações necessárias à completa caracterização do objeto entregue, em conformidade com os documentos de referência técnica aplicáveis ao contrato, mediante entrega formal à FISCALIZAÇÃO e por ela aprovado, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar o item 1.2.1.1 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
1.2.2	Plano de Gestão de Configuração e Banco de Requisitos (rastreabilidade)	Deverá ser pago o item referente a Plano de Gestão de Configuração e Banco de Requisitos (rastreabilidade), condicionado à aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, do respectivo material técnico, contendo, minimamente, as informações e especificações necessárias à completa caracterização do objeto entregue, em conformidade com os documentos de referência técnica aplicáveis ao contrato, mediante entrega formal à FISCALIZAÇÃO e por ela aprovado, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar o item 1.2.1.1 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
1.2.3	Plano de Gestão de Riscos do Contrato	Deverá ser pago o item referente a Plano de Gestão de Riscos do Contrato, condicionado à aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, do respectivo material técnico, contendo, minimamente, as informações e especificações necessárias à completa caracterização do objeto entregue, em conformidade com os documentos de referência técnica aplicáveis ao contrato, mediante entrega formal à FISCALIZAÇÃO e por ela aprovado, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar o item 1.2.1.1 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
1.2.4	Plano de Gestão de Interfaces	Deverá ser pago o item referente a Plano de Gestão de Interfaces, condicionado à aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, do respectivo material técnico, contendo, minimamente, as informações e especificações necessárias à completa caracterização do objeto entregue, em conformidade com os documentos de referência técnica aplicáveis ao contrato, mediante entrega formal à FISCALIZAÇÃO e por ela aprovado, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar o item 1.2.1.1 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
1.2.5	Plano de Acesso às Áreas Operacionais e Janelas de Trabalho	Deverá ser pago o item referente a Plano de Acesso às Áreas Operacionais e Janelas de Trabalho, condicionado à aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, do respectivo material técnico, contendo, minimamente, as informações e especificações necessárias à completa caracterização do objeto entregue, em conformidade com os documentos de referência técnica aplicáveis ao contrato, mediante entrega formal à FISCALIZAÇÃO e por ela aprovado, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar o item 1.2.1.1 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
1.2.6	Plano de Segurança Operacional das Intervenções (SSMA)	Deverá ser pago o item referente a Plano de Segurança Operacional das Intervenções (SSMA), condicionado à aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, do respectivo material técnico, contendo, minimamente, as informações e especificações necessárias à completa caracterização do objeto entregue, em conformidade com os documentos de referência técnica aplicáveis ao contrato, mediante entrega formal à FISCALIZAÇÃO e por ela aprovado, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar o item 1.2.1.1 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
1.2.7	ISA — Documentos de início (ISA Plan, Plano de Auditoria, PGQ)	Deverá ser pago o item referente a ISA — Documentos de início (ISA Plan, Plano de Auditoria, PGQ), condicionado à aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, dos documentos de abertura do Serviço de Avaliação de Segurança Independente (ISA), compreendendo, minimamente, o ISA Plan, o Plano de Auditoria e o Plano de Garantia da Qualidade (PGQ), elaborados em conformidade com o item 4.2 da EN 50126 ou norma equivalente, mediante ISA Plan, Plano de Auditoria e Plano de Garantia da Qualidade formalmente submetidos e aprovados pela FISCALIZAÇÃO, estabelecendo o escopo, a metodologia e o cronograma de atuação do avaliador independente, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar o item 13.3.1.1 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
2	**Levantamentos, Diagnóstico e Estudos**	
2.1	**Levantamentos**	
2.1.1	Topográfico, cadastral e de infraestrutura — Pátio	Deverá ser pago o item referente a Topográfico, cadastral e de infraestrutura — Pátio, condicionado à aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, do relatório de levantamento e inspeção de campo correspondente, contendo, minimamente, o diagnóstico das condições identificadas, mediante relatório técnico de levantamento/inspeção, com registro fotográfico e dados de campo coletados, identificando interferências físicas, estado de conservação e capacidade disponível dos itens levantados, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar o item 3.1.1.1 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
2.1.2	Topográfico, cadastral e de infraestrutura — Samambaia	Deverá ser pago o item referente a Topográfico, cadastral e de infraestrutura — Samambaia, condicionado à aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, do relatório de levantamento e inspeção de campo correspondente, contendo, minimamente, o diagnóstico das condições identificadas, mediante relatório técnico de levantamento/inspeção, com registro fotográfico e dados de campo coletados, identificando interferências físicas, estado de conservação e capacidade disponível dos itens levantados, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar o item 3.1.1.1 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
2.1.3	Topográfico, cadastral e de infraestrutura — Ceilândia	Deverá ser pago o item referente a Topográfico, cadastral e de infraestrutura — Ceilândia, condicionado à aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, do relatório de levantamento e inspeção de campo correspondente, contendo, minimamente, o diagnóstico das condições identificadas, mediante relatório técnico de levantamento/inspeção, com registro fotográfico e dados de campo coletados, identificando interferências físicas, estado de conservação e capacidade disponível dos itens levantados, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar o item 3.1.1.1 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
2.1.4	Topográfico, cadastral e de infraestrutura — Tronco	Deverá ser pago o item referente a Topográfico, cadastral e de infraestrutura — Tronco, condicionado à aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, do relatório de levantamento e inspeção de campo correspondente, contendo, minimamente, o diagnóstico das condições identificadas, mediante relatório técnico de levantamento/inspeção, com registro fotográfico e dados de campo coletados, identificando interferências físicas, estado de conservação e capacidade disponível dos itens levantados, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar o item 3.1.1.1 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
2.1.5	Auditoria elétrica e térmica das salas técnicas — Pátio	Deverá ser pago o item referente a Auditoria elétrica e térmica das salas técnicas — Pátio, condicionado à aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, do relatório de levantamento e inspeção de campo correspondente, contendo, minimamente, o diagnóstico das condições identificadas, mediante relatório técnico de levantamento/inspeção, com registro fotográfico e dados de campo coletados, identificando interferências físicas, estado de conservação e capacidade disponível dos itens levantados, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar os itens 3.1.1.2, 3.1.1.3, 3.1.1.4, 3.1.1.6 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.

2.1.6	Auditoria elétrica e térmica das salas técnicas — Samambaia	Deverá ser pago o item referente a Auditoria elétrica e térmica das salas técnicas — Samambaia, condicionado à aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, do relatório de levantamento e inspeção de campo correspondente, contendo, minimamente, o diagnóstico das condições identificadas, mediante relatório técnico de levantamento/inspeção, com registro fotográfico e dados de campo coletados, identificando interferências físicas, estado de conservação e capacidade disponível dos itens levantados, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar os itens 3.1.1.2, 3.1.1.3, 3.1.1.6, 3.1.1.4 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
2.1.7	Auditoria elétrica e térmica das salas técnicas — Ceilândia	Deverá ser pago o item referente a Auditoria elétrica e térmica das salas técnicas — Ceilândia, condicionado à aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, do relatório de levantamento e inspeção de campo correspondente, contendo, minimamente, o diagnóstico das condições identificadas, mediante relatório técnico de levantamento/inspeção, com registro fotográfico e dados de campo coletados, identificando interferências físicas, estado de conservação e capacidade disponível dos itens levantados, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar os itens 3.1.1.2, 3.1.1.6, 3.1.1.4, 3.1.1.3 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
2.1.8	Auditoria elétrica e térmica das salas técnicas — Tronco	Deverá ser pago o item referente a Auditoria elétrica e térmica das salas técnicas — Tronco, condicionado à aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, do relatório de levantamento e inspeção de campo correspondente, contendo, minimamente, o diagnóstico das condições identificadas, mediante relatório técnico de levantamento/inspeção, com registro fotográfico e dados de campo coletados, identificando interferências físicas, estado de conservação e capacidade disponível dos itens levantados, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar os itens 3.1.1.2, 3.1.1.6, 3.1.1.3, 3.1.1.4 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
2.1.9	Auditoria elétrica e térmica das salas técnicas — CCO	Deverá ser pago o item referente a Auditoria elétrica e térmica das salas técnicas — CCO, condicionado à aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, do relatório de levantamento e inspeção de campo correspondente, contendo, minimamente, o diagnóstico das condições identificadas, mediante relatório técnico de levantamento/inspeção, com registro fotográfico e dados de campo coletados, identificando interferências físicas, estado de conservação e capacidade disponível dos itens levantados, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar os itens 3.1.1.2, 3.1.1.3, 3.1.1.4, 3.1.1.6 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
2.1.10	Campanha de EMC — Pátio	Deverá ser pago o item referente a Campanha de EMC — Pátio, condicionado à aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, do relatório de levantamento e inspeção de campo correspondente, contendo, minimamente, o diagnóstico das condições identificadas, mediante relatório técnico de levantamento/inspeção, com registro fotográfico e dados de campo coletados, identificando interferências físicas, estado de conservação e capacidade disponível dos itens levantados, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar o item 3.1.1.7 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
2.1.11	Campanha de EMC — Samambaia	Deverá ser pago o item referente a Campanha de EMC — Samambaia, condicionado à aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, do relatório de levantamento e inspeção de campo correspondente, contendo, minimamente, o diagnóstico das condições identificadas, mediante relatório técnico de levantamento/inspeção, com registro fotográfico e dados de campo coletados, identificando interferências físicas, estado de conservação e capacidade disponível dos itens levantados, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar o item 3.1.1.7 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
2.1.12	Campanha de EMC — Ceilândia	Deverá ser pago o item referente a Campanha de EMC — Ceilândia, condicionado à aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, do relatório de levantamento e inspeção de campo correspondente, contendo, minimamente, o diagnóstico das condições identificadas, mediante relatório técnico de levantamento/inspeção, com registro fotográfico e dados de campo coletados, identificando interferências físicas, estado de conservação e capacidade disponível dos itens levantados, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar o item 3.1.1.7 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
2.1.13	Campanha de EMC — Tronco	Deverá ser pago o item referente a Campanha de EMC — Tronco, condicionado à aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, do relatório de levantamento e inspeção de campo correspondente, contendo, minimamente, o diagnóstico das condições identificadas, mediante relatório técnico de levantamento/inspeção, com registro fotográfico e dados de campo coletados, identificando interferências físicas, estado de conservação e capacidade disponível dos itens levantados, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar o item 3.1.1.7 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
2.1.14	Survey de cobertura de rádio e diagnóstico do DCS — Pátio	Deverá ser pago o item referente a Survey de cobertura de rádio e diagnóstico do DCS — Pátio, condicionado à aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, do relatório de levantamento e inspeção de campo correspondente, contendo, minimamente, o diagnóstico das condições identificadas, mediante relatório técnico de levantamento/inspeção, com registro fotográfico e dados de campo coletados, identificando interferências físicas, estado de conservação e capacidade disponível dos itens levantados, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar o item 3.1.1.7 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
2.1.15	Survey de cobertura de rádio e diagnóstico do DCS — Samambaia	Deverá ser pago o item referente a Survey de cobertura de rádio e diagnóstico do DCS — Samambaia, condicionado à aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, do relatório de levantamento e inspeção de campo correspondente, contendo, minimamente, o diagnóstico das condições identificadas, mediante relatório técnico de levantamento/inspeção, com registro fotográfico e dados de campo coletados, identificando interferências físicas, estado de conservação e capacidade disponível dos itens levantados, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar o item 3.1.1.7 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
2.1.16	Survey de cobertura de rádio e diagnóstico do DCS — Ceilândia	Deverá ser pago o item referente a Survey de cobertura de rádio e diagnóstico do DCS — Ceilândia, condicionado à aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, do relatório de levantamento e inspeção de campo correspondente, contendo, minimamente, o diagnóstico das condições identificadas, mediante relatório técnico de levantamento/inspeção, com registro fotográfico e dados de campo coletados, identificando interferências físicas, estado de conservação e capacidade disponível dos itens levantados, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar o item 3.1.1.7 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
2.1.17	Survey de cobertura de rádio e diagnóstico do DCS — Tronco	Deverá ser pago o item referente a Survey de cobertura de rádio e diagnóstico do DCS — Tronco, condicionado à aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, do relatório de levantamento e inspeção de campo correspondente, contendo, minimamente, o diagnóstico das condições identificadas, mediante relatório técnico de levantamento/inspeção, com registro fotográfico e dados de campo coletados, identificando interferências físicas, estado de conservação e capacidade disponível dos itens levantados, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar o item 3.1.1.7 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
2.1.18	Caminhos de cabos e rede/fibras existentes — Pátio	Deverá ser pago o item referente a Caminhos de cabos e rede/fibras existentes — Pátio, condicionado à aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, do relatório de levantamento e inspeção de campo correspondente, contendo, minimamente, o diagnóstico das condições identificadas, mediante relatório técnico de levantamento/inspeção, com registro fotográfico e dados de campo coletados, identificando interferências físicas, estado de conservação e capacidade disponível dos itens levantados, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar o item 3.1.1.5 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
2.1.19	Caminhos de cabos e rede/fibras existentes — Samambaia	Deverá ser pago o item referente a Caminhos de cabos e rede/fibras existentes — Samambaia, condicionado à aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, do relatório de levantamento e inspeção de campo correspondente, contendo, minimamente, o diagnóstico das condições identificadas, mediante relatório técnico de levantamento/inspeção, com registro fotográfico e dados de campo coletados, identificando interferências físicas, estado de conservação e capacidade disponível dos itens levantados, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar o item 3.1.1.5 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
2.1.20	Caminhos de cabos e rede/fibras existentes — Ceilândia	Deverá ser pago o item referente a Caminhos de cabos e rede/fibras existentes — Ceilândia, condicionado à aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, do relatório de levantamento e inspeção de campo correspondente, contendo, minimamente, o diagnóstico das condições identificadas, mediante relatório técnico de levantamento/inspeção, com registro fotográfico e dados de campo coletados, identificando interferências físicas, estado de conservação e capacidade disponível dos itens levantados, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar o item 3.1.1.5 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.

2.1.21	Caminhos de cabos e rede/fibras existentes — Tronco	Deverá ser pago o item referente a Caminhos de cabos e rede/fibras existentes — Tronco, condicionado à aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, do relatório de levantamento e inspeção de campo correspondente, contendo, minimamente, o diagnóstico das condições identificadas, mediante relatório técnico de levantamento/inspeção, com registro fotográfico e dados de campo coletados, identificando interferências físicas, estado de conservação e capacidade disponível dos itens levantados, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar o item 3.1.1.5 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
2.1.22	Levantamento físico da frota — Série 1000 (por trem)	Deverá ser pago o item referente a Levantamento físico da frota — Série 1000 (por trem), condicionado à aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, do relatório de levantamento e inspeção de campo correspondente, contendo, minimamente, o diagnóstico das condições identificadas, mediante relatório técnico de levantamento/inspeção, com registro fotográfico e dados de campo coletados, identificando interferências físicas, estado de conservação e capacidade disponível dos itens levantados, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar o item 3.1.1.6 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
2.1.23	Levantamento físico da frota — Série 2000 (por trem)	Deverá ser pago o item referente a Levantamento físico da frota — Série 2000 (por trem), condicionado à aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, do relatório de levantamento e inspeção de campo correspondente, contendo, minimamente, o diagnóstico das condições identificadas, mediante relatório técnico de levantamento/inspeção, com registro fotográfico e dados de campo coletados, identificando interferências físicas, estado de conservação e capacidade disponível dos itens levantados, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar o item 3.1.1.6 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
2.2	**Diagnóstico e Viabilidade**	
2.2.1	Diagnóstico aprofundado do sistema legado	Deverá ser pago o item referente a Diagnóstico aprofundado do sistema legado, condicionado à aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, do respectivo material técnico, contendo, minimamente, as informações e especificações necessárias à completa caracterização do objeto entregue, em conformidade com os documentos de referência técnica aplicáveis ao contrato, mediante entrega formal à FISCALIZAÇÃO e por ela aprovado, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar os itens 3.1.2.1, 3.1.2.2, 3.1.2.3 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
2.2.2	Estudo de viabilidade de modernização — Frota 1000 (modernização × descomissionamento)	Deverá ser pago o item referente a Estudo de viabilidade de modernização — Frota 1000 (modernização × descomissionamento), condicionado à aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, do respectivo material técnico, contendo, minimamente, as informações e especificações necessárias à completa caracterização do objeto entregue, em conformidade com os documentos de referência técnica aplicáveis ao contrato, mediante entrega formal à FISCALIZAÇÃO e por ela aprovado, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar o item 3.1.2.2 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
2.2.3	Estudo de viabilidade de modernização — Frota 2000	Deverá ser pago o item referente a Estudo de viabilidade de modernização — Frota 2000, condicionado à aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, do respectivo material técnico, contendo, minimamente, as informações e especificações necessárias à completa caracterização do objeto entregue, em conformidade com os documentos de referência técnica aplicáveis ao contrato, mediante entrega formal à FISCALIZAÇÃO e por ela aprovado, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar o item 3.1.2.2 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
2.3	**Simulação**	
2.3.1	Simulação de capacidade e headway da Linha 1	Deverá ser pago o item referente a Simulação de capacidade e headway da Linha 1, condicionado à aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, do relatório de simulação correspondente, demonstrando, minimamente, as características operacionais e de desempenho estipuladas nos documentos de arquitetura do sistema, mediante relatório técnico de simulação, com memória de cálculo, premissas adotadas e resultados obtidos, correlacionados aos parâmetros de desempenho exigidos, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar o item 3.2.1.1 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
2.3.2	Simulação da junção "Y" de Águas Claras	Deverá ser pago o item referente a Simulação da junção "Y" de Águas Claras, condicionado à aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, do relatório de simulação correspondente, demonstrando, minimamente, as características operacionais e de desempenho estipuladas nos documentos de arquitetura do sistema, mediante relatório técnico de simulação, com memória de cálculo, premissas adotadas e resultados obtidos, correlacionados aos parâmetros de desempenho exigidos, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar o item 3.2.1.1 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
2.3.3	Simulação de cenários de falha e recuperação	Deverá ser pago o item referente a Simulação de cenários de falha e recuperação, condicionado à aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, do relatório de simulação correspondente, demonstrando, minimamente, as características operacionais e de desempenho estipuladas nos documentos de arquitetura do sistema, mediante relatório técnico de simulação, com memória de cálculo, premissas adotadas e resultados obtidos, correlacionados aos parâmetros de desempenho exigidos, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar os itens 3.2.1.1, 3.2.1.2 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
2.3.4	Simulação das fases de migração brownfield	Deverá ser pago o item referente a Simulação das fases de migração brownfield, condicionado à aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, do relatório de simulação correspondente, demonstrando, minimamente, as características operacionais e de desempenho estipuladas nos documentos de arquitetura do sistema, mediante relatório técnico de simulação, com memória de cálculo, premissas adotadas e resultados obtidos, correlacionados aos parâmetros de desempenho exigidos, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar o item 3.2.1.2 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
2.3.5	Simulação das fases de migração greenfield	Deverá ser pago o item referente a Simulação das fases de migração greenfield, condicionado à aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, do relatório de simulação correspondente, demonstrando, minimamente, as características operacionais e de desempenho estipuladas nos documentos de arquitetura do sistema, mediante relatório técnico de simulação, com memória de cálculo, premissas adotadas e resultados obtidos, correlacionados aos parâmetros de desempenho exigidos, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar o item 3.2.1.1 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
2.4	**Consolidação**	
2.4.1	Consolidação dos levantamentos e estudos (fechamento de grupo)	Deverá ser pago o item referente a Consolidação dos levantamentos e estudos (fechamento de grupo), condicionado à aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, do respectivo material técnico, contendo, minimamente, as informações e especificações necessárias à completa caracterização do objeto entregue, em conformidade com os documentos de referência técnica aplicáveis ao contrato, mediante entrega formal à FISCALIZAÇÃO e por ela aprovado, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar os itens 3.3.1.1, 3.3.1.2, 3.3.1.7, 3.3.1.6, 3.3.1.5, 3.3.1.3, 3.3.1.4 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
3	**Projetos, ICDs, RAMS/Segurança e Software**	
3.1	**Dados de Aplicação**	
3.1.1	Dados de Aplicação/Configuração (track database, tabelas de intertravamento) — Pátio	Deverá ser pago o item referente a Dados de Aplicação/Configuração (track database, tabelas de intertravamento) — Pátio, condicionado à aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, dos dados de aplicação/configuração (track database e tabelas de intertravamento) correspondentes, mediante apresentação dos dados validados e livres de não conformidades, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar o item 3.1.2.1 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
3.1.2	Dados de Aplicação/Configuração (track database, tabelas de intertravamento) — Samambaia	Deverá ser pago o item referente a Dados de Aplicação/Configuração (track database, tabelas de intertravamento) — Samambaia, condicionado à aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, dos dados de aplicação/configuração (track database e tabelas de intertravamento) correspondentes, mediante apresentação dos dados validados e livres de não conformidades, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar o item 3.1.2.1 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.

3.1.3	Dados de Aplicação/Configuração (track database, tabelas de intertravamento) — Ceilândia	Deverá ser pago o item referente a Dados de Aplicação/Configuração (track database, tabelas de intertravamento) — Ceilândia, condicionado à aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, dos dados de aplicação/configuração (track database e tabelas de intertravamento) correspondentes, mediante apresentação dos dados validados e livres de não conformidades, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar o item 3.1.2.1 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
3.1.4	Dados de Aplicação/Configuração (track database, tabelas de intertravamento) — Tronco	Deverá ser pago o item referente a Dados de Aplicação/Configuração (track database, tabelas de intertravamento) — Tronco, condicionado à aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, dos dados de aplicação/configuração (track database e tabelas de intertravamento) correspondentes, mediante apresentação dos dados validados e livres de não conformidades, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar o item 3.1.2.1 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
3.2	**ICDs**	
3.2.1	ICD Energia de Tração e SCADA (corte rápido, alívio remoto de freios)	Deverá ser pago o item referente a ICD Energia de Tração e SCADA (corte rápido, alívio remoto de freios), condicionado à aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, do respectivo material técnico, contendo, minimamente, as informações e especificações necessárias à completa caracterização do objeto entregue, em conformidade com os documentos de referência técnica aplicáveis ao contrato, mediante entrega formal à FISCALIZAÇÃO e por ela aprovado, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar os itens 3.1.1.4, 3.1.1.6 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
3.2.2	ICD Material Rodante — Frota Série 1000	Deverá ser pago o item referente a ICD Material Rodante — Frota Série 1000, condicionado à aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, do respectivo material técnico, contendo, minimamente, as informações e especificações necessárias à completa caracterização do objeto entregue, em conformidade com os documentos de referência técnica aplicáveis ao contrato, mediante entrega formal à FISCALIZAÇÃO e por ela aprovado, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar o item 3.1.2.2 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
3.2.3	ICD Material Rodante — Frota Série 2000	Deverá ser pago o item referente a ICD Material Rodante — Frota Série 2000, condicionado à aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, do respectivo material técnico, contendo, minimamente, as informações e especificações necessárias à completa caracterização do objeto entregue, em conformidade com os documentos de referência técnica aplicáveis ao contrato, mediante entrega formal à FISCALIZAÇÃO e por ela aprovado, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar o item 3.1.2.2 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
3.2.4	ICD Material Rodante — Frota Série 3000	Deverá ser pago o item referente a ICD Material Rodante — Frota Série 3000, condicionado à aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, do respectivo material técnico, contendo, minimamente, as informações e especificações necessárias à completa caracterização do objeto entregue, em conformidade com os documentos de referência técnica aplicáveis ao contrato, mediante entrega formal à FISCALIZAÇÃO e por ela aprovado, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar o item 3.1.2.2 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
3.2.5	ICD CCO/ATS, Telecomando e SIGOP	Deverá ser pago o item referente a ICD CCO/ATS, Telecomando e SIGOP, condicionado à aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, do respectivo material técnico, contendo, minimamente, as informações e especificações necessárias à completa caracterização do objeto entregue, em conformidade com os documentos de referência técnica aplicáveis ao contrato, mediante entrega formal à FISCALIZAÇÃO e por ela aprovado, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar os itens 3.1.1.2, 3.1.1.6 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
3.2.6	ICD Segurança de Estação — Portas de Plataforma (PSD)	Deverá ser pago o item referente a ICD Segurança de Estação — Portas de Plataforma (PSD), condicionado à aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, do respectivo material técnico, contendo, minimamente, as informações e especificações necessárias à completa caracterização do objeto entregue, em conformidade com os documentos de referência técnica aplicáveis ao contrato, mediante entrega formal à FISCALIZAÇÃO e por ela aprovado, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar os itens 3.1.1.1, 3.1.1.4 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
3.2.7	ICD Segurança de Estação — Ventilação de Emergência (SVE)	Deverá ser pago o item referente a ICD Segurança de Estação — Ventilação de Emergência (SVE), condicionado à aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, do respectivo material técnico, contendo, minimamente, as informações e especificações necessárias à completa caracterização do objeto entregue, em conformidade com os documentos de referência técnica aplicáveis ao contrato, mediante entrega formal à FISCALIZAÇÃO e por ela aprovado, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar os itens 3.1.1.4, 3.1.1.6 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
3.2.8	ICD Segurança de Estação — Detecção e Combate a Incêndio (causa×efeito)	Deverá ser pago o item referente a ICD Segurança de Estação — Detecção e Combate a Incêndio (causa×efeito), condicionado à aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, do respectivo material técnico, contendo, minimamente, as informações e especificações necessárias à completa caracterização do objeto entregue, em conformidade com os documentos de referência técnica aplicáveis ao contrato, mediante entrega formal à FISCALIZAÇÃO e por ela aprovado, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar os itens 3.1.1.6, 3.1.1.2 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
3.2.9	ICD Sistemas Correlatos (sonorização/SAP, CFTV, bilhetagem)	Deverá ser pago o item referente a ICD Sistemas Correlatos (sonorização/SAP, CFTV, bilhetagem), condicionado à aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, do respectivo material técnico, contendo, minimamente, as informações e especificações necessárias à completa caracterização do objeto entregue, em conformidade com os documentos de referência técnica aplicáveis ao contrato, mediante entrega formal à FISCALIZAÇÃO e por ela aprovado, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar os itens 3.1.1.6, 3.1.1.2 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
3.2.10	ICD Detecção Secundária e Operação Mista	Deverá ser pago o item referente a ICD Detecção Secundária e Operação Mista, condicionado à aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, do respectivo material técnico, contendo, minimamente, as informações e especificações necessárias à completa caracterização do objeto entregue, em conformidade com os documentos de referência técnica aplicáveis ao contrato, mediante entrega formal à FISCALIZAÇÃO e por ela aprovado, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar os itens 3.1.1.6, 3.1.1.7, 3.1.1.1 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
3.2.11	Consolidação dos ICDs (fechamento de grupo; gate projeto→execução)	Deverá ser pago o item referente a Consolidação dos ICDs (fechamento de grupo; gate projeto→execução), condicionado à aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, do respectivo material técnico, contendo, minimamente, as informações e especificações necessárias à completa caracterização do objeto entregue, em conformidade com os documentos de referência técnica aplicáveis ao contrato, mediante entrega formal à FISCALIZAÇÃO e por ela aprovado, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar os itens 3.1.1.1, 3.1.1.7, 3.1.1.6, 3.1.1.5, 3.1.1.4, 3.1.1.3, 3.1.1.2 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
3.3	**Projeto Básico**	
3.3.1	PB — Arquitetura Geral do Sistema (ASA detalhado; coordenador)	Deverá ser pago o item referente a PB — Arquitetura Geral do Sistema (ASA detalhado; coordenador), condicionado à aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, do respectivo material técnico, contendo, minimamente, as informações e especificações necessárias à completa caracterização do objeto entregue, em conformidade com os documentos de referência técnica aplicáveis ao contrato, mediante entrega formal à FISCALIZAÇÃO e por ela aprovado, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar os itens 4.1.1.1, 4.1.1.6, 4.1.1.5, 4.1.1.4, 4.1.1.3, 4.1.1.2 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
3.3.2	PB — CBTC de Via (ATP/ATO de via, Zone Controllers, intertravamento eletrônico/CBI)	Deverá ser pago o item referente a PB — CBTC de Via (ATP/ATO de via, Zone Controllers, intertravamento eletrônico/CBI), condicionado à aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, do respectivo material técnico, contendo, minimamente, as informações e especificações necessárias à completa caracterização do objeto entregue, em conformidade com os documentos de referência técnica aplicáveis ao contrato, mediante entrega formal à FISCALIZAÇÃO e por ela aprovado, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar os itens 4.1.1.1, 4.1.1.3, 4.1.1.6, 4.1.1.5, 4.1.1.4, 4.1.1.2 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.

3.3.3	PB — CBTC Embarcado (VOBC)	Deverá ser pago o item referente a PB — CBTC Embarcado (VOBC), condicionado à aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, do respectivo material técnico, contendo, minimamente, as informações e especificações necessárias à completa caracterização do objeto entregue, em conformidade com os documentos de referência técnica aplicáveis ao contrato, mediante entrega formal à FISCALIZAÇÃO e por ela aprovado, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar os itens 4.1.1.1, 4.1.1.3, 4.1.1.6, 4.1.1.5, 4.1.1.4, 4.1.1.2 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
3.3.4	PB — DCS (rede rádio, backbone, sincronismo)	Deverá ser pago o item referente a PB — DCS (rede rádio, backbone, sincronismo), condicionado à aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, do respectivo material técnico, contendo, minimamente, as informações e especificações necessárias à completa caracterização do objeto entregue, em conformidade com os documentos de referência técnica aplicáveis ao contrato, mediante entrega formal à FISCALIZAÇÃO e por ela aprovado, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar os itens 4.2.1.1, 4.2.1.5, 4.2.1.4, 4.2.1.3, 4.2.1.2, 4.3.1.1, 4.3.1.5, 4.3.1.2, 4.3.1.3, 4.3.1.4, 4.1.1.2 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
3.3.5	PB — ATS (supervisão, regulação, gestão da junção "Y")	Deverá ser pago o item referente a PB — ATS (supervisão, regulação, gestão da junção "Y"), condicionado à aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, do respectivo material técnico, contendo, minimamente, as informações e especificações necessárias à completa caracterização do objeto entregue, em conformidade com os documentos de referência técnica aplicáveis ao contrato, mediante entrega formal à FISCALIZAÇÃO e por ela aprovado, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar os itens 4.1.1.1, 4.1.1.6, 4.1.1.5, 4.1.1.4, 4.1.1.3, 4.1.1.2 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
3.3.6	PB — MSS	Deverá ser pago o item referente a PB — MSS, condicionado à aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, do respectivo material técnico, contendo, minimamente, as informações e especificações necessárias à completa caracterização do objeto entregue, em conformidade com os documentos de referência técnica aplicáveis ao contrato, mediante entrega formal à FISCALIZAÇÃO e por ela aprovado, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar os itens 4.1.1.1, 4.1.1.3, 4.1.1.6, 4.1.1.5, 4.1.1.4, 4.1.1.2 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
3.3.7	PB — Integração Sistêmica e Detecção Secundária	Deverá ser pago o item referente a PB — Integração Sistêmica e Detecção Secundária, condicionado à aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, do respectivo material técnico, contendo, minimamente, as informações e especificações necessárias à completa caracterização do objeto entregue, em conformidade com os documentos de referência técnica aplicáveis ao contrato, mediante entrega formal à FISCALIZAÇÃO e por ela aprovado, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar os itens 4.1.1.1, 4.1.1.6, 4.1.1.3, 4.1.1.4, 4.1.1.5, 4.1.1.2 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
3.3.8	Consolidação do Projeto Básico (fechamento de grupo)	Deverá ser pago o item referente a Consolidação do Projeto Básico (fechamento de grupo), condicionado à aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, do respectivo material técnico, contendo, minimamente, as informações e especificações necessárias à completa caracterização do objeto entregue, em conformidade com os documentos de referência técnica aplicáveis ao contrato, mediante entrega formal à FISCALIZAÇÃO e por ela aprovado, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar os itens 4.1.1.1, 4.1.1.3, 4.1.1.6, 4.1.1.5, 4.1.1.4, 4.1.1.2 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
3.4	**Projeto Executivo**	
3.4.1	PE — CBTC de Via	Deverá ser pago o item referente a PE — CBTC de Via, condicionado à aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, do respectivo material técnico, contendo, minimamente, as informações e especificações necessárias à completa caracterização do objeto entregue, em conformidade com os documentos de referência técnica aplicáveis ao contrato, mediante entrega formal à FISCALIZAÇÃO e por ela aprovado, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar os itens 4.4.1.1, 4.4.1.5, 4.4.1.4, 4.4.1.3, 4.4.1.2 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
3.4.2	PE — CBTC Embarcado (kits de modernização, por frota)	Deverá ser pago o item referente a PE — CBTC Embarcado (kits de modernização, por frota), condicionado à aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, do respectivo material técnico, contendo, minimamente, as informações e especificações necessárias à completa caracterização do objeto entregue, em conformidade com os documentos de referência técnica aplicáveis ao contrato, mediante entrega formal à FISCALIZAÇÃO e por ela aprovado, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar os itens 4.4.1.1, 4.4.1.5, 4.4.1.2, 4.4.1.4, 4.4.1.3 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
3.4.3	PE — DCS	Deverá ser pago o item referente a PE — DCS, condicionado à aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, do respectivo material técnico, contendo, minimamente, as informações e especificações necessárias à completa caracterização do objeto entregue, em conformidade com os documentos de referência técnica aplicáveis ao contrato, mediante entrega formal à FISCALIZAÇÃO e por ela aprovado, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar os itens 4.5.1.1, 4.5.1.4, 4.5.1.3, 4.5.1.2 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
3.4.4	PE — ATS	Deverá ser pago o item referente a PE — ATS, condicionado à aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, do respectivo material técnico, contendo, minimamente, as informações e especificações necessárias à completa caracterização do objeto entregue, em conformidade com os documentos de referência técnica aplicáveis ao contrato, mediante entrega formal à FISCALIZAÇÃO e por ela aprovado, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar os itens 4.4.1.1, 4.4.1.5, 4.4.1.3, 4.4.1.2, 4.4.1.4 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
3.4.5	PE — MSS	Deverá ser pago o item referente a PE — MSS, condicionado à aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, do respectivo material técnico, contendo, minimamente, as informações e especificações necessárias à completa caracterização do objeto entregue, em conformidade com os documentos de referência técnica aplicáveis ao contrato, mediante entrega formal à FISCALIZAÇÃO e por ela aprovado, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar os itens 4.4.1.1, 4.4.1.2, 4.4.1.5, 4.4.1.4, 4.4.1.3 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
3.4.6	PE — Integração e Interfaces	Deverá ser pago o item referente a PE — Integração e Interfaces, condicionado à aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, do respectivo material técnico, contendo, minimamente, as informações e especificações necessárias à completa caracterização do objeto entregue, em conformidade com os documentos de referência técnica aplicáveis ao contrato, mediante entrega formal à FISCALIZAÇÃO e por ela aprovado, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar os itens 4.4.1.1, 4.4.1.3, 4.4.1.5, 4.4.1.4, 4.4.1.2 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
3.4.7	PE — Instalação — Pátio	Deverá ser pago o item referente a PE — Instalação — Pátio, condicionado à aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, do respectivo material técnico, contendo, minimamente, as informações e especificações necessárias à completa caracterização do objeto entregue, em conformidade com os documentos de referência técnica aplicáveis ao contrato, mediante entrega formal à FISCALIZAÇÃO e por ela aprovado, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar os itens 4.4.1.1, 4.4.1.5, 4.4.1.4, 4.4.1.3, 4.4.1.2, 4.6.1.1, 4.6.1.4, 4.6.1.2, 4.6.1.3 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
3.4.8	PE — Instalação — Samambaia	Deverá ser pago o item referente a PE — Instalação — Samambaia, condicionado à aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, do respectivo material técnico, contendo, minimamente, as informações e especificações necessárias à completa caracterização do objeto entregue, em conformidade com os documentos de referência técnica aplicáveis ao contrato, mediante entrega formal à FISCALIZAÇÃO e por ela aprovado, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar os itens 4.4.1.1, 4.6.1.4, 4.6.1.3, 4.4.1.2, 4.6.1.2, 4.4.1.3, 4.6.1.1, 4.4.1.5, 4.4.1.4 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
3.4.9	PE — Instalação — Ceilândia	Deverá ser pago o item referente a PE — Instalação — Ceilândia, condicionado à aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, do respectivo material técnico, contendo, minimamente, as informações e especificações necessárias à completa caracterização do objeto entregue, em conformidade com os documentos de referência técnica aplicáveis ao contrato, mediante entrega formal à FISCALIZAÇÃO e por ela aprovado, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar os itens 4.4.1.1, 4.4.1.2, 4.6.1.2, 4.6.1.4, 4.6.1.3, 4.6.1.1, 4.4.1.3, 4.4.1.5, 4.4.1.4 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.

3.4.10	PE — Instalação — Tronco	Deverá ser pago o item referente a PE — Instalação — Tronco, condicionado à aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, do respectivo material técnico, contendo, minimamente, as informações e especificações necessárias à completa caracterização do objeto entregue, em conformidade com os documentos de referência técnica aplicáveis ao contrato, mediante entrega formal à FISCALIZAÇÃO e por ela aprovado, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar os itens 4.4.1.1, 4.6.1.3, 4.6.1.4, 4.4.1.2, 4.6.1.2, 4.6.1.1, 4.4.1.5, 4.4.1.3, 4.4.1.4 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
3.4.11	Consolidação do Projeto Executivo (fechamento de grupo)	Deverá ser pago o item referente a Consolidação do Projeto Executivo (fechamento de grupo), condicionado à aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, do respectivo material técnico, contendo, minimamente, as informações e especificações necessárias à completa caracterização do objeto entregue, em conformidade com os documentos de referência técnica aplicáveis ao contrato, mediante entrega formal à FISCALIZAÇÃO e por ela aprovado, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar os itens 4.4.1.1, 4.4.1.4, 4.4.1.5, 4.4.1.2, 4.4.1.3 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
3.5	**Procedimentos de Teste**	
3.5.1	Procedimento de FAT — CBTC de Via: ZC	Deverá ser pago o item referente a Procedimento de FAT — CBTC de Via: ZC, condicionado à aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, do respectivo material técnico, contendo, minimamente, as informações e especificações necessárias à completa caracterização do objeto entregue, em conformidade com os documentos de referência técnica aplicáveis ao contrato, mediante entrega formal à FISCALIZAÇÃO e por ela aprovado, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar o item 4.4.1.4 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
3.5.2	Procedimento de FAT — CBTC de Via: IXL	Deverá ser pago o item referente a Procedimento de FAT — CBTC de Via: IXL, condicionado à aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, do respectivo material técnico, contendo, minimamente, as informações e especificações necessárias à completa caracterização do objeto entregue, em conformidade com os documentos de referência técnica aplicáveis ao contrato, mediante entrega formal à FISCALIZAÇÃO e por ela aprovado, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar o item 4.4.1.4 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
3.5.3	Procedimento de FAT — CBTC de Via: Balizas	Deverá ser pago o item referente a Procedimento de FAT — CBTC de Via: Balizas, condicionado à aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, do respectivo material técnico, contendo, minimamente, as informações e especificações necessárias à completa caracterização do objeto entregue, em conformidade com os documentos de referência técnica aplicáveis ao contrato, mediante entrega formal à FISCALIZAÇÃO e por ela aprovado, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar o item 4.4.1.4 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
3.5.4	Procedimento de FAT — CBTC de Via: Controlador de Objetos	Deverá ser pago o item referente a Procedimento de FAT — CBTC de Via: Controlador de Objetos, condicionado à aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, do respectivo material técnico, contendo, minimamente, as informações e especificações necessárias à completa caracterização do objeto entregue, em conformidade com os documentos de referência técnica aplicáveis ao contrato, mediante entrega formal à FISCALIZAÇÃO e por ela aprovado, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar o item 4.4.1.4 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
3.5.5	Procedimento de FAT — Máquina de Chave	Deverá ser pago o item referente a Procedimento de FAT — Máquina de Chave, condicionado à aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, do respectivo material técnico, contendo, minimamente, as informações e especificações necessárias à completa caracterização do objeto entregue, em conformidade com os documentos de referência técnica aplicáveis ao contrato, mediante entrega formal à FISCALIZAÇÃO e por ela aprovado, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar o item 4.4.1.4 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
3.5.6	Procedimento de FAT — CBTC de Via: Demais equipamentos de Via	Deverá ser pago o item referente a Procedimento de FAT — CBTC de Via: Demais equipamentos de Via, condicionado à aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, do respectivo material técnico, contendo, minimamente, as informações e especificações necessárias à completa caracterização do objeto entregue, em conformidade com os documentos de referência técnica aplicáveis ao contrato, mediante entrega formal à FISCALIZAÇÃO e por ela aprovado, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar o item 4.4.1.4 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
3.5.7	Procedimentos de FAT — CBTC Embarcado	Deverá ser pago o item referente a Procedimentos de FAT — CBTC Embarcado, condicionado à aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, do respectivo material técnico, contendo, minimamente, as informações e especificações necessárias à completa caracterização do objeto entregue, em conformidade com os documentos de referência técnica aplicáveis ao contrato, mediante entrega formal à FISCALIZAÇÃO e por ela aprovado, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar o item 4.4.1.4 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
3.5.8	Procedimentos de FAT — DCS	Deverá ser pago o item referente a Procedimentos de FAT — DCS, condicionado à aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, do respectivo material técnico, contendo, minimamente, as informações e especificações necessárias à completa caracterização do objeto entregue, em conformidade com os documentos de referência técnica aplicáveis ao contrato, mediante entrega formal à FISCALIZAÇÃO e por ela aprovado, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar o item 4.5.1.4 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
3.5.9	Procedimentos de FAT — ATS	Deverá ser pago o item referente a Procedimentos de FAT — ATS, condicionado à aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, do respectivo material técnico, contendo, minimamente, as informações e especificações necessárias à completa caracterização do objeto entregue, em conformidade com os documentos de referência técnica aplicáveis ao contrato, mediante entrega formal à FISCALIZAÇÃO e por ela aprovado, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar o item 4.4.1.4 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
3.5.10	Procedimentos de FAT — MSS	Deverá ser pago o item referente a Procedimentos de FAT — MSS, condicionado à aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, do respectivo material técnico, contendo, minimamente, as informações e especificações necessárias à completa caracterização do objeto entregue, em conformidade com os documentos de referência técnica aplicáveis ao contrato, mediante entrega formal à FISCALIZAÇÃO e por ela aprovado, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar o item 4.4.1.4 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
3.5.11	Procedimentos de SAT — CBTC de Via	Deverá ser pago o item referente a Procedimentos de SAT — CBTC de Via, condicionado à aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, do respectivo material técnico, contendo, minimamente, as informações e especificações necessárias à completa caracterização do objeto entregue, em conformidade com os documentos de referência técnica aplicáveis ao contrato, mediante entrega formal à FISCALIZAÇÃO e por ela aprovado, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar o item 4.4.1.4 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
3.5.12	Procedimentos de SAT — CBTC Embarcado	Deverá ser pago o item referente a Procedimentos de SAT — CBTC Embarcado, condicionado à aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, do respectivo material técnico, contendo, minimamente, as informações e especificações necessárias à completa caracterização do objeto entregue, em conformidade com os documentos de referência técnica aplicáveis ao contrato, mediante entrega formal à FISCALIZAÇÃO e por ela aprovado, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar o item 4.4.1.4 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
3.5.13	Procedimentos de SAT — DCS	Deverá ser pago o item referente a Procedimentos de SAT — DCS, condicionado à aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, do respectivo material técnico, contendo, minimamente, as informações e especificações necessárias à completa caracterização do objeto entregue, em conformidade com os documentos de referência técnica aplicáveis ao contrato, mediante entrega formal à FISCALIZAÇÃO e por ela aprovado, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar o item 4.5.1.4 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
3.5.14	Procedimentos de SAT — ATS	Deverá ser pago o item referente a Procedimentos de SAT — ATS, condicionado à aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, do respectivo material técnico, contendo, minimamente, as informações e especificações necessárias à completa caracterização do objeto entregue, em conformidade com os documentos de referência técnica aplicáveis ao contrato, mediante entrega formal à FISCALIZAÇÃO e por ela aprovado, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar o item 4.4.1.4 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.

3.5.15	Procedimentos de SAT — MSS	Deverá ser pago o item referente a Procedimentos de SAT — MSS, condicionado à aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, do respectivo material técnico, contendo, minimamente, as informações e especificações necessárias à completa caracterização do objeto entregue, em conformidade com os documentos de referência técnica aplicáveis ao contrato, mediante entrega formal à FISCALIZAÇÃO e por ela aprovado, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar o item 4.4.1.4 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
3.5.16	Procedimentos de Teste Integrado por Zona — Ceilândia (CEI)	Deverá ser pago o item referente a Procedimentos de Teste Integrado por Zona — Ceilândia (CEI), condicionado à aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, do respectivo material técnico, contendo, minimamente, as informações e especificações necessárias à completa caracterização do objeto entregue, em conformidade com os documentos de referência técnica aplicáveis ao contrato, mediante entrega formal à FISCALIZAÇÃO e por ela aprovado, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar o item 4.4.1.4 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
3.5.17	Procedimentos de Teste Integrado por Zona — Samambaia (SAM)	Deverá ser pago o item referente a Procedimentos de Teste Integrado por Zona — Samambaia (SAM), condicionado à aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, do respectivo material técnico, contendo, minimamente, as informações e especificações necessárias à completa caracterização do objeto entregue, em conformidade com os documentos de referência técnica aplicáveis ao contrato, mediante entrega formal à FISCALIZAÇÃO e por ela aprovado, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar o item 4.4.1.4 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
3.5.18	Procedimentos de Teste Integrado por Zona — Tronco (TRO)	Deverá ser pago o item referente a Procedimentos de Teste Integrado por Zona — Tronco (TRO), condicionado à aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, do respectivo material técnico, contendo, minimamente, as informações e especificações necessárias à completa caracterização do objeto entregue, em conformidade com os documentos de referência técnica aplicáveis ao contrato, mediante entrega formal à FISCALIZAÇÃO e por ela aprovado, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar o item 4.4.1.4 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
3.5.19	Procedimentos de Teste Integrado por Zona — Trecho em Y	Deverá ser pago o item referente a Procedimentos de Teste Integrado por Zona — Trecho em Y, condicionado à aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, do respectivo material técnico, contendo, minimamente, as informações e especificações necessárias à completa caracterização do objeto entregue, em conformidade com os documentos de referência técnica aplicáveis ao contrato, mediante entrega formal à FISCALIZAÇÃO e por ela aprovado, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar o item 4.4.1.4 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
3.5.20	Procedimentos de Teste Integrado por Zona — Pátio (PAT)	Deverá ser pago o item referente a Procedimentos de Teste Integrado por Zona — Pátio (PAT), condicionado à aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, do respectivo material técnico, contendo, minimamente, as informações e especificações necessárias à completa caracterização do objeto entregue, em conformidade com os documentos de referência técnica aplicáveis ao contrato, mediante entrega formal à FISCALIZAÇÃO e por ela aprovado, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar o item 4.4.1.4 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
3.5.21	Plano de Teste Operacional (convivência frota CBTC × não equipada e sinalização CBTC × legada)	Deverá ser pago o item referente a Plano de Teste Operacional (convivência frota CBTC × não equipada e sinalização CBTC × legada), condicionado à aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, do respectivo material técnico, contendo, minimamente, as informações e especificações necessárias à completa caracterização do objeto entregue, em conformidade com os documentos de referência técnica aplicáveis ao contrato, mediante entrega formal à FISCALIZAÇÃO e por ela aprovado, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar o item 4.4.1.4 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
3.5.22	Procedimentos de Testes de Segurança (frenagem de emergência, baixa aderência, modos degradados)	Deverá ser pago o item referente a Procedimentos de Testes de Segurança (frenagem de emergência, baixa aderência, modos degradados), condicionado à aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, do respectivo material técnico, contendo, minimamente, as informações e especificações necessárias à completa caracterização do objeto entregue, em conformidade com os documentos de referência técnica aplicáveis ao contrato, mediante entrega formal à FISCALIZAÇÃO e por ela aprovado, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar o item 4.4.1.4 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
3.5.23	Procedimentos de Cibersegurança	Deverá ser pago o item referente a Procedimentos de Cibersegurança, condicionado à execução, pela CONTRATADA, dos correspondentes testes de cibersegurança e resiliência e à aprovação do respectivo relatório pela FISCALIZAÇÃO, comprovando a conformidade às diretrizes de segmentação, autenticação e proteção estabelecidas no Plano Diretor de Cibersegurança OT, mediante procedimento de teste aprovado e, quando aplicável, relatório de execução dos testes de cibersegurança e resiliência, sem vulnerabilidades críticas pendentes de tratamento, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar os itens 4.5.1.3, 10.2.3.1 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
3.5.24	Procedimentos de Teste Integrado e T&C — Geral (linha completa)	Deverá ser pago o item referente a Procedimentos de Teste Integrado e T&C — Geral (linha completa), condicionado à aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, do respectivo material técnico, contendo, minimamente, as informações e especificações necessárias à completa caracterização do objeto entregue, em conformidade com os documentos de referência técnica aplicáveis ao contrato, mediante entrega formal à FISCALIZAÇÃO e por ela aprovado, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar o item 4.4.1.4 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
3.6	**RAMS / Segurança e Migração**	
3.6.1	Plano de RAMS/CDMS e Arquitetura de Segurança (EN 50126)	Deverá ser pago o item referente a Plano de RAMS/CDMS e Arquitetura de Segurança (EN 50126), condicionado à aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, do respectivo material técnico, contendo, minimamente, as informações e especificações necessárias à completa caracterização do objeto entregue, em conformidade com os documentos de referência técnica aplicáveis ao contrato, mediante entrega formal à FISCALIZAÇÃO e por ela aprovado, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar os itens 13.1.1.1, 13.1.1.3 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
3.6.2	Hazard Log + Análise de Modos Degradados/Fallback + Riscos Exportados	Deverá ser pago o item referente a Hazard Log + Análise de Modos Degradados/Fallback + Riscos Exportados, condicionado à aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, do respectivo material técnico, contendo, minimamente, as informações e especificações necessárias à completa caracterização do objeto entregue, em conformidade com os documentos de referência técnica aplicáveis ao contrato, mediante entrega formal à FISCALIZAÇÃO e por ela aprovado, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar o item 13.1.1.2 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
3.6.3	Análise de Segurança de Software (rastreabilidade, configuração, testes — EN 50716)	Deverá ser pago o item referente a Análise de Segurança de Software (rastreabilidade, configuração, testes — EN 50716), condicionado à aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, do respectivo material técnico, contendo, minimamente, as informações e especificações necessárias à completa caracterização do objeto entregue, em conformidade com os documentos de referência técnica aplicáveis ao contrato, mediante entrega formal à FISCALIZAÇÃO e por ela aprovado, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar o item 13.1.1.3 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
3.6.4	Análise de Segurança de Hardware (redundância, taxonomia de falhas, tolerância)	Deverá ser pago o item referente a Análise de Segurança de Hardware (redundância, taxonomia de falhas, tolerância), condicionado à aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, do respectivo material técnico, contendo, minimamente, as informações e especificações necessárias à completa caracterização do objeto entregue, em conformidade com os documentos de referência técnica aplicáveis ao contrato, mediante entrega formal à FISCALIZAÇÃO e por ela aprovado, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar o item 13.1.1.3 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
3.6.5	Safety Case Preliminar + SRAC preliminares	Deverá ser pago o item referente a Safety Case Preliminar + SRAC preliminares, condicionado à aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, do respectivo material técnico, contendo, minimamente, as informações e especificações necessárias à completa caracterização do objeto entregue, em conformidade com os documentos de referência técnica aplicáveis ao contrato, mediante entrega formal à FISCALIZAÇÃO e por ela aprovado, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar o item 13.2.1.1 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.

3.6.6	Plano Diretor de Cibersegurança OT (segmentação, zonas/conduítes, hardening, patches, resposta a incidentes — IEC 62443)	Deverá ser pago o item referente a Plano Diretor de Cibersegurança OT (segmentação, zonas/conduítes, hardening, patches, resposta a incidentes — IEC 62443), condicionado à aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, do respectivo material técnico, contendo, minimamente, as informações e especificações necessárias à completa caracterização do objeto entregue, em conformidade com os documentos de referência técnica aplicáveis ao contrato, mediante entrega formal à FISCALIZAÇÃO e por ela aprovado, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar os itens 13.1.1.1, 4.2.1.1 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
3.6.7	Plano de Migração Brownfield (fases, convivência, janelas, rollback, critérios de aceite por fase)	Deverá ser pago o item referente a Plano de Migração Brownfield (fases, convivência, janelas, rollback, critérios de aceite por fase), condicionado à aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, do respectivo material técnico, contendo, minimamente, as informações e especificações necessárias à completa caracterização do objeto entregue, em conformidade com os documentos de referência técnica aplicáveis ao contrato, mediante entrega formal à FISCALIZAÇÃO e por ela aprovado, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar o item 10.1.1.1 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
3.7	**Software**	
3.7.1	Especificação de Requisitos de Software (SwRS)	Deverá ser pago o item referente a Especificação de Requisitos de Software (SwRS), condicionado à aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, da Especificação de Requisitos de Software (SwRS) correspondente, contendo os requisitos funcionais a serem implementados, mediante documento de SwRS aprovado, com rastreabilidade aos requisitos de sistema (CBTC, DCS) que lhe deram origem, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar os itens 4.7.1.1, 4.7.1.2, 4.7.1.3 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
3.7.2	Arquitetura e Projeto de Software	Deverá ser pago o item referente a Arquitetura e Projeto de Software, condicionado à aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, da arquitetura e do projeto de software correspondentes, demonstrando a estrutura modular e as interfaces internas do software a ser desenvolvido, mediante documento de arquitetura e projeto de software aprovado, com descrição dos módulos, interfaces e decisões de projeto adotadas, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar os itens 4.7.2.1, 4.7.2.2, 4.7.2.3, 4.7.2.4, 4.7.3.1, 4.7.3.2, 4.7.3.3, 4.7.3.4 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
3.7.3	Projeto Detalhado e Codificação	Deverá ser pago o item referente a Projeto Detalhado e Codificação, condicionado à conclusão, pela CONTRATADA, e aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, do projeto detalhado e da codificação (ou parametrização) correspondentes, em conformidade com a arquitetura e os requisitos previamente aprovados, mediante evidência de conclusão da codificação/parametrização (build ou versão de software gerada), com relatório técnico correlacionando a implementação aos requisitos e à arquitetura aprovados, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar os itens 4.7.1.1, 4.7.1.2, 4.7.1.3, 4.7.2.1, 4.7.2.2, 4.7.2.3, 4.7.2.4 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
3.7.4	Verificação e Testes de Módulo	Deverá ser pago o item referente a Verificação e Testes de Módulo, condicionado à execução, pela CONTRATADA, e aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, dos testes de verificação de módulo correspondentes, comprovando a conformidade funcional de cada módulo isoladamente, previamente à integração, mediante relatório de testes de verificação de módulo, com evidência de execução dos casos de teste e resultados obtidos, sem não conformidades pendentes, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar os itens 4.7.2.1, 4.7.2.2, 4.7.2.3, 4.7.2.4 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
3.7.5	Integração de Software	Deverá ser pago o item referente a Integração de Software, condicionado à execução, pela CONTRATADA, e aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, da integração de software correspondente, comprovando o funcionamento conjunto dos módulos e interfaces desenvolvidos, mediante relatório de integração de software, com evidência de execução dos testes de integração entre módulos/sistemas e resultados obtidos, sem não conformidades pendentes, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar os itens 4.7.3.1, 4.7.3.2, 4.7.3.3, 4.7.3.4 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
3.7.6	Validação de Software (pré-FAT)	Deverá ser pago o item referente a Validação de Software (pré-FAT), condicionado à execução, pela CONTRATADA, e aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, da validação de software correspondente, comprovando sua conformidade final aos requisitos aprovados, previamente ao Teste de Aceitação em Fábrica (FAT), mediante relatório de validação de software (pré-FAT), com evidência de execução dos casos de teste de validação e conformidade integral aos requisitos, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar os itens 4.7.1.1, 4.7.1.2, 4.7.1.3, 4.7.2.1, 4.7.2.2, 4.7.2.3, 4.7.2.4, 4.7.3.1, 4.7.3.2, 4.7.3.3, 4.7.3.4 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
3.7.7	Gestão de Licenças, Custódia (escrow) e Continuidade de Software	Deverá ser pago o item referente a Gestão de Licenças, Custódia (escrow) e Continuidade de Software, condicionado à comprovação, pela CONTRATADA, e aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, do licenciamento definitivo correspondente, incluindo a custódia do código-fonte (escrow) e as condições de continuidade de suporte e manutenção, mediante licenças de software em nome do Metrô-DF (ou de uso permanente conforme cláusula contratual), certificado de custódia de código-fonte e plano de continuidade de suporte, aprovados pela FISCALIZAÇÃO, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar os itens 4.7.2.1, 4.7.2.2, 4.7.2.3, 4.7.2.4 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
3.8	**ISA**	
3.8.1	ISA — Avaliação do Plano de RAMS e Arquitetura de Segurança	Deverá ser pago o item referente a ISA — Avaliação do Plano de RAMS e Arquitetura de Segurança, condicionado à emissão, pelo Avaliador Independente de Segurança (ISA), e aceite pela FISCALIZAÇÃO, do parecer técnico correspondente, atestando a adequação do respectivo plano, gestão de riscos, software ou hardware avaliado, em conformidade com a EN 50126/50128/50129 ou normas equivalentes, mediante parecer técnico do ISA, com registro das não conformidades identificadas (se houver) e respectivo tratamento, aceito pela FISCALIZAÇÃO, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar o item 13.3.1.1 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
3.8.2	ISA — Avaliação da Gestão de Riscos (Hazard Log, degradação, fallback, interfaces)	Deverá ser pago o item referente a ISA — Avaliação da Gestão de Riscos (Hazard Log, degradação, fallback, interfaces), condicionado à emissão, pelo Avaliador Independente de Segurança (ISA), e aceite pela FISCALIZAÇÃO, do parecer técnico correspondente, atestando a adequação do respectivo plano, gestão de riscos, software ou hardware avaliado, em conformidade com a EN 50126/50128/50129 ou normas equivalentes, mediante parecer técnico do ISA, com registro das não conformidades identificadas (se houver) e respectivo tratamento, aceito pela FISCALIZAÇÃO, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar o item 13.3.1.1 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
3.8.3	ISA — Avaliação Intermediária de Software	Deverá ser pago o item referente a ISA — Avaliação Intermediária de Software, condicionado à emissão, pelo Avaliador Independente de Segurança (ISA), e aceite pela FISCALIZAÇÃO, do parecer técnico correspondente, atestando a adequação do respectivo plano, gestão de riscos, software ou hardware avaliado, em conformidade com a EN 50126/50128/50129 ou normas equivalentes, mediante parecer técnico do ISA, com registro das não conformidades identificadas (se houver) e respectivo tratamento, aceito pela FISCALIZAÇÃO, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar o item 13.3.1.1 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
3.8.4	ISA — Avaliação Intermediária de Hardware e Cibersegurança	Deverá ser pago o item referente a ISA — Avaliação Intermediária de Hardware e Cibersegurança, condicionado à emissão, pelo Avaliador Independente de Segurança (ISA), e aceite pela FISCALIZAÇÃO, do parecer técnico correspondente, atestando a adequação do respectivo plano, gestão de riscos, software ou hardware avaliado, em conformidade com a EN 50126/50128/50129 ou normas equivalentes, mediante parecer técnico do ISA, com registro das não conformidades identificadas (se houver) e respectivo tratamento, aceito pela FISCALIZAÇÃO, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar o item 13.3.1.1 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
3.8.5	ISA — Parecer sobre o Safety Case Preliminar e SRAC (prontidão para os testes de campo)	Deverá ser pago o item referente a ISA — Parecer sobre o Safety Case Preliminar e SRAC (prontidão para os testes de campo), condicionado à emissão, pelo Avaliador Independente de Segurança (ISA), e aceite pela FISCALIZAÇÃO, do parecer sobre o Safety Case Preliminar e as SRAC (Condições de Aplicação Relacionadas à Segurança), atestando a prontidão do sistema para o início dos testes de campo, mediante parecer técnico do ISA sobre o Safety Case Preliminar e as SRAC preliminares, sem ressalvas que impeçam o início dos testes em campo, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar o item 13.3.1.1 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
4	**Fornecimento, Fabricação e Instalação**	

4.1	Fabricação e FAT	
4.1.1	Fabricação — CBTC de Via: ZC	Deverá ser pago o item referente a Fabricação — CBTC de Via: ZC, condicionado à conclusão, pela CONTRATADA, e aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, da fabricação correspondente, em conformidade com as especificações técnicas e o projeto executivo aprovados, previamente à expedição para os testes de aceitação em fábrica, mediante relatório de conclusão de fabricação, com identificação dos equipamentos produzidos (número de série/lote), aceito pela FISCALIZAÇÃO, e certificado de conformidade do fabricante, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar o item 6.1.1.1 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
4.1.2	Fabricação — CBTC de Via: IXL	Deverá ser pago o item referente a Fabricação — CBTC de Via: IXL, condicionado à conclusão, pela CONTRATADA, e aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, da fabricação correspondente, em conformidade com as especificações técnicas e o projeto executivo aprovados, previamente à expedição para os testes de aceitação em fábrica, mediante relatório de conclusão de fabricação, com identificação dos equipamentos produzidos (número de série/lote), aceito pela FISCALIZAÇÃO, e certificado de conformidade do fabricante, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar o item 6.1.1.2 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
4.1.3	Fabricação — CBTC de Via: Balizas	Deverá ser pago o item referente a Fabricação — CBTC de Via: Balizas, condicionado à conclusão, pela CONTRATADA, e aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, da fabricação correspondente, em conformidade com as especificações técnicas e o projeto executivo aprovados, previamente à expedição para os testes de aceitação em fábrica, mediante relatório de conclusão de fabricação, com identificação dos equipamentos produzidos (número de série/lote), aceito pela FISCALIZAÇÃO, e certificado de conformidade do fabricante, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar o item 6.1.3.1 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
4.1.4	Fabricação — CBTC de Via: Controlador de Objetos	Deverá ser pago o item referente a Fabricação — CBTC de Via: Controlador de Objetos, condicionado à conclusão, pela CONTRATADA, e aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, da fabricação correspondente, em conformidade com as especificações técnicas e o projeto executivo aprovados, previamente à expedição para os testes de aceitação em fábrica, mediante relatório de conclusão de fabricação, com identificação dos equipamentos produzidos (número de série/lote), aceito pela FISCALIZAÇÃO, e certificado de conformidade do fabricante, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar o item 6.1.1.4 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
4.1.5	Fabricação — Máquina de Chave	Deverá ser pago o item referente a Fabricação — Máquina de Chave, condicionado à conclusão, pela CONTRATADA, e aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, da fabricação correspondente, em conformidade com as especificações técnicas e o projeto executivo aprovados, previamente à expedição para os testes de aceitação em fábrica, mediante relatório de conclusão de fabricação, com identificação dos equipamentos produzidos (número de série/lote), aceito pela FISCALIZAÇÃO, e certificado de conformidade do fabricante, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar o item 6.1.3.5 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
4.1.6	Fabricação — CBTC de Via: Demais equipamentos de Via	Deverá ser pago o item referente a Fabricação — CBTC de Via: Demais equipamentos de Via, condicionado à conclusão, pela CONTRATADA, e aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, da fabricação correspondente, em conformidade com as especificações técnicas e o projeto executivo aprovados, previamente à expedição para os testes de aceitação em fábrica, mediante relatório de conclusão de fabricação, com identificação dos equipamentos produzidos (número de série/lote), aceito pela FISCALIZAÇÃO, e certificado de conformidade do fabricante, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar o item 6.1.3.4 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
4.1.7	Fabricação dos kits embarcados — Série 1000	Deverá ser pago o item referente a Fabricação dos kits embarcados — Série 1000, condicionado à conclusão, pela CONTRATADA, e aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, da fabricação correspondente, em conformidade com as especificações técnicas e o projeto executivo aprovados, previamente à expedição para os testes de aceitação em fábrica, mediante relatório de conclusão de fabricação, com identificação dos equipamentos produzidos (número de série/lote), aceito pela FISCALIZAÇÃO, e certificado de conformidade do fabricante, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar os itens 8.1.1.1, 8.1.1.4 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
4.1.8	Fabricação dos kits embarcados — Série 2000	Deverá ser pago o item referente a Fabricação dos kits embarcados — Série 2000, condicionado à conclusão, pela CONTRATADA, e aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, da fabricação correspondente, em conformidade com as especificações técnicas e o projeto executivo aprovados, previamente à expedição para os testes de aceitação em fábrica, mediante relatório de conclusão de fabricação, com identificação dos equipamentos produzidos (número de série/lote), aceito pela FISCALIZAÇÃO, e certificado de conformidade do fabricante, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar os itens 8.1.1.2, 8.1.1.4 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
4.1.9	Provisão/integração embarcada de fábrica — Série 3000	Deverá ser pago o item referente a Provisão/integração embarcada de fábrica — Série 3000, condicionado à conclusão, pela CONTRATADA, e aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, da integração embarcada em fábrica correspondente, comprovando a integração física, elétrica e lógica dos equipamentos ao material rodante desde a sua fabricação, mediante relatório de conclusão da integração embarcada em fábrica, com evidência de testes realizados no ambiente fabril e certificado de conformidade do fabricante, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar os itens 8.1.1.3, 8.1.1.4 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
4.1.10	FAT — CBTC de Via: ZC	Deverá ser pago o item referente a FAT — CBTC de Via: ZC, condicionado à execução, pela CONTRATADA (ou pelo fabricante), e aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, do respectivo FAT, conforme procedimento previamente aprovado, verificando a conformidade funcional e de segurança do equipamento antes de sua liberação para expedição, mediante relatório de execução do FAT, com registro dos casos de teste, resultados obtidos e eventuais não conformidades tratadas, aceito pela FISCALIZAÇÃO, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar o item 6.2.2.1 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
4.1.11	FAT — CBTC de Via: IXL	Deverá ser pago o item referente a FAT — CBTC de Via: IXL, condicionado à execução, pela CONTRATADA (ou pelo fabricante), e aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, do respectivo FAT, conforme procedimento previamente aprovado, verificando a conformidade funcional e de segurança do equipamento antes de sua liberação para expedição, mediante relatório de execução do FAT, com registro dos casos de teste, resultados obtidos e eventuais não conformidades tratadas, aceito pela FISCALIZAÇÃO, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar o item 6.2.2.1 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
4.1.12	FAT — CBTC de Via: Balizas	Deverá ser pago o item referente a FAT — CBTC de Via: Balizas, condicionado à execução, pela CONTRATADA (ou pelo fabricante), e aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, do respectivo FAT, conforme procedimento previamente aprovado, verificando a conformidade funcional e de segurança do equipamento antes de sua liberação para expedição, mediante relatório de execução do FAT, com registro dos casos de teste, resultados obtidos e eventuais não conformidades tratadas, aceito pela FISCALIZAÇÃO, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar o item 6.2.2.1 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
4.1.13	FAT — CBTC de Via: Controlador de Objetos	Deverá ser pago o item referente a FAT — CBTC de Via: Controlador de Objetos, condicionado à execução, pela CONTRATADA (ou pelo fabricante), e aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, do respectivo FAT, conforme procedimento previamente aprovado, verificando a conformidade funcional e de segurança do equipamento antes de sua liberação para expedição, mediante relatório de execução do FAT, com registro dos casos de teste, resultados obtidos e eventuais não conformidades tratadas, aceito pela FISCALIZAÇÃO, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar o item 6.2.2.1 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
4.1.14	FAT — Máquina de Chave	Deverá ser pago o item referente a FAT — Máquina de Chave, condicionado à execução, pela CONTRATADA (ou pelo fabricante), e aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, do respectivo FAT, conforme procedimento previamente aprovado, verificando a conformidade funcional e de segurança do equipamento antes de sua liberação para expedição, mediante relatório de execução do FAT, com registro dos casos de teste, resultados obtidos e eventuais não conformidades tratadas, aceito pela FISCALIZAÇÃO, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar o item 6.2.2.1 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.

4.1.15	FAT — CBTC de Via: Demais equipamentos de Via	Deverá ser pago o item referente a FAT — CBTC de Via: Demais equipamentos de Via, condicionado à execução, pela CONTRATADA (ou pelo fabricante), e aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, do respectivo FAT, conforme procedimento previamente aprovado, verificando a conformidade funcional e de segurança do equipamento antes de sua liberação para expedição, mediante relatório de execução do FAT, com registro dos casos de teste, resultados obtidos e eventuais não conformidades tratadas, aceito pela FISCALIZAÇÃO, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar o item 6.2.2.1 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
4.1.16	FAT — DCS	Deverá ser pago o item referente a FAT — DCS, condicionado à execução, pela CONTRATADA (ou pelo fabricante), e aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, do respectivo FAT, conforme procedimento previamente aprovado, verificando a conformidade funcional e de segurança do equipamento antes de sua liberação para expedição, mediante relatório de execução do FAT, com registro dos casos de teste, resultados obtidos e eventuais não conformidades tratadas, aceito pela FISCALIZAÇÃO, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar os itens 7.2.2.1, 7.2.2.2 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
4.1.17	FAT — ATS	Deverá ser pago o item referente a FAT — ATS, condicionado à execução, pela CONTRATADA (ou pelo fabricante), e aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, do respectivo FAT, conforme procedimento previamente aprovado, verificando a conformidade funcional e de segurança do equipamento antes de sua liberação para expedição, mediante relatório de execução do FAT, com registro dos casos de teste, resultados obtidos e eventuais não conformidades tratadas, aceito pela FISCALIZAÇÃO, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar o item 6.2.2.1 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
4.1.18	FAT — MSS	Deverá ser pago o item referente a FAT — MSS, condicionado à execução, pela CONTRATADA (ou pelo fabricante), e aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, do respectivo FAT, conforme procedimento previamente aprovado, verificando a conformidade funcional e de segurança do equipamento antes de sua liberação para expedição, mediante relatório de execução do FAT, com registro dos casos de teste, resultados obtidos e eventuais não conformidades tratadas, aceito pela FISCALIZAÇÃO, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar o item 6.2.2.1 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
4.1.19	FAT de bordo — Série 1000	Deverá ser pago o item referente a FAT de bordo — Série 1000, condicionado à execução, pela CONTRATADA (ou pelo fabricante), e aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, do respectivo FAT, conforme procedimento previamente aprovado, verificando a conformidade funcional e de segurança do equipamento antes de sua liberação para expedição, mediante relatório de execução do FAT, com registro dos casos de teste, resultados obtidos e eventuais não conformidades tratadas, aceito pela FISCALIZAÇÃO, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar o item 8.1.1.1 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
4.1.20	FAT de bordo — Série 2000	Deverá ser pago o item referente a FAT de bordo — Série 2000, condicionado à execução, pela CONTRATADA (ou pelo fabricante), e aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, do respectivo FAT, conforme procedimento previamente aprovado, verificando a conformidade funcional e de segurança do equipamento antes de sua liberação para expedição, mediante relatório de execução do FAT, com registro dos casos de teste, resultados obtidos e eventuais não conformidades tratadas, aceito pela FISCALIZAÇÃO, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar o item 8.1.1.2 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
4.1.21	FAT de bordo — Série 3000	Deverá ser pago o item referente a FAT de bordo — Série 3000, condicionado à execução, pela CONTRATADA (ou pelo fabricante), e aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, do respectivo FAT, conforme procedimento previamente aprovado, verificando a conformidade funcional e de segurança do equipamento antes de sua liberação para expedição, mediante relatório de execução do FAT, com registro dos casos de teste, resultados obtidos e eventuais não conformidades tratadas, aceito pela FISCALIZAÇÃO, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar o item 8.1.1.3 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
4.2	**Instalação de Campo**	
4.2.1	Adequação das salas técnicas (energia, UPS, aterramento, HVAC, incêndio) — PAC	Deverá ser pago o item referente a Adequação das salas técnicas (energia, UPS, aterramento, HVAC, incêndio) — PAC, condicionado à conclusão, pela CONTRATADA, e aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, da respectiva obra civil ou adequação de infraestrutura, em conformidade com o projeto executivo aprovado e as normas técnicas e de segurança do trabalho aplicáveis, mediante relatório de conclusão de obra, com registro fotográfico, verificação de conformidade com o projeto executivo e, quando aplicável, laudo técnico de adequação elétrica, térmica ou estrutural, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar os itens 9.1.1.1, 9.2.1.1, 9.2.1.2, 9.2.1.3, 9.3.1.1, 9.3.1.2 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
4.2.2	Obras civis e infraestrutura de campo (suportes, canaletas, dutos, bases, visadas) — PAC	Deverá ser pago o item referente a Obras civis e infraestrutura de campo (suportes, canaletas, dutos, bases, visadas) — PAC, condicionado à conclusão, pela CONTRATADA, e aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, da respectiva obra civil ou adequação de infraestrutura, em conformidade com o projeto executivo aprovado e as normas técnicas e de segurança do trabalho aplicáveis, mediante relatório de conclusão de obra, com registro fotográfico, verificação de conformidade com o projeto executivo e, quando aplicável, laudo técnico de adequação elétrica, térmica ou estrutural, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar os itens 9.1.2.1, 9.4.1.1 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
4.2.3	Recebimento físico no local dos equipamentos do sistema CBTC — PAC	Deverá ser pago o item referente a Recebimento físico no local dos equipamentos do sistema CBTC — PAC, condicionado à verificação, no local de destino, do recebimento físico correspondente, desde que o material esteja em conformidade com as especificações técnicas e o projeto executivo aprovado, mediante Certificado de Aceitação/Recebimento emitido pela FISCALIZAÇÃO, relatório de conferência do material recebido (quantidade, identificação, estado de conservação, embalagem adequada e condição de abrigo e segurança do material) e, quando aplicável, documentação técnica do equipamento ou material, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar os itens 7.1.1.1, 7.1.1.2, 7.1.1.3, 7.1.2.1, 6.1.1.1, 6.1.1.2, 6.1.1.4, 6.1.3.1, 6.1.3.2, 6.1.3.3, 6.1.3.4, 6.1.4.1, 6.1.4.2, 6.1.4.3, 6.1.4.4, 6.1.2.1, 6.1.2.2, 6.1.1.5, 6.1.3.5 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
4.2.4	Instalação de Máquina de Chave e acessórios de acionamento e controle — PAC	Deverá ser pago o item referente a Instalação de Máquina de Chave e acessórios de acionamento e controle — PAC, condicionado à conclusão, pela CONTRATADA, da respectiva instalação física, incluindo montagem, fixação e conexões previstas em projeto executivo, em conformidade com o projeto aprovado e as normas técnicas aplicáveis, mediante relatório de conclusão de instalação/montagem emitido pela FISCALIZAÇÃO, com registro fotográfico e verificação de conformidade, incluindo montagem, fiação, conexões previstas e interfaces, conforme previsto em Projeto Executivo e, quando aplicável, evidência de energização ou configuração inicial sem intercorrências, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar o item 6.2.1.5 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
4.2.5	Instalação da infraestrutura de telecomunicações/DCS (backbone óptico, rádios solo-trem, antenas, sincronismo) — PAC	Deverá ser pago o item referente a Instalação da infraestrutura de telecomunicações/DCS (backbone óptico, rádios solo-trem, antenas, sincronismo) — PAC, condicionado à conclusão, pela CONTRATADA, da respectiva instalação física, incluindo montagem, fixação e conexões previstas em projeto executivo, em conformidade com o projeto aprovado e as normas técnicas aplicáveis, mediante relatório de conclusão de instalação/montagem emitido pela FISCALIZAÇÃO, com registro fotográfico e verificação de conformidade, incluindo montagem, fiação, conexões previstas e interfaces, conforme previsto em Projeto Executivo e, quando aplicável, evidência de energização ou configuração inicial sem intercorrências, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar os itens 7.2.1.1, 7.2.1.2, 7.2.1.3, 7.2.1.4, 6.2.1.3 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
4.2.6	Instalação do CBTC de via (Zone Controllers, intertravamento eletrônico/CBI, controladores de objeto) — PAC	Deverá ser pago o item referente a Instalação do CBTC de via (Zone Controllers, intertravamento eletrônico/CBI, controladores de objeto) — PAC, condicionado à conclusão, pela CONTRATADA, da respectiva instalação física, incluindo montagem, fixação e conexões previstas em projeto executivo, em conformidade com o projeto aprovado e as normas técnicas aplicáveis, mediante relatório de conclusão de instalação/montagem emitido pela FISCALIZAÇÃO, com registro fotográfico e verificação de conformidade, incluindo montagem, fiação, conexões previstas e interfaces, conforme previsto em Projeto Executivo e, quando aplicável, evidência de energização ou configuração inicial sem intercorrências, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar os itens 6.2.1.1, 6.2.1.4, 6.2.1.6 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.

4.2.7	Instalação dos dispositivos de detecção (balizas, sensores de posição, detecção secundária) — PAC	Deverá ser pago o item referente a Instalação dos dispositivos de detecção (balizas, sensores de posição, detecção secundária) — PAC, condicionado à conclusão, pela CONTRATADA, da respectiva instalação física, incluindo montagem, fixação e conexões previstas em projeto executivo, em conformidade com o projeto aprovado e as normas técnicas aplicáveis, mediante relatório de conclusão de instalação/montagem emitido pela FISCALIZAÇÃO, com registro fotográfico e verificação de conformidade, incluindo montagem, fiação, conexões previstas e interfaces, conforme previsto em Projeto Executivo e, quando aplicável, evidência de energização ou configuração inicial sem intercorrências, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar o item 6.2.1.2 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
4.2.8	Adequação das salas técnicas (energia, UPS, aterramento, HVAC, incêndio) — SAM	Deverá ser pago o item referente a Adequação das salas técnicas (energia, UPS, aterramento, HVAC, incêndio) — SAM, condicionado à conclusão, pela CONTRATADA, e aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, da respectiva obra civil ou adequação de infraestrutura, em conformidade com o projeto executivo aprovado e as normas técnicas e de segurança do trabalho aplicáveis, mediante relatório de conclusão de obra, com registro fotográfico, verificação de conformidade com o projeto executivo e, quando aplicável, laudo técnico de adequação elétrica, térmica ou estrutural, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar os itens 9.1.1.1, 9.2.1.1, 9.2.1.2, 9.2.1.3, 9.3.1.1, 9.3.1.2 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
4.2.9	Obras civis e infraestrutura de campo (suportes, canaletas, dutos, bases, visadas) — SAM	Deverá ser pago o item referente a Obras civis e infraestrutura de campo (suportes, canaletas, dutos, bases, visadas) — SAM, condicionado à conclusão, pela CONTRATADA, e aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, da respectiva obra civil ou adequação de infraestrutura, em conformidade com o projeto executivo aprovado e as normas técnicas e de segurança do trabalho aplicáveis, mediante relatório de conclusão de obra, com registro fotográfico, verificação de conformidade com o projeto executivo e, quando aplicável, laudo técnico de adequação elétrica, térmica ou estrutural, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar os itens 9.1.2.1, 9.4.1.1 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
4.2.10	Recebimento físico no local dos equipamentos do sistema CBTC — SAM	Deverá ser pago o item referente a Recebimento físico no local dos equipamentos do sistema CBTC — SAM, condicionado à verificação, no local de destino, do recebimento físico correspondente, desde que o material esteja em conformidade com as especificações técnicas e o projeto executivo aprovado, mediante Certificado de Aceitação/Recebimento emitido pela FISCALIZAÇÃO, relatório de conferência do material recebido (quantidade, identificação, estado de conservação, embalagem adequada e condição de abrigo e segurança do material) e, quando aplicável, documentação técnica do equipamento ou material, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar os itens 7.1.1.1, 7.1.1.2, 7.1.1.3, 7.1.2.1, 6.1.1.1, 6.1.1.2, 6.1.1.4, 6.1.3.1, 6.1.3.2, 6.1.3.3, 6.1.3.4, 6.1.4.1, 6.1.4.2, 6.1.4.3, 6.1.4.4, 6.1.3.5 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
4.2.11	Instalação de Máquina de Chave e acessórios de acionamento e controle — SAM	Deverá ser pago o item referente a Instalação de Máquina de Chave e acessórios de acionamento e controle — SAM, condicionado à conclusão, pela CONTRATADA, da respectiva instalação física, incluindo montagem, fixação e conexões previstas em projeto executivo, em conformidade com o projeto aprovado e as normas técnicas aplicáveis, mediante relatório de conclusão de instalação/montagem emitido pela FISCALIZAÇÃO, com registro fotográfico e verificação de conformidade, incluindo montagem, fiação, conexões previstas e interfaces, conforme previsto em Projeto Executivo e, quando aplicável, evidência de energização ou configuração inicial sem intercorrências, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar o item 6.2.1.5 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
4.2.12	Instalação da infraestrutura de telecomunicações/DCS (backbone óptico, rádios solo-trem, antenas, sincronismo) — SAM	Deverá ser pago o item referente a Instalação da infraestrutura de telecomunicações/DCS (backbone óptico, rádios solo-trem, antenas, sincronismo) — SAM, condicionado à conclusão, pela CONTRATADA, da respectiva instalação física, incluindo montagem, fixação e conexões previstas em projeto executivo, em conformidade com o projeto aprovado e as normas técnicas aplicáveis, mediante relatório de conclusão de instalação/montagem emitido pela FISCALIZAÇÃO, com registro fotográfico e verificação de conformidade, incluindo montagem, fiação, conexões previstas e interfaces, conforme previsto em Projeto Executivo e, quando aplicável, evidência de energização ou configuração inicial sem intercorrências, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar os itens 7.2.1.1, 7.2.1.2, 7.2.1.3, 7.2.1.4, 6.2.1.3 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
4.2.13	Instalação do CBTC de via (Zone Controllers, intertravamento eletrônico/CBI, controladores de objeto) — SAM	Deverá ser pago o item referente a Instalação do CBTC de via (Zone Controllers, intertravamento eletrônico/CBI, controladores de objeto) — SAM, condicionado à conclusão, pela CONTRATADA, da respectiva instalação física, incluindo montagem, fixação e conexões previstas em projeto executivo, em conformidade com o projeto aprovado e as normas técnicas aplicáveis, mediante relatório de conclusão de instalação/montagem emitido pela FISCALIZAÇÃO, com registro fotográfico e verificação de conformidade, incluindo montagem, fiação, conexões previstas e interfaces, conforme previsto em Projeto Executivo e, quando aplicável, evidência de energização ou configuração inicial sem intercorrências, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar os itens 6.2.1.1, 6.2.1.4, 6.2.1.6 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
4.2.14	Instalação dos dispositivos de detecção (balizas, sensores de posição, detecção secundária) — SAM	Deverá ser pago o item referente a Instalação dos dispositivos de detecção (balizas, sensores de posição, detecção secundária) — SAM, condicionado à conclusão, pela CONTRATADA, da respectiva instalação física, incluindo montagem, fixação e conexões previstas em projeto executivo, em conformidade com o projeto aprovado e as normas técnicas aplicáveis, mediante relatório de conclusão de instalação/montagem emitido pela FISCALIZAÇÃO, com registro fotográfico e verificação de conformidade, incluindo montagem, fiação, conexões previstas e interfaces, conforme previsto em Projeto Executivo e, quando aplicável, evidência de energização ou configuração inicial sem intercorrências, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar o item 6.2.1.2 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
4.2.15	Adequação das salas técnicas (energia, UPS, aterramento, HVAC, incêndio) — CEI	Deverá ser pago o item referente a Adequação das salas técnicas (energia, UPS, aterramento, HVAC, incêndio) — CEI, condicionado à conclusão, pela CONTRATADA, e aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, da respectiva obra civil ou adequação de infraestrutura, em conformidade com o projeto executivo aprovado e as normas técnicas e de segurança do trabalho aplicáveis, mediante relatório de conclusão de obra, com registro fotográfico, verificação de conformidade com o projeto executivo e, quando aplicável, laudo técnico de adequação elétrica, térmica ou estrutural, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar os itens 9.1.1.1, 9.2.1.1, 9.2.1.2, 9.2.1.3, 9.3.1.1, 9.3.1.2 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
4.2.16	Obras civis e infraestrutura de campo (suportes, canaletas, dutos, bases, visadas) — CEI	Deverá ser pago o item referente a Obras civis e infraestrutura de campo (suportes, canaletas, dutos, bases, visadas) — CEI, condicionado à conclusão, pela CONTRATADA, e aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, da respectiva obra civil ou adequação de infraestrutura, em conformidade com o projeto executivo aprovado e as normas técnicas e de segurança do trabalho aplicáveis, mediante relatório de conclusão de obra, com registro fotográfico, verificação de conformidade com o projeto executivo e, quando aplicável, laudo técnico de adequação elétrica, térmica ou estrutural, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar os itens 9.1.2.1, 9.4.1.1 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
4.2.17	Recebimento físico no local dos equipamentos do sistema CBTC — CEI	Deverá ser pago o item referente a Recebimento físico no local dos equipamentos do sistema CBTC — CEI, condicionado à verificação, no local de destino, do recebimento físico correspondente, desde que o material esteja em conformidade com as especificações técnicas e o projeto executivo aprovado, mediante Certificado de Aceitação/Recebimento emitido pela FISCALIZAÇÃO, relatório de conferência do material recebido (quantidade, identificação, estado de conservação, embalagem adequada e condição de abrigo e segurança do material) e, quando aplicável, documentação técnica do equipamento ou material, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar os itens 7.1.1.1, 7.1.1.2, 7.1.1.3, 7.1.2.1, 6.1.1.1, 6.1.1.2, 6.1.1.4, 6.1.3.1, 6.1.3.2, 6.1.3.3, 6.1.3.4, 6.1.4.1, 6.1.4.2, 6.1.4.3, 6.1.4.4, 6.1.3.5 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
4.2.18	Instalação de Máquina de Chave e acessórios de acionamento e controle — CEI	Deverá ser pago o item referente a Instalação de Máquina de Chave e acessórios de acionamento e controle — CEI, condicionado à conclusão, pela CONTRATADA, da respectiva instalação física, incluindo montagem, fixação e conexões previstas em projeto executivo, em conformidade com o projeto aprovado e as normas técnicas aplicáveis, mediante relatório de conclusão de instalação/montagem emitido pela FISCALIZAÇÃO, com registro fotográfico e verificação de conformidade, incluindo montagem, fiação, conexões previstas e interfaces, conforme previsto em Projeto Executivo e, quando aplicável, evidência de energização ou configuração inicial sem intercorrências, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar o item 6.2.1.5 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.

4.2.19	Instalação da infraestrutura de telecomunicações/DCS (backbone óptico, rádios solo-trem, antenas, sincronismo) — CEI	Deverá ser pago o item referente a Instalação da infraestrutura de telecomunicações/DCS (backbone óptico, rádios solo-trem, antenas, sincronismo) — CEI, condicionado à conclusão, pela CONTRATADA, da respectiva instalação física, incluindo montagem, fixação e conexões previstas em projeto executivo, em conformidade com o projeto aprovado e as normas técnicas aplicáveis, mediante relatório de conclusão de instalação/montagem emitido pela FISCALIZAÇÃO, com registro fotográfico e verificação de conformidade, incluindo montagem, fiação, conexões previstas e interfaces, conforme previsto em Projeto Executivo e, quando aplicável, evidência de energização ou configuração inicial sem intercorrências, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar os itens 7.2.1.1, 7.2.1.2, 7.2.1.3, 7.2.1.4, 6.2.1.3 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
4.2.20	Instalação do CBTC de via (Zone Controllers, intertravamento eletrônico/CBI, controladores de objeto) — CEI	Deverá ser pago o item referente a Instalação do CBTC de via (Zone Controllers, intertravamento eletrônico/CBI, controladores de objeto) — CEI, condicionado à conclusão, pela CONTRATADA, da respectiva instalação física, incluindo montagem, fixação e conexões previstas em projeto executivo, em conformidade com o projeto aprovado e as normas técnicas aplicáveis, mediante relatório de conclusão de instalação/montagem emitido pela FISCALIZAÇÃO, com registro fotográfico e verificação de conformidade, incluindo montagem, fiação, conexões previstas e interfaces, conforme previsto em Projeto Executivo e, quando aplicável, evidência de energização ou configuração inicial sem intercorrências, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar os itens 6.2.1.1, 6.2.1.4, 6.2.1.6 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
4.2.21	Instalação dos dispositivos de detecção (balizas, sensores de posição, detecção secundária) — CEI	Deverá ser pago o item referente a Instalação dos dispositivos de detecção (balizas, sensores de posição, detecção secundária) — CEI, condicionado à conclusão, pela CONTRATADA, da respectiva instalação física, incluindo montagem, fixação e conexões previstas em projeto executivo, em conformidade com o projeto aprovado e as normas técnicas aplicáveis, mediante relatório de conclusão de instalação/montagem emitido pela FISCALIZAÇÃO, com registro fotográfico e verificação de conformidade, incluindo montagem, fiação, conexões previstas e interfaces, conforme previsto em Projeto Executivo e, quando aplicável, evidência de energização ou configuração inicial sem intercorrências, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar o item 6.2.1.2 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
4.2.22	Adequação das salas técnicas (energia, UPS, aterramento, HVAC, incêndio) — CES	Deverá ser pago o item referente a Adequação das salas técnicas (energia, UPS, aterramento, HVAC, incêndio) — CES, condicionado à conclusão, pela CONTRATADA, e aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, da respectiva obra civil ou adequação de infraestrutura, em conformidade com o projeto executivo aprovado e as normas técnicas e de segurança do trabalho aplicáveis, mediante relatório de conclusão de obra, com registro fotográfico, verificação de conformidade com o projeto executivo e, quando aplicável, laudo técnico de adequação elétrica, térmica ou estrutural, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar os itens 9.1.1.1, 9.2.1.1, 9.2.1.2, 9.2.1.3, 9.3.1.1, 9.3.1.2 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
4.2.23	Obras civis e infraestrutura de campo (suportes, canaletas, dutos, bases, visadas) — CES	Deverá ser pago o item referente a Obras civis e infraestrutura de campo (suportes, canaletas, dutos, bases, visadas) — CES, condicionado à conclusão, pela CONTRATADA, e aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, da respectiva obra civil ou adequação de infraestrutura, em conformidade com o projeto executivo aprovado e as normas técnicas e de segurança do trabalho aplicáveis, mediante relatório de conclusão de obra, com registro fotográfico, verificação de conformidade com o projeto executivo e, quando aplicável, laudo técnico de adequação elétrica, térmica ou estrutural, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar os itens 9.1.2.1, 9.4.1.1 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
4.2.24	Recebimento físico no local dos equipamentos do sistema CBTC — CES	Deverá ser pago o item referente a Recebimento físico no local dos equipamentos do sistema CBTC — CES, condicionado à verificação, no local de destino, do recebimento físico correspondente, desde que o material esteja em conformidade com as especificações técnicas e o projeto executivo aprovado, mediante Certificado de Aceitação/Recebimento emitido pela FISCALIZAÇÃO, relatório de conferência do material recebido (quantidade, identificação, estado de conservação, embalagem adequada e condição de abrigo e segurança do material) e, quando aplicável, documentação técnica do equipamento ou material, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar os itens 7.1.1.1, 7.1.1.2, 7.1.1.3, 7.1.2.1, 6.1.1.1, 6.1.1.2, 6.1.1.4, 6.1.3.1, 6.1.3.2, 6.1.3.3, 6.1.3.4, 6.1.4.1, 6.1.4.2, 6.1.4.3, 6.1.4.4, 6.1.3.5 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
4.2.25	Instalação de Máquina de Chave e acessórios de acionamento e controle — CES	Deverá ser pago o item referente a Instalação de Máquina de Chave e acessórios de acionamento e controle — CES, condicionado à conclusão, pela CONTRATADA, da respectiva instalação física, incluindo montagem, fixação e conexões previstas em projeto executivo, em conformidade com o projeto aprovado e as normas técnicas aplicáveis, mediante relatório de conclusão de instalação/montagem emitido pela FISCALIZAÇÃO, com registro fotográfico e verificação de conformidade, incluindo montagem, fiação, conexões previstas e interfaces, conforme previsto em Projeto Executivo e, quando aplicável, evidência de energização ou configuração inicial sem intercorrências, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar o item 6.2.1.5 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
4.2.26	Instalação da infraestrutura de telecomunicações/DCS (backbone óptico, rádios solo-trem, antenas, sincronismo) — CES	Deverá ser pago o item referente a Instalação da infraestrutura de telecomunicações/DCS (backbone óptico, rádios solo-trem, antenas, sincronismo) — CES, condicionado à conclusão, pela CONTRATADA, da respectiva instalação física, incluindo montagem, fixação e conexões previstas em projeto executivo, em conformidade com o projeto aprovado e as normas técnicas aplicáveis, mediante relatório de conclusão de instalação/montagem emitido pela FISCALIZAÇÃO, com registro fotográfico e verificação de conformidade, incluindo montagem, fiação, conexões previstas e interfaces, conforme previsto em Projeto Executivo e, quando aplicável, evidência de energização ou configuração inicial sem intercorrências, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar os itens 7.2.1.1, 7.2.1.2, 7.2.1.3, 7.2.1.4, 6.2.1.3 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
4.2.27	Instalação do CBTC de via (Zone Controllers, intertravamento eletrônico/CBI, controladores de objeto) — CES	Deverá ser pago o item referente a Instalação do CBTC de via (Zone Controllers, intertravamento eletrônico/CBI, controladores de objeto) — CES, condicionado à conclusão, pela CONTRATADA, da respectiva instalação física, incluindo montagem, fixação e conexões previstas em projeto executivo, em conformidade com o projeto aprovado e as normas técnicas aplicáveis, mediante relatório de conclusão de instalação/montagem emitido pela FISCALIZAÇÃO, com registro fotográfico e verificação de conformidade, incluindo montagem, fiação, conexões previstas e interfaces, conforme previsto em Projeto Executivo e, quando aplicável, evidência de energização ou configuração inicial sem intercorrências, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar os itens 6.2.1.1, 6.2.1.4, 6.2.1.6 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
4.2.28	Instalação dos dispositivos de detecção (balizas, sensores de posição, detecção secundária) — CES	Deverá ser pago o item referente a Instalação dos dispositivos de detecção (balizas, sensores de posição, detecção secundária) — CES, condicionado à conclusão, pela CONTRATADA, da respectiva instalação física, incluindo montagem, fixação e conexões previstas em projeto executivo, em conformidade com o projeto aprovado e as normas técnicas aplicáveis, mediante relatório de conclusão de instalação/montagem emitido pela FISCALIZAÇÃO, com registro fotográfico e verificação de conformidade, incluindo montagem, fiação, conexões previstas e interfaces, conforme previsto em Projeto Executivo e, quando aplicável, evidência de energização ou configuração inicial sem intercorrências, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar o item 6.2.1.2 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
4.2.29	Adequação das salas técnicas (energia, UPS, aterramento, HVAC, incêndio) — CLA	Deverá ser pago o item referente a Adequação das salas técnicas (energia, UPS, aterramento, HVAC, incêndio) — CLA, condicionado à conclusão, pela CONTRATADA, e aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, da respectiva obra civil ou adequação de infraestrutura, em conformidade com o projeto executivo aprovado e as normas técnicas e de segurança do trabalho aplicáveis, mediante relatório de conclusão de obra, com registro fotográfico, verificação de conformidade com o projeto executivo e, quando aplicável, laudo técnico de adequação elétrica, térmica ou estrutural, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar os itens 9.1.1.1, 9.2.1.1, 9.2.1.2, 9.2.1.3, 9.3.1.1, 9.3.1.2 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
4.2.30	Obras civis e infraestrutura de campo (suportes, canaletas, dutos, bases, visadas) — CLA	Deverá ser pago o item referente a Obras civis e infraestrutura de campo (suportes, canaletas, dutos, bases, visadas) — CLA, condicionado à conclusão, pela CONTRATADA, e aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, da respectiva obra civil ou adequação de infraestrutura, em conformidade com o projeto executivo aprovado e as normas técnicas e de segurança do trabalho aplicáveis, mediante relatório de conclusão de obra, com registro fotográfico, verificação de conformidade com o projeto executivo e, quando aplicável, laudo técnico de adequação elétrica, térmica ou estrutural, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar os itens 9.1.2.1, 9.4.1.1 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.

4.2.31	Recebimento físico no local dos equipamentos do sistema CBTC — CLA	Deverá ser pago o item referente a Recebimento físico no local dos equipamentos do sistema CBTC — CLA, condicionado à verificação, no local de destino, do recebimento físico correspondente, desde que o material esteja em conformidade com as especificações técnicas e o projeto executivo aprovado, mediante Certificado de Aceitação/Recebimento emitido pela FISCALIZAÇÃO, relatório de conferência do material recebido (quantidade, identificação, estado de conservação, embalagem adequada e condição de abrigo e segurança do material) e, quando aplicável, documentação técnica do equipamento ou material, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar os itens 7.1.1.1, 7.1.1.2, 7.1.1.3, 7.1.2.1, 6.1.1.1, 6.1.1.2, 6.1.1.4, 6.1.3.1, 6.1.3.2, 6.1.3.3, 6.1.3.4, 6.1.4.1, 6.1.4.2, 6.1.4.3, 6.1.4.4, 6.1.3.5 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
4.2.32	Instalação de Máquina de Chave e acessórios de acionamento e controle — CLA	Deverá ser pago o item referente a Instalação de Máquina de Chave e acessórios de acionamento e controle — CLA, condicionado à conclusão, pela CONTRATADA, da respectiva instalação física, incluindo montagem, fixação e conexões previstas em projeto executivo, em conformidade com o projeto aprovado e as normas técnicas aplicáveis, mediante relatório de conclusão de instalação/montagem emitido pela FISCALIZAÇÃO, com registro fotográfico e verificação de conformidade, incluindo montagem, fiação, conexões previstas e interfaces, conforme previsto em Projeto Executivo e, quando aplicável, evidência de energização ou configuração inicial sem intercorrências, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar o item 6.2.1.5 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
4.2.33	Instalação da infraestrutura de telecomunicações/DCS (backbone óptico, rádios solo-trem, antenas, sincronismo) — CLA	Deverá ser pago o item referente a Instalação da infraestrutura de telecomunicações/DCS (backbone óptico, rádios solo-trem, antenas, sincronismo) — CLA, condicionado à conclusão, pela CONTRATADA, da respectiva instalação física, incluindo montagem, fixação e conexões previstas em projeto executivo, em conformidade com o projeto aprovado e as normas técnicas aplicáveis, mediante relatório de conclusão de instalação/montagem emitido pela FISCALIZAÇÃO, com registro fotográfico e verificação de conformidade, incluindo montagem, fiação, conexões previstas e interfaces, conforme previsto em Projeto Executivo e, quando aplicável, evidência de energização ou configuração inicial sem intercorrências, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar os itens 7.2.1.1, 7.2.1.2, 7.2.1.3, 7.2.1.4, 6.2.1.3 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
4.2.34	Instalação do CBTC de via (Zone Controllers, intertravamento eletrônico/CBI, controladores de objeto) — CLA	Deverá ser pago o item referente a Instalação do CBTC de via (Zone Controllers, intertravamento eletrônico/CBI, controladores de objeto) — CLA, condicionado à conclusão, pela CONTRATADA, da respectiva instalação física, incluindo montagem, fixação e conexões previstas em projeto executivo, em conformidade com o projeto aprovado e as normas técnicas aplicáveis, mediante relatório de conclusão de instalação/montagem emitido pela FISCALIZAÇÃO, com registro fotográfico e verificação de conformidade, incluindo montagem, fiação, conexões previstas e interfaces, conforme previsto em Projeto Executivo e, quando aplicável, evidência de energização ou configuração inicial sem intercorrências, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar os itens 6.2.1.1, 6.2.1.4, 6.2.1.6 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
4.2.35	Instalação dos dispositivos de detecção (balizas, sensores de posição, detecção secundária) — CLA	Deverá ser pago o item referente a Instalação dos dispositivos de detecção (balizas, sensores de posição, detecção secundária) — CLA, condicionado à conclusão, pela CONTRATADA, da respectiva instalação física, incluindo montagem, fixação e conexões previstas em projeto executivo, em conformidade com o projeto aprovado e as normas técnicas aplicáveis, mediante relatório de conclusão de instalação/montagem emitido pela FISCALIZAÇÃO, com registro fotográfico e verificação de conformidade, incluindo montagem, fiação, conexões previstas e interfaces, conforme previsto em Projeto Executivo e, quando aplicável, evidência de energização ou configuração inicial sem intercorrências, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar o item 6.2.1.2 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
4.2.36	Adequação das salas técnicas (energia, UPS, aterramento, HVAC, incêndio) — EPQ	Deverá ser pago o item referente a Adequação das salas técnicas (energia, UPS, aterramento, HVAC, incêndio) — EPQ, condicionado à conclusão, pela CONTRATADA, e aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, da respectiva obra civil ou adequação de infraestrutura, em conformidade com o projeto executivo aprovado e as normas técnicas e de segurança do trabalho aplicáveis, mediante relatório de conclusão de obra, com registro fotográfico, verificação de conformidade com o projeto executivo e, quando aplicável, laudo técnico de adequação elétrica, térmica ou estrutural, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar os itens 9.1.1.1, 9.2.1.1, 9.2.1.2, 9.2.1.3, 9.3.1.1, 9.3.1.2 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
4.2.37	Obras civis e infraestrutura de campo (suportes, canaletas, dutos, bases, visadas) — EPQ	Deverá ser pago o item referente a Obras civis e infraestrutura de campo (suportes, canaletas, dutos, bases, visadas) — EPQ, condicionado à conclusão, pela CONTRATADA, e aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, da respectiva obra civil ou adequação de infraestrutura, em conformidade com o projeto executivo aprovado e as normas técnicas e de segurança do trabalho aplicáveis, mediante relatório de conclusão de obra, com registro fotográfico, verificação de conformidade com o projeto executivo e, quando aplicável, laudo técnico de adequação elétrica, térmica ou estrutural, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar os itens 9.1.2.1, 9.4.1.1 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
4.2.38	Recebimento físico no local dos equipamentos do sistema CBTC — EPQ	Deverá ser pago o item referente a Recebimento físico no local dos equipamentos do sistema CBTC — EPQ, condicionado à verificação, no local de destino, do recebimento físico correspondente, desde que o material esteja em conformidade com as especificações técnicas e o projeto executivo aprovado, mediante Certificado de Aceitação/Recebimento emitido pela FISCALIZAÇÃO, relatório de conferência do material recebido (quantidade, identificação, estado de conservação, embalagem adequada e condição de abrigo e segurança do material) e, quando aplicável, documentação técnica do equipamento ou material, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar os itens 7.1.1.1, 7.1.1.2, 7.1.1.3, 7.1.2.1, 6.1.1.1, 6.1.1.2, 6.1.1.4, 6.1.3.1, 6.1.3.2, 6.1.3.3, 6.1.3.4, 6.1.4.1, 6.1.4.2, 6.1.4.3, 6.1.4.4, 6.1.3.5 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
4.2.39	Instalação de Máquina de Chave e acessórios de acionamento e controle — EPQ	Deverá ser pago o item referente a Instalação de Máquina de Chave e acessórios de acionamento e controle — EPQ, condicionado à conclusão, pela CONTRATADA, da respectiva instalação física, incluindo montagem, fixação e conexões previstas em projeto executivo, em conformidade com o projeto aprovado e as normas técnicas aplicáveis, mediante relatório de conclusão de instalação/montagem emitido pela FISCALIZAÇÃO, com registro fotográfico e verificação de conformidade, incluindo montagem, fiação, conexões previstas e interfaces, conforme previsto em Projeto Executivo e, quando aplicável, evidência de energização ou configuração inicial sem intercorrências, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar o item 6.2.1.5 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
4.2.40	Instalação da infraestrutura de telecomunicações/DCS (backbone óptico, rádios solo-trem, antenas, sincronismo) — EPQ	Deverá ser pago o item referente a Instalação da infraestrutura de telecomunicações/DCS (backbone óptico, rádios solo-trem, antenas, sincronismo) — EPQ, condicionado à conclusão, pela CONTRATADA, da respectiva instalação física, incluindo montagem, fixação e conexões previstas em projeto executivo, em conformidade com o projeto aprovado e as normas técnicas aplicáveis, mediante relatório de conclusão de instalação/montagem emitido pela FISCALIZAÇÃO, com registro fotográfico e verificação de conformidade, incluindo montagem, fiação, conexões previstas e interfaces, conforme previsto em Projeto Executivo e, quando aplicável, evidência de energização ou configuração inicial sem intercorrências, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar os itens 7.2.1.1, 7.2.1.2, 7.2.1.3, 7.2.1.4, 6.2.1.3 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
4.2.41	Instalação do CBTC de via (Zone Controllers, intertravamento eletrônico/CBI, controladores de objeto) — EPQ	Deverá ser pago o item referente a Instalação do CBTC de via (Zone Controllers, intertravamento eletrônico/CBI, controladores de objeto) — EPQ, condicionado à conclusão, pela CONTRATADA, da respectiva instalação física, incluindo montagem, fixação e conexões previstas em projeto executivo, em conformidade com o projeto aprovado e as normas técnicas aplicáveis, mediante relatório de conclusão de instalação/montagem emitido pela FISCALIZAÇÃO, com registro fotográfico e verificação de conformidade, incluindo montagem, fiação, conexões previstas e interfaces, conforme previsto em Projeto Executivo e, quando aplicável, evidência de energização ou configuração inicial sem intercorrências, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar os itens 6.2.1.1, 6.2.1.4, 6.2.1.6 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
4.2.42	Instalação dos dispositivos de detecção (balizas, sensores de posição, detecção secundária) — EPQ	Deverá ser pago o item referente a Instalação dos dispositivos de detecção (balizas, sensores de posição, detecção secundária) — EPQ, condicionado à conclusão, pela CONTRATADA, da respectiva instalação física, incluindo montagem, fixação e conexões previstas em projeto executivo, em conformidade com o projeto aprovado e as normas técnicas aplicáveis, mediante relatório de conclusão de instalação/montagem emitido pela FISCALIZAÇÃO, com registro fotográfico e verificação de conformidade, incluindo montagem, fiação, conexões previstas e interfaces, conforme previsto em Projeto Executivo e, quando aplicável, evidência de energização ou configuração inicial sem intercorrências, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar o item 6.2.1.2 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.

4.2.43	Adequação das salas técnicas (energia, UPS, aterramento, HVAC, incêndio) — FEI	Deverá ser pago o item referente a Adequação das salas técnicas (energia, UPS, aterramento, HVAC, incêndio) — FEI, condicionado à conclusão, pela CONTRATADA, e aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, da respectiva obra civil ou adequação de infraestrutura, em conformidade com o projeto executivo aprovado e as normas técnicas e de segurança do trabalho aplicáveis, mediante relatório de conclusão de obra, com registro fotográfico, verificação de conformidade com o projeto executivo e, quando aplicável, laudo técnico de adequação elétrica, térmica ou estrutural, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar os itens 9.1.1.1, 9.2.1.1, 9.2.1.2, 9.2.1.3, 9.3.1.1, 9.3.1.2 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
4.2.44	Obras civis e infraestrutura de campo (suportes, canaletas, dutos, bases, visadas) — FEI	Deverá ser pago o item referente a Obras civis e infraestrutura de campo (suportes, canaletas, dutos, bases, visadas) — FEI, condicionado à conclusão, pela CONTRATADA, e aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, da respectiva obra civil ou adequação de infraestrutura, em conformidade com o projeto executivo aprovado e as normas técnicas e de segurança do trabalho aplicáveis, mediante relatório de conclusão de obra, com registro fotográfico, verificação de conformidade com o projeto executivo e, quando aplicável, laudo técnico de adequação elétrica, térmica ou estrutural, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar os itens 9.1.2.1, 9.4.1.1 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
4.2.45	Recebimento físico no local dos equipamentos do sistema CBTC — FEI	Deverá ser pago o item referente a Recebimento físico no local dos equipamentos do sistema CBTC — FEI, condicionado à verificação, no local de destino, do recebimento físico correspondente, desde que o material esteja em conformidade com as especificações técnicas e o projeto executivo aprovado, mediante Certificado de Aceitação/Recebimento emitido pela FISCALIZAÇÃO, relatório de conferência do material recebido (quantidade, identificação, estado de conservação, embalagem adequada e condição de abrigo e segurança do material) e, quando aplicável, documentação técnica do equipamento ou material, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar os itens 7.1.1.1, 7.1.1.2, 7.1.1.3, 7.1.2.1, 6.1.1.1, 6.1.1.2, 6.1.1.4, 6.1.3.1, 6.1.3.2, 6.1.3.3, 6.1.3.4, 6.1.4.1, 6.1.4.2, 6.1.4.3, 6.1.4.4, 6.1.3.5 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
4.2.46	Instalação de Máquina de Chave e acessórios de acionamento e controle — FEI	Deverá ser pago o item referente a Instalação de Máquina de Chave e acessórios de acionamento e controle — FEI, condicionado à conclusão, pela CONTRATADA, da respectiva instalação física, incluindo montagem, fixação e conexões previstas em projeto executivo, em conformidade com o projeto aprovado e as normas técnicas aplicáveis, mediante relatório de conclusão de instalação/montagem emitido pela FISCALIZAÇÃO, com registro fotográfico e verificação de conformidade, incluindo montagem, fiação, conexões previstas e interfaces, conforme previsto em Projeto Executivo e, quando aplicável, evidência de energização ou configuração inicial sem intercorrências, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar o item 6.2.1.5 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
4.2.47	Instalação da infraestrutura de telecomunicações/DCS (backbone óptico, rádios solo-trem, antenas, sincronismo) — FEI	Deverá ser pago o item referente a Instalação da infraestrutura de telecomunicações/DCS (backbone óptico, rádios solo-trem, antenas, sincronismo) — FEI, condicionado à conclusão, pela CONTRATADA, da respectiva instalação física, incluindo montagem, fixação e conexões previstas em projeto executivo, em conformidade com o projeto aprovado e as normas técnicas aplicáveis, mediante relatório de conclusão de instalação/montagem emitido pela FISCALIZAÇÃO, com registro fotográfico e verificação de conformidade, incluindo montagem, fiação, conexões previstas e interfaces, conforme previsto em Projeto Executivo e, quando aplicável, evidência de energização ou configuração inicial sem intercorrências, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar os itens 7.2.1.1, 7.2.1.2, 7.2.1.3, 7.2.1.4, 6.2.1.3 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
4.2.48	Instalação do CBTC de via (Zone Controllers, intertravamento eletrônico/CBI, controladores de objeto) — FEI	Deverá ser pago o item referente a Instalação do CBTC de via (Zone Controllers, intertravamento eletrônico/CBI, controladores de objeto) — FEI, condicionado à conclusão, pela CONTRATADA, da respectiva instalação física, incluindo montagem, fixação e conexões previstas em projeto executivo, em conformidade com o projeto aprovado e as normas técnicas aplicáveis, mediante relatório de conclusão de instalação/montagem emitido pela FISCALIZAÇÃO, com registro fotográfico e verificação de conformidade, incluindo montagem, fiação, conexões previstas e interfaces, conforme previsto em Projeto Executivo e, quando aplicável, evidência de energização ou configuração inicial sem intercorrências, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar os itens 6.2.1.1, 6.2.1.4, 6.2.1.6 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
4.2.49	Instalação dos dispositivos de detecção (balizas, sensores de posição, detecção secundária) — FEI	Deverá ser pago o item referente a Instalação dos dispositivos de detecção (balizas, sensores de posição, detecção secundária) — FEI, condicionado à conclusão, pela CONTRATADA, da respectiva instalação física, incluindo montagem, fixação e conexões previstas em projeto executivo, em conformidade com o projeto aprovado e as normas técnicas aplicáveis, mediante relatório de conclusão de instalação/montagem emitido pela FISCALIZAÇÃO, com registro fotográfico e verificação de conformidade, incluindo montagem, fiação, conexões previstas e interfaces, conforme previsto em Projeto Executivo e, quando aplicável, evidência de energização ou configuração inicial sem intercorrências, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar o item 6.2.1.2 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
4.2.50	Adequação das salas técnicas (energia, UPS, aterramento, HVAC, incêndio) — SHP	Deverá ser pago o item referente a Adequação das salas técnicas (energia, UPS, aterramento, HVAC, incêndio) — SHP, condicionado à conclusão, pela CONTRATADA, e aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, da respectiva obra civil ou adequação de infraestrutura, em conformidade com o projeto executivo aprovado e as normas técnicas e de segurança do trabalho aplicáveis, mediante relatório de conclusão de obra, com registro fotográfico, verificação de conformidade com o projeto executivo e, quando aplicável, laudo técnico de adequação elétrica, térmica ou estrutural, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar os itens 9.1.1.1, 9.2.1.1, 9.2.1.2, 9.2.1.3, 9.3.1.1, 9.3.1.2 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
4.2.51	Obras civis e infraestrutura de campo (suportes, canaletas, dutos, bases, visadas) — SHP	Deverá ser pago o item referente a Obras civis e infraestrutura de campo (suportes, canaletas, dutos, bases, visadas) — SHP, condicionado à conclusão, pela CONTRATADA, e aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, da respectiva obra civil ou adequação de infraestrutura, em conformidade com o projeto executivo aprovado e as normas técnicas e de segurança do trabalho aplicáveis, mediante relatório de conclusão de obra, com registro fotográfico, verificação de conformidade com o projeto executivo e, quando aplicável, laudo técnico de adequação elétrica, térmica ou estrutural, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar os itens 9.1.2.1, 9.4.1.1 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
4.2.52	Recebimento físico no local dos equipamentos do sistema CBTC — SHP	Deverá ser pago o item referente a Recebimento físico no local dos equipamentos do sistema CBTC — SHP, condicionado à verificação, no local de destino, do recebimento físico correspondente, desde que o material esteja em conformidade com as especificações técnicas e o projeto executivo aprovado, mediante Certificado de Aceitação/Recebimento emitido pela FISCALIZAÇÃO, relatório de conferência do material recebido (quantidade, identificação, estado de conservação, embalagem adequada e condição de abrigo e segurança do material) e, quando aplicável, documentação técnica do equipamento ou material, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar os itens 7.1.1.1, 7.1.1.2, 7.1.1.3, 7.1.2.1, 6.1.1.1, 6.1.1.2, 6.1.1.4, 6.1.3.1, 6.1.3.2, 6.1.3.3, 6.1.3.4, 6.1.4.1, 6.1.4.2, 6.1.4.3, 6.1.4.4, 6.1.3.5 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
4.2.53	Instalação de Máquina de Chave e acessórios de acionamento e controle — SHP	Deverá ser pago o item referente a Instalação de Máquina de Chave e acessórios de acionamento e controle — SHP, condicionado à conclusão, pela CONTRATADA, da respectiva instalação física, incluindo montagem, fixação e conexões previstas em projeto executivo, em conformidade com o projeto aprovado e as normas técnicas aplicáveis, mediante relatório de conclusão de instalação/montagem emitido pela FISCALIZAÇÃO, com registro fotográfico e verificação de conformidade, incluindo montagem, fiação, conexões previstas e interfaces, conforme previsto em Projeto Executivo e, quando aplicável, evidência de energização ou configuração inicial sem intercorrências, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar o item 6.2.1.5 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
4.2.54	Instalação da infraestrutura de telecomunicações/DCS (backbone óptico, rádios solo-trem, antenas, sincronismo) — SHP	Deverá ser pago o item referente a Instalação da infraestrutura de telecomunicações/DCS (backbone óptico, rádios solo-trem, antenas, sincronismo) — SHP, condicionado à conclusão, pela CONTRATADA, da respectiva instalação física, incluindo montagem, fixação e conexões previstas em projeto executivo, em conformidade com o projeto aprovado e as normas técnicas aplicáveis, mediante relatório de conclusão de instalação/montagem emitido pela FISCALIZAÇÃO, com registro fotográfico e verificação de conformidade, incluindo montagem, fiação, conexões previstas e interfaces, conforme previsto em Projeto Executivo e, quando aplicável, evidência de energização ou configuração inicial sem intercorrências, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar os itens 7.2.1.1, 7.2.1.2, 7.2.1.3, 7.2.1.4, 6.2.1.3 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.

4.2.55	Instalação do CBTC de via (Zone Controllers, intertravamento eletrônico/CBI, controladores de objeto) — SHP	Deverá ser pago o item referente a Instalação do CBTC de via (Zone Controllers, intertravamento eletrônico/CBI, controladores de objeto) — SHP, condicionado à conclusão, pela CONTRATADA, da respectiva instalação física, incluindo montagem, fixação e conexões previstas em projeto executivo, em conformidade com o projeto aprovado e as normas técnicas aplicáveis, mediante relatório de conclusão de instalação/montagem emitido pela FISCALIZAÇÃO, com registro fotográfico e verificação de conformidade, incluindo montagem, fiação, conexões previstas e interfaces, conforme previsto em Projeto Executivo e, quando aplicável, evidência de energização ou configuração inicial sem intercorrências, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar os itens 6.2.1.1, 6.2.1.4, 6.2.1.6 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
4.2.56	Instalação dos dispositivos de detecção (balizas, sensores de posição, detecção secundária) — SHP	Deverá ser pago o item referente a Instalação dos dispositivos de detecção (balizas, sensores de posição, detecção secundária) — SHP, condicionado à conclusão, pela CONTRATADA, da respectiva instalação física, incluindo montagem, fixação e conexões previstas em projeto executivo, em conformidade com o projeto aprovado e as normas técnicas aplicáveis, mediante relatório de conclusão de instalação/montagem emitido pela FISCALIZAÇÃO, com registro fotográfico e verificação de conformidade, incluindo montagem, fiação, conexões previstas e interfaces, conforme previsto em Projeto Executivo e, quando aplicável, evidência de energização ou configuração inicial sem intercorrências, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar o item 6.2.1.2 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
4.2.57	Adequação das salas técnicas (energia, UPS, aterramento, HVAC, incêndio) — 110	Deverá ser pago o item referente a Adequação das salas técnicas (energia, UPS, aterramento, HVAC, incêndio) — 110, condicionado à conclusão, pela CONTRATADA, e aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, da respectiva obra civil ou adequação de infraestrutura, em conformidade com o projeto executivo aprovado e as normas técnicas e de segurança do trabalho aplicáveis, mediante relatório de conclusão de obra, com registro fotográfico, verificação de conformidade com o projeto executivo e, quando aplicável, laudo técnico de adequação elétrica, térmica ou estrutural, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar os itens 9.1.1.1, 9.2.1.1, 9.2.1.2, 9.2.1.3, 9.3.1.1, 9.3.1.2 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
4.2.58	Obras civis e infraestrutura de campo (suportes, canaletas, dutos, bases, visadas) — 110	Deverá ser pago o item referente a Obras civis e infraestrutura de campo (suportes, canaletas, dutos, bases, visadas) — 110, condicionado à conclusão, pela CONTRATADA, e aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, da respectiva obra civil ou adequação de infraestrutura, em conformidade com o projeto executivo aprovado e as normas técnicas e de segurança do trabalho aplicáveis, mediante relatório de conclusão de obra, com registro fotográfico, verificação de conformidade com o projeto executivo e, quando aplicável, laudo técnico de adequação elétrica, térmica ou estrutural, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar os itens 9.1.2.1, 9.4.1.1 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
4.2.59	Recebimento físico no local dos equipamentos do sistema CBTC — 110	Deverá ser pago o item referente a Recebimento físico no local dos equipamentos do sistema CBTC — 110, condicionado à verificação, no local de destino, do recebimento físico correspondente, desde que o material esteja em conformidade com as especificações técnicas e o projeto executivo aprovado, mediante Certificado de Aceitação/Recebimento emitido pela FISCALIZAÇÃO, relatório de conferência do material recebido (quantidade, identificação, estado de conservação, embalagem adequada e condição de abrigo e segurança do material) e, quando aplicável, documentação técnica do equipamento ou material, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar os itens 7.1.1.1, 7.1.1.2, 7.1.1.3, 7.1.2.1, 6.1.1.1, 6.1.1.2, 6.1.1.4, 6.1.3.1, 6.1.3.2, 6.1.3.3, 6.1.3.4, 6.1.4.1, 6.1.4.2, 6.1.4.3, 6.1.4.4, 6.1.3.5 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
4.2.60	Instalação de Máquina de Chave e acessórios de acionamento e controle — 110	Deverá ser pago o item referente a Instalação de Máquina de Chave e acessórios de acionamento e controle — 110, condicionado à conclusão, pela CONTRATADA, da respectiva instalação física, incluindo montagem, fixação e conexões previstas em projeto executivo, em conformidade com o projeto aprovado e as normas técnicas aplicáveis, mediante relatório de conclusão de instalação/montagem emitido pela FISCALIZAÇÃO, com registro fotográfico e verificação de conformidade, incluindo montagem, fiação, conexões previstas e interfaces, conforme previsto em Projeto Executivo e, quando aplicável, evidência de energização ou configuração inicial sem intercorrências, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar o item 6.2.1.5 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
4.2.61	Instalação da infraestrutura de telecomunicações/DCS (backbone óptico, rádios solo-trem, antenas, sincronismo) — 110	Deverá ser pago o item referente a Instalação da infraestrutura de telecomunicações/DCS (backbone óptico, rádios solo-trem, antenas, sincronismo) — 110, condicionado à conclusão, pela CONTRATADA, da respectiva instalação física, incluindo montagem, fixação e conexões previstas em projeto executivo, em conformidade com o projeto aprovado e as normas técnicas aplicáveis, mediante relatório de conclusão de instalação/montagem emitido pela FISCALIZAÇÃO, com registro fotográfico e verificação de conformidade, incluindo montagem, fiação, conexões previstas e interfaces, conforme previsto em Projeto Executivo e, quando aplicável, evidência de energização ou configuração inicial sem intercorrências, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar os itens 7.2.1.1, 7.2.1.2, 7.2.1.3, 7.2.1.4, 6.2.1.3 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
4.2.62	Instalação do CBTC de via (Zone Controllers, intertravamento eletrônico/CBI, controladores de objeto) — 110	Deverá ser pago o item referente a Instalação do CBTC de via (Zone Controllers, intertravamento eletrônico/CBI, controladores de objeto) — 110, condicionado à conclusão, pela CONTRATADA, da respectiva instalação física, incluindo montagem, fixação e conexões previstas em projeto executivo, em conformidade com o projeto aprovado e as normas técnicas aplicáveis, mediante relatório de conclusão de instalação/montagem emitido pela FISCALIZAÇÃO, com registro fotográfico e verificação de conformidade, incluindo montagem, fiação, conexões previstas e interfaces, conforme previsto em Projeto Executivo e, quando aplicável, evidência de energização ou configuração inicial sem intercorrências, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar os itens 6.2.1.1, 6.2.1.4, 6.2.1.6 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
4.2.63	Instalação dos dispositivos de detecção (balizas, sensores de posição, detecção secundária) — 110	Deverá ser pago o item referente a Instalação dos dispositivos de detecção (balizas, sensores de posição, detecção secundária) — 110, condicionado à conclusão, pela CONTRATADA, da respectiva instalação física, incluindo montagem, fixação e conexões previstas em projeto executivo, em conformidade com o projeto aprovado e as normas técnicas aplicáveis, mediante relatório de conclusão de instalação/montagem emitido pela FISCALIZAÇÃO, com registro fotográfico e verificação de conformidade, incluindo montagem, fiação, conexões previstas e interfaces, conforme previsto em Projeto Executivo e, quando aplicável, evidência de energização ou configuração inicial sem intercorrências, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar o item 6.2.1.2 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
4.2.64	Adequação das salas técnicas (energia, UPS, aterramento, HVAC, incêndio) — GAL	Deverá ser pago o item referente a Adequação das salas técnicas (energia, UPS, aterramento, HVAC, incêndio) — GAL, condicionado à conclusão, pela CONTRATADA, e aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, da respectiva obra civil ou adequação de infraestrutura, em conformidade com o projeto executivo aprovado e as normas técnicas e de segurança do trabalho aplicáveis, mediante relatório de conclusão de obra, com registro fotográfico, verificação de conformidade com o projeto executivo e, quando aplicável, laudo técnico de adequação elétrica, térmica ou estrutural, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar os itens 9.1.1.1, 9.2.1.1, 9.2.1.2, 9.2.1.3, 9.3.1.1, 9.3.1.2 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
4.2.65	Obras civis e infraestrutura de campo (suportes, canaletas, dutos, bases, visadas) — GAL	Deverá ser pago o item referente a Obras civis e infraestrutura de campo (suportes, canaletas, dutos, bases, visadas) — GAL, condicionado à conclusão, pela CONTRATADA, e aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, da respectiva obra civil ou adequação de infraestrutura, em conformidade com o projeto executivo aprovado e as normas técnicas e de segurança do trabalho aplicáveis, mediante relatório de conclusão de obra, com registro fotográfico, verificação de conformidade com o projeto executivo e, quando aplicável, laudo técnico de adequação elétrica, térmica ou estrutural, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar os itens 9.1.2.1, 9.4.1.1 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
4.2.66	Recebimento físico no local dos equipamentos do sistema CBTC — GAL	Deverá ser pago o item referente a Recebimento físico no local dos equipamentos do sistema CBTC — GAL, condicionado à verificação, no local de destino, do recebimento físico correspondente, desde que o material esteja em conformidade com as especificações técnicas e o projeto executivo aprovado, mediante Certificado de Aceitação/Recebimento emitido pela FISCALIZAÇÃO, relatório de conferência do material recebido (quantidade, identificação, estado de conservação, embalagem adequada e condição de abrigo e segurança do material) e, quando aplicável, documentação técnica do equipamento ou material, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar os itens 7.1.1.1, 7.1.1.2, 7.1.1.3, 7.1.2.1, 6.1.1.1, 6.1.1.2, 6.1.1.4, 6.1.3.1, 6.1.3.2, 6.1.3.3, 6.1.3.4, 6.1.4.1, 6.1.4.2, 6.1.4.3, 6.1.4.4, 6.1.3.5 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.

4.2.67	Instalação de Máquina de Chave e acessórios de acionamento e controle — GAL	Deverá ser pago o item referente a Instalação de Máquina de Chave e acessórios de acionamento e controle — GAL, condicionado à conclusão, pela CONTRATADA, da respectiva instalação física, incluindo montagem, fixação e conexões previstas em projeto executivo, em conformidade com o projeto aprovado e as normas técnicas aplicáveis, mediante relatório de conclusão de instalação/montagem emitido pela FISCALIZAÇÃO, com registro fotográfico e verificação de conformidade, incluindo montagem, fiação, conexões previstas e interfaces, conforme previsto em Projeto Executivo e, quando aplicável, evidência de energização ou configuração inicial sem intercorrências, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar o item 6.2.1.5 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
4.2.68	Instalação da infraestrutura de telecomunicações/DCS (backbone óptico, rádios solo-trem, antenas, sincronismo) — GAL	Deverá ser pago o item referente a Instalação da infraestrutura de telecomunicações/DCS (backbone óptico, rádios solo-trem, antenas, sincronismo) — GAL, condicionado à conclusão, pela CONTRATADA, da respectiva instalação física, incluindo montagem, fixação e conexões previstas em projeto executivo, em conformidade com o projeto aprovado e as normas técnicas aplicáveis, mediante relatório de conclusão de instalação/montagem emitido pela FISCALIZAÇÃO, com registro fotográfico e verificação de conformidade, incluindo montagem, fiação, conexões previstas e interfaces, conforme previsto em Projeto Executivo e, quando aplicável, evidência de energização ou configuração inicial sem intercorrências, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar os itens 7.2.1.1, 7.2.1.2, 7.2.1.3, 7.2.1.4, 6.2.1.3 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
4.2.69	Instalação do CBTC de via (Zone Controllers, intertravamento eletrônico/CBI, controladores de objeto) — GAL	Deverá ser pago o item referente a Instalação do CBTC de via (Zone Controllers, intertravamento eletrônico/CBI, controladores de objeto) — GAL, condicionado à conclusão, pela CONTRATADA, da respectiva instalação física, incluindo montagem, fixação e conexões previstas em projeto executivo, em conformidade com o projeto aprovado e as normas técnicas aplicáveis, mediante relatório de conclusão de instalação/montagem emitido pela FISCALIZAÇÃO, com registro fotográfico e verificação de conformidade, incluindo montagem, fiação, conexões previstas e interfaces, conforme previsto em Projeto Executivo e, quando aplicável, evidência de energização ou configuração inicial sem intercorrências, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar os itens 6.2.1.1, 6.2.1.4, 6.2.1.6 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
4.2.70	Instalação dos dispositivos de detecção (balizas, sensores de posição, detecção secundária) — GAL	Deverá ser pago o item referente a Instalação dos dispositivos de detecção (balizas, sensores de posição, detecção secundária) — GAL, condicionado à conclusão, pela CONTRATADA, da respectiva instalação física, incluindo montagem, fixação e conexões previstas em projeto executivo, em conformidade com o projeto aprovado e as normas técnicas aplicáveis, mediante relatório de conclusão de instalação/montagem emitido pela FISCALIZAÇÃO, com registro fotográfico e verificação de conformidade, incluindo montagem, fiação, conexões previstas e interfaces, conforme previsto em Projeto Executivo e, quando aplicável, evidência de energização ou configuração inicial sem intercorrências, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar o item 6.2.1.2 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
4.2.71	Adequação das salas técnicas (energia, UPS, aterramento, HVAC, incêndio) — Samambaia (greenfield)	Deverá ser pago o item referente a Adequação das salas técnicas (energia, UPS, aterramento, HVAC, incêndio) — Samambaia (greenfield), condicionado à conclusão, pela CONTRATADA, e aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, da respectiva obra civil ou adequação de infraestrutura, em conformidade com o projeto executivo aprovado e as normas técnicas e de segurança do trabalho aplicáveis, mediante relatório de conclusão de obra, com registro fotográfico, verificação de conformidade com o projeto executivo e, quando aplicável, laudo técnico de adequação elétrica, térmica ou estrutural, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar os itens 9.1.1.1, 9.2.1.1, 9.2.1.2, 9.2.1.3, 9.3.1.1, 9.3.1.2 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
4.2.72	Obras civis e infraestrutura de campo (suportes, canaletas, dutos, bases, visadas) — Samambaia (greenfield)	Deverá ser pago o item referente a Obras civis e infraestrutura de campo (suportes, canaletas, dutos, bases, visadas) — Samambaia (greenfield), condicionado à conclusão, pela CONTRATADA, e aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, da respectiva obra civil ou adequação de infraestrutura, em conformidade com o projeto executivo aprovado e as normas técnicas e de segurança do trabalho aplicáveis, mediante relatório de conclusão de obra, com registro fotográfico, verificação de conformidade com o projeto executivo e, quando aplicável, laudo técnico de adequação elétrica, térmica ou estrutural, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar o item 9.1.2.1 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
4.2.73	Recebimento físico no local dos equipamentos do sistema CBTC — Samambaia (greenfield)	Deverá ser pago o item referente a Recebimento físico no local dos equipamentos do sistema CBTC — Samambaia (greenfield), condicionado à verificação, no local de destino, do recebimento físico correspondente, desde que o material esteja em conformidade com as especificações técnicas e o projeto executivo aprovado, mediante Certificado de Aceitação/Recebimento emitido pela FISCALIZAÇÃO, relatório de conferência do material recebido (quantidade, identificação, estado de conservação, embalagem adequada e condição de abrigo e segurança do material) e, quando aplicável, documentação técnica do equipamento ou material, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar os itens 7.1.1.1, 7.1.1.2, 7.1.1.3, 7.1.2.1, 6.1.1.1, 6.1.1.2, 6.1.1.4, 6.1.3.1, 6.1.3.2, 6.1.3.3, 6.1.3.4, 6.1.4.1, 6.1.4.2, 6.1.4.3, 6.1.4.4 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
4.2.74	Instalação de Máquina de Chave e acessórios de acionamento e controle — Samambaia (greenfield)	Deverá ser pago o item referente a Instalação de Máquina de Chave e acessórios de acionamento e controle — Samambaia (greenfield), condicionado à conclusão, pela CONTRATADA, da respectiva instalação física, incluindo montagem, fixação e conexões previstas em projeto executivo, em conformidade com o projeto aprovado e as normas técnicas aplicáveis, mediante relatório de conclusão de instalação/montagem emitido pela FISCALIZAÇÃO, com registro fotográfico e verificação de conformidade, incluindo montagem, fiação, conexões previstas e interfaces, conforme previsto em Projeto Executivo e, quando aplicável, evidência de energização ou configuração inicial sem intercorrências, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar o item 6.2.1.5 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
4.2.75	Instalação da infraestrutura de telecomunicações/DCS (backbone óptico, rádios solo-trem, antenas, sincronismo) — Samambaia (greenfield)	Deverá ser pago o item referente a Instalação da infraestrutura de telecomunicações/DCS (backbone óptico, rádios solo-trem, antenas, sincronismo) — Samambaia (greenfield), condicionado à conclusão, pela CONTRATADA, da respectiva instalação física, incluindo montagem, fixação e conexões previstas em projeto executivo, em conformidade com o projeto aprovado e as normas técnicas aplicáveis, mediante relatório de conclusão de instalação/montagem emitido pela FISCALIZAÇÃO, com registro fotográfico e verificação de conformidade, incluindo montagem, fiação, conexões previstas e interfaces, conforme previsto em Projeto Executivo e, quando aplicável, evidência de energização ou configuração inicial sem intercorrências, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar os itens 7.2.1.1, 7.2.1.2, 7.2.1.3, 7.2.1.4, 6.2.1.3 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
4.2.76	Instalação do CBTC de via (Zone Controllers, intertravamento eletrônico/CBI, controladores de objeto) — Samambaia (greenfield)	Deverá ser pago o item referente a Instalação do CBTC de via (Zone Controllers, intertravamento eletrônico/CBI, controladores de objeto) — Samambaia (greenfield), condicionado à conclusão, pela CONTRATADA, da respectiva instalação física, incluindo montagem, fixação e conexões previstas em projeto executivo, em conformidade com o projeto aprovado e as normas técnicas aplicáveis, mediante relatório de conclusão de instalação/montagem emitido pela FISCALIZAÇÃO, com registro fotográfico e verificação de conformidade, incluindo montagem, fiação, conexões previstas e interfaces, conforme previsto em Projeto Executivo e, quando aplicável, evidência de energização ou configuração inicial sem intercorrências, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar os itens 6.2.1.1, 6.2.1.4, 6.2.1.6 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
4.2.77	Instalação dos dispositivos de detecção (balizas, sensores de posição, detecção secundária) — Samambaia (greenfield)	Deverá ser pago o item referente a Instalação dos dispositivos de detecção (balizas, sensores de posição, detecção secundária) — Samambaia (greenfield), condicionado à conclusão, pela CONTRATADA, da respectiva instalação física, incluindo montagem, fixação e conexões previstas em projeto executivo, em conformidade com o projeto aprovado e as normas técnicas aplicáveis, mediante relatório de conclusão de instalação/montagem emitido pela FISCALIZAÇÃO, com registro fotográfico e verificação de conformidade, incluindo montagem, fiação, conexões previstas e interfaces, conforme previsto em Projeto Executivo e, quando aplicável, evidência de energização ou configuração inicial sem intercorrências, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar o item 6.2.1.2 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
4.2.78	Adequação das salas técnicas (energia, UPS, aterramento, HVAC, incêndio) — Ceilândia (greenfield)	Deverá ser pago o item referente a Adequação das salas técnicas (energia, UPS, aterramento, HVAC, incêndio) — Ceilândia (greenfield), condicionado à conclusão, pela CONTRATADA, e aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, da respectiva obra civil ou adequação de infraestrutura, em conformidade com o projeto executivo aprovado e as normas técnicas e de segurança do trabalho aplicáveis, mediante relatório de conclusão de obra, com registro fotográfico, verificação de conformidade com o projeto executivo e, quando aplicável, laudo técnico de adequação elétrica, térmica ou estrutural, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar os itens 9.1.1.1, 9.2.1.1, 9.2.1.2, 9.2.1.3, 9.3.1.1, 9.3.1.2 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.

4.2.79	Obras civis e infraestrutura de campo (suportes, canaletas, dutos, bases, visadas) — Ceilândia (greenfield)	Deverá ser pago o item referente a Obras civis e infraestrutura de campo (suportes, canaletas, dutos, bases, visadas) — Ceilândia (greenfield), condicionado à conclusão, pela CONTRATADA, e aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, da respectiva obra civil ou adequação de infraestrutura, em conformidade com o projeto executivo aprovado e as normas técnicas e de segurança do trabalho aplicáveis, mediante relatório de conclusão de obra, com registro fotográfico, verificação de conformidade com o projeto executivo e, quando aplicável, laudo técnico de adequação elétrica, térmica ou estrutural, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar o item 9.1.2.1 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
4.2.80	Recebimento físico no local dos equipamentos do sistema CBTC — Ceilândia (greenfield)	Deverá ser pago o item referente a Recebimento físico no local dos equipamentos do sistema CBTC — Ceilândia (greenfield), condicionado à verificação, no local de destino, do recebimento físico correspondente, desde que o material esteja em conformidade com as especificações técnicas e o projeto executivo aprovado, mediante Certificado de Aceitação/Recebimento emitido pela FISCALIZAÇÃO, relatório de conferência do material recebido (quantidade, identificação, estado de conservação, embalagem adequada e condição de abrigo e segurança do material) e, quando aplicável, documentação técnica do equipamento ou material, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar os itens 7.1.1.1, 7.1.1.2, 7.1.1.3, 7.1.2.1, 6.1.1.1, 6.1.1.2, 6.1.1.4, 6.1.3.1, 6.1.3.2, 6.1.3.3, 6.1.3.4, 6.1.4.1, 6.1.4.2, 6.1.4.3, 6.1.4.4 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
4.2.81	Instalação de Máquina de Chave e acessórios de acionamento e controle — Ceilândia (greenfield)	Deverá ser pago o item referente a Instalação de Máquina de Chave e acessórios de acionamento e controle — Ceilândia (greenfield), condicionado à conclusão, pela CONTRATADA, da respectiva instalação física, incluindo montagem, fixação e conexões previstas em projeto executivo, em conformidade com o projeto aprovado e as normas técnicas aplicáveis, mediante relatório de conclusão de instalação/montagem emitido pela FISCALIZAÇÃO, com registro fotográfico e verificação de conformidade, incluindo montagem, fiação, conexões previstas e interfaces, conforme previsto em Projeto Executivo e, quando aplicável, evidência de energização ou configuração inicial sem intercorrências, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar o item 6.2.1.5 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
4.2.82	Instalação da infraestrutura de telecomunicações/DCS (backbone óptico, rádios solo-trem, antenas, sincronismo) — Ceilândia (greenfield)	Deverá ser pago o item referente a Instalação da infraestrutura de telecomunicações/DCS (backbone óptico, rádios solo-trem, antenas, sincronismo) — Ceilândia (greenfield), condicionado à conclusão, pela CONTRATADA, da respectiva instalação física, incluindo montagem, fixação e conexões previstas em projeto executivo, em conformidade com o projeto aprovado e as normas técnicas aplicáveis, mediante relatório de conclusão de instalação/montagem emitido pela FISCALIZAÇÃO, com registro fotográfico e verificação de conformidade, incluindo montagem, fiação, conexões previstas e interfaces, conforme previsto em Projeto Executivo e, quando aplicável, evidência de energização ou configuração inicial sem intercorrências, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar os itens 7.2.1.1, 7.2.1.2, 7.2.1.3, 7.2.1.4, 6.2.1.3 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
4.2.83	Instalação do CBTC de via (Zone Controllers, intertravamento eletrônico/CBI, controladores de objeto) — Ceilândia (greenfield)	Deverá ser pago o item referente a Instalação do CBTC de via (Zone Controllers, intertravamento eletrônico/CBI, controladores de objeto) — Ceilândia (greenfield), condicionado à conclusão, pela CONTRATADA, da respectiva instalação física, incluindo montagem, fixação e conexões previstas em projeto executivo, em conformidade com o projeto aprovado e as normas técnicas aplicáveis, mediante relatório de conclusão de instalação/montagem emitido pela FISCALIZAÇÃO, com registro fotográfico e verificação de conformidade, incluindo montagem, fiação, conexões previstas e interfaces, conforme previsto em Projeto Executivo e, quando aplicável, evidência de energização ou configuração inicial sem intercorrências, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar os itens 6.2.1.1, 6.2.1.4, 6.2.1.6 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
4.2.84	Instalação dos dispositivos de detecção (balizas, sensores de posição, detecção secundária) — Ceilândia (greenfield)	Deverá ser pago o item referente a Instalação dos dispositivos de detecção (balizas, sensores de posição, detecção secundária) — Ceilândia (greenfield), condicionado à conclusão, pela CONTRATADA, da respectiva instalação física, incluindo montagem, fixação e conexões previstas em projeto executivo, em conformidade com o projeto aprovado e as normas técnicas aplicáveis, mediante relatório de conclusão de instalação/montagem emitido pela FISCALIZAÇÃO, com registro fotográfico e verificação de conformidade, incluindo montagem, fiação, conexões previstas e interfaces, conforme previsto em Projeto Executivo e, quando aplicável, evidência de energização ou configuração inicial sem intercorrências, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar o item 6.2.1.2 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
4.3	**Instalação do CBTC Embarcado**	
4.3.1	Instalação do kit embarcado — Cabeça de Série — Série 1000 (protótipo; valida o kit)	Deverá ser pago o item referente a Instalação do kit embarcado — Cabeça de Série — Série 1000 (protótipo; valida o kit), condicionado à conclusão, pela CONTRATADA, da instalação do kit embarcado de modernização no primeiro trem (cabeça de série) da respectiva frota, condicionada à validação do kit e do procedimento a serem replicados no restante da frota, incluindo o descomissionamento cuidadoso do sistema embarcado legado, sem danos a interfaces e componentes que permaneçam em uso, mediante relatório de instalação e validação do protótipo embarcado, com evidência de testes preliminares de funcionalidade, acabamento adequado decorrente das adaptações que se fizerem necessárias em ambas as frotas, registro do descomissionamento do sistema embarcado legado e aprovação do kit-padrão pela FISCALIZAÇÃO para replicação seriada, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar o item 8.2.1.1 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
4.3.2	Instalação do kit embarcado — Restante — Série 1000 (grupo; medição gradual por trem)	Deverá ser pago o item referente a Instalação do kit embarcado — Restante — Série 1000 (grupo; medição gradual por trem), condicionado à conclusão, pela CONTRATADA, da instalação do kit embarcado de modernização em cada trem da respectiva frota, subsequente à validação do protótipo, medida de forma gradual e proporcional ao número de trens concluídos, incluindo o descomissionamento cuidadoso do sistema embarcado legado de cada unidade, sem danos a interfaces e componentes que permaneçam em uso, mediante relatório de instalação por trem, identificando a unidade (número de série), evidência de conformidade da instalação com o kit-padrão validado, acabamento adequado decorrente das adaptações que se fizerem necessárias em ambas as frotas e registro do descomissionamento do sistema embarcado legado da respectiva unidade, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar o item 8.2.1.1 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
4.3.3	Instalação do kit embarcado — Cabeça de Série — Série 2000 (protótipo)	Deverá ser pago o item referente a Instalação do kit embarcado — Cabeça de Série — Série 2000 (protótipo), condicionado à conclusão, pela CONTRATADA, da instalação do kit embarcado de modernização no primeiro trem (cabeça de série) da respectiva frota, condicionada à validação do kit e do procedimento a serem replicados no restante da frota, incluindo o descomissionamento cuidadoso do sistema embarcado legado, sem danos a interfaces e componentes que permaneçam em uso, mediante relatório de instalação e validação do protótipo embarcado, com evidência de testes preliminares de funcionalidade, acabamento adequado decorrente das adaptações que se fizerem necessárias em ambas as frotas, registro do descomissionamento do sistema embarcado legado e aprovação do kit-padrão pela FISCALIZAÇÃO para replicação seriada, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar o item 8.2.1.2 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
4.3.4	Instalação do kit embarcado — Restante — Série 2000 (grupo; medição gradual por trem)	Deverá ser pago o item referente a Instalação do kit embarcado — Restante — Série 2000 (grupo; medição gradual por trem), condicionado à conclusão, pela CONTRATADA, da instalação do kit embarcado de modernização em cada trem da respectiva frota, subsequente à validação do protótipo, medida de forma gradual e proporcional ao número de trens concluídos, incluindo o descomissionamento cuidadoso do sistema embarcado legado de cada unidade, sem danos a interfaces e componentes que permaneçam em uso, mediante relatório de instalação por trem, identificando a unidade (número de série), evidência de conformidade da instalação com o kit-padrão validado, acabamento adequado decorrente das adaptações que se fizerem necessárias em ambas as frotas e registro do descomissionamento do sistema embarcado legado da respectiva unidade, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar o item 8.2.1.2 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
4.3.5	Instalação do kit embarcado em fábrica — Cabeça de Série — Série 3000 (protótipo; valida a instalação)	Deverá ser pago o item referente a Instalação do kit embarcado em fábrica — Cabeça de Série — Série 3000 (protótipo; valida a instalação), condicionado à conclusão, pela CONTRATADA, da instalação do kit embarcado de modernização no primeiro trem (cabeça de série) da respectiva frota, condicionada à validação do kit e do procedimento a serem replicados no restante da frota, incluindo o descomissionamento cuidadoso do sistema embarcado legado, sem danos a interfaces e componentes que permaneçam em uso, mediante relatório de instalação e validação do protótipo embarcado, com evidência de testes preliminares de funcionalidade, acabamento adequado decorrente das adaptações que se fizerem necessárias em ambas as frotas, registro do descomissionamento do sistema embarcado legado e aprovação do kit-padrão pela FISCALIZAÇÃO para replicação seriada, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar o item 8.2.1.3 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.

4.3.6	Instalação do kit embarcado em fábrica — Restante — Série 3000 (grupo; medição gradual por trem)	Deverá ser pago o item referente a Instalação do kit embarcado em fábrica — Restante — Série 3000 (grupo; medição gradual por trem), condicionado à conclusão, pela CONTRATADA, da instalação do kit embarcado de modernização em cada trem da respectiva frota, subsequente à validação do protótipo, medida de forma gradual e proporcional ao número de trens concluídos, incluindo o descomissionamento cuidadoso do sistema embarcado legado de cada unidade, sem danos a interfaces e componentes que permaneçam em uso, mediante relatório de instalação por trem, identificando a unidade (número de série), evidência de conformidade da instalação com o kit-padrão validado, acabamento adequado decorrente das adaptações que se fizerem necessárias em ambas as frotas e registro do descomissionamento do sistema embarcado legado da respectiva unidade, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar o item 8.2.1.3 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
4.4	**Apoio**	
4.4.1	Fornecimento de Sobressalentes (lote inicial — via, controle, DCS, embarcado)	Deverá ser pago o item referente a Fornecimento de Sobressalentes (lote inicial — via, controle, DCS, embarcado), condicionado à entrega de 100% (cem por cento) do respectivo lote/material, nas dependências indicadas pelo Metrô-DF, em conformidade com as especificações técnicas e quantitativos contratados, devidamente embalado, abrigado e acondicionado em condições de segurança adequadas ao seu armazenamento, mediante certificado de aceitação emitido pela FISCALIZAÇÃO, lista de conferência do material entregue, comprovação de embalagem adequada e de que o material se encontra devidamente abrigado e seguro e, quando aplicável, certificados de garantia, calibração ou rastreabilidade e manuais técnicos em língua portuguesa, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar os itens 12.1.1.1, 12.1.1.2, 12.1.1.3, 12.2.1.1, 12.3.1.1 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
4.4.2	Fornecimento de Ferramentas Especiais e Equipamentos de Diagnóstico	Deverá ser pago o item referente a Fornecimento de Ferramentas Especiais e Equipamentos de Diagnóstico, condicionado à entrega de 100% (cem por cento) do respectivo lote/material, nas dependências indicadas pelo Metrô-DF, em conformidade com as especificações técnicas e quantitativos contratados, devidamente embalado, abrigado e acondicionado em condições de segurança adequadas ao seu armazenamento, mediante certificado de aceitação emitido pela FISCALIZAÇÃO, lista de conferência do material entregue, comprovação de embalagem adequada e de que o material se encontra devidamente abrigado e seguro e, quando aplicável, certificados de garantia, calibração ou rastreabilidade e manuais técnicos em língua portuguesa, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar os itens 12.4.1.1, 12.4.1.2 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
5	**Testes, Comissionamento e Cutover**	
5.1	**SAT**	
5.1.1	SAT — Comissionamento e Ensaios em Via — PAC	Deverá ser pago o item referente a SAT — Comissionamento e Ensaios em Via — PAC, condicionado à execução, pela CONTRATADA, e aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, do respectivo Teste de Aceitação em Campo (SAT), conforme procedimento previamente aprovado, comprovando o comissionamento do equipamento instalado e seu funcionamento em condições operacionais, mediante relatório de execução do SAT, com registro dos ensaios estáticos e dinâmicos, resultados obtidos e eventuais não conformidades tratadas, aceito pela FISCALIZAÇÃO, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar os itens 7.2.2.1, 6.2.2.2, 10.2.1.1 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
5.1.2	SAT — Comissionamento e Ensaios em Via — SAM	Deverá ser pago o item referente a SAT — Comissionamento e Ensaios em Via — SAM, condicionado à execução, pela CONTRATADA, e aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, do respectivo Teste de Aceitação em Campo (SAT), conforme procedimento previamente aprovado, comprovando o comissionamento do equipamento instalado e seu funcionamento em condições operacionais, mediante relatório de execução do SAT, com registro dos ensaios estáticos e dinâmicos, resultados obtidos e eventuais não conformidades tratadas, aceito pela FISCALIZAÇÃO, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar os itens 7.2.2.1, 6.2.2.2, 10.2.1.1 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
5.1.3	SAT — Comissionamento e Ensaios em Via — CEI	Deverá ser pago o item referente a SAT — Comissionamento e Ensaios em Via — CEI, condicionado à execução, pela CONTRATADA, e aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, do respectivo Teste de Aceitação em Campo (SAT), conforme procedimento previamente aprovado, comprovando o comissionamento do equipamento instalado e seu funcionamento em condições operacionais, mediante relatório de execução do SAT, com registro dos ensaios estáticos e dinâmicos, resultados obtidos e eventuais não conformidades tratadas, aceito pela FISCALIZAÇÃO, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar os itens 7.2.2.1, 6.2.2.2, 10.2.1.1 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
5.1.4	SAT — Comissionamento e Ensaios em Via — CES	Deverá ser pago o item referente a SAT — Comissionamento e Ensaios em Via — CES, condicionado à execução, pela CONTRATADA, e aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, do respectivo Teste de Aceitação em Campo (SAT), conforme procedimento previamente aprovado, comprovando o comissionamento do equipamento instalado e seu funcionamento em condições operacionais, mediante relatório de execução do SAT, com registro dos ensaios estáticos e dinâmicos, resultados obtidos e eventuais não conformidades tratadas, aceito pela FISCALIZAÇÃO, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar os itens 7.2.2.1, 6.2.2.2, 10.2.1.1 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
5.1.5	SAT — Comissionamento e Ensaios em Via — CLA	Deverá ser pago o item referente a SAT — Comissionamento e Ensaios em Via — CLA, condicionado à execução, pela CONTRATADA, e aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, do respectivo Teste de Aceitação em Campo (SAT), conforme procedimento previamente aprovado, comprovando o comissionamento do equipamento instalado e seu funcionamento em condições operacionais, mediante relatório de execução do SAT, com registro dos ensaios estáticos e dinâmicos, resultados obtidos e eventuais não conformidades tratadas, aceito pela FISCALIZAÇÃO, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar os itens 7.2.2.1, 6.2.2.2, 10.2.1.1 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
5.1.6	SAT — Comissionamento e Ensaios em Via — EPQ	Deverá ser pago o item referente a SAT — Comissionamento e Ensaios em Via — EPQ, condicionado à execução, pela CONTRATADA, e aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, do respectivo Teste de Aceitação em Campo (SAT), conforme procedimento previamente aprovado, comprovando o comissionamento do equipamento instalado e seu funcionamento em condições operacionais, mediante relatório de execução do SAT, com registro dos ensaios estáticos e dinâmicos, resultados obtidos e eventuais não conformidades tratadas, aceito pela FISCALIZAÇÃO, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar os itens 7.2.2.1, 6.2.2.2, 10.2.1.1 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
5.1.7	SAT — Comissionamento e Ensaios em Via — FEI	Deverá ser pago o item referente a SAT — Comissionamento e Ensaios em Via — FEI, condicionado à execução, pela CONTRATADA, e aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, do respectivo Teste de Aceitação em Campo (SAT), conforme procedimento previamente aprovado, comprovando o comissionamento do equipamento instalado e seu funcionamento em condições operacionais, mediante relatório de execução do SAT, com registro dos ensaios estáticos e dinâmicos, resultados obtidos e eventuais não conformidades tratadas, aceito pela FISCALIZAÇÃO, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar os itens 7.2.2.1, 6.2.2.2, 10.2.1.1 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
5.1.8	SAT — Comissionamento e Ensaios em Via — SHP	Deverá ser pago o item referente a SAT — Comissionamento e Ensaios em Via — SHP, condicionado à execução, pela CONTRATADA, e aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, do respectivo Teste de Aceitação em Campo (SAT), conforme procedimento previamente aprovado, comprovando o comissionamento do equipamento instalado e seu funcionamento em condições operacionais, mediante relatório de execução do SAT, com registro dos ensaios estáticos e dinâmicos, resultados obtidos e eventuais não conformidades tratadas, aceito pela FISCALIZAÇÃO, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar os itens 7.2.2.1, 6.2.2.2, 10.2.1.1 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
5.1.9	SAT — Comissionamento e Ensaios em Via — 110	Deverá ser pago o item referente a SAT — Comissionamento e Ensaios em Via — 110, condicionado à execução, pela CONTRATADA, e aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, do respectivo Teste de Aceitação em Campo (SAT), conforme procedimento previamente aprovado, comprovando o comissionamento do equipamento instalado e seu funcionamento em condições operacionais, mediante relatório de execução do SAT, com registro dos ensaios estáticos e dinâmicos, resultados obtidos e eventuais não conformidades tratadas, aceito pela FISCALIZAÇÃO, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar os itens 7.2.2.1, 6.2.2.2, 10.2.1.1 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.

5.1.10	SAT — Comissionamento e Ensaios em Via — GAL	Deverá ser pago o item referente a SAT — Comissionamento e Ensaios em Via — GAL, condicionado à execução, pela CONTRATADA, e aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, do respectivo Teste de Aceitação em Campo (SAT), conforme procedimento previamente aprovado, comprovando o comissionamento do equipamento instalado e seu funcionamento em condições operacionais, mediante relatório de execução do SAT, com registro dos ensaios estáticos e dinâmicos, resultados obtidos e eventuais não conformidades tratadas, aceito pela FISCALIZAÇÃO, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar os itens 7.2.2.1, 6.2.2.2, 10.2.1.1 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
5.1.11	SAT — Comissionamento e Ensaios em Via — Greenfield Samambaia	Deverá ser pago o item referente a SAT — Comissionamento e Ensaios em Via — Greenfield Samambaia, condicionado à execução, pela CONTRATADA, e aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, do respectivo Teste de Aceitação em Campo (SAT), conforme procedimento previamente aprovado, comprovando o comissionamento do equipamento instalado e seu funcionamento em condições operacionais, mediante relatório de execução do SAT, com registro dos ensaios estáticos e dinâmicos, resultados obtidos e eventuais não conformidades tratadas, aceito pela FISCALIZAÇÃO, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar os itens 7.2.2.1, 6.2.2.2, 10.2.1.1 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
5.1.12	SAT — Comissionamento e Ensaios em Via — Greenfield Ceilândia	Deverá ser pago o item referente a SAT — Comissionamento e Ensaios em Via — Greenfield Ceilândia, condicionado à execução, pela CONTRATADA, e aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, do respectivo Teste de Aceitação em Campo (SAT), conforme procedimento previamente aprovado, comprovando o comissionamento do equipamento instalado e seu funcionamento em condições operacionais, mediante relatório de execução do SAT, com registro dos ensaios estáticos e dinâmicos, resultados obtidos e eventuais não conformidades tratadas, aceito pela FISCALIZAÇÃO, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar os itens 7.2.2.1, 6.2.2.2, 10.2.1.1 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
5.1.13	SAT — Comissionamento e Ensaios Embarcados — Série 1000	Deverá ser pago o item referente a SAT — Comissionamento e Ensaios Embarcados — Série 1000, condicionado à execução, pela CONTRATADA, e aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, do respectivo Teste de Aceitação em Campo (SAT), conforme procedimento previamente aprovado, comprovando o comissionamento do equipamento instalado e seu funcionamento em condições operacionais, mediante relatório de execução do SAT, com registro dos ensaios estáticos e dinâmicos, resultados obtidos e eventuais não conformidades tratadas, aceito pela FISCALIZAÇÃO, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar os itens 8.2.2.1, 8.2.2.2, 10.2.2.1 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
5.1.14	SAT — Comissionamento e Ensaios Embarcados — Série 2000	Deverá ser pago o item referente a SAT — Comissionamento e Ensaios Embarcados — Série 2000, condicionado à execução, pela CONTRATADA, e aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, do respectivo Teste de Aceitação em Campo (SAT), conforme procedimento previamente aprovado, comprovando o comissionamento do equipamento instalado e seu funcionamento em condições operacionais, mediante relatório de execução do SAT, com registro dos ensaios estáticos e dinâmicos, resultados obtidos e eventuais não conformidades tratadas, aceito pela FISCALIZAÇÃO, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar os itens 8.2.2.1, 8.2.2.2, 10.2.2.1 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
5.1.15	SAT — Comissionamento e Ensaios Embarcados — Série 3000	Deverá ser pago o item referente a SAT — Comissionamento e Ensaios Embarcados — Série 3000, condicionado à execução, pela CONTRATADA, e aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, do respectivo Teste de Aceitação em Campo (SAT), conforme procedimento previamente aprovado, comprovando o comissionamento do equipamento instalado e seu funcionamento em condições operacionais, mediante relatório de execução do SAT, com registro dos ensaios estáticos e dinâmicos, resultados obtidos e eventuais não conformidades tratadas, aceito pela FISCALIZAÇÃO, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar os itens 8.2.2.1, 8.2.2.2, 10.2.2.1 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
5.2	**Ghost Run**	
5.2.1	Ghost run / modo sombra — ZC Ceilândia	Deverá ser pago o item referente a Ghost run / modo sombra — ZC Ceilândia, condicionado à conclusão, pela CONTRATADA, e aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, da operação em modo sombra (ghost run) na respectiva zona, validando a lógica do sistema CBTC em paralelo à operação comercial existente, sem interferência na sinalização em uso, mediante relatório de validação em modo sombra, contendo estabilidade de comunicação (DCS), análise comparativa da Autorização de Movimento (MA), certificado de não interferência e relatório de rastreamento da detecção secundária, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar os itens 6.2.2.3, 10.3.1.1 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
5.2.2	Ghost run / modo sombra — ZC Samambaia	Deverá ser pago o item referente a Ghost run / modo sombra — ZC Samambaia, condicionado à conclusão, pela CONTRATADA, e aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, da operação em modo sombra (ghost run) na respectiva zona, validando a lógica do sistema CBTC em paralelo à operação comercial existente, sem interferência na sinalização em uso, mediante relatório de validação em modo sombra, contendo estabilidade de comunicação (DCS), análise comparativa da Autorização de Movimento (MA), certificado de não interferência e relatório de rastreamento da detecção secundária, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar os itens 6.2.2.3, 10.3.1.1 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
5.2.3	Ghost run / modo sombra — ZC Tronco	Deverá ser pago o item referente a Ghost run / modo sombra — ZC Tronco, condicionado à conclusão, pela CONTRATADA, e aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, da operação em modo sombra (ghost run) na respectiva zona, validando a lógica do sistema CBTC em paralelo à operação comercial existente, sem interferência na sinalização em uso, mediante relatório de validação em modo sombra, contendo estabilidade de comunicação (DCS), análise comparativa da Autorização de Movimento (MA), certificado de não interferência e relatório de rastreamento da detecção secundária, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar os itens 6.2.2.3, 10.3.1.1 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
5.2.4	Ghost run / modo sombra — ZC Trecho em Y	Deverá ser pago o item referente a Ghost run / modo sombra — ZC Trecho em Y, condicionado à conclusão, pela CONTRATADA, e aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, da operação em modo sombra (ghost run) na respectiva zona, validando a lógica do sistema CBTC em paralelo à operação comercial existente, sem interferência na sinalização em uso, mediante relatório de validação em modo sombra, contendo estabilidade de comunicação (DCS), análise comparativa da Autorização de Movimento (MA), certificado de não interferência e relatório de rastreamento da detecção secundária, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar os itens 6.2.2.3, 10.3.1.1 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
5.2.5	Ghost run / modo sombra — ZC Pátio	Deverá ser pago o item referente a Ghost run / modo sombra — ZC Pátio, condicionado à conclusão, pela CONTRATADA, e aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, da operação em modo sombra (ghost run) na respectiva zona, validando a lógica do sistema CBTC em paralelo à operação comercial existente, sem interferência na sinalização em uso, mediante relatório de validação em modo sombra, contendo estabilidade de comunicação (DCS), análise comparativa da Autorização de Movimento (MA), certificado de não interferência e relatório de rastreamento da detecção secundária, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar os itens 6.2.2.3, 10.3.1.1 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
5.3	**Safety Case**	
5.3.1	Safety Case Consolidado + SRAC finais	Deverá ser pago o item referente a Safety Case Consolidado + SRAC finais, condicionado à aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, do respectivo material técnico, contendo, minimamente, as informações e especificações necessárias à completa caracterização do objeto entregue, em conformidade com os documentos de referência técnica aplicáveis ao contrato, mediante entrega formal à FISCALIZAÇÃO e por ela aprovado, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar o item 13.2.1.1 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
5.4	**ISA**	
5.4.1	ISA — Avaliação Independente de Segurança — ZC Ceilândia	Deverá ser pago o item referente a ISA — Avaliação Independente de Segurança — ZC Ceilândia, condicionado à emissão, pelo Avaliador Independente de Segurança (ISA), e aceite pela FISCALIZAÇÃO, do parecer de avaliação independente de segurança referente à respectiva zona, com base nas evidências da operação em modo sombra e na conformidade às condições de segurança (SRAC) estabelecidas, mediante parecer técnico do ISA específico da zona avaliada, correlacionado às evidências do ghost run, sem ressalvas que impeçam o avanço para a comutação/ativação, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar o item 13.3.1.1 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.

5.4.2	ISA — Avaliação Independente de Segurança — ZC Samambaia	Deverá ser pago o item referente a ISA — Avaliação Independente de Segurança — ZC Samambaia, condicionado à emissão, pelo Avaliador Independente de Segurança (ISA), e aceite pela FISCALIZAÇÃO, do parecer de avaliação independente de segurança referente à respectiva zona, com base nas evidências da operação em modo sombra e na conformidade às condições de segurança (SRAC) estabelecidas, mediante parecer técnico do ISA específico da zona avaliada, correlacionado às evidências do ghost run, sem ressalvas que impeçam o avanço para a comutação/ativação, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar o item 13.3.1.1 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
5.4.3	ISA — Avaliação Independente de Segurança — ZC Tronco	Deverá ser pago o item referente a ISA — Avaliação Independente de Segurança — ZC Tronco, condicionado à emissão, pelo Avaliador Independente de Segurança (ISA), e aceite pela FISCALIZAÇÃO, do parecer de avaliação independente de segurança referente à respectiva zona, com base nas evidências da operação em modo sombra e na conformidade às condições de segurança (SRAC) estabelecidas, mediante parecer técnico do ISA específico da zona avaliada, correlacionado às evidências do ghost run, sem ressalvas que impeçam o avanço para a comutação/ativação, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar o item 13.3.1.1 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
5.4.4	ISA — Avaliação Independente de Segurança — ZC Trecho em Y	Deverá ser pago o item referente a ISA — Avaliação Independente de Segurança — ZC Trecho em Y, condicionado à emissão, pelo Avaliador Independente de Segurança (ISA), e aceite pela FISCALIZAÇÃO, do parecer de avaliação independente de segurança referente à respectiva zona, com base nas evidências da operação em modo sombra e na conformidade às condições de segurança (SRAC) estabelecidas, mediante parecer técnico do ISA específico da zona avaliada, correlacionado às evidências do ghost run, sem ressalvas que impeçam o avanço para a comutação/ativação, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar o item 13.3.1.1 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
5.4.5	ISA — Avaliação Independente de Segurança — ZC Pátio	Deverá ser pago o item referente a ISA — Avaliação Independente de Segurança — ZC Pátio, condicionado à emissão, pelo Avaliador Independente de Segurança (ISA), e aceite pela FISCALIZAÇÃO, do parecer de avaliação independente de segurança referente à respectiva zona, com base nas evidências da operação em modo sombra e na conformidade às condições de segurança (SRAC) estabelecidas, mediante parecer técnico do ISA específico da zona avaliada, correlacionado às evidências do ghost run, sem ressalvas que impeçam o avanço para a comutação/ativação, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar o item 13.3.1.1 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
5.4.6	ISA — Parecer sobre o Safety Case + Certificado de Segurança para Operação Comercial	Deverá ser pago o item referente a ISA — Parecer sobre o Safety Case + Certificado de Segurança para Operação Comercial, condicionado à emissão, pelo Avaliador Independente de Segurança (ISA), e aceite pela FISCALIZAÇÃO, do parecer final sobre o Safety Case consolidado, com a respectiva emissão do Certificado de Segurança para Operação Comercial, mediante parecer final do ISA sobre o Safety Case consolidado e Certificado de Segurança para Operação Comercial, sem ressalvas pendentes, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar o item 13.3.1.1 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
5.5	**Cutover**	
5.5.1	Comutação do Intertravamento (CI) — ZC Ceilândia	Deverá ser pago o item referente a Comutação do Intertravamento (CI) — ZC Ceilândia, condicionado à execução, pela CONTRATADA, e aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, da comutação do intertravamento na respectiva zona, realizada em janela de trabalho estendida, com operação em modo misto entre o sistema legado e o CBTC, mediante relatório de validação da comutação, contendo certificado de calibração da detecção secundária, protocolo de handover, parecer RAMS de convivência e registro de treinamento da equipe de transição, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar o item 10.4.1.1 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
5.5.2	Ativação do CBTC (bloco móvel) — ZC Ceilândia	Deverá ser pago o item referente a Ativação do CBTC (bloco móvel) — ZC Ceilândia, condicionado à execução, pela CONTRATADA, e aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, da ativação do sistema CBTC em bloco móvel na respectiva zona, com o encerramento do modo misto e a comprovação de segurança operacional para circulação exclusivamente sob o novo sistema, mediante certificado de comutação segura, parecer de segurança independente (ISA) para a zona, relatório de estabilidade operacional, validação de desempenho (headway) e plano de rollback e contingência, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar os itens 6.2.2.5, 10.4.2.1, 13.2.1.1 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
5.5.3	Comutação do Intertravamento (CI) — ZC Samambaia	Deverá ser pago o item referente a Comutação do Intertravamento (CI) — ZC Samambaia, condicionado à execução, pela CONTRATADA, e aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, da comutação do intertravamento na respectiva zona, realizada em janela de trabalho estendida, com operação em modo misto entre o sistema legado e o CBTC, mediante relatório de validação da comutação, contendo certificado de calibração da detecção secundária, protocolo de handover, parecer RAMS de convivência e registro de treinamento da equipe de transição, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar o item 10.4.1.1 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
5.5.4	Ativação do CBTC (bloco móvel) — ZC Samambaia	Deverá ser pago o item referente a Ativação do CBTC (bloco móvel) — ZC Samambaia, condicionado à execução, pela CONTRATADA, e aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, da ativação do sistema CBTC em bloco móvel na respectiva zona, com o encerramento do modo misto e a comprovação de segurança operacional para circulação exclusivamente sob o novo sistema, mediante certificado de comutação segura, parecer de segurança independente (ISA) para a zona, relatório de estabilidade operacional, validação de desempenho (headway) e plano de rollback e contingência, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar os itens 6.2.2.5, 10.4.2.1, 13.2.1.1 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
5.5.5	Comutação do Intertravamento (CI) — ZC Tronco	Deverá ser pago o item referente a Comutação do Intertravamento (CI) — ZC Tronco, condicionado à execução, pela CONTRATADA, e aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, da comutação do intertravamento na respectiva zona, realizada em janela de trabalho estendida, com operação em modo misto entre o sistema legado e o CBTC, mediante relatório de validação da comutação, contendo certificado de calibração da detecção secundária, protocolo de handover, parecer RAMS de convivência e registro de treinamento da equipe de transição, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar o item 10.4.1.1 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
5.5.6	Ativação do CBTC (bloco móvel) — ZC Tronco	Deverá ser pago o item referente a Ativação do CBTC (bloco móvel) — ZC Tronco, condicionado à execução, pela CONTRATADA, e aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, da ativação do sistema CBTC em bloco móvel na respectiva zona, com o encerramento do modo misto e a comprovação de segurança operacional para circulação exclusivamente sob o novo sistema, mediante certificado de comutação segura, parecer de segurança independente (ISA) para a zona, relatório de estabilidade operacional, validação de desempenho (headway) e plano de rollback e contingência, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar os itens 6.2.2.5, 10.4.2.1, 13.2.1.1 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
5.5.7	Comutação do Intertravamento (CI) — ZC Trecho em Y	Deverá ser pago o item referente a Comutação do Intertravamento (CI) — ZC Trecho em Y, condicionado à execução, pela CONTRATADA, e aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, da comutação do intertravamento na respectiva zona, realizada em janela de trabalho estendida, com operação em modo misto entre o sistema legado e o CBTC, mediante relatório de validação da comutação, contendo certificado de calibração da detecção secundária, protocolo de handover, parecer RAMS de convivência e registro de treinamento da equipe de transição, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar o item 10.4.1.1 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
5.5.8	Ativação do CBTC (bloco móvel) — ZC Trecho em Y	Deverá ser pago o item referente a Ativação do CBTC (bloco móvel) — ZC Trecho em Y, condicionado à execução, pela CONTRATADA, e aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, da ativação do sistema CBTC em bloco móvel na respectiva zona, com o encerramento do modo misto e a comprovação de segurança operacional para circulação exclusivamente sob o novo sistema, mediante certificado de comutação segura, parecer de segurança independente (ISA) para a zona, relatório de estabilidade operacional, validação de desempenho (headway) e plano de rollback e contingência, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar os itens 6.2.2.5, 10.4.2.1, 13.2.1.1 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.

5.5.9	Comutação do Intertravamento (CI) — ZC Pátio	Deverá ser pago o item referente a Comutação do Intertravamento (CI) — ZC Pátio, condicionado à execução, pela CONTRATADA, e aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, da comutação do intertravamento na respectiva zona, realizada em janela de trabalho estendida, com operação em modo misto entre o sistema legado e o CBTC, mediante relatório de validação da comutação, contendo certificado de calibração da detecção secundária, protocolo de handover, parecer RAMS de convivência e registro de treinamento da equipe de transição, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar o item 10.4.1.1 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
5.5.10	Ativação do CBTC (bloco móvel) — ZC Pátio	Deverá ser pago o item referente a Ativação do CBTC (bloco móvel) — ZC Pátio, condicionado à execução, pela CONTRATADA, e aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, da ativação do sistema CBTC em bloco móvel na respectiva zona, com o encerramento do modo misto e a comprovação de segurança operacional para circulação exclusivamente sob o novo sistema, mediante certificado de comutação segura, parecer de segurança independente (ISA) para a zona, relatório de estabilidade operacional, validação de desempenho (headway) e plano de rollback e contingência, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar os itens 10.4.2.1, 13.2.1.1, 6.2.2.5 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
6	**Operação Assistida e Aceitação**	
6.1	**Manuais e Roteiros**	
6.1.1	Manuais de Operação e Manutenção (O&M)	Deverá ser pago o item referente a Manuais de Operação e Manutenção (O&M), condicionado à aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, do respectivo material técnico, contendo, minimamente, as informações e especificações necessárias à completa caracterização do objeto entregue, em conformidade com os documentos de referência técnica aplicáveis ao contrato, mediante entrega formal à FISCALIZAÇÃO e por ela aprovado, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar os itens 6.2.3.2, 6.2.3.1 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
6.1.2	Roteiros de Manutenção, Obsolescência e LCC (MTBF/MKBF/MTTR)	Deverá ser pago o item referente a Roteiros de Manutenção, Obsolescência e LCC (MTBF/MKBF/MTTR), condicionado à aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, do respectivo material técnico, contendo, minimamente, as informações e especificações necessárias à completa caracterização do objeto entregue, em conformidade com os documentos de referência técnica aplicáveis ao contrato, mediante entrega formal à FISCALIZAÇÃO e por ela aprovado, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar o item 6.2.3.2 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
6.2	**Treinamento**	
6.2.1	Treinamento — Operação/CCO (operadores, despachantes, regulação)	Deverá ser pago o item referente a Treinamento — Operação/CCO (operadores, despachantes, regulação), condicionado à realização, pela CONTRATADA, e aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, do respectivo treinamento, conforme conteúdo programático e carga horária estabelecidos no Plano de Treinamento aprovado, mediante lista de presença e certificado de conclusão dos participantes, material didático utilizado e relatório de avaliação de aprendizagem, quando aplicável, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar o item 6.2.3.1 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
6.2.2	Treinamento — Manutenção de Via	Deverá ser pago o item referente a Treinamento — Manutenção de Via, condicionado à realização, pela CONTRATADA, e aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, do respectivo treinamento, conforme conteúdo programático e carga horária estabelecidos no Plano de Treinamento aprovado, mediante lista de presença e certificado de conclusão dos participantes, material didático utilizado e relatório de avaliação de aprendizagem, quando aplicável, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar o item 6.2.3.2 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
6.2.3	Treinamento — Manutenção Embarcada	Deverá ser pago o item referente a Treinamento — Manutenção Embarcada, condicionado à realização, pela CONTRATADA, e aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, do respectivo treinamento, conforme conteúdo programático e carga horária estabelecidos no Plano de Treinamento aprovado, mediante lista de presença e certificado de conclusão dos participantes, material didático utilizado e relatório de avaliação de aprendizagem, quando aplicável, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar o item 8.2.3.1 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
6.2.4	Treinamento — Engenharia, Configuração e Cibersegurança	Deverá ser pago o item referente a Treinamento — Engenharia, Configuração e Cibersegurança, condicionado à realização, pela CONTRATADA, e aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, do respectivo treinamento, conforme conteúdo programático e carga horária estabelecidos no Plano de Treinamento aprovado, mediante lista de presença e certificado de conclusão dos participantes, material didático utilizado e relatório de avaliação de aprendizagem, quando aplicável, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar o item 7.2.3.1 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
6.2.5	Simulador / Centro de Treinamento	Deverá ser pago o item referente a Simulador / Centro de Treinamento, condicionado ao cumprimento sucessivo das seguintes sub-fases, cada qual condicionada à conclusão, pela CONTRATADA, e aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, da respectiva etapa: (i) projeto do simulador [10%]; (ii) modelagem de trens e via, com base no levantamento de campo realizado [10%]; (iii) entrega e instalação física do simulador nas dependências indicadas pelo Metrô-DF [50%]; e (iv) comissionamento e aceitação do simulador, com emissão do respectivo Termo de Aceitação do Simulador [30%], mediante as seguintes evidências, para cada sub-fase: (i) relatório de projeto do simulador aprovado; (ii) relatório de modelagem de trens e via, correlacionado aos dados de levantamento de campo; (iii) relatório de instalação física, com registro fotográfico e verificação de conformidade com o projeto aprovado; e (iv) relatório de comissionamento, com evidência de testes de hardware e software integrados, e Termo de Aceitação do Simulador emitido pela FISCALIZAÇÃO, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar o item 6.2.3.1 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
6.3	**Operação Assistida**	
6.3.1	Operação Assistida — Marco M3 (3 meses; KPIs em operação)	Deverá ser pago o item referente a Operação Assistida — Marco M3 (3 meses; KPIs em operação), condicionado ao decurso do respectivo período de Operação Assistida, contado do início da fase correspondente, e à aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, dos relatórios de suporte técnico, ajustes de parametrização e indicadores de desempenho (KPIs) apurados em operação, mediante relatório circunstanciado do período, contendo logs de eventos, memória de cálculo estatístico dos KPIs, registros de suporte técnico presencial e ajustes de parametrização realizados, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar os itens 11.1.1.1, 11.1.1.2, 11.1.2.1, 11.1.2.2, 13.2.1.2, 13.3.1.1 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
6.3.2	Operação Assistida — Marco M6 (6 meses)	Deverá ser pago o item referente a Operação Assistida — Marco M6 (6 meses), condicionado ao decurso do respectivo período de Operação Assistida, contado do início da fase correspondente, e à aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, dos relatórios de suporte técnico, ajustes de parametrização e indicadores de desempenho (KPIs) apurados em operação, mediante relatório circunstanciado do período, contendo logs de eventos, memória de cálculo estatístico dos KPIs, registros de suporte técnico presencial e ajustes de parametrização realizados, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar os itens 11.1.1.1, 11.1.1.2, 11.1.2.1, 11.1.2.2, 13.2.1.2 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
6.3.3	Operação Assistida — Marco M9 (9 meses)	Deverá ser pago o item referente a Operação Assistida — Marco M9 (9 meses), condicionado ao decurso do respectivo período de Operação Assistida, contado do início da fase correspondente, e à aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, dos relatórios de suporte técnico, ajustes de parametrização e indicadores de desempenho (KPIs) apurados em operação, mediante relatório circunstanciado do período, contendo logs de eventos, memória de cálculo estatístico dos KPIs, registros de suporte técnico presencial e ajustes de parametrização realizados, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar os itens 11.1.1.1, 11.1.1.2, 11.1.2.1, 11.1.2.2, 13.2.1.2 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
6.3.4	Operação Assistida — Marco M12 (12 meses; operação experimental / consolidação de KPIs)	Deverá ser pago o item referente a Operação Assistida — Marco M12 (12 meses; operação experimental / consolidação de KPIs), condicionado ao decurso do respectivo período de Operação Assistida, contado do início da fase correspondente, e à aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, dos relatórios de suporte técnico, ajustes de parametrização e indicadores de desempenho (KPIs) apurados em operação, mediante relatório circunstanciado do período, contendo logs de eventos, memória de cálculo estatístico dos KPIs, registros de suporte técnico presencial e ajustes de parametrização realizados, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar os itens 11.1.1.1, 11.1.1.2, 11.1.2.1, 11.1.2.2, 13.2.1.2 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
7	**Descomissionamento, As-Built e Encerramento**	
7.1	**As-Built**	

7.1.1	As-Built — CBTC de Via	Deverá ser pago o item referente a As-Built — CBTC de Via, condicionado à aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, do respectivo material técnico, contendo, minimamente, as informações e especificações necessárias à completa caracterização do objeto entregue, em conformidade com os documentos de referência técnica aplicáveis ao contrato, mediante entrega formal à FISCALIZAÇÃO e por ela aprovado, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar o item 11.2.1.1 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
7.1.2	As-Built — CBTC Embarcado	Deverá ser pago o item referente a As-Built — CBTC Embarcado, condicionado à aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, do respectivo material técnico, contendo, minimamente, as informações e especificações necessárias à completa caracterização do objeto entregue, em conformidade com os documentos de referência técnica aplicáveis ao contrato, mediante entrega formal à FISCALIZAÇÃO e por ela aprovado, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar o item 11.2.1.1 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
7.1.3	As-Built — DCS	Deverá ser pago o item referente a As-Built — DCS, condicionado à aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, do respectivo material técnico, contendo, minimamente, as informações e especificações necessárias à completa caracterização do objeto entregue, em conformidade com os documentos de referência técnica aplicáveis ao contrato, mediante entrega formal à FISCALIZAÇÃO e por ela aprovado, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar o item 11.2.1.1 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
7.1.4	As-Built — ATS	Deverá ser pago o item referente a As-Built — ATS, condicionado à aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, do respectivo material técnico, contendo, minimamente, as informações e especificações necessárias à completa caracterização do objeto entregue, em conformidade com os documentos de referência técnica aplicáveis ao contrato, mediante entrega formal à FISCALIZAÇÃO e por ela aprovado, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar o item 11.2.1.1 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
7.1.5	As-Built — MSS	Deverá ser pago o item referente a As-Built — MSS, condicionado à aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, do respectivo material técnico, contendo, minimamente, as informações e especificações necessárias à completa caracterização do objeto entregue, em conformidade com os documentos de referência técnica aplicáveis ao contrato, mediante entrega formal à FISCALIZAÇÃO e por ela aprovado, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar o item 11.2.1.1 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
7.2	**Descomissionamento**	
7.2.1	Plano de Descomissionamento do Legado (por domínio)	Deverá ser pago o item referente a Plano de Descomissionamento do Legado (por domínio), condicionado à aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, do respectivo material técnico, contendo, minimamente, as informações e especificações necessárias à completa caracterização do objeto entregue, em conformidade com os documentos de referência técnica aplicáveis ao contrato, mediante entrega formal à FISCALIZAÇÃO e por ela aprovado, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar o item 10.1.1.1 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
7.2.2	Descomissionamento do legado — Domínio Pátio (PAC)	Deverá ser pago o item referente a Descomissionamento do legado — Domínio Pátio (PAC), condicionado à conclusão, pela CONTRATADA, e aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, do respectivo descomissionamento, incluindo a remoção integral do equipamento legado, a confirmação de que o sistema legado foi desativado e removido de forma segura e adequada, sem risco residual à operação ou à segurança, a limpeza da área e o inventário dos ativos retirados, mediante relatório de descomissionamento, com inventário dos ativos retirados, confirmação formal de que o sistema legado foi adequadamente descomissionado, sem pendências ou riscos residuais, comprovação de entrega ao Almoxarifado de Manutenção, descarte do material não aproveitável e liberação da área pela FISCALIZAÇÃO, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar os itens 10.5.1.1, 10.5.1.3, 10.5.1.4, 10.5.3.1, 10.5.3.2, 10.5.3.3, 10.5.3.4 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
7.2.3	Descomissionamento do legado — Domínio Samambaia (SAM)	Deverá ser pago o item referente a Descomissionamento do legado — Domínio Samambaia (SAM), condicionado à conclusão, pela CONTRATADA, e aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, do respectivo descomissionamento, incluindo a remoção integral do equipamento legado, a confirmação de que o sistema legado foi desativado e removido de forma segura e adequada, sem risco residual à operação ou à segurança, a limpeza da área e o inventário dos ativos retirados, mediante relatório de descomissionamento, com inventário dos ativos retirados, confirmação formal de que o sistema legado foi adequadamente descomissionado, sem pendências ou riscos residuais, comprovação de entrega ao Almoxarifado de Manutenção, descarte do material não aproveitável e liberação da área pela FISCALIZAÇÃO, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar os itens 10.5.1.1, 10.5.1.3, 10.5.1.4, 10.5.3.1, 10.5.3.2 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
7.2.4	Descomissionamento do legado — Domínio Ceilândia (CEI)	Deverá ser pago o item referente a Descomissionamento do legado — Domínio Ceilândia (CEI), condicionado à conclusão, pela CONTRATADA, e aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, do respectivo descomissionamento, incluindo a remoção integral do equipamento legado, a confirmação de que o sistema legado foi desativado e removido de forma segura e adequada, sem risco residual à operação ou à segurança, a limpeza da área e o inventário dos ativos retirados, mediante relatório de descomissionamento, com inventário dos ativos retirados, confirmação formal de que o sistema legado foi adequadamente descomissionado, sem pendências ou riscos residuais, comprovação de entrega ao Almoxarifado de Manutenção, descarte do material não aproveitável e liberação da área pela FISCALIZAÇÃO, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar os itens 10.5.1.1, 10.5.1.3, 10.5.1.4, 10.5.3.1, 10.5.3.2 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
7.2.5	Descomissionamento do legado — Domínio CES	Deverá ser pago o item referente a Descomissionamento do legado — Domínio CES, condicionado à conclusão, pela CONTRATADA, e aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, do respectivo descomissionamento, incluindo a remoção integral do equipamento legado, a confirmação de que o sistema legado foi desativado e removido de forma segura e adequada, sem risco residual à operação ou à segurança, a limpeza da área e o inventário dos ativos retirados, mediante relatório de descomissionamento, com inventário dos ativos retirados, confirmação formal de que o sistema legado foi adequadamente descomissionado, sem pendências ou riscos residuais, comprovação de entrega ao Almoxarifado de Manutenção, descarte do material não aproveitável e liberação da área pela FISCALIZAÇÃO, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar os itens 10.5.1.1, 10.5.1.3, 10.5.1.4, 10.5.3.1, 10.5.3.2 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
7.2.6	Descomissionamento do legado — Domínio CLA	Deverá ser pago o item referente a Descomissionamento do legado — Domínio CLA, condicionado à conclusão, pela CONTRATADA, e aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, do respectivo descomissionamento, incluindo a remoção integral do equipamento legado, a confirmação de que o sistema legado foi desativado e removido de forma segura e adequada, sem risco residual à operação ou à segurança, a limpeza da área e o inventário dos ativos retirados, mediante relatório de descomissionamento, com inventário dos ativos retirados, confirmação formal de que o sistema legado foi adequadamente descomissionado, sem pendências ou riscos residuais, comprovação de entrega ao Almoxarifado de Manutenção, descarte do material não aproveitável e liberação da área pela FISCALIZAÇÃO, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar os itens 10.5.1.1, 10.5.1.3, 10.5.1.4, 10.5.3.1, 10.5.3.2 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
7.2.7	Descomissionamento do legado — Domínio EPQ	Deverá ser pago o item referente a Descomissionamento do legado — Domínio EPQ, condicionado à conclusão, pela CONTRATADA, e aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, do respectivo descomissionamento, incluindo a remoção integral do equipamento legado, a confirmação de que o sistema legado foi desativado e removido de forma segura e adequada, sem risco residual à operação ou à segurança, a limpeza da área e o inventário dos ativos retirados, mediante relatório de descomissionamento, com inventário dos ativos retirados, confirmação formal de que o sistema legado foi adequadamente descomissionado, sem pendências ou riscos residuais, comprovação de entrega ao Almoxarifado de Manutenção, descarte do material não aproveitável e liberação da área pela FISCALIZAÇÃO, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar os itens 10.5.1.1, 10.5.1.3, 10.5.1.4, 10.5.3.2 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.

7.2.8	Descomissionamento do legado — Domínio FEI	Deverá ser pago o item referente a Descomissionamento do legado — Domínio FEI, condicionado à conclusão, pela CONTRATADA, e aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, do respectivo descomissionamento, incluindo a remoção integral do equipamento legado, a confirmação de que o sistema legado foi desativado e removido de forma segura e adequada, sem risco residual à operação ou à segurança, a limpeza da área e o inventário dos ativos retirados, mediante relatório de descomissionamento, com inventário dos ativos retirados, confirmação formal de que o sistema legado foi adequadamente descomissionado, sem pendências ou riscos residuais, comprovação de entrega ao Almoxarifado de Manutenção, descarte do material não aproveitável e liberação da área pela FISCALIZAÇÃO, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar os itens 10.5.1.1, 10.5.1.3, 10.5.1.4, 10.5.3.1, 10.5.3.2 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
7.2.9	Descomissionamento do legado — Domínio SHP	Deverá ser pago o item referente a Descomissionamento do legado — Domínio SHP, condicionado à conclusão, pela CONTRATADA, e aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, do respectivo descomissionamento, incluindo a remoção integral do equipamento legado, a confirmação de que o sistema legado foi desativado e removido de forma segura e adequada, sem risco residual à operação ou à segurança, a limpeza da área e o inventário dos ativos retirados, mediante relatório de descomissionamento, com inventário dos ativos retirados, confirmação formal de que o sistema legado foi adequadamente descomissionado, sem pendências ou riscos residuais, comprovação de entrega ao Almoxarifado de Manutenção, descarte do material não aproveitável e liberação da área pela FISCALIZAÇÃO, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar os itens 10.5.1.1, 10.5.1.3, 10.5.1.4, 10.5.3.1, 10.5.3.2 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
7.2.10	Descomissionamento do legado — Domínio 110	Deverá ser pago o item referente a Descomissionamento do legado — Domínio 110, condicionado à conclusão, pela CONTRATADA, e aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, do respectivo descomissionamento, incluindo a remoção integral do equipamento legado, a confirmação de que o sistema legado foi desativado e removido de forma segura e adequada, sem risco residual à operação ou à segurança, a limpeza da área e o inventário dos ativos retirados, mediante relatório de descomissionamento, com inventário dos ativos retirados, confirmação formal de que o sistema legado foi adequadamente descomissionado, sem pendências ou riscos residuais, comprovação de entrega ao Almoxarifado de Manutenção, descarte do material não aproveitável e liberação da área pela FISCALIZAÇÃO, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar os itens 10.5.1.2, 10.5.1.3, 10.5.1.4, 10.5.3.1, 10.5.3.2 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
7.2.11	Descomissionamento do legado — Domínio GAL	Deverá ser pago o item referente a Descomissionamento do legado — Domínio GAL, condicionado à conclusão, pela CONTRATADA, e aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, do respectivo descomissionamento, incluindo a remoção integral do equipamento legado, a confirmação de que o sistema legado foi desativado e removido de forma segura e adequada, sem risco residual à operação ou à segurança, a limpeza da área e o inventário dos ativos retirados, mediante relatório de descomissionamento, com inventário dos ativos retirados, confirmação formal de que o sistema legado foi adequadamente descomissionado, sem pendências ou riscos residuais, comprovação de entrega ao Almoxarifado de Manutenção, descarte do material não aproveitável e liberação da área pela FISCALIZAÇÃO, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar os itens 10.5.1.2, 10.5.1.3, 10.5.1.4, 10.5.3.1, 10.5.3.2 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
7.2.12	Descomissionamento de trens — Série 1000 (unidades não modernizadas)	Deverá ser pago o item referente a Descomissionamento de trens — Série 1000 (unidades não modernizadas), condicionado à conclusão, pela CONTRATADA, e aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, do respectivo descomissionamento, incluindo a remoção integral do equipamento legado, a confirmação de que o sistema legado foi desativado e removido de forma segura e adequada, sem risco residual à operação ou à segurança, a limpeza da área e o inventário dos ativos retirados, mediante relatório de descomissionamento, com inventário dos ativos retirados, confirmação formal de que o sistema legado foi adequadamente descomissionado, sem pendências ou riscos residuais, comprovação de entrega ao Almoxarifado de Manutenção, descarte do material não aproveitável e liberação da área pela FISCALIZAÇÃO, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar o item 10.5.2.1 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
7.2.13	Descomissionamento de trens — Série 2000 (unidades não modernizadas)	Deverá ser pago o item referente a Descomissionamento de trens — Série 2000 (unidades não modernizadas), condicionado à conclusão, pela CONTRATADA, e aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, do respectivo descomissionamento, incluindo a remoção integral do equipamento legado, a confirmação de que o sistema legado foi desativado e removido de forma segura e adequada, sem risco residual à operação ou à segurança, a limpeza da área e o inventário dos ativos retirados, mediante relatório de descomissionamento, com inventário dos ativos retirados, confirmação formal de que o sistema legado foi adequadamente descomissionado, sem pendências ou riscos residuais, comprovação de entrega ao Almoxarifado de Manutenção, descarte do material não aproveitável e liberação da área pela FISCALIZAÇÃO, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar o item 10.5.2.2 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
7.3	**Documentação**	
7.3.1	Dossiê Consolidado de Testes e Aceitação	Deverá ser pago o item referente a Dossiê Consolidado de Testes e Aceitação, condicionado à aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, do respectivo material técnico, contendo, minimamente, as informações e especificações necessárias à completa caracterização do objeto entregue, em conformidade com os documentos de referência técnica aplicáveis ao contrato, mediante entrega formal à FISCALIZAÇÃO e por ela aprovado, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar o item 6.2.2.4 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
7.3.2	Transferência Final de Documentação e Bases de Dados	Deverá ser pago o item referente a Transferência Final de Documentação e Bases de Dados, condicionado à aprovação, pela FISCALIZAÇÃO, do respectivo material técnico, contendo, minimamente, as informações e especificações necessárias à completa caracterização do objeto entregue, em conformidade com os documentos de referência técnica aplicáveis ao contrato, mediante entrega formal à FISCALIZAÇÃO e por ela aprovado, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar o item 11.2.2.1 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
7.4	**Fechamento**	
7.4.1	Fechamento de Pendências e Não Conformidades	Deverá ser pago o item referente a Fechamento de Pendências e Não Conformidades, condicionado à comprovação, pela CONTRATADA, e aceite, pela FISCALIZAÇÃO, do saneamento integral das pendências e não conformidades identificadas ao longo da Operação Assistida, previamente à emissão do Certificado de Recebimento Provisório (CRP), mediante relatório de fechamento de pendências, com evidência de tratamento de cada item identificado e aceite formal da FISCALIZAÇÃO, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar o item 11.1.2.2 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
7.4.2	Emissão do CRP	Deverá ser pago o item referente a Emissão do CRP, condicionado à emissão, pelo Metrô-DF, do Certificado de Recebimento Provisório (CRP), admitindo-se pendências menores que não impeçam a operação comercial, abrindo-se o prazo de saneamento até o Certificado de Recebimento Definitivo (CRD), mediante Certificado de Recebimento Provisório (CRP) emitido pelo Metrô-DF, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar os itens 11.1.2.2, 13.3.1.1 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
7.4.3	Emissão do CRD	Deverá ser pago o item referente a Emissão do CRD, condicionado à emissão, pelo Metrô-DF, do Certificado de Recebimento Definitivo (CRD), uma vez resolvidas todas as pendências remanescentes do CRP e entregue a documentação técnica consolidada, incluindo o projeto As-Built final, condicionada ainda à eliminação integral de eventuais pendências menores apontadas por ocasião da emissão do CRP, quando houver, mediante Certificado de Recebimento Definitivo (CRD) emitido pelo Metrô-DF, documentação técnica consolidada, manuais de manutenção detalhados, bases de dados/licenças de software entregues e, quando aplicável, comprovação formal do saneamento de cada pendência menor identificada no CRP, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar os itens 11.2.2.1, 13.3.1.1 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.
8	**Gestão de Interfaces e Integração de Sistemas**	
8.1	**Gestão de Interfaces e Integração de Sistemas**	

8.1.1	Gestão de Interfaces e Integração de Sistemas	Deverá ser pago o item referente a Gestão de Interfaces e Integração de Sistemas, condicionado à apuração mensal proporcional ao avanço financeiro do empreendimento, conforme fórmula %INT = Valor Medido do mês (exceto os serviços realizados pela Integradora) / Valor do Contrato, com acerto de arredondamento na medição final e direito da CONTRATADA ao saldo remanescente caso o escopo se conclua antes de atingido 100% do financeiro, desde que não haja supressão de escopo pela CONTRATANTE, mediante apuração financeira do período, conforme fórmula %INT, após a apresentação do Boletim de Medição por parte da CONTRATADA e aprovação pelo CONTRATANTE. Para o detalhamento das premissas técnicas, metodologia de aferição e evidências documentais exigidas para este item, consultar os itens 5.1.1.1, 5.1.2.1, 5.1.2.2, 5.2.1.1, 5.3.1.1, 5.3.2.1 do Memorial Descritivo do Critério de Medição.

MEMORIAL DESCRITIVO DO CRITÉRIO DE MEDIÇÃO – ANTEPROJETO

CBTC

Sistema de Sinalização Metroferroviária

Metrô-DF

2026

SUMÁRIO

SUMÁRIO....2
1. ADMINISTRAÇÃO LOCAL....9
1.1. Administração Local....9
1.1.1. Administração Local....9
1.1.1.1. Administração Local....9
1.2. Planejamento e Gestão do Contrato....9
1.2.1. Planejamento Global....9
1.2.1.1. Plano Global de Execução do Contrato....9
2. MOBILIZAÇÃO E CANTEIRO....9
2.1. Mobilização e Canteiro....10
2.1.1. Mobilização....10
2.1.1.1. Mobilização....10
2.1.2. Instalação do Canteiro....10
2.1.2.1. Instalação do Canteiro....10
2.1.3. Operação e Manutenção do Canteiro....10
2.1.3.1. Operação e Manutenção do Canteiro....10
2.2. Desmobilização....11
2.2.1. Desmobilização e Restauração de Áreas....11
2.2.1.1. Desmobilização e Restauração de Áreas....11
3. ESTUDOS, LEVANTAMENTOS E SIMULAÇÕES....11
3.1. Estudos e Levantamentos....11
3.1.1. Levantamentos de Campo....11
3.1.1.1. Levantamento topográfico e cadastral da via....11
3.1.1.2. Levantamento da infraestrutura de rede existente....11
3.1.1.3. Levantamento de salas técnicas e espaços disponíveis....12
3.1.1.4. Levantamento de infraestrutura elétrica disponível....12
3.1.1.5. Levantamento de dutos, eletrocalhas e canaletas....13
3.1.1.6. Cadastro de equipamentos do sistema legado....13
3.1.1.7. Estudos de Propagação e Compatibilidade Eletromagnética (EMC)....13
3.1.2. Estudos de Sinalização....14
3.1.2.1. Estudo de requisitos funcionais da Linha 1....14
3.1.2.2. Estudo de compatibilidade com frotas existentes....14
3.1.2.3. Estudo de degradação e modos de falha....14
3.2. Simulações Operacionais....15
3.2.1. Simulações Operacionais....15
3.2.1.1. Simulações operacionais consolidadas....15
3.2.1.2. Simulação de estratégias de migração brownfield....15
3.3. Estudos de Interfaces....15
3.3.1. Estudos de Interfaces....15
3.3.1.1. Estudo de interfaces com frota 1000....15
3.3.1.2. Estudo de interfaces com frota 2000....16

3.3.1.3. Estudo de interfaces com frota 3000....16
3.3.1.4. Estudo de interface com SCADA de Energia....16
3.3.1.5. Estudo de interface com sistemas auxiliares operacionais....16
3.3.1.6. Estudo de interface com infraestrutura de telecomunicações existente....17
3.3.1.7. Estudo de Interfaces para Operação Futura em GoA4....17
4. ELABORAÇÃO DE PROJETOS E ENGENHARIA DE SOFTWARE....17
4.1. Projeto Básico de Sinalização....17
4.1.1. Projeto Básico de Sinalização....17
4.1.1.1. Memorial Descritivo de Sinalização....17
4.1.1.2. Memórias de Cálculo de Sinalização....18
4.1.1.3. Plantas, Diagramas e Layouts de Sinalização....18
4.1.1.4. Especificações Técnicas de Equipamentos de Sinalização....18
4.1.1.5. Lista de Materiais e Quantitativos de Sinalização....19
4.1.1.6. Projeto Básico da Solução de Comutação Bloco Fixo/Bloco Móvel....19
4.2. Projeto Básico de Infraestrutura e Ativos de Rede....19
4.2.1. Projeto Básico de Infraestrutura e Ativos de Rede....19
4.2.1.1. Memorial Descritivo de Infraestrutura e Ativos de Rede....20
4.2.1.2. Memórias de Cálculo de Infraestrutura e Ativos de Rede....20
4.2.1.3. Plantas, Diagramas e Layouts de Infraestrutura e Ativos de Rede....20
4.2.1.4. Especificações Técnicas de Equipamentos de Rede....21
4.2.1.5. Lista de Materiais e Quantitativos de Infraestrutura e Ativos de Rede....21
4.3. Projeto Básico de Obras e Serviços Complementares....21
4.3.1. Projeto Básico de Obras e Serviços Complementares....21
4.3.1.1. Memorial Descritivo de Obras e Serviços Complementares....22
4.3.1.2. Memórias de Cálculo de Obras e Serviços Complementares....22
4.3.1.3. Plantas, Diagramas e Detalhamentos de Obras Complementares....22
4.3.1.4. Especificações Técnicas de Obras Complementares....22
4.3.1.5. Lista de Materiais e Quantitativos de Obras Complementares....22
4.4. Projeto Executivo de Sinalização....22
4.4.1. Projeto Executivo de Sinalização....22
4.4.1.1. Detalhamento Executivo de Sinalização....22
4.4.1.2. Memórias de Cálculo Executivas de Sinalização....23
4.4.1.3. Plantas e Diagramas Executivos de Sinalização....23
4.4.1.4. Procedimentos de Instalação e Comissionamento de Sinalização....23
4.4.1.5. Projeto Executivo da Solução de Comutação Bloco Fixo/Bloco Móvel....24
4.5. Projeto Executivo de Infraestrutura e Ativos de Rede....24
4.5.1. Projeto Executivo de Infraestrutura e Ativos de Rede....24
4.5.1.1. Detalhamento Executivo de Infraestrutura e Ativos de Rede....24
4.5.1.2. Memórias de Cálculo Executivas de Infraestrutura e Ativos de Rede....24
4.5.1.3. Plantas e Diagramas Executivos de Infraestrutura e Ativos de Rede....25
4.5.1.4. Procedimentos de Instalação e Comissionamento de Infraestrutura e Ativos de Rede....25

4.6. Projeto Executivo de Obras e Serviços Complementares..... 25
4.6.1. Projeto Executivo de Obras e Serviços Complementares.....25
4.6.1.1. Detalhamento Executivo de Obras Complementares.....25
4.6.1.2. Memórias de Cálculo Executivas de Obras Complementares.....26
4.6.1.3. Plantas e Diagramas Executivos de Obras Complementares.....26
4.6.1.4. Procedimentos de Execução de Obras Complementares.....26
4.7. Engenharia de Software e Configuração de Sistemas.....27
4.7.1. Engenharia de Configuração de Sistemas..... 27
4.7.1.1. Parametrização do Software Vital..... 27
4.7.1.2. Base de Dados de Via..... 27
4.7.1.3. Engenharia de Configuração de Dados Operacionais.....27
4.7.2. Desenvolvimento e Customização de Aplicações.....27
4.7.2.1. Desenvolvimento e Customização do SCADA de Sinalização.....27
4.7.2.2. Desenvolvimento e Customização do MSS.....27
4.7.2.3. Desenvolvimento e Customização do Servidor de Suporte.....28
4.7.2.4. Desenvolvimento e Customização de Interfaces Homem-Máquina.....28
4.7.3. Engenharia de Software de Integração..... 28
4.7.3.1. Software de Integração com SCADA de Energia..... 28
4.7.3.2. Software de Integração com Sistemas Auxiliares..... 28
4.7.3.3. Software de Integração de Suporte.....28
4.7.3.4. Software de Integração com Frotas.....28
5. GESTÃO DE INTERFACES E INTEGRAÇÃO DE SISTEMAS.....28
5.1. Planejamento e Governança de Interfaces.....28
5.1.1. Plano de Gestão de Interfaces..... 28
5.1.1.1. Plano de Gestão de Interfaces.....29
5.1.2. Comitês e Matriz de Responsabilidades de Interface..... 29
5.1.2.1. Matriz de Responsabilidades de Interface.....29
5.1.2.2. Operação dos Comitês de Interface..... 29
5.2. Engenharia de Interfaces e ICDs..... 29
5.2.1. Elaboração e Manutenção de ICDs..... 29
5.2.1.1. Elaboração e Manutenção de ICDs.....29
5.3. Coordenação, Verificação e Encerramento de Interfaces.....29
5.3.1. Coordenação e Cross-Reviews de Interface..... 29
5.3.1.1. Coordenação e Cross-Reviews de Interface.....29
5.3.2. Verificação e Encerramento de Interfaces..... 30
5.3.2.1. Verificação e Encerramento de Interfaces.....30
6. FORNECIMENTO E SERVIÇOS DE SINALIZAÇÃO DE VIA.....30
6.1. Fornecimento de Sinalização de Via..... 30
6.1.1. Fornecimento de Equipamentos de Controle e Intertravamento..... 30
6.1.1.1. Zone Controllers..... 30
6.1.1.2. Sistema de Intertravamento Eletrônico.....30
6.1.1.3. Servidores e Estações de Trabalho de Controle.....31

6.1.1.4. Componentes e Acessórios de Controle e Intertravamento....31
6.1.1.5. Solução de Comutação Bloco Fixo/Bloco Móvel (Via)....32
6.1.2. Fornecimento de Equipamentos de Supervisão e Manutenção....32
6.1.2.1. Servidores e Estações de Trabalho do ATS/MSS....32
6.1.2.2. Equipamentos de Visualização e Periféricos do CCO....32
6.1.3. Fornecimento de Equipamentos de Via....33
6.1.3.1. Balizas e Transponders....33
6.1.3.2. Sistema Secundário de Detecção de Trens....33
6.1.3.3. Fornecimento de Sinaleiros (nova arquitetura)....33
6.1.3.4. Componentes e Acessórios de Via....34
6.1.3.5. Fornecimento de Máquina de Chave e acessórios de acionamento e controle (retrofit e expansão)....34
6.1.4. Fornecimento de Equipamentos de Comunicação Trem-Terra....34
6.1.4.1. Rádios e Equipamentos de Comunicação Trem-Terra....34
6.1.4.2. Antenas e Sistema de Cobertura....35
6.1.4.3. Sincronismo e Equipamentos de Borda da Rede CBTC....35
6.1.4.4. Componentes e Acessórios de Comunicação Trem-Terra....35
6.2. Serviços de Sinalização de Via....36
6.2.1. Instalação e Montagem de Sinalização de Via....36
6.2.1.1. Montagem de Equipamentos em Salas Técnicas....36
6.2.1.2. Instalação de Equipamentos de Via....36
6.2.1.3. Instalação de Equipamentos de Comunicação Trem-Terra....36
6.2.1.4. Configuração e Energização Inicial....36
6.2.1.5. Instalação de Máquina de Chave e acessórios de acionamento e controle (retrofit e expansão)....37
6.2.1.6. Montagem de Sinaleiros (nova arquitetura)....37
6.2.2. Testes e Comissionamento de Sinalização de Via....37
6.2.2.1. Testes em Fábrica (FAT)....37
6.2.2.2. Testes em Campo (SAT)....39
6.2.2.3. Testes Funcionais Integrados do CBTC de Via....41
6.2.2.4. Documentação de Testes e Comissionamento....43
6.2.2.5. Testes da Solução de Comutação Bloco Fixo/Bloco Móvel....45
6.2.3. Treinamento em Sinalização de Via....46
6.2.3.1. Treinamento de Operadores....46
6.2.3.2. Treinamento de Equipe de Manutenção e Material Didático....48
7. FORNECIMENTO E SERVIÇOS DE INFRAESTRUTURA E ATIVOS DE REDE....51
7.1. Fornecimento de Infraestrutura e Ativos de Rede....51
7.1.1. Fornecimento de Infraestrutura de Cabeamento....51
7.1.1.1. Cabos de Fibra Óptica....51
7.1.1.2. Cabos de Sinalização....52
7.1.1.3. Dutos, Eletrocalhas e Leitos para Cabos....53
7.1.2. Fornecimento de Ativos de Rede....55

7.1.2.1. Ativos de Rede....55
7.2. Serviços de Infraestrutura e Ativos de Rede....56
7.2.1. Instalação e Montagem de Infraestrutura e Ativos de Rede....56
7.2.1.1. Lançamento e Instalação de Cabos....56
7.2.1.2. Instalação de Infraestrutura Passiva....58
7.2.1.3. Montagem e Configuração de Ativos de Rede....59
7.2.1.4. Certificação de Cabeamento e Conectorização....61
7.2.2. Testes e Comissionamento de Infraestrutura e Ativos de Rede....63
7.2.2.1. Testes de Aceitação e Desempenho da Rede....63
7.2.2.2. Documentação de Testes e Comissionamento de Rede....65
7.2.3. Treinamento em Infraestrutura e Ativos de Rede....67
7.2.3.1. Treinamento em Operação e Manutenção da Rede....67
8. FORNECIMENTO E SERVIÇOS DE SINALIZAÇÃO EMBARCADA....69
8.1. Fornecimento de Sinalização Embarcada....69
8.1.1. Fornecimento de Kits Embarcados....69
8.1.1.1. Kits Embarcados Frota 1000....69
8.1.1.2. Kits Embarcados Frota 2000....70
8.1.1.3. Kits Embarcados Frota 3000....72
8.1.1.4. Componentes e Acessórios Embarcados....73
8.2. Serviços de Sinalização Embarcada....75
8.2.1. Instalação Embarcada....75
8.2.1.1. Instalação Embarcada Frota 1000....75
8.2.1.2. Instalação Embarcada Frota 2000....77
8.2.1.3. Instalação Embarcada Frota 3000....79
8.2.2. Testes e Comissionamento Embarcado....81
8.2.2.1. Testes Funcionais Embarcados por Trem....81
8.2.2.2. Testes de Aceitação e Documentação Embarcada....82
8.2.3. Treinamento em Sinalização Embarcada....84
8.2.3.1. Treinamento de Equipe de Manutenção Embarcada....84
9. OBRAS E SERVIÇOS COMPLEMENTARES....86
9.1. Obras Civis Complementares....86
9.1.1. Adequação de Salas Técnicas....86
9.1.1.1. Adequação de Salas Técnicas....86
9.1.2. Banco de Dutos e Canaletas Civis....86
9.1.2.1. Execução de Banco de Dutos e Canaletas Civis para o CBTC....86
9.2. Sistemas Elétricos Complementares....87
9.2.1. Sistemas Elétricos Complementares....87
9.2.1.1. Ampliação de Sistema de Alimentação Elétrica....87
9.2.1.2. Sistemas de Energia Ininterrupta....87
9.2.1.3. Aterramento e Proteção Elétrica....88
9.3. Climatização e Infraestrutura Complementar....88
9.3.1. Climatização e Infraestrutura Complementar....88

9.3.1.1. Sistemas de Climatização Dedicada....88
9.3.1.2. Sistemas de Detecção e Combate a Incêndio....88
9.4. Tratamento de Interferências com Sistemas Existentes....89
9.4.1. Tratamento de Interferências com Sistemas Existentes....89
9.4.1.1. Tratamento de Interferências com a Estrutura Civil e Sistemas Existentes (inclui demolição e recomposição)....89
10. MIGRAÇÃO OPERACIONAL....89
10.1. Plano de Migração e Comissionamento....89
10.1.1. Plano de Migração e Comissionamento....89
10.1.1.1. Plano de Migração e Comissionamento Consolidado....89
10.2. Testes Integrados....90
10.2.1. Testes Integrados Via-Trem....90
10.2.1.1. Testes Integrados Via-Trem....90
10.2.2. Testes de Interoperabilidade entre Frotas....90
10.2.2.1. Testes de Interoperabilidade entre Frotas....90
10.2.3. Testes de Cibersegurança e Resiliência....91
10.2.3.1. Testes de Cibersegurança e Resiliência....91
10.3. Operação em Modo Sombra....91
10.3.1. Operação em Modo Sombra....91
10.3.1.1. Execução de Operação em Modo Sombra....91
10.4. Operação em Modo Misto e Cutover por Segmento....91
10.4.1. Operação em Modo Misto....91
10.4.1.1. Execução de Operação em Modo Misto....91
10.4.2. Cutover por Segmento....92
10.4.2.1. Cutover de Segmento....92
10.5. Descomissionamento do Sistema Legado....92
10.5.1. Equipamentos de Via....92
10.5.1.1. Descomissionamento de Máquina de Chave SAB-WABCO M3 (superfície), e acessórios....92
10.5.1.2. Descomissionamento de Máquina de Chave Siemens S700K (túnel), e acessórios....93
10.5.1.3. Descomissionamento de Sinaleiros Existentes....93
10.5.1.4. Descomissionamento de Equipamentos Gerais de Via e Cabeamento....93
10.5.2. Sinalização Embarcada (ATC Legado)....94
10.5.2.1. Descomissionamento de ATC Embarcado — Frota 1000....94
10.5.2.2. Descomissionamento de ATC Embarcado — Frota 2000....94
10.5.3. Equipamentos de Salas Técnicas....95
10.5.3.1. Descomissionamento — Salas Técnicas Mestras....95
10.5.3.2. Descomissionamento — Salas Técnicas Satélite....95
10.5.3.3. Descomissionamento — Salas Técnicas PAC....95
10.5.3.4. Descomissionamento — Salas Técnicas CCO....96
11. OPERAÇÃO ASSISTIDA, GARANTIA E ENCERRAMENTO....96
11.1. Operação Assistida....96

11.1.1. Suporte Técnico Presencial em Operação Assistida..... 96
11.1.1.1. Suporte Técnico Presencial em CCO..... 96
11.1.1.2. Suporte Técnico Presencial em Oficinas e Campo..... 96
11.1.2. Ajustes Operacionais e Aceitação Progressiva..... 97
11.1.2.1. Ajustes de Parametrização e Configuração..... 97
11.1.2.2. Aceitação Operacional Progressiva por Marco..... 97
11.2. Encerramento e Documentação Final..... 97
11.2.1. Documentação As-Built Consolidada..... 97
11.2.1.1. Documentação As-Built Consolidada..... 98
11.2.2. Transferência Final de Conhecimento e Documentação..... 98
11.2.2.1. Transferência Final de Conhecimento e Documentação..... 98
12. FORNECIMENTO DE SOBRESSALENTES..... 98
12.1. Sobressalentes de Sinalização de Via..... 98
12.1.1. Sobressalentes de Sinalização de Via..... 98
12.1.1.1. Sobressalentes de Controle e Intertravamento..... 98
12.1.1.2. Sobressalentes de Supervisão e Comunicação Trem-Terra..... 99
12.1.1.3. Sobressalentes de Equipamentos de Via..... 99
12.2. Sobressalentes de Infraestrutura e Ativos de Rede..... 100
12.2.1. Sobressalentes de Infraestrutura e Ativos de Rede..... 100
12.2.1.1. Sobressalentes de Infraestrutura e Ativos de Rede..... 100
12.3. Sobressalentes de Sinalização Embarcada..... 100
12.3.1. Sobressalentes de Sinalização Embarcada..... 100
12.3.1.1. Sobressalentes de Sinalização Embarcada..... 100
12.4. Ferramentas Especiais e Equipamentos de Manutenção..... 100
12.4.1. Ferramentas Especiais e Equipamentos de Manutenção..... 100
12.4.1.1. Ferramentas Especiais de Manutenção..... 100
12.4.1.2. Equipamentos de Medição e Calibração..... 101
13. SEGURANÇA E RAMS..... 101
13.1. Segurança e RAMS..... 101
13.1.1. Segurança e RAMS..... 101
13.1.1.1. Plano RAMS e de Segurança..... 101
13.1.1.2. Análise Preliminar de Perigos e Hazard Log..... 101
13.1.1.3. Análises RAMS..... 102
13.2. Relatórios de Segurança..... 102
13.2.1. Relatórios de Segurança..... 102
13.2.1.1. Safety Case do Sistema..... 102
13.2.1.2. Demonstração de Cumprimento RAMS..... 102
13.3. Avaliação de Segurança Independente (ISA)..... 103
13.3.1. Avaliação de Segurança Independente (ISA)..... 103
13.3.1.1. Serviço de Avaliação de Segurança Independente (ISA)..... 103

1. ADMINISTRAÇÃO LOCAL

1.1. Administração Local

1.1.1. Administração Local

1.1.1.1. Administração Local

O rateio financeiro e os percentuais de execução deste item são definidos no Critério de Medição, no evento correspondente do Eventograma.

Para a aprovação da medição pela Fiscalização, a Contratada deverá anexar ao Relatório Técnico Circunstanciado, no mínimo:

- Listagem dos profissionais efetivamente alocados (Engenheiros, Técnicos, Segurança do Trabalho e Administrativos) conforme a composição de custos unitários aprovada;
- Evidência de regularidade com obrigações trabalhistas, previdenciárias e FGTS do pessoal da administração local, conforme exigido pela Documentação Técnica de Referência e pela Lei 13.303;
- Demonstrativo comparativo entre o avanço financeiro acumulado dos sistemas (Sinalização, DCS, Via) e o acumulado da Administração Local.

1.2. Planejamento e Gestão do Contrato

1.2.1. Planejamento Global

1.2.1.1. Plano Global de Execução do Contrato

O Plano Global de Execução do Contrato constitui o documento de referência para a condução de todo o empreendimento, devendo apresentar, de forma ampla e consolidada, a estratégia da Contratada para o cumprimento do objeto contratual. Para que a Fiscalização do Metrô-DF autorize a medição de cada parcela, a Contratada deve cumprir os requisitos de rastreabilidade e controle previstos na Documentação Técnica de Referência, demonstrando, no mínimo:

- O cronograma definitivo de execução do contrato, elaborado a partir do cronograma de referência da licitação e detalhado ao nível de pacotes de trabalho, marcos contratuais e caminho crítico;
- A estrutura organizacional e a composição das equipes técnicas responsáveis por cada frente de trabalho (projeto, fabricação, instalação, testes, comissionamento), com respectivos prazos e responsabilidades;
- Os fluxos de trabalho e o método de gestão adotado para o acompanhamento da execução contratual, incluindo as ferramentas de gestão de projeto, controle de cronograma e comunicação a serem utilizadas ao longo de todo o empreendimento;
- A identificação dos locais de fabricação e produção dos equipamentos previstos, nacionais ou estrangeiros, e a estratégia logística de transporte e envio dos materiais até o Distrito Federal;
- O documento deve ser submetido via sistema de protocolo e receber o "aceite técnico" por escrito, não bastando a simples entrega;
- Demonstração de que o plano atualizado guarda estrita consistência com o Cronograma Físico do contrato;

2. MOBILIZAÇÃO E CANTEIRO

2.1. Mobilização e Canteiro

2.1.1. Mobilização

2.1.1.1. Mobilização

Para que a Fiscalização do METRÔ-DF autorize a medição deste item, a Contratada deve comprovar, no mínimo, a efetiva mobilização, no Distrito Federal, das equipes técnicas especializadas, equipamentos, ferramental e infraestrutura logística inicial necessários ao início das atividades de campo e de engenharia, em conformidade com o projeto de canteiro aprovado pela Fiscalização, mediante:

- Relatório circunstanciado de mobilização, contendo o registro do pessoal técnico efetivamente mobilizado;
- Inventário dos equipamentos, ferramentais e ativos logísticos disponibilizados no local;
- Evidência de que a mobilização observa o projeto de canteiro aprovado pela Fiscalização.

2.1.2. Instalação do Canteiro

2.1.2.1. Instalação do Canteiro

Para que a Fiscalização do METRÔ-DF autorize a medição deste item, a Contratada deve cumprir rigorosamente, no mínimo, as seguintes condições, garantindo que o canteiro suporte a complexidade sistêmica do empreendimento:

- Comprovação da montagem de escritórios para a equipe técnica e fiscalização, salas de reunião equipadas e áreas de convivência, conforme o layout e o projeto de canteiro aprovados;
- Instalação e teste de links de dados dedicados, garantindo a comunicação segura entre o canteiro, o CCO do Metrô-DF e os centros de desenvolvimento da Contratada, observando os requisitos de Cibersegurança;
- Disponibilização de área segura, climatizada (se requerido para ativos eletrônicos) e inventariada para o recebimento de kits de bordo, bastidores de ZC e equipamentos de via, protegendo o patrimônio contra intempéries e danos físicos;
- Apresentação de laudo de inspeção comprovando que o canteiro atende às normas de Segurança do Trabalho e Saúde Ocupacional, incluindo sinalização de emergência e planos de evacuação específicos para áreas operacionais;
- Comprovação do cumprimento das exigências legais e normativas aplicáveis do Distrito Federal, incluindo as consultas a órgãos e entidades do GDF e as autorizações que se fizerem necessárias em função do local de instalação do canteiro;
- Entrega de relatório técnico circunstanciado contendo registros fotográficos de todas as dependências e o inventário de equipamentos disponibilizados para a execução contratual.

2.1.3. Operação e Manutenção do Canteiro

2.1.3.1. Operação e Manutenção do Canteiro

A medição deste item dar-se-á mensalmente, de forma contínua, vinculada à disponibilidade operacional da infraestrutura de apoio no período. O rateio financeiro e os percentuais de execução deste item são definidos no Critério de Medição, no evento correspondente do Eventograma.

Para que a medição seja autorizada, a CONTRATADA deve garantir, no mínimo, a manutenção plena das seguintes funções de suporte:

- Guarda e salvaguarda de equipamentos críticos do CBTC (como kits de bordo e Zone Controllers) contra furtos ou danos;
- Manutenção diária dos escritórios e áreas de vivência, garantindo as condições de salubridade exigidas pela NR-18;
- Continuidade dos serviços de energia elétrica, água, saneamento e, crucialmente, links de internet de alta disponibilidade para interface com os sistemas de engenharia;
- Manutenção preventiva das instalações e da infraestrutura civil do canteiro, essencial para a preservação dos ativos armazenados;
- Disponibilização de pessoal de apoio e insumos de escritório para as equipes de engenharia e fiscalização.

2.2. Desmobilização

2.2.1. Desmobilização e Restauração de Áreas

2.2.1.1. Desmobilização e Restauração de Áreas

Para que a Fiscalização do METRÔ-DF autorize a medição deste item, a Contratada deve apresentar o Relatório de Encerramento e Restauração de Áreas, contendo, no mínimo:

- Comprovação visual de que as áreas ocupadas pelo canteiro de obras e escritórios administrativos foram limpas, recompostas e entregues sem danos estruturais;
- Documentação técnica comprovando que detritos de obra, cabos excedentes e materiais inservíveis foram descartados conforme a legislação ambiental vigente, sem ônus para o METRÔ-DF;
- Comprovação de que furos, bases de equipamentos temporários ou quaisquer alterações físicas em paredes e pisos de estações foram devidamente selados e pintados;
- Evidência de quitação final e desligamento de ramais temporários de energia, água e telecomunicações instalados para o suporte da obra.

3. ESTUDOS, LEVANTAMENTOS E SIMULAÇÕES

3.1. Estudos e Levantamentos

3.1.1. Levantamentos de Campo

3.1.1.1. Levantamento topográfico e cadastral da via

Para que a Fiscalização do METRÔ-DF autorize a medição de cada parcela, a Contratada deve apresentar o Relatório de Levantamento Topográfico e Cadastral de Via, contendo, no mínimo:

- Plantas e perfis longitudinais georreferenciados contendo a localização exata de balizas, sinaleiras, máquinas de chave, juntas isolantes e limites de plataforma;
- Planilha detalhada com as coordenadas (UTM) e o estado físico dos ativos de via existentes que possuem interface com o novo sistema de sinalização;
- Registros de poligonais, cadernetas de campo e certificados de calibração dos equipamentos utilizados (estações totais, laser scanners ou receptores GNSS de alta precisão);
- Verificação de interferências físicas (obstáculos) que possam impactar a instalação de novos equipamentos de campo do CBTC ou a visada de antenas do DCS.

3.1.1.2. Levantamento da infraestrutura de rede existente

Para que a Fiscalização do METRÔ-DF autorize a medição de cada parcela, a Contratada deve apresentar o Relatório de Inventário de Rede, contendo, no mínimo:

- Relatórios de testes de atenuação (OTDR) em fibras existentes (se houver aproveitamento de fibras "apagadas") e identificação da pinagem em distribuidores ópticos (DIOs);
- Levantamento fotográfico e diagramas de layout de todos os racks e salas de telecomunicações envolvidos, indicando espaços disponíveis para os novos switches e roteadores CBTC;
- Identificação da ocupação atual de bandejamentos, eletrocalhas e caixas de passagem para o lançamento dos novos cabos de rede;
- Ateste da disponibilidade de alimentação elétrica (incluindo redundância UPS) nos gabinetes de rede existentes que receberão ativos do sistema modernizado;
- Desenho da topologia lógica atual em cada domínio, visando a integração segura (gateways/firewalls) entre a rede operativa de sinalização e as demais redes do Metrô-DF.

3.1.1.3. Levantamento de salas técnicas e espaços disponíveis

Para que a Fiscalização do METRÔ-DF autorize a medição de cada parcela, a Contratada deve apresentar o Relatório de Prontidão de Ambientes, contendo, no mínimo:

- Desenhos técnicos, plantas, layouts detalhando a ocupação atual da sala, localização de bastidores existentes, leitos de cabos e áreas livres disponíveis para os novos equipamentos CBTC;
- Dados coletados sobre a capacidade remanescente de climatização e alimentação (UPS/No-breaks) em cada sala, validando se o ambiente suportará a nova carga térmica e de potência do sistema modernizado;
- Identificação de furos de passagem, eletrocalhas e tubulações disponíveis para a interconexão entre os novos ativos e a rede externa (backbone DCS);
- Registro visual completo de cada sala técnica, permitindo a validação remota de interferências físicas antes da fase de instalação;
- Verificação do estado das portas, fechaduras e sistemas de combate a incêndio existentes que possuem interface com a área de instalação.

3.1.1.4. Levantamento de infraestrutura elétrica disponível

Para que a Fiscalização do METRÔ-DF autorize a medição de cada parcela, a Contratada deve apresentar o Relatório de Levantamento de Infraestrutura Elétrica, contendo, no mínimo:

- Desenhos técnicos refletindo a configuração real dos Quadros de Distribuição de Luz e Força (QDLs) e barramentos que alimentarão o sistema CBTC;
- Relatório de levantamento demonstrando a potência disponível em cada sala técnica e a viabilidade de inserção de novas cargas sem comprometer a seletividade elétrica existente;
- Medições de resistência de terra em todos os pontos de interface, garantindo que os novos equipamentos eletrônicos sensíveis estejam protegidos contra surtos e EMI (Compatibilidade Eletromagnética);
- Diagnóstico do estado de conservação e autonomia dos sistemas de energia ininterrupta existentes, visando a integração ou substituição;
- Identificação da ocupação de leitos de cabos e eletrodutos destinados à alimentação dos ativos de via e sinalização;
- Registro visual das condições físicas de todos os painéis.

3.1.1.5. Levantamento de dutos, eletrocalhas e canaletas

Para que a Fiscalização do METRÔ-DF autorize a medição de cada parcela geográfica, a Contratada deve apresentar o Relatório de Inventário de Infraestrutura de Passagem, contendo, no mínimo:

- Desenhos técnicos, plantas e layout demonstrando o traçado real de dutos e canaletas, identificando pontos de derivação e caixas de passagem;
- Planilha detalhada por trecho indicando o diâmetro/seção dos leitos e a porcentagem de ocupação atual pelos cabos legados, validando a viabilidade de inserção do cabeamento CBTC/DCS;
- Registro fotográfico e descritivo das condições de conservação (corrosão, quebras, obstruções por detritos ou água), apontando trechos que exigem limpeza ou reparos civis prévios;
- Relatório de disponibilidade de espaços em dutos críticos para confirmar a ausência de esmagamentos ou interrupções físicas;
- Identificação de cruzamentos com cabos de alta tensão ou sistemas de telecomunicações que exijam segregação eletromagnética.

3.1.1.6. Cadastro de equipamentos do sistema legado

Para que a Fiscalização do METRÔ-DF autorize a medição de cada etapa, a Contratada deve apresentar o Relatório de Inventário do Sistema Legado, contendo, no mínimo:

- Planilha contendo a localização exata (coordenadas UTM e marco quilométrico) de máquinas de chave, sinaleiras, juntas isolantes, circuitos de via e caixas de junção existentes;
- Registro fotográfico individualizado de cada ativo legado, acompanhado de laudo sobre o estado de conservação física, integridade de cabos e estanqueidade de caixas de campo;
- Diagramas de fiação e esquemáticos internos de bastidores de relés existentes que sofrerão intervenção para a interface com o novo Intertravamento Eletrônico ou ZC;
- Identificação técnica dos modelos e números de série dos equipamentos, visando o planejamento de retrofit ou substituição;
- Registro de que o equipamento cadastrado está operando conforme a lógica de sinalização atual, servindo de base para os testes de shadow mode.

3.1.1.7. Estudos de Propagação e Compatibilidade Eletromagnética (EMC)

Para que a Fiscalização do METRÔ-DF autorize a medição de cada etapa, a Contratada deve apresentar o Relatório de Radiopropagação e Compatibilidade Eletromagnética, contendo, no mínimo:

- Resultados de levantamentos demonstrando os níveis de RSSI (intensidade de sinal) e SNR (relação sinal-ruído) em toda a via, validando a sobreposição de células para o handover;
- Mapeamento de frequências ocupadas por terceiros e identificação de potenciais interferências nas bandas destinadas ao CBTC;
- Medições de campo em subestações e junto aos trilhos para garantir que o sistema de tração não induzirá ruídos que corrompam as mensagens de ATP ou os circuitos de via legados;
- Demonstração de que a largura de banda disponível (throughput) suporta o tráfego vital do CBTC simultaneamente aos serviços auxiliares (CFTV, MSS) sem degradação do QoS;
- Indicação de medidas de blindagem, distanciamento de cabos ou filtros passivos necessários para garantir o nível SIL4.

3.1.2. Estudos de Sinalização

3.1.2.1. Estudo de requisitos funcionais da Linha 1

Para que a Fiscalização do METRÔ-DF autorize a medição deste conjunto, a Contratada deve entregar o Relatório de Requisitos Técnicos e Funcionais, que deve contemplar, no mínimo:

- Detalhamento funcional da transição entre os modos GoA2 (atual) e GoA4 (UTO), garantindo a preservação da segurança operacional durante e após a migração;
- Estabelecimento dos critérios de disponibilidade sistêmica (≥ 99,9%), latência de rede para tráfego vital e precisão de parada em plataforma (alinhamento);
- Descrição detalhada das funções vitais de proteção (ATP), automação de condução (ATO) e supervisão operacional (ATS), observando a norma IEEE 1474.1;
- Alocação dos requisitos de integridade de segurança (SIL4) para funções críticas e metas de MTBF/MTTR para os ativos de sinalização;
- Definição preliminar das interfaces funcionais com material rodante (frotas 1000, 2000 e 3000), sistemas de via, energia e portas de plataforma;
- Inclusão dos requisitos funcionais de segurança lógica conforme as normas IEC 62443 e CLC/TS 50701.

3.1.2.2. Estudo de compatibilidade com frotas existentes

Para que a Fiscalização do METRÔ-DF autorize a medição de cada etapa, a Contratada deve apresentar o Relatório de Compatibilidade de Material Rodante, contendo, no mínimo:

- Levantamento dimensional das cabines e armários de bordo, comprovando a viabilidade de instalação dos bastidores da unidade de controle embarcada, antenas de rádio/baliza e as unidades de interface com o operador (DMI);
- Diagramas lógicos e funcionais detalhando como o CBTC assumirá o controle vital sobre as Linhas de Trem, especificamente para as funções de corte de tração, aplicação de freio de emergência (EB) e controle de portas;
- Definição dos parâmetros cinemáticos de cada frota para a calibração do algoritmo de proteção de trens (ATP), garantindo que o cálculo da Movement Authority (MA) considere as distâncias de frenagem reais de cada modelo;
- Estudo de interface com os sistemas de som (PA), painéis de mensagem variável (PIS) e registrador de eventos (OTMR) existentes;
- Descrição do método de intervenção física nos trens e o protocolo preliminar de testes estáticos e dinâmicos para validação da modernização.

3.1.2.3. Estudo de degradação e modos de falha

Para que a Fiscalização do METRÔ-DF autorize a medição deste item, a Contratada deve entregar o Relatório de Modos de Falha e Efeitos (FMEA/FMECA) e o Plano de Estratégias de Fallback, os quais devem contemplar, no mínimo:

- Demonstração de que, em qualquer cenário de falha, a resposta primária é a imposição de uma condição segura (frenagem de serviço ou emergência), priorizando a segurança sobre a capacidade de transporte;
- Detalhamento técnico e critérios de transição (entrada e saída) entre os seguintes modos: CBTC Nominal (Operação GoA4 plena), CBTC Degradado (Operação com perda de redundância ou restrições de velocidade), Intertravamento Assistido/Fallback (uso de

detecção secundária — contadores de eixo/circuitos de via — e rotas em bloco fixo) e Operação Manual Protegida (movimentação restrita sob supervisão da Fiscalização);

- Análise de Cenários de Falha Críticos: Perda de Comunicação Trem-Terra/DCS (procedimentos para trens em movimento e impacto nas Movement Authorities), Falha de Zone Controller/ZC (estratégia de handover e isolamento da zona afetada), Falha de Backbone Óptico (comportamento dos ZCs em operação local autônoma) e Falha de Intertravamento Eletrônico (garantia de imobilização segura de AMVs e sinais);
- Definição das IHMs de alarme, identificação automática do modo de operação por trecho e sugestão de planos de contingência (ex: supressão de viagens ou aumento de headway);
- Definição das regras de degradação durante a operação mista (trens equipados e não equipados) e durante as janelas de migração;
- Alinhamento estrito com as normas IEEE 1474.1 (funcionamento sob falha) e CENELEC EN 50126/128/129 (processo RAMS).

3.2. Simulações Operacionais

3.2.1. Simulações Operacionais

3.2.1.1. Simulações operacionais consolidadas

Para que a Fiscalização do METRÔ-DF autorize a medição de cada parcela, a Contratada deve cumprir os requisitos técnicos de entrega formal previstos na Documentação Técnica de Referência. As evidências técnicas obrigatórias incluem, no mínimo:

- Demonstração dos resultados através de ferramentas de simulação reconhecidas pelo mercado metroferroviário, incluindo gráficos de ocupação de via e diagramas de velocidade/tempo;
- Comprovação de que a simulação utilizou os dados do Track Database e as curvas de desempenho das Frotas 1000, 2000 e 3000;
- Demonstração do impacto de variações operacionais (ex: atraso no embarque de passageiros) sobre a estabilidade do sistema.

3.2.1.2. Simulação de estratégias de migração brownfield

Para que a Fiscalização do METRÔ-DF autorize a medição de cada parcela, a Contratada deve assegurar que o conteúdo técnico atenda, no mínimo, aos seguintes requisitos:

- O relatório deve demonstrar que as estratégias simuladas são compatíveis com as janelas noturnas operacionais disponíveis na Linha 1, minimizando o risco de indisponibilidade na manhã seguinte;
- A simulação deve comprovar que o novo sistema pode processar dados de via em paralelo (shadow mode) sem interferir na lógica vital de comando do sistema legado ativo;
- Deve-se evidenciar que, em nenhum momento da transição simulada, o nível de segurança funcional decai para valores abaixo do SIL4 para funções vitais;
- A aceitação deste item é o principal marco para mitigar falhas na estratégia de migração e transição operacional, evitando interrupções não autorizadas da operação comercial.

3.3. Estudos de Interfaces

3.3.1. Estudos de Interfaces

3.3.1.1. Estudo de interfaces com frota 1000

Para que a Fiscalização do METRÔ-DF autorize a medição, a Contratada deve cumprir, no mínimo, as seguintes condições estabelecidas nos documentos do projeto e na Documentação Técnica de Referência:

- Os relatórios técnicos devem apresentar diagnóstico das interfaces mecânicas, elétricas e lógicas entre o sistema CBTC e a Frota 1000, acompanhado de memórias de cálculo e registros fotográficos das inspeções realizadas;
- Conter planos de integração da frota e evidências de segurança funcional SIL4 com indicadores RAMS;
- Identificação de não conformidades, medidas mitigadoras e o status do Hazard Log para controle operacional.

3.3.1.2. Estudo de interfaces com frota 2000

Para que a Fiscalização do METRÔ-DF autorize a medição, a Contratada deve cumprir, no mínimo, as seguintes condições estabelecidas nos documentos do projeto e na Documentação Técnica de Referência:

- Os relatórios técnicos para este item devem apresentar diagnóstico das interfaces mecânicas, elétricas e lógicas entre o sistema CBTC e a Frota 2000, acompanhado de memórias de cálculo e registros fotográficos das inspeções de cabine e truques;
- Conter o plano de integração da frota e evidências de conformidade com a segurança funcional SIL4 e indicadores RAMS (Confiabilidade, Disponibilidade, Mantenabilidade e Segurança).

3.3.1.3. Estudo de interfaces com frota 3000

Para que a Fiscalização do METRÔ-DF autorize a medição, a Contratada deve cumprir, no mínimo, as seguintes condições estabelecidas nos documentos do projeto e na Documentação Técnica de Referência, observando as mesmas exigências técnicas aplicáveis aos estudos de interface das demais frotas:

- Os relatórios técnicos para este item devem apresentar diagnóstico das interfaces mecânicas, elétricas e lógicas entre o sistema CBTC e a Frota 3000, acompanhado de diagramas de arquitetura lógica, memórias de cálculo de latência e largura de banda para as funções GoA4, e plantas conceituais de arranjo físico para os equipamentos de sinalização previstos;
- O conteúdo deve descrever o diagnóstico de automação plena, especificando as interfaces vitais de tração e freio, a lógica de injeção/recolhimento autônomo e o plano de testes para validação da integridade SIL4 na Série 3000.

3.3.1.4. Estudo de interface com SCADA de Energia

Para que a Fiscalização do METRÔ-DF autorize a medição, a Contratada deve cumprir, no mínimo, as seguintes condições estabelecidas nos documentos do projeto e na Documentação Técnica de Referência:

- Os relatórios técnicos devem apresentar diagramas lógicos das interfaces de comando entre o CBTC e o SCADA de Energia, incluindo os pontos e lógicas de desligamento rápido de energia de tração;
- Conter especificação do protocolo de comunicação, tempos de resposta exigidos para comandos vitais e evidências de segurança funcional compatíveis com SIL4;
- Identificação de não conformidades, medidas mitigadoras e status do Hazard Log associado a essa interface.

3.3.1.5. Estudo de interface com sistemas auxiliares operacionais

Para que a Fiscalização do METRÔ-DF autorize a medição, a Contratada deve cumprir, no mínimo, as seguintes condições estabelecidas no projeto e na Documentação Técnica de Referência:

- Os relatórios técnicos para este item devem apresentar a fundamentação qualitativa das soluções de integração, acompanhada de diagramas de fluxo de dados, protocolos de comunicação e memórias de cálculo de latência para os comandos auxiliares;
- Resumir a estratégia de interface, garantindo que o sistema CBTC mantenha a irredutibilidade funcional das automações já existentes no Metrô-DF, como anúncios automáticos e controle de painéis de plataforma.

3.3.1.6. Estudo de interface com infraestrutura de telecomunicações existente

Para que a Fiscalização do METRÔ-DF autorize a medição, a Contratada deve cumprir, no mínimo, as seguintes condições estabelecidas nos documentos do projeto e na Documentação Técnica de Referência:

- O relatório técnico deve apresentar diagnósticos da malha de fibras ópticas e ativos de rede existentes, com registros fotográficos das salas técnicas;
- Detalhar a arquitetura de integração, protocolos de redundância e evidências de segurança SL3 para evitar interferência mútua entre sistemas.

3.3.1.7. Estudo de Interfaces para Operação Futura em GoA4

Para que a Fiscalização do METRÔ-DF autorize a medição, a Contratada deve cumprir, no mínimo, as seguintes condições estabelecidas nos documentos do projeto e na Documentação Técnica de Referência:

- O relatório técnico deve estabelecer as diretrizes para uma futura operação sem condutor (GoA4), de forma que o projeto esteja preparado para este cenário, contemplando interfaces com portas de plataforma (PSD), monitoramento de via e recuperação automática de trens.

4. ELABORAÇÃO DE PROJETOS E ENGENHARIA DE SOFTWARE

4.1. Projeto Básico de Sinalização

4.1.1. Projeto Básico de Sinalização

4.1.1.1. Memorial Descritivo de Sinalização

Para que a Fiscalização do Metrô-DF autorize a medição deste item, a Contratada deve apresentar o Memorial Descritivo de Sinalização demonstrando, no mínimo:

- A concepção geral da arquitetura CBTC proposta, incluindo os princípios de operação das funções ATP, ATO e ATS e a estratégia de intertravamento adotada (eletrônico/CBI);
- Demonstração analítica de que a arquitetura cumpre os requisitos de segurança SIL4 (EN 50126/128/129) e de desempenho (IEEE 1474.1), correlacionando cada função vital descrita aos respectivos requisitos normativos;
- As condições técnicas para aplicação da estratégia de segregação entre funções vitais e não vitais do sistema, e os princípios adotados para garantir a independência entre elas;
- O detalhamento textual da interface com o material rodante, diferenciando o tratamento aplicável ao retrofit das Séries 1000 e 2000 e à integração nativa da Série 3000;
- A descrição da estratégia de convivência entre o sistema CBTC e o sistema legado durante o período de migração brownfield, incluindo os princípios gerais de operação mista;

- Rastreabilidade explícita aos dados validados nos levantamentos e diagnósticos técnicos aprovados que fundamentaram as premissas de projeto adotadas.

4.1.1.2. Memórias de Cálculo de Sinalização

Para que a Fiscalização do Metrô-DF autorize a medição deste item, a Contratada deve apresentar as Memórias de Cálculo de Sinalização, contendo, no mínimo:

- Cálculo da curva de frenagem e da distância de segurança (margem de proteção) para cada série de material rodante, considerando os cenários de aderência nominal e degradada;
- Definição e alocação dos requisitos de integridade de segurança (SIL) para cada função vital do sistema, com a respectiva metodologia de alocação adotada;
- Memória de cálculo do dimensionamento de capacidade (headway) da Linha 1, compatível com os requisitos funcionais aprovados e correlacionada aos resultados das simulações operacionais;
- Premissas, metodologia de cálculo e fontes de dados utilizadas em cada memória, permitindo a auditoria independente dos resultados apresentados;
- Consideração explícita dos parâmetros cinemáticos e de desempenho específicos de cada frota (Séries 1000 e 2000 em retrofit, Série 3000 em integração nativa);
- Demonstração de que os resultados obtidos atendem aos requisitos de segurança SIL4 (EN 50126/128/129) e de desempenho (IEEE 1474.1).

4.1.1.3. Plantas, Diagramas e Layouts de Sinalização

Para que a Fiscalização do Metrô-DF autorize a medição deste item, a Contratada deve apresentar as Plantas, Diagramas e Layouts de Sinalização, contendo, no mínimo:

- Diagrama de blocos da arquitetura geral do sistema CBTC, identificando todos os subsistemas e suas interconexões principais;
- Plantas de posicionamento georreferenciado de balizas, sinaleiros, máquinas de chave e demais equipamentos de via, com indicação dos limites de bloco/zona ao longo de toda a via;
- Diagramas esquemáticos de interface com o material rodante, diferenciando a solução aplicável às Séries 1000 e 2000 (retrofit) e à Série 3000 (integração nativa);
- Diagramas de intertravamento representando a lógica de rotas, proteções de flanco e travamentos previstos para cada aparelho de mudança de via;
- Compatibilidade integral com os dados validados no levantamento de via aprovado, sem divergências não justificadas entre o levantamento de campo e o projeto representado;
- Adoção de padrão gráfico, legenda e escala consistentes em todo o conjunto de desenhos, permitindo a leitura cruzada entre plantas de disciplinas distintas (sinalização, redes, obras civis).

4.1.1.4. Especificações Técnicas de Equipamentos de Sinalização

Para que a Fiscalização do Metrô-DF autorize a medição deste item, a Contratada deve apresentar as Especificações Técnicas de Equipamentos de Sinalização, detalhando, equipamento a equipamento, no mínimo:

- Os parâmetros funcionais, elétricos, mecânicos e ambientais exigidos para todos os equipamentos do sistema de sinalização previstos no Projeto Básico, incluindo, entre outros, Zone Controllers, Intertravamento Eletrônico/CBI, balizas e unidades embarcadas;

- Os requisitos de segurança funcional aplicáveis a cada equipamento, com demonstração individualizada de conformidade com o nível SIL4 (EN 50126/128/129);
- Os requisitos de desempenho aplicáveis (tempos de resposta, disponibilidade, taxas de falha admissíveis), correlacionados aos parâmetros estabelecidos em IEEE 1474.1;
- Os requisitos de compatibilidade eletromagnética e de operação em ambiente ferroviário (norma EN 50121 ou equivalente), quando aplicável;
- A compatibilidade de interface de cada equipamento com as Séries 1000 e 2000 (retrofit) e com a Série 3000 (integração nativa);
- Critérios de aceitação individualizados por equipamento, a serem utilizados como referência nos posteriores testes de fábrica (FAT) e de campo (SAT).

4.1.1.5. Lista de Materiais e Quantitativos de Sinalização

Para que a Fiscalização do Metrô-DF autorize a medição deste item, a Contratada deve apresentar a Lista de Materiais e Quantitativos de Sinalização, contendo, no mínimo:

- O detalhamento quantitativo de todos os equipamentos e componentes do sistema de sinalização previstos no Projeto Básico (incluindo, entre outros, balizas, sinaleiros, máquinas de chave, Zone Controllers e unidades embarcadas), com indicação de fabricante/modelo de referência quando aplicável;
- A memória de quantificação, correlacionando cada quantitativo aos dados validados nos levantamentos técnicos aprovados e ao dimensionamento de via resultante do Projeto Básico;
- A segregação entre materiais principais, sobressalentes de instalação e reservas técnicas, quando aplicável;
- O dimensionamento necessário para a interface com as Séries 1000, 2000 (retrofit) e 3000 (integração nativa), individualizado por frota;
- Compatibilidade explícita com o cronograma de fabricação e fornecimento previsto, servindo de base direta para o processo de suprimentos e fabricação.

4.1.1.6. Projeto Básico da Solução de Comutação Bloco Fixo/Bloco Móvel

Para que a Fiscalização do Metrô-DF autorize a medição deste item, a Contratada deve apresentar o Projeto Básico da Solução de Comutação Bloco Fixo/Bloco Móvel, demonstrando, no mínimo:

- A concepção técnica da transição operacional entre a lógica de bloco fixo (sistema legado) e bloco móvel (CBTC), incluindo os critérios técnicos de comutação segura entre os dois modos;
- A lógica de operação mista, contemplando a circulação simultânea de trens equipados e não equipados com CBTC durante o período de convivência;
- As premissas de segurança funcional SIL4 aplicáveis a cada etapa da transição, incluindo os mecanismos de detecção secundária adotados para a proteção de trens não equipados;
- Os critérios preliminares de reversibilidade (rollback) para a lógica de bloco fixo, em caso de necessidade de retorno ao sistema legado durante a fase de comissionamento;
- Base técnica explícita nos dados validados nos levantamentos técnicos aprovados, com identificação dos trechos ou domínios aos quais a solução de comutação se aplica.

4.2. Projeto Básico de Infraestrutura e Ativos de Rede

4.2.1. Projeto Básico de Infraestrutura e Ativos de Rede

4.2.1.1. Memorial Descritivo de Infraestrutura e Ativos de Rede

Para que a Fiscalização do Metrô-DF autorize a medição deste item, a Contratada deve apresentar o Memorial Descritivo de Infraestrutura e Ativos de Rede, em formato narrativo, demonstrando, no mínimo:

- A concepção geral da arquitetura do DCS (Data Communication System), incluindo a topologia de rede adotada (anel, malha ou equivalente) e a justificativa técnica da escolha frente às alternativas avaliadas;
- A estratégia de priorização de mensagens vitais via QoS (DiffServ), com descrição da lógica de marcação e tratamento diferenciado de tráfego vital em relação aos demais serviços (CFTV, bilhetagem, sonorização);
- O modelo de segmentação em VLANs vitais e não vitais, compatível com o nível de segurança SL3 da norma IEC 62443, incluindo a estratégia de segmentação física e lógica entre zonas e condutos (zones and conduits);
- A estratégia de sincronismo baseada em IEEE 1588 (PTP), incluindo a topologia de distribuição do sinal de tempo e os mecanismos de redundância adotados;
- A estratégia de redundância de rede (backbone e enlaces críticos), demonstrando ausência de ponto único de falha nos trechos vitais;
- Demonstração de capacidade de evolução tecnológica sem necessidade de reengenharia total do sistema, com identificação dos pontos de expansão previstos;
- Rastreabilidade explícita aos dados validados no Levantamento de Rede Existente.

4.2.1.2. Memórias de Cálculo de Infraestrutura e Ativos de Rede

Para que a Fiscalização do Metrô-DF autorize a medição deste item, a Contratada deve apresentar as Memórias de Cálculo de Infraestrutura e Ativos de Rede, contendo, no mínimo:

- Cálculo de largura de banda necessária para o tráfego vital e não vital, considerando os cenários de pico de demanda simultânea de todos os serviços suportados pela rede;
- Orçamento de latência ponta a ponta (latency budget) para as mensagens vitais de ATP, identificando a contribuição de cada elemento de rede ao atraso total admissível;
- Dimensionamento da precisão de sincronismo IEEE 1588 (PTP) necessária para as funções vitais e não vitais dependentes de referência de tempo;
- Cálculo de disponibilidade da rede (incluindo os mecanismos de redundância adotados), demonstrando atendimento à meta de disponibilidade sistêmica exigida para o sistema CBTC;
- Premissas, metodologia de cálculo e fontes de dados utilizadas em cada memória, permitindo auditoria independente dos resultados;
- Demonstração de conformidade com o nível de segurança SL3 da norma IEC 62443, com base nos dados validados no Levantamento de Rede Existente.

4.2.1.3. Plantas, Diagramas e Layouts de Infraestrutura e Ativos de Rede

Para que a Fiscalização do Metrô-DF autorize a medição deste item, a Contratada deve apresentar as Plantas, Diagramas e Layouts de Infraestrutura e Ativos de Rede, contendo, no mínimo:

- Diagramas da topologia física e lógica completa da rede DCS, identificando todos os nós, enlaces e pontos de redundância;
- Diagramas de segmentação em VLANs vitais e não vitais, incluindo a representação das zonas e condutos de segurança cibernética (zones and conduits);

- Layout de bastidores e racks nas salas técnicas, com indicação de posicionamento físico de cada ativo de rede e respectivas interligações;
- Diagramas do backbone óptico, incluindo o mapa de fibras, reservas técnicas e pontos de emenda previstos;
- Diagramas da rede de sincronismo (IEEE 1588/PTP), representando a topologia de distribuição do sinal de tempo;
- Compatibilidade integral com os dados validados no Levantamento de Rede Existente, sem divergências não justificadas entre o levantamento de campo e o projeto representado;
- Adoção de padrão gráfico, legenda e escala consistentes com os demais conjuntos de desenhos do empreendimento.

4.2.1.4. Especificações Técnicas de Equipamentos de Rede

Para que a Fiscalização do Metrô-DF autorize a medição deste item, a Contratada deve apresentar as Especificações Técnicas de Equipamentos de Rede, detalhando, equipamento a equipamento, no mínimo:

- Os parâmetros funcionais, elétricos, mecânicos e ambientais exigidos para todos os ativos de rede previstos no Projeto Básico, incluindo, entre outros, switches, roteadores, rádios solo-trem e distribuidores ópticos;
- O suporte a QoS (DiffServ), com indicação das classes de serviço suportadas por cada equipamento;
- Os requisitos de segmentação e hardening compatíveis com o nível SL3 da norma IEC 62443, incluindo controle de acesso, autenticação e proteção contra manipulação de configuração;
- Os requisitos de sincronismo IEEE 1588 (PTP) suportados por cada equipamento, quando aplicável;
- Os requisitos de compatibilidade eletromagnética e de operação em ambiente ferroviário, quando aplicável;
- Critérios de aceitação individualizados por equipamento, a serem utilizados como referência nos posteriores testes de fábrica (FAT) e de campo (SAT).

4.2.1.5. Lista de Materiais e Quantitativos de Infraestrutura e Ativos de Rede

Para que a Fiscalização do Metrô-DF autorize a medição deste item, a Contratada deve apresentar a Lista de Materiais e Quantitativos de Infraestrutura e Ativos de Rede, contendo, no mínimo:

- O detalhamento quantitativo de todos os ativos de rede previstos no Projeto Básico (incluindo, entre outros, switches, roteadores, cabeamento óptico e rádios), com indicação de fabricante/modelo de referência quando aplicável;
- A memória de quantificação, correlacionando cada quantitativo aos dados validados no Levantamento de Rede Existente (item 3.1.1.2) e ao dimensionamento resultante do Projeto Básico;
- A segregação entre ativos principais, sobressalentes de instalação e reservas técnicas, quando aplicável;
- Compatibilidade explícita com o cronograma de fabricação e fornecimento previsto, servindo de base direta para o processo de suprimentos e fabricação.

4.3. Projeto Básico de Obras e Serviços Complementares

4.3.1. Projeto Básico de Obras e Serviços Complementares

4.3.1.1. Memorial Descritivo de Obras e Serviços Complementares

O Memorial Descritivo deve apresentar, em formato narrativo, a concepção geral das intervenções de obras e infraestrutura complementar necessárias, incluindo, no mínimo, adequação de salas técnicas, sistemas elétricos complementares (ampliação de alimentação, energia ininterrupta, aterramento e proteção elétrica), climatização dedicada, sistemas de detecção e combate a incêndio, banco de dutos e canaletas civis, e tratamento de interferências com a estrutura civil e sistemas existentes, utilizando os dados validados nos levantamentos técnicos aprovados (itens 3.1.1.3, 3.1.1.4 e 3.1.1.5).

4.3.1.2. Memórias de Cálculo de Obras e Serviços Complementares

As Memórias de Cálculo devem apresentar, no mínimo: o cálculo de carga elétrica, demonstrando que o novo sistema CBTC não causará sobrecarga nas subestações existentes e que as novas UPS possuem autonomia conforme o requisito funcional; o cálculo térmico, assegurando que Zone Controllers e servidores DCS operarão em ambiente com temperatura controlada; e o dimensionamento do sistema de aterramento e proteção elétrica, compatível com os equipamentos sensíveis do sistema CBTC.

4.3.1.3. Plantas, Diagramas e Detalhamentos de Obras Complementares

As Plantas, Diagramas e Detalhamentos devem representar graficamente as intervenções civis e elétricas previstas, incluindo, no mínimo: layout de adequação das salas técnicas; diagramas do sistema elétrico complementar (alimentação, UPS, aterramento); layout dos sistemas de climatização e de detecção/combate a incêndio; e traçado de passagem de novos cabos e instalação de suportes em estruturas existentes, compatíveis com os dados validados nos itens 3.1.1.3, 3.1.1.4 e 3.1.1.5, prevendo a recomposição das áreas intervencionadas.

4.3.1.4. Especificações Técnicas de Obras Complementares

As Especificações Técnicas devem detalhar os equipamentos e sistemas complementares previstos, incluindo, no mínimo, UPS, climatização, aterramento e proteção elétrica, detecção e combate a incêndio, suportes e canaletas, assegurando compatibilidade com a carga elétrica e térmica calculada e com as restrições físicas mapeadas nos levantamentos técnicos aprovados.

4.3.1.5. Lista de Materiais e Quantitativos de Obras Complementares

A Lista de Materiais e Quantitativos deve apresentar o detalhamento quantitativo de todos os materiais e serviços de obras complementares previstos, incluindo, no mínimo, UPS, climatização, aterramento e proteção elétrica, sistemas de detecção e combate a incêndio, suportes e canaletas, compatibilizado com os cálculos de carga elétrica e térmica, servindo de base para o processo de suprimentos e execução.

4.4. Projeto Executivo de Sinalização

4.4.1. Projeto Executivo de Sinalização

4.4.1.1. Detalhamento Executivo de Sinalização

Para que a Fiscalização do Metrô-DF autorize a medição deste item, a Contratada deve apresentar o Detalhamento Executivo de Sinalização, consolidando, em nível de projeto executivo, no mínimo:

- A solução de sinalização aprovada no Projeto Básico, detalhada ao nível de instalação, incluindo o posicionamento definitivo de cada equipamento de via e embarcado;
- Matriz de rastreabilidade comprovando o cumprimento integral dos requisitos funcionais estabelecidos no Estudo de requisitos funcionais da Linha 1 e das metas de Segurança SIL4;

- O detalhamento das interfaces finais com os demais projetos executivos (redes, obras complementares, material rodante), identificando e resolvendo eventuais interferências físicas ou lógicas remanescentes do Projeto Básico;
- Estrito alinhamento com a estratégia de transição faseada aprovada, incluindo a identificação do trecho ou domínio geográfico ao qual o detalhamento executivo se aplica;
- Consolidação de todas as revisões e comentários de aprovação recebidos na etapa de Projeto Básico, com registro de fechamento de cada pendência identificada.

4.4.1.2. Memórias de Cálculo Executivas de Sinalização

Para que a Fiscalização do Metrô-DF autorize a medição deste item, a Contratada deve apresentar as Memórias de Cálculo Executivas de Sinalização, consolidando, no mínimo:

- Os cálculos de segurança funcional (SIL4) e de desempenho já validados no Projeto Básico, refinados com os parâmetros finais de instalação e com as posições definitivas de equipamentos de via;
- A atualização das curvas de frenagem e distâncias de segurança com base nos dados executivos, quando houver alteração em relação às premissas do Projeto Básico;
- Demonstração de aderência integral aos requisitos funcionais de projeto, com identificação expressa de eventuais desvios e respectiva justificativa técnica;
- Premissas, metodologia de cálculo e fontes de dados utilizadas, permitindo a auditoria independente dos resultados apresentados na etapa executiva.

4.4.1.3. Plantas e Diagramas Executivos de Sinalização

Para que a Fiscalização do Metrô-DF autorize a medição deste item, a Contratada deve apresentar as Plantas e Diagramas Executivos de Sinalização, representando, em nível de detalhamento para instalação, no mínimo:

- A solução de sinalização aprovada no Projeto Básico, detalhada com cotas, posicionamento definitivo e especificações de montagem de cada equipamento de via e embarcado;
- Matriz de rastreabilidade aos requisitos funcionais do projeto, correlacionando cada elemento representado ao respectivo requisito;
- Identificação e resolução de interferências físicas com sistemas existentes (estruturas civis, redes, energia), mapeadas com base nos levantamentos de campo aprovados;
- Desenhos de detalhamento (fixações, ancoragens, passagens de cabo) necessários à execução em campo pela equipe de instalação;
- Adoção de padrão gráfico, legenda e escala consistentes com os demais conjuntos de desenhos executivos do empreendimento.

4.4.1.4. Procedimentos de Instalação e Comissionamento de Sinalização

Para que a Fiscalização do Metrô-DF autorize a medição deste item, a Contratada deve apresentar os Procedimentos de Instalação e Comissionamento de Sinalização, detalhando, no mínimo:

- A sequência executiva de montagem, testes e ativação dos equipamentos de sinalização, discriminada por etapa e por sistema;
- As medidas de segurança do trabalho e de proteção aos sistemas legados em operação durante a execução das atividades em via;
- Os critérios de aceitação intermediários de cada etapa da sequência executiva, permitindo o acompanhamento progressivo pela Fiscalização;

- Estrito alinhamento com a estratégia de transição faseada aprovada, garantindo a não interferência na operação comercial atual;
- Rastreabilidade explícita aos requisitos funcionais do projeto e às metas de Segurança SIL4 estabelecidas para cada etapa;
- Os procedimentos de contingência e reversão (rollback) previstos em caso de intercorrência durante a instalação ou comissionamento.

4.4.1.5. Projeto Executivo da Solução de Comutação Bloco Fixo/Bloco Móvel

Para que a Fiscalização do Metrô-DF autorize a medição deste item, a Contratada deve apresentar o Projeto Executivo da Solução de Comutação Bloco Fixo/Bloco Móvel, detalhando, em nível executivo, no mínimo:

- Os procedimentos de comutação segura entre a lógica de bloco fixo e bloco móvel definidos no Projeto Básico correspondente, discriminados por trecho ou domínio geográfico de aplicação;
- Os critérios objetivos de entrada e saída de cada modo de operação, incluindo os pré-requisitos técnicos a serem verificados antes de cada comutação;
- Os procedimentos de reversibilidade (rollback) para a lógica de bloco fixo, detalhados ao nível executivo, incluindo os tempos estimados de execução;
- Estrito alinhamento com a estratégia de transição faseada aprovada, garantindo a não interferência na operação comercial atual;
- Rastreabilidade explícita às premissas de segurança funcional SIL4 estabelecidas no Projeto Básico correspondente.

4.5. Projeto Executivo de Infraestrutura e Ativos de Rede

4.5.1. Projeto Executivo de Infraestrutura e Ativos de Rede

4.5.1.1. Detalhamento Executivo de Infraestrutura e Ativos de Rede

Para que a Fiscalização do Metrô-DF autorize a medição deste item, a Contratada deve apresentar o Detalhamento Executivo de Infraestrutura e Ativos de Rede, consolidando, em nível de projeto executivo, no mínimo:

- A solução de rede DCS aprovada no Projeto Básico, detalhada ao nível de instalação, incluindo o posicionamento definitivo de cada ativo de rede;
- A implementação do protocolo PRP (Parallel Redundancy Protocol) conforme a IEC 62439-3, detalhando a topologia das redes A e B e demonstrando Zero Packet Loss em falhas simples de backbone;
- O detalhamento das interfaces finais com os demais projetos executivos (sinalização, obras complementares), identificando e resolvendo eventuais interferências remanescentes do Projeto Básico;
- Consolidação de todas as revisões e comentários de aprovação recebidos na etapa de Projeto Básico, com registro de fechamento de cada pendência identificada.

4.5.1.2. Memórias de Cálculo Executivas de Infraestrutura e Ativos de Rede

Para que a Fiscalização do Metrô-DF autorize a medição deste item, a Contratada deve apresentar as Memórias de Cálculo Executivas de Infraestrutura e Ativos de Rede, consolidando, no mínimo:

- O dimensionamento de banda e latência já validado no Projeto Básico, refinado com os parâmetros finais de instalação e topologia executiva;

- As tabelas de marcação de pacotes (DSCP 46 para tráfego vital), demonstrando a prioridade absoluta das mensagens de Movement Authority sobre CFTV e demais serviços não vitais;
- O cálculo executivo de disponibilidade da rede, considerando a topologia PRP definitiva e os cenários de falha simples de backbone;
- Premissas, metodologia de cálculo e fontes de dados utilizadas, permitindo a auditoria independente dos resultados apresentados na etapa executiva.

4.5.1.3. Plantas e Diagramas Executivos de Infraestrutura e Ativos de Rede

Para que a Fiscalização do Metrô-DF autorize a medição deste item, a Contratada deve apresentar as Plantas e Diagramas Executivos de Infraestrutura e Ativos de Rede, representando, em nível de detalhamento para instalação, no mínimo:

- A topologia redundante PRP (IEC 62439-3), com identificação individualizada das redes A e B e dos pontos de interligação;
- A segmentação de segurança SL3, incluindo a representação das zonas e condutos de segurança cibernética (zones and conduits) na configuração executiva;
- O detalhamento da distribuição do sinal de tempo via IEEE 1588 (PTP), incluindo o posicionamento dos grandmasters e a hierarquia de sincronismo;
- Desenhos de detalhamento (fixações de bastidores, passagens de cabo, identificação de portas) necessários à execução em campo;
- Adoção de padrão gráfico, legenda e escala consistentes com os demais conjuntos de desenhos executivos do empreendimento.

4.5.1.4. Procedimentos de Instalação e Comissionamento de Infraestrutura e Ativos de Rede

Para que a Fiscalização do Metrô-DF autorize a medição deste item, a Contratada deve apresentar os Procedimentos de Instalação e Comissionamento de Infraestrutura e Ativos de Rede, detalhando, no mínimo:

- A sequência executiva de montagem, configuração e testes dos ativos de rede, discriminada por etapa e por trecho ou domínio;
- A validação do controle de portas e autenticação 802.1X (nível SL3) em todos os ativos de rede instalados;
- A comprovação de Zero Packet Loss do protocolo PRP mediante ensaios de falha simulada de backbone;
- A validação da distribuição do sinal de tempo IEEE 1588 (PTP) em toda a topologia instalada;
- Os critérios de aceitação intermediários de cada etapa da sequência executiva, permitindo o acompanhamento progressivo pela Fiscalização;
- Os procedimentos de contingência e reversão previstos em caso de intercorrência durante a instalação ou comissionamento.

4.6. Projeto Executivo de Obras e Serviços Complementares

4.6.1. Projeto Executivo de Obras e Serviços Complementares

4.6.1.1. Detalhamento Executivo de Obras Complementares

Para que a Fiscalização do Metrô-DF autorize a medição deste item, a Contratada deve apresentar o Detalhamento Executivo de Obras Complementares, consolidando, em nível de projeto executivo, no mínimo:

- A solução de energia, climatização, aterramento e proteção elétrica aprovada no Projeto Básico, detalhada ao nível de execução para cada sala técnica e domínio;
- A redundância necessária para manter a disponibilidade sistêmica de 99,9%, com identificação individualizada dos componentes redundantes em cada sala técnica;
- O detalhamento das interfaces finais com os demais projetos executivos (sinalização, redes), identificando e resolvendo eventuais interferências físicas remanescentes do Projeto Básico;
- Consolidação de todas as revisões e comentários de aprovação recebidos na etapa de Projeto Básico, com registro de fechamento de cada pendência identificada.

4.6.1.2. Memórias de Cálculo Executivas de Obras Complementares

Para que a Fiscalização do Metrô-DF autorize a medição deste item, a Contratada deve apresentar as Memórias de Cálculo Executivas de Obras Complementares, consolidando, no mínimo:

- Os cálculos de carga elétrica e térmica já validados no Projeto Básico, refinados com os parâmetros finais de instalação de cada sala técnica;
- Comprovação da redundância necessária para a disponibilidade sistêmica de 99,9%, com memória de cálculo individualizada por sala técnica;
- O cálculo de aterramento e proteção elétrica (malha de terra, dispositivos de proteção contra surtos), compatível com os equipamentos eletrônicos sensíveis instalados;
- Compatibilidade com as restrições físicas mapeadas nos levantamentos técnicos aprovados, com identificação expressa de eventuais desvios e respectiva justificativa técnica;
- Premissas, metodologia de cálculo e fontes de dados utilizadas, permitindo a auditoria independente dos resultados apresentados na etapa executiva.

4.6.1.3. Plantas e Diagramas Executivos de Obras Complementares

Para que a Fiscalização do Metrô-DF autorize a medição deste item, a Contratada deve apresentar as Plantas e Diagramas Executivos de Obras Complementares, representando, em nível de detalhamento para execução, no mínimo:

- As intervenções civis, elétricas, de climatização e de aterramento aprovadas no Projeto Básico, detalhadas com cotas e especificações de execução para cada sala técnica;
- Diagramas unifilares e de proteção elétrica atualizados para a configuração executiva de cada sala técnica;
- Identificação antecipada de interferências físicas com os sistemas de sinalização e de redes existentes, mapeadas com base nos levantamentos de campo aprovados;
- Desenhos de detalhamento (fixações, passagens de duto, ancoragens) necessários à execução em campo pela equipe de obras;
- Adoção de padrão gráfico, legenda e escala consistentes com os demais conjuntos de desenhos executivos do empreendimento.

4.6.1.4. Procedimentos de Execução de Obras Complementares

Para que a Fiscalização do Metrô-DF autorize a medição deste item, a Contratada deve apresentar os Procedimentos de Execução de Obras Complementares, detalhando, no mínimo:

- A sequência executiva das intervenções civis, elétricas, de climatização e de aterramento, discriminada por etapa e por sala técnica ou domínio;
- As medidas de segurança do trabalho e de proteção aos sistemas em operação durante a execução das intervenções;

- Comprovação de que a sequência executiva respeita as restrições físicas mapeadas nos levantamentos técnicos aprovados e não interfere na operação comercial atual;
- Os critérios de aceitação intermediários de cada etapa executiva, permitindo o acompanhamento progressivo pela Fiscalização;
- Listas de materiais detalhadas, com códigos e marcas de referência, aptas para o processo de suprimentos e fabricação.

4.7. Engenharia de Software e Configuração de Sistemas

4.7.1. Engenharia de Configuração de Sistemas

4.7.1.1. Parametrização do Software Vital

O pagamento está condicionado à entrega e aprovação, pela Fiscalização, da Especificação de Requisitos de Software (SwRS) e ao desenvolvimento do projeto detalhado e codificação correspondentes, aplicados especificamente à parametrização das funções vitais do software (lógica de ATP, ATO, intertravamento eletrônico e tratamento de modos degradados), com rastreabilidade aos requisitos de segurança SIL4. Devem ser fornecidas evidências objetivas de codificação, incluindo relatórios de análise estática de código, métricas de qualidade, cobertura de testes unitários, matriz de rastreabilidade entre requisitos e código e registros de revisão de código por técnico independente.

4.7.1.2. Base de Dados de Via

O pagamento está condicionado à entrega e aprovação, pela Fiscalização, da Especificação de Requisitos de Software (SwRS) e ao desenvolvimento do projeto detalhado e codificação correspondentes, aplicados especificamente à Base de Dados de Via (track database), incluindo a validação de que os dados de geometria, velocidades e limites de bloco/zona refletem fielmente o levantamento de via aprovado (item 3.1.1.1) e a arquitetura de sinalização do Projeto Básico. Devem ser fornecidas evidências objetivas de codificação e matriz de rastreabilidade entre requisitos e código.

4.7.1.3. Engenharia de Configuração de Dados Operacionais

O pagamento está condicionado à entrega e aprovação, pela Fiscalização, da Especificação de Requisitos de Software (SwRS) e ao desenvolvimento do projeto detalhado e codificação correspondentes, aplicados especificamente à engenharia de configuração de dados operacionais (parâmetros de regulação, headway, estratégias de ATS), com rastreabilidade aos requisitos de desempenho estabelecidos no item 3.1.2.1 (Estudo de requisitos funcionais da Linha 1).

4.7.2. Desenvolvimento e Customização de Aplicações

4.7.2.1. Desenvolvimento e Customização do SCADA de Sinalização

O pagamento está condicionado ao desenvolvimento da arquitetura e do projeto de software, e à execução da verificação e dos testes de módulo, aplicados especificamente ao SCADA de Sinalização, incluindo a arquitetura de supervisão e telecomando dos ativos de via (Zone Controllers, intertravamento eletrônico) e a interface com o CCO. Os testes de módulo devem cobrir as funcionalidades vitais (ATP, ATO, ATS, intertravamento, modos degradados) e as funções auxiliares, conforme definido na SwRS.

4.7.2.2. Desenvolvimento e Customização do MSS

O pagamento está condicionado ao desenvolvimento da arquitetura e do projeto de software, e à execução da verificação e dos testes de módulo, aplicados especificamente ao MSS (Maintenance Support System), incluindo a arquitetura de coleta, registro e diagnóstico de eventos e falhas dos

subsistemas CBTC para suporte à manutenção. Os testes de módulo devem cobrir as funcionalidades vitais e auxiliares, conforme definido na SwRS.

4.7.2.3. Desenvolvimento e Customização do Servidor de Suporte

O pagamento está condicionado ao desenvolvimento da arquitetura e do projeto de software, e à execução da verificação e dos testes de módulo, aplicados especificamente ao Servidor de Suporte, incluindo a arquitetura de processamento, armazenamento e disponibilização de dados para os demais aplicativos do sistema de sinalização. Os testes de módulo devem cobrir as funcionalidades vitais e auxiliares, conforme definido na SwRS.

4.7.2.4. Desenvolvimento e Customização de Interfaces Homem-Máquina

O pagamento está condicionado ao desenvolvimento da arquitetura e do projeto de software, e à execução da verificação e dos testes de módulo, aplicados especificamente às Interfaces Homem-Máquina (HMI), incluindo a arquitetura das telas de operação e supervisão utilizadas pelo CCO e pelas equipes de manutenção. Os testes de módulo devem cobrir as funcionalidades vitais e auxiliares, conforme definido na SwRS.

4.7.3. Engenharia de Software de Integração

4.7.3.1. Software de Integração com SCADA de Energia

O pagamento está condicionado ao desenvolvimento e à comprovação da integração dos componentes de software com o SCADA de Energia, conforme previsto no ICD correspondente. Devem ser entregues e aprovados os planos de teste de integração e os relatórios de execução em ambiente integrado, incluindo os cenários de falha testados (comandos de corte de energia de tração e alívio remoto de freios), os registros de execução com identificação dos técnicos envolvidos, e evidências de aderência ao ICD e à arquitetura do projeto básico.

4.7.3.2. Software de Integração com Sistemas Auxiliares

O pagamento está condicionado ao desenvolvimento e à comprovação da integração dos componentes de software com os sistemas auxiliares operacionais (sonorização, CFTV, bilhetagem), conforme previsto no ICD correspondente. Devem ser entregues e aprovados os planos de teste de integração e os relatórios de execução em ambiente integrado, incluindo os cenários de degradação testados e evidências de aderência ao ICD e à arquitetura do projeto básico.

4.7.3.3. Software de Integração de Suporte

O pagamento está condicionado ao desenvolvimento e à comprovação da integração dos componentes de software com os sistemas de suporte (MSS, Servidor de Suporte), conforme previsto no ICD correspondente. Devem ser entregues e aprovados os planos de teste de integração e os relatórios de execução em ambiente integrado, incluindo os cenários de troca de dados testados para diagnóstico e manutenção.

4.7.3.4. Software de Integração com Frotas

O pagamento está condicionado ao desenvolvimento e à comprovação da integração dos componentes de software com as frotas (Séries 1000, 2000 e 3000), conforme previsto nos ICDs correspondentes. Devem ser entregues e aprovados os planos de teste de integração e os relatórios de execução em ambiente integrado, incluindo os cenários de falha testados (perda de comunicação trem-terra, modos fallback e GoA degradado).

5. GESTÃO DE INTERFACES E INTEGRAÇÃO DE SISTEMAS

5.1. Planejamento e Governança de Interfaces

5.1.1. Plano de Gestão de Interfaces

5.1.1.1. Plano de Gestão de Interfaces

O rateio financeiro e os percentuais de execução deste item são definidos no Critério de Medição, no evento correspondente do Eventograma.

Para que a Fiscalização do METRÔ-DF autorize a medição, a Contratada deve comprovar a execução da atividade de elaboração do Plano de Gestão de Interfaces, em conformidade com o Plano de Gestão de Interfaces aprovado e com a Documentação Técnica de Referência aplicável, mediante a apresentação da documentação comprobatória pertinente à atividade, submetida à aprovação da Fiscalização.

5.1.2. Comitês e Matriz de Responsabilidades de Interface

5.1.2.1. Matriz de Responsabilidades de Interface

O rateio financeiro e os percentuais de execução deste item são definidos no Critério de Medição, no evento correspondente do Eventograma.

Para que a Fiscalização do METRÔ-DF autorize a medição, a Contratada deve comprovar a execução da atividade de elaboração e manutenção da Matriz de Responsabilidades de Interface, em conformidade com o Plano de Gestão de Interfaces aprovado e com a Documentação Técnica de Referência aplicável, mediante a apresentação da documentação comprobatória pertinente à atividade, submetida à aprovação da Fiscalização.

5.1.2.2. Operação dos Comitês de Interface

O rateio financeiro e os percentuais de execução deste item são definidos no Critério de Medição, no evento correspondente do Eventograma.

Para que a Fiscalização do METRÔ-DF autorize a medição, a Contratada deve comprovar a execução da atividade de operação dos Comitês de Interface, em conformidade com o Plano de Gestão de Interfaces aprovado e com a Documentação Técnica de Referência aplicável, mediante a apresentação da documentação comprobatória pertinente à atividade, submetida à aprovação da Fiscalização.

5.2. Engenharia de Interfaces e ICDs

5.2.1. Elaboração e Manutenção de ICDs

5.2.1.1. Elaboração e Manutenção de ICDs

O rateio financeiro e os percentuais de execução deste item são definidos no Critério de Medição, no evento correspondente do Eventograma.

Para que a Fiscalização do METRÔ-DF autorize a medição, a Contratada deve comprovar a execução da atividade de elaboração e manutenção consolidada dos ICDs (Interface Control Documents), em conformidade com o Plano de Gestão de Interfaces aprovado e com a Documentação Técnica de Referência aplicável, mediante a apresentação da documentação comprobatória pertinente à atividade, submetida à aprovação da Fiscalização.

5.3. Coordenação, Verificação e Encerramento de Interfaces

5.3.1. Coordenação e Cross-Reviews de Interface

5.3.1.1. Coordenação e Cross-Reviews de Interface

O rateio financeiro e os percentuais de execução deste item são definidos no Critério de Medição, no evento correspondente do Eventograma.

Para que a Fiscalização do METRÔ-DF autorize a medição, a Contratada deve comprovar a execução da atividade de coordenação e realização de cross-reviews de interface, em conformidade com o Plano de Gestão de Interfaces aprovado e com a Documentação Técnica de Referência aplicável, mediante a apresentação da documentação comprobatória pertinente à atividade, submetida à aprovação da Fiscalização.

5.3.2. Verificação e Encerramento de Interfaces

5.3.2.1. Verificação e Encerramento de Interfaces

O rateio financeiro e os percentuais de execução deste item são definidos no Critério de Medição, no evento correspondente do Eventograma.

Para que a Fiscalização do METRÔ-DF autorize a medição, a Contratada deve comprovar a execução da atividade de verificação e encerramento formal das interfaces, em conformidade com o Plano de Gestão de Interfaces aprovado e com a Documentação Técnica de Referência aplicável, mediante a apresentação da documentação comprobatória pertinente à atividade, submetida à aprovação da Fiscalização.

6. FORNECIMENTO E SERVIÇOS DE SINALIZAÇÃO DE VIA

6.1. Fornecimento de Sinalização de Via

6.1.1. Fornecimento de Equipamentos de Controle e Intertravamento

6.1.1.1. Zone Controllers

Este critério de medição aplica-se, conforme a etapa do evento correspondente no Eventograma (fabricação ou recebimento físico), aos elementos comprobatórios pertinentes àquela etapa, entre os descritos a seguir.

Para a etapa de fabricação, esta deverá estar condicionada à comprovação objetiva da efetiva fabricação e integração dos Zone Controllers, não sendo admitidos pagamentos baseados exclusivamente em pedidos de compra ou declarações do fornecedor. Deverão ser apresentados, no mínimo, cumulativamente: registro fotográfico dos equipamentos em fabricação; identificação individual por número de série; relatórios de progresso emitidos pelo fabricante; lista serializada dos Zone Controllers destinados ao empreendimento; certificados de inspeção e montagem em fábrica; e relatórios de inspeção pela Fiscalização ou entidade designada. A liberação do marco exige, no mínimo, a fabricação/montagem mecânica dos racks, instalação dos módulos processadores e interfaces de entrada/saída, instalação dos equipamentos redundantes, identificação/etiquetagem e disponibilização para inspeção em fábrica.

Para a etapa de recebimento físico no local de instalação, a comprovação deverá ser feita mediante Certificado de Aceitação/Recebimento emitido pela Fiscalização, relatório de conferência do material recebido (quantidade, identificação, estado de conservação e condições adequadas de abrigo e segurança) e, quando aplicável, documentação técnica do equipamento.

6.1.1.2. Sistema de Intertravamento Eletrônico

Este critério de medição aplica-se, conforme a etapa do evento correspondente no Eventograma (fabricação ou recebimento físico), aos elementos comprobatórios pertinentes àquela etapa, entre os descritos a seguir.

Para a etapa de fabricação, esta deverá estar condicionada à comprovação objetiva da efetiva fabricação e integração dos equipamentos do Intertravamento Eletrônico (IXL), não sendo admitidos pagamentos baseados exclusivamente em pedidos de compra ou declarações do fornecedor. Deverão ser apresentados, no mínimo, cumulativamente: registro fotográfico dos equipamentos em

fabricação; identificação individual por número de série; relatórios de progresso emitidos pelo fabricante; lista serializada dos módulos de intertravamento destinados ao empreendimento; certificados de inspeção e montagem do fabricante, com evidência da arquitetura de segurança SIL4; evidências de instalação dos módulos processadores redundantes em racks; e relatórios de inspeção pela Fiscalização ou entidade designada. A liberação do marco exige, no mínimo, a fabricação/montagem mecânica dos racks, instalação dos módulos processadores e interfaces de entrada/saída, instalação dos equipamentos redundantes, identificação/etiquetagem e disponibilização para inspeção em fábrica.

Para a etapa de recebimento físico no local de instalação, a comprovação deverá ser feita mediante Certificado de Aceitação/Recebimento emitido pela Fiscalização, relatório de conferência do material recebido (quantidade, identificação, estado de conservação e condições adequadas de abrigo e segurança) e, quando aplicável, documentação técnica do equipamento.

6.1.1.3. Servidores e Estações de Trabalho de Controle

Este critério de medição aplica-se, conforme a etapa do evento correspondente no Eventograma (fabricação ou recebimento físico), aos elementos comprobatórios pertinentes àquela etapa, entre os descritos a seguir.

Para a etapa de fabricação/aquisição, esta deverá estar condicionada à comprovação objetiva da efetiva fabricação/aquisição e integração dos servidores e estações de trabalho de controle, não sendo admitidos pagamentos baseados exclusivamente em pedidos de compra ou declarações do fornecedor. Deverão ser apresentados, no mínimo, cumulativamente: registro fotográfico dos equipamentos; identificação individual por número de série; certificados de garantia e conformidade do fabricante; lista serializada dos servidores e estações destinados ao empreendimento; evidências de instalação em racks e da configuração inicial de sistema operacional e aplicações; e relatórios de inspeção pela Fiscalização ou entidade designada.

Para a etapa de recebimento físico no local de instalação, a comprovação deverá ser feita mediante Certificado de Aceitação/Recebimento emitido pela Fiscalização, relatório de conferência do material recebido (quantidade, identificação, estado de conservação e condições adequadas de abrigo e segurança) e, quando aplicável, documentação técnica do equipamento.

6.1.1.4. Componentes e Acessórios de Controle e Intertravamento

Este critério de medição aplica-se, conforme a etapa do evento correspondente no Eventograma (fabricação ou recebimento físico), aos elementos comprobatórios pertinentes àquela etapa, entre os descritos a seguir.

Para a etapa de fabricação/aquisição, esta deverá estar condicionada à comprovação objetiva da efetiva fabricação/aquisição dos componentes e acessórios complementares de controle e intertravamento (módulos de entrada/saída, fontes, cabos internos de rack, conectores especializados, entre outros previstos no Projeto Executivo aprovado), não sendo admitidos pagamentos baseados exclusivamente em pedidos de compra. Deverão ser apresentados, no mínimo, cumulativamente: registro fotográfico; identificação individual ou por lote; relatórios de progresso do fabricante; lista serializada/quantificada dos componentes destinados ao empreendimento; certificados de conformidade; e relatórios de inspeção pela Fiscalização ou entidade designada, com rastreabilidade entre os componentes fornecidos e os equipamentos principais aos quais se destinam.

Para a etapa de recebimento físico no local de instalação, a comprovação deverá ser feita mediante Certificado de Aceitação/Recebimento emitido pela Fiscalização, relatório de conferência do material recebido (quantidade, identificação, estado de conservação e condições adequadas de abrigo e segurança) e, quando aplicável, documentação técnica do equipamento.

6.1.1.5. Solução de Comutação Bloco Fixo/Bloco Móvel (Via)

Este critério de medição aplica-se, conforme a etapa do evento correspondente no Eventograma (fabricação ou recebimento físico), aos elementos comprobatórios pertinentes àquela etapa, entre os descritos a seguir.

Para a etapa de fabricação, esta deverá estar condicionada à comprovação objetiva da efetiva fabricação e integração dos equipamentos de via específicos da solução de comutação Bloco Fixo/Bloco Móvel, não sendo admitidos pagamentos baseados exclusivamente em pedidos de compra. Deverão ser apresentados, no mínimo, cumulativamente: registro fotográfico; identificação individual por número de série; relatórios de progresso do fabricante; lista serializada dos equipamentos de comutação destinados ao empreendimento; certificados de inspeção e montagem, com evidência de compatibilidade com a lógica de transição entre os dois modos de bloco; e relatórios de inspeção pela Fiscalização ou entidade designada.

Para a etapa de recebimento físico no local de instalação, a comprovação deverá ser feita mediante Certificado de Aceitação/Recebimento emitido pela Fiscalização, relatório de conferência do material recebido (quantidade, identificação, estado de conservação e condições adequadas de abrigo e segurança) e, quando aplicável, documentação técnica do equipamento.

6.1.2. Fornecimento de Equipamentos de Supervisão e Manutenção

6.1.2.1. Servidores e Estações de Trabalho do ATS/MSS

Este critério de medição aplica-se, conforme a etapa do evento correspondente no Eventograma (fabricação ou recebimento físico), aos elementos comprobatórios pertinentes àquela etapa, entre os descritos a seguir.

Para a etapa de fabricação/aquisição, esta deverá estar condicionada à comprovação objetiva da efetiva fabricação/aquisição e integração dos servidores e estações de trabalho do ATS/MSS, não sendo admitidos pagamentos baseados exclusivamente em pedidos de compra. Deverão ser apresentados, no mínimo, cumulativamente: registro fotográfico; identificação individual por número de série; certificados de garantia e conformidade do fabricante; lista serializada dos servidores destinados ao CCO; evidências de instalação em rack e da configuração inicial do software de supervisão/manutenção;e relatórios de inspeção pela Fiscalização ou entidade designada.

Para a etapa de recebimento físico no local de instalação, a comprovação deverá ser feita mediante Certificado de Aceitação/Recebimento emitido pela Fiscalização, relatório de conferência do material recebido (quantidade, identificação, estado de conservação e condições adequadas de abrigo e segurança) e, quando aplicável, documentação técnica do equipamento.

6.1.2.2. Equipamentos de Visualização e Periféricos do CCO

Este critério de medição aplica-se, conforme a etapa do evento correspondente no Eventograma (fabricação ou recebimento físico), aos elementos comprobatórios pertinentes àquela etapa, entre os descritos a seguir.

Para a etapa de fabricação/aquisição, esta deverá estar condicionada à comprovação objetiva da efetiva fabricação/aquisição dos equipamentos de visualização e periféricos (videowall, monitores operacionais, consoles, periféricos de interação, entre outros previstos no Projeto Executivo aprovado), não sendo admitidos pagamentos baseados exclusivamente em pedidos de compra. Deverão ser apresentados, no mínimo, cumulativamente: registro fotográfico; identificação individual por número de série; certificados de garantia do fabricante; lista serializada dos equipamentos; e relatórios de inspeção pela Fiscalização ou entidade designada.

Para a etapa de recebimento físico no local de instalação, a comprovação deverá ser feita mediante Certificado de Aceitação/Recebimento emitido pela Fiscalização, relatório de conferência do material

recebido (quantidade, identificação, estado de conservação e condições adequadas de abrigo e segurança) e, quando aplicável, documentação técnica do equipamento.

6.1.3. Fornecimento de Equipamentos de Via

6.1.3.1. Balizas e Transponders

Este critério de medição aplica-se, conforme a etapa do evento correspondente no Eventograma (fabricação ou recebimento físico), aos elementos comprobatórios pertinentes àquela etapa, entre os descritos a seguir.

Para a etapa de fabricação, esta deverá estar condicionada à comprovação objetiva da efetiva fabricação das balizas e transponders de via, não sendo admitidos pagamentos baseados exclusivamente em pedidos de compra. Deverão ser apresentados, no mínimo, cumulativamente: registro fotográfico dos equipamentos em fabricação; identificação individual por número de série; relatórios de progresso do fabricante; lista serializada compatível com o quantitativo de via previsto no Projeto Executivo aprovado; certificados de calibração/conformidade; e relatórios de inspeção pela Fiscalização ou entidade designada.

Para a etapa de recebimento físico no local de instalação, a comprovação deverá ser feita mediante Certificado de Aceitação/Recebimento emitido pela Fiscalização, relatório de conferência do material recebido (quantidade, identificação, estado de conservação e condições adequadas de abrigo e segurança) e, quando aplicável, documentação técnica do equipamento.

6.1.3.2. Sistema Secundário de Detecção de Trens

Este critério de medição aplica-se, conforme a etapa do evento correspondente no Eventograma (fabricação ou recebimento físico), aos elementos comprobatórios pertinentes àquela etapa, entre os descritos a seguir.

Para a etapa de fabricação, esta deverá estar condicionada à comprovação objetiva da efetiva fabricação dos equipamentos do sistema secundário de detecção (circuitos de via ou contadores de eixo, conforme a solução adotada), não sendo admitidos pagamentos baseados exclusivamente em pedidos de compra. Deverão ser apresentados, no mínimo, cumulativamente: registro fotográfico; identificação individual por número de série ou lote; relatórios de progresso do fabricante; lista serializada compatível com o Projeto Executivo aprovado; certificados de conformidade e calibração; e relatórios de inspeção pela Fiscalização ou entidade designada.

Para a etapa de recebimento físico no local de instalação, a comprovação deverá ser feita mediante Certificado de Aceitação/Recebimento emitido pela Fiscalização, relatório de conferência do material recebido (quantidade, identificação, estado de conservação e condições adequadas de abrigo e segurança) e, quando aplicável, documentação técnica do equipamento.

6.1.3.3. Fornecimento de Sinaleiros (nova arquitetura)

Este critério de medição aplica-se, conforme a etapa do evento correspondente no Eventograma (fabricação ou recebimento físico), aos elementos comprobatórios pertinentes àquela etapa, entre os descritos a seguir.

Para a etapa de fabricação, esta deverá estar condicionada à comprovação objetiva da efetiva fabricação dos sinaleiros da nova arquitetura, não sendo admitidos pagamentos baseados exclusivamente em pedidos de compra. Deverão ser apresentados, no mínimo, cumulativamente: registro fotográfico; identificação individual por número de série; relatórios de progresso do fabricante; lista serializada compatível com o Projeto Executivo aprovado; certificados de conformidade;e relatórios de inspeção pela Fiscalização ou entidade designada.

Para a etapa de recebimento físico no local de instalação, a comprovação deverá ser feita mediante Certificado de Aceitação/Recebimento emitido pela Fiscalização, relatório de conferência do material

recebido (quantidade, identificação, estado de conservação e condições adequadas de abrigo e segurança) e, quando aplicável, documentação técnica do equipamento.

6.1.3.4. Componentes e Acessórios de Via

Este critério de medição aplica-se, conforme a etapa do evento correspondente no Eventograma (fabricação ou recebimento físico), aos elementos comprobatórios pertinentes àquela etapa, entre os descritos a seguir.

Para a etapa de fabricação/aquisição, esta deverá estar condicionada à comprovação objetiva da efetiva fabricação/aquisição dos componentes e acessórios complementares de via (caixas de junção, suportes, cabeamento de campo específico, entre outros previstos no Projeto Executivo aprovado), não sendo admitidos pagamentos baseados exclusivamente em pedidos de compra. Deverão ser apresentados, no mínimo, cumulativamente: registro fotográfico; identificação por lote; relatórios de progresso do fabricante; lista quantificada compatível com o Projeto Executivo aprovado; certificados de conformidade; e relatórios de inspeção pela Fiscalização ou entidade designada.

Para a etapa de recebimento físico no local de instalação, a comprovação deverá ser feita mediante Certificado de Aceitação/Recebimento emitido pela Fiscalização, relatório de conferência do material recebido (quantidade, identificação, estado de conservação e condições adequadas de abrigo e segurança) e, quando aplicável, documentação técnica do equipamento.

6.1.3.5. Fornecimento de Máquina de Chave e acessórios de acionamento e controle (retrofit e expansão)

Este critério de medição aplica-se, conforme a etapa do evento correspondente no Eventograma (fabricação ou recebimento físico), aos elementos comprobatórios pertinentes àquela etapa, entre os descritos a seguir.

Para a etapa de fabricação, esta deverá estar condicionada à comprovação objetiva da efetiva fabricação das máquinas de chave e acessórios de acionamento e controle, tanto para retrofit de AMVs existentes quanto para expansão, não sendo admitidos pagamentos baseados exclusivamente em pedidos de compra. Deverão ser apresentados, no mínimo, cumulativamente: registro fotográfico; identificação individual por número de série; relatórios de progresso do fabricante; lista serializada compatível com o levantamento de campo (item 3.1.1.1) e o Projeto Executivo aprovado; certificados de conformidade; e relatórios de inspeção pela Fiscalização ou entidade designada.

Para a etapa de recebimento físico no local de instalação, a comprovação deverá ser feita mediante Certificado de Aceitação/Recebimento emitido pela Fiscalização, relatório de conferência do material recebido (quantidade, identificação, estado de conservação e condições adequadas de abrigo e segurança) e, quando aplicável, documentação técnica do equipamento.

6.1.4. Fornecimento de Equipamentos de Comunicação Trem-Terra

6.1.4.1. Rádios e Equipamentos de Comunicação Trem-Terra

Este critério de medição aplica-se, conforme a etapa do evento correspondente no Eventograma (fabricação ou recebimento físico), aos elementos comprobatórios pertinentes àquela etapa, entre os descritos a seguir.

Para a etapa de fabricação, esta deverá estar condicionada à comprovação objetiva da efetiva fabricação dos rádios e equipamentos de comunicação trem-terra do DCS, não sendo admitidos pagamentos baseados exclusivamente em pedidos de compra. Deverão ser apresentados, no mínimo, cumulativamente: registro fotográfico; identificação individual por número de série; relatórios de progresso do fabricante; lista serializada compatível com o Projeto Executivo de DCS aprovado; certificados de homologação/conformidade regulatória (Anatel, quando aplicável); e relatórios de inspeção pela Fiscalização ou entidade designada.

Para a etapa de recebimento físico no local de instalação, a comprovação deverá ser feita mediante Certificado de Aceitação/Recebimento emitido pela Fiscalização, relatório de conferência do material recebido (quantidade, identificação, estado de conservação e condições adequadas de abrigo e segurança) e, quando aplicável, documentação técnica do equipamento.

6.1.4.2. Antenas e Sistema de Cobertura

Este critério de medição aplica-se, conforme a etapa do evento correspondente no Eventograma (fabricação ou recebimento físico), aos elementos comprobatórios pertinentes àquela etapa, entre os descritos a seguir.

Para a etapa de fabricação, esta deverá estar condicionada à comprovação objetiva da efetiva fabricação das antenas e demais elementos do sistema de cobertura de rádio, não sendo admitidos pagamentos baseados exclusivamente em pedidos de compra. Deverão ser apresentados, no mínimo, cumulativamente: registro fotográfico; identificação individual por número de série ou lote; relatórios de progresso do fabricante; lista serializada/quantificada compatível com o estudo de propagação (item 3.1.1.7); certificados de conformidade; e relatórios de inspeção pela Fiscalização ou entidade designada.

Para a etapa de recebimento físico no local de instalação, a comprovação deverá ser feita mediante Certificado de Aceitação/Recebimento emitido pela Fiscalização, relatório de conferência do material recebido (quantidade, identificação, estado de conservação e condições adequadas de abrigo e segurança) e, quando aplicável, documentação técnica do equipamento.

6.1.4.3. Sincronismo e Equipamentos de Borda da Rede CBTC

Este critério de medição aplica-se, conforme a etapa do evento correspondente no Eventograma (fabricação ou recebimento físico), aos elementos comprobatórios pertinentes àquela etapa, entre os descritos a seguir.

Para a etapa de fabricação, esta deverá estar condicionada à comprovação objetiva da efetiva fabricação dos equipamentos de sincronismo (IEEE 1588/PTP) e de borda da rede CBTC, não sendo admitidos pagamentos baseados exclusivamente em pedidos de compra. Deverão ser apresentados, no mínimo, cumulativamente: registro fotográfico; identificação individual por número de série; relatórios de progresso do fabricante; lista serializada compatível com o Projeto Executivo de Redes aprovado; certificados de conformidade; e relatórios de inspeção pela Fiscalização ou entidade designada.

Para a etapa de recebimento físico no local de instalação, a comprovação deverá ser feita mediante Certificado de Aceitação/Recebimento emitido pela Fiscalização, relatório de conferência do material recebido (quantidade, identificação, estado de conservação e condições adequadas de abrigo e segurança) e, quando aplicável, documentação técnica do equipamento.

6.1.4.4. Componentes e Acessórios de Comunicação Trem-Terra

Este critério de medição aplica-se, conforme a etapa do evento correspondente no Eventograma (fabricação ou recebimento físico), aos elementos comprobatórios pertinentes àquela etapa, entre os descritos a seguir.

Para a etapa de fabricação/aquisição, esta deverá estar condicionada à comprovação objetiva da efetiva fabricação/aquisição dos componentes e acessórios complementares de comunicação trem-terra (cabos coaxiais, conectores RF, suportes de fixação de antenas, entre outros previstos no Projeto Executivo aprovado), não sendo admitidos pagamentos baseados exclusivamente em pedidos de compra. Deverão ser apresentados, no mínimo, cumulativamente: registro fotográfico; identificação por lote; relatórios de progresso do fabricante; lista quantificada compatível com o Projeto Executivo aprovado; certificados de conformidade; e relatórios de inspeção pela Fiscalização ou entidade designada, com rastreabilidade aos equipamentos principais associados.

Para a etapa de recebimento físico no local de instalação, a comprovação deverá ser feita mediante Certificado de Aceitação/Recebimento emitido pela Fiscalização, relatório de conferência do material recebido (quantidade, identificação, estado de conservação e condições adequadas de abrigo e segurança) e, quando aplicável, documentação técnica do equipamento.

6.2. Serviços de Sinalização de Via

6.2.1. Instalação e Montagem de Sinalização de Via

6.2.1.1. Montagem de Equipamentos em Salas Técnicas

Para que a Fiscalização do METRÔ-DF autorize a medição, esta deverá estar condicionada à comprovação objetiva da efetiva execução física da montagem em campo, não sendo admitidos pagamentos baseados exclusivamente na mobilização de equipes ou disponibilização de materiais em obra. Deverão ser apresentados, no mínimo, cumulativamente: registros fotográficos das atividades executadas; relatórios de progresso da instalação; identificação dos equipamentos instalados por número de série; registros de inspeção e aceite; e rastreabilidade entre os equipamentos instalados e o empreendimento. Para os equipamentos de Controle e Intertravamento, devem ser considerados, entre outros previstos no Projeto Executivo aprovado pelo Metrô-DF: instalação física dos racks e gabinetes; posicionamento e fixação em salas técnicas; instalação dos sistemas de aterramento e equipotencialização; instalação e identificação dos cabos de alimentação e comunicação; instalação dos módulos processadores e interfaces de entrada/saída; interligação entre racks redundantes; identificação e etiquetagem; execução dos testes de continuidade, isolamento e polaridade.

6.2.1.2. Instalação de Equipamentos de Via

Para que a Fiscalização do METRÔ-DF autorize a medição, esta deverá estar condicionada à comprovação objetiva da efetiva execução física da instalação de equipamentos de via (balizas, sinaleiros, sistema secundário de detecção, entre outros previstos no Projeto Executivo aprovado pelo Metrô-DF), não sendo admitidos pagamentos baseados exclusivamente na mobilização de equipes ou disponibilização de materiais em obra. Deverão ser apresentados, no mínimo, cumulativamente: registros fotográficos das atividades executadas; relatórios de progresso da instalação; identificação dos equipamentos instalados por número de série e localização (marco quilométrico); registros de inspeção e aceite; comprovação dos testes preliminares de instalação e energização; e rastreabilidade entre os equipamentos instalados e o empreendimento. A medição deve considerar exclusivamente equipamentos instalados em sua posição definitiva de operação e devidamente conectados às interfaces de campo.

6.2.1.3. Instalação de Equipamentos de Comunicação Trem-Terra

Para que a Fiscalização do METRÔ-DF autorize a medição, esta deverá estar condicionada à comprovação objetiva da efetiva execução física da instalação dos equipamentos do DCS (rádios, antenas, equipamentos de borda, entre outros previstos no Projeto Executivo aprovado pelo Metrô-DF), não sendo admitidos pagamentos baseados exclusivamente na mobilização de equipes ou disponibilização de materiais em obra. Deverão ser apresentados, no mínimo, cumulativamente: registros fotográficos das atividades executadas; relatórios de progresso da instalação; identificação dos equipamentos instalados por número de série; registros de inspeção e aceite, incluindo verificação de cobertura de rádio pós-instalação; e rastreabilidade entre os equipamentos instalados e o empreendimento.

6.2.1.4. Configuração e Energização Inicial

Para que a Fiscalização do METRÔ-DF autorize a medição, esta deverá estar condicionada à comprovação objetiva da efetiva configuração e energização inicial dos equipamentos instalados, não sendo admitidos pagamentos baseados exclusivamente na conclusão da instalação física sem

energização. Deverão ser apresentados, no mínimo, cumulativamente: registros da execução dos testes de continuidade, isolamento e polaridade; evidência da energização inicial dos equipamentos; registro da carga do software/parametrização inicial aplicável; registros fotográficos;

6.2.1.5. Instalação de Máquina de Chave e acessórios de acionamento e controle (retrofit e expansão)

Para que a Fiscalização do METRÔ-DF autorize a medição, esta deverá estar condicionada à comprovação objetiva da efetiva execução física da instalação das máquinas de chave e acessórios de acionamento e controle, tanto para retrofit quanto para expansão, não sendo admitidos pagamentos baseados exclusivamente na mobilização de equipes. Deverão ser apresentados, no mínimo, cumulativamente: registros fotográficos das atividades executadas; relatórios de progresso da instalação; identificação dos equipamentos por número de série e localização; registros de inspeção e aceite, incluindo verificação de posicionamento normal e reversa; e rastreabilidade entre os equipamentos instalados e o empreendimento.

6.2.1.6. Montagem de Sinaleiros (nova arquitetura)

Para que a Fiscalização do METRÔ-DF autorize a medição, esta deverá estar condicionada à comprovação objetiva da efetiva execução física da montagem dos sinaleiros da nova arquitetura, não sendo admitidos pagamentos baseados exclusivamente na mobilização de equipes. Deverão ser apresentados, no mínimo, cumulativamente: registros fotográficos das atividades executadas; relatórios de progresso da instalação; identificação dos sinaleiros instalados por número de série e localização; registros de inspeção e aceite; comprovação dos testes preliminares de energização e visibilidade; e rastreabilidade entre os equipamentos instalados e o empreendimento.

6.2.2. Testes e Comissionamento de Sinalização de Via

6.2.2.1. Testes em Fábrica (FAT)

Para que a Fiscalização do METRÔ-DF autorize a medição deste item, esta deverá estar condicionada à comprovação objetiva da conclusão dos ensaios previstos no Plano de FAT aprovado pela Fiscalização, não sendo admitidos pagamentos baseados exclusivamente na disponibilização dos equipamentos para teste ou na conclusão parcial dos ensaios.

Para caracterização da conclusão do FAT deverão ser apresentados, cumulativamente, os seguintes elementos comprobatórios:

- Plano de FAT previamente aprovado pela Fiscalização;
- Matriz de rastreabilidade entre requisitos, casos de teste e resultados obtidos;
- Procedimentos detalhados dos ensaios realizados;
- Registros de execução dos testes;
- Evidências objetivas dos resultados obtidos;
- Registro das não conformidades identificadas e respectivas tratativas;
- Relatório consolidado do FAT;
- Termo de aceite do FAT emitido pela Fiscalização.

Condições mínimas para realização do FAT

Antes do início do FAT deverá estar comprovada a existência de:

- Racks e gabinetes montados e identificados;
- Servidores e processadores instalados;
- Software operacional carregado e configurado;

- Bancos de dados e parametrizações aplicáveis ao empreendimento;
- Rede de comunicação operacional;
- Equipamentos redundantes disponíveis;
- Simuladores ou equipamentos reais necessários à execução dos cenários de teste;
- Ambiente de testes representativo da configuração final de campo.

Escopo mínimo do FAT do Intertravamento Eletrônico (IXL)

O FAT deverá contemplar, no mínimo, os seguintes grupos de ensaio:

Funcionalidades de Intertravamento

- Estabelecimento de rotas;
- Travamento e liberação de rotas;
- Proteção contra conflitos de movimentação;
- Proteção de flanco;
- Temporizações de segurança;
- Cancelamento de rotas;
- Manobras controladas e degradadas;
- Verificação das lógicas de segurança.

Equipamentos de Campo

- Comandos para máquinas de chave;
- Supervisão de posição normal e reversa;
- Supervisão de circuitos de via ou contadores de eixo;
- Comandos e supervisão dos sinais;
- Falhas de equipamentos de campo;
- Perda de comunicação com elementos externos.

Funções Fail-Safe

- Perda de alimentação;
- Perda de comunicação;
- Falha de processadores;
- Falha de módulos de entrada e saída;
- Comutação para sistemas redundantes;
- Reinicialização controlada dos equipamentos.

Testes de Segurança

- Verificação dos requisitos SIL4;
- Validação das lógicas vitais;
- Verificação das condições seguras após falhas;
- Validação das tabelas de intertravamento.

Escopo mínimo do FAT do Zone Controller

O FAT deverá contemplar, no mínimo, os seguintes grupos de ensaio:

Funcionalidades Operacionais

- Geração da Autoridade de Movimento (MA);
- Atualização dinâmica da MA;
- Revogação da MA;
- Cálculo de separação segura entre trens;
- Gerenciamento das zonas de controle;
- Transição entre zonas adjacentes;
- Supervisão da ocupação da via.

Comunicação com Subsistemas

- Comunicação com o Intertravamento Eletrônico;
- Comunicação com o ATS;
- Comunicação com os equipamentos embarcados;
- Comunicação com o DCS;
- Sincronização temporal entre servidores.

Redundância e Disponibilidade

- Comutação automática entre processadores redundantes;
- Recuperação após falhas;
- Reintegração do equipamento recuperado;
- Operação degradada com perda parcial de recursos.

Testes de Desempenho

- Capacidade máxima de trens simultâneos;
- Tempo de processamento da Autoridade de Movimento;
- Latência das comunicações críticas;
- Comportamento em cenários de alta carga operacional.

Evidências para Liberação do Marco Contratual FAT

A aprovação do FAT deverá ser suportada pelos seguintes documentos:

- Relatório completo dos testes executados;
- Lista de testes aprovados;
- Lista de pendências e não conformidades remanescentes;
- Plano de correção das pendências;
- Assinatura das partes participantes do FAT;
- Aceite formal emitido pela Fiscalização.

6.2.2.2. Testes em Campo (SAT)

Para que a Fiscalização do METRÔ-DF autorize a medição deste item, esta deverá estar condicionada à comprovação objetiva da conclusão dos ensaios previstos no Plano de SAT aprovado pela Fiscalização, não sendo admitidos pagamentos baseados exclusivamente na conclusão da instalação física dos equipamentos ou na disponibilização dos sistemas para operação.

Para caracterização da conclusão do SAT deverão ser apresentados, cumulativamente, os seguintes elementos comprobatórios:

- Plano de SAT previamente aprovado pela Fiscalização;
- Procedimentos detalhados dos ensaios a serem executados;
- Matriz de rastreabilidade entre requisitos, casos de teste e resultados obtidos;
- Registros de execução dos testes;
- Evidências objetivas dos resultados obtidos;
- Relatório consolidado dos ensaios realizados;
- Registro das não conformidades identificadas e respectivas tratativas;
- Termo de aceite formal emitido pela Fiscalização.

Escopo mínimo do SAT do Intertravamento Eletrônico (IXL)

O SAT deverá contemplar, no mínimo, os seguintes grupos de ensaio:

Funcionalidades Operacionais

- Estabelecimento e liberação de rotas em campo;
- Comando e supervisão das máquinas de chave;
- Comando e supervisão dos sinais;
- Supervisão dos circuitos de via e/ou contadores de eixo;
- Validação das tabelas de intertravamento implementadas;
- Verificação das proteções de flanco e conflitos de rota.

Modos Degradados e Recuperação

- Perda de alimentação elétrica;
- Perda de comunicação com equipamentos de campo;
- Falha de módulos de entrada e saída;
- Falha de processadores redundantes;
- Recuperação após reinicialização;
- Comutação automática entre equipamentos redundantes.

Ensaios de Segurança

- Validação das funções fail-safe;
- Verificação das condições seguras após falhas;
- Confirmação das condições de segurança operacional previstas em projeto.

Escopo mínimo do SAT do Zone Controller

O SAT deverá contemplar, no mínimo, os seguintes grupos de ensaio:

Funcionalidades CBTC

- Emissão da Autoridade de Movimento (MA);
- Atualização dinâmica da MA;
- Revogação da MA;
- Supervisão da ocupação da via;

- Gerenciamento das zonas de controle;
- Transferência de trens entre zonas adjacentes;
- Gerenciamento de trens em condições normais e degradadas.

Integração entre Subsistemas

- Integração com o Intertravamento Eletrônico;
- Integração com ATS;
- Integração com DCS;
- Integração com os equipamentos embarcados;
- Sincronização temporal dos sistemas.

Ensaios Dinâmicos

- Circulação de trens em diferentes condições operacionais;
- Operação com múltiplos trens simultaneamente;
- Validação dos tempos de resposta;
- Validação do headway contratual;
- Validação das funcionalidades ATP e ATO relacionadas ao Zone Controller.

Redundância e Disponibilidade

- Comutação automática entre servidores redundantes;
- Recuperação automática após falhas;
- Reintegração de equipamentos recuperados;
- Validação dos modos degradados de operação.

Evidências para Liberação do Marco Contratual SAT

A aprovação do SAT deverá ser suportada pelos seguintes documentos:

- Relatório completo dos ensaios realizados;
- Lista de testes aprovados;
- Registro das não conformidades identificadas;
- Plano de correção das pendências remanescentes;
- Assinatura das partes participantes do SAT;
- Termo de aceite formal emitido pela Fiscalização.

6.2.2.3. Testes Funcionais Integrados do CBTC de Via

Para que a Fiscalização do METRÔ-DF autorize a medição deste item, esta deverá estar condicionada à comprovação objetiva da execução e aprovação dos ensaios de integração entre os diversos subsistemas que compõem a solução CBTC de via, não sendo admitidos pagamentos baseados exclusivamente na conclusão dos testes individuais dos equipamentos ou na mera disponibilização dos sistemas para ensaio.

Para caracterização da conclusão desta etapa deverão ser apresentados, cumulativamente, os seguintes elementos comprobatórios:

- Plano de Testes Funcionais Integrados previamente aprovado pela Fiscalização;
- Procedimentos detalhados dos ensaios a serem executados;

- Matriz de rastreabilidade entre requisitos funcionais e casos de teste;
- Registros da execução dos ensaios;
- Evidências objetivas dos resultados obtidos;
- Registro das não conformidades identificadas e respectivas ações corretivas;
- Relatório consolidado dos testes realizados;
- Termo de aceite formal emitido pela Fiscalização.

Escopo mínimo dos Testes Funcionais Integrados

Os ensaios deverão contemplar, no mínimo, os seguintes grupos de testes:

Integração IXL – Zone Controller

- Troca de informações de ocupação de via;
- Liberação e bloqueio de rotas;
- Atualização do estado dos equipamentos de campo;
- Validação das interfaces de segurança;
- Sincronização das informações operacionais.

Integração Zone Controller – ATS

- Envio e recepção de comandos operacionais;
- Atualização de estados e alarmes;
- Representação da ocupação das vias;
- Atualização da posição dos trens;
- Sincronização dos eventos operacionais.

Integração Zone Controller – Equipamentos Embarcados

- Estabelecimento da comunicação terra-trem;
- Emissão da Autoridade de Movimento (MA);
- Atualização dinâmica da MA;
- Revogação da MA;
- Supervisão da movimentação dos trens;
- Transição entre zonas adjacentes.

Integração com o DCS

- Validação das comunicações críticas;
- Verificação dos tempos de resposta;
- Validação dos mecanismos de redundância;
- Verificação da priorização de tráfego e QoS;
- Ensaios de recuperação após perda de comunicação.

Integração com Equipamentos de Campo

- Máquinas de chave;
- Sinais;
- Circuitos de via;

- Contadores de eixo;
- Detectores e demais equipamentos associados ao sistema de sinalização.

Ensaios Operacionais

Os testes deverão validar, no mínimo:

- Estabelecimento de itinerários;
- Circulação em condições normais;
- Circulação em condições degradadas;
- Movimentação simultânea de múltiplos trens;
- Transição entre zonas de controle;
- Procedimentos de recuperação operacional;
- Operação em cenários de contingência.

Ensaios de Segurança

Os ensaios deverão contemplar:

- Perda de comunicação entre subsistemas;
- Falha de equipamentos redundantes;
- Perda de alimentação;
- Falha de interfaces críticas;
- Verificação da filosofia fail-safe;
- Recuperação automática dos sistemas.

Critérios Objetivos para Aceitação

Para aprovação do marco contratual deverão ser atingidos, no mínimo:

- 100% dos testes classificados como críticos executados e aprovados;
- 100% dos testes relacionados à segurança operacional aprovados;
- Tratamento ou formal aceitação das não conformidades remanescentes;
- Inexistência de falhas classificadas como críticas ou impeditivas para a continuidade do projeto.

6.2.2.4. Documentação de Testes e Comissionamento

Para que a Fiscalização do METRÔ-DF autorize a medição deste item, esta deverá estar condicionada à entrega, aprovação e aceite formal da documentação técnica que comprove a execução, rastreabilidade e conformidade dos testes e atividades de comissionamento realizadas ao longo do empreendimento, não sendo admitidos pagamentos baseados exclusivamente na disponibilização de documentos preliminares, não revisados ou não aprovados pela Fiscalização.

Para caracterização da conclusão desta etapa deverão ser apresentados, cumulativamente, os seguintes elementos comprobatórios:

- Entrega formal da documentação técnica prevista contratualmente;
- Aprovação documental pela Fiscalização;
- Rastreabilidade entre requisitos, testes executados e resultados obtidos;
- Identificação das revisões documentais emitidas;

- Consolidação das não conformidades e respectivas tratativas;
- Emissão dos termos de aceite e encerramento das atividades de comissionamento.

Escopo mínimo da Documentação de Testes e Comissionamento

A documentação deverá contemplar, no mínimo, os seguintes documentos:

Planejamento e Procedimentos

- Plano Geral de Testes e Comissionamento;
- Plano de FAT;
- Plano de SAT;
- Plano de Testes Funcionais Integrados;
- Plano de Operação Assistida;
- Plano de Demonstração de Desempenho e Disponibilidade.

Procedimentos de Teste

- Procedimentos detalhados dos ensaios executados;
- Critérios de aceitação dos ensaios;
- Identificação dos equipamentos envolvidos;
- Identificação dos responsáveis pela execução dos testes;
- Condições de realização dos ensaios.

Registros de Execução

- Registros de execução dos testes;
- Evidências objetivas dos resultados obtidos;
- Registros fotográficos e capturas de telas quando aplicável;
- Logs dos sistemas envolvidos;
- Registros de eventos e alarmes;
- Registros das medições efetuadas.

Relatórios Consolidados

- Relatório de FAT;
- Relatório de SAT;
- Relatório dos testes funcionais integrados;
- Relatório dos testes dinâmicos;
- Relatório da operação assistida;
- Relatório de demonstração de disponibilidade e desempenho.

Gestão das Não Conformidades

- Registro das não conformidades identificadas;
- Classificação das não conformidades;
- Ações corretivas implementadas;
- Evidências da correção das falhas;
- Aceite formal das pendências remanescentes.

Documentação de Configuração

- Versões de hardware instaladas;
- Versões de software instaladas;
- Base de dados operacional aprovada;
- Tabelas de configuração do sistema;
- Registros de alterações realizadas durante o comissionamento.

Critérios Objetivos para Aceitação

Para aprovação deste marco contratual deverão ser atendidos, no mínimo, os seguintes critérios:

- 100% da documentação contratualmente prevista entregue;
- 100% dos relatórios obrigatórios emitidos;
- Rastreabilidade completa entre requisitos, testes e resultados;
- Inexistência de pendências documentais críticas;
- Aprovação formal da documentação pela Fiscalização.

6.2.2.5. Testes da Solução de Comutação Bloco Fixo/Bloco Móvel

Para que a Fiscalização do METRÔ-DF autorize a medição deste item, esta deverá estar condicionada à comprovação objetiva da execução e aprovação dos ensaios previstos para validação da estratégia de migração operacional, não sendo admitidos pagamentos baseados exclusivamente na disponibilidade da funcionalidade ou na conclusão dos testes em ambiente de laboratório.

Para caracterização da conclusão desta etapa deverão ser apresentados, cumulativamente, os seguintes elementos comprobatórios:

- Plano de Testes da Solução de Comutação previamente aprovado pela Fiscalização;
- Procedimentos detalhados dos ensaios executados;
- Matriz de rastreabilidade entre requisitos funcionais e casos de teste;
- Registros de execução dos testes;
- Evidências objetivas dos resultados obtidos;
- Registro das não conformidades identificadas e respectivas tratativas;
- Relatório consolidado dos ensaios realizados;
- Termo de aceite formal emitido pela Fiscalização.

Escopo mínimo dos ensaios

Os testes deverão contemplar, no mínimo, os seguintes cenários operacionais:

Comutação de Bloco Fixo para Bloco Móvel

- Entrada controlada do trem na área CBTC;
- Ativação das funções ATP/ATO em bloco móvel;
- Transferência das responsabilidades entre os sistemas;
- Validação da continuidade da proteção do trem;
- Validação da atualização da Autoridade de Movimento (MA).

Comutação de Bloco Móvel para Bloco Fixo

- Saída controlada da área CBTC;

- Transferência das funções de supervisão para o sistema convencional;
- Validação da continuidade da proteção do trem;
- Manutenção das margens de segurança operacionais.

Operação Mista

- Circulação simultânea de trens em bloco fixo e bloco móvel;
- Cruzamento entre áreas operacionais distintas;
- Gerenciamento de conflitos de movimentação;
- Validação das restrições operacionais previstas em projeto.

Modos Degradados

- Perda de comunicação terra-trem durante a transição;
- Indisponibilidade do Zone Controller;
- Indisponibilidade do sistema convencional;
- Perda de sincronismo entre subsistemas;
- Retorno seguro ao modo degradado previsto em projeto.

Recuperação Operacional

- Retomada da operação normal após falha;
- Reinicialização dos sistemas envolvidos;
- Recuperação automática das comunicações;
- Restabelecimento das Autoridades de Movimento.

Critérios Objetivos para Aceitação

Para aprovação deste marco contratual deverão ser atendidos, no mínimo, os seguintes critérios:

- 100% dos testes classificados como críticos executados e aprovados;
- 100% dos testes relacionados à segurança operacional aprovados;
- Inexistência de falhas classificadas como críticas ou impeditivas;
- Tratamento ou aceitação formal das não conformidades remanescentes;
- Validação da continuidade da proteção dos trens durante todas as transições de modo operacional.

6.2.3. Treinamento em Sinalização de Via

6.2.3.1. Treinamento de Operadores

Para que a Fiscalização do METRÔ-DF autorize a medição deste item, esta deverá estar condicionada à comprovação objetiva da efetiva realização dos treinamentos previstos contratualmente para os Operadores do CCO, bem como à demonstração de sua capacitação, não sendo admitidos pagamentos baseados exclusivamente na disponibilização de material didático, instrutores ou infraestrutura de treinamento.

Para caracterização da conclusão desta etapa deverão ser apresentados, cumulativamente, os seguintes elementos comprobatórios:

- Plano de Treinamento previamente aprovado pela Fiscalização;
- Cronograma detalhado das atividades de treinamento;

- Material didático utilizado durante os treinamentos;
- Registros de presença dos participantes;
- Registros das avaliações aplicadas;
- Relatórios consolidados dos treinamentos realizados;
- Termo de aceite formal emitido pela Fiscalização.

Condições mínimas para início dos treinamentos

Antes do início dos treinamentos deverá estar comprovada a disponibilidade dos seguintes recursos:

- Sistema ATS operacional para treinamento;
- Simulador operacional representativo do sistema implantado;
- Cenários operacionais previamente configurados;
- Manuais operacionais aprovados;
- Procedimentos operacionais atualizados;
- Instrutores qualificados e certificados pelo fabricante;
- Infraestrutura adequada para realização das atividades teóricas e práticas.

Escopo mínimo do treinamento dos Operadores do CCO

O treinamento deverá contemplar, no mínimo, os seguintes conteúdos:

Operação Normal

- Supervisão da circulação dos trens;
- Gerenciamento da programação operacional;
- Monitoramento dos sistemas CBTC;
- Gerenciamento das Autoridades de Movimento;
- Utilização das funcionalidades do ATS;
- Monitoramento dos alarmes e eventos.

Operação Degradada

- Perda de comunicação terra-trem;
- Indisponibilidade de Zone Controller;
- Indisponibilidade de equipamentos de campo;
- Falhas de telecomunicações;
- Procedimentos de contingência;
- Recuperação da operação normal.

Gerenciamento de Incidentes

- Atuação em falhas operacionais;
- Gestão de restrições temporárias de velocidade;
- Gerenciamento de evacuação e emergência;
- Coordenação entre CCO, manutenção e campo;
- Tratamento de alarmes críticos.

Operação em Modos de Migração

Quando aplicável aos empreendimentos brownfield, deverão ser contemplados:

- Operação em Bloco Fixo;
- Operação em Bloco Móvel;
- Transições entre os modos operacionais;
- Operação em ambiente misto durante a migração.

Critérios mínimos para os Simuladores

Os simuladores deverão permitir, no mínimo:

- Reprodução da configuração operacional implantada;
- Simulação de cenários normais e degradados;
- Inserção de falhas operacionais;
- Simulação de múltiplos trens;
- Geração de eventos e alarmes;
- Avaliação do desempenho dos operadores;
- Registro das ações executadas durante os exercícios.

Critérios Objetivos para Aceitação

Para aprovação deste marco contratual deverão ser atendidos, no mínimo, os seguintes critérios:

- Realização de 100% da carga horária prevista contratualmente;
- Treinamento de 100% do efetivo definido pela Fiscalização;
- Disponibilidade e funcionamento dos simuladores previstos em contrato;
- Aprovação dos participantes conforme critérios previamente estabelecidos;
- Entrega do material didático e operacional definitivo.

6.2.3.2. Treinamento de Equipe de Manutenção e Material Didático

Para que a Fiscalização do METRÔ-DF autorize a medição deste item, esta deverá estar condicionada à comprovação objetiva da efetiva realização dos treinamentos previstos contratualmente para a Equipe de Manutenção, bem como à demonstração de sua capacitação e à entrega do material didático definitivo, não sendo admitidos pagamentos baseados exclusivamente na disponibilização de material didático, instrutores ou infraestrutura de treinamento.

Para caracterização da conclusão desta etapa deverão ser apresentados, cumulativamente, os seguintes elementos comprobatórios:

- Plano de Treinamento previamente aprovado pela Fiscalização;
- Cronograma detalhado das atividades de treinamento;
- Material didático utilizado durante os treinamentos;
- Registros de presença dos participantes;
- Registros das avaliações aplicadas;
- Relatórios consolidados dos treinamentos realizados;
- Termo de aceite formal emitido pela Fiscalização.

Condições mínimas para início dos treinamentos

Antes do início dos treinamentos deverá estar comprovada a disponibilidade dos seguintes recursos:

- Sistema ATS operacional para treinamento;
- Simulador operacional representativo do sistema implantado;
- Cenários operacionais previamente configurados;
- Manuais operacionais aprovados;
- Procedimentos operacionais atualizados;
- Instrutores qualificados e certificados pelo fabricante;
- Infraestrutura adequada para realização das atividades teóricas e práticas.

Escopo mínimo do treinamento equipe de manutenção

O treinamento deverá contemplar, conforme aplicável ao escopo contratado:

Arquitetura e Funcionamento dos Sistemas

- Arquitetura geral do Sistema CBTC;
- Arquitetura dos subsistemas implantados;
- Princípios de funcionamento;
- Interfaces entre os sistemas;
- Filosofia operacional e de manutenção.

Operação e Supervisão

- Operação dos equipamentos;
- Monitoramento do desempenho;
- Interpretação de alarmes e eventos;
- Utilização das ferramentas de supervisão;
- Procedimentos operacionais.

Manutenção Preventiva

- Inspeções periódicas;
- Rotinas de manutenção;
- Verificação das condições operacionais;
- Limpeza e conservação dos equipamentos;
- Inspeção das conexões elétricas e de comunicação.

Manutenção Corretiva

- Diagnóstico de falhas;
- Utilização das ferramentas de diagnóstico;
- Substituição de módulos e equipamentos;
- Recuperação das configurações;
- Procedimentos de retorno à operação;
- Tratamento de falhas recorrentes.

Configuração e Administração

Quando aplicável, deverão ser abordados:

- Gerenciamento das configurações;

- Atualização de software e firmware;
- Restauração de configurações;
- Controle de versões;
- Procedimentos para intervenção segura nos sistemas.

Exercícios Práticos

Os participantes deverão executar, no mínimo:

- Operação dos equipamentos;
- Simulação de falhas;
- Diagnóstico de defeitos;
- Substituição de equipamentos;
- Recuperação de configurações;
- Validação do funcionamento após manutenção;
- Utilização das ferramentas de manutenção e diagnóstico.

Material Didático

A Contratada deverá fornecer, no mínimo:

- Plano de Treinamento;
- Apostilas técnicas;
- Apresentações utilizadas durante o treinamento;
- Manuais de operação;
- Manuais de manutenção;
- Procedimentos operacionais;
- Procedimentos de manutenção preventiva;
- Procedimentos de manutenção corretiva;
- Procedimentos de configuração;
- Procedimentos de recuperação do sistema;
- Guias rápidos de operação e manutenção;
- Catálogos técnicos dos equipamentos;
- Lista de peças sobressalentes;
- Documentação técnica de referência.

Todo o material deverá ser entregue em formato digital editável e em formato PDF, permanecendo disponível para utilização pelo Metrô-DF durante todo o ciclo de vida do sistema.

Critérios Objetivos para Aceitação

Para aprovação deste marco contratual deverão ser atendidos, no mínimo, os seguintes critérios:

- Realização de 100% da carga horária prevista contratualmente;
- Treinamento de todo o efetivo indicado pelo Metrô-DF;
- Execução integral dos módulos teóricos e práticos;
- Entrega completa do material didático;

- Realização das avaliações previstas no Plano de Treinamento;
- Aprovação dos participantes conforme critérios previamente estabelecidos;
- Emissão dos certificados de conclusão.

7. FORNECIMENTO E SERVIÇOS DE INFRAESTRUTURA E ATIVOS DE REDE

7.1. Fornecimento de Infraestrutura e Ativos de Rede

7.1.1. Fornecimento de Infraestrutura de Cabeamento

7.1.1.1. Cabos de Fibra Óptica

Para que a Fiscalização do METRÔ-DF autorize a medição deste item, esta deverá estar condicionada à comprovação objetiva da efetiva disponibilização física dos materiais destinados ao empreendimento, não sendo admitidos pagamentos baseados exclusivamente em pedidos de compra, contratos com fabricantes ou declarações do fornecedor.

Para caracterização da conclusão desta etapa deverão ser apresentados, cumulativamente, os seguintes elementos comprobatórios:

- Certificados de conformidade do fabricante;
- Certificados de ensaios e testes de fabricação;
- Identificação dos lotes e bobinas fornecidas;
- Identificação dos números de série e rastreabilidade dos materiais, quando aplicável;
- Packing list dos materiais fornecidos;
- Inspeção física dos materiais pela Fiscalização, Gerenciadora ou fiscalização designada.

Escopo mínimo do fornecimento

O fornecimento deverá contemplar, no mínimo, os itens previstos no Projeto Executivo aprovado pelo Metrô-DF, exemplificativamente:

- Cabos de fibra óptica monomodo;
- Cabos de fibra óptica multimodo;
- Caixas de emenda óptica;
- Distribuidores internos ópticos (DIO);
- Cordões ópticos (patch cords);
- Pigtails;
- Bandejas de acomodação;
- Acessórios de identificação;
- Materiais de fixação e proteção;
- Materiais para reserva técnica;
- Materiais sobressalentes previstos contratualmente.

Critérios para aceitação dos materiais

Os materiais fornecidos deverão atender, no mínimo, aos seguintes requisitos:

- Conformidade com as especificações técnicas contratuais;
- Conformidade com as normas aplicáveis;

- Integridade física das bobinas e embalagens;
- Identificação permanente dos cabos;
- Rastreabilidade dos lotes de fabricação;
- Comprovação das características ópticas especificadas.

Evidências para Liberação Financeira

A aprovação deste marco deverá ser suportada pelos seguintes documentos:

- Relatório de recebimento dos materiais;
- Inspeção quantitativa dos materiais recebidos;
- Inspeção visual das condições dos materiais;
- Conferência dos certificados de conformidade;
- Aceite formal emitido pela Fiscalização.

7.1.1.2. Cabos de Sinalização

Para que a Fiscalização do METRÔ-DF autorize a medição deste item, esta deverá estar condicionada à comprovação objetiva da efetiva fabricação, individualização e disponibilização dos materiais destinados ao empreendimento.

Para caracterização da execução deste fornecimento deverão ser apresentados, cumulativamente, os seguintes elementos comprobatórios:

- Identificação dos lotes destinados ao empreendimento;
- Certificados de conformidade dos materiais;
- Certificados dos ensaios de fabricação;
- Relatórios de inspeção realizados pelo fabricante;
- Identificação das bobinas produzidas;
- Rastreabilidade dos materiais fornecidos;
- Disponibilização dos materiais para inspeção pela Fiscalização.

Evidências mínimas para caracterização da fabricação

Para fins de medição dos marcos intermediários de fabricação deverão estar comprovados:

- Fabricação efetiva dos cabos;
- Identificação das bobinas com referência ao empreendimento;
- Segregação física dos materiais destinados ao contrato;
- Disponibilização para inspeção em fábrica;
- Emissão dos certificados de ensaio de rotina.

Ensaios mínimos recomendados

Os cabos deverão possuir, conforme aplicável:

- Ensaios dimensionais;
- Ensaios elétricos;
- Ensaios de resistência de isolamento;
- Ensaios de continuidade;

- Ensaios de resistência ôhmica;
- Ensaios de propagação de chama;
- Ensaios de baixa emissão de fumaça;
- Ensaios de compatibilidade eletromagnética;
- Ensaios previstos nas normas ferroviárias aplicáveis.

7.1.1.3. Dutos, Eletrocalhas e Leitos para Cabos

Para que a Fiscalização do METRÔ-DF autorize a medição deste item, esta deverá estar condicionada à comprovação objetiva da efetiva execução da infraestrutura destinada ao encaminhamento e proteção dos cabos dos sistemas de sinalização, telecomunicações, energia e demais subsistemas do empreendimento, não sendo admitidos pagamentos baseados exclusivamente no fornecimento de materiais, mobilização de equipes ou execução parcial dos serviços.

A infraestrutura implantada deverá atender ao Projeto Executivo aprovado pelo Metrô-DF, permitindo a instalação segura, organizada e rastreável dos cabos previstos para o Sistema CBTC e demais sistemas associados.

Condições mínimas para medição

A implantação da infraestrutura somente poderá ser objeto de medição após:

- Aprovação dos projetos executivos correspondentes;
- Locação dos serviços em campo;
- Conclusão dos serviços civis necessários;
- Instalação completa dos elementos previstos para cada trecho ou ambiente;
- Realização das inspeções previstas.

Serão considerados passíveis de medição apenas os trechos que apresentem:

- Infraestrutura integralmente instalada;
- Fixações definitivas concluídas;
- Identificação dos trechos executada;
- Limpeza da área de instalação;
- Conformidade com o Projeto Executivo.

Não serão considerados para medição:

- Materiais apenas entregues no canteiro;
- Suportes parcialmente instalados;
- Trechos incompletos;
- Infraestrutura provisória;
- Serviços sem inspeção ou sem rastreabilidade.

Escopo mínimo dos serviços

Dutos

Deverão ser executados, conforme aplicável:

- Instalação de dutos metálicos ou não metálicos;
- Instalação de eletrodutos aparentes ou embutidos;

- Instalação de caixas de passagem;
- Execução das curvas e derivações;
- Vedação das extremidades;
- Identificação dos circuitos e trechos.

Eletrocalhas e Leitos

Deverão ser executados:

- Instalação de eletrocalhas;
- Instalação de leitos para cabos;
- Instalação de perfilados;
- Instalação dos suportes e fixações;
- Instalação das tampas, quando previstas;
- Execução das derivações, mudanças de nível e mudanças de direção.

Suportes e Fixações

Deverão contemplar:

- Instalação de suportes metálicos;
- Instalação de consoles;
- Instalação de pendurais;
- Instalação de chumbadores e elementos de fixação;
- Proteção anticorrosiva, quando aplicável.

Organização da Infraestrutura

Deverão ser executados:

- Identificação dos trechos;
- Identificação das caixas de passagem;
- Organização dos percursos;
- Reserva de capacidade conforme projeto;
- Preparação para lançamento dos cabos.

Inspeções e Verificações

Para caracterização da conclusão dos serviços deverão ser realizadas, no mínimo:

- Inspeção visual da infraestrutura;
- Conferência das dimensões e alinhamentos;
- Verificação das fixações;
- Verificação das derivações e conexões;
- Verificação da continuidade dos percursos;
- Conferência da identificação instalada;
- Verificação da conformidade com o Projeto Executivo.

Critérios Objetivos para Aceitação

Para aprovação deste marco contratual deverão ser atendidos, no mínimo, os seguintes critérios:

- Infraestrutura integralmente instalada conforme Projeto Executivo;
- Suportes e fixações concluídos;
- Inexistência de deformações ou danos;
- Identificação dos trechos executada;
- Inexistência de não conformidades críticas;
- Aprovação das inspeções realizadas pelo Metrô-DF.

7.1.2. Fornecimento de Ativos de Rede

7.1.2.1. Ativos de Rede

Para que a Fiscalização do METRÔ-DF autorize a medição deste item, esta deverá estar condicionada à comprovação objetiva da efetiva disponibilização, entrega, instalação, configuração e validação dos equipamentos previstos contratualmente, não sendo admitidos pagamentos baseados exclusivamente em pedidos de compra, reservas de fabricação ou declarações do fornecedor.

Para caracterização da execução do fornecimento deverão ser apresentados, cumulativamente, os seguintes elementos comprobatórios:

- Certificados de conformidade emitidos pelos fabricantes;
- Relação dos equipamentos fornecidos contendo modelo, fabricante e número de série;
- Certificados de garantia dos equipamentos;
- Licenças permanentes de software, quando aplicável;
- Packing list dos equipamentos;
- Inspeção física realizada pela Fiscalização;
- Termo de recebimento dos equipamentos.

Escopo mínimo do fornecimento

O fornecimento deverá contemplar, no mínimo, os equipamentos previstos no Projeto Executivo aprovado pelo Metrô-DF, exemplificativamente:

- Switches industriais;
- Roteadores industriais;
- Firewalls industriais;
- Servidores do DCS;
- Estações de gerenciamento;
- Controladoras WLAN;
- Access points industriais;
- Rádios LTE Privado ou FRMCS;
- Equipamentos de sincronismo (PTP/NTP/GNSS);
- Gateways industriais;
- Conversores de mídia;
- Módulos ópticos;
- Fontes redundantes;
- Licenças de software;

- Softwares de gerenciamento da rede;

Critérios para aceitação dos equipamentos

Os equipamentos deverão atender, no mínimo, aos seguintes requisitos:

- Conformidade com as especificações técnicas contratuais;
- Compatibilidade com a arquitetura do DCS;
- Identificação individual por número de série;
- Disponibilidade das licenças correspondentes;
- Garantia do fabricante;
- Conformidade com os requisitos de cibersegurança especificados para o empreendimento.

7.2. Serviços de Infraestrutura e Ativos de Rede

7.2.1. Instalação e Montagem de Infraestrutura e Ativos de Rede

7.2.1.1. Lançamento e Instalação de Cabos

Para que a Fiscalização do METRÔ-DF autorize a medição deste item, esta deverá estar condicionada à comprovação objetiva da efetiva execução dos serviços de lançamento, acomodação, identificação, emendas e conectorização dos cabos em campo, utilizando a infraestrutura previamente implantada e aceita pela Fiscalização, não sendo admitidos pagamentos baseados exclusivamente na disponibilização dos materiais, mobilização de equipes ou lançamento parcial dos cabos.

Para caracterização da conclusão desta etapa deverão ser apresentados, cumulativamente, os seguintes elementos comprobatórios:

- Registros fotográficos das atividades executadas;
- Cadastro dos trechos efetivamente implantados;
- Identificação dos cabos instalados e respectivas metragens;
- Comprovação da rastreabilidade entre os cabos instalados e o empreendimento.

Condições mínimas para medição

A instalação dos cabos ópticos somente poderá ser objeto de medição após a conclusão e aceitação da infraestrutura correspondente, compreendendo eletrocalhas, eletrodutos, suportes, caixas de passagem, caixas de emenda e distribuidores ópticos previstos para o trecho.

Serão considerados passíveis de medição apenas os trechos em que os cabos ópticos estejam:

- Lançados integralmente;
- Acomodados na infraestrutura definitiva;
- Devidamente fixados;
- Identificados em ambas as extremidades;
- Reservas técnicas executadas;
- Emendas ópticas concluídas, quando aplicável;
- Conectorizados nos distribuidores ópticos (DIO) e demais equipamentos previstos;
- Aptos para certificação óptica.

Não serão considerados para medição:

- Cabos apenas disponibilizados em obra;

- Bobinas parcialmente lançadas;
- Trechos sem identificação;
- Emendas ou conectorizações incompletas;
- Cabos ainda pendentes de lançamento ou acomodação definitiva.

Escopo mínimo dos serviços

Lançamento dos Cabos

- Lançamento dos cabos ópticos;
- Acomodação na infraestrutura existente;
- Fixação dos cabos;
- Proteção mecânica;
- Identificação permanente dos cabos;
- Execução das reservas técnicas.

Emendas Ópticas

- Preparação dos cabos;
- Execução das fusões;
- Organização das bandejas de emenda;
- Identificação das fibras;
- Fechamento das caixas de emenda.

Conectorização

- Instalação dos pigtails;
- Instalação dos patch cords;
- Conexão aos distribuidores ópticos (DIO);
- Identificação das portas ópticas;
- Organização das fibras e cordões ópticos.

Testes Preliminares

Para caracterização da conclusão da instalação deverão ser executados, no mínimo:

- Inspeção visual dos trechos implantados;
- Verificação da continuidade óptica;
- Medição das perdas por fusão, quando aplicável;
- Verificação da identificação dos cabos;
- Conferência das reservas técnicas;
- Inspeção das caixas de emenda e dos distribuidores ópticos.

Critérios Objetivos para Aceitação

Para aprovação deste marco contratual deverão ser atendidos, no mínimo, os seguintes critérios:

- Infraestrutura previamente aceita pela Fiscalização;
- 100% dos cabos previstos para o trecho lançados;
- Identificação completa dos cabos e fibras;

- Emendas ópticas concluídas;
- Distribuidores ópticos interligados;
- Inexistência de danos mecânicos aos cabos;
- Aprovação da inspeção realizada pela Fiscalização.

7.2.1.2. Instalação de Infraestrutura Passiva

Para que a Fiscalização do METRÔ-DF autorize a medição deste item, esta deverá estar condicionada à comprovação objetiva da efetiva execução dos serviços de implantação da infraestrutura física destinada ao suporte dos sistemas de telecomunicações e sinalização, não sendo admitidos pagamentos baseados exclusivamente na disponibilização de materiais, mobilização de equipes ou execução parcial dos serviços.

Para caracterização da conclusão desta etapa deverão ser apresentados, cumulativamente, os seguintes elementos comprobatórios:

- Relatórios de progresso dos serviços executados;
- Registros fotográficos das atividades realizadas;
- Cadastro dos trechos efetivamente implantados;
- Rastreabilidade entre os materiais instalados e o empreendimento;
- Registros de inspeção e aceite dos serviços executados.

Condições mínimas para medição

Serão considerados passíveis de medição apenas os trechos em que a infraestrutura passiva esteja instalada em sua posição definitiva, devidamente fixada, identificada, alinhada e liberada para o lançamento dos cabos e instalação dos equipamentos ativos.

Não serão considerados para medição:

- Materiais apenas entregues em obra;
- Materiais armazenados e não instalados;
- Infraestrutura parcialmente montada;
- Suportes provisórios;
- Trechos sem inspeção ou sem liberação pela Fiscalização.

Escopo mínimo dos serviços

A montagem da infraestrutura passiva deverá contemplar, conforme aplicável:

Infraestrutura de Caminhamento

- Instalação de eletrocalhas;
- Instalação de leitos metálicos;
- Instalação de perfilados;
- Instalação de eletrodutos;
- Instalação de canaletas;
- Instalação de suportes, consoles e fixações;
- Instalação de braçadeiras e elementos de sustentação;
- Instalação de caixas de passagem.

Infraestrutura para Rede Óptica

- Instalação de caixas de emenda óptica;
- Instalação de distribuidores internos ópticos (DIO);
- Instalação de painéis de distribuição óptica;
- Instalação de suportes para reserva técnica dos cabos;
- Instalação de organizadores de fibras ópticas.

Infraestrutura para Rede Metálica

- Instalação de patch panels;
- Instalação de distribuidores metálicos;
- Instalação de organizadores horizontais e verticais;
- Instalação de bandejas de acomodação.

Infraestrutura para Equipamentos Ativos

- Instalação de racks de telecomunicações;
- Instalação de gabinetes de campo;
- Instalação de painéis de alimentação;
- Instalação de sistemas de aterramento e equipotencialização;
- Identificação dos racks e gabinetes.

7.2.1.3. Montagem e Configuração de Ativos de Rede

Para que a Fiscalização do METRÔ-DF autorize a medição deste item, esta deverá estar condicionada à comprovação objetiva da efetiva execução dos serviços de instalação em campo, não sendo admitidos pagamentos baseados exclusivamente na mobilização de equipes, disponibilização de equipamentos ou simples declaração de avanço físico.

Para caracterização da conclusão desta etapa deverão ser apresentados, cumulativamente, os seguintes elementos comprobatórios:

- Relatórios de progresso dos serviços executados;
- Registros fotográficos das instalações;
- Identificação dos equipamentos instalados por modelo e número de série;
- Registros das inspeções realizadas;
- Rastreabilidade entre os equipamentos instalados e o empreendimento;
- Registros dos testes preliminares de instalação e energização.

Condições mínimas para medição

Serão considerados passíveis de medição apenas os equipamentos instalados em sua posição definitiva de operação, devidamente fixados, identificados, energizados e interligados às respectivas redes de alimentação e comunicação.

Não serão considerados para medição:

- Equipamentos apenas armazenados em obra;
- Equipamentos posicionados provisoriamente;
- Equipamentos sem energização;
- Equipamentos sem identificação patrimonial;

- Equipamentos ainda não interligados à infraestrutura de rede.

Escopo mínimo dos serviços

A montagem e instalação deverão contemplar, conforme aplicável:

Instalação Física

- Instalação de racks e gabinetes de telecomunicações;
- Fixação dos equipamentos ativos;
- Instalação de bandejas e organizadores de cabos;
- Instalação de fontes de alimentação;
- Instalação de módulos redundantes;
- Instalação de módulos ópticos (SFP/QSFP);
- Instalação de painéis de distribuição óptica e metálica.

Interligações

- Conexão dos enlaces ópticos;
- Conexão dos enlaces metálicos;
- Instalação dos patch cords ópticos;
- Instalação dos patch cords metálicos;
- Identificação e organização dos cabos;
- Certificação das conexões.

Alimentação Elétrica

- Conexão das alimentações principais;
- Conexão das alimentações redundantes;
- Ligação ao sistema de aterramento;
- Verificação da polaridade e continuidade;
- Energização dos equipamentos.

Identificação

- Identificação dos equipamentos;
- Identificação das portas de comunicação;
- Identificação dos enlaces;
- Identificação dos circuitos elétricos;
- Identificação dos cabos ópticos e metálicos.

Testes Preliminares

Para caracterização da conclusão da instalação deverão ser executados, no mínimo:

- Testes de energização;
- Verificação dos LEDs de operação;
- Testes de continuidade dos enlaces;
- Verificação dos níveis ópticos;
- Testes de alimentação redundante;

- Verificação do aterramento;
- Inspeção visual da instalação.

Critérios Objetivos para Aceitação

Para aprovação deste marco contratual deverão ser atendidos, no mínimo, os seguintes critérios:

- 100% dos equipamentos previstos para o marco instalados;
- 100% dos enlaces previstos concluídos;
- Equipamentos energizados e operacionais;
- Inexistência de não conformidades críticas;
- Atualização da documentação "As Built";
- Aprovação da inspeção pela Fiscalização.

7.2.1.4. Certificação de Cabeamento e Conectorização

Para que a Fiscalização do METRÔ-DF autorize a medição deste item, esta deverá estar condicionada à comprovação objetiva da conformidade técnica da infraestrutura de cabeamento óptico e metálico implantada, mediante a execução de ensaios, medições e certificações previstos nas especificações técnicas do empreendimento e nas normas técnicas aplicáveis, não sendo admitidos pagamentos baseados exclusivamente na conclusão da instalação física dos cabos ou da conectorização.

A certificação deverá observar, conforme aplicável, as seguintes normas e suas revisões vigentes:

- **ABNT NBR 14565** – Cabeamento estruturado para edifícios comerciais e data centers;
- **ABNT NBR 16415** – Caminhos e espaços para cabeamento estruturado;
- **ABNT NBR IEC 61935** – Especificação para ensaio de sistemas de cabeamento de telecomunicações;
- **ABNT NBR 5410** – Instalações elétricas de baixa tensão, no que se refere ao aterramento, equipotencialização e separação entre circuitos de energia e telecomunicações;
- **ABNT NBR IEC 60794** – Cabos de fibras ópticas;
- **ABNT NBR IEC 61753** – Desempenho de dispositivos de interconexão para fibras ópticas;
- **ABNT NBR IEC 61300** – Ensaios e medições para dispositivos de interconexão e componentes passivos de fibras ópticas;
- Normas internacionais ISO/IEC 11801, TIA-568, TIA-569 e TIA-606, quando expressamente adotadas pelo Projeto Executivo ou pelas Especificações Técnicas do empreendimento.

Para caracterização da conclusão desta etapa deverão ser apresentados, cumulativamente, os seguintes elementos comprobatórios:

- Plano de Certificação previamente aprovado pela Fiscalização;
- Relatórios de certificação emitidos por equipamentos de teste calibrados e rastreáveis;
- Identificação dos enlaces certificados;
- Rastreabilidade entre os resultados dos ensaios e os respectivos enlaces;
- Termo de aceite emitido pela Fiscalização.

Condições mínimas para medição

A certificação somente poderá ser iniciada após a conclusão e aceitação das seguintes atividades:

- Montagem da infraestrutura passiva;

- Instalação dos cabos ópticos e metálicos;
- Execução das emendas ópticas;
- Conectorização dos enlaces;
- Identificação completa dos cabos, fibras e portas;
- Atualização da documentação técnica correspondente.

Serão considerados passíveis de medição apenas os enlaces totalmente concluídos e aptos à operação.

Escopo mínimo dos serviços

Certificação do Cabeamento Óptico

Deverão ser executados, conforme aplicável:

- Inspeção visual dos conectores;
- Ensaios de continuidade óptica;
- Medição da atenuação dos enlaces;
- Medição das perdas de inserção (Insertion Loss);
- Medição das perdas de retorno (Optical Return Loss), quando especificado;
- Ensaios por OTDR para caracterização dos enlaces;
- Verificação das perdas em emendas e conectores;
- Inspeção das caixas de emenda;
- Inspeção dos Distribuidores Internos Ópticos (DIO);
- Verificação das reservas técnicas.

Certificação do Cabeamento Metálico

Deverão ser executados, conforme aplicável:

- Ensaio de continuidade;
- Ensaio de resistência elétrica;
- Ensaio de polaridade e pinagem;
- Certificação da categoria do cabeamento;
- Ensaios de NEXT, PSNEXT, ACR, Return Loss, Delay e demais parâmetros previstos na categoria especificada;
- Verificação da blindagem, quando aplicável.

Inspeção da Conectorização

Deverão ser verificados, no mínimo:

- Identificação dos conectores;
- Qualidade das terminações;
- Limpeza dos conectores ópticos;
- Organização dos patch cords;
- Organização das fibras ópticas;
- Conformidade das conexões com o Projeto Executivo.

Critérios Objetivos para Aceitação

Para aprovação deste marco contratual deverão ser atendidos, no mínimo, os seguintes critérios:

- 100% dos enlaces previstos para o trecho certificados;
- Atendimento aos limites estabelecidos pelas normas técnicas e pelas especificações do empreendimento;
- Inexistência de enlaces reprovados;
- Identificação completa dos cabos, fibras e conectores;
- Documentação técnica atualizada;
- Aprovação das inspeções realizadas pela Fiscalização.

Os ensaios deverão ser executados utilizando instrumentos calibrados, com certificados de calibração válidos e rastreáveis à Rede Brasileira de Calibração (RBC) ou organismo equivalente reconhecido.

Caso sejam identificados enlaces reprovados, a Contratada deverá executar as correções necessárias e repetir integralmente os ensaios correspondentes, sem qualquer ônus adicional para o Metrô-DF.

7.2.2. Testes e Comissionamento de Infraestrutura e Ativos de Rede

7.2.2.1. Testes de Aceitação e Desempenho da Rede

Para que a Fiscalização do METRÔ-DF autorize a medição deste item, esta deverá estar condicionada à comprovação objetiva da conformidade funcional, operacional e de desempenho da infraestrutura de comunicação implantada, mediante a execução dos ensaios previstos nas especificações técnicas do empreendimento, não sendo admitidos pagamentos baseados exclusivamente na conclusão da instalação física dos equipamentos ou da configuração da rede.

Os ensaios deverão comprovar que a infraestrutura de comunicação atende aos requisitos de disponibilidade, desempenho, redundância, confiabilidade e segurança necessários à operação do sistema CBTC.

Normas e Referências Técnicas

Os ensaios deverão observar, conforme aplicável, as normas e recomendações técnicas vigentes, incluindo:

- Na ausência de norma ABNT específica, deverão ser observadas as normas IEC, IEEE, ISO/IEC, IETF e demais referências técnicas adotadas pelo Projeto Executivo;
- RFCs aplicáveis aos protocolos IP utilizados;
- Requisitos de desempenho definidos nas Especificações Técnicas e no Projeto Executivo;
- Requisitos de cibersegurança estabelecidos para o empreendimento.

Escopo mínimo dos ensaios

Os testes deverão contemplar, no mínimo:

Ensaios Funcionais

- Verificação da comunicação entre todos os ativos de rede;
- Verificação do endereçamento IP;
- Validação do roteamento;
- Validação das VLANs;
- Validação dos mecanismos de redundância;

- Validação da sincronização de tempo;
- Validação da comunicação entre o DCS e o Sistema de Comunicação Terra-Trem.

Ensaios de Desempenho

Deverão ser verificados, conforme aplicável:

- Largura de banda disponível;
- Utilização dos enlaces;
- Latência fim a fim;
- Jitter;
- Perda de pacotes;
- Tempos de recuperação após falhas;
- Utilização dos processadores e memória dos equipamentos;
- Capacidade de processamento da rede.

Os resultados deverão atender aos limites estabelecidos nas especificações técnicas do empreendimento.

Ensaios de Redundância

Deverão ser executados, no mínimo:

- Falha de enlaces principais;
- Falha de enlaces redundantes;
- Desligamento de switches;
- Desligamento de roteadores;
- Falha das alimentações redundantes;
- Recuperação automática dos equipamentos;
- Recuperação automática dos protocolos de redundância.

Ensaios do Sistema de Comunicação Terra-Trem

Conforme a tecnologia adotada pela Contratada, deverão ser executados, quando aplicáveis:

- Verificação da conectividade entre equipamentos de via e equipamentos embarcados;
- Continuidade das sessões de comunicação durante a circulação dos trens;
- Tempos de estabelecimento e restabelecimento das comunicações;
- Cobertura da área operacional;
- Desempenho durante transições entre áreas de cobertura;
- Comportamento da rede em condições degradadas.

Ensaios de Cibersegurança

Deverão ser verificados:

- Segregação lógica das redes;
- Funcionamento dos mecanismos de autenticação;
- Funcionamento das políticas de acesso;
- Funcionamento dos mecanismos de registro de eventos;

- Conformidade das configurações de segurança previstas em projeto.

Critérios Objetivos para Aceitação

Para aprovação deste marco contratual deverão ser atendidos, no mínimo, os seguintes critérios:

- 100% dos ensaios críticos executados;
- Atendimento aos requisitos de desempenho especificados em contrato;
- Atendimento aos requisitos de disponibilidade da rede;
- Inexistência de falhas críticas ou impeditivas;
- Tratamento ou aceitação formal das não conformidades remanescentes;
- Aprovação do relatório de testes pela Fiscalização.

Poderão permanecer apenas pendências classificadas como não críticas, desde que não comprometam a operação, a segurança, o desempenho ou as etapas subsequentes do empreendimento.

7.2.2.2. Documentação de Testes e Comissionamento de Rede

Para que a Fiscalização do METRÔ-DF autorize a medição deste item, esta deverá estar condicionada à entrega, aprovação e aceite formal do documento técnico de testes e comissionamento do Sistema de Comunicação de Dados (Data Communication System – DCS) e do Sistema de Comunicação Terra-Trem, estruturado com os campos necessários ao registro da execução, rastreabilidade e conformidade dos testes, não sendo admitidos pagamentos baseados exclusivamente na emissão de documentos preliminares ou não aprovados pela Fiscalização.

A documentação deverá demonstrar que a infraestrutura de comunicação implantada atende aos requisitos funcionais, operacionais, de desempenho, disponibilidade, redundância e cibersegurança estabelecidos nas Especificações Técnicas do empreendimento.

Normas e Referências Técnicas

A documentação deverá observar, conforme aplicável:

- Especificações Técnicas do empreendimento;
- Projeto Executivo aprovado;
- Plano de Testes e Comissionamento;
- Plano de Gerenciamento da Configuração;
- Plano de Gerenciamento da Cibersegurança;
- Normas ABNT aplicáveis;
- Na ausência de norma ABNT específica, deverão ser observadas as normas IEC, IEEE, ISO/IEC, IETF, RFC e demais referências técnicas adotadas pelo Projeto Executivo.

Escopo mínimo da documentação

Planejamento

A documentação deverá conter, no mínimo:

- Plano Geral de Testes;
- Plano de Comissionamento;
- Cronograma de execução;
- Matriz de responsabilidades;

- Matriz de rastreabilidade entre requisitos e casos de teste.

Procedimentos

Deverão ser apresentados:

- Procedimentos de testes;
- Procedimentos de comissionamento;
- Critérios de aceitação;
- Critérios de aprovação;
- Procedimentos para repetição dos ensaios.

Registros de Execução

O documento deve conter campos para registro de, no mínimo:

- Resultados dos testes executados;
- Evidências objetivas dos resultados;
- Registros fotográficos;
- Capturas de telas dos sistemas de gerenciamento;
- Logs dos equipamentos;
- Alarmes e eventos;
- Medições de desempenho;
- Intervenções realizadas durante os ensaios.

Relatórios Técnicos

Deverão ser emitidos, conforme aplicável:

- Relatório de certificação do cabeamento;
- Relatório dos testes funcionais;
- Relatório dos testes de desempenho;
- Relatório dos testes de redundância;
- Relatório dos testes do Sistema de Comunicação Terra-Trem;
- Relatório dos testes de integração;
- Relatório consolidado de comissionamento.

Gestão das Não Conformidades

A documentação deverá conter:

- Relação das não conformidades identificadas;
- Classificação por criticidade;
- Ações corretivas implementadas;
- Evidências das correções executadas;
- Registros das revalidações realizadas;
- Aceite das pendências remanescentes, quando aplicável.

Documentação de Configuração

Deverão ser entregues:

- Inventário dos ativos de rede;
- Relação dos números de série;
- Versões de firmware;
- Versões de software;
- Arquivos de configuração ("backup" das configurações);
- Base de dados operacional;
- Licenças instaladas;
- Relação dos endereços IP;
- Tabelas de VLAN;
- Tabelas de roteamento;
- Parâmetros de sincronismo;
- Configurações dos mecanismos de redundância.

Critérios Objetivos para Aceitação

Para aprovação deste marco contratual deverão ser atendidos, no mínimo, os seguintes critérios:

- 100% da documentação prevista contratualmente entregue;
- Documentação revisada e aprovada pela Fiscalização;
- Rastreabilidade completa entre requisitos, testes e resultados;
- Inexistência de pendências documentais críticas;
- Compatibilidade entre a documentação entregue e a configuração efetivamente implantada em campo.

7.2.3. Treinamento em Infraestrutura e Ativos de Rede

7.2.3.1. Treinamento em Operação e Manutenção da Rede

Para que a Fiscalização do METRÔ-DF autorize a medição deste item, esta deverá estar condicionada à comprovação objetiva da realização dos treinamentos previstos contratualmente, da capacitação técnica das equipes do Contratante e da entrega da documentação técnica de apoio, não sendo admitidos pagamentos baseados exclusivamente na disponibilização de instrutores, material didático ou infraestrutura de treinamento.

O treinamento deverá capacitar as equipes de operação e manutenção para operar, supervisionar, administrar, configurar, diagnosticar e manter a infraestrutura de comunicação implantada, assegurando sua adequada operação durante todo o ciclo de vida do empreendimento.

Escopo mínimo do treinamento

Operação da Rede

O treinamento deverá contemplar, no mínimo:

- Arquitetura funcional do Sistema DCS;
- Arquitetura funcional do Sistema de Comunicação Terra-Trem;
- Supervisão da rede;
- Utilização do sistema de gerenciamento;
- Monitoramento da disponibilidade dos ativos;
- Monitoramento dos enlaces de comunicação;

- Monitoramento de alarmes e eventos;
- Procedimentos operacionais de rotina.

Administração da Rede

Deverão ser abordados, no mínimo:

- Gerenciamento dos ativos de rede;
- Gerenciamento das configurações;
- Gerenciamento dos usuários e perfis de acesso;
- Gerenciamento das licenças;
- Procedimentos de backup e restauração das configurações;
- Atualização de firmware e software;
- Boas práticas de administração da infraestrutura.

Manutenção da Rede

O treinamento deverá contemplar:

- Inspeção dos equipamentos;
- Manutenção preventiva;
- Manutenção corretiva;
- Substituição de equipamentos e módulos;
- Diagnóstico de falhas;
- Utilização das ferramentas de diagnóstico;
- Recuperação da rede após falhas;
- Manutenção da infraestrutura óptica e metálica.

Operação em Condições Degradadas

Deverão ser abordados, no mínimo:

- Falhas de enlaces;
- Falhas de equipamentos;
- Perda de alimentação;
- Indisponibilidade de equipamentos redundantes;
- Procedimentos de contingência;
- Recuperação da operação normal.

Material Didático

A Contratada deverá fornecer, no mínimo:

- Apostilas técnicas;
- Apresentações utilizadas durante o treinamento;
- Manuais de operação;
- Manuais de manutenção;
- Procedimentos operacionais;
- Procedimentos de configuração;

- Procedimentos de recuperação;
- Documentação da arquitetura implantada.

Todo o material deverá ser entregue em meio digital, em formato editável e em formato PDF, permanecendo disponível para utilização pelo Contratante durante a operação e manutenção do sistema, podendo a Fiscalização exigir, adicionalmente, a disponibilização de exemplares impressos, quando julgado necessário.

Critérios Objetivos para Aceitação

Para aprovação deste marco contratual deverão ser atendidos, no mínimo, os seguintes critérios:

- Realização de 100% da carga horária prevista em contrato;
- Treinamento de todo o efetivo indicado pela fiscalização;
- Disponibilização integral do material didático previsto;
- Realização dos módulos teóricos e práticos;
- Comprovação da participação dos treinandos;
- Aprovação dos participantes conforme critérios estabelecidos no Plano de Treinamento;
- Emissão dos certificados de conclusão.

8. FORNECIMENTO E SERVIÇOS DE SINALIZAÇÃO EMBARCADA

8.1. Fornecimento de Sinalização Embarcada

8.1.1. Fornecimento de Kits Embarcados

8.1.1.1. Kits Embarcados Frota 1000

Para que a Fiscalização do METRÔ-DF autorize a medição deste item, esta deverá estar condicionada à comprovação objetiva da efetiva fabricação, disponibilização e entrega dos kits embarcados destinados à instalação na Frota 1000, não sendo admitidos pagamentos baseados exclusivamente em pedidos de compra, aquisição de componentes ou declarações do fabricante.

Para caracterização da conclusão desta etapa deverão ser apresentados, cumulativamente, os seguintes elementos comprobatórios:

- Relatórios de progresso da fabricação;
- Relação dos equipamentos fornecidos, contendo fabricante, modelo, versão e número de série;
- Certificados de conformidade dos equipamentos;
- Registros de inspeção realizados pelo fabricante;
- Certificados dos ensaios de fabricação, quando aplicáveis;
- Identificação dos kits destinados a cada composição ferroviária;
- Documentação de rastreabilidade dos equipamentos;
- Registros das inspeções realizadas pela Fiscalização;
- Termo de recebimento dos equipamentos.

Condições mínimas para medição

Serão considerados passíveis de medição apenas os Kits Embarcados que estejam:

- Completamente montados e identificados;

- Destinados exclusivamente ao empreendimento;
- Individualizados por composição ferroviária ou lote de instalação;
- Disponíveis para inspeção pela Fiscalização;
- Acompanhados da documentação técnica correspondente.

Não serão considerados para medição:

- Componentes isolados ainda não integrados aos kits;
- Equipamentos sem identificação;
- Equipamentos destinados a outros empreendimentos;
- Equipamentos sem documentação de rastreabilidade.

Escopo mínimo do fornecimento

O fornecimento deverá contemplar, conforme o Projeto Executivo, todos os equipamentos embarcados necessários ao funcionamento do Sistema CBTC, incluindo, quando aplicável:

- Computadores embarcados;
- Controladores vitais;
- Módulos de processamento;
- Interfaces de entrada e saída;
- Unidades de comunicação terra-trem;
- Antenas e respectivos acessórios;
- Sensores e interfaces de posicionamento;
- Módulos de aquisição de dados;
- Fontes de alimentação;
- Cabos, chicotes e conectores específicos;
- Suportes mecânicos;
- Licenças de software embarcado;
- Demais componentes necessários à composição completa do kit.

Critérios Objetivos para Aceitação

Para aprovação deste marco contratual deverão ser atendidos, no mínimo, os seguintes critérios:

- Kits completos conforme a configuração prevista no Projeto Executivo;
- Identificação individual de todos os equipamentos;
- Documentação técnica correspondente entregue;
- Inexistência de não conformidades críticas;
- Aprovação da inspeção realizada pela Fiscalização.

8.1.1.2. Kits Embarcados Frota 2000

Para que a Fiscalização do METRÔ-DF autorize a medição deste item, esta deverá estar condicionada à comprovação objetiva da efetiva fabricação, disponibilização e entrega dos kits embarcados destinados à instalação na Frota 2000, não sendo admitidos pagamentos baseados exclusivamente em pedidos de compra, aquisição de componentes ou declarações do fabricante.

Para caracterização da conclusão desta etapa deverão ser apresentados, cumulativamente, os seguintes elementos comprobatórios:

- Relatórios de progresso da fabricação;
- Relação dos equipamentos fornecidos, contendo fabricante, modelo, versão e número de série;
- Certificados de conformidade dos equipamentos;
- Registros de inspeção realizados pelo fabricante;
- Certificados dos ensaios de fabricação, quando aplicáveis;
- Identificação dos kits destinados a cada composição ferroviária;
- Documentação de rastreabilidade dos equipamentos;
- Registros das inspeções realizadas pela Fiscalização;
- Termo de recebimento dos equipamentos.

Condições mínimas para medição

Serão considerados passíveis de medição apenas os Kits Embarcados que estejam:

- Completamente montados e identificados;
- Destinados exclusivamente ao empreendimento;
- Individualizados por composição ferroviária ou lote de instalação;
- Disponíveis para inspeção pela Fiscalização;
- Acompanhados da documentação técnica correspondente.

Não serão considerados para medição:

- Componentes isolados ainda não integrados aos kits;
- Equipamentos sem identificação;
- Equipamentos destinados a outros empreendimentos;
- Equipamentos sem documentação de rastreabilidade.

Escopo mínimo do fornecimento

O fornecimento deverá contemplar, conforme o Projeto Executivo, todos os equipamentos embarcados necessários ao funcionamento do Sistema CBTC, incluindo, quando aplicável:

- Computadores embarcados;
- Controladores vitais;
- Módulos de processamento;
- Interfaces de entrada e saída;
- Unidades de comunicação terra-trem;
- Antenas e respectivos acessórios;
- Sensores e interfaces de posicionamento;
- Módulos de aquisição de dados;
- Fontes de alimentação;
- Cabos, chicotes e conectores específicos;
- Suportes mecânicos;

- Licenças de software embarcado;
- Demais componentes necessários à composição completa do kit.

Critérios Objetivos para Aceitação

Para aprovação deste marco contratual deverão ser atendidos, no mínimo, os seguintes critérios:

- Kits completos conforme a configuração prevista no Projeto Executivo;
- Identificação individual de todos os equipamentos;
- Documentação técnica correspondente entregue;
- Inexistência de não conformidades críticas;
- Aprovação da inspeção realizada pela Fiscalização.

8.1.1.3. Kits Embarcados Frota 3000

Para que a Fiscalização do METRÔ-DF autorize a medição deste item, esta deverá estar condicionada à comprovação objetiva da efetiva fabricação, disponibilização e entrega dos kits embarcados destinados à instalação na Frota 3000, não sendo admitidos pagamentos baseados exclusivamente em pedidos de compra, aquisição de componentes ou declarações do fabricante.

Para caracterização da conclusão desta etapa deverão ser apresentados, cumulativamente, os seguintes elementos comprobatórios:

- Relatórios de progresso da fabricação;
- Relação dos equipamentos fornecidos, contendo fabricante, modelo, versão e número de série;
- Certificados de conformidade dos equipamentos;
- Registros de inspeção realizados pelo fabricante;
- Certificados dos ensaios de fabricação, quando aplicáveis;
- Identificação dos kits destinados a cada composição ferroviária;
- Documentação de rastreabilidade dos equipamentos;
- Registros das inspeções realizadas pela Fiscalização;
- Termo de recebimento dos equipamentos.

Condições mínimas para medição

Serão considerados passíveis de medição apenas os Kits Embarcados que estejam:

- Completamente montados e identificados;
- Destinados exclusivamente ao empreendimento;
- Individualizados por composição ferroviária ou lote de instalação;
- Disponíveis para inspeção pela Fiscalização;
- Acompanhados da documentação técnica correspondente.

Não serão considerados para medição:

- Componentes isolados ainda não integrados aos kits;
- Equipamentos sem identificação;
- Equipamentos destinados a outros empreendimentos;
- Equipamentos sem documentação de rastreabilidade.

Escopo mínimo do fornecimento

O fornecimento deverá contemplar, conforme o Projeto Executivo, todos os equipamentos embarcados necessários ao funcionamento do Sistema CBTC, incluindo, quando aplicável:

- Computadores embarcados;
- Controladores vitais;
- Módulos de processamento;
- Interfaces de entrada e saída;
- Unidades de comunicação terra-trem;
- Antenas e respectivos acessórios;
- Sensores e interfaces de posicionamento;
- Módulos de aquisição de dados;
- Fontes de alimentação;
- Cabos, chicotes e conectores específicos;
- Suportes mecânicos;
- Licenças de software embarcado;
- Demais componentes necessários à composição completa do kit.

Critérios Objetivos para Aceitação

Para aprovação deste marco contratual deverão ser atendidos, no mínimo, os seguintes critérios:

- Kits completos conforme a configuração prevista no Projeto Executivo;
- Identificação individual de todos os equipamentos;
- Documentação técnica correspondente entregue;
- Inexistência de não conformidades críticas;
- Aprovação da inspeção realizada pela Fiscalização.

8.1.1.4. Componentes e Acessórios Embarcados

Para que a Fiscalização do METRÔ-DF autorize a medição dos Componentes e Acessórios Embarcados do Sistema CBTC, esta deverá estar condicionada à comprovação objetiva da efetiva fabricação, aquisição, identificação e entrega dos materiais destinados à instalação nas composições ferroviárias, não sendo admitidos pagamentos baseados exclusivamente em pedidos de compra, aquisição de matéria-prima ou declarações do fabricante.

Para caracterização da conclusão desta etapa deverão ser apresentados, cumulativamente, os seguintes elementos comprobatórios:

- Relatórios de progresso do fornecimento;
- Relação dos componentes fornecidos contendo fabricante, modelo, código do fabricante e quantidade;
- Identificação dos lotes destinados ao empreendimento;
- Certificados de conformidade dos materiais, quando aplicáveis;
- Documentação de rastreabilidade dos componentes;
- Registros das inspeções realizadas pela Fiscalização;
- Termo de recebimento dos materiais.

Condições mínimas para medição

Serão considerados passíveis de medição apenas os componentes e acessórios que estejam:

- Destinados exclusivamente ao empreendimento;
- Identificados por lote ou por composição ferroviária, quando aplicável;
- Acompanhados da documentação técnica correspondente;
- Disponíveis para inspeção pela Fiscalização;
- Armazenados e acondicionados de forma adequada.

Não serão considerados para medição:

- Materiais sem identificação;
- Componentes sem rastreabilidade;
- Itens parcialmente fornecidos quando constituírem conjuntos funcionais;
- Componentes destinados a outros empreendimentos.

Escopo mínimo do fornecimento

O fornecimento deverá contemplar, conforme o Projeto Executivo, os componentes e acessórios necessários à instalação dos Kits Embarcados, incluindo, quando aplicável:

- Suportes mecânicos;
- Bases de fixação;
- Bandejas e painéis de montagem;
- Chicotes elétricos;
- Cabos de interligação;
- Conectores;
- Caixas de passagem e caixas de conexão;
- Dispositivos de proteção elétrica;
- Antenas e suportes;
- Elementos de fixação (parafusos, porcas, arruelas, abraçadeiras e suportes);
- Etiquetas e dispositivos de identificação;
- Kits de vedação;
- Materiais para aterramento e equipotencialização;
- Materiais auxiliares previstos no Projeto Executivo;
- Sobressalentes previstos contratualmente.

Critérios Objetivos para Aceitação

Para aprovação deste marco contratual deverão ser atendidos, no mínimo, os seguintes critérios:

- Fornecimento integral dos componentes previstos para cada lote;
- Identificação dos materiais;
- Documentação técnica correspondente entregue;
- Inexistência de não conformidades críticas;
- Aprovação da inspeção realizada pela Fiscalização.

8.2. Serviços de Sinalização Embarcada

8.2.1. Instalação Embarcada

8.2.1.1. Instalação Embarcada Frota 1000

Para que a Fiscalização do METRÔ-DF autorize a medição deste item, esta deverá estar condicionada à comprovação objetiva da efetiva execução dos serviços de instalação dos equipamentos embarcados do Sistema CBTC nas composições da Frota 1000, não sendo admitidos pagamentos baseados exclusivamente na disponibilização dos kits embarcados, mobilização de equipes ou execução parcial das atividades de montagem.

Para caracterização da conclusão desta etapa deverão ser apresentados, cumulativamente, os seguintes elementos comprobatórios:

- Relatórios de progresso da instalação por composição ferroviária;
- Registros fotográficos das atividades executadas;
- Identificação das composições ferroviárias atendidas;
- Relação dos equipamentos efetivamente instalados, contendo fabricante, modelo e número de série;
- Registros das inspeções realizadas pela Fiscalização;
- Registros dos testes preliminares de instalação;
- Termo de aceite da instalação emitido pela Fiscalização.

Condições mínimas para medição

A instalação embarcada somente poderá ser objeto de medição após:

- Recebimento e aceite dos Kits Embarcados;
- Disponibilização da composição ferroviária pela Fiscalização;
- Conclusão das adaptações mecânicas e elétricas previstas para a composição;
- Disponibilidade da documentação de instalação aprovada.

Serão considerados passíveis de medição apenas os veículos que apresentem:

- Equipamentos instalados em sua posição definida em projeto;
- Suportes e fixações concluídos;
- Cabeamento embarcado instalado;
- Equipamentos energizados;
- Identificação patrimonial e funcional executada;
- Instalação concluída conforme Projeto Executivo.

Não serão considerados para medição:

- Equipamentos apenas posicionados na composição;
- Instalações parcialmente executadas;
- Equipamentos ainda não conectados;
- Instalações sem inspeção ou sem registros de rastreabilidade.

Escopo mínimo dos serviços

Instalação Mecânica

Deverá contemplar, conforme aplicável:

- Instalação dos suportes e bases de fixação;
- Instalação dos computadores embarcados;
- Instalação dos controladores;
- Instalação das unidades de comunicação;
- Instalação das antenas;
- Instalação das fontes de alimentação;
- Instalação dos módulos de interface;
- Instalação dos demais equipamentos previstos no Projeto Executivo.

Instalação Elétrica e de Comunicação

Deverá contemplar:

- Instalação dos chicotes elétricos;
- Instalação dos cabos de alimentação;
- Instalação dos cabos de comunicação;
- Instalação dos conectores;
- Aterramento e equipotencialização dos equipamentos;
- Identificação dos circuitos e cabos.

Integração Embarcada

Deverão ser executadas, conforme aplicável:

- Interligação dos equipamentos embarcados;
- Integração com os sistemas existentes do trem;
- Integração com os equipamentos de comando e controle;
- Integração com o Sistema de Comunicação Terra-Trem;
- Verificação das interfaces previstas no Projeto Executivo.

Testes Preliminares

Para caracterização da conclusão da instalação deverão ser executados, no mínimo:

- Inspeção visual da instalação;
- Verificação da fixação mecânica;
- Verificação das alimentações elétricas;
- Verificação das comunicações internas;
- Testes de energização;
- Verificação da identificação dos equipamentos;
- Validação preliminar das interfaces embarcadas.

Critérios Objetivos para Aceitação

Para aprovação deste marco contratual deverão ser atendidos, no mínimo, os seguintes critérios:

- Instalação integral dos equipamentos previstos para cada composição;
- Conformidade da instalação com o Projeto Executivo;

- Equipamentos energizados e aptos aos testes de comissionamento;
- Inexistência de não conformidades críticas;
- Aprovação da inspeção realizada pela Fiscalização.

8.2.1.2. Instalação Embarcada Frota 2000

Para que a Fiscalização do METRÔ-DF autorize a medição deste item, esta deverá estar condicionada à comprovação objetiva da efetiva execução dos serviços de instalação dos equipamentos embarcados do Sistema CBTC nas composições da Frota 2000, não sendo admitidos pagamentos baseados exclusivamente na disponibilização dos kits embarcados, mobilização de equipes ou execução parcial das atividades de montagem.

Para caracterização da conclusão desta etapa deverão ser apresentados, cumulativamente, os seguintes elementos comprobatórios:

- Relatórios de progresso da instalação por composição ferroviária;
- Registros fotográficos das atividades executadas;
- Identificação das composições ferroviárias atendidas;
- Relação dos equipamentos efetivamente instalados, contendo fabricante, modelo e número de série;
- Registros das inspeções realizadas pela Fiscalização;
- Registros dos testes preliminares de instalação;
- Termo de aceite da instalação emitido pela Fiscalização.

Condições mínimas para medição

A instalação embarcada somente poderá ser objeto de medição após:

- Recebimento e aceite dos Kits Embarcados;
- Disponibilização da composição ferroviária pela Fiscalização;
- Conclusão das adaptações mecânicas e elétricas previstas para a composição;
- Disponibilidade da documentação de instalação aprovada.

Serão considerados passíveis de medição apenas os veículos que apresentem:

- Equipamentos instalados em sua posição definida em projeto;
- Suportes e fixações concluídos;
- Cabeamento embarcado instalado;
- Equipamentos energizados;
- Identificação patrimonial e funcional executada;
- Instalação concluída conforme Projeto Executivo.

Não serão considerados para medição:

- Equipamentos apenas posicionados na composição;
- Instalações parcialmente executadas;
- Equipamentos ainda não conectados;
- Instalações sem inspeção ou sem registros de rastreabilidade.

Escopo mínimo dos serviços

Instalação Mecânica

Deverá contemplar, conforme aplicável:

- Instalação dos suportes e bases de fixação;
- Instalação dos computadores embarcados;
- Instalação dos controladores;
- Instalação das unidades de comunicação;
- Instalação das antenas;
- Instalação das fontes de alimentação;
- Instalação dos módulos de interface;
- Instalação dos demais equipamentos previstos no Projeto Executivo.

Instalação Elétrica e de Comunicação

Deverá contemplar:

- Instalação dos chicotes elétricos;
- Instalação dos cabos de alimentação;
- Instalação dos cabos de comunicação;
- Instalação dos conectores;
- Aterramento e equipotencialização dos equipamentos;
- Identificação dos circuitos e cabos.

Integração Embarcada

Deverão ser executadas, conforme aplicável:

- Interligação dos equipamentos embarcados;
- Integração com os sistemas existentes do trem;
- Integração com os equipamentos de comando e controle;
- Integração com o Sistema de Comunicação Terra-Trem;
- Verificação das interfaces previstas no Projeto Executivo.

Testes Preliminares

Para caracterização da conclusão da instalação deverão ser executados, no mínimo:

- Inspeção visual da instalação;
- Verificação da fixação mecânica;
- Verificação das alimentações elétricas;
- Verificação das comunicações internas;
- Testes de energização;
- Verificação da identificação dos equipamentos;
- Validação preliminar das interfaces embarcadas.

Critérios Objetivos para Aceitação

Para aprovação deste marco contratual deverão ser atendidos, no mínimo, os seguintes critérios:

- Instalação integral dos equipamentos previstos para cada composição;

- Conformidade da instalação com o Projeto Executivo;
- Equipamentos energizados e aptos aos testes de comissionamento;
- Inexistência de não conformidades críticas;
- Aprovação da inspeção realizada pela Fiscalização.

8.2.1.3. Instalação Embarcada Frota 3000

Para que a Fiscalização do METRÔ-DF autorize a medição deste item, esta deverá estar condicionada à comprovação objetiva da efetiva execução dos serviços de instalação dos equipamentos embarcados do Sistema CBTC nas composições da Frota 3000, não sendo admitidos pagamentos baseados exclusivamente na disponibilização dos kits embarcados, mobilização de equipes ou execução parcial das atividades de montagem.

Para caracterização da conclusão desta etapa deverão ser apresentados, cumulativamente, os seguintes elementos comprobatórios:

- Relatórios de progresso da instalação por composição ferroviária;
- Registros fotográficos das atividades executadas;
- Identificação das composições ferroviárias atendidas;
- Relação dos equipamentos efetivamente instalados, contendo fabricante, modelo e número de série;
- Registros das inspeções realizadas pela Fiscalização;
- Registros dos testes preliminares de instalação;
- Termo de aceite da instalação emitido pela Fiscalização.

Condições mínimas para medição

A instalação embarcada somente poderá ser objeto de medição após:

- Recebimento e aceite dos Kits Embarcados;
- Disponibilização da composição ferroviária pela Fiscalização;
- Conclusão das adaptações mecânicas e elétricas previstas para a composição;
- Disponibilidade da documentação de instalação aprovada.

Serão considerados passíveis de medição apenas os veículos que apresentem:

- Equipamentos instalados em sua posição definida em projeto;
- Suportes e fixações concluídos;
- Cabeamento embarcado instalado;
- Equipamentos energizados;
- Identificação patrimonial e funcional executada;
- Instalação concluída conforme Projeto Executivo.

Não serão considerados para medição:

- Equipamentos apenas posicionados na composição;
- Instalações parcialmente executadas;
- Equipamentos ainda não conectados;
- Instalações sem inspeção ou sem registros de rastreabilidade.

Escopo mínimo dos serviços

Instalação Mecânica

Deverá contemplar, conforme aplicável:

- Instalação dos suportes e bases de fixação;
- Instalação dos computadores embarcados;
- Instalação dos controladores;
- Instalação das unidades de comunicação;
- Instalação das antenas;
- Instalação das fontes de alimentação;
- Instalação dos módulos de interface;
- Instalação dos demais equipamentos previstos no Projeto Executivo.

Instalação Elétrica e de Comunicação

Deverá contemplar:

- Instalação dos chicotes elétricos;
- Instalação dos cabos de alimentação;
- Instalação dos cabos de comunicação;
- Instalação dos conectores;
- Aterramento e equipotencialização dos equipamentos;
- Identificação dos circuitos e cabos.

Integração Embarcada

Deverão ser executadas, conforme aplicável:

- Interligação dos equipamentos embarcados;
- Integração com os sistemas existentes do trem;
- Integração com os equipamentos de comando e controle;
- Integração com o Sistema de Comunicação Terra-Trem;
- Verificação das interfaces previstas no Projeto Executivo.

Testes Preliminares

Para caracterização da conclusão da instalação deverão ser executados, no mínimo:

- Inspeção visual da instalação;
- Verificação da fixação mecânica;
- Verificação das alimentações elétricas;
- Verificação das comunicações internas;
- Testes de energização;
- Verificação da identificação dos equipamentos;
- Validação preliminar das interfaces embarcadas.

Critérios Objetivos para Aceitação

Para aprovação deste marco contratual deverão ser atendidos, no mínimo, os seguintes critérios:

- Instalação integral dos equipamentos previstos para cada composição;
- Conformidade da instalação com o Projeto Executivo;
- Equipamentos energizados e aptos aos testes de comissionamento;
- Inexistência de não conformidades críticas;
- Aprovação da inspeção realizada pela Fiscalização.

8.2.2. Testes e Comissionamento Embarcado

8.2.2.1. Testes Funcionais Embarcados por Trem

Para que a Fiscalização do METRÔ-DF autorize a medição deste item, esta deverá estar condicionada à comprovação objetiva da execução e aprovação dos ensaios funcionais dos equipamentos embarcados do Sistema CBTC instalados em cada composição ferroviária, não sendo admitidos pagamentos baseados exclusivamente na conclusão da instalação dos equipamentos ou na energização da composição.

Os testes deverão demonstrar que todos os equipamentos embarcados operam de forma integrada, atendendo aos requisitos funcionais previstos no Projeto Executivo, estando aptos para prosseguir às etapas de testes integrados de via e testes dinâmicos do sistema CBTC.

Escopo mínimo dos ensaios

Os testes deverão contemplar, no mínimo, os seguintes grupos de verificação:

Verificação Funcional dos Equipamentos

- Inicialização dos computadores embarcados;
- Funcionamento dos controladores embarcados;
- Verificação das interfaces de entrada e saída;
- Funcionamento das fontes de alimentação;
- Verificação dos dispositivos de comunicação;
- Funcionamento dos equipamentos redundantes;
- Diagnóstico automático dos equipamentos.

Verificação das Interfaces

Deverão ser verificados, conforme aplicável:

- Comunicação entre os equipamentos embarcados;
- Comunicação com os sistemas do trem;
- Comunicação com os equipamentos de diagnóstico;
- Funcionamento das interfaces de comando;
- Funcionamento das interfaces de supervisão.

Verificação das Alimentações

Deverão ser executados, no mínimo:

- Verificação das tensões de alimentação;
- Funcionamento das fontes redundantes;
- Continuidade do aterramento;
- Funcionamento dos circuitos de proteção;

- Comportamento durante interrupções e restabelecimento da alimentação.

Verificação da Comunicação Terra-Trem

Quando aplicável, deverão ser executados:

- Estabelecimento da comunicação com a infraestrutura de via;
- Transmissão e recepção de dados;
- Verificação da qualidade da comunicação;
- Recuperação após perda de comunicação;
- Funcionamento dos equipamentos de comunicação embarcados.

Ensaios Funcionais

Deverão ser verificados, conforme aplicável:

- Inicialização completa do sistema embarcado;
- Autodiagnóstico dos equipamentos;
- Tratamento de falhas;
- Geração de alarmes;
- Registros de eventos;
- Funcionamento dos mecanismos de redundância;
- Recuperação após reinicialização.

Critérios Objetivos para Aceitação

Para aprovação deste marco contratual deverão ser atendidos, no mínimo, os seguintes critérios:

- 100% dos equipamentos previstos para a composição ferroviária ensaiados;
- Aprovação de todos os testes funcionais críticos;
- Inexistência de não conformidades críticas;
- Tratamento ou aceitação formal das pendências remanescentes;
- Composição liberada para os Testes Funcionais Integrados e Testes Dinâmicos do Sistema CBTC.

8.2.2.2. Testes de Aceitação e Documentação Embarcada

Para que a Fiscalização do METRÔ-DF autorize a medição deste item, esta deverá estar condicionada à comprovação objetiva da conclusão dos testes de aceitação dos sistemas embarcados do CBTC e da entrega da documentação técnica definitiva correspondente a cada composição metroferroviária, não sendo admitidos pagamentos baseados exclusivamente na conclusão dos testes funcionais embarcados ou na emissão parcial da documentação técnica.

Os testes de aceitação deverão demonstrar que os equipamentos embarcados atendem aos requisitos funcionais, operacionais, de desempenho e de integração estabelecidos no Projeto Executivo, estando aptos para participação nas etapas de integração com os equipamentos de via e na Operação Assistida.

Escopo mínimo dos Testes de Aceitação

Os testes deverão contemplar, no mínimo:

Integração Funcional

- Integração entre os equipamentos embarcados;

- Comunicação com o Sistema de Comunicação Terra-Trem;
- Comunicação com os equipamentos de via;
- Integração com o Intertravamento Eletrônico (IXL);
- Integração com os Zone Controllers;
- Integração com o ATS, quando aplicável.

Ensaios Operacionais

Deverão ser executados, conforme aplicável:

- Inicialização completa do sistema embarcado;
- Troca de informações com os equipamentos de via;
- Recebimento e processamento da Autoridade de Movimento (MA);
- Supervisão da posição do trem;
- Verificação das funções ATP e ATO, conforme a etapa de implantação;
- Funcionamento dos modos normal e degradado;
- Recuperação após falhas.

Ensaios de Segurança

Deverão ser verificados, no mínimo:

- Funcionamento dos mecanismos de redundância;
- Comportamento em caso de perda de comunicação;
- Comportamento em caso de falhas de equipamentos embarcados;
- Registros de alarmes e eventos;
- Funcionamento dos mecanismos de diagnóstico.

Documentação Técnica

A documentação embarcada deverá contemplar, no mínimo:

- Diagramas elétricos atualizados;
- Diagramas de interligação;
- Relação dos equipamentos instalados;
- Lista de números de série;
- Versões de hardware;
- Versões de software;
- Arquivos de configuração;
- Registros das parametrizações realizadas.

Documentação de Testes

Deverão ser entregues:

- Procedimentos de testes executados;
- Relatórios dos testes de aceitação;
- Registros dos ensaios realizados;
- Registros das não conformidades;

- Evidências das correções implementadas;
- Relatório consolidado dos testes por composição ferroviária.

Documentação de Manutenção

Deverão ser disponibilizados:

- Manuais de manutenção;
- Procedimentos de substituição de equipamentos;
- Procedimentos de atualização de software;
- Lista de peças sobressalentes;
- Plano de manutenção recomendado.

Critérios Objetivos para Aceitação

Para aprovação deste marco contratual deverão ser atendidos, no mínimo, os seguintes critérios:

- Aprovação integral dos Testes de Aceitação previstos para a composição ferroviária;
- Documentação técnica completa entregue;
- Documentação compatível com a configuração efetivamente instalada;
- Inexistência de não conformidades críticas;
- Aprovação formal pela Fiscalização.

Poderão permanecer apenas pendências classificadas como menores, desde que não comprometam a segurança operacional, a disponibilidade do sistema ou as etapas subsequentes do empreendimento.

8.2.3. Treinamento em Sinalização Embarcada

8.2.3.1. Treinamento de Equipe de Manutenção Embarcada

Para que a Fiscalização do METRÔ-DF autorize a medição deste item, esta deverá estar condicionada à comprovação objetiva da realização dos treinamentos previstos contratualmente, da capacitação técnica das equipes de manutenção do Contratante e da entrega da documentação técnica de apoio, não sendo admitidos pagamentos baseados exclusivamente na disponibilização de instrutores, material didático ou infraestrutura para treinamento.

O treinamento deverá proporcionar à equipe de manutenção os conhecimentos teóricos e práticos necessários para executar inspeções, diagnósticos, manutenção preventiva, manutenção corretiva, substituição de equipamentos e atualização de configurações dos sistemas embarcados do CBTC, garantindo a autonomia operacional do Contratante após a implantação do sistema.

Escopo mínimo do treinamento

Arquitetura do Sistema Embarcado

O treinamento deverá contemplar, no mínimo:

- Arquitetura funcional do Sistema CBTC embarcado;
- Arquitetura dos equipamentos embarcados;
- Interfaces com os sistemas do trem;
- Interfaces com o Sistema de Comunicação Terra-Trem;
- Princípios de funcionamento dos subsistemas embarcados.

Manutenção Preventiva

Deverão ser abordados, no mínimo:

- Inspeções periódicas;
- Verificação dos equipamentos embarcados;
- Inspeção dos chicotes e conectores;
- Inspeção das antenas e cabos;
- Verificação das alimentações elétricas;
- Limpeza e conservação dos equipamentos;
- Verificação das condições de fixação.

Manutenção Corretiva

Deverão ser contemplados:

- Diagnóstico de falhas;
- Utilização das ferramentas de diagnóstico;
- Interpretação de alarmes e eventos;
- Substituição de módulos;
- Substituição de computadores embarcados;
- Substituição de interfaces;
- Recuperação das configurações;
- Reinicialização do sistema;
- Procedimentos de retorno à operação.

Configuração e Atualização

Deverão ser abordados, quando aplicável:

- Gerenciamento das configurações;
- Carregamento de software;
- Atualização de firmware;
- Restauração de backups;
- Controle das versões de hardware e software;
- Procedimentos de validação após intervenções.

Exercícios Práticos

Os participantes deverão executar, no mínimo:

- Inspeção completa de uma composição metroferroviária;
- Identificação de equipamentos;
- Diagnóstico de falhas simuladas;
- Substituição de equipamentos;
- Recuperação de configurações;
- Validação do funcionamento após manutenção;
- Utilização das ferramentas de manutenção e diagnóstico.

Material Didático

A Contratada deverá fornecer, no mínimo:

- Apostilas técnicas;
- Apresentações utilizadas durante o treinamento;
- Manuais de manutenção;
- Procedimentos de inspeção;
- Procedimentos de substituição de equipamentos;
- Procedimentos de configuração;
- Procedimentos de atualização de software;
- Catálogos dos equipamentos;
- Listas de peças sobressalentes.

Todo o material deverá ser entregue em formato digital editável e em formato PDF.

Critérios Objetivos para Aceitação

Para aprovação deste marco contratual deverão ser atendidos, no mínimo, os seguintes critérios:

- Realização de 100% da carga horária prevista em contrato;
- Treinamento de todo o efetivo definido pela Fiscalização;
- Execução dos módulos teóricos e práticos previstos;
- Disponibilização integral do material didático;
- Aprovação dos participantes conforme os critérios estabelecidos no Plano de Treinamento;
- Emissão dos certificados de conclusão.

9. OBRAS E SERVIÇOS COMPLEMENTARES

9.1. Obras Civis Complementares

9.1.1. Adequação de Salas Técnicas

9.1.1.1. Adequação de Salas Técnicas

Para que a Fiscalização do METRÔ-DF autorize a medição de cada parcela, a Contratada deve apresentar o Relatório de Prontidão de Ambiente por sala técnica, contendo, no mínimo:

- Relatório fotográfico "antes e depois" comprovando a execução de alvenarias, recomposições, pintura especializada, vedações de passagens de cabos e tratamento de furos excedentes;
- Comprovação técnica de que a sala está protegida contra infiltrações de águas pluviais ou vazamentos de redes hidráulicas prediais, mitigando riscos aos ativos eletrônicos;
- Evidência de que o layout físico aprovado no Projeto Executivo foi respeitado, com a devida remoção de equipamentos inservíveis ou interferências remanescentes;
- Instalação e teste de portas corta-fogo e mecanismos de trancamento, integrados à lógica de segurança da estação.

9.1.2. Banco de Dutos e Canaletas Civis

9.1.2.1. Execução de Banco de Dutos e Canaletas Civis para o CBTC

Para que a Fiscalização do METRÔ-DF autorize a medição de cada parcela, a Contratada deve apresentar o Relatório de Comissionamento de Infraestrutura Civil, contendo, no mínimo:

- Relatório fotográfico e memórias de cálculo comprovando a escavação, montagem de fôrmas, lançamento de dutos corrugados/PEAD, concretagem (quando aplicável) e instalação de canaletas de concreto, conforme o Projeto Executivo aprovado;
- Comprovação técnica de que os dutos executados foram devidamente limpos (passagem de mandril) e possuem guia de tração instalada, prontos para o recebimento do cabeamento de rede e sinalização;
- Evidência de que as caixas de passagem foram entregues com tampas instaladas, identificação padronizada e vedações contra entrada de água ou detritos, garantindo a longevidade dos ativos;
- Documentação atestando que a execução contornou as interferências mapeadas sem comprometer a integridade dos sistemas remanescentes ou a estabilidade da via permanente;
- Entrega das plantas de caminhamento atualizadas, incluindo profundidades e coordenadas georreferenciadas das caixas de passagem,.

9.2. Sistemas Elétricos Complementares

9.2.1. Sistemas Elétricos Complementares

9.2.1.1. Ampliação de Sistema de Alimentação Elétrica

Para que a Fiscalização do METRÔ-DF autorize a medição de cada parcela, a Contratada deve apresentar o Relatório de Comissionamento Elétrico, contendo, no mínimo:

- Registro fotográfico e relatórios de inspeção comprovando a montagem de quadros, disjuntores, barramentos e o correto caminhamento de cabos de força, conforme o Projeto Executivo aprovado;
- Comprovação documental de que os novos circuitos atendem às normas da ABNT 5410, em vigor, e que não há fugas de corrente que possam interferir nos subsistemas vitais de sinalização;
- Documento técnico validando que, em caso de curto-circuito em um componente final, a proteção local atuará sem provocar o desligamento de barramentos principais, preservando a continuidade do sistema CBTC;
- Entrega dos manuais técnicos e certificados de conformidade dos componentes aplicados;
- Entrega dos diagramas unifilares e trifilares atualizados por sala técnica, refletindo a nova configuração da rede de baixa tensão.

9.2.1.2. Sistemas de Energia Ininterrupta

Para que a Fiscalização do METRÔ-DF autorize a medição de cada parcela, a Contratada deve apresentar o Relatório de Comissionamento de Energia Ininterrupta, contendo, no mínimo:

- Comprovação da montagem dos gabinetes de UPS, bancos de baterias, quadros de bypass manual/automático e cabeamento de interconexão conforme o Projeto Executivo;
- Registro de ensaios de campo comprovando a comutação sem interrupção (tempo de transferência zero), o balanceamento de carga entre módulos redundantes e a autonomia real sob carga nominal;

- Evidência documental de que o estado das UPS (alarmes, nível de carga, temperatura de baterias) é monitorado remotamente no CCO e integrado ao Maintenance Support System (MSS) para manutenção preditiva;
- Entrega dos certificados de conformidade e ensaios de capacidade dos elementos químicos;
- Entrega dos diagramas unifilares e lógicas de seletividade elétrica atualizados para cada sala técnica.

9.2.1.3. Aterramento e Proteção Elétrica

Para que a Fiscalização do METRÔ-DF autorize a medição de cada parcela, a Contratada deve apresentar o Relatório de Comissionamento de Proteção Elétrica, contendo, no mínimo:

- Comprovação documental de que a malha de aterramento atende aos valores ôhmicos definidos no Projeto Executivo, garantindo o escoamento seguro de correntes de falta e transientes;
- Registro fotográfico e protocolo de inspeção da montagem dos Dispositivos de Proteção contra Surtos (Classes I, II ou III conforme o local) nos quadros de distribuição de sinalização (QDS);
- Evidência de que todos os bastidores (racks) e massas metálicas dos sistemas CBTC/DCS foram devidamente interconectados à barra de terra principal da sala técnica;
- Testes de continuidade elétrica em todos os pontos de aterramento de equipamentos de via (máquinas de chave, contadores de eixo e caixas de junção);
- Entrega das plantas de caminhamento de terra e diagramas unifilares de proteção atualizados.

9.3. Climatização e Infraestrutura Complementar

9.3.1. Climatização e Infraestrutura Complementar

9.3.1.1. Sistemas de Climatização Dedicada

Para que a Fiscalização do METRÔ-DF autorize a medição de cada parcela, a Contratada deve apresentar o Relatório de Comissionamento de Climatização, contendo, no mínimo:

- Comprovação da montagem das unidades condensadoras, evaporadoras (fan-coils ou splits de precisão), rede de dutos, isolamento térmico e drenagem, conforme o Projeto Executivo aprovado;
- Registro de ensaios de campo comprovando que o sistema mantém a temperatura de projeto sob carga térmica simulada, garantindo a estabilidade exigida para os subsistemas vitais;
- Evidência documental de que os alarmes de falha de climatização e sensores de temperatura das salas técnicas estão reportando corretamente ao Maintenance Support System (MSS), permitindo a manutenção baseada em condição;
- Entrega dos manuais técnicos e certificados de garantia dos compressores;
- Entrega dos diagramas elétricos e plantas de caminhamento atualizadas da infraestrutura de climatização por sala técnica.

9.3.1.2. Sistemas de Detecção e Combate a Incêndio

Para que a Fiscalização do METRÔ-DF autorize a medição de cada parcela, a Contratada deve apresentar o Relatório de Comissionamento de Proteção Contra Incêndio por sala técnica, contendo, no mínimo:

- Comprovação da montagem de sensores de fumaça/calor, centrais de alarme, acionadores manuais, sinalização audiovisual e sistemas de extinção (ex: agentes limpos para salas eletrônicas), conforme o Projeto Executivo;
- Relatório de ensaios de campo demonstrando a sensibilidade da detecção e a correta lógica de disparo dos sistemas de combate, sem danos aos equipamentos eletrônicos de sinalização;
- Evidência documental de que os alarmes de incêndio e estados de falha das centrais locais são reportados corretamente às IHMs de supervisão no CCO, permitindo a correlação de eventos exigida no projeto;
- Entrega das certificações dos materiais aplicados (UL/FM ou equivalentes);
- Entrega dos diagramas de fiação atualizados e registro de instrução técnica para a equipe técnica do Metrô-DF sobre a operação e o reset do sistema.

9.4. Tratamento de Interferências com Sistemas Existentes

9.4.1. Tratamento de Interferências com Sistemas Existentes

9.4.1.1. Tratamento de Interferências com a Estrutura Civil e Sistemas Existentes (inclui demolição e recomposição)

Para que a Fiscalização do METRÔ-DF ateste a conclusão de cada parcela, a Contratada deve apresentar o Relatório de Tratamento de Interferências, contendo, no mínimo:

- Comprovação visual da remoção do obstáculo/interferência e da devida recomposição da estrutura civil (alvenaria, concreto, acabamento) conforme o padrão arquitetônico das estações;
- Declaração técnica de que as atividades (furações, demolições, remanejamento de dutos) não causaram danos às redes de telecomunicações corporativas, cabos de energia de tração ou circuitos de sinalização legado em operação;
- Entrega das pranchas atualizadas demonstrando o novo caminhamento de cabos ou a nova disposição física dos elementos adaptados, garantindo a rastreabilidade para manutenções futuras;
- Evidência de que o trecho de via ou sala técnica foi entregue limpo, sem detritos de obra e com todos os pontos de fixação devidamente vedados ou acabados;
- Detalhamento dos insumos e serviços aplicados na recomposição, justificando o cumprimento da etapa conforme o Projeto Executivo aprovado.

10. MIGRAÇÃO OPERACIONAL

10.1. Plano de Migração e Comissionamento

10.1.1. Plano de Migração e Comissionamento

10.1.1.1. Plano de Migração e Comissionamento Consolidado

Para que a Fiscalização autorize o ateste deste item, a Contratada deve apresentar o Relatório de Planejamento de Migração, contemplando, no mínimo, os requisitos técnicos previstos no projeto e na Documentação Técnica de Referência:

- Detalhamento técnico de como o sistema CBTC monitorará trens não equipados através de detecção secundária (contadores de eixo), preservando as distâncias de segurança durante a migração;

- Plano de utilização de janelas noturnas e períodos de baixa demanda para atividades intrusivas, garantindo a continuidade do serviço público;
- Definição clara dos critérios de entrada e saída para os testes em modo sombra e os marcos de "virada de chave" definitiva por segmento;
- Procedimentos documentados para o retorno imediato e seguro ao sistema legado caso as etapas de migração programadas não atinjam a estabilidade necessária;
- Definição das interfaces entre as equipes de sinalização, centro de controle (CCO) e manutenção durante os 12 meses de Operação Assistida;
- Evidência de que o plano de migração foi submetido à análise preliminar de perigos e está alinhado com as diretrizes do Independent Safety Assessor (ISA).

10.2. Testes Integrados

10.2.1. Testes Integrados Via-Trem

10.2.1.1. Testes Integrados Via-Trem

Para que a Fiscalização do METRÔ-DF autorize a medição de cada parcela, a Contratada deve apresentar o Relatório de SAT Dinâmico, contendo, no mínimo:

- Protocolos assinados comprovando a execução de todas as funções vitais de proteção (ATP) e operação automática (ATO) no domínio, incluindo precisão de parada em plataforma e detecção de balizas;
- Evidência de que o enlace rádio terra-trem manteve a latência inferior a 50 ms e a perda de pacotes abaixo de 1% durante as corridas de teste;
- Parecer do ISA (Independent Safety Assessor) validando que os testes dinâmicos corroboram os níveis de integridade SIL4 exigidos para a proteção de tráfego;
- Comprovação técnica da calibração do sistema de posicionamento do trem em relação à planta de via cadastrada no Track Database;
- Relatório de que os testes dinâmicos foram executados (preferencialmente em janelas noturnas) sem causar degradação ou risco à operação comercial remanescente em bloco fixo.

10.2.2. Testes de Interoperabilidade entre Frotas

10.2.2.1. Testes de Interoperabilidade entre Frotas

Para que a Fiscalização do METRÔ-DF ateste a conclusão de cada parcela, a Contratada deve apresentar um Relatório de Interoperabilidade, contendo, no mínimo:

- Relatórios de testes de campo comprovando que o trem da respectiva série executa todas as funções vitais de ATP (proteção), ATO (operação automática) e ATS (supervisão) sem divergências operacionais;
- Evidência de que as mensagens trocadas via rádio (DCS) seguem os protocolos definidos nos ICDs (Interface Control Documents) aprovados para cada frota;
- Registros extraídos do sistema de manutenção (MSS) demonstrando a estabilidade do rastreamento do trem em bloco móvel durante a transição entre zonas de controle (ZC);
- Comprovação de que a frota testada atende aos tempos de ciclo e curvas de frenagem necessários para sustentar o headway de 90 segundos;
- Documentação técnica validando que a integração da frota específica no sistema CBTC mantém o nível de integridade de segurança SIL4.

10.2.3. Testes de Cibersegurança e Resiliência

10.2.3.1. Testes de Cibersegurança e Resiliência

Para que a Fiscalização do METRÔ-DF autorize a medição deste item, a Contratada deve apresentar o Relatório de Certificação Cibernética, contendo, no mínimo:

- Evidência de que todos os ativos de rede e servidores centrais foram configurados com senhas fortes, certificados digitais para autenticação rádio e mecanismos de proteção contra manipulação de firmware;
- Comprovação de que o sistema SCT registra de forma centralizada todos os eventos de acesso (sucesso e falha) e alarmes de segurança cibernética integrados ao MSS;
- Relatório de testes demonstrando que, mesmo sob condições de estresse de rede ou perda de pacotes acima do nominal, o sistema preserva as funções de segurança vitais (SIL4) e entra em estado seguro (fail-safe);
- Validação de que a comunicação terra-trem e entre subsistemas vitais utiliza canais autenticados e criptografados, proibindo o uso de senhas estáticas em regime definitivo;
- Documento técnico validando que as medidas de cibersegurança implementadas suportam o Safety Case global do SCT.

10.3. Operação em Modo Sombra

10.3.1. Operação em Modo Sombra

10.3.1.1. Execução de Operação em Modo Sombra

O rateio financeiro e os percentuais de execução deste item são definidos no Critério de Medição, no evento correspondente do Eventograma.

Para que a Fiscalização do METRÔ-DF autorize a medição de cada parcela por domínio, a Contratada deve apresentar o Relatório de Validação em Modo Sombra, contendo, no mínimo:

- Comprovação, por meio de extração de dados do MSS (Maintenance Support System) e dos servidores de logging, de que as ordens de sinalização geradas pelo sistema CBTC foram consistentes com a ocupação real da via pelo sistema legado, sem ocorrência de falhas lógicas vitais;
- Evidência de que a rede de dados e os rádios terra-trem mantiveram a continuidade de comunicação exigida pelo IEEE 1474.1, com taxas de perda de pacotes e latência dentro dos parâmetros nominais durante o período de observação;
- Declaração assinada pela Fiscalização confirmando que a execução do Modo Sombra não causou degradações, atrasos ou impactos críticos na circulação dos passageiros;
- Documento técnico emitido pelo avaliador independente atestando que os dados coletados no Modo Sombra corroboram o Safety Case preliminar e demonstram a maturidade do sistema para a fase subsequente de Operação Mista;
- Evidência de que o sistema de sinalização modernizado manteve disponibilidade alvo superior a 99,9% durante o monitoramento em sombra.

10.4. Operação em Modo Misto e Cutover por Segmento

10.4.1. Operação em Modo Misto

10.4.1.1. Execução de Operação em Modo Misto

Para que a Fiscalização do METRÔ-DF autorize a medição deste item, a Contratada deve cumprir rigorosamente os requisitos da Documentação Técnica de Referência, que exige a comprovação de estabilidade operacional. As evidências obrigatórias incluem, no mínimo:

- Apresentação de evidências específicas e parecer favorável do ISA (Independent Safety Assessor) atestando que a lógica de detecção secundária (contadores de eixo) e as interfaces entre os sistemas novo e legado garantem a proteção vital de todos os trens no trecho;
- Demonstração, via logs do ATS e MSS, de que o sistema completou o período de observação e testes em shadow mode (modo sombra) sem divergências críticas, estando apto a assumir a operação comercial com passageiros;
- Comprovação de que o sistema CBTC identifica e protege corretamente as "áreas de sombra" ocupadas por trens ATC (não equipados), mantendo as autoridades de movimento (MA) dos trens CBTC estritamente seguras;
- Documento assinado pela Fiscalização confirmando que as equipes técnicas do Metrô-DF foram devidamente instruídas sobre os protocolos de convivência entre blocos fixos e blocos móveis no domínio específico;
- Evidência de que a operação mista no trecho não provoca degradações inaceitáveis no intervalo entre trens, mantendo a meta de regularidade operacional prevista em projeto.

10.4.2. Cutover por Segmento

10.4.2.1. Cutover de Segmento

Para que a Fiscalização do METRÔ-DF autorize a medição deste item, a Contratada deve cumprir rigorosamente os requisitos da Documentação Técnica de Referência, que exige a comprovação de estabilidade operacional. As evidências obrigatórias incluem, no mínimo:

- Apresentação do parecer favorável do ISA (Independent Safety Assessor) e do Safety Case consolidado para o trecho, atestando que todas as funções vitais (ATP) operam em nível SIL4 no novo modo;
- Logs extraídos do ATS e MSS comprovando que, após a transição, o sistema operou por um período mínimo de observação (definido no Plano de Migração) sem falhas críticas de sinalização ou frenagens de emergência injustificadas;
- Declaração da Fiscalização confirmando que não houve necessidade de reversão para o sistema de sinalização legado durante a fase de transição assistida;
- Evidência documental de que as interfaces com o sistema antigo foram isoladas logicamente e que o CBTC detém o controle exclusivo das Movement Authorities (MA) e do travamento de rotas;
- Comprovação em pista de que o segmento migrado suporta as tabelas horárias e o escalonamento para o headway de 90 segundos, conforme os requisitos de desempenho do projeto.

10.5. Descomissionamento do Sistema Legado

10.5.1. Equipamentos de Via

10.5.1.1. Descomissionamento de Máquina de Chave SAB-WABCO M3 (superfície), e acessórios.

Para que a Fiscalização autorize a medição deste item, a Contratada deve cumprir rigorosamente, no mínimo, os seguintes protocolos de engenharia:

- Comprovação documental (via logs do ATS/MSS) de que o AMV correspondente está operando plenamente sob o novo sistema de controle e que a máquina legada foi isolada eletricamente de forma definitiva;
- Remoção completa da máquina M3, barras de ataque, barras de controle, detectores de ponta, circuitos de detecção legados e toda a fiação associada até a caixa de junção de via;
- Verificação técnica de que a remoção não comprometeu a geometria do AMV, as placas de deslizamento ou a fixação dos novos acionamentos instalados na modernização;
- Elaboração de inventário contendo o part-number, número de série e tag operacional da máquina retirada, acompanhado de registro fotográfico do estado final da via;
- Comprovação da entrega física dos materiais removidos no Almoxarifado de Manutenção da Companhia.

10.5.1.2. Descomissionamento de Máquina de Chave Siemens S700K (túnel), e acessórios.

Para que a Fiscalização autorize a medição deste item, a Contratada deve cumprir, no mínimo, os seguintes protocolos de engenharia:

- Comprovação documental (logs do ATS/MSS) de que o novo sistema de intertravamento (IXL) e o CBTC assumiram integralmente o controle do AMV (Aparelho de Mudança de Via) e que a máquina legada está isolada eletricamente de forma segura;
- Remoção completa da máquina S700K, barras de ataque, barras de controle, detectores de ponta redundantes e toda a fiação associada até a caixa de junção de via ou sala técnica;
- Verificação de que a remoção não comprometeu a geometria do AMV ou a fixação dos novos componentes de acionamento integrados ao CBTC;
- Elaboração de inventário detalhado contendo part-number e número de série da máquina retirada, acompanhado de registro fotográfico do estado final da via no túnel;
- Comprovação da entrega física dos materiais removidos no Almoxarifado de Manutenção da Companhia.

10.5.1.3. Descomissionamento de Sinaleiros Existentes

Para que a Fiscalização do METRÔ-DF autorize a medição deste item, a Contratada deve cumprir, no mínimo, os seguintes protocolos de engenharia:

- Comprovação de que o trecho onde o sinaleiro está instalado já completou a "virada de chave" para o sistema CBTC e que a sua remoção não compromete a lógica de proteção vital (SIL4) configurada no novo intertravamento (IXL);
- Retirada completa da cabeça do sinaleiro, transformadores de isolação, ferragens de fixação e fiação associada até a caixa de junção ou sala técnica;
- Cada sinaleiro retirado deve ser identificado pelo seu tag operacional. A Contratada deve elaborar um relatório fotográfico "antes e depois" e um inventário de componentes;
- Entrega física dos materiais removidos no Almoxarifado de Manutenção da Companhia;
- Garantia de que a base de fixação do sinaleiro foi devidamente tratada (remoção de parafusos salientes ou nivelamento de concreto) para não oferecer riscos de tropeço ou obstrução ao pessoal de manutenção na via.

10.5.1.4. Descomissionamento de Equipamentos Gerais de Via e Cabeamento

Para que a Fiscalização do METRÔ-DF autorize a medição deste item, a Contratada deve apresentar o Relatório de Descomissionamento de Campo, contendo, no mínimo:

- Evidência documental de que os circuitos de via e intertravamentos legados do trecho foram desativados e que sua retirada física não compromete a segurança SIL4 do novo sistema CBTC em operação comercial;
- Registro fotográfico da retirada de equipamentos de via e desocupação de dutos, canaletas e esteiras de cabos;
- Confirmação de que todos os cabos desativados foram cortados, identificados e retirados em sua totalidade, evitando que pontas de cabos legados permaneçam em salas técnicas ou caixas de passagem;
- Entrega física dos materiais removidos no Almoxarifado de Manutenção da Companhia.

10.5.2. Sinalização Embarcada (ATC Legado)

10.5.2.1. Descomissionamento de ATC Embarcado — Frota 1000

Para que a Fiscalização autorize a medição deste item, a Contratada deve cumprir, no mínimo, os seguintes requisitos de engenharia e logística:

- Comprovação documental de que o trem específico já está operando de forma plena e estável com o novo sistema de bordo (OBCU/VOBC) compatível com GoA4, e que a reversibilidade para o sistema legado (ATC) não é mais necessária;
- Retirada completa dos bastidores de ATP/ATO legado, painéis de interface, cabeamentos obsoletos que não serão reaproveitados e sensores, preservando a integridade da nova instalação CBTC;
- Elaboração de um inventário detalhado de todos os componentes retirados (incluindo placas, cartões vitais e módulos), com fotos do estado físico e identificação por número de série;
- Entrega física dos materiais removidos no Almoxarifado de Manutenção da Companhia;
- Entrega dos armários de sinalização de bordo limpos, com leitos de cabos organizados e vedação de furações excedentes, garantindo o padrão de acabamento exigido para a vida útil da Frota 1000.

10.5.2.2. Descomissionamento de ATC Embarcado — Frota 2000

Para que a Fiscalização autorize a medição deste item, a Contratada deve cumprir rigorosamente, no mínimo, os seguintes protocolos:

- Comprovação documental de que o trem específico já está operando em regime definitivo com o novo sistema de bordo (OBCU/VOBC) e que a reversão para o sistema legado (ATC) não é mais necessária nem possível;
- Retirada completa de todos os componentes do sistema legado, incluindo bastidores de bordo, painéis de controle analógicos (se houver), sensores tachos exclusivos do ATC, antenas legadas e cabeamentos obsoletos que não serão reaproveitados pela nova infraestrutura;
- Verificação de que a remoção do hardware antigo não causou danos, interferências eletromagnéticas (EMC) ou instabilidades mecânicas na instalação do novo sistema CBTC compatível com GoA4;
- Elaboração de inventário detalhado de todas as placas e módulos retirados (ex: unidades vitais de ATP, cartões de ATO legado), acompanhado de fotos;
- Entrega, ao Almoxarifado de Manutenção da Companhia, dos armários de sinalização de bordo limpos, com leitos de cabos organizados e furações excedentes devidamente vedadas, assegurando o padrão de acabamento exigido no projeto.

10.5.3. Equipamentos de Salas Técnicas

10.5.3.1. Descomissionamento — Salas Técnicas Mestras

Para que a Fiscalização autorize a medição deste item, a Contratada deve apresentar o Relatório de Descomissionamento de Sala Mestra, contendo, no mínimo:

- Relatório extraído do ATS e MSS comprovando que o novo sistema de sinalização está operando de forma plena e estável no domínio geográfico daquela sala, sem necessidade de reversão (rollback);
- Evidência de que os bastidores (racks), quadros de relés, processadores e cablagens do sistema legado foram desconectados e removidos sem danos às infraestruturas compartilhadas (climatização, energia e detecção de incêndio);
- Listagem detalhada dos ativos retirados (incluindo part-numbers e números de série), acompanhada de registro fotográfico do estado final da sala técnica;
- Comprovação da entrega física e descarregamento dos materiais removidos no Almoxarifado de Manutenção da Companhia;
- Entrega da sala técnica em condições de uso definitivo, com leitos de cabos organizados e ausência de detritos ou materiais inservíveis.

10.5.3.2. Descomissionamento — Salas Técnicas Satélite

Para que a Fiscalização autorize a medição deste item, a Contratada deve apresentar o Relatório de Descomissionamento de Sala Satélite, contendo, no mínimo:

- Evidência documental (logs do ATS/MSS) de que o sistema CBTC no trecho correspondente àquela sala está operando de forma estável e que os equipamentos legados foram isolados e desativados sem impacto à segurança SIL4;
- Remoção completa de bastidores, quadros de relés, equipamentos de rádio antigos, fiações obsoletas e interfaces de sinais que não compõem a nova solução, preservando a integridade dos novos ativos e da infraestrutura predial (climatização e combate a incêndio);
- Listagem detalhada de todos os componentes retirados (incluindo part-number e número de série), acompanhada de registro fotográfico do "antes e depois" da intervenção;
- Comprovação da entrega física e descarregamento dos materiais removidos no Almoxarifado de Manutenção da Companhia;
- Entrega da sala técnica limpa, com canaletas e leitos organizados, sem detritos ou materiais inservíveis remanescentes.

10.5.3.3. Descomissionamento — Salas Técnicas PAC

Para que a Fiscalização autorize o ateste deste item, a Contratada deve cumprir, no mínimo, os seguintes protocolos de engenharia e logística:

- Comprovação de que o sistema CBTC/IXL está operando de forma estável no PAC e que os equipamentos legados foram isolados eletricamente de forma segura, sem risco de curto-circuito ou interferência nos novos sistemas;
- Remoção completa de bastidores (racks), controladores locais, painéis de relés obsoletos, cablagens desativadas e equipamentos de rede do sistema legado, preservando a integridade das infraestruturas compartilhadas;
- Comprovação da entrega física e descarregamento dos materiais removidos no Almoxarifado de Manutenção da Companhia;

- Entrega das salas técnicas do PAC limpas e com as canaletas fechadas e organizadas, garantindo que não restem detritos ou cabos "órfãos" que possam causar confusão operacional futura.

10.5.3.4. Descomissionamento — Salas Técnicas CCO

Para que a Fiscalização autorize a medição deste item, a Contratada deve cumprir rigorosamente, no mínimo, os seguintes protocolos de engenharia e logística previstos na Documentação Técnica de Referência:

- Comprovação documental de que o sistema CBTC está operando de forma plena e estável, e que o sistema legado nas salas do CCO não é mais necessário para funções de fallback ou suporte operacional;
- Desconexão e retirada completa de bastidores, servidores de tráfego, IHMs de supervisão antigas, cablagens obsoletas e equipamentos de rede do sistema substituído, preservando a integridade das instalações prediais e dos novos sistemas instalados;
- Elaboração de um Relatório de Descomissionamento contendo a listagem detalhada de todos os ativos removidos (com part-number e número de série), fotos do estado físico e identificação de origem;
- Comprovação da entrega física dos ativos removidos no Almoxarifado de Manutenção da Companhia;
- Entrega das salas técnicas do CCO limpas, com as canaletas e leitos organizados, sem sobras de materiais de descarte (debris) ou fiações soltas.

11. OPERAÇÃO ASSISTIDA, GARANTIA E ENCERRAMENTO

11.1. Operação Assistida

11.1.1. Suporte Técnico Presencial em Operação Assistida

11.1.1.1. Suporte Técnico Presencial em CCO

Para que a Fiscalização do METRÔ-DF ateste a medição, a Contratada deve apresentar o Relatório Mensal de Suporte ao CCO, contendo, no mínimo:

- Relatório de apoio à configuração de tabelas horárias, injeção/recolhimento de trens e ajustes nas estratégias de regulação automática para manutenção do headway de 90 segundos;
- Logs consolidados do MSS (Maintenance Support System) e servidores de logging, detalhando a resolução de anomalias de software ou hardware central que impactaram a supervisão;
- Evidência de atuação técnica em falhas de comunicação (DCS) ou perda de rastreamento de trens a partir das IHMs operacionais;
- Relatório de suporte aos operadores durante situações de contingência, garantindo a aplicação segura das lógicas de fallback conforme o Safety Case;
- Registro de sessões de instrução técnica para a equipe técnica do Metrô-DF, focadas na operação e na interpretação de diagnósticos complexos;
- Folhas de presença ou logs de acesso autenticados demonstrando a mobilização da equipe técnica especializada nas escalas operacionais acordadas.

11.1.1.2. Suporte Técnico Presencial em Oficinas e Campo

Para que a Fiscalização do METRÔ-DF ateste a medição, a Contratada deve apresentar o Relatório Mensal de Suporte em Campo, que deve conter, no mínimo:

- Listagem de todas as ocorrências de campo e de bordo (trens) reportadas pelo MSS (Maintenance Support System) ou pela manutenção do Metrô-DF, com o detalhamento do tempo de resposta e solução;
- Relatório de suporte às intervenções nas Unidades de Processamento Vital (OBCU/VOBC) das frotas, garantindo que o retrofit das Séries 1000 e 2000 e a integração da Série 3000 mantenham a estabilidade funcional em GoA4;
- Evidência de acompanhamento técnico nas salas técnicas e trechos de via para ajustes em balizas, contadores de eixo e ativos de rede (DCS);
- Relatório de shadowing demonstrando que a equipe do Metrô-DF acompanhou as intervenções, cumprindo o requisito de capacitação técnica para operação e manutenção autônoma;
- Comprovação da mobilização do efetivo técnico mínimo exigido no Plano Global de Execução, com profissionais qualificados nas disciplinas de sinalização e telecomunicações.

11.1.2. Ajustes Operacionais e Aceitação Progressiva

11.1.2.1. Ajustes de Parametrização e Configuração

Para que a Fiscalização do METRÔ-DF autorize o ateste de cada marco, a Contratada deve apresentar o Relatório de Configuração e Otimização, contendo, no mínimo:

- Documentação de todas as mudanças realizadas nos parâmetros vitais e não vitais em relação à versão anterior, garantindo a rastreabilidade exigida pela norma EN 50128;
- Logs extraídos do ATS e do MSS demonstrando a melhoria ou estabilização de indicadores como erro de alinhamento em plataforma e cumprimento das tabelas horárias;
- Declaração do Responsável Técnico de que os ajustes realizados na parametrização não violaram os limites de segurança estabelecidos no Safety Case do sistema;
- Evidência de que os perfis de condução (ATO) foram ajustados para o equilíbrio entre o tempo de percurso e o consumo de energia de tração, conforme premissas do anteprojeto;
- Entrega das cópias de segurança atualizadas do Track Database e tabelas de intertravamento após as alterações do período.

11.1.2.2. Aceitação Operacional Progressiva por Marco

Para que a Fiscalização do METRÔ-DF ateste cada marco de aceitação progressiva, a Contratada deve apresentar o Relatório de Desempenho Operacional, contendo, no mínimo:

- Logs extraídos do ATS e MSS comprovando que o sistema manteve a disponibilidade de 99,9%, descontando-se eventos alheios ao SCT;
- Evidência de que o DCS operou sem perdas de pacotes que causassem frenagens de emergência por perda de comunicação (comutação silenciosa);
- Comprovação de que, em regime de carrossel, o sistema permitiu a manutenção do intervalo de projeto entre trens com o sistema modernizado;
- Confirmação de que as funções vitais (ATP) operaram estritamente dentro dos parâmetros do Safety Case aprovado.

11.2. Encerramento e Documentação Final

11.2.1. Documentação As-Built Consolidada

11.2.1.1. Documentação As-Built Consolidada

Para que cada parcela seja atestada pela Fiscalização do METRÔ-DF, a Contratada deve apresentar a Documentação As-Built Consolidada por subsistema, contendo, no mínimo:

- Desenhos em formato digital editável refletindo a localização exata de cabos, balizas, antenas e bastidores nas salas técnicas;
- Registro das versões baseline de software e firmware efetivamente carregadas nos processadores vitais e ativos de rede no encerramento da Operação Assistida;
- Revisão final das memórias de cálculo de headway, tempos de percurso e balanço energético baseada nos dados reais de campo;
- Compilado de todos os relatórios de testes FAT e SAT aprovados, correlacionando os resultados às funcionalidades instaladas;
- Versão final revisada dos manuais em português, incorporando os ajustes realizados durante a fase de migração e comissionamento.

11.2.2. Transferência Final de Conhecimento e Documentação

11.2.2.1. Transferência Final de Conhecimento e Documentação

Para que a Fiscalização autorize a medição deste item, a Contratada deve evidenciar o cumprimento integral, no mínimo, dos requisitos de documentação e treinamento previstos na Documentação Técnica de Referência:

- Entrega de todos os projetos as-built, diagramas, arquiteturas funcionais, memórias de cálculo e registros de testes (FAT/SAT) em versão final e atualizada, refletindo a solução efetivamente implantada na Linha 1;
- Transferência formal das bibliotecas de configuração, track databases, tabelas de intertravamento e parâmetros de desempenho, garantindo a rastreabilidade das versões de software vital e não vital;
- Apresentação dos relatórios finais de instrução técnica e operacional, com listas de presença e certificados das equipes de CCO, manutenção de via, eletrônica e material rodante, comprovando a transferência efetiva de know-how;
- Comprovação da entrega de todas as licenças de software permanentes e, se aplicável, dos procedimentos de custódia (escrow) de códigos-fonte, conforme as diretrizes de proteção do investimento;
- Relatório circunstanciado assinado pela Fiscalização e pela Contratada atestando que todas as não conformidades (NCs) e pendências levantadas durante o Recebimento Provisório (CRP) foram sanadas.

12. FORNECIMENTO DE SOBRESSALENTES

12.1. Sobressalentes de Sinalização de Via

12.1.1. Sobressalentes de Sinalização de Via

12.1.1.1. Sobressalentes de Controle e Intertravamento

Para que a Fiscalização do METRÔ-DF autorize a medição do item, a Contratada deve demonstrar o cumprimento, no mínimo, dos seguintes requisitos de engenharia e logística:

- Os equipamentos devem ser entregues no Almoxarifado de Manutenção da Companhia, conferidos item a item conforme a lista de sobressalentes de controle e intertravamento aprovada;
- Cada componente vital fornecido deve ser acompanhado de seu respectivo certificado de conformidade original e relatórios de testes de fábrica (FAT), assegurando que o sobressalente mantém o nível de integridade de segurança exigido pelas normas CENELEC EN 50126/128/129;
- Comprovação de que os sobressalentes eletrônicos possuem versões de firmware e hardware idênticas às instaladas em campo (versão baseline homologada), garantindo a substituição imediata sem necessidade de reprogramação complexa ou risco de incompatibilidade;
- Os componentes devem ser entregues em embalagens que garantam proteção contra descargas eletrostáticas (ESD) e umidade, acompanhados de guia técnico de estocagem de longo prazo.

12.1.1.2. Sobressalentes de Supervisão e Comunicação Trem-Terra

Para que a Fiscalização do METRÔ-DF autorize a medição do item, a Contratada deve cumprir, no mínimo, os seguintes requisitos de engenharia e governança:

- Os ativos devem ser entregues no Almoxarifado de Manutenção da Companhia, conferidos item a item conforme a lista de sobressalentes de supervisão e comunicação trem-terra aprovada;
- Todos os ativos de rede e servidores devem estar pré-configurados com a versão de firmware homologada e em conformidade com as políticas de hardening da norma IEC 62443 e as diretrizes de cibersegurança do projeto;
- Apresentação de documentos que comprovem a originalidade dos componentes e os termos de garantia do fabricante, fundamentais para a gestão de ciclo de vida e suporte de longo prazo;
- Os equipamentos eletrônicos sensíveis devem ser entregues em embalagens que garantam proteção contra descargas eletrostáticas (ESD) e umidade, com instruções claras de estocagem.

12.1.1.3. Sobressalentes de Equipamentos de Via

Para que a Fiscalização do METRÔ-DF autorize a medição do item, a Contratada deve cumprir, no mínimo, os seguintes requisitos técnicos e logísticos:

- Os equipamentos devem ser entregues no Almoxarifado de Manutenção da Companhia, conferidos item a item conforme a lista de sobressalentes de equipamentos de via aprovada;
- Cada componente vital de via deve ser acompanhado de seu respectivo certificado de conformidade e relatórios de testes de fábrica, assegurando que o sobressalente mantém o nível de integridade de segurança exigido pelas normas CENELEC EN 50126/129;
- Todos os itens devem estar etiquetados com part-number, número de série e QR Code compatível com o Sistema de Suporte à Manutenção (MSS), permitindo o controle automatizado de inventário e gestão de falhas;
- Os componentes eletrônicos sensíveis devem ser entregues em embalagens protegidas contra umidade e descargas eletrostáticas (ESD), com instruções de estocagem de longo prazo;
- Entrega de guia técnico para substituição em campo, detalhando procedimentos de calibração e testes de prontidão pós-troca.

12.2. Sobressalentes de Infraestrutura e Ativos de Rede

12.2.1. Sobressalentes de Infraestrutura e Ativos de Rede

12.2.1.1. Sobressalentes de Infraestrutura e Ativos de Rede

Para que a Fiscalização do METRÔ-DF autorize a medição deste item, a Contratada deve cumprir rigorosamente, no mínimo, os seguintes requisitos técnicos e logísticos:

- Os ativos devem ser entregues no Almoxarifado de Manutenção da Companhia, conferidos item a item frente à Lista de Sobressalentes de Rede aprovada;
- Entrega de evidências de que os ativos fornecidos possuem suporte nativo aos requisitos de hardening e protocolos de segurança exigidos, como 802.1X, SNMPv3, e conformidade com a norma IEC 62443-4-2;
- Comprovação de que todos os ativos sobressalentes estão carregados com a versão de firmware homologada e possuem as licenças de software permanentes necessárias para operação imediata;
- Entrega de manuais de substituição rápida e procedimentos de backup/restore de configuração, garantindo a autonomia das equipes de telecomunicações do Metrô-DF.

12.3. Sobressalentes de Sinalização Embarcada

12.3.1. Sobressalentes de Sinalização Embarcada

12.3.1.1. Sobressalentes de Sinalização Embarcada

Para que a Fiscalização do METRÔ-DF autorize a medição do item, a Contratada deve cumprir rigorosamente, no mínimo, os seguintes requisitos de segurança e logística:

- Os itens devem ser entregues no Almoxarifado de Manutenção da Companhia, conferidos um a um conforme a lista de sobressalentes de sinalização embarcada aprovada;
- Cada componente vital (SIL4) deve ser acompanhado de seu respectivo certificado de conformidade e testes de bancada originais do fabricante, assegurando que o sobressalente mantém a integridade funcional do sistema original;
- Os componentes eletrônicos sensíveis devem ser entregues em embalagens antiestáticas (ESD) e protegidas contra umidade, com instruções claras de armazenamento e prazos de validade para itens de desgaste (ex: baterias internas ou selos de vedação);
- Entrega de manual de substituição rápida para as equipes de material rodante, detalhando os procedimentos de "hot-swap" (quando aplicável) e calibração pós-troca.

12.4. Ferramentas Especiais e Equipamentos de Manutenção

12.4.1. Ferramentas Especiais e Equipamentos de Manutenção

12.4.1.1. Ferramentas Especiais de Manutenção

Para que a Fiscalização do METRÔ-DF autorize o ateste da medição, a Contratada deve apresentar o Relatório de Entrega de Ferramental, contendo, no mínimo:

- Comprovação de que todos os itens entregues no Almoxarifado de Manutenção da Companhia correspondem exatamente à Lista de Ferramental Especial aprovada;
- Entrega de documentação técnica em português, detalhando a aplicação de cada ferramenta em procedimentos de manutenção preventiva ou corretiva dos subsistemas ZC, IXL, OBCU e DCS;

- Apresentação de certificados de conformidade ou calibração para ferramentas que exijam precisão métrica ou elétrica, garantindo que o ferramentário não degrade os ativos vitais durante a intervenção.

12.4.1.2. Equipamentos de Medição e Calibração

Para que a Fiscalização do METRÔ-DF autorize a medição deste item, a Contratada deve cumprir rigorosamente, no mínimo, os seguintes requisitos:

- Os equipamentos devem ser entregues no Almoxarifado de Manutenção da Companhia, conferidos item a item frente à lista modular aprovada;
- Cada instrumento deve ser acompanhado de certificado de calibração válido, emitido por laboratórios acreditados pelo Inmetro (RBC) ou equivalentes internacionais, garantindo a rastreabilidade das medições;
- Entrega de manuais de operação e manutenção em português, além de guias rápidos para intervenções em campo.

13. SEGURANÇA E RAMS

13.1. Segurança e RAMS

13.1.1. Segurança e RAMS

13.1.1.1. Plano RAMS e de Segurança

Para que a Fiscalização do METRÔ-DF autorize a medição das parcelas, o Plano RAMS deve apresentar evidências documentais de que a solução CBTC proposta atende, no mínimo, aos seguintes requisitos da Documentação Técnica de Referência:

- Definição clara das fases de desenvolvimento, desde a concepção até o descomissionamento, garantindo que a segurança seja tratada como processo contínuo e não apenas como entrega final;
- Definição dos targets de MTBF (Confiabilidade) e MTTR (Mantenabilidade) para componentes críticos (Zone Controllers, OBCU, IXL), de modo a sustentar a disponibilidade alvo de 99,9%;
- Estabelecimento das técnicas de programação, controle de configuração e testes de software para sistemas vitais e não vitais (ATS/ATO);
- Cronograma de auditorias e interface com o ISA para validação de cada marco geográfico e funcional;
- Metodologia para abertura e manutenção do Hazard Log, incluindo o processo de mitigação de riscos em ambiente brownfield;
- Diretrizes para a blindagem da rede DCS e segmentação de zonas de segurança.

13.1.1.2. Análise Preliminar de Perigos e Hazard Log

Para que a Fiscalização do METRÔ-DF autorize a medição deste item, a Contratada deve apresentar o Relatório técnico contendo, no mínimo:

- Identificação exaustiva de perigos associados à sinalização, material rodante (Séries 1000, 2000 e 3000) e interfaces de via em ambiente brownfield;
- Implementação de ferramenta ou base de dados que garanta a rastreabilidade de cada perigo desde a identificação até a validação final (V&V), permitindo auditorias contínuas do ISA;

- Detalhamento do comportamento vital do sistema em caso de falhas de comunicação (DCS), perda de odometria ou indisponibilidade de componentes centrais;
- Definição clara das Condições de Aplicação Relacionadas à Segurança (SRACs) que devem ser observadas pelo Metrô-DF durante a operação assistida e comercial;
- Manifestação técnica do avaliador independente atestando que a metodologia de análise de riscos aplicada atende aos requisitos das normas CENELEC aplicáveis ao nível de automação GoA4.

13.1.1.3. Análises RAMS

Para que a Fiscalização do METRÔ-DF ateste cada etapa, os artefatos técnicos devem seguir rigorosamente as normas CENELEC EN 50126 e conter no mínimo:

- Demonstração matemática (ex: Diagramas de Blocos de Confiabilidade ou Cadeias de Markov) de que o sistema SCT atingirá a disponibilidade alvo de 99,9%;
- Apresentação das taxas de falha e cálculos de MTBF (Mean Time Between Failures) de todos os componentes críticos da via e de bordo, fundamentados em dados de referência ou certificados de fabricantes;
- Definição dos tempos médios de reparo (MTTR) e comprovação de que o design facilita a substituição de módulos (hot-swappable) e o diagnóstico automatizado de falhas;
- Identificação detalhada de todos os modos de falha possíveis, seus efeitos na operação (headway, segurança) e a criticidade de cada evento para o transporte de passageiros;
- Análise de suporte de longo prazo (20 a 30 anos), garantindo que as metas RAMS não sejam degradadas pela obsolescência tecnológica.

13.2. Relatórios de Segurança

13.2.1. Relatórios de Segurança

13.2.1.1. Safety Case do Sistema

Para que a Fiscalização do METRÔ-DF ateste cada parcela, o dossiê de Safety Case deve conter, no mínimo:

- Descrição precisa da configuração de hardware e versões de software vitais (OBCU, ZC, IXL) aplicáveis àquela medição;
- Evidências de que o ciclo de vida do software seguiu a norma EN 50128;
- Demonstração de conformidade com os requisitos SIL4 e análise de falhas aleatórias (EN 50129);
- Evidência de que todos os perigos relevantes para aquele trecho ou fase foram devidamente mitigados e validados pelo ISA;
- Relatório de avaliação independente atestando a prontidão do sistema para operação segura naquela etapa;
- Lista atualizada de restrições operacionais e regras de segurança que devem ser observadas pelo Metrô-DF.

13.2.1.2. Demonstração de Cumprimento RAMS

Para que a Fiscalização do METRÔ-DF ateste o cumprimento de cada marco, a Contratada deve apresentar, minimamente, um Relatório de Desempenho RAMS, fundamentado em logs dos servidores de supervisão (ATS) e do Sistema de Suporte à Manutenção (MSS):

- Evidência documental de que a disponibilidade da sinalização (CBTC + Intertravamento + DCS) manteve-se no patamar alvo, descontando-se indisponibilidades causadas por fatores externos ou alheios ao sistema SCT;
- Listagem de falhas ocorridas no período, categorizadas por subsistema (ZC, IXL, VOBC, DCS), calculando-se o Tempo Médio Entre Falhas e o Tempo Médio de Reparo efetivo das equipes;
- Identificação de falhas sistemáticas ou repetitivas que demandem ajustes de manutenção preventiva ou preditiva;
- Reporte sobre a eficácia das estratégias de fallback e o tempo de recuperação após ocorrências, garantindo que a segurança SIL4 foi preservada em todos os eventos;
- Confirmação pelo Avaliador de Segurança Independente de que os incidentes de campo não violaram as premissas do Safety Case.

13.3. Avaliação de Segurança Independente (ISA)

13.3.1. Avaliação de Segurança Independente (ISA)

13.3.1.1. Serviço de Avaliação de Segurança Independente (ISA)

Para a liberação de cada parcela, a Contratada deve apresentar à Fiscalização do METRÔ-DF o Relatório de Avaliação do ISA (ISA Assessment Report) correspondente, contendo minimamente:

- Declaração explícita de que os artefatos de engenharia avaliados atendem aos requisitos das normas EN 50126/128/129 e ao nível de segurança SIL4;
- Matriz de rastreabilidade demonstrando o tratamento e fechamento de não conformidades (NCs) apontadas em auditorias anteriores;
- Verificação de que as Condições de Aplicação Relacionadas à Segurança (SRACs) foram devidamente implementadas e testadas;
- Parecer técnico sobre a eficácia das medidas de mitigação registradas no Hazard Log para os perigos identificados;
- Validação de que os testes de intrusão e resiliência lógica confirmaram a robustez da rede DCS vital conforme a IEC 62443.

ANÁLISE DE RISCO

CONTRATAÇÃO INTEGRADA DE EMPRESA OU CONSÓRCIO ESPECIALIZADO PARA ELABORAÇÃO DOS PROJETOS BÁSICO E EXECUTIVO, FORNECIMENTO, IMPLANTAÇÃO, INTEGRAÇÃO, TESTES, COMISSIONAMENTO E OPERAÇÃO ASSISTIDA DO SISTEMA DE SINALIZAÇÃO E CONTROLE DE TRENS (SCT) DA LINHA 1 DO METRÔ-DF, BASEADO EM TECNOLOGIA CBTC, COM NÍVEL DE AUTOMAÇÃO GoA4, CONTEMPLANDO A LINHA EXISTENTE, OS TRECHOS DE EXPANSÃO EM SAMAMBAIA E CEILÂNDIA E A INTEGRAÇÃO COM AS FROTAS DAS SÉRIES 1000, 2000 E FUTURA SÉRIE 3000

1. INTRODUÇÃO

1.1. A análise de riscos permite a identificação, avaliação e gerenciamentos dos riscos relacionado à execução do contrato. Para cada risco identificado, define-se: a probabilidade de ocorrência dos eventos, um grau de impacto, alocação, possíveis consequências, diligências (medidas preventivas) e medidas mitigadoras (medidas corretivas em caso de concretização do risco).

1.2. **Risco** é o efeito da incerteza sobre objetivos estabelecidos. É a possibilidade de ocorrência de eventos que afetem a realização ou alcance dos objetivos, combinada como impacto dessa ocorrência sobre os resultados pretendidos.[1] Já o gerenciamento dos riscos consiste em um conjunto de atividades coordenadas para identificar, analisar, avaliar, tratar e monitorar riscos. É o processo que visa conferir razoável segurança quanto ao alcance dos objetivos.[2]

1.3. Após a identificação e classificação, deve-se executar uma análise qualitativa. A análise qualitativa define o impacto (que é é o efeito da materialização de um risco no objetivo de um Contrato), a probabilidade (que reflete o grau de possibilidade de que um evento de risco ocorra) e o consequente nível de risco por meio da atribuição de qualificadores, como "improvável, raro, possível, provável, quase certo", a título exemplificativo e não exaustivo.

PROBABILIDADE	DEFINIÇÃO	IMPACTO	DEFINIÇÃO	VALOR
Improvável	O evento tem mínimas chances de ocorrer	**Mínimo**	Impacto insignificante	**1**
Raro	O evento tem pequena chance de ocorrer	**Menor**	Impacto pequeno	**2**
Possível	O evento tem chance de ocorrer	**Moderado**	Impacto médio, porém recuperável	**3**
Provável	O evento é esperado, mas pode não ocorrer	**Maior**	Impacto significativo (alto), de difícil reversão	**4**
Quase Certo	O evento ocorre(de forma inequívoca), salvo exceções	**Calamitoso**	Impacto muito alto, de forma irreversível	**5**

Tabela 1: Escala qualitativa de classificação de probabilidade e de consequências (impactos) (Brasil, 2012, adaptado)

1.4. A escolha dos qualificadores que definem os graus de impacto leva em consideração a expectativa das possíveis consequências da materialização do risco sobre o Cronograma Contratual e sobre a qualidade final do objeto. Essa ponderação não considera a relação entre valores financeiros atribuídos ao risco com o valor total do Contrato. Já a avaliação da probabilidade considera a possibilidade de que um risco venha a se materializar no horizonte do prazo de vigência do Contrato, com base na frequência(estimada empiricamente) da ocorrência de tais eventos em Contratos anteriores.

1.5. O nível de risco será proporcional tanto à **probabilidade** como ao **impacto**, a função 'Risco' será essencialmente um produto dessas variáveis. A tabela a seguir apresenta a Matriz Probabilidade x Impacto, instrumento responsável pela definição dos critérios quantitativos de classificação do nível de risco. O produto probabilidade x impacto resulta no nível de risco inerente que é o nível de risco antes da consideração das respostas que a Administração adota para reduzir a probabilidade do evento ou os seus impactos nos objetivos, caso esses sejam considerados negativos, incluindo controles internos. Caso compreenda-se que o risco ensejará em impactos positivos, poderão ser adotadas medidas a fim de potencializar seu sucesso, sendo caracterizados como oportunidades.

IMPACTO	**Calamitoso (5)**	Médio (5)	Alto (10)	Muito Alto (15)	Muito Alto (20)	Extremo (25)
	Maior (4)	Médio (4)	Alto (8)	Alto (12)	Muito Alto (16)	Muito Alto (20)
	Moderado (3)	Baixo (3)	Médio (6)	Alto (9)	Alto (12)	Muito Alto (15)
	Menor (2)	Baixo (2)	Médio(4)	Médio (6)	Alto (8)	Alto (10)
	Mínimo (1)	Muito Baixo (1)	Baixo (2)	Baixo (3)	Médio (4)	Médio (5)

	Improvável (1)	Raro (2)	Possível (3)	Provável (4)	Quase Certo (5)
	PROBABILIDADE				

Tabela 2: Matriz com os níveis de risco inerente (NRI), resultado do produto da probabilidade x Impacto - (P X I) (Brasil, 2012, adaptado)

1.6. O produto da probabilidade pelo impacto de cada risco deve se enquadrar em uma região da matriz probabilidade x impacto (P X I). Caso o risco enquadre-se na região verde, seu nível de risco é entendido como baixo, logo admite-se a aceitação do mesmo ou adoção das medidas preventivas, através do uso de controles de segurança. Se estiver na região amarela, entende-se como médio; e se estiver na região vermelha, entende-se como nível de risco alto. Nos casos de riscos classificados como médio e alto, deve-se adotar obrigatoriamente os controles de segurança previstos.

1.7. Para cada evento de risco poderão ser adotadas, pelas partes, posturas em resposta aos possíveis impactos resultantes, denominados, nesta análise como "*Tratamento do Risco*". São descritas, a seguir, as posturas a serem adotadas, frisando-se que são mutuamente exclusivas:

1.7.1. ***Tolerar -*** As consequências são aceitas, não sendo implementada nenhuma ação para reduzir impacto ou probabilidade de ocorrência do evento. Este tratamento será empregado nas hipóteses em que o risco estiver dentro do apetite a risco da organização (considerado baixo, por exemplo), quando a capacidade de influência sobre o risco for limitada, ou quando o custo de tomar qualquer medida é desproporcional em relação ao benefício potencial;

1.7.2. ***Reduzir -*** Ações são implementadas com o intuito de minimizar o impacto ou a probabilidade de ocorrência;

1.7.3. ***Evitar -*** É cessada a realização da atividade desencadeadora do evento/risco;

1.7.4. ***Transferir -*** Parte ou todo impacto do risco é transferido a terceiros, por exemplo, por meio da contratação de seguro, operações de Hedge, terceirização de atividade, etc; e

1.7.5. ***Explorar -*** Quando o risco é positivo, ou seja, uma oportunidade, ações são implementadas para aumentar sua probabilidade de ocorrência.

2. MATRIZ DE RISCO

2.1. O objetivo estabelecido para esta contratação, cujo alcance poderá ser afetado por incertezas materializadas em eventos de risco, é a **contratação integrada de empresa ou consórcio especializado para elaboração dos projetos básico e executivo, fornecimento, implantação, integração, testes, comissionamento e operação assistida do sistema de sinalização e controle de trens (sct) da linha 1 do metrô-df, baseado em tecnologia cbtc, com nível de automação goa4, contemplando a linha existente, os trechos de expansão em samambaia e ceilândia e a integração com as frotas das séries 1000, 2000 e futura série 3000**, de acordo com o escopo e prazo estabelecidos no Termo de Referência.

2.2. A finalidade da avaliação de riscos é auxiliar na tomada de decisões, com base nos resultados da análise de riscos, sobre quais riscos necessitam de tratamento e a prioridade para a implementação do tratamento, além de definir riscos, delinear algumas responsabilidades contratuais entre as partes e servir de cláusula caracterizadora do equilíbrio econômico-financeiro inicial do contrato, em termos de ônus financeiro decorrente de eventos supervenientes à contratação. O levantamento dos principais eventos de riscos inerentes ao certame resultou na seguinte matriz de risco:

RISCO	CATEGORIA	DESCRIÇÃO DO RISCO	CAUSA	CONSEQUÊNCIAS	IMPACTO	PROB.	CRITICIDADE	PR
1	Concepção / Cibersegurança	Não atendimento aos requisitos de segurança cibernética aplicáveis ao sistema CBTC, DCS, CCO, sistemas embarcados e interfaces críticas	Arquitetura inadequada de segmentação OT/TI; falhas de hardening, gestão de acessos, logs, backups, atualização, resposta a incidentes ou ausência de evidências de conformidade com os requisitos contratuais.	Reprovação de entregáveis; necessidade de retrabalho; vulnerabilidades residuais; atraso em testes, comissionamento ou aceite; aumento da exposição operacional do sistema.	Maior	Possível	Alto	
2	Concepção operacional / Gestão contratual	Alteração superveniente das premissas operacionais adotadas como base para o projeto, implantação, testes ou aceite do sistema CBTC	Mudança no plano operacional, headway alvo, estratégia de implantação do GoA4, uso das frotas, operação do tronco e dos ramais, manutenção ou quebra da operação em Y, expansão da linha, estratégia de CCO, modos degradados ou diretrizes operacionais internas do METRÔ-DF.	Necessidade de revisão de projetos, software, parametrizações, simulações, testes, cronograma, critérios de aceite ou operação assistida; possível impacto em prazo, custo e certificação de segurança.	Maior	Possível	Alto	

3	Governança / Interfaces contratuais	Falta de coordenação entre contratos simultâneos ou interdependentes necessários à implantação do CBTC	Ausência de governança integrada entre contratos de CBTC, obras civis, expansões, material rodante, energia, telecomunicações, CCO, sistemas auxiliares, supervisão, ISA e demais intervenções correlatas.	Incompatibilidades físicas, lógicas, funcionais e operacionais; indisponibilidade de frentes de trabalho; atrasos em instalação, testes e comissionamento; retrabalho; conflitos de responsabilidade; necessidade de reprogramação do cronograma e potenciais pleitos contratuais.	Maior	Provável	Muito Alto	
4	Institucional / Estratégico	Mudança de diretrizes estratégicas, prioridades governamentais ou liderança institucional com impacto na continuidade, escopo ou ritmo da implantação do CBTC	Troca de gestão no GDF ou no METRÔ-DF; redefinição de prioridades orçamentárias; alteração de programas de governo; mudança de diretrizes institucionais para expansão, modernização ou automação metroviária.	Redução de prioridade do empreendimento; postergação de decisões; revisão de escopo; suspensão parcial de frentes de trabalho; atraso na implantação; risco de paralisação, redimensionamento ou descontinuidade administrativa.	Maior	Possível	Alto	
5	Aspectos Legais	CONTRATADA não disponibilizar evidências de que o seu corpo técnico está em dia com as NRs do trabalho (NR-10, etc.)	alta de treinamento / reciclagem das NRs do seu corpo técnico	Acidentes durante a execução das atividades integrantes do objeto; Prejuízos financeiros e/ou administrativos; Sanções por parte de órgãos fiscalizadores e/ou reguladores; Impossibilidade de realização de atividades que demandem treinamento específico	Maior	Possível	ALTO	C(

6	Aspectos Legais	Inadequação à Lei Geral de Proteção de Dados - LGPD	Não estar em conformidade com a LGPD	Acionamento por eventuais prejudicados pelo tratamento inadequado dos dados; Sanções penais previstas na LGPD	Moderado	Provável	ALTO	C(
7	Composição de Preços	Formulação de proposta econômica com preços manifestamente insuficientes ou desequilibrados frente aos insumos, serviços e exigências técnicas do edital.	Falhas nas estimativas e premissas da CONTRATADA, incluindo a utilização de preços abaixo de mercado, omissão de itens técnicos obrigatórios e erro no dimensionamento de coeficientes de insumos/mão de obra.	Atraso no cronograma e execução dos serviços; Custos da CONTRATADA não condizentes com a receita gerada pelo Contrato; Prejuízos com Sanções financeiras e/ou administrativas; Redução da qualidade dos serviços	Calamitoso	Provável	MUITO ALTO	C(
8	Composição de Preços	CONTRATADA não conseguir mobilizar e/ou manter profissionais/insumos necessários para execução do objeto	Variação de coeficientes dos insumos/categorias utilizados pela CONTRATADA na composição dos preços unitários; Valores/condições propostos pela CONTRATADA para a remuneração dos serviços abaixo dos parâmetros de mercado ou indisponibilidade de insumos/profissionais no mercado	Atraso na execução dos serviços; Redução na qualidade; Custos da CONTRATADA não condizentes com a receita gerada pelo Contrato; Atrasos no Cronograma contratual; Prejuízos com Sanções financeiras e/ou administrativas	Calamitoso	Provável	MUITO ALTO	C(

9	Composição de Preços	Distribuição intencional e desequilibrada dos valores unitários pelos licitantes entre os itens da planilha orçamentária, com o objetivo de favorecer a posição do fornecedor em eventuais aditivos, reequilíbrios ou renegociações de escopo durante a execução contratual.	Subestimativa de custos em itens de fabricação compensada por superestimativa em itens de serviços/projetos (assimetria de preços unitários); Favorecimento pela ausência de critérios rígidos de aderência aos preços de mercado para cada subitem da planilha orçamentária.	Preços unitários fora de mercado em itens específicos; Risco de inexequibilidade ou sobrepreços ocultos; Questionamento pelos órgãos de controle.	Calamitoso	Provável	MUITO ALTO	C(
10	Dados Básicos	CONTRATADA elaborar documentos técnicos inconsistentes por utilizar inadequadamente os dados básicos e/ou documentos técnicos fornecidos pelo METRÔ	Utilização inadequada pela CONTRATADA de dados básicos e/ou documentos técnicos fornecidos pelo METRÔ	Erros, falhas, omissões, inconsistências nos documentos técnicos elaborados pela CONTRATADA; Necessidade de revisões; Retrabalho; Atrasos no Cronograma contratual; Aumento dos custos da CONTRATADA; Processo Administrativo de Sanção	Calamitoso	Possível	MUITO ALTO	C(
11	Datas-Marco	Impossibilidade de aprovação dos documentos técnicos pelo METRÔ em razão de insuficiência/inconsistência de informações adotadas pela CONTRATADA	Etapas de desenvolvimento de documentações técnicas não cumpridas pela CONTRATADA em razão de inadequação ou documentação técnica incompleta para aprovação do METRÔ	Paralisação e/ou atrasos no desenvolvimento de etapas subsequentes à elaboração da documentação técnica; Não cumprimento de Datas-marco; Custos da CONTRATADA não condizentes com a receita gerada pelo Contrato; Possível aplicação de sanções pertinentes; Retrabalho em documentações técnicas elaboradas; Processo Administrativo de Sanção	Maior	Quase Certo	MUITO ALTO	C(

12	Dados básicos	Levantamentos técnicos insuficientes ou desatualizados	Ausência de as-built confiável, documentação histórica incompleta, inconsistência cadastral.	Projeto Básico conceitualmente equivocado, retrabalho posterior no Projeto Executivo.	Maior	Provável	Muito Alto	
13	Dados básicos / Energia	Subdimensionamento dos requisitos de energia elétrica necessários à implantação, testes e operação do sistema CBTC e da estratégia operacional pretendida	Não consideração adequada da redução de headway, aumento de frota em circulação, novos equipamentos de via, salas técnicas, CCO, pátio, telecomunicações/DCS, climatização, nobreaks, redundâncias e expansões futuras da linha.	Necessidade de reforços em subestações, alimentação elétrica, nobreaks, quadros, climatização ou infraestrutura associada; restrição ao desempenho operacional; impossibilidade de atingir headway contratado; atrasos em testes, comissionamento e operação; aumento de custos.	Maior	Possível	Alto	
14	Concepção / Escalabilidade	Solução CBTC concebida sem escalabilidade, modularidade ou compatibilidade adequada com expansões previstas e futuras da Linha 1	Premissas restritas ao traçado atual; não consideração das expansões de Samambaia e Ceilândia, futuras extensões, aumento de frota, novas estações, pátios, alterações operacionais, crescimento de demanda ou evolução para níveis superiores de automação.	Necessidade de reinvestimentos precoces; substituição ou ampliação prematura de equipamentos; limitações de capacidade; restrições à expansão operacional; retrabalho de projeto, software, licenças, telecomunicações, CCO e integração com material rodante.	Maior	Possível	Alto	
15	Escopo / Governança contratual	Definição incompleta dos limites, responsabilidades, interfaces e exclusões do objeto contratado	Termo de Referência, anteprojeto ou anexos contratuais sem delimitação suficiente de escopo, responsabilidades, exclusões, interfaces com contratos correlatos, obrigações de terceiros, frentes de trabalho, critérios de aceite, migração, operação assistida, sobressalentes, integração com material rodante, CCO, DCS, energia, ISA e integradora.	Disputas contratuais; pleitos de aditivo ou reequilíbrio; atrasos; retrabalho; lacunas de responsabilidade; sobreposição entre contratos; indefinição sobre aceite, medição, testes, comissionamento e operação assistida.	Maior	Possível	Alto	

16	Concepção / Anteprojeto	Anteprojeto, estudos técnicos ou dados de referência com nível de detalhamento insuficiente para orientar adequadamente a contratação integrada	Estudos preliminares incompletos ou genéricos; dados básicos incompletos; baixa maturidade técnica do anteprojeto; ausência de parâmetros suficientes sobre arquitetura CBTC, DCS, interfaces, material rodante, CCO, migração brownfield, RAMS, ISA, operação assistida, sobressalentes, critérios de desempenho e condições existentes.	Propostas heterogêneas ou baseadas em premissas divergentes; soluções incompatíveis com a expectativa do METRÔ-DF; aumento de incertezas no orçamento; superestimativa de preços pelas licitantes para absorção de riscos e potenciais prejuízos futuros decorrentes da indefinição do anteprojeto; pleitos contratuais; retrabalho; atrasos; dificuldade de fiscalização, medição e aceite.	Maior	Provável	Muito Alto	
17	Governança / Gestão contratual	Ausência ou insuficiência de regras de governança e gestão contratual para execução do contrato	Inexistência ou baixa formalização de modelo de governança, matriz de responsabilidades, fluxos de comunicação, ritos de reunião, prazos de análise, controle de mudanças, gestão de interfaces, registro de decisões, tratamento de pendências e não conformidades, gestão de riscos, escalonamento de conflitos, critérios de aprovação de entregáveis e repositório oficial de documentos.	Decisões inconsistentes ou pouco rastreáveis; divergência de entendimento entre gestores, fiscais, integradora, ISA e CONTRATADA; atrasos na análise e aprovação de entregáveis; fragilidade na fiscalização; aumento de disputas, pleitos e retrabalho; execução contratual sem critérios uniformes; maior exposição a questionamentos de controle.	Maior	Provável	Muito Alto	
18	Encerramento	Ausência do Código Fonte / Parametrização de Softwares de propriedade da CONTRATADA	CONTRATADA não entregar e/ou depositar em "Fiel Depositário de Fé Pública" o Código Fonte / Parametrização de softwares de sua propriedade para futuras revisões e/ou correções no caso de descontinuidade dos negócios (falência ou outra razão qualquer)	Impossibilidade de manutenção em softwares de propriedade da CONTRATADA; Descontinuidade de utilização do sistema fornecido; Paralisação de Operação Comercial e/ou serviços dependentes dos softwares; Ações extrajudiciais para ressarcimento dos Prejuízos	Calamitoso	Possível	MUITO ALTO	C(

19	Dados básicos / Telecomunicações	Insuficiência de caracterização, diagnóstico ou validação prévia da infraestrutura de telecomunicações existente do METRÔ-DF para suportar o sistema CBTC	Ausência ou insuficiência de estudos prévios de capacidade, disponibilidade, redundância, cobertura, latência, obsolescência, estado de conservação, documentação cadastral e compatibilidade dos sistemas existentes de fibra óptica, backbone, rádio, rede de transmissão, switches, salas técnicas, energia associada e sistemas auxiliares.	Premissas incorretas sobre reaproveitamento da infraestrutura existente; necessidade de substituição ou modernização não prevista; aumento de custos; atrasos em projetos, instalação, testes e comissionamento; necessidade de obras ou contratações complementares; comprometimento da performance e disponibilidade do CBTC.	Maior	Possível	Alto	
20	Integração sistêmica	Falha de integração técnica, funcional ou operacional entre o sistema CBTC, os intertravamentos e o CCO	Desenvolvimento inadequado de interfaces; erros de parametrização; incompatibilidade entre protocolos, lógicas de intertravamento, funcionalidades do CCO, alarmes, comandos, modos degradados, telas operacionais, registros de eventos ou requisitos de segurança; testes de integração insuficientes.	Falhas sistêmicas; indisponibilidade de funcionalidades de controle e supervisão; atrasos na ativação; necessidade de retrabalho em software, interfaces, parametrizações e telas; restrições operacionais; reprovação em testes, comissionamento ou validação de segurança.	Maior	Possível	Alto	
21	Integração / Material rodante	Incompatibilidade entre o sistema CBTC ofertado e os novos trens da Série 3000 a serem adquiridos	Especificação, projeto ou fornecimento dos novos trens sem compatibilização plena com a arquitetura CBTC ofertada; inadequação de interfaces físicas, elétricas, lógicas, funcionais, de comunicação, supervisão, operação automática, segurança, diagnóstico, DMI, portas, sistemas auxiliares ou requisitos necessários à operação em GoA4; falhas de coordenação técnica entre o fornecedor do CBTC e o fornecedor do material rodante novo.	Necessidade de adequações nos novos trens ou no sistema CBTC; atraso na fabricação, recebimento, testes, comissionamento e entrada em operação da Série 3000; impossibilidade de operação automática conforme requisitos contratuais; retrabalho em interfaces, software, parametrizações, documentação e validação de segurança; impacto no desempenho, disponibilidade e estratégia de implantação do CBTC.	Maior	Possível	Alto	

22	Material rodante / Frotas existentes	Inviabilidade técnica, operacional ou econômica de modernização das Séries 1000 e 2000 para compatibilização com o sistema CBTC	Limitações técnicas das arquiteturas embarcadas existentes nas Séries 1000 e 2000; obsolescência de equipamentos eletrônicos; documentação incompleta; restrições físicas, elétricas, lógicas, estruturais ou funcionais; necessidade de intervenção profunda em sistemas vitais, trainlines, ATP embarcado, DMI, portas, freios, sistemas auxiliares, alimentação elétrica, comunicação ou interfaces necessárias ao CBTC.	Necessidade de modernização estrutural relevante dos trens; aumento significativo de custo e prazo; redução temporária da disponibilidade operacional da frota; inviabilidade de operação das Séries 1000 e 2000 em CBTC/GoA4; necessidade de operação segregada ou estratégia transitória; supressão parcial do escopo relacionado à modernização dessas frotas.	Maior	Possível	Alto	
23	Dados básicos / Infraestrutura	Indisponibilidade, inadequação ou caracterização insuficiente da infraestrutura existente necessária à instalação, testes e operação dos equipamentos do sistema CBTC	Ausência, incompletude ou imprecisão, no anteprojeto e nos documentos de referência, de informações sobre salas técnicas, espaços físicos, acessos, energia elétrica estabilizada, aterramento, nobreaks, climatização, rede de dados, dutos, eletrocalhas, infraestrutura civil, elétrica, telecomunicações e demais condições existentes necessárias à implantação do CBTC.	Formulação de propostas com preços incompatíveis com a realidade da infraestrutura existente; necessidade de adequações não previstas; atrasos na instalação, testes e comissionamento; custos adicionais de obras civis, elétrica, climatização ou telecomunicações; pleitos contratuais; risco de falhas operacionais futuras decorrentes de infraestrutura inadequada.	Maior	Provável	Muito Alto	

24	Software / Licenciamento	Vencimento, limitação, descontinuidade ou onerosidade excessiva de licenças de softwares essenciais do sistema CBTC ao longo de sua vida útil	Desalinhamento entre a vida útil esperada do sistema e modelos de licenciamento anual, por subscrição, por usuário, por equipamento, por módulo ou por volume operacional; ausência de cláusulas de uso perpétuo ou continuidade operacional; dependência de softwares proprietários; regras restritivas para atualização, expansão, diagnóstico, manutenção ou uso por equipes do METRÔ-DF.	Indisponibilidade parcial ou total de sistemas críticos; elevação relevante dos custos operacionais; dependência contínua do fornecedor; restrição à manutenção, expansão ou modernização; limitação de uso por equipes do METRÔ-DF; risco à continuidade operacional.	Maior	Provável	Muito Alto	
25	Orçamento / Composição de preços	Orçamento referencial inconsistente ou sem memória técnica suficiente para a contratação integrada do CBTC	Premissas técnicas imprecisas; baixa decomposição da PSQ; ausência de memória de quantitativos e preços; propostas de mercado preliminares ou não vinculantes; insuficiência de benchmarking; incertezas sobre câmbio, tributos, sobressalentes, operação assistida, RAMS, ISA, DCS, material rodante, logística, testes e comissionamento.	Distorção do valor estimado da contratação; preços superestimados ou subestimados; risco de licitação deserta, fracassada ou com propostas inexequíveis; dificuldade de julgamento da vantajosidade; pleitos contratuais; questionamentos por órgãos de controle; necessidade de replanejamento ou revisão da fase interna.	Maior	Provável	Muito Alto	
26	Aspectos legais / Competitividade	Restrição indevida à competitividade por requisitos técnicos, critérios de qualificação ou especificações excessivamente restritivas	Especificações técnicas direcionadas; exigências desproporcionais de qualificação técnica; amarração a tecnologias proprietárias específicas; ausência de justificativa para requisitos mínimos; vedação indevida de soluções equivalentes; critérios de habilitação, experiência ou certificação incompatíveis com o mercado.	Redução da competitividade; impugnações ao edital; questionamentos por órgãos de controle; percepção de direcionamento; aumento de preços por baixa concorrência; necessidade de revisão do edital, do anteprojeto ou dos critérios de qualificação; atraso no certame.	Maior	Possível	Alto	

27	Aspectos legais / Controle externo	Impugnações, representações ou questionamentos por órgãos de controle, licitantes ou terceiros interessados	Inconsistências no Termo de Referência, anteprojeto, orçamento, matriz de riscos, critérios de qualificação, justificativa da contratação integrada, modelagem contratual ou especificações técnicas; fragilidade na motivação dos atos; interesse de mercado em contestar o certame como estratégia para alteração de condições competitivas.	Suspensão ou atraso do certame; determinação de ajustes pelo órgão de controle; necessidade de revisão de edital, anteprojeto, orçamento, matriz de riscos ou justificativas; retrabalho da fase interna; desgaste institucional; postergação do cronograma de modernização do sistema.	Maior	Possível	Alto	
28	Financeiro / Cambial	Variação cambial superior à banda contratual ou aplicação inadequada das regras de cotação, reajuste e faturamento de parcelas em moeda estrangeira	Dependência de equipamentos, softwares, licenças e componentes importados; oscilação da taxa de câmbio; longo intervalo entre proposta, autorização de faturamento e aquisição efetiva; ausência de discriminação clara das parcelas vinculadas à moeda estrangeira; aplicação incorreta da banda cambial ou dos critérios de conversão previstos no contrato.	Aumento ou redução relevante dos valores faturados em razão da variação cambial; necessidade de contemplar na Autorização de Faturamento - AF a diferença que exceder a banda contratual; possível instauração de procedimento de reequilíbrio econômico-financeiro em favor do METRÔ-DF ou da CONTRATADA, conforme o caso; disputas sobre a base de cálculo; risco de compensação indevida ou em duplicidade.	Maior	Provável	Muito Alto	
29	Execução	Sistema entregue não atinge headway, disponibilidade ou segurança esperados	Projeto executivo inadequado, parametrização incorreta, falhas de integração sistêmica, desempenho insuficiente da solução implantada ou falhas na validação operacional do CBTC.	Redução da capacidade operacional da linha, aumento do intervalo entre trens, indisponibilidade parcial do sistema, necessidade de retrabalho técnico, aplicação de penalidades contratuais e comprometimento dos benefícios esperados da modernização do sistema metroviário.	Maior	Provável	Muito Alto	

30	Execução	Incapacidade da contratada de comprovar desempenho sistêmico integrado do CBTC	Projeto executivo inadequado; integração deficiente; parametrização incorreta; simulações insuficientes.	não aceitação operacional do sistema; atrasos; operação limitada; litígios contratuais.	Calamitoso	Possível	Alto	
31	Execução	Atraso ou reprovação em processos de certificação safety (SIL/CENELEC)	Não conformidade com CENELEC; documentação incompleta; falha em V&V.	sistema não entra em operação; atraso severo; custos adicionais.	Calamitoso	Possível	Alto	
32	Tecnologia / Ciclo de vida	Oferta ou implantação de tecnologia, componentes, softwares ou arquitetura com risco de obsolescência prematura durante o ciclo de vida contratual	Uso de solução proprietária sem roadmap de suporte; componentes próximos do fim de vida; baixa escalabilidade; dependência de versões descontinuadas; ausência de garantia de fornecimento de sobressalentes, atualizações, correções, compatibilidade normativa e suporte técnico durante o período contratual.	Reinvestimento precoce; aumento de custos de manutenção; indisponibilidade de peças, licenças ou atualizações; restrições à expansão; dependência tecnológica; dificuldade de manter requisitos de segurança, disponibilidade e desempenho.	Maior	Provável	Muito Alto	
33	Execução / Janelas operacionais	Indisponibilidade, insuficiência ou não disponibilização das janelas operacionais e dos acessos necessários à implantação e aos testes do CBTC	Definição imprecisa das janelas operacionais disponíveis; restrições da linha em operação comercial; conflitos com atividades de manutenção; ausência de liberação tempestiva de acesso a vias, estações, pátio, salas técnicas, trens, CCO ou demais setores necessários à implantação, testes, comissionamento e migração do sistema.	Atrasos na implantação; postergação de testes integrados; aumento de custos operacionais; reprogramação de atividades; restrição à mobilização de equipes; impacto no cronograma de entrada em operação e na estratégia de migração.	Maior	Provável	Muito Alto	

34	Execução / Migração brownfield	Falhas na estratégia de migração brownfield e transição operacional para o CBTC	Planejamento inadequado das fases de implantação e cutover; estratégia insuficiente de convivência temporária entre sistema legado e CBTC; falhas de coordenação operacional durante implantação em linha ativa; testes operacionais e validações insuficientes antes da migração definitiva.	Interrupções ou degradação da operação comercial; risco à segurança operacional durante transições de sistema; atrasos na entrada em operação do CBTC; necessidade de reversão emergencial para o sistema legado; desgaste institucional e impacto direto aos usuários do sistema metroviário.	Calamitoso	Possível	Alto	
35	Execução	Escassez de mão de obra nacional especializada em CBTC	Mercado global de CBTC dominado por poucos fornecedores com equipes disputadas em múltiplos projetos simultâneos; Ausência de formação acadêmica e técnica estruturada no Brasil para sinalização ferroviária de alta complexidade; Corpo técnico do Metrô-DF sem capacidade suficiente para fiscalizar e validar o sistema; Dependência de engenheiros estrangeiros sujeita a restrições de visto, custos elevados e disponibilidade limitada	Atrasos no cronograma por indisponibilidade de equipes especializadas nos momentos críticos; Fragilidade na fiscalização, com risco de aceite de entregas com defeitos não identificados; Custos adicionais com consultoria externa de apoio à gestão e recebimento do sistema; Dificuldade de transferência de conhecimento, comprometendo a operação autônoma futura	Maior	Quase certo	Muito Alto	

36	Execução	Multiplicação de Termos Aditivos com Extensão Excessiva do Prazo	Escopo mal delimitado no Anteprojeto, gerando necessidade contínua de ajustes durante a execução; Complexidade técnica da implantação em linha operacional, com interferências e imprevistos sistêmicos recorrentes; Pressão do contratante para não rescindir contrato de alta especialização com poucos fornecedores substitutos; Contingenciamento orçamentário provocando paralisações que justificam formalmente as prorrogações	Desfiguração do objeto original, com perda de controle sobre escopo, custo e responsabilidades; Exposição do Metrô-DF a questionamentos do TCDF por alterações contratuais sucessivas sem amparo técnico suficiente; Postergação indefinida da entrada em operação do CBTC, com impacto direto na capacidade e segurança do sistema; Aumento do custo total do contrato sem correspondente melhoria na entrega, onerando o erário	Maior	Quase certo	Muito Alto	
37	Execução / Cadeia de suprimentos	Greves, paralisações logísticas ou interrupções externas na cadeia de suprimentos nacional ou internacional que comprometam o fornecimento de equipamentos, materiais, softwares ou serviços necessários à implantação do sistema CBTC	Greves portuárias, aduaneiras, aeroportuárias ou de transporte; paralisação de fabricantes ou fornecedores estratégicos; restrições logísticas nacionais ou internacionais; escassez global de componentes eletrônicos e equipamentos especializados; eventos externos à esfera de controle do METRÔ-DF e da CONTRATADA.	Atraso na entrega de equipamentos e materiais; impacto no cronograma de implantação, testes e comissionamento; necessidade de reprogramação das atividades; postergação da entrada em operação do sistema; eventual aumento de custos logísticos ou necessidade de alternativas de fornecimento.	Maior	Possível	Muito Alto	
38	Energia / Rede externa	Insuficiência da capacidade ou indisponibilidade da rede elétrica externa e da infraestrutura energética do METRÔ-DF para suportar a operação futura da Linha 1	Limitações da concessionária de energia; necessidade de reforços não previstos na rede de distribuição; crescimento da demanda energética decorrente da operação dos trens existentes e dos 15 novos trens a serem adquiridos; redução de headway; falta de estudos e simulações energéticas suficientes; falta de coordenação prévia com a Neoenergia e demais agentes responsáveis pelo fornecimento de energia; atrasos na execução de obras de adequação da infraestrutura elétrica externa.	Insuficiência de energia para a operação pretendida; restrição ao aumento de oferta e redução de headway; atraso em testes integrados e entrada em operação; necessidade de investimentos adicionais em infraestrutura elétrica; impactos no cronograma e nos custos do empreendimento.	Maior	Possível	Muito Alto	

39	Execução / Segurança patrimonial	Ocorrência de furtos, roubos, vandalismo ou danos a equipamentos, materiais, ferramentas ou bens sob guarda da CONTRATADA durante a implantação do sistema CBTC	Armazenamento inadequado; exposição de materiais de alto valor; falhas de controle de acesso, inventário, transporte, acondicionamento ou vigilância dos bens sob responsabilidade da CONTRATADA; permanência de equipamentos e ferramentas em áreas operacionais sem medidas adequadas de salvaguarda.	Perda ou dano de equipamentos, materiais ou ferramentas; necessidade de reposição; atrasos na implantação; custos adicionais para recomposição dos bens; possível comprometimento do cronograma contratual.	Moderado	Possível	Alto	
40	Execução	Capacitação insuficiente das equipes operacionais e de manutenção do Metrô-DF, bem como transferência inadequada de conhecimento sobre a operação, administração, diagnóstico e manutenção do sistema CBTC.	Treinamentos insuficientes ou inadequados; Documentação técnica incompleta; Baixa participação das equipes do Metrô-DF durante o desenvolvimento do projeto; Ausência de programa estruturado de transferência de tecnologia; Dependência excessiva de especialistas da CONTRATADA.	Dificuldade na operação e manutenção do sistema; Aumento do tempo de resposta a falhas; Dependência prolongada da CONTRATADA; Redução da disponibilidade operacional do sistema; Necessidade de contratações complementares de suporte técnico; Comprometimento da autonomia operacional futura do Metrô-DF.	Maior	Quase Certo	Muito Alto	
41	Operação e manutenção / Sobressalentes	Aquisição inicial inadequada ou ausência de estratégia suficiente de sobressalentes e ferramentas especiais para manutenção do sistema CBTC	Insuficiência de detalhamento técnico na fase de projeto; ausência de base instalada consolidada; falta de datasheets, lista modular de equipamentos, memória de dimensionamento e critérios por MTBF, MTTR, criticidade, lead time, garantia e estratégia de manutenção; dificuldade de prever a demanda inicial e futura de reposição.	Indisponibilidade prolongada de módulos críticos; aumento do tempo de reparo; dependência excessiva do fornecedor; necessidade de aquisições emergenciais; aumento do custo de manutenção; redução da disponibilidade operacional; dificuldade de planejar reposições futuras de sobressalentes.	Maior	Provável	Muito Alto	

42	Operação assistida / Garantia	Operação assistida e período de garantia insuficientemente definidos nos documentos contratuais	Definição incompleta, pelo METRÔ-DF, de prazo, escopo, indicadores, relatórios, responsabilidades, equipe mínima, manutenção preventiva e corretiva, atendimento a falhas, transferência de conhecimento, critérios de encerramento e separação entre operação assistida, suporte técnico e garantia contratual.	Transferência prematura da operação ao METRÔ-DF; falhas recorrentes sem suporte adequado; perda de conhecimento; dificuldade de comprovação de desempenho; disputas sobre obrigações remanescentes da CONTRATADA; encerramento da operação assistida sem evidências objetivas de estabilidade operacional.	Maior	Provável	Muito Alto	
43	Gestão contratual	Eventograma e critérios de medição sem lastro suficiente em entregáveis verificáveis	PSQ agregada; ausência de EAP detalhada, dicionário da EAP, matriz de entregáveis e regras de recebimento; uso de marcos comerciais genéricos em vez de evidências técnicas auditáveis.	Pagamentos sem comprovação adequada de avanço físico ou maturidade técnica; dificuldade de fiscalização; aumento de disputas contratuais; risco de glosas, questionamentos de controle e desequilíbrio entre medição financeira e entrega efetiva.	Maior	Provável	Muito Alto	
44	Dados básicos / Quantitativos	Divergência ou insuficiência dos quantitativos-base de referência fornecidos pelo METRÔ-DF para a contratação do CBTC	Uso de bases cadastrais preliminares ou desatualizadas; inconsistência entre anteprojeto, PSQ, orçamento, cadastros e levantamentos de campo; ausência de validação formal de quantitativos de estações, AMVs, máquinas de chave, equipamentos de via, equipamentos de estação, CCO, pátio, frotas, salas técnicas, redes, energia e sobressalentes.	Subdimensionamento ou superdimensionamento de fornecimentos; distorção do orçamento referencial; preços incompatíveis com a realidade; necessidade de ajustes de escopo; atraso em projetos, fabricação, instalação, testes e comissionamento; aumento do risco de pleitos contratuais.	Maior	Provável	Muito Alto	

45	Integração / Material rodante existente	Indisponibilidade ou insuficiência de informações técnicas complementares dos fabricantes das Séries 1000 e 2000 necessárias ao retrofit, integração e testes do CBTC embarcado	Documentação técnica existente no METRÔ-DF incompleta para fins de retrofit; informações proprietárias detidas pela Alstom ou por outros fabricantes/mantenedores; necessidade de dados complementares sobre interfaces embarcadas, circuitos, trainlines, DMI, ATP existente, freios, portas, sistemas auxiliares, alimentação elétrica, comunicação, diagnóstico ou manutenção; dependência de tratativas técnicas com terceiros para obtenção de informações, autorizações, esclarecimentos ou suporte especializado.	Atrasos no retrofit das frotas; falhas de integração entre bordo e via; necessidade de soluções alternativas de engenharia; aumento de custos da CONTRATADA; restrição de frota disponível; reprogramação de testes; postergação da operação em CBTC para as Séries 1000 e 2000.	Maior	Provável	Muito Alto	
46	Segurança operacional	Gestão RAMS, Hazard Log ou Safety Case insuficiente ao longo do ciclo de vida do projeto	Tratamento da segurança como entrega documental final, sem processo contínuo de identificação, análise, mitigação, verificação e fechamento de perigos; baixa integração entre engenharia, testes, ISA e operação.	Perigos não identificados ou não mitigados; reprovação ou restrições pela ISA; atraso na liberação para operação comercial; necessidade de retrabalho em projeto, software, testes e procedimentos operacionais; aumento do risco à segurança operacional.	Calamitoso	Possível	Muito Alto	
47	Telecomunicações / DCS	Desempenho real do DCS, rádio ou comunicação trem-terra abaixo dos requisitos necessários ao CBTC	Modelo de cobertura inadequado; interferências eletromagnéticas; limitações em túneis, trechos elevados, estações e pátio; saturação de APs ou enlaces; falhas de handover; latência, jitter ou perda de pacotes acima dos limites de projeto.	Perda ou degradação da comunicação vital; redução da disponibilidade do CBTC; impossibilidade de atingir headway e desempenho contratados; necessidade de redesenho de arquitetura, instalação de equipamentos adicionais e repetição de testes.	Calamitoso	Possível	Muito Alto	

48	Aspectos legais e regulatórios	Ausência, atraso ou inadequação de homologações, licenças e autorizações regulatórias para equipamentos de telecomunicações, rádio, software ou componentes importados	Seleção de equipamentos sem homologação aplicável; indefinição sobre faixas de frequência, requisitos ANATEL, documentação de importação, certificações técnicas, licenças de software e autorizações necessárias à operação.	Retenção de equipamentos na importação; impossibilidade de uso de componentes de rádio ou telecomunicações; substituição de equipamentos; atraso em instalação, testes e operação; aumento de custos e pleitos contratuais.	Maior	Possível	Alto	
49	Software e configuração	Gestão inadequada de configuração, versões de software, firmware, parâmetros e baselines técnicos do sistema CBTC	Ausência de plano formal de gestão de configuração; múltiplas versões de software e firmware durante testes; alterações de parâmetros sem rastreabilidade; controle insuficiente de requisitos, releases, backups, rollback e registros de mudança.	Inconsistência entre projeto, software instalado, testes e documentação; dificuldade de auditoria pela ISA; falhas em operação ou manutenção; impossibilidade de reproduzir configurações; aumento de retrabalho e de dependência do fornecedor.	Maior	Provável	Muito Alto	
50	Financeiro / Tributário	Risco tributário, aduaneiro ou de regimes especiais aplicáveis a equipamentos, softwares, licenças e componentes importados do sistema CBTC	Premissas fiscais incompletas ou divergentes; classificação fiscal inadequada; alterações tributárias; indefinição sobre ex-tarifário, REIDI, impostos incidentes, local de faturamento, desembaraço aduaneiro e documentação de importação.	Aumento do custo efetivo de fornecimento; atraso no desembaraço aduaneiro; pleitos de reequilíbrio; necessidade de suplementação orçamentária; questionamentos sobre composição de preços e responsabilidade tributária.	Maior	Possível	Muito Alto	
51	Concepção operacional	Tratamento inadequado do GoA4 como operação integral imediata, sem compatibilização com condicionantes de infraestrutura, material rodante, CCO, DCS, portas de plataforma, procedimentos operacionais e Safety Case	Interpretação do GoA4 como requisito de implantação automática plena no início da operação, sem faseamento, critérios de maturidade, limitações de infraestrutura e condicionantes de segurança operacional.	Expectativas contratuais inexequíveis; necessidade de investimentos complementares não previstos; restrições pela ISA; atraso na entrada em operação; conflitos sobre aceite, desempenho e responsabilidades futuras.	Maior	Possível	Alto	

Tabela 3: Matriz de Risco

IMPACTO	**Calamitoso (5)**	Médio (5)	Alto (10)	R10;R18;R30;R31; R34;R46;R47 Muito Alto (15)	R7; R8 e R9 Muito Alto (20)	Extremo (25)
	Maior (4)	Médio (4)	Alto (8)	R1; R2; R4; R5; R13; R14; R15; R19; R20; R21; R22; R26; R27; R37; R38; R48; R50; R51 Alto (12)	R3; R12; R16; R17; R23; R24; R25; R28; R29; R32; R33; R41; R42; R43; R44; R45; R49 Muito Alto (16)	R11;R35;R36;R40 Muito Alto (20)
	Moderado (3)	Baixo (3)	Médio (6)	R39 Alto (9)	R6 Alto (12)	Muito Alto (15)
	Menor (2)	Baixo (2)	Médio (4)	Médio (6)	Alto (8)	Alto (10)
	Mínimo (1)	Muito Baixo (1)	Baixo (2)	Baixo (3)	Médio (4)	Médio (5)
		Improvável (1)	**Raro (2)**	**Possível (3)**	**Provável (4)**	**Quase Certo (5)**
		PROBABILIDADE				

Tabela 4: Grade com distribuição de níveis de risco inerente

3. OBSERVAÇÕES:

3.1. A análise do Mapa de Riscos ressalta a necessidade de adoção de medidas, pela Contratada, que impeçam ou minimizem os impactos em decorrência da concretização dos eventos de risco.

3.2. Em hipótese alguma haverá celebração de aditivos decorrentes de eventos supervenientes alocados, na matriz de riscos, como de responsabilidade da CONTRATADA. A atribuição, ao Metrô-DF, de ações preventivas ou de contingência não significará que se atribui a este a alocação do risco.

3.3. Poderá haver casos em que, embora seja apontado o Dono do Risco, caberá a outra parte algumas ações preventivas ou corretivas, no entanto, isso não significará que se atribui a esta a alocação do risco. **Nos casos em que a atribuição do risco for indicada como compartilhada entre CONTRATADA e Metrô-DF, caberá, a cada parte, apenas as Ações Preventivas e/ou de Contingência a ela atribuída nesta análise.**

4. REFERÊNCIAS:

1. **Brasil**. Tribunal de Contas da União. Referencial básico de gestão de riscos / Tribunal de Contas da União. – Brasília : TCU, Secretaria Geral de Controle Externo (Segecex), 2018, p. 8;
2. *Ibid*, p. 14;
3. *Ibid*, pp. 24-25;

5. ELABORAÇÃO

Leonardo Moy Alves Berardinelli
Gerente
Gerência de Aquisições - DTE/SPR/TGAQU

Engº Thiago Valente de Queiroz Rosa
Superintendente
Superintendência de Projetos - SPR

Engº Fernando Jorge Rodrigues
Diretor Técnico - DTE

6. APROVAÇÃO

Engº Fernando Jorge Rodrigues
Diretor Técnico - DTE

Documento assinado eletronicamente por **FERNANDO JORGE RODRIGUES - Matr.0003389-8**, **Diretor(a) Técnico(a)**, em 20/07/2026, às 18:33, conforme art. 6º do Decreto n° 36.756, de 16 de setembro de 2015, publicado no Diário Oficial do Distrito Federal nº 180, quinta-feira, 17 de setembro de 2015.

Documento assinado eletronicamente por **THIAGO VALENTE DE QUEIROZ ROSA - Matr.0002445-7**, **Superintendente de Projetos**, em 20/07/2026, às 19:08, conforme art. 6º do Decreto n° 36.756, de 16 de setembro de 2015, publicado no Diário Oficial do Distrito Federal nº 180, quinta-feira, 17 de setembro de 2015.

Documento assinado eletronicamente por **LEONARDO MOY ALVES BERARDINELLI - Matr.0001241-6**, **Gerente de Aquisições**, em 20/07/2026, às 19:11, conforme art. 6º do Decreto n° 36.756, de 16 de setembro de 2015, publicado no Diário Oficial do Distrito Federal nº 180, quinta-feira, 17 de setembro de 2015.

A autenticidade do documento pode ser conferida no site: https://sei.df.gov.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0
Código Verificador: **208757531** Código CRC: **C859739F**.

Governo do Distrito Federal
Companhia do Metropolitano do Distrito Federal
Gerência de Higiene, Medicina e Segurança do Trabalho
Núcleo de Segurança do Trabalho

Manual - METRO-DF/DAD/SRH/AGMST/ANSET

RECOMENDAÇÕES DE SEGURANÇA E MEDICINA DO TRABALHO PARA CONTRATOS DE SERVIÇOS, MANUTENÇÕES E OBRAS

O objetivo deste manual é estabelecer diretrizes mínimas básicas de segurança e higiene do trabalho que deverão ser seguidas, quando da firmação de contratos com empresas terceirizadas, a fim de cumprimento da legislação, e o estabelecimento de política de segurança no trabalho para preservar a integridade física de empregados, colaboradores, usuários do sistema e a segurança de equipamentos, instalações e o meio ambiente. Serve como um referencial para subsidiar a Companhia durante a fase de contratação em geral de empresas terceirizadas e auxiliar o Gestor do Contrato na fiscalização, assegurando que o objeto contratual seja executado, e que ao mesmo tempo seja mantida a redução ou eliminação ou prevenção de qualquer tipo acidentes, salvaguardando a saúde e a segurança de todos os envolvidos nos processos, um ambiente de trabalho saudável e seguro e que sejam atendidas plenamente à legislação e diretrizes vigentes de Segurança do Trabalho, Saúde Ocupacional e Segurança ambiental.

Gerente da Gerência de Higiene, Medicina e Segurança do Trabalho – AGMST

1. NORMAS E PROCEDIMENTOS ADMINISTRATIVOS E DE SEGURANÇA

1.1. A CONTRATADA se obriga cumprir toda a LEGISLAÇÃO SANITÀRIA, PREVIDÊNCIÁRIA, TRABALHISTA e AMBIENTAL, existente e as que vierem a existir, em matéria de assistência sanitária, social e previdenciária, meio ambiente, segurança e medicina do trabalho, estabelecida pela Escola Nacional de Inspeção do Trabalho – ENIT, Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA, Diretoria de Saúde do Trabalhador do Distrito Federal – DISAT/DF, Instituto Brasília Ambiental - IBRAM/DF, Diretoria de Vigilância Ambiental – DIVAL/DF, Instituto Nacional do Seguro Social – INSS, Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal – CBM/DF, e na falta de regulamentação específica as Normas da Organização Internacional do Trabalho – OIT, referenciadas pelo Estado Brasileiro e da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, bem como prever todos os recursos técnicos e materiais necessários para a realização segura das atividades e serviços nas dependências do METRÔ-DF.

1.2. Enquanto mantiver contrato com o METRÔ-DF, se obriga ainda a manter adesão ao e-Social, programa mantido pelos diversos órgãos e entidades da administração do governo federal (Caixa Econômica Federal, Instituto Nacional do Seguro Social – INSS, Ministério da Previdência – MPS, Escola Nacional de Inspeção do Trabalho – ENIT, Secretaria da Receita Federal do Brasil – RFB, Ministério do Planejamento dentre outros) visando o cumprimento das diversas obrigações trabalhistas, previdenciárias e tributárias atualmente existentes.

1.3. A CONTRATADA fica obrigada a enviar, a critério do SESMT do METRÔ-DF e sempre que for solicitado, os documentos previstos neste termo em forma encadernada e/ou em meio digital no formato Open Document – ODF, homologado como ISO/IEC 26300 e NBR ISO/IEC 26300 ou Microsoft Office, ou Portable Document Format – PDF, gravado em mídia de CD ou DVD ou Pen-Driver, sem proteção eletrônica;

1.4. A CONTRATADA só poderá incorporar, nos capacetes, uniformes, credenciais e veículos, em máquinas e equipamentos, logotipos institucionais aprovados pela Direção da Companhia e desde que o METRÔ-DF assim determine.

1.5. A prestação de serviços de qualquer tipo ou outra forma nas dependências do METRÔ-DF deverá seguir os procedimentos vigentes de Segurança e Medicina do Trabalho, especialmente aquelas das Normas Regulamentadoras - NR - do Capítulo V, Título II, da Consolidação das Leis do Trabalho (Decreto-Lei 5.452, de 1/5/1943), relativas à Segurança e Medicina do Trabalho, aprovadas pela Portaria GM/MTB Nº 3.214, de 08 de Junho de 1978 e dos respectivos Procedimentos Operacionais da Companhia.

1.6. Não será admitida, no METRÔ-DF, sob hipótese alguma, a prestação de serviço em frentes de trabalhos ou em qualquer outra forma ou atividade sem o devido registro formal de vínculo empregatício, sem os treinamentos básicos necessários de segurança ao desempenho das atividades seguras e sem a devida proteção do trabalhador.

1.7. Antes de se iniciar qualquer tipo de trabalho, deve-se assegurar que as condições necessárias para uma execução segura da tarefa são conhecidas e estão estabelecidas.

1.8. Os trabalhadores deverão passar por treinamentos de segurança do trabalho conforme as atividades a serem executadas e os riscos expostos. Os treinamentos serão aqueles previstos em normas de segurança (NR), acrescidas daqueles que foram identificados pela Análise de Riscos e pela FISCALIZAÇÃO do METRÔ-DF, de acordo com que as necessidades operacionais da Companhia, estabelecerem.

1.9. A comprovação dos exames médicos ocupacionais será feita por Atestados de Saúde Ocupacional (ASO), conforme previstos na NR-7, juntamente com a relação de empregados.

Anteprojeto Parte V - Manual de Segurança do Trabalho (208760632) SEI 60097-00064737/2026-26 / pg. 423

1.10. A CONTRATADA, deverá disponibilizar todos os documentos ao Gestor do Contrato e ao SESMT do METRÔ-DF, que comprovem o vínculo empregatício de seus empregados, a realização dos exames previstos no PCMSO baseado na NR 7 e a realização dos treinamentos mínimos exigidos pelas Normas de Segurança, antes dos inícios de suas atividades.

1.11. A CONTRATADA se obriga a manter a documentação formal dos treinamentos e de todos os demais documentos e obrigações previstas neste termo à disposição do SESMT e do Gestor do Contrato do METRÔ-DF, do órgão regional do Escola Nacional de Inspeção do Trabalho – ENIT, da Diretoria de Saúde da Trabalhador - DISAT do Distrito Federal, do Corpo de Bombeiros – CBM/DF, da Defesa Civil, do Instituto Brasília Ambiental - IBRAM/DF, da Diretoria de Vigilância Ambiental – DIVAL/DF, bem como dos demais órgãos estatais de proteção à saúde do trabalhador e comunidade, sempre que for solicitado.

1.12. Sempre que por força e mudança da legislação, relação contratual, tarefas, equipamentos, ferramentas ou sistema produtivo, a CONTRATADA se obriga atualizar todos os documentos relacionados às questões ambientais; de assistência sanitária, social e previdenciária e as de segurança e medicina do trabalho.

1.13. Nenhum aspecto de uma operação ou execução de uma atividade é de maior importância do que a prevenção de acidentes de qualquer natureza. O grau de segurança e os resultados obtidos são diretamente proporcionais aos esforços para controlar as condições inseguras, as práticas e atitudes humanas que podem ser responsáveis por acidentes.

1.14. A CONTRATADA se obriga, quanto aos programas voltados a promoção da segurança e da saúde física e mental dos trabalhadores, que os mesmos sejam elaborados, implementados, acompanhados e avaliados por profissionais e empresas especialistas em saúde e segurança do trabalho, conforme previsão da NR 04.

1.15. A CONTRATADA se obriga a atender a cota de Pessoas Portadoras de Deficiência - PCD, conforme a Lei nº 8.213/91 e sempre que solicitado, comprovar o atendimento a cota a Fiscalização do Contrato do METRÔ-DF e ao SESMT do METRÔ-DF.

1.16. O SESMT do Metrô-DF, assim como o Gestor do Contrato do METRÔ-DF, poderão a qualquer momento parar, suspender e/ou interditar atividades, operações, máquinas, ferramentas e equipamentos, momentaneamente ou de forma permanente, que apresentarem risco grave e iminente de acidentes, até que a condição de risco seja eliminada.

1.17. A paralisação, suspensão e/ou, interdição de atividades, operações, máquinas, ferramentas e equipamentos, momentânea ou de forma permanente, por força de condições que possam afetar o meio ambiente, a segurança e saúde dos empregados e/ou terceiros, que sejam de obrigação da CONTRATADA, não irá gerar-lhe créditos ou direitos objetivando atrasos no cronograma de execução de suas atividades ou o não cumprimento de suas obrigações contratuais.

1.18. A violação voluntária ou involuntária, por parte ou negligências da CONTRATADA, dos requisitos de segurança sanitária, segurança e medicina do trabalho e segurança do meio ambiente, regulamentadas por legislação de qualquer esfera estatal, bem com os Procedimentos Operacionais do METRÔ-DF, constitui em falta administrativa grave;

2. **INÍCIO DE SUAS ATIVIDADES**

2.1. A CONTRATADA, inclusive, quarterizadas, antes de inicio suas atividades e operações no Metrô-DF, deverá apresentar todas as documentações relacionadas aos vinculos empregatícias de todos os colaboradores.

2.2. Serão cobrados os ASO, as o treinamento e entrega dos EPI, os treinamentos de saúde e segurança do trabalho conforme as NR estipulam e os Procedimentos Operacionais do METRÔ-DF.

3. **PROGRAMA DE CONTROLE MÉDICO DE SAÚDE OCUPACIONAL (PCMSO)**

3.1. A CONTRATADA deverá elaborar/implementar o PCMSO no início de suas atividades, em conformidade com a NR 7 e a NR 1, e em até 90 (noventa) dias corridos, a partir do início de suas atividades, deverá disponibilizá-lo para o SESMT do METRÔ-DF, devendo ainda estar articulado com o disposto nas demais NR, especialmente na NR 09.

3.2. O PCMSO deverá ser elaborado por médico do trabalho e considerará as questões incidentes sobre o indivíduo e a coletividade de trabalhadores, privilegiando o instrumental clínico-epidemiológico na abordagem da relação entre sua saúde e o trabalho.

3.3. O PCMSO deverá ter caráter de prevenção, rastreamento e diagnóstico precoce dos agravos à saúde relacionados ao trabalho, inclusive de natureza subclínica, além da constatação da existência de casos de doenças profissionais ou danos irreversíveis à saúde dos trabalhadores, para afastar quaisquer distúrbios a saúde que possa colocar em risco os empregados, tais com: Clínica, epilepsia, cardiopatias e otoneurologias.

3.4. O PCMSO deverá conter outras avaliações adicionais, a critério do Médico do Trabalho, tais como exames complementares de acuidade visual, acuidade auditiva, hemograma completo, perfil lipídico, glicose, IMC e outros que possam contribuir com a melhoria da qualidade de vidas de seus trabalhadores.

3.5. A CONTRATADA com o incremento do PCMSO, tomará medidas que coíbam ou impeçam o inicio dos trabalhos ou a demissão do trabalhador antes da realização dos exames médicos ocupacionais. Também realizará os exames periódicos, de mudança de risco e de retorno ao trabalho sempre que houver a necessidade.

4. **PROGRAMA DE GERENCIAMENTO DE RISCO OCUPACIONAL (PGR)**

4.1. A CONTRATADA deverá elaborar/implementar um Programa de Gerenciamento de Riscos - PGR previsto na NR 01 da Escola Nacional da Inspeção do Trabalho – ENIT do Ministério da Economia + ME, no início de suas atividades no

Anteprojeto Parte V - Manual de Segurança do Trabalho (208760632) SEI 60097-00064737/2026-26 / pg. 424

METRÔ-DF, e em até 90 (noventa) dias corridos, a partir do início de suas atividades, deverá disponibilizá-lo para o SESMT do METRÔ-DF.

4.2. PGR deverá ser elaborado por engenheiro de segurança do trabalho ou por técnico em segurança do trabalho, e, além de contemplar os Riscos Ambientais, deverá contemplar ainda os Riscos Ergonômicos e de Acidentes e deve está articulado co o PCMSO.

4.3. O PGR deverá prever os riscos das atividades e das instalações, sem prejuízo dos demais riscos, e visará a preservação da saúde e da integridade dos trabalhadores através da antecipação, do reconhecimento, da avaliação e do consequente controle da ocorrência de riscos ambientais existentes ou que venham a existir no ambiente de trabalho considerando a proteção do meio ambiente e dos recursos naturais.

4.4. Os levantamentos, além de prever a análise qualitativa deverá conter a análise quantitativa de todos os agentes que forem passivos de medições independentemente do tipo de risco.

5. **PROGRAMA DE CONSERVAÇÃO AUDITIVA (PCA)**

5.1. A CONTRATADA, independentemente de reconhecimento de riscos ocupacional do ruído, elaborará um PCA com medidas coordenadas que previnam a instalação ou evolução das Perdas Auditivas Induzidas por Ruídos – PAIR de origens ocupacionais a seus trabalhadores, e em até 90 (noventa) dias corridos, a partir do início de suas atividades, deverá disponibilizá-lo para o SESMT do METRÔ-DF.

5.2. O PCA terá como objetivo principal assegurar a saúde auditiva dos trabalhadores expostos ou que poderão ser expostos a níveis de pressão sonora elevados, terá ênfase à qualidade de vida do trabalhador, a proteção do trabalhador pelas perdas auditivas induzidas por ruídos ou agentes nocivos e reduzir os efeitos que o ruído pode causar no organismo através do diagnóstico precoce de empregados quem tenham problemas ou potencial de contrair PAIR.

5.3. O PCA deverá ser integrado ao PCMSO e ao PGR, bem como nos demais programas que visem a saúde e a segurança dos trabalhadores, em conformidade com as NR.

6. **PROGRAMA DE PROTEÇÃO RESPIRATÓRIA (PPR)**

6.1. A CONTRATADA, independentemente de reconhecimento de risco biológico e risco químico, elaborará um PPR com medidas coordenadas que previnam a saúde dos trabalhadores contra riscos respiratórios no ambiente de trabalho e em até 90 (noventa) dias corridos, a partir do início de suas atividades, deverá disponibilizá-lo para o SESMT do METRÔ-DF.

6.2. O PPR terá como objetivo principal assegurar a saúde respiratória dos empregados expostos ou que poderão ser expostos a agentes agressivos que ataquem as vias respiratórias e terá ênfase à qualidade de vida do trabalhador, a proteção do trabalhador contra riscos químicos e biológicos existentes no ambiente de trabalho e deve ser implementado, avaliado e atualizado, sempre quando necessário, de modo a refletir mudanças nas condições de trabalho.

6.3. O PPR deverá ser integrado ao PCMSO e ao PGR, bem como nos demais programas que visem a saúde e a segurança dos trabalhadores, em conformidade com as NR.

7. **ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS (APR)**

7.1. A CONTRATADA deverá, por meio do seu SESMT e de sua CIPA, elaborar as Análises Preliminares de Riscos – APR, nos moldes/ modelos estabelecidos pelo SESMT do METRÔ-DF, de todas as atividades e operações que estejam executando na Companhia, conforme previsto na legislação, a contar do início de suas atividades.

7.2. Em até 90 dias após início de suas atividades, as APR deverão ser disponibilizadas para o SESMT do METRÔ-DF;

7.3. Para a elaboração das APR, a CONTRATADA fará análise de cada tarefa individualmente;

7.4. As APR, deverá atender no todo, as exigências previstas nas NR;

7.5. As APR serão elaboradas através de um passo a passo de todas as atividades e posteriormente as análises de riscos contendo detalhes da tarefa a ser executada, as etapas de trabalho, os equipamentos e ferramentas envolvidas; os riscos do trabalho existente, as formas de controles indicadas, os executores da tarefa e as normas de segurança aplicáveis.

7.6. As APR devem ser elaboradas por pessoas com conhecimento das normas e procedimentos de segurança e saúde do trabalhador e aprovadas pelos responsável técnico da empresa.

8. **SERVIÇO EM SEGURANÇA E EM MEDICINA DO TRABALHO (SESMT)**

8.1. A CONTRATADA, para fins de dimensionamento de seu SESMT, deverá seguir as diretrizes conforme estabelecida pela NR 4 e seus anexos. Registrar o SESMT na SRT/DF, e apresentar ao SESMT do METRÔ-DF uma cópia deste registro.

8.2. Caso A CONTRATADA, esteja obrigada a constituir um SESMT, deverá manter os membros do SESMT (Técnicos em Segurança do Trabalho) permanentemente nas dependências do METRÔ-DF, conforme o quadro II – Dimensionamento do SESMT (NR-04), de acordo com a quantidade de funcionários que executarem atividades nas dependências da Companhia.

8.3. Será assegurada aos membros do SESMT da CONTRATADA, a realização de suas atividades em tempo integral em serviços de medicina e engenharia de segurança do trabalho, vedando qualquer exercício de atividades que não sejam

aquelas previstas nas regulamentações em matéria de segurança e medicina do trabalho, da NR 4, da Portaria 3.275 do ENIT ou que sejam incompatíveis com a higiene do trabalho.

8.4. A escala de trabalho dos profissionais pertencentes ao SESMT da CONTRATADA deverá ser dimensionada a fim de atender as atividades de maior risco.

8.5. Caso a CONTRATADA, de acordo com a NR 04, não seja obrigada a constituir SESMT, deverá disponibilizar seu SESMT centralizado para acompanhar periodicamente os serviços / atividades realizadas no METRÔ-DF, contemplando todos os horários de prestação de serviço.

8.6. A CONTRATADA se obriga, sempre que na ocorrência de um evento danoso ou da existência de não conformidades com suas atividades e/ou com seus empregados, ou ainda quando solicitado pela fiscalização ou SESMT do METRÔ-DF, disponibilizar seu SESMT centralizado para acompanhar as atividades até a solução do evento danoso e ou até que as não conformidades sejam corrigidas.

8.7. A CONTRATADA se obriga a indicar um representante de seu SESMT para participar das reuniões de integração quando convocado pelo SESMT do ENIT.

9. **COMISSÃO INTERNA DE PREVENÇÃO DE ACIDENTES (CIPA)**

9.1. Será exigida da CONTRATADA a formação e o dimensionamento de uma CIPA em suas frentes de trabalhos e/ou estabelecimentos no METRÔ-DF, em conformidade com as NR.

9.2. A CIPA deverá atender o dimensionamento previsto na NR 5

9.3. A CIPA será montada no prazo máximo estipulado pela NR 5, devendo a CONTRATADA apresentar ao SESMT do METRÔ-DF a documentação da constituição de sua CIPA. Findo o primeiro mandato, a CIPA será renovada anualmente, desde que na Convenção Coletiva de Trabalho firmada com o Sindicato Patronal da empresa CONTRATADA e o sindicato dos trabalhadores, não estabeleça o contrário.

9.4. A CONTRATADA deverá assegurar que a CIPA tenha condições mínimas para a realização de seus trabalhos (humanos, materiais e financeiros) bem como condições que não descaracterizem suas atividades normais na empresa assegurando a representação necessária para a discussão e encaminhamento das soluções de questões de segurança e saúde no trabalho analisadas no ambiente de trabalho.

9.5. Sempre que solicitado, a CONTRATADA deverá indicar, um membro da CIPA para participar como convidado das reuniões da CIPA do METRÔ-DF.

10. **SEMANA INTERNA DE PREVENÇÃO DE ACIDENTES DO TRABALHO (SIPAT)**

10.1. Anualmente, a CONTRATADA, deverá assegurar recursos humanos, materiais e financeiros para que a sua CIPA em conjunto com seu SESMT, quando existir, tenha condições mínimas para a realização da Semana Interna de Prevenção de Acidentes do Trabalho (SIPAT), semana dedicada a conscientizar os empregados sobre a saúde e segurança no trabalho além da prevenção de acidentes, em conformidade com a NR 5 do ENIT.

10.2. A fim de unificar a Política de Saúde e Segurança do Trabalho da Companhia, A SIPAT deverá ser realizada preferencialmente em conjunto com o METRÔ-DF e com as demais empresas que atuam nos limites da Companhia.

10.3. Durante a SIPAT deverão ser realizadas atividades envolvendo os empregados com o objetivo de promover a conscientização, com foco na área de segurança e saúde do trabalhador. Entre as atividades da SIPAT deverá haver palestras, treinamentos, avaliações médicas, atividades lúdicas, entre outras.

11. **LAUDO TÉCNICO DAS CONDIÇÕES AMBIENTAIS DE TRABALHO (LTCAT)**

11.1. A CONTRATADA emitirá em até 90 (noventa) dias corridos a contar do início de suas atividades no METRÔ-DF, um LTCAT, um Laudo Técnico das Condições Ambientais de Trabalho (LTCAT), em conformidade com a Lei Nº 8.213 e a Lei 8.212, Decreto Federal 3048 e Instruções Normativas - IN/INSS para documentar os agentes nocivos existentes ou não no ambiente de trabalho para concluir se estes agentes podem ou não gerar aposentadoria especial.

11.2. O LTCAT poderá ser realizado por grupos de funções expostas aos riscos e por ambientes acometidos e as análises qualitativas, quando identificado um potencial risco, deverá ser complementadas por análises quantitativas para todos os agentes identificados, caso sejam passíveis de medições.

11.3. Identificado o agente nocivo, o LTCAT deverá concluir se o agente nocivo encontrado gera ou não direito a aposentadoria especial conforme Decreto n.º 3.048, de 6/5/1999 do Regulamento da Previdência Social e seus anexos e atualizações..

11.4. Os laudos serão emitidos por profissionais legalmente habilitados conforme a CLT e só serão aceitos pelo SESMT do METRÔ-DF se forem realizados nos termos da Lei n.º 8.213/1991.

11.5. A CONTRATADA se obriga a entregar uma cópia do LTCAT ao SESMT do METRÔ-DF com assinatura original do responsável técnico pela elaboração dos laudos.

11.6. Em até 90 dias após início de suas atividades, o LTCAT deverá ser disponibilizado para o SESMT do METRÔ-DF;

12. **PERFIL PROFISSIOGRÁFICO PREVIDENCIÁRIO (PPP)**

Anteprojeto Parte V - Manual de Segurança do Trabalho (208760632) SEI 60097-00064737/2026-26 / pg. 426

12.1. A CONTRATADA deverá constituir e manterá atualizado um documento histórico-laboral (PPP) que reunirá, entre outras informações, dados administrativos, registros ambientais extraídos do LTCAT e resultados de monitoração biológica, durante todo o período em que o trabalhador exerce ou exerceu suas atividades nas dependências do METRÔ-DF.

12.2. O PPP deverá elaborado com base no LTCAT e deverá estar sempre atualizado junto ao E-Social e sempre que solicitado pela fiscalização do METRÔ-DF, deverá ser entregue uma cópia, assim, como deverá ser entregue ao trabalhador sempre que este solicitar no prazo máximo estipulado pela legislação previdenciária.

13. **LAUDO TÉCNICO PERICIAL DE INSALUBRIDADE E PERICULOSIDADE (LIP)**

13.1. A CONTRATADA emitirá em até 90 (noventa) dias corridos a contar do início de suas atividades no METRÔ-DF, Laudo(s) Técnico(s) conclusivo(s) para documentar os agentes nocivos existentes ou não no ambiente de trabalho para concluir se estes agentes podem ou não gerar insalubridade e/ou periculosidade em conformidade com as Normas Regulamentadoras - NR (15 e 16).

13.2. O(s) laudo(s), nos casos de análises qualitativas deverão ser complementadas por análises quantitativas para todos os agentes identificados, caso sejam passíveis de medições.

13.3. Identificado o agente nocivo que possa gerar qualque adicional (Insalubridade e/ou periculosidade), fica a empresa CONTRATADA, quando não eliminar o agente, obrigada a comprovar o referido pagamento de adicional e o recolhimento previdenciário.

13.4. Os laudos serão emitidos por profissionais legalmente habilitados e só serão aceitos pelo SESMT do METRÔ-DF se forem realizados nos termos da Lei n.º 8.213/1991 e do Decreto-Lei 5452/1943.

13.5. A CONTRATADA se obriga a entregar uma cópia dos Laudos ao SESMT do METRÔ-DF com assinatura original do responsável técnico pela elaboração dos laudos em até 90 dias do inicio de suas atividades.

14. **AVALIAÇÃO ERGONÔMICA DO TRABALHO (AET)**

14.1. A CONTRATADA emitirá em até 90 (noventa) dias corridos a contar do início de suas atividades no METRÔ-DF, a Avaliação Ergonômica de suas atividades nos termos da NR 17

14.2. Avaliação Ergonômica deverá levar em consideração, além dos aspectos clássicos, os Aspectos psicossociais do trabalhos e deve ser integrada ao PCMSO e ao PGR, bem como nos demais programas que visem a saúde e a segurança dos trabalhadores, em conformidade com as NR

14.3. Em até 90 dias após início de suas atividades, o AET deverá ser disponibilizado para o SESMT do METRÔ-DF;

15. **EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO COLETIVA (EPC)**

15.1. Quando da necessidade de instalação de Proteção Coletiva, à CONTRATADA deverá submetê-la a aprovação do METRÔ-DF;

15.2. Os pontos de ancoragem e seus componentes (Olhais e cordas) devem ser precedidos de Laudos e de Anotação de Responsabilidade Técnicas e em até 90 dias após as instalações deve ser disponibilizado a documentação comprovatória para o SESMT do METRÔ-DF.

16. **EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL (EPI)**

16.1. Caberá à CONTRATADA fornecer gratuitamente aos seus empregados e colaboradores, e visitantes o EPI adequado ao risco, de forma individual e de uso obrigatório, para as atividades que irão desenvolver, ou áreas que irão acessar, conforme determina a NR 6.

16.2. As características técnicas dos EPI deverão estar condicionadas a Análise de Risco de cada atividade e local de acesso, conforto e quando em área de risco elétrico, atender os pré-requisitos levantados na Análise Preliminar de Riscos e quando se tratar de energia elétrica, condutibilidade, inflamabilidade e influências eletromagnéticas, além de está em conformidade com a NR 6 e demais NR e Portarias do ENIT.

16.3. Não será permitido aos empregados, visitantes e / ou colaboradores da CONTRATADA o início das atividades ou o ingresso em áreas de risco sem o EPI apropriado, quando for o caso.

17. **INSTALAÇÕES FÍSICAS E EDIFICAÇÕES**

17.1. Os locais de trabalho devem ter o código de obras local, atendido o previsto em normas técnicas oficiais e as condições de segurança, conforto sanitário e salubridade, estabelecidas em NR;

17.2. Devem dispor de locais adequados para refeição e descansos;

17.3. As escadas e rampas devem atender aos requisitos da NR 8, NR 18 e da NBR 9050 ABNT;

17.4. As Guaritas de Vigilância devem ser dotadas de instalação sanitária constituída por bacia sanitária sifonada, assento com tampo e lavatório, possuir Agua Potável consumo humano, Energia, Comunicação e Cadeiras.

18. **FERRAMENTAS, MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS.**

18.1. Os equipamentos, máquinas, ferramentas de trabalhos e elementos de segurança e meio ambiente utilizados na execução das atividades, deverão ser mantidos em bom estado de conservação e uso.

Anteprojeto Parte V - Manual de Segurança do Trabalho (208760632) SEI 60097-00064737/2026-26 / pg. 427

18.2. As ferramentas deverão cumprir com as especificações técnicas do fabricante e seus respectivos controles de qualidade.

18.3. As ferramentas de trabalhos utilizadas em áreas de riscos elétricos deverão ser eletricamente isoladas e apresentar laudo de proteção elétrica conforme orientações da NR 10.

18.4. A fiscalização do METRÔ-DF poderá solicitar a substituição de quaisquer equipamentos, máquinas, ferramentas ou elemento de segurança e meio ambiente, se estes não cumprirem com o antes indicado e/ou apresentarem risco a integridade física e saúde do usuário e dos trabalhadores.

19. **LAVANTAMENTO MANUAL E MECANIZADO DE CARGAS**

19.1. Os levantamentos manuais e mecanizados de cargas devem ser realizados conforme a NR12, NR 17 e NR 18.

19.2. O uso de equipamentos mecanizados para o levantamento de cargas pesadas devem ser procedidas de plano de rigging e atender a NR 18.

20. **TRABALHO A CEU ABERTO**

20.1. A CONTRATADA se obriga a fornecer protetor solar sempre que necessário e ou recomendado pela Fiscalização de Contrato ou pelo SESMT do METRÔ-DF.

20.2. Sempre que possível, a CONTRATADA deverá disponibilizar Guarita de Proteção, Barracas ou outros mecaniscos que possam proteger os colaboradores das condições intempéries;

21. **GESTÃO EM SEGURANÇA E PROTEÇÃO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS.**

21.1. A CONTRATADA se obriga a cooperar com as atividades do meio ambiente, orientando seus empregados e colaboradores quanto ao uso sustentável dos recursos naturais, do tratamento e da destinação correta dos resíduos;

21.2. Para o tratamento adequado, no manejo, recolhimento e na destinação final dos resíduos gerados, a CONTRATADA se obriga a utilizar as bases e princípios da coleta seletiva em conformidade com as Resoluções do CONAMA, ANVISA, DIVAL dentre outros órgãos, municipais, estaduais e federais, de proteção do meio ambiente;

21.3. A CONTRATADA se obriga a elaborar políticas e praticas para à minimização do risco à saúde pública e do impacto danoso de sua atividade ou a da atividade que esteja a sua disposição que poderá afetar à qualidade do meio ambiente, devendo incentivar e conscientizar seus empregados e colaboradores da importância da preservação ambiental para a manutenção da qualidade de vida de toda a sociedade;

21.4. A CONTRATADA se obriga a elaborar procedimentos e mecanismo para segregar e realizar a coleta seletiva, a fim de atender a Política Nacional de Resíduos Sólidos.

22. **GESTÃO EM SEGURANÇA E SAÚDE NO TRABALHO EM ESPAÇO CONFINADO, TRABALHO EM ALTURA E MANUTENÇÃO E JARDINAGEM.**

22.1. Todo o trabalho realizado em espaços classificados como confinados, em altura e em manutenção e jardinagem e capinas deverá estar em conformidade com as orientações das NR do ENIT, especialmente a NR 35, a NR 33 e a NR 18.

22.2. A contratada se obriga a realizar os treinamentos mínimos exigidos pelas NR para estes ambientes.

23. **ORDEM DE SERVIÇO DE SEGURANÇA (OSS)**

23.1. Para todas as atividades executadas nos limites da Companhia, a CONTRATADA deverá elaborar uma Ordem de Serviço de Segurança – OSS em conformidade com NR 01.

23.2. O modelo e formato dessa OSS deverá ser aprovado pelo Gestor do Contrato do METRÔ-DF com a assessoria do SESMT da Companhia

24. **CONCEITUAÇÃO TÉCNICA OU GLOSSÁRIO**

24.1. ASO – Atestado de Saúde Ocupacional – certifica se o empregado está apto ou inapto à realização de suas atividades dentro da empresa. Contempla a identificação completa do trabalhador com o número de identidade e função exercida; contém também os riscos que existem na execução de suas tarefas, além dos procedimentos médicos a que foi submetido, deixando o trabalhador e empresas cientes de sua atual condição;

24.2. CAT – Comunicação de Acidentes do Trabalho – de acordo com o artigo 22 da Lei 8213/91, em casos de acidentes ou doenças ocupacionais o seu preenchimento é obrigatório;

24.3. CIPA – Comissão Interna de Prevenção de Acidentes – comissão paritária, composta por representantes eleitos pelos empregados e por representantes indicados pelo empregador. Tem como objetivo a prevenção de acidentes e doenças decorrentes do trabalho, de modo a tornar compatível, permanentemente, o trabalho com a preservação da vida e a promoção da saúde do trabalhador, bem como, observar e relatar as condições de risco nos ambientes de trabalho e solicitar medidas para reduzir até eliminar os riscos existentes (NR-5 ENIT);

24.4. CLT – Consolidação das Leis do Trabalho – regulamentação das relações individuais e coletivas do trabalho, nela previstas, tanto do trabalho urbano quanto do rural, atende à necessidade de proteção do trabalhador e a tutela dos direitos trabalhista, dentro de um contexto de “estado regulamentador”.

24.5. EPC – Equipamento de Proteção Coletiva – dispositivo, sistema ou meio, fixo ou móvel, de abrangência coletiva, destinado a preservar a integridade física e a saúde dos trabalhadores, usuários e terceiros;

24.6. EPI – Equipamento de Proteção Individual – dispositivo de uso individual utilizado pelo trabalhador, destinado à proteção de riscos suscetíveis de ameaçar a segurança e saúde no trabalho e a integridade física do trabalhador (NR-6 ENIT);

24.7. NR – Norma Regulamentadora do Capítulo V do Título II da Consolidação das Leis do Trabalho, relativas à Segurança e Medicina do Trabalho;

24.8. OSS – Ordem de Serviço de Segurança – orienta trabalhadores acerca dos riscos encontrados no ambiente de trabalho. Descreve os processos, lista os equipamentos e EPI a serem utilizados pelos empregados e estabelece ações preventivas e corretivas;

24.9. PCMAT – Programa de Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção – implementa medidas de controle e sistemas preventivos de segurança nos processos, nas condições e no meio ambiente de trabalho na Indústria da Construção (NR-18 ENIT);

24.10. PCMSO – Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional – promove a preservação da saúde dos trabalhadores (NR-7 ENIT);

24.11. PPRA – Programa de Prevenção de Riscos Ambientais – visa à preservação da saúde e da integridade dos trabalhadores, por meio da antecipação, reconhecimento, avaliação e onsequente controle da ocorrência de riscos ambientais existentes, ou que venham a existir no ambiente de trabalho, tendo em consideração a proteção do meio ambiente e dos recursos naturais (NR-9 ENIT);

24.12. RUÍDO – Som indesejado, cuja intensidade é medida em decibéis (dB) e sua escala é logarítmica. Um aumento no nível de pressão sonora de cinco decibéis representa um aumento da intensidade de ruído para o dobro. A intensidade de um ruído não constitui o único fator que determina malefícios a audição humana, neste caso, a duração da exposição é também muito importante. Segundo a legislação brasileira um trabalhador poderá ser exposto no máximo a 79 dB(A) para um jornada de oitos horas sem proteção.

24.13. SESMT – Serviço Especializado em Engenharia de Segurança e Medicina do Trabalho – Corpo Técnico formados por Engenheiros de Segurança, Técnicos de Segurança, Médicos do Trabalho, Enfermeiros do Trabalhos e Técnicos de Enfermagem do Trabalho, promove a política de higiene, medicina e segurança do trabalho, objetivando a promoção da saúde e proteção da integridade física do trabalhador no ambiente de trabalho (NR-4 ENIT);

24.14. SIPAT – Semana Interna de Prevenção de Acidentes do Trabalho, deve ser organizada anualmente pela – CIPA em conjunto com o SESMT com o objetivo de conscientizar os empregados sobre a saúde e segurança no trabalho além da prevenção de acidentes. Durante a SIPAT são realizadas atividades envolvendo os empregados com o objetivo de promover a conscientização, em geral com foco em um tema definido anteriormente. Entre as atividades estão palestras, treinamentos, avaliações médicas, atividades lúdicas, entre outra;

24.15. SRT – Superintendência Regional do Trabalho – órgão executivo local do ENIT, coordena, orienta e controla, na área de sua jurisdição, a execução das atividades relacionadas com a fiscalização do trabalho, a inspeção das condições ambientais de trabalho e a orientação ao empregado;

24.16. LTCAT – Laudo Técnico das Condições Ambientais de Trabalho;

24.17. PPP – O Perfil Profissiográfico Previdenciário PPP, documento estórico laboral do trabalhador que registra todas as atividades do empregado dentro da empresa associadas com a exposição dos riscos e as medidas de controles;

24.18. PCA – Programa de Conservação Aditiva é um programa de saúde que visa a proteção e à saúde auditiva do trabalhador, ou seja, prevenir que os colaboradores expostos a níveis de ruído alto desenvolvam Perda Auditiva Induzida por Níveis Elevados de Pressão Sonora – (PAINEPS);

25. **FUNDAMENTAÇÃO LEGAL:**

25.1. Decreto-Lei n.º 5.452, de 1º de maio de 1943 – aprova a Consolidação das Leis do Trabalho – CLT;

25.2. Lei n.º 6.514, de 22 de dezembro de 1977 – altera o Capítulo V do Título II da Consolidação das Leis do Trabalho, relativo à Segurança e Medicina do Trabalho;

25.3. Portaria GM n.º 3.214, de 08 de junho de 1978 – do Ministério do Trabalho e Emprego – MTb – aprova as Normas Regulamentadoras – NR – do Capítulo V do Título II da Consolidação das Leis do Trabalho, relativas à Segurança e Medicina do Trabalho;

25.4. NBR 14606 – Postos de Serviço – Entrada em Espaço Confinado;

25.5. NBR 14787 – Espaço Confinado – Prevenção de Acidentes, Procedimentos e Medidas de Proteção, bem como suas alterações posteriores; e,

25.6. Lei nº 8.213 de 24 de Julho de 1991 – que dispõe sobre os Planos de Benefícios da Previdência Social e dá outras providências.

Anteprojeto Parte V - Manual de Segurança do Trabalho (208760632) SEI 60097-00064737/2026-26 / pg. 429

Documento assinado eletronicamente por **JOSELTON RODRIGUES CAVALCANTE - Matr.0001231-9**, **Técnico(a) em Segurança do Trabalho**, em 15/04/2025, às 05:28, conforme art. 6º do Decreto n° 36.756, de 16 de setembro de 2015, publicado no Diário Oficial do Distrito Federal nº 180, quinta-feira, 17 de setembro de 2015.

A autenticidade do documento pode ser conferida no site: http://sei.df.gov.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0 verificador= **156646428** código CRC= **B8FF83DA**.

Especificação Técnica n.º 2/2026 - METRO-DF/DTE Brasília-DF, 17 de julho de 2026.

ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA DA INTEGRADORA ENTRE SISTEMAS

1. INTRODUÇÃO

1.1. Objetivo

Este documento tem por objetivo apresentar os requisitos necessários para a realização dos serviços de integração entre os diversos sistemas da Linha 1 do Metrô-DF, necessário e suficientes pela a implantação do sistema de sinalização e controle.

1.2. Definições

As built: termo que define a ação de revisar a documentação técnica gerada para um empreendimento de maneira a representar seu estado mais atual.

Comissionamento: Conjunto de testes realizados nos dispositivos, equipamentos e sistemas onde é verificada sua correta instalação e funcionamento, de acordo com o projeto executivo.

Contratada: Empresa responsável pelo conjunto de ações referentes à implementação de um dispositivo, equipamento ou sistema na Linha 1 do Metrô-DF.

Contratante: é o Metrô- DF - Companhia do Metropolitano do Distrito Federal.

Empreendimento: refere-se à implantação de dispositivos, equipamentos e sistemas na Linha 1 do Metrô-DF.

Integração: ação que permite a interação entre equipamentos ou sistemas, sejam eles, elétricos, eletrônicos, mecânicos, hidráulicos, arquitetônicos ou de construção civil por meio de dispositivos denominados interfaces.

Integradora: é a empresa contratada pelo Metrô-DF responsável pelos produtos e serviços da integração.

Navegador de rede: navegador web, navegador da internet ou simplesmente navegador (Web browser), é um programa que habilita seus usuários a interagirem com documentos hospedados em um servidor da rede.

SisCon: termo utilizado neste documento que representa o conjunto de dispositivos, equipamentos e *sistemas já contratados* pelo Metrô-DF.

Localidade: termo utilizado neste documento que representa as estações, vias, subestação e pátio da Linha 1 do Metrô-DF.

NovoCon: termo utilizado neste documento que representa a *empresa ou consórcio a ser contratado pelo Metrô-DF* que será responsável pelo fornecimento de dispositivos, equipamentos e sistemas.

SA: Sistema de Apoio — sistema a ser contratado futuramente que deverá receber e tratar os alarmes e diagnósticos enviados pelos sistemas do empreendimento.

Teste: procedimento que permite verificar o funcionamento correto de um dispositivo, equipamento ou Sistema.

2. SISTEMAS DA INTEGRAÇÃO

2.1. Este item relaciona, mas não limita, os dispositivos, equipamentos e sistemas que deverão

ser tratados pela Integradora. Para facilitar os trabalhos com as interfaces, foi feita a seguinte divisão:

2.1.1. **Grupo do NovoCon**

O conjunto dos dispositivos, equipamentos e sistemas a serem fornecidos por empresa *ou consórcio a ser contratado pelo Metrô-DF* pertencentes ao grupo do NovoCon estão listados a seguir:

I - Sistema de Sinalização e Controle de Trens — SSC — responsável pela movimentação segura dos trens na via principal, pátios e demais áreas atendidas pela sinalização.

II - Sistema de Controle Centralizado — demais sistemas de controle disponíveis no CCO, incluindo mas não limitado ao Sistema de Controle e Proteção Elétrica, Sistema de controle da Ventilação e outros.

III - Rede de Fibras Ópticas — infraestrutura de cabos ópticos que interliga as localidades do empreendimento para a comunicação de dados, voz e vídeo.

IV - Material Rodante — é o conjunto dos trens e seus sistemas embarcados.

V - AMV — Aparelho de Mudança de Via (Track Switch) — equipamento que permite ao trem passar de uma via para outra.

VI - Sistema de Apoio - Caberá à Integradora considerar, tratar e testar todas as interfaces com esse sistema. Os testes deverão utilizar simuladores e os resultados devem ser apresentados em relatórios específicos, que serão disponibilizados como premissa ao futuro fornecedor do sistema.

2.1.2. **Grupo do SisCon**

Os dispositivos, equipamentos e *sistemas já contratados* pelo Metrô-DF pertencentes ao grupo do SisCon estão listados a seguir:

I - Sistema de Alimentação Elétrica — conjunto sistemas e equipamentos pela alimentação elétrica do METRÔ-DF, incluindo estações, trens, proteção, distribuição, regeneração e demais sistemas e equipamentos correlatos.

II - Sistema de Passagem de Cabos— conjunto de bandejas, leitos, eletrocalhas, canaletas, caixas de passagem, poços de inspeção e acessórios, que acomodam, protegem e conduzem cabos elétricos e ópticos nas vias, estações e pátio.

III - Sistema de Proteção de Descargas Atmosféricas e Aterramento — SPDA — responsável pelos para-raios e aterramento do METRÔ-DF.

IV - Painéis de Força — PDF — gabinetes com dispositivos de proteção responsáveis pela alimentação elétrica dos sistemas.

V - Para-choque — estrutura destinada a reter o trem no fim da via.

VI - Sistema de Transmissão de Dados — STD — responsável pela comunicação de dados entre as localidades do empreendimento;

VII - Sistema de Sonorização — responsável pela emissão de mensagens de áudio nas estações;

VIII - Sistema de Radiotelefonia — responsável pelas comunicações do rádio Tetra;

IX - Rede Administrativa — responsável pelo hardware e software da rede corporativa;

X - Sistemas Auxiliares é o conjunto de dispositivos, equipamentos e sistemas formados por escadas rolantes, elevadores, iluminação e tomadas, detecção e alarme de incêndio, detecção e combate a incêndio, ventilação e ar condicionado e rota de fuga.

XI - Localidades do Empreendimento (estações, vias, pátio e subestação) representadas pelos projetos de Civil e Arquitetura;

2.1.3. **Grupos de Interfaces**

Baseado na divisão de grupos acima, as interfaces dos sistemas foram distribuídas da seguinte maneira:

a) Interfaces envolvendo dispositivos, equipamentos ou sistemas contratados pelo Metrô-DF, farão parte do grupo de interfaces SisCon x SisCon;

b) Interfaces envolvendo dispositivos, equipamentos ou sistemas a serem contratados pelo Metrô-

DF, farão parte do grupo de Interfaces NovoCon x NovoCon e;

c) Interfaces envolvendo dispositivos, equipamentos ou sistemas contratados pelo Metrô-DF (SisCon) e a serem contratados pelo Metrô-DF (NovoCon) farão parte do grupo de Interfaces SisCon x NovoCon.

3. SERVIÇOS DA INTEGRADORA

No desenvolvimento de seus serviços, a Integradora deverá:

a) Utilizar equipe técnica especializada e dedicada exclusivamente aos serviços da Integração;

b) Elaborar o planejamento das atividades da Integração;

c) Analisar os projetos disponíveis (básico ou executivo) e adequação às normas e legislação vigentes;

d) Identificar, quantificar e registrar todas as interfaces relativas aos equipamentos, sistemas e localidades;

e) Avaliar os requisitos exportados levantados nas análises de segurança dos sistemas;

f) Elaborar nova Matriz de Interfaces que permita gerenciar instantaneamente as mudanças nos serviços da lntegradora podendo ainda, emitir relatórios gerenciais em mídia ou impressos;

g) Gerir o planejamento da execução dos serviços de integração de maneira a antecipar, identificar e mitigar os riscos decorrentes da integração inadequada das interfaces;

h) Elaborar o Relatório de Validação das Interfaces — RVI com a descrição dessas interfaces, incluindo o atendimento aos requisitos de COM (Confiabilidade, Disponibilidade e Manutenibilidade), Segurança (recursos qualitativos e quantitativos para minimizar riscos à pessoa, ao sistema e ao meio ambiente) e EMC (o sistema não deve causar ou sofrer interferências) quando existirem;

i) Convocar, conduzir e registrar as reuniões com as partes envolvidas nas respectivas interfaces e, baseado no RVI, obter das partes o “ciente e de acordo”;

j) Propor soluções para viabilizar a Integração em caso de divergências;

k) Elaborar os Relatórios específicos referentes às interfaces com o SA;

l) Elaborar os Relatórios de Consolidação das Interfaces-RCl. Estes documentos deverão contemplar todo o processo de identificação das interfaces e incluir os testes que devem ser realizados para comprovar sua correta funcionalidade e atendimento aos requisitos especificados no projeto executivo;

m) Analisar e validar, em conjunto com a Contratante, a parcela referente às interfaces nos Procedimentos de Testes de Comissionamento (Testes Isolados e Integrados), emitidos pelas Contratadas responsáveis pelo fornecimento de civil, arquitetura e sistemas, de modo a verificar se os testes propostos no RCI aprovado foram contemplados nesses documentos;

n) Analisar e validar as folhas de dados dos resultados da parcela dos Testes de Comissionamento referente às interfaces;

o) Revisar a documentação de sua responsabilidade, caso alguma interface seja modificada, e submetê-los à análise da Contratante;

p) Emitir a documentação revisada (As built).

4. MATRIZ DE INTERFACES

a) Caberá a Integradora implementar a Matriz de Interfaces baseada em software de gerenciamento de requisitos do tipo, DOORS (Rational Dynamic Object Oriented Requirements System) ou equivalente, que permitirá identificar, controlar, mapear e rastrear instantaneamente qualquer requisito, interface, documento, informação ou mudança. Deverá permitir ainda, a emissão de relatórios gerenciais em mídia ou impressos.

b) O Metrô-DF deverá ter, a qualquer momento, livre acesso à Matriz de Interfaces por meio de um navegador de rede *(web browser)*.

c) A Integradora, ao identificar novas interfaces não contempladas, deverá atualizar constantemente a Matriz de Interfaces.

5. PRODUTOS DA INTEGRADORA

A seguir estão os produtos que a Integradora deverá entregar à Contratante. Cabe salientar que Contratante e Contratada poderão, em comum acordo, alterar a quantidade e o tipo dos documentos abaixo.

a) Dossiê de Análise Crítica da Integração que deve apresentar e descrever como a Integradora atenderá os requisitos descritos nesta especificação:

— descrever o processo da integração dos sistemas definindo a estratégia de verificação e validação para o correto desenvolvimento das interfaces;

— descrever as atividades para o gerenciamento das interfaces;

— descrever como as interfaces que envolvem segurança serão tratadas;

b) Memorial descritivo do planejamento das atividades da Integração;

c) Memorial descritivo com a Análise de Riscos e Perigos da Integração e como mitiga-los;

d) Relatórios de Validação das Interfaces;

e) Relatórios de Consolidação das Interfaces-RCI;

f) Memorial descritivo apresentando o plano de análise dos procedimentos de teste comissionamento;

g) Relatórios com a análise das folhas de dados dos resultados da parcela dos testes de

h) Comissionamento referentes às interfaces;

6. REQUISITOS DE DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA

6.1. Gerais

a) A Integradora deverá ser a responsável técnica por toda sua documentação técnica. Deverá atender, além das diretrizes e requisitos deste documento, a legislação vigente e as normas técnicas aplicáveis.

b) A elaboração da documentação técnica deverá utilizar softwares processadores de texto do tipo Word (.doc, .docx) no formato A4.

c) Para esquemas e desenhos no formato A3, A2, A1 e A0 deverá ser utilizado software de desenho do tipo CAD (.dwg).

d) O conteúdo dos documentos técnicos e sua codificação deverá estar em conformidade com os seguintes manuais do Metrô-DF.

e) Caberá à Contratante ou a quem ela indicar, a análise e aprovação da documentação técnica descrita neste documento.

f) Todos os documentos técnicos deverão ser disponibilizados para a Contratante no idioma Português - Brasil, exceção aos Manuais Técnicos de produtos de prateleira, onde se aceitará o próprio manual que acompanha o produto no idioma Inglês, desde que apresentado como anexo a um documento no padrão definido pela Contratante.

g) Todos os documentos deverão ser mantidos atualizados pela Integradora durante a vigência do contrato.

6.2. **Formatação dos Documentos Técnicos**

a) Todos os documentos técnicos deverão ser elaborados nos formatos A0, A1, A2, A3 e A4. Os formatos A0, A1 e A2 deverão ser utilizados para esquemas, desenhos e projetos de instalação. Os formatos A3 e A4 para textos, tabelas, figuras e diagramas;

b) Os documentos técnicos elaborados nos formatos A0, A1, A2 e A3, que não sejam específicos da Integração, poderão ser entregues no formato da Integradora, desde que possuam os seguintes campos:

— “código do documento” no padrão da Contratante;

— “revisão";

— "visto dos responsáveis técnicos” da Contratada e Contratante;

— “documentos de referência";

— “datas de emissão e aprovação” e;

— “número sequencial/total de folhas”.

c) Os campos podem ser inseridos através de carimbos, previamente aprovados, desde que a visualização em mídia eletrônica seja possível;

d) Os documentos técnicos elaborados no formato A4, que não sejam específicos da Integraşão, poderão ser entregues no formato da Integradora, acrescidos de uma folha de rosto, folha com os campos de “objetivo”, “aplicações” e chamada do “anexo”;

e) Os anexos, inseridos nos documentos técnicos, deverão ter a sua identificação, formatação e quantidade de páginas na folha de rosto e nas folhas internas.

6.3. **Entrega dos Documentos Técnicos**

a) Todos os documentos técnicos deverão ser entregues para análise da Contratante por meio de arquivo eletrônico;

b) Todo documento técnico entregue para análise deverá estar completo e acompanhado dos documentos que são nele referenciados;

c) Os documentos técnicos analisados e aprovados deverão ser enviados à Contratante da seguinte forma:

d) Em arquivos editáveis armazenados em mídia;

e) Em arquivos de visualização armazenados em mídia;

— Original em papel, no formato A4 e;

— Original em papel, nos formatos A0, A1, A2 e A3, quando necessário;

f) O documento original é emitido após a aprovação e deverá ser fornecido como segue:

I - em arquivo eletrônico editável para o formato A4, em arquivo eletrônico digitalizado (pdf) assinado digitalmente com certificação digital válida e, em duas cópias em papel, coloridas e encadernadas, com folhas impressas só de um Iado e rubricadas pela Integradora com tinta na cor azul;

II - em arquivo eletrônico editável para os padrões A3 até A0, duas cópias em papel coloridas e todas impressas só de um Iado e assinadas pela Integradora.

a) Os documentos técnicos deverão ser revisados pela Integradora para atender as necessidades da Integração e, para atender aos comentários realizados pela Contratante. Eventuais comentários não atendidos pela Integradora deverão ser justificados em relatórios chamados RRV-Resposta ao Relatório de Verificação.

6.4. **Revisão de Documentos Técnicos Existentes**

a) No caso de revisão de documentos existentes, a Contratante os disponibilizará em papel ou mídia eletrônica, para serem revisados pela Integradora;

b) Esses documentos deverão ser revisados, refeitos ou redesenhados pela Integradora de modo a incorporar as novas adequações da Integração, sempre obedecendo o que está definido neste documento;

c) A Integradora, se desejar, poderá gerar um novo documento técnico, deixando de utilizar os documentos disponibilizados pela Contratante;

d) Quando não existir documento do projeto a ser modificado, a Integradora deverá gerar um novo documento obedecendo o que está definido neste documento;

6.5. **Análise e Aprovação**

a) Os documentos revisados pela lntegradora deverão ser encaminhados à Contratante em papel e com o respectivo arquivo eletrônico.

b) A Contratante analisará esses documentos e encaminhará um Relatório de Verificação

— RV contendo a aprovação/liberação ou os comentários a esses documentos.

c) A Integradora, de posse do RV, deverá revisar o documento e encaminha-lo à Contratante juntamente com o RRV — Resposta ao Relatório de Verificação.

d) O RRV deverá detalhar item a item, os comentários atendidos e não atendidos, bem como as respectivas justificativas cabendo à Contratante aceitar ou não as justificativas da Integradora.

Atenciosamente,

Documento assinado eletronicamente

Eng.º Fernando Jorge Rodrigues

Diretor Técnico

Documento assinado eletronicamente por **FERNANDO JORGE RODRIGUES - Matr.0003389-8**, **Diretor(a) Técnico(a)**, em 17/07/2026, às 17:44, conforme art. 6º do Decreto n° 36.756, de 16 de setembro de 2015, publicado no Diário Oficial do Distrito Federal nº 180, quinta-feira, 17 de setembro de 2015.

A autenticidade do documento pode ser conferida no site: https://sei.df.gov.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0 Código Verificador: **208836231** Código CRC: **8EC4D662**.

SERVIÇO DE AVALIAÇÃO INDEPENDENTE DE SEGURANÇA (ISA)

Modernização do Sistema de Sinalização e Controle (CBTC — Bloco Móvel) da Linha 1 do Metrô-DF

1. OBJETO

1.1. O presente Documento estabelece o escopo, os requisitos, as obrigações e as condições técnicas do Serviço de Avaliação Independente de Segurança (ISA — Independent Safety Assessor) aplicável ao projeto de modernização do sistema de sinalização e controle da Linha 1 do Metrô-DF, com migração da atual tecnologia de bloco fixo para a tecnologia CBTC (Communication-Based Train Control) com bloco móvel, em ambiente brownfield, incluindo a integração com as frotas existentes e futura.

1.2. O objeto compreende a avaliação independente de segurança do sistema, a auditoria do Plano de RAMS/CDMS, a revisão de documentos de interface, do Hazard Log, das análises de segurança, dos registros de testes e do Dossiê de Segurança (Safety Case), bem como a emissão dos pareceres técnicos de segurança necessários à liberação das etapas avaliadas e da operação comercial.

1.3. A contratação deve considerar a elevada complexidade técnica do empreendimento, especialmente pela execução em linha em operação, pela coexistência temporária entre o sistema legado e o novo sistema, pela bifurcação em “Y” de Águas Claras e pela modernização das frotas Séries 1000 e 2000. Essas frotas apresentam graus distintos de obsolescência e correspondem a soluções tecnológicas de épocas diferentes, cada uma com particularidades próprias de integração, retrofit, validação e manutenção. O escopo também considera a integração da futura Série 3000, conforme os requisitos aplicáveis ao projeto.

1.4. O objetivo da contratação é prover ao Metrô-DF avaliação técnica independente, isenta e metodologicamente estruturada quanto à aceitabilidade dos riscos residuais e à demonstração dos níveis de integridade de segurança aplicáveis, ao longo do ciclo de vida do empreendimento, desde a engenharia até a liberação para operação comercial com passageiros.

2. JUSTIFICATIVA E CONTEXTO

A modernização do sistema de sinalização e controle da Linha 1 exige avaliação independente de segurança por envolver sistema vital, integração entre equipamentos de via, bordo, telecomunicações, energia, ventilação primária, Centro de Controle Operacional (CCO), operação e manutenção, além da transição da tecnologia de blocos fixos para CBTC com bloco móvel.

Anteprojeto Parte VII - Escopo da Certificadora (208760814) SEI 00097-00004737/2026-26 / pg. 437

A contratação do ISA é necessária para verificar, de forma autônoma, a aplicação dos processos de RAMS/CDMS, a consistência das análises de perigos, a rastreabilidade dos requisitos de segurança, a conformidade dos testes e a suficiência do Dossiê de Segurança (Safety Case).

O cenário brownfield amplia a criticidade da avaliação, pois a implantação ocorrerá com a linha em operação, coexistência temporária entre sistemas e frotas, testes em campo, modos degradados e etapas de transição entre o sistema legado e o novo sistema.

A atuação do ISA contribui para que as evidências de segurança sejam avaliadas por terceira parte qualificada, com segregação em relação ao fornecimento, à implantação e à validação interna dos sistemas avaliados.

3. DEFINIÇÕES E SIGLAS

Para os fins deste Termo de Referência, aplicam-se as siglas e definições a seguir:

Sigla / Termo	Significado
ISA	Independent Safety Assessor — Avaliador Independente de Segurança; entidade de terceira parte responsável pela avaliação independente da segurança do sistema.
CBTC	Communication-Based Train Control — controle de trens baseado em comunicação contínua e bidirecional via-trem.
RAMS / CDMS	Reliability, Availability, Maintainability and Safety — Confiabilidade, Disponibilidade, Manutenibilidade e Segurança.
SIL	Safety Integrity Level — Nível de Integridade de Segurança.
ATP / ATO / ATS	Automatic Train Protection / Operation / Supervision — proteção, operação e supervisão automáticas de trens.
GoA / UTO	Grades of Automation / Unattended Train Operation — graus de automação; UTO corresponde ao GoA4, com operação automática integral.
VOBC	Vehicle On-Board Controller — controlador embarcado do CBTC.
DCS	Data Communication System — sistema de comunicação de dados do CBTC.
MA	Movement Authority — autorização de movimento calculada para cada trem.
Hazard Log	Registro de perigos, suas mitigações e seus estados de tratamento.
Safety Case	Dossiê de Segurança; argumentação documentada e evidenciada de que o sistema é seguro para o uso pretendido.
SRAC	Safety-Related Application Conditions — condições de aplicação relacionadas à segurança.
FAT / SAT	Factory / Site Acceptance Tests — testes de aceitação de fábrica e de campo.
T&C	Test and Commissioning — testes e comissionamento.
Shadow mode	Operação assistida em que o novo sistema opera em paralelo, sem comando efetivo, para validação antes da ativação.
Cutover / Rollback	Comutação para o novo sistema / reversão ao sistema legado em caso de necessidade operacional ou técnica.
Executor / Fornecedor	Empresa ou consórcio responsável pelo fornecimento, projeto e implantação do CBTC e/ou do material rodante, como parte auditada.
CONTRATADA	Parte responsável pela execução do serviço de ISA nas condições estabelecidas neste Termo de Referência.

Anteprojeto Parte VII - Escopo da Certificadora (208760814) SEI 00097-00004737/2026-26 / pg. 438

4. BASE NORMATIVA E REFERENCIAL TÉCNICO

4.1. As referências técnicas aplicáveis ao ISA têm por finalidade orientar a avaliação do ciclo de vida, da segurança, do software, do hardware, das comunicações, da cibersegurança e da demonstração de segurança do sistema.

4.2. A CONTRATADA e o ISA executarão os trabalhos em observância às normas e referências técnicas aplicáveis, considerando suas versões vigentes na data de contratação do respectivo sistema:

Norma / Referência	Finalidade no escopo do ISA
ABNT NBR IEC 62278 / EN 50126	RAMS/CDMS e ciclo de vida do sistema.
ABNT NBR IEC 62279 / EN 50716	Software relacionado à segurança.
ABNT NBR IEC 62425 / EN 50129	Dossiê de Segurança (Safety Case) e sistemas eletrônicos de sinalização relacionados à segurança.
EN 50159 / IEC 62280	Comunicação relacionada à segurança em sistemas de transmissão.
IEC 61508	Segurança funcional de sistemas elétricos, eletrônicos e eletrônicos programáveis, quando aplicável.
EN 62267 / IEC 62267	Sistemas urbanos guiados automatizados, quando aplicável ao grau de automação previsto.
ISA/IEC 62443 e NIST CSF 2.0	Cibersegurança de sistemas de automação e controle industrial.
ISO/IEC 17020 (Tipo A) e ISO/IEC 17065	Independência, inspeção e certificação por terceira parte.
IEEE Std 1474.1	Requisitos funcionais e de desempenho do CBTC.
ISO 9001	Gestão da qualidade do ISA e dos processos avaliados.

4.3. Em caso de conflito ou ambiguidade entre referências normativas, prevalece a solução mais protetiva à segurança. Havendo dúvida quanto à norma ou ao trecho aplicável, o ISA registrará a pendência e submeterá a questão ao Metrô-DF, sem criação autônoma de requisitos não previstos no projeto.

5. NATUREZA DO OBJETO E REGIME DE INDEPENDÊNCIA

5.1. O ISA atuará como organismo de inspeção e avaliação de terceira parte independente, sem vínculo societário direto ou por conglomerado com o Executor/Fornecedor do CBTC ou com o fabricante do material rodante, realizando auditorias de processo e de produto ao longo das fases do projeto, conforme a EN 50126.

5.2. O objetivo da atuação do ISA é comprovar, em cada fase e para cada sistema de especialidade, a conformidade do Sistema de Gestão da Segurança e do desenvolvimento com a regulação técnica aplicável, bem como o atendimento do nível de segurança estabelecido para o

projeto, incluindo interfaces, integração e riscos exportados ao operador e ao mantenedor da Linha 1.

5.3. **Princípio da Segregação Avaliativa**: A entidade que atuar como ISA Global do projeto não poderá assumir, no mesmo projeto e durante sua vigência, funções de avaliação interna para o Executor/Fornecedor ou para contratados, nem funções de fiscalização ou supervisão de avanço físico-financeiro da obra, de modo a preservar o distanciamento necessário ao juízo independente.

5.4. O parecer favorável do ISA sobre o Dossiê de Segurança (Safety Case) e a emissão do Parecer Final de Segurança constituem pré-condição técnica para a autorização de entrada em operação comercial com passageiros, sem prejuízo das demais aprovações e licenças exigíveis.

6. ESCOPO DOS TRABALHOS

6.1. Sistemas, subsistemas e interfaces objeto da avaliação

A avaliação independente abrange o sistema CBTC e suas interfaces de segurança, incluindo, mas não se limitando a:

- Núcleo CBTC: condução automática (ATO), proteção automática (ATP), supervisão/regulação (ATS), intertravamento eletrônico, controladores de zona e controladores embarcados (VOBC);
- Permissão de Movimento (MA), precisão de parada, frenagem de emergência vital, curvas de proteção e princípios fail-safe;
- Sistema de comunicação de dados (DCS): rede rádio/backbone, cobertura, handover, latência, jitter, perda de pacotes, sincronismo, disponibilidade e redundância;
- Detecção secundária vital de trens para trens não equipados durante a operação mista;
- Interfaces de frota: modernização/retrofit dos trens das Séries 1000 e 2000, considerando seus diferentes graus de obsolescência e suas particularidades técnicas, e preparação/integração da Série 3000;
- Interface de segurança com a energia de tração, em especial a lógica de desligamento rápido, corte de tração e alívio remoto de freios para reboque ou evacuação;
- Interface com o Centro de Controle Operacional (CCO) por meio do ATS e do telecomando associado;
- Portas de plataforma (PSD), ainda que como previsão de interface, e sincronização porta-trem;
- Interface com o Sistema de Ventilação de Emergência (SVE), detecção e combate a incêndio e lógica causa × efeito associada;
- Sistemas correlatos de comunicação quando apresentarem interface ou repercussão de segurança, a exemplo de sonorização/SAP e CCTV;
- Interfaces com obras civis e infraestrutura, incluindo salas técnicas, suportes, visadas, vias e o trecho em “Y”, quando afetarem a segurança do CBTC;

- Modelo de Operação, Modelo de Manutenção, procedimentos e manuais, quanto aos requisitos de segurança exportados.

6.2. Particularidades do cenário brownfield

Em razão da migração com a linha em operação, o ISA dedicará atenção especial aos seguintes temas, que constituem o núcleo de risco do empreendimento:

a) **Coexistência tecnológica temporária:** instalação por sobreposição, mecanismos de isolamento entre o sistema legado e o novo sistema, restrições de espaço físico nas salas técnicas e execução em janelas de manutenção compatíveis com a operação da linha;

b) **Gestão da operação mista**: tratamento de trens equipados e não equipados, detecção secundária vital e definição segura das condições de movimentação durante a transição;

c) **Modernização das frotas Séries 1000 e 2000:** avaliação das particularidades de retrofit, integração, validação e manutenção, considerando a obsolescência distinta e as soluções técnicas próprias de cada frota;

d) **Integração da Série 3000:** verificação das interfaces entre o novo material rodante, o CBTC e os sistemas de via, controle e manutenção;

e) **Tratamento do trecho em "Y" de Águas Claras:** estratégia de priorização, operação, transição e validação das condições de segurança associadas;

f) **Estratégia de transição faseada:** comutação inicial do intertravamento e posterior ativação do CBTC após validações compatíveis com a operação assistida;

g) **Reversão segura ao sistema legado**, quando tecnicamente necessária, em via e a bordo, durante testes e etapas de transição;

h) **Riscos exportados à operação e à manutenção da linha em serviço**, incluindo cenários de degradação, perda de comunicação e modos de fallback.

6.3. Limites do escopo

A avaliação concentra-se nas funções, zonas, interfaces, evidências e condições de aplicação relacionadas à segurança do sistema. A definição dos limites e das interfaces deverá ser consolidada a partir da arquitetura aprovada, das análises de segurança e dos documentos de interface do empreendimento. O ISA não assume funções de projeto, fornecimento, implantação ou fiscalização de avanço físico-financeiro.

6.4. Fases do ciclo de vida cobertas pelo objeto

O objeto contempla o ciclo de vida do projeto, iniciando-se na engenharia e estendendo-se às etapas de teste, integração, liberação e acompanhamento das evidências de segurança, abrangendo ao menos as seguintes fases:

- Projeto básico/conceitual e definição da arquitetura de segurança;
- Projeto executivo/detalhado de hardware e software;

Anteprojeto Parte VII - Escopo da Certificadora (208760814) SEI 00097-00004737/2026-26 / pg. 441

- Fabricação e montagem;
- Testes de aceitação de fábrica (FAT);
- Instalação e testes de aceitação em campo (SAT), estáticos e dinâmicos;
- Testes e comissionamento (T&C), integração de sistemas e operação assistida (shadow mode) ou marcha experimental;
- Liberação para operação comercial, com emissão dos pareceres técnicos de segurança;
- Acompanhamento na operação assistida e no período de garantia técnica do sistema, quando relacionado às evidências de segurança.

7. ENTREGÁVEIS (PRODUTOS) E TAREFAS DO ISA

7.1. Documentos de início

Na etapa inicial da contratação, o ISA apresentará os documentos-base da avaliação, detalhando plano de trabalho, metodologia, organização do serviço, dados de entrada por fase e produtos de saída:

- Plano Independente de Avaliação de Segurança (ISA Plan), com campos de avaliação, metodologia, normas aplicáveis, critérios técnicos de aceitação e organização do serviço;
- Plano de Implementação de Auditoria, descrevendo os tipos de auditoria aplicáveis e o programa de auditorias;
- Plano de Garantia da Qualidade (PGQ) do serviço de avaliação.

7.2. Produtos por fase

O ISA entregará, no mínimo, os produtos técnicos a seguir, submetidos à aceitação formal do Metrô-DF e compatibilizados com a evolução da implantação:

Produto	Descrição	Fase
P0	Documentos de início: Plano ISA, Plano de Implementação de Auditoria e PGQ.	Início
P1	Relatório de Avaliação do Plano de RAMS, do Plano de Qualidade e da arquitetura de segurança; verificação da aderência dos requisitos do Metrô-DF à solução proposta.	Conceitual / Projeto básico
P2	Relatório de Avaliação da Gestão de Riscos: Hazard Log, avaliação de modos de degradação e fallback; tratamento de interfaces e riscos exportados.	Projeto / Análise de perigos
P3	Relatório de Avaliação Intermediária de Software: rastreabilidade de requisitos, técnicas de projeto, gestão de configuração e testes.	Projeto detalhado
P4	Relatório de Avaliação Intermediária de Hardware: redundância, taxonomia de falhas, tolerância a faltas e avaliação de cibersegurança.	Projeto detalhado
P5	Relatório de Aceitação dos Testes de Fábrica (FAT), incluindo revisão dos procedimentos de FAT por subsistema.	Fabricação / FAT
P6	Relatório de Inspeção de Integração em Campo (SAT): ensaios estáticos e dinâmicos, frenagem de emergência, localização e rádio, sincronização de portas, modos degradados, interferência e vulnerabilidade cibernética.	Instalação / SAT
P7	Relatório global de Operação Assistida (shadow mode) e marcha experimental, com lista de restrições e condições de aplicação relacionadas à	T&C / Operação assistida

Anteprojeto Parte VII - Escopo da Certificadora (208760814) SEI 00097-00004737/2026-26 / pg. 442

Produto	Descrição	Fase
	a serem tratadas pela operação.	
P8	Parecer sobre o Dossiê de Segurança (Safety Case) e Parecer Final de Segurança para operação commercial.	Liberação operacional
P9	Relatório Final Abrangente (Overall ISA Report), com o rol de aspectos cobertos pela avaliação.	Encerramento
FDO	Lista de Pontos Abertos, com registro de pendências, tratamento e fechamento por fase; relatórios de auditoria e de reunião.	Transversal

A relação de produtos indicada neste item constitui referência mínima para a organização das entregas técnicas do ISA e não limita o escopo contratado aos documentos expressamente listados.

Durante a execução contratual, a CONTRATADA deverá elaborar, revisar, complementar ou atualizar relatórios, pareceres, registros, listas de verificação, matrizes de rastreabilidade e demais documentos técnicos necessários à adequada avaliação independente de segurança do sistema e de suas interfaces.

As entregas complementares serão consideradas incluídas no escopo contratado quando decorrerem do aprofundamento do Projeto Básico, do Projeto Executivo, da implantação, dos testes, do comissionamento, da identificação de riscos, do tratamento de pontos em aberto ou da consolidação de evidências de segurança, não ensejando remuneração adicional quando vinculadas à finalidade do ISA e ao escopo geral da avaliação independente de segurança.

7.3. Tarefas específicas

Para a produção dos entregáveis, o ISA executará, no mínimo:

- Revisão documental de planos, desenhos técnicos, especificações de projeto, análises de segurança, cálculos, procedimentos, registros e relatórios de prova, SRAC e Hazard Log;
- Auditorias e visitas de campo, conforme o Plano de Implementação de Auditoria, com classificação das Não Conformidades (NC) por criticidade e registro do tratamento previsto;
- Testemunho ou atesto, por amostragem presencial, de testes de fábrica (FAT) e de campo (SAT), inclusive em fábricas dos fornecedores no exterior, quando aplicável ao objeto avaliado;
- Reuniões técnicas para análise de progresso e fechamento de pendências de segurança, com emissão de registros de reunião;
- Gestão e acompanhamento dos pontos em aberto até o fechamento de cada fase, na plataforma de gestão documental definida pelo Metrô-DF.

8. PROCESSO DE AVALIAÇÃO

8.1. O ISA conduzirá os processos de avaliação e auditoria em cada fase, realizando as verificações entre fases consecutivas e as validações entre fases correspondentes, na forma da EN 50126. Em cada fase, avaliará a aplicação dos princípios fundamentais de segurança, o

Anteprojeto Parte VII - Escopo da Certificadora (208760814) SEI 00097-00004737/2026-26 / pg. 443

tratamento dos requisitos de segurança nas especificações funcionais e técnicas, o cumprimento das normas aplicáveis, a gestão de riscos, a efetividade do Sistema de Gestão de Segurança e a adequação dos programas de capacitação para operação, manutenção, qualidade e segurança.

8.2. Atenção reforçada será dada às interfaces, aos riscos exportados à operação e à manutenção e aos condicionantes brownfield, incluindo coexistência tecnológica, transição, trecho em “Y”, operação assistida, reversão segura e modernização das frotas Séries 1000 e 2000.

8.3. O avanço entre fases deverá estar condicionado à manifestação técnica do ISA quanto ao atendimento dos requisitos de segurança aplicáveis à fase anterior e ao tratamento adequado dos riscos, não conformidades e pontos em aberto identificados. Caso sejam constatadas pendências com potencial impacto à segurança, riscos não mitigados, evidências insuficientes ou descumprimento de requisitos aplicáveis, o ISA deverá registrar formalmente a restrição técnica e recomendar a não autorização de avanço até que as condições necessárias sejam atendidas.

9. COMPETÊNCIAS E HABILITAÇÃO INSTITUCIONAL DO ISA

9.1. Acreditação institucional

9.1.1. O ISA deverá comprovar, de forma inequívoca e vigente, acreditação conforme a norma ISO/IEC 17020 na modalidade Tipo A e na ISO/IEC 17065, demonstrando atuar como organismo de inspeção e certificação de terceira parte, com independência corporativa, estatutária e financeira. Adicionalmente, deverá manter certificação ISO 9001 vigente.

9.1.2. A acreditação Tipo A assegura que o organismo e seu corpo técnico não possuem envolvimento em projeto, fabricação, fornecimento, instalação, propriedade, uso ou manutenção dos itens avaliados, condição necessária à validade da avaliação independente.

10. SIGILO, CONFIDENCIALIDADE E ENTREGA EQUIDISTANTE

10.1. Dada a sensibilidade industrial dos algoritmos e arquiteturas de segurança, a CONTRATADA/ISA firmará Termo de Confidencialidade e Não Divulgação, quando aplicável, comprometendo-se a examinar informações proprietárias exclusivamente para emissão dos pareceres de segurança, sem revelar a terceiros informações do fornecedor nem expor código-fonte em arquivos públicos.

10.2. Entrega equidistante. Os relatórios parciais e o Relatório Final Abrangente (Overall ISA Report) não deverão ser submetidos a aprovações, revisões, cortes ou triagens informais prévias pelo Metrô-DF ou pelo fornecedor auditado, devendo ser encaminhados oficialmente às partes. O relatório descreverá as não conformidades à luz das normas aplicáveis, preservando a propriedade intelectual.

11. RESPONSABILIDADES DAS PARTES

11.1. Do ISA / CONTRATADA

- Executar a avaliação e a certificação de segurança do sistema global e de suas interfaces, na forma desta documentação de referência e das normas aplicáveis;
- Revisar os documentos entregáveis no seu escopo, gerados pelas partes ao longo do ciclo de vida, tomando como referência as normas técnicas aplicáveis;
- Manter independência, equidistância e sigilo; apontar e classificar as *Não Conformidades*; e acompanhar os pontos em aberto até o fechamento;
- Responder, no âmbito técnico, civil e administrativo, por falhas atribuíveis à sua avaliação, incluindo negligência na análise do Dossiê de Segurança, atesto indevido de ensaios ou omissão em testes de campo.

11.2. Do Executor / Fornecedor, como parte auditada

- Disponibilizar a documentação técnica, os ambientes, os equipamentos e o acesso necessários à avaliação e às auditorias;
- Cumprir as condições de aplicação relacionadas à segurança sob sua responsabilidade e tratar as não conformidades conforme os procedimentos de gestão documental e técnica do empreendimento;
- Prestar os esclarecimentos técnicos necessários à avaliação independente, preservadas as regras de confidencialidade e propriedade intelectual aplicáveis.

11.3. Do Metrô-DF, como CONTRATANTE

- Coordenar a documentação e participar da entrega de antecedentes necessários à avaliação independente de segurança;
- Manter reuniões de acompanhamento, aceitar formalmente os produtos técnicos e operar a plataforma de gestão documental do projeto;
- Preservar a independência e a equidistância do ISA, sem interferir no conteúdo técnico dos pareceres emitidos.

Documento de Inovações Admitidas na Modernização do Sistema de Sinalização e Controle da Linha 1

O presente documento define as partes do sistema de sinalização e controle da Linha 1 do Metrô-DF em que será admitida à CONTRATADA a proposição de soluções metodológicas ou tecnológicas inovadoras, seja por meio da modificação das soluções de referência previamente estabelecidas nos documentos técnicos do anteprojeto, seja mediante o detalhamento de sistemas, equipamentos, arquiteturas, metodologias executivas ou demais soluções técnicas, em atendimento ao disposto no art. 42, § 1º, inciso I, alínea "c", da Lei nº 13.303/2016 e no art. 72, inciso III, do Regulamento Interno de Licitações e Contratos – RILC do METRÔ-DF.

As inovações admitidas nos termos deste documento deverão ser submetidas à análise e aprovação da Gestão/Fiscalização do contrato durante a fase de execução contratual, observadas as condições e limitações aqui estabelecidas.

Ainda que permitidas para os itens expressamente relacionados neste documento, as propostas de inovação dependerão de aprovação prévia e formal do METRÔ-DF, que poderá rejeitá-las caso não sejam atendidos os requisitos técnicos, funcionais, operacionais, de desempenho, confiabilidade, disponibilidade, mantenabilidade, segurança operacional e interoperabilidade estabelecidos nos documentos técnicos do anteprojeto, bem como nas normas técnicas, regulamentações e legislações aplicáveis.

Além do atendimento aos requisitos mínimos estabelecidos, caberá exclusivamente à CONTRATADA demonstrar, de forma objetiva e tecnicamente fundamentada, que a solução proposta apresenta vantagens em relação à solução de referência, especialmente quanto à redução dos custos do ciclo de vida, aumento da qualidade, melhoria do desempenho operacional, redução do prazo de implantação, simplificação das atividades de operação e manutenção ou outros benefícios técnicos relevantes.

Em nenhuma hipótese serão admitidas propostas de inovação que comprometam a segurança operacional do sistema metroferroviário, reduzam os níveis mínimos de desempenho estabelecidos para o empreendimento ou prejudiquem a confiabilidade, disponibilidade, interoperabilidade ou expansibilidade futura do sistema.

Os procedimentos, fluxos, critérios de análise e documentação necessária para submissão e avaliação das propostas de inovação serão definidos pelo METRÔ-DF durante a execução contratual.

Quando a CONTRATADA propuser inovações, correrão integralmente por sua conta e risco todos os custos decorrentes da elaboração ou revisão de projetos básicos, projetos executivos, memoriais descritivos, especificações técnicas, estudos, cálculos, detalhamentos construtivos, documentação de engenharia, orçamento, cronogramas, procedimentos de testes, planos de comissionamento, manuais, treinamentos e quaisquer outros documentos ou atividades necessários à implementação da solução proposta, sem qualquer ônus adicional para o METRÔ-DF.

As inovações propostas não poderão acarretar prejuízos ao cumprimento dos prazos contratuais nem justificar solicitações de prorrogação de prazo ou de reequilíbrio econômico-financeiro decorrentes exclusivamente da opção tecnológica adotada pela CONTRATADA.

O Quadro A apresenta as partes do sistema para as quais será admitida a proposição de inovações, observadas as condições estabelecidas neste documento.

Quadro A

Item	Solução de Referência	Escopo da Inovação Admitida
01	Comunicação terra-trem	Tecnologias como 5G, FRMS, Hibridas
02	Detecção Secundária	Lidar, Radar, Câmersa
03	Diagnóstico, manutenção preditiva, otimização operacional	Inteligência Artificial (IA)
04	ATS, OCC, MSS, servidores	Virtualização
05	Detecção de obstáculos e inspeções	Visão Computacional
06	Locação Física	Uso de Docker/Kubernetes
07	Monitoramento de ativos	Sensores IoT
08	Detecção/Monitoramento trincas e fissuras trilho de rolamento	Ultrassom, Fibra óptica distribuída (DAS/DSS) Sensores FBG Inspeção ultrassônica automatizada

Para todos os itens constantes do Quadro A, deverão ser integralmente preservados os requisitos técnicos, funcionais, operacionais, de desempenho, confiabilidade, disponibilidade, mantenabilidade, segurança operacional, interoperabilidade e conformidade normativa estabelecidos nos documentos técnicos do anteprojeto.

Para todos os sistemas, subsistemas, equipamentos, interfaces ou soluções técnicas não expressamente relacionados no Quadro A, não será admitida qualquer inovação, devendo ser integralmente observadas as soluções de referência definidas nos documentos técnicos do anteprojeto.

Admite-se, em caráter excepcional, a proposição de inovações tecnológicas não previstas no Quadro A, desde que atendidas, cumulativamente, as seguintes condições:

I. a solução proposta constitua inovação tecnológica compatível com o objeto da contratação, apresente grau adequado de maturidade tecnológica e possua aplicação comprovada em operação comercial regular em sistemas metroferroviários ou ferroviários de características equivalentes;
II. seja objetivamente demonstrada, por meio de estudos técnicos, ensaios, certificações, referências de aplicação, análises de desempenho ou documentação equivalente, a superioridade da solução em relação à solução de referência, especialmente quanto à redução dos custos do ciclo de vida, melhoria da confiabilidade, disponibilidade, mantenabilidade, desempenho operacional, qualidade, prazo de implantação ou eficiência operacional;
III. a inovação proposta preserve integralmente os requisitos de segurança operacional, interoperabilidade, compatibilidade com os sistemas existentes e demais requisitos estabelecidos na documentação técnica da contratação;
IV. a proposta seja submetida previamente ao METRÔ-DF, acompanhada de toda a documentação técnica necessária à sua avaliação, sendo vedada sua implementação antes da aprovação formal da Gestão/Fiscalização do contrato.

A admissão de inovações excepcionais constitui faculdade exclusiva do METRÔ-DF, não gerando qualquer direito à CONTRATADA, competindo-lhe demonstrar, de forma inequívoca, o atendimento integral às condições estabelecidas neste documento.

Item	Descrição	Unidade	Quantidade	Preço Unitário	Valor Total
1	**Administração Local**				
1.1	**Administração Local**				
1.1.1	**Administração Local**				
1.1.1.1	Administração Local	mês	60,00		-
1.2	**Planejamento e Gestão do Contrato**				
1.2.1	**Planejamento Global**				
1.2.1.1	Plano Global de Execução do Contrato	cj	1,00		-
2	**Mobilização e Canteiro**				
2.1	**Mobilização e Canteiro**				
2.1.1	**Mobilização**				
2.1.1.1	Mobilização	cj	1,00		-
2.1.2	**Instalação do Canteiro**				
2.1.2.1	Instalação do Canteiro	cj	1,00		-
2.1.3	**Operação e Manutenção do Canteiro**				
2.1.3.1	Operação e Manutenção do Canteiro	mês	48,00		-
2.2	**Desmobilização**				
2.2.1	**Desmobilização e Restauração de Áreas**				
2.2.1.1	Desmobilização e Restauração de Áreas	cj	1,00		-
3	**Estudos, Levantamentos e Simulações**				
3.1	**Estudos e Levantamentos**				
3.1.1	**Levantamentos de Campo**				
3.1.1.1	Levantamento topográfico e cadastral da via	cj	1,00		-
3.1.1.2	Levantamento da infraestrutura de rede existente	cj	1,00		-
3.1.1.3	Levantamento de salas técnicas e espaços disponíveis	cj	1,00		-
3.1.1.4	Levantamento de infraestrutura elétrica disponível	cj	1,00		-
3.1.1.5	Levantamento de dutos, eletrocalhas e canaletas	cj	1,00		-
3.1.1.6	Cadastro de equipamentos do sistema legado	cj	1,00		-
3.1.1.7	Estudos de Propagação e Compatibilidade Eletromagnética (EMC)	cj	1,00		-
3.1.2	**Estudos de Sinalização**				
3.1.2.1	Estudo de requisitos funcionais da Linha 1	cj	1,00		-
3.1.2.2	Estudo de compatibilidade com frotas existentes	cj	1,00		-
3.1.2.3	Estudo de degradação e modos de falha	cj	1,00		-
3.2	**Simulações Operacionais**				
3.2.1	**Simulações Operacionais**				
3.2.1.1	Simulações operacionais consolidadas	cj	1,00		-
3.2.1.2	Simulação de estratégias de migração brownfield	cj	1,00		-
3.3	**Estudos de Interfaces**				
3.3.1	**Estudos de Interfaces**				
3.3.1.1	Estudo de interfaces com frota 1000	cj	1,00		-
3.3.1.2	Estudo de interfaces com frota 2000	cj	1,00		-
3.3.1.3	Estudo de interfaces com frota 3000	cj	1,00		-
3.3.1.4	Estudo de interface com SCADA de Energia	cj	1,00		-
3.3.1.5	Estudo de interface com sistemas auxiliares operacionais	cj	1,00		-

3.3.1.6	Estudo de interface com infraestrutura de telecomunicações existente	cj	1,00	-
3.3.1.7	Estudo de Interfaces para Operação Futura em GoA4	cj	1,00	-
4	**Elaboração de Projetos e Engenharia de Software**			
4.1	**Projeto Básico de Sinalização**			
4.1.1	**Projeto Básico de Sinalização**			
4.1.1.1	Memorial Descritivo de Sinalização	cj	1,00	-
4.1.1.2	Memórias de Cálculo de Sinalização	cj	1,00	-
4.1.1.3	Plantas, Diagramas e Layouts de Sinalização	cj	1,00	-
4.1.1.4	Especificações Técnicas de Equipamentos de Sinalização	cj	1,00	-
4.1.1.5	Lista de Materiais e Quantitativos de Sinalização	cj	1,00	-
4.1.1.6	Projeto Básico da Solução de Comutação Bloco Fixo/Bloco Móvel	cj	1,00	-
4.2	**Projeto Básico de Infraestrutura e Ativos de Rede**			
4.2.1	**Projeto Básico de Infraestrutura e Ativos de Rede**			
4.2.1.1	Memorial Descritivo de Infraestrutura e Ativos de Rede	cj	1,00	-
4.2.1.2	Memórias de Cálculo de Infraestrutura e Ativos de Rede	cj	1,00	-
4.2.1.3	Plantas, Diagramas e Layouts de Infraestrutura e Ativos de Rede	cj	1,00	-
4.2.1.4	Especificações Técnicas de Equipamentos de Rede	cj	1,00	-
4.2.1.5	Lista de Materiais e Quantitativos de Infraestrutura e Ativos de Rede	cj	1,00	-
4.3	**Projeto Básico de Obras e Serviços Complementares**			
4.3.1	**Projeto Básico de Obras e Serviços Complementares**			
4.3.1.1	Memorial Descritivo de Obras e Serviços Complementares	cj	1,00	-
4.3.1.2	Memórias de Cálculo de Obras e Serviços Complementares	cj	1,00	-
4.3.1.3	Plantas, Diagramas e Detalhamentos de Obras Complementares	cj	1,00	-
4.3.1.4	Especificações Técnicas de Obras Complementares	cj	1,00	-
4.3.1.5	Lista de Materiais e Quantitativos de Obras Complementares	cj	1,00	-
4.4	**Projeto Executivo de Sinalização**			
4.4.1	**Projeto Executivo de Sinalização**			
4.4.1.1	Detalhamento Executivo de Sinalização	cj	1,00	-
4.4.1.2	Memórias de Cálculo Executivas de Sinalização	cj	1,00	-
4.4.1.3	Plantas e Diagramas Executivos de Sinalização	cj	1,00	-
4.4.1.4	Procedimentos de Instalação e Comissionamento de Sinalização	cj	1,00	-
4.4.1.5	Projeto Executivo da Solução de Comutação Bloco Fixo/Bloco Móvel	cj	1,00	-
4.5	**Projeto Executivo de Infraestrutura e Ativos de Rede**			
4.5.1	**Projeto Executivo de Infraestrutura e Ativos de Rede**			
4.5.1.1	Detalhamento Executivo de Infraestrutura e Ativos de Rede	cj	1,00	-
4.5.1.2	Memórias de Cálculo Executivas de Infraestrutura e Ativos de Rede	cj	1,00	-
4.5.1.3	Plantas e Diagramas Executivos de Infraestrutura e Ativos de Rede	cj	1,00	-
4.5.1.4	Procedimentos de Instalação e Comissionamento de Infraestrutura e Ativos de Rede	cj	1,00	-
4.6	**Projeto Executivo de Obras e Serviços Complementares**			
4.6.1	**Projeto Executivo de Obras e Serviços Complementares**			
4.6.1.1	Detalhamento Executivo de Obras Complementares	cj	1,00	-
4.6.1.2	Memórias de Cálculo Executivas de Obras Complementares	cj	1,00	-
4.6.1.3	Plantas e Diagramas Executivos de Obras Complementares	cj	1,00	-
4.6.1.4	Procedimentos de Execução de Obras Complementares	cj	1,00	-
4.7	**Engenharia de Software e Configuração de Sistemas**			
4.7.1	**Engenharia de Configuração de Sistemas**			
4.7.1.1	Parametrização do Software Vital	cj	1,00	-
4.7.1.2	Base de Dados de Via	cj	1,00	-

4.7.1.3	Engenharia de Configuração de Dados Operacionais	cj	1,00	-
4.7.2	**Desenvolvimento e Customização de Aplicações**			
4.7.2.1	Desenvolvimento e Customização do SCADA de Sinalização	cj	1,00	-
4.7.2.2	Desenvolvimento e Customização do MSS	cj	1,00	-
4.7.2.3	Desenvolvimento e Customização do Servidor de Suporte	cj	1,00	-
4.7.2.4	Desenvolvimento e Customização de Interfaces Homem-Máquina	cj	1,00	-
4.7.3	**Engenharia de Software de Integração**			
4.7.3.1	Software de Integração com SCADA de Energia	cj	1,00	-
4.7.3.2	Software de Integração com Sistemas Auxiliares	cj	1,00	-
4.7.3.3	Software de Integração de Suporte	cj	1,00	-
4.7.3.4	Software de Integração com Frotas	cj	1,00	-
5	**Gestão de Interfaces e Integração de Sistemas**			
5.1	**Planejamento e Governança de Interfaces**			
5.1.1	**Plano de Gestão de Interfaces**			
5.1.1.1	Plano de Gestão de Interfaces	cj	1,00	-
5.1.2	**Comitês e Matriz de Responsabilidades de Interface**			
5.1.2.1	Matriz de Responsabilidades de Interface	cj	1,00	-
5.1.2.2	Operação dos Comitês de Interface	cj	1,00	-
5.2	**Engenharia de Interfaces e ICDs**			
5.2.1	**Elaboração e Manutenção de ICDs**			
5.2.1.1	Elaboração e Manutenção de ICDs	cj	1,00	-
5.3	**Coordenação, Verificação e Encerramento de Interfaces**			
5.3.1	**Coordenação e Cross-Reviews de Interface**			
5.3.1.1	Coordenação e Cross-Reviews de Interface	cj	1,00	-
5.3.2	**Verificação e Encerramento de Interfaces**			
5.3.2.1	Verificação e Encerramento de Interfaces	cj	1,00	-
6	**Fornecimento e Serviços de Sinalização**			
6.1	**Fornecimento de Sinalização**			
6.1.1	**Fornecimento de Equipamentos de Controle e Intertravamento**			
6.1.1.1	Zone Controllers	cj	1,00	-
6.1.1.2	Sistema de Intertravamento Eletrônico	cj	1,00	-
6.1.1.3	Servidores e Estações de Trabalho de Controle	cj	1,00	-
6.1.1.4	Componentes e Acessórios de Controle e Intertravamento	cj	1,00	-
6.1.1.5	Solução de Comutação Bloco Fixo/Bloco Móvel (Via)	cj	1,00	-
6.1.2	**Fornecimento de Equipamentos de Supervisão e Manutenção**			
6.1.2.1	Servidores e Estações de Trabalho do ATS/MSS	cj	1,00	-
6.1.2.2	Equipamentos de Visualização e Periféricos do CCO	cj	1,00	-
6.1.3	**Fornecimento de Equipamentos de Via**			
6.1.3.1	Balizas e Transponders	cj	1,00	-
6.1.3.2	Sistema Secundário de Detecção de Trens	cj	1,00	-
6.1.3.3	Fornecimento de Sinaleiros (nova arquitetura)	cj	1,00	-
6.1.3.4	Componentes e Acessórios de Via	cj	1,00	-
6.1.3.5	Fornecimento de Máquina de Chave e acessórios de acionamento e controle (retrofit e expansão)	un	112,00	-
6.1.4	**Fornecimento de Equipamentos de Comunicação Trem-Terra**			
6.1.4.1	Rádios e Equipamentos de Comunicação Trem-Terra	cj	1,00	-
6.1.4.2	Antenas e Sistema de Cobertura	cj	1,00	-

6.1.4.3	Sincronismo e Equipamentos de Borda da Rede CBTC	cj	1,00	-
6.1.4.4	Componentes e Acessórios de Comunicação Trem-Terra	cj	1,00	-
6.2	**Serviços de Sinalização**			
6.2.1	**Instalação e Montagem de Sinalização de Via**			
6.2.1.1	Montagem de Equipamentos em Salas Técnicas	cj	1,00	-
6.2.1.2	Instalação de Equipamentos de Via	cj	1,00	-
6.2.1.3	Instalação de Equipamentos de Comunicação Trem-Terra	cj	1,00	-
6.2.1.4	Configuração e Energização Inicial	cj	1,00	-
6.2.1.5	Instalação de Máquina de Chave e acessórios de acionamento e controle (retrofit e expansão)	un	112,00	-
6.2.1.6	Montagem de Sinaleiros (nova arquitetura)	cj	1,00	-
6.2.2	**Testes e Comissionamento de Sinalização de Via**			
6.2.2.1	Testes em Fábrica (FAT)	cj	1,00	-
6.2.2.2	Testes em Campo (SAT)	cj	1,00	-
6.2.2.3	Testes Funcionais Integrados do CBTC de Via	cj	1,00	-
6.2.2.4	Documentação de Testes e Comissionamento	cj	1,00	-
6.2.2.5	Testes da Solução de Comutação Bloco Fixo/Bloco Móvel	cj	1,00	-
6.2.3	**Treinamento em Sinalização**			
6.2.3.1	Treinamento de Operadores	cj	1,00	-
6.2.3.2	Treinamento de Equipe de Manutenção e Material Didático	cj	1,00	-
7	**Fornecimento e Serviços de Infraestrutura e Ativos de Rede**			
7.1	**Fornecimento de Infraestrutura e Ativos de Rede**			
7.1.1	**Fornecimento de Infraestrutura de Cabeamento**			
7.1.1.1	Cabos de Fibra Óptica	cj	1,00	-
7.1.1.2	Cabos de Sinalização	cj	1,00	-
7.1.1.3	Dutos, Eletrocalhas e Leitos para Cabos	cj	1,00	-
7.1.2	**Fornecimento de Ativos de Rede**			
7.1.2.1	Ativos de Rede	cj	1,00	-
7.2	**Serviços de Infraestrutura e Ativos de Rede**			
7.2.1	**Instalação e Montagem de Infraestrutura e Ativos de Rede**			
7.2.1.1	Lançamento e Instalação de Cabos	cj	1,00	-
7.2.1.2	Instalação de Infraestrutura Passiva	cj	1,00	-
7.2.1.3	Montagem e Configuração de Ativos de Rede	cj	1,00	-
7.2.1.4	Certificação de Cabeamento e Conectorização	cj	1,00	-
7.2.2	**Testes e Comissionamento de Infraestrutura e Ativos de Rede**			
7.2.2.1	Testes de Aceitação e Desempenho da Rede	cj	1,00	-
7.2.2.2	Documentação de Testes e Comissionamento de Rede	cj	1,00	-
7.2.3	**Treinamento em Infraestrutura e Ativos de Rede**			
7.2.3.1	Treinamento em Operação e Manutenção da Rede	cj	1,00	-
8	**Fornecimento e Serviços de Sinalização Embarcada**			
8.1	**Fornecimento de Sinalização Embarcada**			
8.1.1	**Fornecimento de Kits Embarcados**			
8.1.1.1	Kits Embarcados Frota 1000	un	20,00	-
8.1.1.2	Kits Embarcados Frota 2000	un	12,00	-
8.1.1.3	Kits Embarcados Frota 3000	un	15,00	-
8.1.1.4	Componentes e Acessórios Embarcados	cj	1,00	-
8.2	**Serviços de Sinalização Embarcada**			
8.2.1	**Instalação Embarcada**			

8.2.1.1	Instalação Embarcada Frota 1000	un	20,00	-
8.2.1.2	Instalação Embarcada Frota 2000	un	12,00	-
8.2.1.3	Instalação Embarcada Frota 3000	un	15,00	-
8.2.2	**Testes e Comissionamento Embarcado**			
8.2.2.1	Testes Funcionais Embarcados por Trem	un	47,00	-
8.2.2.2	Testes de Aceitação e Documentação Embarcada	cj	1,00	-
8.2.3	**Treinamento em Sinalização Embarcada**			
8.2.3.1	Treinamento de Equipe de Manutenção Embarcada	cj	1,00	-
9	**Obras e Serviços Complementares**			
9.1	**Obras Civis Complementares**			
9.1.1	**Adequação de Salas Técnicas**			
9.1.1.1	Adequação de Salas Técnicas	cj	1,00	-
9.1.2	**Banco de Dutos e Canaletas Civis**			
9.1.2.1	Execução de Banco de Dutos e Canaletas Civis para o CBTC	cj	1,00	-
9.2	**Sistemas Elétricos Complementares**			
9.2.1	**Sistemas Elétricos Complementares**			
9.2.1.1	Ampliação de Sistema de Alimentação Elétrica	cj	1,00	-
9.2.1.2	Sistemas de Energia Ininterrupta	cj	1,00	-
9.2.1.3	Aterramento e Proteção Elétrica	cj	1,00	-
9.3	**Climatização e Infraestrutura Complementar**			
9.3.1	**Climatização e Infraestrutura Complementar**			
9.3.1.1	Sistemas de Climatização Dedicada	cj	1,00	-
9.3.1.2	Sistemas de Detecção e Combate a Incêndio	cj	1,00	-
9.4	**Tratamento de Interferências com Sistemas Existentes**			
9.4.1	**Tratamento de Interferências com Sistemas Existentes**			
9.4.1.1	Tratamento de Interferências com a Estrutura Civil e Sistemas Existentes (inclui demolição e recomposição)	cj	1,00	-
10	**Migração Operacional**			
10.1	**Plano de Migração e Comissionamento**			
10.1.1	**Plano de Migração e Comissionamento**			
10.1.1.1	Plano de Migração e Comissionamento Consolidado	cj	1,00	-
10.2	**Testes Integrados**			
10.2.1	**Testes Integrados Via-Trem**			
10.2.1.1	Testes Integrados Via-Trem	cj	1,00	-
10.2.2	**Testes de Interoperabilidade entre Frotas**			
10.2.2.1	Testes de Interoperabilidade entre Frotas	cj	1,00	-
10.2.3	**Testes de Cibersegurança e Resiliência**			
10.2.3.1	Testes de Cibersegurança e Resiliência	cj	1,00	-
10.3	**Operação em Modo Sombra**			
10.3.1	**Operação em Modo Sombra**			
10.3.1.1	Execução de Operação em Modo Sombra	cj	1,00	-
10.4	**Operação em Modo Misto e Cutover por Segmento**			
10.4.1	**Operação em Modo Misto**			
10.4.1.1	Execução de Operação em Modo Misto	cj	1,00	-
10.4.2	**Cutover por Segmento**			
10.4.2.1	Cutover de Segmento	cj	1,00	-
10.5	**Descomissionamento do Sistema Legado**			
10.5.1	**Equipamentos de Via**			
10.5.1.1	Descomissionamento de Máquina de Chave SAB-WABCO M3 (superfície), e acessórios.	un	84,00	-

10.5.1.2	Descomissionamento de Máquina de Chave Siemens S700K (túnel), e acessórios.	un	16,00	-
10.5.1.3	Descomissionamento de Sinaleiros Existentes	un	122,00	-
10.5.1.4	Descomissionamento de Equipamentos Gerais de Via e Cabeamento	cj	1,00	-
10.5.2	**Sinalização Embarcada (ATC Legado)**			
10.5.2.1	Descomissionamento de ATC Embarcado — Frota 1000	un	20,00	-
10.5.2.2	Descomissionamento de ATC Embarcado — Frota 2000	un	12,00	-
10.5.3	**Equipamentos de Salas Técnicas**			
10.5.3.1	Descomissionamento — Salas Técnicas Mestras	un	9,00	-
10.5.3.2	Descomissionamento — Salas Técnicas Satélite	un	20,00	-
10.5.3.3	Descomissionamento — Salas Técnicas PAC	un	1,00	-
10.5.3.4	Descomissionamento — Salas Técnicas CCO	un	1,00	-
11	**Operação Assistida, Garantia e Encerramento**			
11.1	**Operação Assistida**			
11.1.1	**Suporte Técnico Presencial em Operação Assistida**			
11.1.1.1	Suporte Técnico Presencial em CCO	mês	12,00	-
11.1.1.2	Suporte Técnico Presencial em Oficinas e Campo	mês	12,00	-
11.1.2	**Ajustes Operacionais e Aceitação Progressiva**			
11.1.2.1	Ajustes de Parametrização e Configuração	cj	1,00	-
11.1.2.2	Aceitação Operacional Progressiva por Marco	cj	1,00	-
11.2	**Encerramento e Documentação Final**			
11.2.1	**Documentação As-Built Consolidada**			
11.2.1.1	Documentação As-Built Consolidada	cj	1,00	-
11.2.2	**Transferência Final de Conhecimento e Documentação**			
11.2.2.1	Transferência Final de Conhecimento e Documentação	cj	1,00	-
12	**Fornecimento de Sobressalentes**			
12.1	**Sobressalentes de Sinalização de Via**			
12.1.1	**Sobressalentes de Sinalização de Via**			
12.1.1.1	Sobressalentes de Controle e Intertravamento	cj	1,00	-
12.1.1.2	Sobressalentes de Supervisão e Comunicação Trem-Terra	cj	1,00	-
12.1.1.3	Sobressalentes de Equipamentos de Via	cj	1,00	-
12.2	**Sobressalentes de Infraestrutura e Ativos de Rede**			
12.2.1	**Sobressalentes de Infraestrutura e Ativos de Rede**			
12.2.1.1	Sobressalentes de Infraestrutura e Ativos de Rede	cj	1,00	-
12.3	**Sobressalentes de Sinalização Embarcada**			
12.3.1	**Sobressalentes de Sinalização Embarcada**			
12.3.1.1	Sobressalentes de Sinalização Embarcada	cj	1,00	-
12.4	**Ferramentas Especiais e Equipamentos de Manutenção**			
12.4.1	**Ferramentas Especiais e Equipamentos de Manutenção**			
12.4.1.1	Ferramentas Especiais de Manutenção	cj	1,00	-
12.4.1.2	Equipamentos de Medição e Calibração	cj	1,00	-
13	**Segurança e RAMS**			
13.1	**Segurança e RAMS**			
13.1.1	**Segurança e RAMS**			
13.1.1.1	Plano RAMS e de Segurança	cj	1,00	-
13.1.1.2	Análise Preliminar de Perigos e Hazard Log	cj	1,00	-
13.1.1.3	Análises RAMS	cj	1,00	-
13.2	**Relatórios de Segurança**			

13.2.1	**Relatórios de Segurança**			
13.2.1.1	Safety Case do Sistema	cj	1,00	-
13.2.1.2	Demonstração de Cumprimento RAMS	cj	1,00	-
13.3	**Avaliação de Segurança Independente (ISA)**			
13.3.1	**Avaliação de Segurança Independente (ISA)**			
13.3.1.1	Serviço de Avaliação de Segurança Independente (ISA)	cj	1,00	-

Formulário - METRO-DF/DTE/SPR/TGAQU/TNCTT

MODELO

PROCEDIMENTO < MODALIDADE DA LICITAÇÃO> Nº XXX/20XX - METRÔ-DF

ANEXO V

TABELA RESUMO DE ATESTADOS TÉCNICO

Nome do Profissional	Emitente (Nome da empresa que emitiu o Atestado)	Atividades Descritas no Atestado	Nº do Atestado e/ou nº da CAT	Número das folhas da proposta onde se encontra o atestado e, quando cabível, nº do item a ser analisado

Obs:

1 - Deverá ser emitido uma Tabela Resumo de Atestados para a Qualificação Técnica Operacional e outra para a Qualificação Técnica Profissional.

2 - Os Atestados deverão ser emitidos pelo Contratante original.

Brasília/DF, ... de ..... de 20..... .

.....(Assinatura).....

(Nome do Representante legal ou procurador da empresa)
(Carimbo da empresa)

Formulário - METRO-DF/DTE/SPR/TGAQU/TNCTT

MODELO

PROCEDIMENTO < MODALIDADE DA LICITAÇÃO> Nº XXX/20XX - METRÔ-DF

ANEXO VII

ATESTADO DE VISTORIA TÉCNICA PRÉVIA

Licitante (Razão Social): [RAZÃO SOCIAL DA EMPRESA]

CNPJ: [CNPJ]

Endereço: [ENDEREÇO COMPLETO]

Telefone: [DDD + TELEFONE] • **E-mail:** [E-MAIL]

Representante Técnico: [NOME COMPLETO] • **RG:** [Nº DO RG] • **CPF:** [CPF]

Cargo/Função: [CARGO/FUNÇÃO DO REPRESENTANTE]

Processo/Certame: [Nº DO PROCESSO/EDITAL/LOTE]

Objeto: [DESCRIÇÃO RESUMIDA DO OBJETO LICITADO]

Local da Visita: [UNIDADE/SETOR/ENDEREÇO COMPLETO]

Data da Visita: [DD/MM/AAAA] • **Horário:** [INÍCIO] às [TÉRMINO]

Responsável do Metrô-DF que acompanhou a visita:

[NOME COMPLETO] • **Cargo:** [CARGO] • **Matrícula:** [MATRÍCULA] • **Unidade:** [UNIDADE/GERÊNCIA] • **Telefone:** [TELEFONE/ RAMAL]

ATESTO, para os devidos fins de habilitação no certame acima identificado, que o(a) Sr(a). **[NOME DO REPRESENTANTE]**, representante com conhecimento técnico da empresa **[RAZÃO SOCIAL]**, **compareceu** ao local indicado e **tomou conhecimento das condições reais de execução** relacionadas ao objeto **[OBJETO]**, tendo **coletado as informações necessárias** quanto a acesso, restrições operacionais, interfaces, infraestrutura disponível, condições ambientais e demais elementos pertinentes à **perfeita elaboração da proposta**.

Declarações complementares:

1. A presente visita teve caráter **técnico-informativo**, não implicando aprovação prévia de métodos executivos, quantitativos, custos, soluções de engenharia ou logística.
2. Este atestado **não confere qualquer preferência ou vantagem competitiva**, tampouco substitui a obrigação da licitante de analisar integralmente o edital, seus anexos, projetos, memoriais, normas técnicas e demais documentos aplicáveis.
3. A emissão deste documento **não exime a licitante** do cumprimento integral das especificações e condições do instrumento convocatório e da legislação vigente.

Observações (se houver): [.....]

Brasília, ... de..... de..... .

....

Pela LICITANTE Pelo Metrô-DF

Governo do Distrito Federal
Companhia do Metropolitano do Distrito Federal
Gerência de Aquisições
Núcleo de Contratações

Formulário - METRO-DF/DTE/SPR/TGAQU/TNCTT

MODELO

PROCEDIMENTO < MODALIDADE DA LICITAÇÃO> Nº XXX/20XX - METRÔ-DF

ANEXO VIII

DECLARAÇÃO DE RENÚNCIA À VISTORIA TÉCNICA PRÉVIA E DE CONHECIMENTO DAS CONDIÇÕES LOCAIS

(Nome): [NOME COMPLETO DO RESPONSÁVEL LEGAL], **responsável legal da empresa:** [RAZÃO SOCIAL]
CNPJ nº: [CNPJ]
Endereço: [ENDEREÇO COMPLETO]
Telefone: [DDD + TELEFONE]
E-mail: [E-MAIL]

Processo/Certame: [Nº DO PROCESSO/EDITAL/LOTE]
Objeto: [DESCRIÇÃO RESUMIDA DO OBJETO]

DECLARO, em nome da empresa acima identificada, para fins de participação no certame referido, que:

1. Renuncio expressamente à realização de vistoria técnica prévia nos locais de execução dos serviços/obras relativos ao **[OBJETO]**, facultada pelo edital, ciente de que tal renúncia não prejudica a apresentação da proposta nem exime a licitante do integral cumprimento das obrigações contratuais.
2. Afirmo ter plena ciência das condições locais e operacionais pertinentes à execução do objeto, obtidas por meio de análise dos documentos do edital, projetos, memoriais, planilhas, visitas informais e/ou outras diligências próprias, bem como por informações técnicas coletadas junto a fornecedores, órgãos públicos e demais fontes idôneas.
3. Reconheço e assumo os riscos ordinários do contrato, comprometendo-me a não alegar desconhecimento das condições do local para justificar preços, prazos ou pleitos de alteração contratual em desacordo com a legislação aplicável e com o instrumento convocatório.
4. Comprometo-me a observar todas as normas técnicas, de segurança, saúde e meio ambiente aplicáveis à execução do objeto, mantendo equipe técnica habilitada e adotando, às minhas expensas, as providências necessárias à perfeita execução, conforme especificações editalícias.
5. Estou ciente de que a veracidade das informações aqui prestadas sujeita a empresa e seus representantes às responsabilidades administrativas, civis e penais na forma da legislação vigente e do instrumento convocatório.

Brasília/DF, ____ de _____ de _____.

[NOME DO REPRESENTANTE LEGAL OU PROCURADOR]
Assinatura

Carteira de Identidade (RG): [NÚMERO]
Órgão Expedidor/UF: [ÓRGÃO/UF]
CPF: [CPF

Formulário - METRO-DF/DTE/SPR/TGAQU/TNCTT

MODELO

PROCEDIMENTO < MODALIDADE DA LICITAÇÃO> Nº XXX/20XX - METRÔ-DF

ANEXO IX

TERMO DE CESSÃO DE DIREITOS AUTORAIS

TERMO DE CESSÃO DE DIREITOS AUTORAIS DOS PROJETOS TÉCNICOS REFERENTES A (**DESCREVER O OBJETO DA LICITAÇÃO EM CURSO**)

A Empresa **[NOME DA EMPRESA]**, sociedade empresária, com sede na **[ENDEREÇO COMPLETO]**, inscrita no CNPJ sob o nº **[CNPJ]**, neste ato denominada simplesmente **CEDENTE**, representada por seu (Administrador/Representante) **[NOME DO REPRESENTANTE LEGAL]**, residente e domiciliado à **[ENDEREÇO COMPLETO DO REPRESENTANTE]**, de um lado, e, de outro, a **COMPANHIA DO METROPOLITANO DO DISTRITO FEDERAL – METRÔ-DF**, empresa pública, com sede na Avenida Jequitibá nº 155, Águas Claras/DF, inscrita no CNPJ sob o nº **03.807.007/0001-77**, neste ato denominada simplesmente **CESSIONÁRIA**, representada por seu Diretor-Presidente, **[NOME DO DIRETOR-PRESIDENTE]**, residente e domiciliado à **[ENDEREÇO DO DIRETOR-PRESIDENTE]** nesta Capital, e por seu Diretor Técnico, **[NOME DO DIRETOR TÉCNICO]**, residente e domiciliado à **[ENDEREÇO DO DIRETOR TÉCNICO]** nesta Capital, têm entre si, justo e acordado o presente **Termo de Cessão**, firmado nos termos dos artigos 28 a 33 da **Lei nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998**, do artigo 80 da **Lei nº 13.303, de 30 de junho de 2016**, da **Lei nº 9.279, de 14 de maio de 1996**, bem como de outras disposições legais pertinentes em vigor, que se regerá pela forma e condições abaixo estipuladas.

1. CLÁUSULA PRIMEIRA

1.1. O presente Termo tem por objeto a Cessão de direitos patrimoniais e de autoria dos projetos técnicos referentes a **<OBJETO DA LICITAÇÃO EM CURSO>**, para finalidade específica de edição, adaptação e utilização, direta ou indireta, da obra técnico-científica em questão.

2. CLÁUSULA SEGUNDA

2.1. A CESSÃO dar-se-á de forma gratuita, sem ônus para ambas as partes.

3. CLÁUSULA TERCEIRA

3.1. O CEDENTE declara ser, na condição legal, detentor dos direitos autorais descritos na Cláusula Primeira.

4. CLÁUSULA QUARTA

4.1. A CESSIONÁRIA será investida de exclusividade sobre o projeto descrito na CLÁUSULA PRIMEIRA, oponível contra terceiros e contra o próprio autor, que não poderão

reproduzi-los por qualquer forma.

5. CLÁUSULA QUINTA

5.1. A presente cessão autoriza a CESSIONÁRIA a transmitir os direitos, objeto da presente avença, a terceiros.

5.2. PARÁGRAFO PRIMEIRO – Caso haja divulgação em qualquer tipo de mídia a respeito do projeto, em tal divulgação deverá constar o crédito à CEDENTE e aos profissionais responsáveis pela elaboração dos referidos projetos.

5.3. PARÁGRAFO SEGUNDO – Ressalva-se à CEDENTE e aos profissionais responsáveis pela elaboração dos documentos técnicos deste Instrumento, o direito de, após consultados e cientes das modificações pretendidas ao projeto, aquiescer a estas modificações para que seus nomes permaneçam ligados ao projeto ou repudiá-las, oportunidade em que o projeto alterado não deve fazer qualquer menção ao autor original, sob pena de indenização por danos morais nos termos do artigo 26, parágrafo único, da Lei 9.610/98.

5.4. PARÁGRAFO TERCEIRO – Quaisquer alterações, no todo ou em parte, dos documentos técnicos, envolvendo quaisquer das especialidades desenvolvidas pela CEDENTE para o METRO-DF, que não tenham a concordância formal do autor da respectiva especialidade, ensejarão um novo Registro/Anotação de Responsabilidade Técnica (RRT/ART) junto ao órgão competente, eximindo o autor do projeto original de qualquer responsabilidade decorrente dessa alteração.

6. CLÁUSULA SEXTA

6.1. A presente Cessão será total, definitiva e por prazo indeterminado.

7. CLÁUSULA SÉTIMA

7.1. Fica eleito o foro de Brasília, Distrito Federal, para dirimir quaisquer dúvidas relativas ao cumprimento do presente Termo de Cessão.

7.2. E, por estarem de comum acordo, foi mandado lavrar o presente Contrato, do qual extraíram-se 03 (três) vias, para um só efeito, as quais, depois de lidas, são assinadas pelos representantes das partes.

Brasília, ... de..... de..... .

CEDENTE:

.....
(Nome do Administrador ou Representante)

CESSIONÁRIA:

.....

(Nome)
Diretor-Presidente

.....

(Nome)
Diretor(a) Técnic(a)

TESTEMUNHAS:

.....
(Nome)

.....
(Nome)

Formulário Anexo V - Modelo Cessão de Direitos Autorais (196224961) SEI 00097-00003197/2026-63 pg. 3

Governo do Distrito Federal
Companhia do Metropolitano do Distrito Federal
Gerência de Aquisições
Núcleo de Contratações

Formulário - METRO-DF/DTE/SPR/TGAQU/TNCTT

MODELO

PROCEDIMENTO < MODALIDADE DA LICITAÇÃO> Nº XXX/20XX - METRÔ-DF

ANEXO X

DECLARAÇÃO DE SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL

A empresa **[NOME DA EMPRESA]**, com sede na cidade de **[CIDADE]**, Estado **[ESTADO]**, localizada à **[ENDEREÇO COMPLETO]**, inscrita no CNPJ sob o nº **[CNPJ]**, neste ato representada por seu representante legal, o(a) Sr(a). **[NOME DO REPRESENTANTE]**, portador(a) do cargo de **[CARGO]**,

Considerando:

- a Lei Distrital nº 4.770, de 22 de fevereiro de 2012, que dispõe sobre critérios de sustentabilidade ambiental no âmbito da Administração Pública do Distrito Federal;
- a necessidade de observância às normas legais e regulamentares que disciplinam a correta destinação e o tratamento de resíduos sólidos e materiais inservíveis;

Declara, para fins de participação no certame licitatório e eventual contratação com a Companhia do Metropolitano do Distrito Federal – Metrô/DF, que:

1. Receberá, sem qualquer ônus para a CONTRATANTE, os bens, embalagens, recipientes ou equipamentos inservíveis e não reaproveitáveis pela Administração Pública, provenientes da execução do objeto contratual;
2. Compromete-se a dar destinação final ambientalmente adequada aos materiais recebidos, observando integralmente a legislação ambiental vigente, incluindo normas relativas à deposição, tratamento, reaproveitamento e/ou descarte de dejetos e resíduos;
3. Assegura que somente serão contratados agentes ou empresas devidamente licenciados pelos órgãos competentes para a execução dos serviços de transporte, triagem e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos;
4. Reconhece estar ciente das penalidades e restrições legais aplicáveis em caso de descumprimento das obrigações ora declaradas.

Brasília/DF, ... de ..... de 20..... .

.....(Assinatura).....

(Nome do Representante legal ou procurador da empresa)
(Carimbo da empresa)

Formulário Anexo X - Modelo de Sustentabilidade Ambiental (196224962) SEI 00097-00003197/2026-26 / pg. 466

Modelo – Termo de Compromisso de desenvolvimento e implementação do Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil

A empresa ....., com sede na cidade de ....., no Estado ..... , situada à rua .....n.º....., bairro ..... , CEP..... inscrita no CNPJ/MF sob o n.º....., neste ato representada por seu representante legal ..... , cargo.....

Considerando:

- a Lei nº 4.704, de 20 de dezembro de 2011, a qual dispõe sobre a gestão integrada de resíduos da construção civil e de resíduos volumosos, no âmbito do Distrito Federal; e
- o Decreto nº 32.716, de 1 de janeiro de 2011, o qual dispõe sobre a estrutura administrativa do Governo do Distrito Federal;

Concorda em assumir a obrigação de desenvolver e implementar o Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil – PGRCC - das obras que estiverem sob sua responsabilidade, durante a vigência do Contrato com a Companhia do Metropolitano do Distrito Federal – Metrô/DF, incluindo neste o compromisso de somente contratar agentes licenciados para a execução dos serviços de transporte, triagem e destinação de resíduos.

Declara, ainda, estar ciente das restrições impostas pela legislação do Distrito Federal caso o PGRCC não seja entregue dentro do prazo de análise estabelecido pelo órgão ambiental Distrital – IBRAM.

Brasília, ... de..... de..... .

.....

Representante Legal

Formulário Anexo VII - Modelo de Termo de Compromisso Resíduos Civil (SEI 208670726) SEI/GDF - 208670726 - Termo de Compromisso 00097-00003197/2026-63 / pg. 467