METRÔ DF	(Logo da contratada) (Código da Contratada)	Folha nº_____ Processo nº_____ Rubrica_____Matr_____

REGIÃO ADM.	**GERAL**
ENDEREÇO	**GERAL**
AUTOR:	**ANDERSON ATAIDE DAS NEVES** **GLAKSON SILVA DE MOURA**
CONFERIDO	**ONISLEY OLIVEIRA PINTO**
VISTO	**GIOVANNI QUIRINO DE FREITAS**

AUTOR	16718/D-DF ART	11828/TD-DF ART
CONFERIDO		20427/D-DF ART
VISTO		11619/D-GO ART

USO INTERNO

Esta verificação não esgota as ocorrências que venham a ser levantadas à qualquer tempo. Caso aprovado, representa uma aceitação básica da peça técnica e não isenta os autores do cumprimento das exigências contratuais especificadas.

NÃO APROVADO ☐ APROVADO ☐

Parecer nº _____ Parecer nº _____

Data _____ Data _____

_____

Assinatura(s) e Carimbo(s)

USO EXTERNO

ENCAMINHAMENTO

DOCUMENTO DE ORIGEM

DESTINAÇÃO

☐ ARQUIVO
☐ PROCESSO
☐ IMPLANTAÇÃO

Rub_____

Matr_____

		UNIDADE DE CONSTRUÇÃO / SISTEMA E SUBSISTEMA **TELECOMUNICAÇÕES/ TRANSMISSÃO DE DADOS**
		REGIÃO / TRECHO **GERAL**
MODO **METRÔ**	LINHA **1**	ESPECIALIDADE / SUBESPECIALIDADE / COMPONENTE DE SISTEMA **GERAL**
ETAPA **BÁSICO**	ÁREA **-**	TIPO / ESPECIFICAÇÃO DO DOCUMENTO **MEMÓRIA DE CÁLCULO**
ESCALA **-**	FOLHA **1/62**	
DATA **08/05/2015**	REVISÃO **2**	CODIFICAÇÃO **MC.3/TJ.99/00.801**

METRÔ DF	(Logo da contratada) (Código da Contratada)	Folha nº_____ Processo nº_____ Rubrica_____Matr_____

Nº	MODIFICAÇÕES	DATA	METRÔ		
			AUTOR	CONFER.	VISTO
2	REVISÃO	21/01/2016	AAN GSM	OOP	GQF
1	REVISÃO	19/10/2015	AAN GSM	OOP	GQF
0	EMISSÃO INICIAL	08/05/2015	AAN GSM	OOP	GQF

Obs 1: Os campos deverão ser identificados pela rubrica e iniciais dos seus responsáveis.
Obs 2: Todas as rubricas e iniciais devem ser previamente identificadas junto ao Metrô-DF.

METRÔ DF
MC.3/TJ.99/00.801

GERAL

SISTEMA DE TELECOMUNICAÇÕES
PROJETO BÁSICO

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 7

2 ESPECIFICAÇÃO DA SOLUÇÃO DE COMUNICAÇÃO DE DADOS: 7

3 DESCRITIVO E MEMORIAL DE CÁLCULO DA REDE DE FIBRA ÓPTICA - EXPANSÃO 51

4 ESPECIFICAÇÃO DE SERVIÇO DE INSTALAÇÃO PARA AS NOVAS ESTAÇÕES E SUBESTAÇÕES 59

NOTAS:

- Código do documento original da Engevix: MC.4/TJ.99/00.801, Revisão 1;
- O Metrô-DF será responsável somente pelas alterações realizadas neste documento:

1 Toda referência ao protocolo de roteamento SPB, Shortest Path Bridging, foi retirada;

2 No Subitem 2.1, o terceiro parágrafo foi reescrito para explicitar a criação do quinto anel ótico;

3 No Subitem 2.1, o quarto, quinto e sexto parágrafos foram adicionados;

4 No Subitem 2.1, a figura 2 foi adicionada;

5 No Subitem 2.1, o décimo primeiro parágrafo foi alterado;

6 Foi inserida uma nova Tabela 3, que contempla a informação de qual estação se comunica com cada SR;

7 No Subitem 2.1, o décimo quarto parágrafo foi alterado para incluir a modernização da rede administrativa;

8 No Subitem 2.1, o décimo quinto e décimo sexto parágrafo foram adicionados;

9 Foi inserido um parágrafo acima da Tabela 4 (antiga tabela 3), o qual aborda a rede administrativa;

10 A Tabela 4 (antiga tabela 3) teve seus quantitativos revisados;

11 A Tabela 4 (antiga tabela 3) foi atualizada visando incluir o quantitavos para a rede administrativa ;

12 A Tabela 4 (antiga tabela 3) foi atualizada visando separar quantitativos da modernização e expansão;

13 Abaixo da Tabela 4 (antiga tabela 3) foram incluídos textos sobre o memorial quantitativo do Switch de Acesso POE – CAO e do Transceiver SFP 1000BaseSX;

14 A Figura 5 foi incluída visando ilustrar a distribuição da rede administrativa pelo CAO;

15 As estações foram divididas em quatro tipos e elencadas na Tabela 6;

16 No Subitem 2.1, os três últimos parágrafos foram atualizados;

17 No Subitem 2.2.1, o primeiro parágrafo foi reescrito;

18 No segundo item da seção 2.2.1, o throughtput foi alterado de 600 Gbps para 160;

19 No quinto item da seção 2.2.1, o throughtput foi alterado de 1200 Gbps para 640 e a taxa de encaminhamento de 900 Mbps para 476 Mbps;

20 No décimo item da seção 2.2.1, a temperatura máxima foi alterada de 50 ºC para 40;

21 Na seção 2.2.1, o requisito de a altura mínima ser 1U foi retirado;

22 O número mínimo de portas para o Switch Backbone de Estação 10G foi alterado de 48 para 24;

23 Na seção 2.2.2, a capacidade de processamento do backplane foi alterado de 180 Gbps para 120 Gbps;

24 Na seção 2.2.2, o desempenho mínimo foi alterado de 100 Mbps para 60 Mbps;

25 Na seção 2.2.2, o requisito “Deve permitir que o administrador desabilite as portas de console e USB de forma a impedir o acesso físico ao mesmo e possíveis invasões no equipamento” foi ser excluído;

26 As antigas seções 2.2.5, 2.2.6 e 2.2.7 foram excluídas, pois estavam duplicadas;

27 Na página 34, item 3.3 Distribuidores Gerais Ópticos (DGOs e DIOs), houve o acréscimo do termo “similar” ao tipo de conector a ser usado;

28 A expressão “... para novas estações” foi excluído do título da seção que explica os “Switch Backbone 10G POE”;

29 O texto entre as figuras 3 e 4 substituiu a expressão “Para as novas estações...” por “Para as estações...”;

30 Foram incluídas subseções na seção 2.2 para abordar as características técnicas do Switch de Acesso POE – CAO e do Transceiver SFP 1000BaseSX;

31 Em todas as ocorrências, o tipo de conector foi alterado de LC para E2000. Frizando que são admitidos outros tipos, desde que atendam aos requisitos técnicos.

32 O Anexo I foi excluído;

33 Na seção 2.2.12, a expressão “Deve prover mecanismo para configuração de infra-estrutura que utiliza os protocolos 802.1aq” foi excluída.

34 O padrão IEEE 802.1 ag foi adicionado na lista de padrões que o equipamento deve implementar.

1 INTRODUÇÃO

Com base na descrição do Projeto Básico, o projeto do Sistema de Transmissão de Dados (STD) objetiva proporcionar um meio de comunicação capaz de interligar todos os sistemas em todas as dependências do Metrô com suas respectivas permissões de acesso. Possibilitando desta forma, o fornecimento de canais de comunicação de voz, dados e imagem. De modo a garantir com eficiência, interoperabilidade e robustez a comunicação de todos os sistemas usuários que trafegarão por esse meio. Devendo ser resguardada a disponibilidade de 20% para sistemas futuros.

Este documento tem como objetivo apresentar o Memorial de Cálculo do Sistema de Transmissão de Dados - Rede Multiserviço de voz, dados e imagens com tecnologia ethernet, protocolo TCP/IP, banda de 10GB. Representando desta forma a modernização da infraestrutura de comunicação, envolvendo estações, subestações, pátios, Complexo Administrativo Operacional (CAO) e Centro de Manutenção para as extensões dos trechos: Central, Samambaia e Ceilândia e modernização do Sistema Atual da Companhia do Metropolitano do Distrito Federal – Metrô/DF.

2 ESPECIFICAÇÃO DA SOLUÇÃO DE COMUNICAÇÃO DE DADOS:

2.1 Elementos que compõem a solução de Dados

A operação do Metrô-DF depende cada vez mais da qualidade e robustez da rede de transmissão de dados multiplex PDH e Ethernet sobre ATM, pois cada vez mais serviços dependem do funcionamento desta rede, como: sistemas de sinalização e controle de tráfego e energia, sistema de operação automática de Trens (ATO), telefonia, sonorização, bilhetagem eletrônica, PDT/Relógio, ventilação, detecção de intrusão nas SR's, intranet, gerenciamento de demanda de energia elétrica e CFTV.

A solução de dados a ser incorporada deve permitir o isolamento do tráfego dos serviços de forma lógica, impedindo que problemas numa rede virtual possam afetar outra rede virtual.

A nova rede de transmissão de dados deve operar com tecnologia Ethernet por meio de 5 (cinco anéis), cada com um backbone e banda de 10 GB .Os anéis 1, 2, 3 e 4 manterão a mesma consituição de estações por anel atualmente utillizada. O quinto anel será responsável pela interligação das estações mestras a fim de aumentar a disponibilidade do sistema caso algum dos 4 anéis venha a falhar por completo. Este quinto anel irá garantir a continuidade do serviço do sistema de sinalização e controle dos trens, modo local.

Cada um dos anéis possuirão a redundância que a própria topologia de anel proporciona. Além dessa característica, os anéis 1,2,3 e 4 apresentarão redundância de duplicação de anel. Cada estação possurá dois switches backbones 10G conectados, cada um, com

duas fibras do Anel. Dessa forma serão formados os anéis 1a, 1b, 2a, 2b, 3a, 3b, 4a, 4b e 5.

A CONTRATADA deverá fornecer os *Patch-Cord* ópticos para conectar os switches Ethernet aos Distribuidores Gerais Ópticos (DGO) presentes em todas as estações e SR.

Os anéis que partem do Centro de Controle Operacional – CCO (sala técnica do CCO) para atender as estações e pátios e deverão estar distribuídos da seguinte forma:

Anel 1	Anel 2	Anel 3	Anel 4
CCO	CCO	CCO	CCO
114	ARN	CLA	CON
112	GUA	TAS	EPQ
110	FEI	FUR	REL
108	SHP	SAS	ONO
106	ASA	SAM	MET
104		E35	CES
102		E36	GBA
GAL			CEC
CTL			CEN
GTB			CEI
			E28
			E29
			PAC

Tabela 1: Estações em cada anel óptico

O ponto concentrador, CCO, deve ser composto de no mínimo 2 (dois) equipamentos com portas 10G SFP+, para conexão dos anéis e os mesmos devem estar interconectados através de porta específica de empilhamento garantindo a comunicação entre os dispositivos.

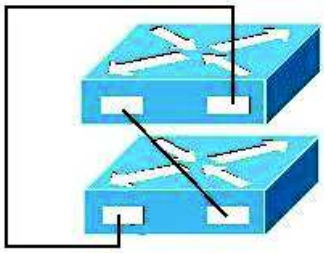


Figura 1 – Empilhamento dos Switches 10G concentrador

O padrão SFP+ é especificado através da norma IEEE 802.3. Módulos SFP+ fazem apenas conversão óptica para conversão elétrica, sem relógio e recuperação de dados, colocando uma carga maior sobre a equalização do canal do host. Módulos SFP+ compartilham um fator de forma física comum com módulos SFP legado.

Assim como no CCO, em cada estação e pátio deve haver no mínimo 2 (dois) equipamentos (empilhados por dois cabos, como o concentrador no CCO) para conexão do anel 10G formando o backbone, de forma a garantir a alta disponibilidade dos serviços. A conexão entre as estações deverá ocorrer de forma intercalada, evitando desta forma caminhos com grandes distâncias para fechamento dos anéis, conforme ilustração abaixo.

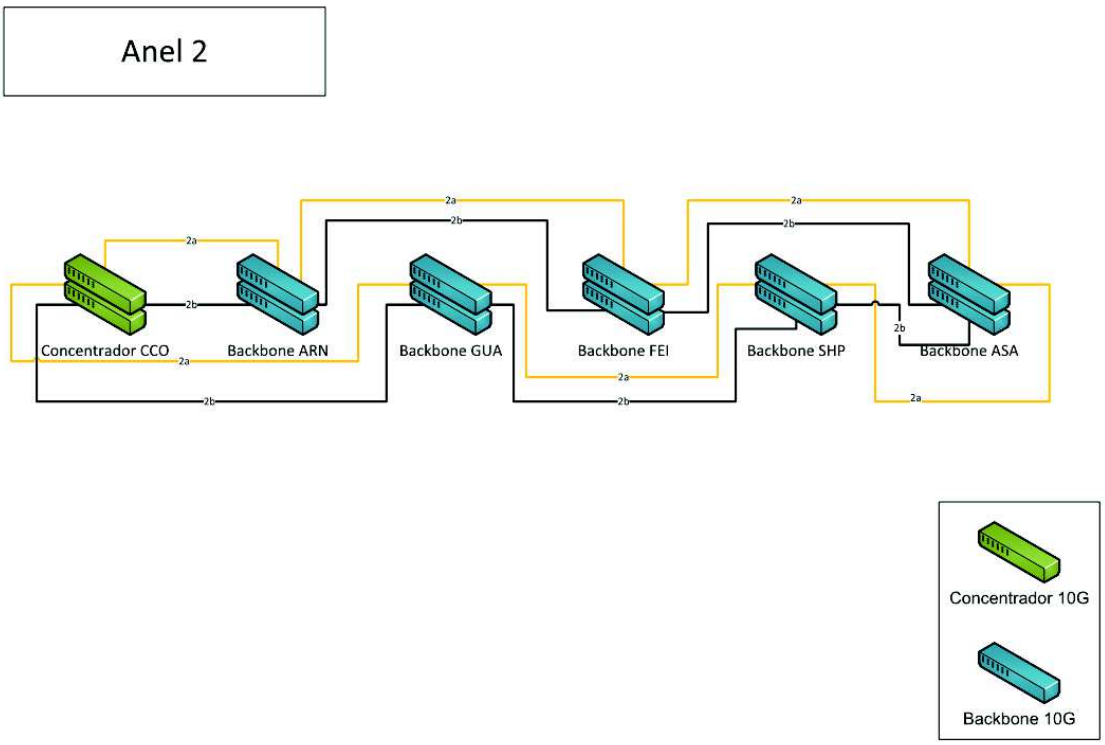


Figura 2 – Exemplo de conexões para o Anel 2

O quinto anel será composto somente pelas estações mestras e suas adjacentes, a fim de garantir outra redundância para o sistema de sinalização e controle de tráfego dos trens. A tabela abaixo demonstra as estações e distância entre elas.

EstaçõesMestras	MestraAdjacente	Distância (m)
GAL	110	3.628
110	SHP	5.134
SHP	FEI	2.995
FEI	CLA	6.217
CLA	SAM	7.502
CLA	EQP	2.057
EPQ	CES	6.883
CES	CEI	4.046

Tabela 2 – Anel 5 - Estações mestras e adjacentes

Esta rede deve ser estendida para as SR's que hoje são atendidas por meio de cabos telefônicos, acrescentando-se cabos ópticos entre as estações do Metrô e as SR's em padrão 1000Base-LX, utilizando 2 (dois) links para conexão com os switches das estações. A Tabela 3 relaciona cada SR com a respectiva estação com a qual estabelece comunicação. Importante destacar que no processo de modernização e expansão algumas SR terão o sua numeração alterada.

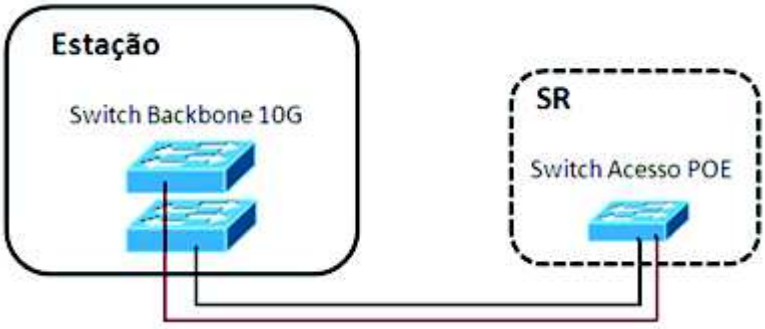


Figura 3 – Exemplo de conexões entre subestações e estações

SR – Nomenclatura Atual	SR – Nomenclatura após modernização/ expansão	Estação com a qual se comunica
SR 01	SR 01	GAL
SR 02	SR 02	102
SR 03	SR 03	108
SR 04	SR 04	114
SR 05	SR 05	SHP
SR 06	SR 06	FEI
SR 07	SR 07	GUA
SR 08	SR 08	ARN
SR 09	SR 09	CLA
SR 10	SR 10	EPQ
SR 11	SR 11	ONO
SR 12	SR 12	CES
SR 13	SR 13	CEC
SR 14	SR 14	CEN
SR 15	SR 62	SAS
SR 16	SR 61	TAS
SM	SM	PAC
-	SR 21	GTB
-	SR 15	E28
-	SR 16	E29

-	SR 63	SAM
-	SR 64	E35
-	SR 65	E36

Tabela 3 – Estação de comunicação de cada SR

Para estações, serão considerados switches de acesso POE conectados nos dois switches do backbone 10G através de SFP 1000Base-T, conforme diagrama abaixo:

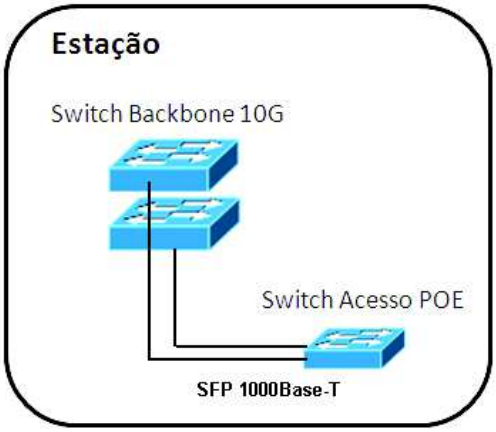


Figura 4 – Exemplo de conexões nas novas estações

As soluções acima atendem o Centro de Controle Operacional (CCO), Estações e subestações retificadoras, que serão basicamente compostas pelos seguintes equipamentos:

- Concentrador 10G - Switch Concentrador 10G;
- Backbone 10G - Switch Backbone 10G;
- Backbone 10G POE – Switch Backbone POE;
- Acesso POE Estações e SRs - Switch de acesso POE; e
- Modulo de interligação da Central IP.

A rede administrativa também será modernizada. Essa rede é composta pelos seguintes setores: 1- Prédio CAO; 2- CCO; 3- Bloco Treinamento(BT) ; 4- Bloco Serviços Gerais I(BSG I) ; 5- Bloco Serviços Gerais II (BSG II); 6- Bloco ATI (ATI); 7- Galpão Oficinas I (GO I) ; 8- Galpão Oficinas II (GO II) 9- Galpão Via Permanente (GVP); 10- Oficina Material Rodante(OMR); 11- Torre Pátio Águas Claras 12- Estações. A rede

administrativa das estações e da Torre do Pátio já será atendida pelos Switchs de Acesso POE mencionados acima. Para atender aos outros setores serão utilizados dois tipos de Switches de Acesso POE de 48 portas, um com portas SFP e outro sem. A nova rede administrativa utilizará a infraestrutura existente de fibras ópticas, não sendo escopo dessa modernização o fornecimento de novas fibras, exceto para o link entre o backbone CAO e o bloco CCO da rede administrativa. A fibra óptica para esse link deverá ser fornecida. A Figura abaixo ilustra a distribuição da rede administrativa pelo Complexo Administrativo Operacional:

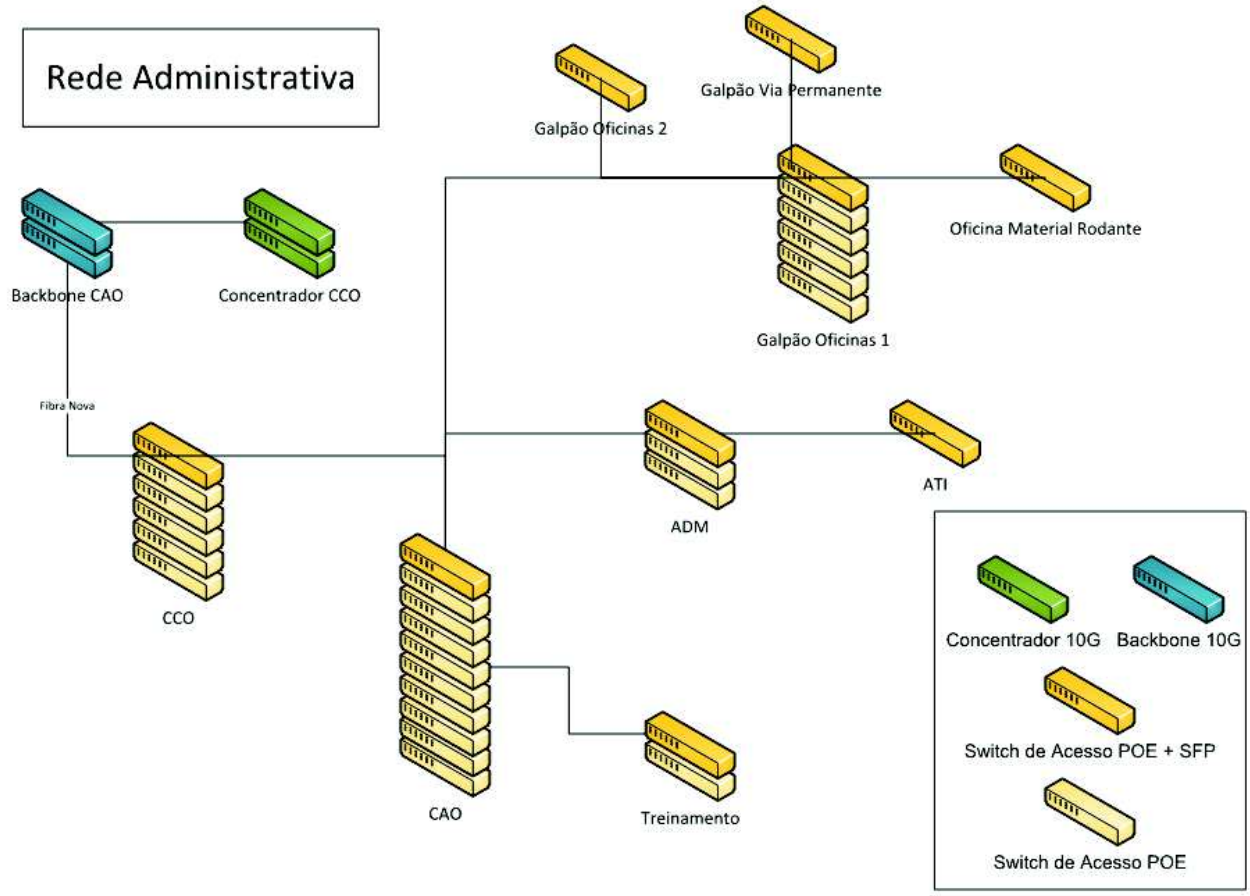


Figura 5 – Distribuição da rede administrativa pelo CAO

Os dois switches Concentrador CCO da figura acima já estão contemplados no quantitativo da rede operacional.

Os equipamento do Sistema de Transmissão de Dados do Metrô-DF deverão ser entregues nas seguintes quantidades, mínimas:

CCO	CAO	Estações	Estações	SR's	SR's	Total	Total	Total

			MOD.	EXP.	MOD	EXP	MOD.	EXP.	
Concentrador 10G	2	-	-	-	-	-	2	0	2
Backbone 10G		2	69	10	-	-	71	10	81
Backbone 10G POE	2	-	-	-	-	-	2	0	2
Switch de Acesso POE – Estações e SR's	4	-	30	5	17	6	51	11	62
Switch SFP POE – CAO	-	9	-	-	-	-	9	-	9
Switch POE - CAO		22					22		22
Módulo de interligação da Central IP	2	-	-	-	-	-	2	0	2
SFP+ 10GBase-LR (10Km)	16	-	136	20	-	-	152	20	172
SFP 1000Base-LX (10km)	-	-	34	12	34	12	68	24	92
SFP 1000Base-SX (1000m)	-	19	-	-	-	-	19	-	19
SFP 1000Base-T (100m)	-	-	60	10	-	-	60	10	70

Tabela 4 – Quantitativos dos equipamentos para a nova rede de dados

- Memorial do quantitativo de equipamentos:
  - Backbone 10G: serão dois por estação mais o Pátio Águas Claras, totalizando 2x(34+1) = 70. Está previsto um quinto anel passando pelas estações mestras, contudo, os switchs de mercado possuem apenas 2 portas 10G. Dessa forma é necessário adicionar uma unidade a mais nessas estações. O CAO também utilizará 2 switch com essa característica, de acordo com a figura 5. Somando: 70 + 9 +2 = 81;
  - Switch de Acesso POE Estações e SR's
    - CCO: 4 - um por anel;

- Estações: 1 por estação mais o pátio, totalizando 34+1 =35;
- SR's: Como são 22 SR's mais a SM do Pátio, totalizam 23 SR's. É necessário 1 por SR-> 23.

- Switch SFP POE CAO:
  - CCO: 1
  - Prédio CAO: 1
  - Bloco Treinamento: 1
  - Blocos Serviços Gerais:1
  - Bloco ATI: 1
  - Galpão Oficinas: 2
  - Galpão Via Permanente: 1
  - Oficina Material Rodante: 1
- Switch POE CAO:
  - CCO: 5
  - Prédio CAO: 9
  - Bloco Treinamento: 1
  - Blocos Serviços Gerais:2
  - Galpão Oficinas: 5
- SFP+ 10GBase-LR:
  - CCO: são quatro conectores por anel. Como não é necessário para o anel que interliga as mestras, Q = 4 x 4 = 16;
  - Estações: são duas unidades por estação e dois conectores por unidade. Q0 = 2 x 2 x 35 = 140. É necessário também uma unidade por estação mestra, sendo: GAL, CEI e SAM= 1 conector por unidade; CLA= 3 conectres por unidade; 110, SHP, FEI, EPQ, CES= 2 conectores por unidade. Q1 = 5x2 + 3x1 + 1x3 = 16. Q1 + Q0 = 140 + 16 = 156.
- SFP+10GBase-LX:
  - É necessário uma unidade para cada ponta de comunicação entre a estação e a SR. Como cada SR se comunica com a estação por dois links, serão 2 x 23 = 46 unidades nas SRs e 46 unidades nas estações.
- SFP 1000Base-T: 2 conectores por estação, totalizando 35x2 = 70.
- SFP 1000Base-SX:

- CCO: 4
- Prédio CAO: 4
- Bloco Treinamento: 1
- Blocos Serviços Gerais:2
- Bloco ATI: 1
- Galpão Oficinas: 5
- Galpão Via Permanente: 1
- Oficina Material Rodante: 1

A tabela abaixo detalha e mapeia o posicionamento de cada um dos ativos de rede objetos desse fornecimento:

	Switch Concentrador 10G – 24 portas	Switch Backbone 10G – 24 portas	Switch Backbone 10G POE 48 portas	Switch de Acesso POE – Estações e SR's - 24 portas	Switch SFP POE – CAO – 48 portas	Switch POE – CAO – 48 portas	Módulo de interligação da Central IP – 24 portas	Transceiver SFP+ 10GBase-LR (10Km)	Transceiver SFP 1000Base-LX (10km)	Transceiver SFP 1000Base-SX (1000m)	Transceiver SFP 1000Base-T (100m)
CCO	2	-	2	4	-	-	2	16	-	-	-
CTL	-	2	-	1	-	-	-	4	-	-	2
GAL	-	3	-	1	-	-	-	5	2	-	2
102	-	2	-	1	-	-	-	4	2	-	2
104	-	2	-	1	-	-	-	4	-	-	2
106	-	2	-	1	-	-	-	4	-	-	2
108	-	2	-	1	-	-	-	4	2	-	2
110	-	3	-	1	-	-	-	6	-	-	2
112	-	2	-	1	-	-	-	4	-	-	2
114	-	2	-	1	-	-	-	4	2	-	2
ASA	-	2	-	1	-	-	-	4	-	-	2
SHP	-	3	-	1	-	-	-	6	2	-	2

GUA	-	2	-	1	-	-	-	4	2	-	2
FEI	-	3	-	1	-	-	-	6	2	-	2
ARN	-	2	-	1	-	-	-	4	2	-	2
CLA	-	3	-	1	-	-	-	7	2	-	2
CON	-	2	-	1	-	-	-	4	-	-	2
EPQ	-	3	-	1	-	-	-	6	2	-	2
REL	-	2	-	1	-	-	-	4	-	-	2
ONO	-	2	-	1	-	-	-	4	2	-	2
MET	-	2	-	1	-	-	-	4	-	-	2
CES	-	3	-	1	-	-	-	6	2	-	2
GBA	-	2	-	1	-	-	-	4	-	-	2
CEC	-	2	-	1	-	-	-	4	2	-	2
CEN	-	2	-	1	-	-	-	4	2	-	2
CEI	-	3	-	1	-	-	-	5	-	-	2
TAS	-	2	-	1	-	-	-	4	2	-	2
FUR	-	2	-	1	-	-	-	4	-	-	2

SAS	-	2	-	1	-	-	-	4	2	-	2
SAM	-	3	-	1	-	-	-	5	-	-	2
GTB	-	2	-	1	-	-	-	4	2	-	2
E28	-	2	-	1	-	-	-	4	2	-	2
E29	-	2	-	1	-	-	-	4	2	-	2
E35	-	2	-	1	-	-	-	4	2	-	2
E36	-	2	-	1	-	-	-	4	2	-	2
SR 01	-	-	-	1	-	-	-	-	2	-	-
SR 02	-	-	-	1	-	-	-	-	2	-	-
SR 03	-	-	-	1	-	-	-	-	2	-	-
SR 04	-	-	-	1	-	-	-	-	2	-	-
SR 05	-	-	-	1	-	-	-	-	2	-	-
SR 06	-	-	-	1	-	-	-	-	2	-	-
SR 07	-	-	-	1	-	-	-	-	2	-	-

SR08	-	-	-	1	-	-	-	-	2	-	-
SR 09	-	-	-	1	-	-	-	-	2	-	-
SR 10	-	-	-	1	-	-	-	-	2	-	-
SR 11	-	-	-	1	-	-	-	-	2	-	-
SR 12	-	-	-	1	-	-	-	-	2	-	-
SR 13	-	-	-	1	-	-	-	-	2	-	-
SR 14	-	-	-	1	-	-	-	-	2	-	-
SR 15	-	-	-	1	-	-	-	-	2	-	-
SR 16	-	-	-	1	-	-	-	-	2	-	-
SR 21	-	-	-	1	-	-	-	-	2	-	-
SR 61	-	-	-	1	-	-	-	-	2	-	-
SR 62	-	-	-	1	-	-	-	-	2	-	-

SR 63	-	-	-	1	-	-	-	-	2	-	-
SR 64	-	-	-	1	-	-	-	-	2	-	-
SR 65	-	-	-	1	-	-	-	-	2	-	-
SM	-	-	-	1	-	-	-	-	2	-	-
PAC	-	2	-	1	-	-	-	4	2	-	2
CCO – ADM	-	2	-	-	1	5	-	-	-	4	-
CAO	-	-	-	-	1	9	-	-	-	5	-
BT	-	-	-	-	1	1	-	-	-	1	-
BSG	-	-	-	-	1	2	-	-	-	1	-
ATI	-	-	-	-	1	0	-	-	-	1	-
GO	-	-	-	-	2	5	-	-	-	4	-
GVP	-	-	-	-	1	0	-	-	-	1	-
OMR	-	-	-	-	1	0	-	-	-	1	-

Tabela 5 – Quantitativo de ativos de rede por localidade

As estações podem ser divididas em 4 tipos:

- Estações Tipo I: Estações Mestras que possuem link de comunicação com Subestação Retificadora;
- Estações Tipo II: Estações Mestras que não possuem link de comunicação com Subestação Retificadora;
- Estação Tipo III: Estações Satélites que possuem link de comunicação com Subestação Retificadora;
- Estação Tipo IV: Estações Satélites que não possuem link de comunicação com Subestação Retificadora;

Estações Tipo I	GAL, SHP, FEI, CLA, EPQ, FEI
Estações Tipo II	110, CEI, SAM
Estações Tipo III	102, 108, 114, GUA, ARN, ONO, CEC, CEN, TAS, SAS, PAC
Estações Tipo IV	CTL, 104, 106, 112, ASA, CON, REL, MET, GBA, FUR

Tabela 6 – Classificação das estações existentes

A tabela acima mostra a classificação das estações existentes após a modernização e antes da expansão. Antes do processo da expansão, a Estação SAM será Tipo II. Após a Expansão, será considerada Tipo I, pois será construído um link de comunicação com a SR 63. Após a Expansão a estação GAL deixará de ser Mestra e a estação CTL se transformará em mestra. Logo GAL passará a ser tipo III e CTL tipo II.

Os Materiais de Infraestrutura e Cabeamento que serão considerados no fornecimento são os seguintes:

- Fibra óptica para o link entre o backbone CAO e o bloco CCO da rede administrativa (aproximadamente 200 metros);
- *Patch-Cord* ópticos para conectar os switches Ethernet aos Distribuidores Gerais Ópticos (DGO) presentes em todas as estações e SR;
- Cabos e conectores UTP para conexão de switches da mesma estação;
- Racks das Estações, das Subestações Retificadoras e do Complexo Administrativo Operacional;
- Acessórios como: suportes, abraçadeiras, bastidores;

Todas as novas estações da Expansão terão link de comunicação com SR e serão satélites, logo serão tipo 3.

Na fase de elaboração do Projeto Executivo deverão ser previstas as definições e configurações das VLAN's para, pelo menos, os seguintes sistemas:

- Radiotelefonia;
- Telefonia;
- Sonorização;
- Ventilação
- Bilhetagem;
- CFTV;
- Sistema de Informação Visual Automática (PDT/Relógio);
- Sinalização e Controle de Tráfego; e
- Energia.

2.2 Requisitos Técnicos de cada equipamento

2.2.1 Switch Concentrador 10G – CCO

Concentrador 10G (Switch Concentrador 10G) deve ser responsável geral pela concentração dos anéis e distribuição do tráfego entre os mesmos. Devem corresponder ao elemento que interconecta todas as estações, subestações e pátios com os sistemas do Centro de Controle Operacional (CCO).

- Possuir no mínimo 24 (vinte e quatro) portas 10 Gigabit baseadas em SFP+, além das portas de empilhamento, cada;
- Deve ser fornecido com cabo(s) para cascata/interconexão para outro equipamento idêntico, de modo a permitir no mínimo 160 Gbps de throughput;
- Deve possuir módulos com no mínimo 2 (duas) portas 40G;
- Suportar IPV6 em hardware;
- Possuir throughput de, no mínimo, 640 Gbps e capacidade de encaminhamento de pacotes de no mínimo 476 Mbps;
- Possuir tabela MAC com, no mínimo, 128.000 entradas;
- Deve suportar, no mínimo, 1000 VLANs;
- Possuir fontes redundantes internas AC. As fontes deverão ser fornecidas na quantidade N+1, sendo N a quantidade necessária ao pleno funcionamento do equipamento em sua capacidade máxima;

- Possuir fonte de alimentação 127V – 60Hz;
- Deve operar em temperaturas que possam variar entre 0º a 40º C, com umidade relativa do ar variando entre 10% a 90%;
- Possuir módulo(s) de ventiladores hot-swappable;
- Possuir módulo(s) de fonte hot-swappable;
- Implementar jumbo frames em todas as portas ofertadas, com suporte a pacotes de até 9Kbytes;
- Possuir porta de console, tipo RS-232 ou RJ-45, acompanhada do cabo específico;
- Permitir gerenciamento IP via IPv4 e IPv6;
- Permitir gerência via Telnet e Secure Shell (SSHv2);
- SNMPv2c e SNMPv3, com autenticação e/ou criptografia;
- Deve implementar tecnologia que permita que mais de um caminho com custos iguais permaneçam ativos, garantindo menor tempo de convergência da rede;
- Deve implementar protocolo de prevenção de loop em camada 2, onde caso seja detectado loop em determinada porta, o equipamento deve desabilitá-la de forma automática;
- Deve implementar Multicast para o sistema de câmeras IP;
- Gerência e configuração via CLI (CommandLine Interface);
- Gerenciamento por meio de interface gráfica segura (HTTPS/SSL) disponibilizado localmente no equipamento ou através do software de gerência;
- Atualização de software via FTP (File Transfer Protocol) ou TFTP (Trivial File Transfer Protocol);
- Permitir, no mínimo, 4 (quatro) grupos de RMON, sem a utilização de probes externas;
- Deve implementar padrão 802.1ag;
- Implementar MIBII (Management Information Base);
- Implementar LLDP – Link Layer Discovery Protocol;
- Suportar múltiplas imagens de firmware;
- Suportar múltiplas imagens de arquivo de configuração;
- Permitir o download e o upload das configurações;
- Implementar protocolo de transferência segura de arquivos SCP ou SFTP;
- Deve ser possível espelhar o tráfego de uma e várias portas que residem no switch para uma outra porta que reside no mesmo switch;

- Deve ser possível espelhar apenas os pacotes de determinada(s) vlan(s) ou os pacotes classificados conforme regras de seleção baseadas em informações das camadas 2/3/4;
- Implementar listas de acesso para restringir o acesso ao serviço telnet e SSH do switch;
- Implementar SNTP v4 (Simple Network Protocol), ou, implentar o protocolo NTP (Network Time Protocol), suportando autenticação;
- Deve possuir facilidade que permita desabilitar automaticamente uma interface de acesso que esteja recebendo pacotes BPDU (Bridge Protocol Data Unit);
- Implementar mecanismo de proteção da "root bridge" do algoritmo Spanning-Tree para prover defesa contra ataques do tipo "Denial of Service" no ambiente nivel 2;
- Suportar Layer 2 switching, Link Aggregation – 802.3ad;
- Deve permitir a agregação de links de no mínimo 12 (doze) grupos de 4 (quatro) interfaces 10 Gigabit ethernet devendo permitir a agregação inclusive de portas que não encontre-se no mesmo switch mais em switches diferentes da pilha.
- Implementar IEEE 802.1q e Spanning Tree - 802.1d/802.1w/802.1s;
- Implementar agregação de links distribuídos simultaneamente, utilizando tecnologia do tipo Multichassis, baseado no protocolo IEEE 802.3ad ou similar. Essa agregação não Deve utilizar nenhuma variedade dos protocolos VRRP (Virtual Router Redundancy Protocol) ou STP (Spanning Tree Protocol). Isto é, a implementação deve permitir que um par de switches seja conectado com um outro switch por meio de interfaces 10 Gigabit Ethernet padrão, com fibra óptica, ou cabo twinax, permitindo tráfego simultâneo nessas interfaces de conexão;
- Quality of Service (QOS), classificação, priorização de tráfego baseada nos padrões IEEE 802.1p (CoS);
- Possuir, no mínimo, 8 (oito) filas por porta, em hardware, para tratamento de QoS;
- Implementar classificação de tráfego baseada na porta física do equipamento ou no endereço MAC de origem e destino;
- Implementar algoritmos de enfileiramento Strict Priority e Round-Robin com ponderação (weighted Round Robin ou Shaped Round Robin);
- Funções Layer2;
- Implementar Layer 3 switching, IPV4 static IP routing, OSPFv2-Open Shortest Path First, IGMP v1-Internet Group Management Protocol e v2, DHCP Relay;
- Todos os equipamentos do conjunto devem ser gerenciados por um único IP. A perda de qualquer unidade da pilha não deve implicar perda do endereço IP de

gerenciamento, a perda de dois switches quaisquer da pilha também não deve acarretar na desconfiguração da pilha e na perda deste endereço IP;

- Todos os equipamentos do conjunto devem apresentar arquitetura hotswappable, ou seja, a retirada ou inclusão de um módulo no chassi ou switch na pilha não deve implicar em reinicialização do conjunto nem perda de gerenciamento do equipamento ou mesmo na necessidade de reconfiguração do switch ou da pilha em caso de substituição de um dos elementos citados;
- Deve implementar no mínimo os seguintes padrões:

- IEEE 802.3 (Ethernet)
- IEEE 802.3u (Fast Ethernet)
- IEEE 802.3z (Gigabit Ethernet)
- IEEE 802.3ab (Gibabit Ethernet over Copper)
- IEEE 802.3x (Flow Control)
- IEEE 802.1Q (Virtual Local Area Network, VLAN, Tagging)
- IEEE 802.1p (Prioritizing)
- IEEE 802.3ad (Link Aggregation)
- IEEE 802.1ab (Link Layer Discovery)
- IEEE 802.1ag (Conectivity and Fault Management)
- RFC 768 (UDP)
- RFC 791 (IP)
- RFC 792 (ICMP)
- RFC 793 (TCP)
- RFC 826 (ARP)
- RFC 854 (Telnet)
- RFC 894 (IP over Ethernet)
- RFC 951 (BootP)
- RFC 1112 (IGMPv1-Internet Group Management Protocol)
- RFC 1157 (SNMP)
- RFC 1213 (MIB-II – Management Information Base)
- RFC 1271 (RMON
- RFC 1493 (Bridge MIB– Management Information Base)
- RFC 1757 (RMON)

- RFC 1945 (HTTP v1.0)
- RFC 2236 (IGMPv2)
- RFC 2328 (OSPF v2-Open Shortest Path First)
- RFC 2665 (Ethernet MIB– Management Information Base)
- RFC 2674 (Q-BRIDGE-MIB– Management Information Base)
- RFC 2737 (Entity MIBv2– Management Information Base)
- RFC 2819 (RMON MIB– Management Information Base)
- RFC 2865 (RADIUS)
- RFC 3410 (SNMPv3)
- RFC 3411 (SNMP Frameworks)
- RFC 3412 (SNMP Message Processing)
- RFC 3413 (SNMPv3 Applications)
- RFC 3414 (SNMPv3 USM)
- RFC 3415 (SNMPv3 VACM)
- RFC 3917 (IP Flow Information Export)
- RFC 4293 (IPv6)

- O equipamento deve ser entregue com os módulos e licenças de gerenciamento do equipamento e dos demais módulos fornecidos;
- Fornecimento dos acessórios para montagem em rack padrão de 19 (dezenove) polegadas;
- Deve ser fornecido cabo console, cabos de alimentação elétrica necessários para o funcionamento do equipamento e manuais de operação e instalação.

2.2.2 Switch Backbone 10G – Estações

Backbone 10G (Switch Backbone 10G) deve ser responsável pela interconexão de todos os equipamentos ou elementos da estação. Cada switch deve possuir 2 portas 10Giga óptica para interconexão com o anel, possuir 2 portas 1Giga óptica para receber as conexões das subestações e 20 portas elétricas que serão usadas para os equipamentos ou dispositivos. Possuindo assim no mínimo 24 (vinte e quatro) interfaces padrão IEEE 802.3ab 10/100/1000 Base-T com conector RJ-45, além das portas específicas para empilhamento. Por meio deste será interconectado todos os equipamentos da estação.

- Switch deve possuir no mínimo 24 (vinte e quatro) interfaces padrão IEEE 802.3ab 10/100/1000 Base-T com conector RJ-45, além das portas específicas para empilhamento;
- Deve possuir 2 portas do tipo SFP para instalação de interfaces giga do tipo fibra com suporte mínimo aos seguintes tipos de interfaces: 1000Base-SX, 1000Base-LX, 1000Base-XD, 1000Base-ZX, 1000Base-BX e 1000Base-EX;
- Deve possuir 2 portas do tipo SFP+ para instalação de interfaces 10 Gigabits com suporte mínimo aos seguintes tipos de interfaces: 10BaseSR, 10BaseLR e 10BaseER;
- Possuir fontes redundantes internas AC. As fontes deverão ser fornecidas na quantidade N+1, sendo N a quantidade necessária ao pleno funcionamento do equipamento em sua capacidade máxima;
- Possuir fonte de alimentação 127V – 60Hz;
- Possuir no mínimo 1 (um) módulo de fonte hot-swappable, de forma que seja possível a substituição em campo;
- Deve operar em temperaturas que possam variar entre 0º a 45º C, com umidade relativa do ar variando entre 10% a 90%;
- Possuir altura máxima de 1U;
- Para o empilhamento, os switches dentro de um conjunto deverão ser interligados, em uma topologia em anel, através de conexão a uma velocidade de no mínimo 40 (quarenta) Gbps entre pares de equipamentos Switches. A conexão Deve ser realizada em anel de forma que a interrupção física em uma das conexões não interrompa a comunicação de qualquer dos equipamentos com os outros equipamentos do conjunto. Deverão ser fornecidos todos os cabos e acessórios para a ligação e montagem destas interligações em rack padrão 19 polegadas;
- Deve possuir um backplane com capacidade de processamento de no mínimo de 120 Gbps;
- Deve possuir um desempenho mínimo de 60 Mbps;
- Deve ter a possibilidade de instalação de pelo menos 8 equipamentos do mesmo padrão em pilha;
- Todos os equipamentos do conjunto devem ser gerenciados por um único IP. A perda de qualquer unidade da pilha não deve implicar perda do endereço IP de gerenciamento, a perda de dois switches quaisquer da pilha também não Deve acarretar na desconfiguração da pilha e na perda deste endereço IP;
- Todos os equipamentos do conjunto devem apresentar arquitetura hotswappable, ou seja, a retirada ou inclusão de um switch na pilha não deve implicar em reinicialização do conjunto nem perda de gerenciamento do equipamento ou

mesmo na necessidade de reconfiguração do novo switch ou da pilha em caso de substituição de um dos elementos citados;

- Seleção automática de velocidade de operação e de modo de operação half-duplex ou full-duplex para as interfaces com conector RJ-45;
- Deve possuir uma interface de console para o gerenciamento e configuração do equipamento com controle de acesso através de usuário e senha;
- Deve possuir capacidade para no mínimo 8.000 (oito mil) endereços MAC;
- Deve possuir memória Flash ou similar para o armazenamento do sistema operacional;
- Deve possuir porta USB para backup e atualização de configuração e sistema operacional;
- Deve possuir memória não volátil para o armazenamento da configuração;
- Deve permitir a agregação de links de no mínimo 32 (trinta e dois) grupos de 8 (oito) interfaces Gigabit ethernet, devendo permitir a agregação inclusive de portas que não encontre-se no mesmo switch mais em switches diferentes da pilha;
- Deve implementar controle de “broadcast” e “multicast” por interface através de comandos;
- Deve implementar tecnologia que permita que mais de um caminho com custos iguais permaneçam ativos, garantindo menor tempo de convergência da rede;
- Deve implementar protocolo de prevenção de loop em camada 2, onde caso seja detectado loop em determinada porta, o equipamento deve desabilitá-la de forma automática;
- Deve implementar Multicast para o sistema de câmeras IP;
- Deve implementar os protocolos IEEE 802.1D Spanning Tree Protocol (STP), IEEE 802.1w Rapid Spanning TreeProtocol (RSTP) e IEEE 802.1s Multiple Spanning Tree Protocol (MSTP);
- Deve implementar espelhamento de porta do tipo one-to-one e many-to-one. Implementando o espelhamento do trafego de entrada e saída do equipamento;
- Deve implementar o protocolo IEEE 802.1x para autenticação do usuário, permitindo a associação dinâmica do usuário a determinada VLAN, e a possibilidade de registar usuários Guest e com suporte a EAP;
- Deve implementar IEEE 802.1x com suporte a SHSA e MHMA
- Deve implementar gerenciamento via SNMP v3;
- Deve implementar suporte aos seguintes grupos de RMON (Remote Monitoring – RFC 2819): History, Statistics, Alarms e Events;

- Deve implementar o padrão 802.1ag;
- Deve permitir a utilização de filtros (ACL) em camadas 2 a 4, por endereço MAC de origem e destino, endereço IP de origem e destino, porta TCP/UDP de origem e destino e Deve ter capacidade de geração de log de ocorrências;
- Deve implementar facilidade para limitar o número de endereços MAC que têm acesso a uma interface do Switch;
- Deve implementar funcionalidade de auto aprendizagem dos endereços MAC que poderá acessar determinadas portas, para evitar que o administrador tenha que configurar endereço por endereço e que possa simplesmente confirmar endereços aprendidos via interface de gerencia;
- Deve implementar facilidade para determinação de qual endereço MAC tem permissão para acesso à interface do Switch, permitindo a configuração de no mínimo 1 (um) endereço por interface;
- Deve implementar facilidade que permita bloquear automaticamente uma interface de acesso que seja caminho para um switch que esteja se elegendo como root-bridge;
- Deve implementar suporte à autenticação Radius e TACACS+ permitindo um controle centralizado do equipamento e evitando que usuários não autorizados alterem a configuração do equipamento;
- Devesuportar SSHv2 (Secure Shell);
- Deve permitir a classificação e reclassificação de pacotes de dados baseado em Camada 2, Camada 3 e Camada 4, através do endereço MAC de origem, destino, endereços IP de origem e destino, porta TCP/UDP de origem e destino;
- Deve ter suporte em hardware a pelo menos 8 (oito) filas em hadware por interface, para tratamento de QoS no trafego de saída;
- Deve ter suporte ao algoritmo “Weighted Round Robin” (WRR) ou similar;
- Deve ter implementado o protocolo Network Timing Protocol (NTP - RFC 1305) ou SNTP (RFC 1361) para a sincronização do relógio com outros dispositivos;
- Deve permitir a configuração de todas as características e funcionalidades do equipamento via linha de comando;
- Deve implementar a criação de VLANs no padrão IEEE 802.1Q. Deve suportar no mínimo 1000 VLANs;
- Deve suportar FTP (File Transfer Protocol) ou TFTP (Trivial File Transfer Protocol) para cópia e atualização de arquivos de imagem e de configuração;
- Deve possuir múltiplos níveis de privilégio para a configuração via console e Telnet;

- Deve implementar os seguintes protocolos de roteamento IP: RIPv1, RIPv2 e OSPFv2;
- Deve suportar VRRP;
- Deve suportar ECMP- Equal-cost multi-path routing;
- Implementação de Link Layer Discovery Protocol (LLDP) e LLDP-MED conforme o padrão IEEE 802.1ab;
- Equipamento Deve ser entregue com os módulos e licenças de gerenciamento do equipamento e dos demais módulos fornecidos.

2.2.3 Switch Backbone 10G POE – CCO

Backbone 10G POE (Switch Backbone 10G POE) deve ser o responsável pela interconexão de todos os equipamentos do CCO. Desta forma, isolando o switch concentrador 10G de manobras inadequadas. Deve possuir no mínimo 48 (quarenta e oito) interfaces padrão IEEE 802.3ab 10/100/1000 Base-T com conector RJ-45, além das portas específicas para empilhamento.

- O switch deve possuir no mínimo 48 (quarenta e oito) interfaces padrão IEEE 802.3ab 10/100/1000 Base-T com conector RJ-45, além das portas específicas para empilhamento;
- Deve implementar alimentação elétrica nas portas ethernet para fornecimento de energia para câmeras de circuito interno, access point e telefones ip, conforme o padrão 802.3at com suporte a implementação de PoE+ (30,8w).
- Deve possuir 2 portas do tipo SFP para instalação de interfaces giga do tipo fibra com suporte mínimo aos seguintes tipos de interfaces: 1000Base-SX, 1000Base-LX, 1000Base-XD, 1000Base-ZX, 1000Base-BX e 1000Base-EX;
- Deve possuir 2 portas do tipo SFP+ para instalação de interfaces 10 Gigabit com suporte mínimo aos seguintes tipos de interfaces: 10BaseSR, 10BaseLR e 10BaseER;
- Possuir fontes redundantes internas AC. As fontes deverão ser fornecidas na quantidade N+1, sendo N a quantidade necessária ao pleno funcionamento do equipamento em sua capacidade máxima;
- Possuir fonte de alimentação 127V – 60Hz;
- Possuir no mínimo 1 (um) módulo de fonte hot-swappable, de forma que seja possível a substituição em campo;
- Deve operar em temperaturas que possam variar entre 0º a 45º C, com umidade relativa do ar variando entre 10% a 90%;

- Possuir altura máxima de 1U;
- Para o empilhamento, os switches dentro de um conjunto deverão ser interligados, em uma topologia em anel, através de conexão a uma velocidade de no mínimo 40 (quarenta) Gbps entre pares de equipamentos Switches. A conexão Deve ser realizada em anel de forma que a interrupção física em uma das conexões não interrompa a comunicação de qualquer dos equipamentos com os outros equipamentos do conjunto. Deverão ser fornecidos todos os cabos e acessórios para a ligação e montagem destas interligações em rack padrão 19 polegadas;
- Deve possuir um backplane com capacidade de processamento de no mínimo de 180 Gbps;
- Deve possuir um desempenho mínimo de 100 Mbps;
- Deve ter a possibilidade de instalação de pelo menos 8 equipamentos do mesmo padrão em pilha;
- Todos os equipamentos do conjunto devem ser gerenciados por um único IP. A perda de qualquer unidade da pilha não deve implicar perda do endereço IP de gerenciamento, a perda de dois switches quaisquer da pilha também não Deve acarretar na desconfiguração da pilha e na perda deste endereço IP;
- Todos os equipamentos do conjunto devem apresentar arquitetura hotswappable, ou seja, a retirada ou inclusão de um switch na pilha não deve implicar em reinicialização do conjunto nem perda de gerenciamento do equipamento ou mesmo na necessidade de reconfiguração do novo switch ou da pilha em caso de substituição de um dos elementos citados;
- Seleção automática de velocidade de operação e de modo de operação half-duplex ou full-duplex para as interfaces com conector RJ-45;
- Deve possuir uma interface de console para o gerenciamento e configuração do equipamento com controle de acesso através de usuário e senha;
- Deve possuir capacidade para no mínimo 8.000 (oito mil) endereços MAC;
- Deve possuir memória Flash ou similar para o armazenamento do sistema operacional;
- Deve possuir porta USB para backup e atualização de configuração e sistema operacional;
- Deve permitir que o administrador desabilite as portas de console e USB de forma a impedir o acesso físico ao mesmo e possíveis invasões no equipamento;
- Deve possuir memória não volátil para o armazenamento da configuração;

- Deve permitir a agregação de links de no mínimo 32 (trinta e dois) grupos de 8 (oito) interfaces Gigabit ethernet, devendo permitir a agregação inclusive de portas que não encontre-se no mesmo switch mais em switches diferentes da pilha;
- Deve implementar controle de “broadcast” e “multicast” por interface através de comandos;
- Deve implementar tecnologia que permita que mais de um caminho com custos iguais permaneçam ativos, garantindo menor tempo de convergência da rede;
- Deve implementar protocolo de prevenção de loop em camada 2, onde caso seja detectado loop em determinada porta, o equipamento deve desabilitá-la de forma automática;
- Deve implementar Multicast para o sistema de câmeras IP;
- Deve implementer os protocolos IEEE 802.1D Spanning Tree Protocol (STP), IEEE 802.1w Rapid Spanning Tree Protocol (RSTP) e IEEE 802.1s Multiple Spanning Tree Protocol (MSTP);
- Deve implementar espelhamento de porta do tipo one-to-one e many-to-one. Implementando o espelhamento do trafego de entrada e saída do equipamento;
- Deve implementar o protocolo IEEE 802.1x para autenticação do usuário, permitindo a associação dinâmica do usuário a determinada VLAN, e a possibilidade de registar usuários Guest e com suporte a EAP;
- Deveimplementar IEEE 802.1x com suporte a SHSA (supplicant authentication and authentication server) e MHMA (Multiple Host Multiple Authentication)
- Deve implementar gerenciamento via SNMP v3;
- Deve implementar suporte aos seguintes grupos de RMON (Remote Monitoring – RFC 2819): History, Statistics, Alarms e Events;
- Deve suportar Layer 2 OA&M segundo padrão 802.1ag;
- Deve permitir a utilização de filtros (ACL) em camadas 2 a 4, por endereço MAC de origem e destino, endereço IP de origem e destino, porta TCP/UDP de origem e destino e Deve ter capacidade de geração de log de ocorrências;
- Deve implementar facilidade para limitar o número de endereços MAC que têm acesso a uma interface do Switch;
- Deve implementar funcionalidade de auto aprendizagem dos endereços MAC que poderá acessar determinadas portas, para evitar que o administrador tenha que configurar endereço por endereço e que possa simplesmente confirmar endereços aprendidos via interface de gerencia;

- Deve implementar facilidade para determinação de qual endereço MAC tem permissão para acesso à interface do Switch, permitindo a configuração de no mínimo 1 (um) endereço por interface;
- Deve implementar facilidade que permita bloquear automaticamente uma interface de acesso que seja caminho para um switch que esteja se elegendo como root-bridge;
- Deve implementar suporte à autenticação Radius e TACACS+ permitindo um controle centralizado do equipamento e evitando que usuários não autorizados alterem a configuração do equipamento;
- Devesuportar SSHv2 (Secure Shell);
- Deve permitir a classificação e reclassificação de pacotes de dados baseado em Camada 2, Camada 3 e Camada 4, através do endereço MAC de origem, destino, endereços IP de origem e destino, porta TCP/UDP de origem e destino;
- Deve ter suporte em hardware a pelo menos 8 (oito) filas em hadware por interface, para tratamento de QoS no trafego de saída;
- Deve ter suporte ao algoritmo “Weighted Round Robin” (WRR) ou similar;
- Deve ter implementado o protocolo Network Timing Protocol (NTP - RFC 1305) ou SNTP (RFC 1361) para a sincronização do relógio com outros dispositivos;
- Deve permitir a configuração de todas as características e funcionalidades do equipamento via linha de comando;
- Deve implementar a criação de VLANs no padrão IEEE 802.1Q. Deve suportar no mínimo 1000 VLANs;
- Deve suportar FTP (File Transfer Protocol) ou TFTP (Trivial File TransferProtocol) para cópia e atualização de arquivos de imagem e de configuração;
- Deve possuir múltiplos níveis de privilégio para a configuração via console e Telnet;
- Deve implementar os seguintes protocolos de roteamento IP: RIPv1, RIPv2 e OSPFv2;
- Deve suporta VRRP- Virtual Router Redundancy Protocol;
- Devesuportar ECMP-Equal-cost multi-path routing;
- Implementação de Link Layer Discovery Protocol (LLDP) e LLDP-MED conforme o padrão IEEE 802.1ab;
- O equipamento Deve ser entregue com os módulos e licenças de gerenciamento do equipamento e dos demais módulos fornecidos.

2.2.4 Switch de Acesso POE – para estações e subestações

Switch de Acesso POE deve ser responsável pela conexão de câmeras IP, telefones IP, computadores, sistema de bilhetagem, dentre outros dispositivos que se encontram na estação. O propósito deste switch é evitar o acesso ao switch do backbone, evitando desta forma manobras indesejadas no anel da rede. Deve possuir no mínimo 24 (vinte e quatro) interfaces padrão IEEE 802.3ab 10/100/1000 Base-T com conector RJ-45;

- O switch Deve possuir no mínimo 24 (vinte e quatro) interfaces padrão IEEE 802.3ab 10/100/1000 Base-T com conector RJ-45;
- Deve possuir 4 (quatro) portas do tipo SFP para instalação de interfaces giga do tipo fibra com suporte mínimo aos seguintes tipos de interfaces: 1000Base-T, 1000Base-SX, 1000Base-LX, 1000Base-XD, 1000Base-ZX, 1000Base-BX e 1000Base-EX;
- Para o empilhamento, os switches dentro de um conjunto deverão ser interligados, em uma topologia em anel, através de conexão a uma velocidade de no mínimo 2 Gbps entre pares de equipamentos Switches. A conexão Deve ser realizada em anel de forma que a interrupção física em uma das conexões não interrompa a comunicação de qualquer dos equipamentos com os outros equipamentos do conjunto. Deverão ser fornecidos todos os cabos e acessórios para a ligação e montagem destas interligações em rack padrão 19 polegadas;
- Deve possuir um backplane com capacidade de processamento de no mínimo de 52Gbps;
- Deve possuir um desempenho mínimo de 38 Mbps;
- Deve implementar alimentação elétrica nas portas ethernet para fornecimento de energia para câmeras de circuito interno, access point e telefones ip, conforme o padrão 802.3at com suporte a implementação de PoE+ (30,8w).
- Deve ter a possibilidade de instalação de pelo menos 8 equipamentos do mesmo padrão em pilha;
- Todos os equipamentos do conjunto devem ser gerenciados por um único IP;
- Todos os equipamentos do conjunto devem apresentar arquitetura hotswappable, ou seja, a retirada ou inclusão de um switch na pilha não deve implicar em reinicialização do conjunto nem perda de gerenciamento do equipamento ou mesmo na necessidade de reconfiguração do novo switch ou da pilha em caso de substituição de um dos elementos citados;
- Deve implementar a funcionalidade de roteamento entre VLANs com suporte mínimo a rotas estáticas;
- Seleção automática de velocidade de operação e de modo de operação half-duplex ou full-duplex para as interfaces com conector RJ-45;

- Deve possuir uma interface de console para o gerenciamento e configuração do equipamento com controle de acesso através de usuário e senha;
- Deve possuir capacidade para no mínimo 16.000 (dezesseis mil) endereços MAC;
- Deve possuir memória Flash ou similar para o armazenamento do sistema operacional;
- Deve implementar comando para verificação de CPU e memória do equipamento.
- Deve implementar controle de “broadcast” e “multicast” por interface através de comandos;
- Implementar IGMPv1-RFC 1112 e IGMPv2-RFC 2236;
- Deve permitir a agregação de links de no mínimo 6 (seis) grupo de 4 (quatro) interfaces ethernet, devendo permitir a agregação inclusive de portas que não encontre-se no mesmo switch mais em switches diferentes da pilha.
- Deve implementer os protocolos IEEE 802.1D Spanning Tree Protocol (STP), IEEE 802.1w Rapid Spanning Tree Protocol (RSTP) e IEEE 802.1s MultipleSpanningTreeProtocol (MSTP);
- Deve implementar espelhamento de porta;
- Deve implementar o protocolo IEEE 802.1x para autenticação do usuário, permitindo a associação dinâmica do usuário a determinada VLAN, e a possibilidade de registar usuários Guest e com suporte a EAP;
- Deve implementar IEEE 802.1x com suporte a SHSA e MHMA
- Deve implementar gerenciamento via SNMP v3 (Simple Network Management Protocolversion 3 – RFC 2570), com implementação de criptografia;
- Deve implementar suporte aos seguintes grupos de RMON (Remote Monitoring – RFC 2819): History, Statistics, Alarms e Events;
- Deve permitir a utilização de filtros (ACL) em camadas 2 a 4, por endereço MAC de origem e destino, endereço IP de origem e destino, porta TCP/UDP de origem e destino;
- Deve implementar facilidade para determinação de qual endereço IP tem permissão para acesso à interface do Switch, permitindo a configuração de no mínimo 1 (um) endereço por interface;
- Deve implementar facilidade que permita bloquear automaticamente uma interface de acesso que seja caminho para um switch que esteja se elegendo como root-bridge;
- Deve implementar suporte à autenticação Radius e TACACS+ permitindo um controle centralizado do equipamento e evitando que usuários não autorizados alterem a configuração do equipamento;

- Devesuportar SSHv2 (Secure Shell);
- Deve permitir a classificação e reclassificação de pacotes de dados baseado em Camada 2, Camada 3 e Camada 4, através do endereço MAC de origem, destino, endereços IP de origem e destino, porta TCP/UDP de origem e destino;
- Deve ter suporte em hardware a pelo menos 4 (quatro) filas em hadware por interface, para tratamento de QoS no trafego de saída;
- Deve ter suporte ao algoritmo “Weighted Round Robin” (WRR) ou similar;
- Deve ter implementado o protocolo Network Timing Protocol (NTP - RFC 1305) ou SNTP (RFC 1361) para a sincronização do relógio com outros dispositivos;
- Deve permitir a configuração de todas as características e funcionalidades do equipamento via linha de comando e via interface gráfica à ser fornecida junto com o equipamento;
- A interface gráfica de configuração, à ser fornecida, Deve ter não somente a função de configuração mais de monitoramento do equipamento, apresentando o status em tempo real dos led do equipamento e das portas, além de apresentar relatórios de trafego e performance do equipamento com tabelas e gráficos dos números do equipamento. Caso o software de configuração, porção server, dependa de servidor a parte para operar o mesmo Deve ser fornecido junto com a solução;
- Deve ser gerenciável via Telnet, SSH v2, CLI/Console, RMON, HTTP, HTTPS, SNMPv1/v2/v3, Syslog (com capacidade de configuração de no mínimo dois servidores de syslog);
- Deve implementar a criação de VLANs no padrão IEEE 802.1Q.
- Deve suportar no mínimo 256 VLANs;
- Deve suportar TFTP (Trivial File Transfer Protocol) para cópia e atualização de arquivos de imagem e de configuração;
- Deve implementar as seguintes funcionalidades, DHCP(Dynamic Host ConfigurationProtocol (protocolo que atribui IP de forma dinâmica a dispositivos)) e DNS, agente BootP e DHCP Relay;
- Deve implementar funcionalidade de DHCP Snoopinge inspeção de endereço ARP;
- Deve possuir múltiplos níveis de privilégio para a configuração via console e Telnet;
- Implementação de Link Layer Discovery Protocol (LLDP) e LLDP-MED conforme o padrão IEEE 802.1ab.

2.2.5 Switch SFP POE – para CAO

Switch de Acesso POE deve ser responsável pela conexão de todos os pontos de acesso da rede administrativa dentro do Complexo Administrativo e Operacional. Deve possuir no mínimo 48 (quarenta e oito) interfaces padrão IEEE 802.3ab 10/100/1000 Base-T com conector RJ-45;

- O switch Deve possuir no mínimo 48 (quarenta e oito) interfaces padrão IEEE 802.3ab 10/100/1000 Base-T com conector RJ-45;
- Deve possuir 4 (quatro) portas do tipo SFP para instalação de interfaces giga do tipo fibra com suporte mínimo aos seguintes tipos de interfaces: 1000Base-T, 1000Base-SX, 1000Base-LX, 1000Base-XD, 1000Base-ZX, 1000Base-BX e 1000Base-EX;
- Para o empilhamento, os switches dentro de um conjunto deverão ser interligados, em uma topologia em anel, através de conexão a uma velocidade de no mínimo 2 Gbps entre pares de equipamentos Switches. A conexão Deve ser realizada em anel de forma que a interrupção física em uma das conexões não interrompa a comunicação de qualquer dos equipamentos com os outros equipamentos do conjunto. Deverão ser fornecidos todos os cabos e acessórios para a ligação e montagem destas interligações em rack padrão 19 polegadas;
- Deve possuir um backplane com capacidade de processamento de no mínimo de 110Gbps;
- Deve possuir um desempenho mínimo de 85 Mbps;
- Deve implementar alimentação elétrica nas portas ethernet para fornecimento de energia para câmeras de circuito interno, access point e telefones ip, conforme o padrão 802.3at com suporte a implementação de PoE+ (30,8w).
- Deve ter a possibilidade de instalação de pelo menos 8 equipamentos do mesmo padrão em pilha;
- Todos os equipamentos do conjunto devem ser gerenciados por um único IP;
- Todos os equipamentos do conjunto devem apresentar arquitetura hotswappable, ou seja, a retirada ou inclusão de um switch na pilha não deve implicar em reinicialização do conjunto nem perda de gerenciamento do equipamento ou mesmo na necessidade de reconfiguração do novo switch ou da pilha em caso de substituição de um dos elementos citados;
- Deve implementar a funcionalidade de roteamento entre VLANs com suporte mínimo a rotas estáticas;
- Seleção automática de velocidade de operação e de modo de operação half-duplex ou full-duplex para as interfaces com conector RJ-45;

- Deve possuir uma interface de console para o gerenciamento e configuração do equipamento com controle de acesso através de usuário e senha;
- Deve possuir capacidade para no mínimo 16.000 (dezesseis mil) endereços MAC;
- Deve possuir memória Flash ou similar para o armazenamento do sistema operacional;
- Deve implementar comando para verificação de CPU e memória do equipamento.
- Deve implementar controle de “broadcast” e “multicast” por interface através de comandos;
- Implementar IGMPv1-RFC 1112 e IGMPv2-RFC 2236;
- Deve permitir a agregação de links de no mínimo 6 (seis) grupo de 4 (quatro) interfaces ethernet, devendo permitir a agregação inclusive de portas que não encontre-se no mesmo switch mais em switches diferentes da pilha.
- Deve implementer os protocolos IEEE 802.1D Spanning Tree Protocol (STP), IEEE 802.1w Rapid Spanning Tree Protocol (RSTP) e IEEE 802.1s MultipleSpanningTreeProtocol (MSTP);
- Deve implementar espelhamento de porta;
- Deve implementar o protocolo IEEE 802.1x para autenticação do usuário, permitindo a associação dinâmica do usuário a determinada VLAN, e a possibilidade de registar usuários Guest e com suporte a EAP;
- Deve implementar IEEE 802.1x com suporte a SHSA e MHMA
- Deve implementar gerenciamento via SNMP v3 (Simple Network Management Protocolversion 3 – RFC 2570), com implementação de criptografia;
- Deve implementar suporte aos seguintes grupos de RMON (Remote Monitoring – RFC 2819): History, Statistics, Alarms e Events;
- Deve permitir a utilização de filtros (ACL) em camadas 2 a 4, por endereço MAC de origem e destino, endereço IP de origem e destino, porta TCP/UDP de origem e destino;
- Deve implementar facilidade para determinação de qual endereço IP tem permissão para acesso à interface do Switch, permitindo a configuração de no mínimo 1 (um) endereço por interface;
- Deve implementar facilidade que permita bloquear automaticamente uma interface de acesso que seja caminho para um switch que esteja se elegendo como root-bridge;
- Deve implementar suporte à autenticação Radius e TACACS+ permitindo um controle centralizado do equipamento e evitando que usuários não autorizados alterem a configuração do equipamento;

- Devesuportar SSHv2 (Secure Shell);
- Deve permitir a classificação e reclassificação de pacotes de dados baseado em Camada 2, Camada 3 e Camada 4, através do endereço MAC de origem, destino, endereços IP de origem e destino, porta TCP/UDP de origem e destino;
- Deve ter suporte em hardware a pelo menos 4 (quatro) filas em hadware por interface, para tratamento de QoS no trafego de saída;
- Deve ter suporte ao algoritmo “Weighted Round Robin” (WRR) ou similar;
- Deve ter implementado o protocolo Network Timing Protocol (NTP - RFC 1305) ou SNTP (RFC 1361) para a sincronização do relógio com outros dispositivos;
- Deve permitir a configuração de todas as características e funcionalidades do equipamento via linha de comando e via interface gráfica à ser fornecida junto com o equipamento;
- A interface gráfica de configuração, à ser fornecida, Deve ter não somente a função de configuração mais de monitoramento do equipamento, apresentando o status em tempo real dos led do equipamento e das portas, além de apresentar relatórios de trafego e performance do equipamento com tabelas e gráficos dos números do equipamento. Caso o software de configuração, porção server, dependa de servidor a parte para operar o mesmo Deve ser fornecido junto com a solução;
- Deve ser gerenciável via Telnet, SSH v2, CLI/Console, RMON, HTTP, HTTPS, SNMPv1/v2/v3, Syslog (com capacidade de configuração de no mínimo dois servidores de syslog);
- Deve implementar a criação de VLANs no padrão IEEE 802.1Q.
- Deve suportar no mínimo 256 VLANs;
- Deve suportar TFTP (Trivial File Transfer Protocol) para cópia e atualização de arquivos de imagem e de configuração;
- Deve implementar as seguintes funcionalidades, DHCP(Dynamic Host ConfigurationProtocol (protocolo que atribui IP de forma dinâmica a dispositivos)) e DNS, agente BootP e DHCP Relay;
- Deve implementar funcionalidade de DHCP Snoopinge inspeção de endereço ARP;
- Deve possuir múltiplos níveis de privilégio para a configuração via console e Telnet;
- Implementação de Link Layer Discovery Protocol (LLDP) e LLDP-MED conforme o padrão IEEE 802.1ab.

2.2.6 Switch POE – para CAO

Switch de Acesso POE deve ser responsável pela conexão de todos os pontos de acesso da rede administrativa dentro do Complexo Administrativo e Operacional. Deve possuir no mínimo 48 (quarenta e oito) interfaces padrão IEEE 802.3ab 10/100/1000 Base-T com conector RJ-45;

- O switch Deve possuir no mínimo 48 (quarenta e oito) interfaces padrão IEEE 802.3ab 10/100/1000 Base-T com conector RJ-45;
- Deve possuir 4 (quatro) portas do tipo SFP para instalação de interfaces giga do tipo fibra com suporte mínimo aos seguintes tipos de interfaces: 1000Base-T, 1000Base-SX, 1000Base-LX, 1000Base-XD, 1000Base-ZX, 1000Base-BX e 1000Base-EX;
- Para o empilhamento, os switches dentro de um conjunto deverão ser interligados, em uma topologia em anel, através de conexão a uma velocidade de no mínimo 2 Gbps entre pares de equipamentos Switches. A conexão Deve ser realizada em anel de forma que a interrupção física em uma das conexões não interrompa a comunicação de qualquer dos equipamentos com os outros equipamentos do conjunto. Deverão ser fornecidos todos os cabos e acessórios para a ligação e montagem destas interligações em rack padrão 19 polegadas;
- Deve possuir um backplane com capacidade de processamento de no mínimo de 110 Gbps;
- Deve possuir um desempenho mínimo de 85 Mbps;
- Deve implementar alimentação elétrica nas portas ethernet para fornecimento de energia para câmeras de circuito interno, access point e telefones ip, conforme o padrão 802.3at com suporte a implementação de PoE+ (30,8 w).
- Deve ter a possibilidade de instalação de pelo menos 8 equipamentos do mesmo padrão em pilha;
- Todos os equipamentos do conjunto devem ser gerenciados por um único IP;
- Todos os equipamentos do conjunto devem apresentar arquitetura hotswappable, ou seja, a retirada ou inclusão de um switch na pilha não deve implicar em reinicialização do conjunto nem perda de gerenciamento do equipamento ou mesmo na necessidade de reconfiguração do novo switch ou da pilha em caso de substituição de um dos elementos citados;
- Deve implementar a funcionalidade de roteamento entre VLANs com suporte mínimo a rotas estáticas;
- Seleção automática de velocidade de operação e de modo de operação half-duplex ou full-duplex para as interfaces com conector RJ-45;

- Deve possuir uma interface de console para o gerenciamento e configuração do equipamento com controle de acesso através de usuário e senha;
- Deve possuir capacidade para no mínimo 16.000 (dezesseis mil) endereços MAC;
- Deve possuir memória Flash ou similar para o armazenamento do sistema operacional;
- Deve implementar comando para verificação de CPU e memória do equipamento.
- Deve implementar controle de “broadcast” e “multicast” por interface através de comandos;
- Implementar IGMPv1-RFC 1112 e IGMPv2-RFC 2236;
- Deve permitir a agregação de links de no mínimo 6 (seis) grupo de 4 (quatro) interfaces ethernet, devendo permitir a agregação inclusive de portas que não encontre-se no mesmo switch mais em switches diferentes da pilha.
- Deve implementer os protocolos IEEE 802.1D Spanning Tree Protocol (STP), IEEE 802.1w Rapid Spanning Tree Protocol (RSTP) e IEEE 802.1s MultipleSpanningTreeProtocol (MSTP);
- Deve implementar espelhamento de porta;
- Deve implementar o protocolo IEEE 802.1x para autenticação do usuário, permitindo a associação dinâmica do usuário a determinada VLAN, e a possibilidade de registar usuários Guest e com suporte a EAP;
- Deve implementar IEEE 802.1x com suporte a SHSA e MHMA
- Deve implementar gerenciamento via SNMP v3 (Simple Network Management Protocolversion 3 – RFC 2570), com implementação de criptografia;
- Deve implementar suporte aos seguintes grupos de RMON (Remote Monitoring – RFC 2819): History, Statistics, Alarms e Events;
- Deve permitir a utilização de filtros (ACL) em camadas 2 a 4, por endereço MAC de origem e destino, endereço IP de origem e destino, porta TCP/UDP de origem e destino;
- Deve implementar facilidade para determinação de qual endereço IP tem permissão para acesso à interface do Switch, permitindo a configuração de no mínimo 1 (um) endereço por interface;
- Deve implementar facilidade que permita bloquear automaticamente uma interface de acesso que seja caminho para um switch que esteja se elegendo como root-bridge;
- Deve implementar suporte à autenticação Radius e TACACS+ permitindo um controle centralizado do equipamento e evitando que usuários não autorizados alterem a configuração do equipamento;

- Devesuportar SSHv2 (Secure Shell);
- Deve permitir a classificação e reclassificação de pacotes de dados baseado em Camada 2, Camada 3 e Camada 4, através do endereço MAC de origem, destino, endereços IP de origem e destino, porta TCP/UDP de origem e destino;
- Deve ter suporte em hardware a pelo menos 4 (quatro) filas em hadware por interface, para tratamento de QoS no trafego de saída;
- Deve ter suporte ao algoritmo “Weighted Round Robin” (WRR) ou similar;
- Deve ter implementado o protocolo Network Timing Protocol (NTP - RFC 1305) ou SNTP (RFC 1361) para a sincronização do relógio com outros dispositivos;
- Deve permitir a configuração de todas as características e funcionalidades do equipamento via linha de comando e via interface gráfica à ser fornecida junto com o equipamento;
- A interface gráfica de configuração, à ser fornecida, Deve ter não somente a função de configuração mais de monitoramento do equipamento, apresentando o status em tempo real dos led do equipamento e das portas, além de apresentar relatórios de trafego e performance do equipamento com tabelas e gráficos dos números do equipamento. Caso o software de configuração, porção server, dependa de servidor a parte para operar o mesmo Deve ser fornecido junto com a solução;
- Deve ser gerenciável via Telnet, SSH v2, CLI/Console, RMON, HTTP, HTTPS, SNMPv1/v2/v3, Syslog (com capacidade de configuração de no mínimo dois servidores de syslog);
- Deve implementar a criação de VLANs no padrão IEEE 802.1Q.
- Deve suportar no mínimo 256 VLANs;
- Deve suportar TFTP (Trivial File Transfer Protocol) para cópia e atualização de arquivos de imagem e de configuração;
- Deve implementar as seguintes funcionalidades, DHCP(Dynamic Host ConfigurationProtocol (protocolo que atribui IP de forma dinâmica a dispositivos)) e DNS, agente BootP e DHCP Relay;
- Deve implementar funcionalidade de DHCP Snoopinge inspeção de endereço ARP;
- Deve possuir múltiplos níveis de privilégio para a configuração via console e Telnet;
- Implementação de Link Layer Discovery Protocol (LLDP) e LLDP-MED conforme o padrão IEEE 802.1ab.

2.2.7 Módulo de Interligação da Central IP – CCO

Módulo de Interligação da Central IP será responsável pela interconexão dos elementos da central telefonia IP e do sistema com a rede administrativa e os anéis para levar o sinal

dos ramais IP's até as sessões administrativas, estações, pátios e subestações. A central IP é descrita na Especificação Técnica da Central Telefonica. Deve possuir no mínimo 24 (vinte e quatro) interfaces padrão IEEE 802.3ab 10/100/1000 Base-T com conector RJ-45.

O Módulo de Interligação deve possuir no mínimo 24 (vinte e quatro) interfaces padrão IEEE 802.3ab 10/100/1000 Base-T com conector RJ-45;

Deve possuir 4 (quatro) portas do tipo SFP para instalação de interfaces giga do tipo fibra com suporte mínimo aos seguintes tipos de interfaces: 1000Base-T, 1000Base-SX, 1000Base-LX, 1000Base-XD, 1000Base-ZX, 1000Base-BX e 1000Base-EX;

Todos os equipamentos do conjunto devem suportar a operação com fonte de alimentação REDUNDANTE interna ou externa.

Possuir equipamentos em pilha, os Módulos de Interligação dentro de um conjunto deverão ser interligados, em uma topologia em anel, através de conexão a uma velocidade de no mínimo 40 (quarenta) Gbps entre pares de Módulos de Interligação A conexão deve ser realizada em anel de forma que a interrupção física em uma das conexões não interrompa a comunicação de qualquer dos equipamentos com os outros equipamentos do conjunto. Deverão ser fornecidos todos os cabos e acessórios para a ligação e montagem destas interligações em rack padrão 19 polegadas;

Deve possuir um backplane com capacidade de processamento de no mínimo de 80Gbps;

Deve possuir um desempenho mínimo de 36 Mbps;

Deve ter a possibilidade de instalação de pelo menos 8 equipamentos do mesmo padrão em pilha;

Todos os equipamentos do conjunto devem ser gerenciados por um único IP. A perda de qualquer unidade da pilha não deve implicar perda do endereço IP de gerenciamento, a perda de dois Módulo de Interligação quaisquer da pilha também não deve acarretar na desconfiguração da pilha e na perda deste endereço IP;

Todos os equipamentos do conjunto devem apresentar arquitetura hotswappable, ou seja, a retirada ou inclusão de um Módulo de Interligação na pilha não deve implicar em reinicialização do conjunto nem perda de gerenciamento do equipamento ou mesmo na necessidade de reconfiguração do novo Módulo de Interligação ou da pilha em caso de substituição de um dos elementos citados;

Dispositivo fisicamente independente, com gabinete e fonte de alimentação próprios, que implemente comutação de pacotes camada 2 e 3 (referência ao modelo OSI).

Seleção automática de velocidade de operação e de modo de operação half-duplex ou full-duplex para as interfaces com conector RJ-45;

Deve possuir uma interface de console para o gerenciamento e configuração do equipamento com controle de acesso através de usuário e senha;

Deve possuir uma matriz de comutação de no mínimo cem por cento do somatório da velocidade (em modo half-duplex) de todas as interfaces instaladas;

Deve possuir capacidade para no mínimo 8.000 (oito mil) endereços MAC;

Deve possuir memória Flash ou similar para o armazenamento do sistema operacional;

Deve possuir memória não volátil para o armazenamento da configuração;

Deve implementar controle de “broadcast” e “multicast” por interface através de comandos;

Deve permitir a agregação de links de no mínimo 32 (trinta e dois) grupos de 8 (oito) interfaces Gigabit ethernet, devendo permitir a agregação inclusive de portas que não encontre-se no mesmo Módulo de Interligação mais em Módulo de Interligaçãoes diferentes da pilha.

Deve implementar os protocolos IEEE 802.1D Spanning Tree Protocol (STP), IEEE 802.1w Rapid Spanning Tree Protocol (RSTP) e IEEE 802.1s Multiple Spanning Tree Protocol (MSTP);

Deve implementar espelhamento de porta do tipo one-to-one e many-to-one. Implementando o espelhamento do trafego de entrada e saída do equipamento;

Deve implementar o protocolo IEEE 802.1x para autenticação do usuário, permitindo a associação dinâmica do usuário a determinada VLAN, e a possibilidade de registar usuários Guest e com suporte a EAP;

Deveimplementar IEEE 802.1x com suporte a SHSA(supplicant authentication and authentication server) e MHMA

Deve implementar gerenciamento via SNMP v3 (Simple Network Management Protocolversion 3 – RFC 2570), com implementação de criptografia;

Deve implementar suporte aos seguintes grupos de RMON (Remote Monitoring – RFC 2819): History, Statistics, Alarms e Events;

Deve permitir a utilização de filtros (ACL) em camadas 2 a 4, por endereço MAC de origem e destino, 16-bit Ethertype, endereço IP de origem e destino, porta TCP/UDP de origem e destino e deve ter capacidade de geração de log de ocorrências;

Deve implementar facilidade para limitar o número de endereços MAC que têm acesso a uma interface do Módulo de Interligação e também facilidade que permita determinar estaticamente um endereço MAC a uma interface de forma que este endereço MAC não tenha acesso à outra interface do Módulo de Interligação;

Deve implementar funcionalidade de auto aprendizagem dos endereços MAC que poderá acessar determinadas portas, para evitar que o administrador tenha que configurar endereço por endereço e que possa simplesmente confirmar endereços aprendidos via interface de gerencia. Esta facilidade deve permitir também a configuração de tempo, em que a porta ficará neste modo.

Deve implementar facilidade para determinação de qual endereço MAC tem permissão para acesso à interface do Módulo de Interligação, permitindo a configuração de no mínimo 1 (um) endereço por interface;

Deve implementar facilidade que permita bloquear automaticamente uma interface de acesso que seja caminho para um Módulo de Interligação que esteja se elegendo como root-bridge;

Deve implementar suporte à autenticação Radius e TACACS+ permitindo um controle centralizado do equipamento e evitando que usuários não autorizados alterem a configuração do equipamento;

Deve suportar pelo menos 2 (duas) conexões simultâneas através de SSHv2 (Secure Shell);

Deve permitir a classificação e reclassificação de pacotes de dados baseado em Camada 2, Camada 3 e Camada 4, através do endereço MAC de origem, destino, endereços IP de origem e destino, porta TCP/UDP de origem e destino;

Deve ter suporte em hardware a pelo menos 8 (oito) filas em hardware por interface, para tratamento de QoS no trafego de saída;

Deve ter suporte ao algoritmo “Weighted Round Robin” (WRR) ou similar;

Deve ter implementado o protocolo Network Timing Protocol (NTP - RFC 1305) ou SNTP (RFC 1361) para a sincronização do relógio com outros dispositivos;

Deve permitir a configuração de todas as características e funcionalidades do equipamento via linha de comando;

Deve implementar a criação de VLANs no padrão IEEE 802.1Q. Deve suportar no mínimo 1000 VLANs;

Deve suportar FTP (File Transfer Protocol) ou TFTP (Trivial File Transfer Protocol) para cópia e atualização de arquivos de imagem e de configuração;

Deve possuir múltiplos níveis de privilégio para a configuração via console e Telnet;

Deve implementar IGMP v1, v2 e v3;

Deve implementar os seguintes protocolos de roteamento IP: RIPv1 (RoutingInformationProtocolversion 1 – RFC 1058), RIPv2 (RoutingInformationProtocolversion 2 – RFC 2543), OSPFv2 (Open Shortest Path Firstversion 2 – RFC 2328;

Implementação de Link Layer Discovery Protocol (LLDP) e LLDP-MED conforme o padrão IEEE 802.1ab;

2.2.8 Transceiver Óptico 10Gbps 10GBase-LR

Transceiver Óptico 10GBase-LR (10km), padrão SFP+ e conector E2000. Deve ser responsável pela conexão da fibra nos switches que constitui o anel que passa por todas as estações e pátios.

- Transceiver Óptico 10GBase-LR (10km);
- Padrão SFP+;
- Conector E2000;
- O conector é um elemento extremamente importante e deve ser comercial e de baixa perda. Apresentar alta densidade de conexão, sendo o conector E2000 o mais indicado e normatizado através da IEC 61754-20, tipo Snap;
- É permitida a proposta de modelo diferente de conector, desde que, atendidas as especificações de baixa perda, grau de proteção e densidade de conexão.

2.2.9 Transceiver Óptico 1Gbps 1000Base-LX

Transceiver Óptico 1Gbps, 1000Base-LX (10km), padrão SFP e Conector E2000. Deve ser responsável pela conexão da fibra entre os switches do anel que fica na estação com o switch alocada nas subestações retificadoras;

- Transceiver Óptico 1000Base-LX (10km);
- Padrão SFP;
- Conector E2000;

- O conector é um elemento extremamente importante e deve ser comercial e de baixa perda. Apresentar alta densidade de conexão, sendo o conector E2000 o mais indicado e normatizado através da IEC 61754-20, tipo Snap;
- É permitida a proposta de modelo diferente de conector, desde que, atendidas as especificações de baixa perda, grau de proteção e densidade de conexão.

2.2.10 Transceiver 1Gbps – 1000Base-T

Transceiver 1Gbps, 1000Base-T, padrão SFP. Deve ser responsável pela conexão dos equipamentos da estação, sendo ou não através de outros switches de acesso ao switch 10 Giga que constitui o anel (anel 10G).

- Transceiver Óptico 1000Base-T;
- Padrão SFP;
- Conector 2000;
- O conector é um elemento extremamente importante e deve ser comercial e de baixa perda. Apresentar alta densidade de conexão, sendo o E2000 mais indicado e normatizado através da IEC 61754-20, tipo Snap;
- É permitida a proposta de modelo diferente de conector, desde que, atendidas as especificações de baixa perda, grau de proteção e densidade de conexão.

2.2.11 Transceiver 1 Gbps-1000Base-SX

Transceiver 1Gbps, 1000Base-SX, padrão SFP. Deve ser responsável pela conexão dos equipamentos do Complexo Administrativo Operacional.

- Transceiver Óptico 1000Base-SX;
- Padrão SFP;
- Conector E2000;
- O conector é um elemento extremamente importante e deve ser comercial e de baixa perda. Apresentar alta densidade de conexão, sendo o conector E2000 – local connector o mais indicado e normatizado através da IEC 61754-20, tipo Snap;

É permitida a proposta de modelo diferente de conector, desde que, atendidas as especificações de baixa perda, grau de proteção e densidade de conexão.

2.2.12 Software de Gerenciamento

Responsável geral pelo gerenciamento da infraestrutura implantada. Atualmente não é mais possível conceber um sistema de transmissão de dados sem esse gerenciamento de forma amigável.

- Deve ser entregue solução de gerenciamento web-based, que implementa gerenciamento gráfico da infraestrutura em tempo real;
- Deve ser compatível com o ambiente operacional Windows Server ou Linux;
- Deve controlar toda estrutura de switches ofertados;
- Deve possuir uma área gráfica que permita a visualização da topologia da rede gerenciada e outra área de navegação com estrutura de arvore ou box selection para navegação entre os vários níveis e funções do sistema de gerenciamento;

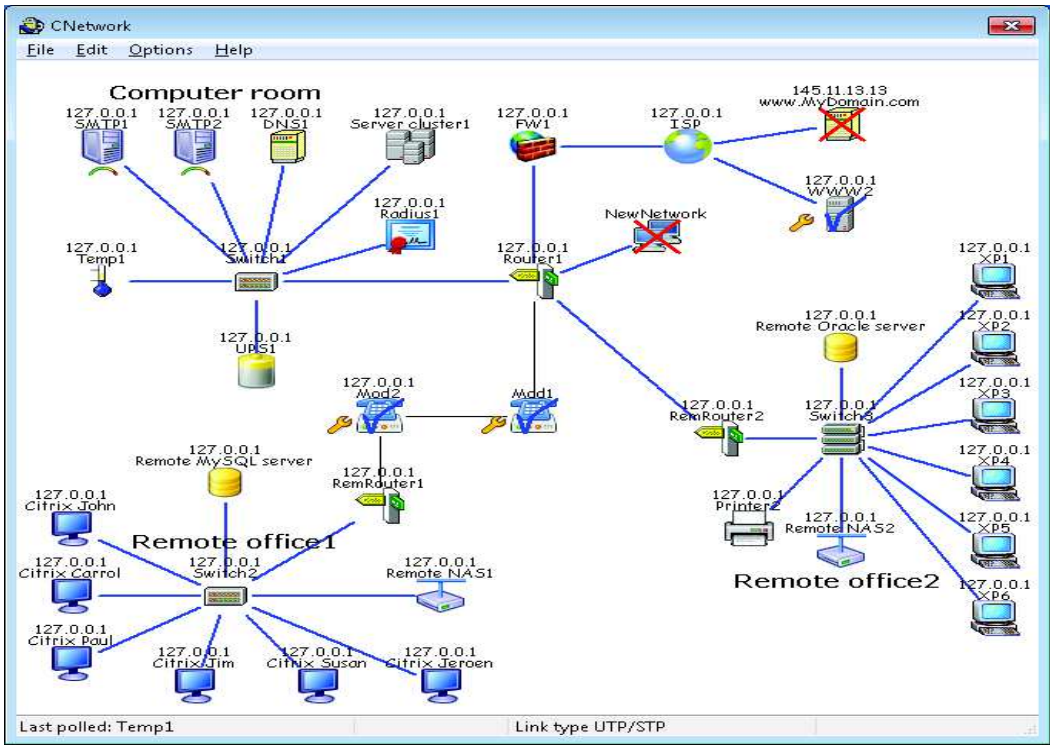


Figura 6 – Exemplo de visualização da topologia da rede

- Deve permitir o discovery dos componentes que compõem a infra estrutura de comunicação de dados e dos telefones IPs ligados a rede de dados;
- Deve possuir função de visualização gráfica do equipamento gerenciado, permitindo a configuração gráfica individual dos elementos da rede e a visualização em tempo real dos led do equipamento na interface de gerência;
- Deve permitir no mínimo a configuração de VLAN, VRF, ambiente de cluster, roteamento e multicast;

- Deve implementar acesso multi-user com varios níveis de administração do sistema;
- Deve possuir ferramenta de administração de senhas de acesso a dispositivos, permitindo que os elementos de rede administrados possuam diferentes senhas e o sistema de gerencia possa acessar-los através das diferentes senhas armazenadas na plataforma de gerencia;
- Deve possuir sistema de gerenciamento de arquivos de configurações do sistema;
- Deve possuir sistema de auditoria de logs do sistema;
- Deve suportar os protocolos SNMPv3, HTTP, HTTPS, Telnet, SSH e TFTP;
- Deve implementar mecanismo de gerenciamento de VLANs permitindo a criação, remoção e modificação de VLANs em vários elementos de rede de forma simultânea;
- Deve permitir a visualização de informações das VLANs gerenciadas incluindo a visualização dos membros da VLAN e informação das portas das VLANs;
- Deve permitir a visualização dos grupos de SpanningTree incluindo informações dos protocolos e configurações;
- Deve possuir mecanismo de wizard para configuração de VLANs ao longo do ambiente;
- Deve possuir mecanismo de controle e configuração das portas dos elementos de rede permitindo inclusive a configuração de agregação de porta para compor link agregations;
- Deve possuir ferramenta de criação, configuração e administração de VRFs, implementando a configuração totalmente via ambiente gráfico com suporte a workflow para facilitar este tipo de configuração;
- Deve permitir a configuração via ambiente gráfico de funções de roteamento como rota estática, RIP, OSPF, ARP, VRRP e roteamento IPv6 permitindo o OSPF também para IPv6;
- Deve suportar o monitoramento e gerenciamento de qualquer dispositivo SNMP da rede;
- Permitir a visualização da performace da rede;
- Permitir diagnósticos fisicos e lógicos da rede;
- Dever realizar a administração da priorização de trafego na rede;
- Deve realizar o controle de energia dos equipamentos gerenciados incluindo mapas de consumo de energia por hora;
- Deve prover mecanismo de controle e gerenciamento de todo o QoS da rede;

- Deve prover mecanismo de configuração de todo ambiente L3 da rede;
- Deve prover mecanismo para configuração de accesscontrollist;
- Deve possuir ferramenta de correlação de eventos, correlacionando traps SNMP com eventos de rede;
- Possuir ferramenta de trace;
- Deve possuir ferramenta de MIB (Management Information Base) Browser e compliação de MIB;
- Deve possui mecanismo de report e analise gráfica em tempo real e histórico da performance e funcionamento do sistema;
- Deve possuir mecanismos de controle de autenticação baseados em SHA e criptografia baseado em AES para acesso e coletagem de dados dos dispositivos gerenciados;
- Deve possuir ferramenta de importação e exportação de dados;
- Deve permitir a exportação de dados em formato HTML, CSV e XML;
- Deve implementar o diagnóstico baseado em ping, L2 e L3.

3 DESCRITIVO E MEMORIAL DE CÁLCULO DA REDE DE FIBRA ÓPTICA - EXPANSÃO

3.1 Características Técnicas

Conforme descrito no Projeto Básico o cabo de fibra óptico (FO) tem como objetivo disponibilizar um meio físico seguro e eficiente para interconexão entre os equipamentos de campo ao Centro de Controle e vice-versa. Concebido a partir de pares de fibra óptica monomodo, conforme abaixo especificado. Não fazendo parte deste escopo o fornecimento, lançamento e conectorização desses cabos de FO, DIOs e bastidores. Exceto nas novas estações e subestações, na qual deverá contemplar rede de fibra óptica semelhante e compatível. Antes do início das instalações dos equipamentos da nova planta do sistema de transmissão de dados deverão ser efetuados os testes necessários para comprovar o correto funcionamento da rede de fibra óptica existente.

3.2 Cabos ópticos 12/24 fibras ópticas

O cabo óptico contém fibras ópticas agrupadas em unidades básicas em tubo “loose” e núcleo seco resistente à penetração de umidade, elementos de tração e capa externa de material termoplástico. Além destas premissas básicas, os cabos ópticos de 12 / 24 fibras ópticas atendem as seguintes especificações:

- Constituído por 12 pares ou 24 fibras ópticas monomodo (9/125) que atende ao padrão internacional ITU-T G.652.B;
- Conformidade com a norma ABNT NBR 14773;
- Certificado pela ANATEL;
- Elemento central não metálico;
- Núcleo seco;
- Amarração do núcleo com fita de bloqueio de água;
- Elemento de tração formado por fibras dielétricas;
- Possui camada de proteção anti-roedores em malha de fibra de vidro;
- Capa externa de polietileno com retardância à chama;
- Cabo óptico tipo LSZH (Baixo índice de fumaça e livre de substâncias halógenas).
- Possui capacidade de transmitir dados digitais a taxas míninas de 10 Gbps em enlaces superiores à 20 km.
- Homologado junto à Anatel como CFOA-SM-DDR-S LSZH;
- Atenuação máxima em 1.550 nm: 0,30 dB/Km.

3.3 Distribuidores Gerais Ópticos (DGOs ou DIOs)

Distribuidor geral óptico (DGO ou DIO) de 12/24/48 fibras – 1 (um) bastidor tipo rack de 19”, com altura de 1U com estrutura em aço SAE 1010 de 1,2 mm, tipo gaveta com acesso frontal, equipado com módulo para acomodação das emendas e com capacidade para 12/24/48 fibras monomodo e conectores tipo E2000 ou similar e polimento UPC, nas salas técnicas das estações metroviárias e CCO.

Os cabos ópticos terminados dentro do DIO através de conexão do mesmo tipo com os *pigtail* e estes nos conectores ópticos dispostos no painel frontal.

3.4 Bastidor 19 polegadas Tipo 1

- O bastidor tipo 19 polegadas possui altura de 41U instalados nas salas técnicas de cada estação e CCO;
- Profundidademínima de 570 mm;
- Possui estrutura do gabinete monobloco em aço tipo SAE 1020 com estrutura consolidada por solda. Quadro frontal com perfil fixo de primeiro plano para fixação de equipamentos, caracterizado por perfis verticais com furos quadrados e estampados conforme padrão de Unidade de Altura (U), para utilização de porcas com presilha tipo gaiola.

- Pintura eletrostática em epóxi pó;
- Portas laterais e traseira confeccionadas em aço tipo SAE 1020 com fechadura e segredo. Porta frontal com visor acrílico fumê, aço tipo SAE 1020, puxador com fecho YALE e abertura 180°.
- Tampas laterais encaixadas na estrutura, fixadas por dois fechos na parte superior e fácil remoção. Possuir venezianas para ventilação.
- Todas as portas e tampas de acesso do bastidor possuem fechadura e chave com segredo único;
- A base com sapatas com parafusos para nivelamento e furações para fixação no piso com chumbadores;
- Possui suporte para cabos montados em ambos os lados da parte traseira do bastidor;
- Barras de aterramento de cobre estanhado com no mínimo 2 terminais para cabos de 6 mm² e 4 terminais para cabos de 4 mm²;
- Régua de alimentação CA, sem fusível, com 4 tomadas tripolares e distribuídas em dois circuitos, com capacidade para 16 A, terminados em conectores na extremidade da calha.

3.5 Bastidor 19 polegadas Tipo 2

- O bastidor tipo 19 polegadas possui altura de 8U instalados nas SRs e pátios (Torre de Pátio Asa Sul e Torre do Pátio Águas Claras);
- Porta Frontal embutida, armação em aço e visor em acrílico;
- Porta com fechadura e chave com segredo;
- Abertura da porta padrão da esquerda para direita, com opção de inversão;
- Furos oblongos na parte traseira para fixação em parede;
- Acompanha kit com parafusos e buchas;
- Planos internos para fixação de equipamentos, sendo 02 planos frontais e 02 planos traseiros com opção de regulagem no sentido de profundidade;
- Laterais e fundos com aletas de ventilação e fecho rápido facilitando a remoção;
- Confeccionadoemaço SAE 1020;
- Altura 8U;
- Profundida minima 570 mm;
- Pintura Epóxi Texturizada – Pó texturizada.
- Equipado com sistema de ventilação/exaustão com no mínimo um cooler.

Equipamento		DGO			Rack 19"		Cordões de
Localidade		48 F.O.	24 F.O.	12 F.O.	41U	8U	Monomodo - 50cm
CCO		4		1	2		102
PAC	TPAC		1				12
	SM			1		1	6
ANEL 1	114	1		1	1		30
	110	1		1	1		30
	106	1			1		24
	102	1			1		24
	CTL		1		1		12
	GAL	1		1	1		30
	104	1		1	1		30
	108	1			1		24
	112	1			1		24
	SR01			1		1	6
	SR02			1		1	6
	SR03			1		1	6
	SR04			1		1	6
ANEL 2	ARN	3		1	1		78
	FEI	3		1	1		78
	ASA	2			1		48
	SHP	3	1		1		84
	GUA	3		1	1		78
	SR05			1		1	6
	SR06			1		1	6
	SR70			1		1	6
	SR08			1		1	6
ANEL 3	CLA	1		1	1		30
	FUR		1		1		12
	SAM	1			1		24
	SAS	1		1	1		30
	TAS	1		1	1		30
	SR09			1		1	6
	SR15			1		1	6
	SR16			1		1	6
ANEL 4	EPQ	1		1	1		30
	ONO	1		1	1		30
	CES	1		1	1		30
	CEC	1		1	1		30
	CEI		1		1		12
	CEN	1		1	1		30
	GBA	1			1		24
	MET	1			1		24
	REL	1			1		24
	CON	1			1		24
	SR10			1		1	6
	SR11			1		1	6
	SR12			1		1	6
	SR13			1		1	6
	SR14			1		1	6
Total		39	5	34	31	18	1200

Tabela 7 – Rede de fibra óptica e acessórios existentes

TRECHO	ENLACE (m)	QUANTIDADE DE ENLACES	TOTAL (m)	TRECHO LÓGICO
CTL-GAL	800	1	800	ANEL 1 - VIA 2
GAL-102	860	1	860	
102-104	810	1	810	
104-106	810	1	810	
106-108	810	1	810	
108-110	820	1	820	
110-112	820	1	820	
112-114	820	1	820	
114-ASA	1,650	1	1,650	
ASA-SHP (x3)	2,230	3	6,690	ANEL 2 - VIA 1 / ANEL 2 - VIA 2
SHP-FEI (x3)	3,090	3	9,270	
FEI-GUA (x3)	1,010	3	3,030	
GUA-ARN (x3)	4,160	3	12,480	
ARN-CLA(x3)	1,370	3	4,110	
CLA-CCO (x4)	1,800	4	7,200	ANEL 3 - VIA 4
CLA-TAS	2,280	1	2,280	
TAS-FUR	2,530	1	2,530	
FUR-SAS	1,430	1	1,430	

SAS-SAM	1,630	1	1,630
CON-CCO	2,300	1	2,300
CON-EPQ	880	1	880
EPQ-REL	1,340	1	1,340
REL-ONO	2,600	1	2,600
ONO-MET	900	1	900
MET-CES	1,050	1	1,050
CES-GBA	2,400	1	2,400
GBA-CEC	1,010	1	1,010
CEC-CEN	1,130	1	1,130
CEN-CEI	1,030	1	1,030
TOTAL	44,370		73,490

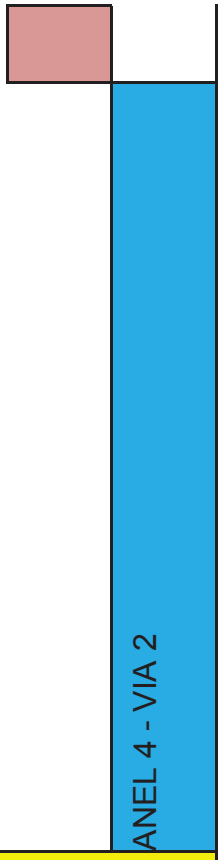


Tabela 8 – Tabela de Enlaces entre estações - Cabo de 12 pares

TRECHO	ENLACE (m)	FOLGA (m)	QTE DE ENLACES	TOTAL (m)
SR01	150	50	1	200
SR02	100	50	1	150
SR03	100	50	1	150
SR04	200	50	1	250
SR 05 - SHP	850	100	1	950
SR06 - FEI	1590	100	1	1690
SR 07 - GUA	810	100	1	910
SR 08 - ARN	1350	100	1	1450
SR 09 - CLA	440	100	1	540
SR 15- TAS	300	100	1	400
SR 16 - SAS	260	100	1	360
SM - TPAC	1100	100	1	1200
TPAC - CCO	600	100	1	700
TOTAL	7850	1100	13	8950

Tabela 9 – Tabela de Enlaces - Cabo 6 pares.

O quinto anel será composto somente pelas estações mestras e suas adjacentes, a fim de garantir outra redundância para o sistema de sinalização e tráfego dos trens. A planilha abaixo demonstra as estações e distância entre elas. A formação deste anel faz parte do escopo deste fornecimento e deverá ser utilizado um par das fibras existentes.

EstaçõesMestres	MestreAdjacente	Distância (m)
CTL	110	4.340
110	SHP	5.134
SHP	FEI	2.995
FEI	CLA	6.217
CLA	SAM	7.502
CLA	EQP	2.057
EPQ	CES	6.883
CES	CEI	4.046

Tabela 10 – Anel 5 - Estações mestras e adjacentes

Esse quinto anel deverá contemplar as mesmas características e normas aplicáveis. Constituição final dos anéis:

- Anel 01 compreende as estações GTB, CTL, GAL, 102 à 114 Sul;
- Anel 02 compreende as estações entre ASA a ARN;
- Anel 03 compreende as estações entre CLA a E36;
- Anel 04 compreende as estações entre CON a E29, PAC;
- Anel 05 compreende a interligação de todas as estações mestras (CTL, 110, SHP, FEI, CLA, EPQ, CES, CEI E SAM).

Todos os anéis são convergentes no CCO (Sala Técnica).

Nas dependências das novas estações e subestações todos os equipamentos já deverão possuir saída fast ethernet.

No lançamento dos cabos de fibra óptica entre as novas estações e SRs com distâncias inferiores a 1 Km entre estações não poderão apresentar emenda ao longo da via. Distâncias superiores a 1 Km poderá possuir caixas de emenda.

4 ESPECIFICAÇÃO DE SERVIÇO DE INSTALAÇÃO PARA AS NOVAS ESTAÇÕES E SUBESTAÇÕES

4.1 Especificação dos serviços:

- Não poderá alegar desconhecimento da complexidade do serviço objeto deste.
- Todo e qualquer dano provocado pelos trabalhos de instalação deve ser sanado, visando restaurar as condições originais;
- Deve atender às normas de segurança, meio ambiente e saúde para a execução de seus trabalhos em obediência à legislação.
- Deve fornecer todos os equipamentos, materiais de instalação, emendas, terminações e pessoal técnico qualificado necessário à realização das atividades de instalação e dos testes ora instalado.
- A coordenação dos serviços e responsabilidade técnica deve ser exercida por responsável técnico com currículo vitae, aprovado pela fiscalização do Metrô - DF, com experiência na prestação dos serviços contratados;
- O responsável técnico pela execução integral dos serviços deve dispor de transporte adequado e telefone móvel celular para contatos normais e urgentes.
- Deve ter Sistema de Garantia da Qualidade para controle de todos os processos executivos e procedimentos. A aplicação e acompanhamento dos procedimentos e documentação deverão ser exercidos por profissional habilitado.

4.2 Plano de Execução

- O objetivo deste serviço é consolidar a implementação da solução de forma que a CONTRATANTE e a CONTRATADA tenham o mesmo entendimento do fornecimento, permitindo a correta implantação;
- Deve executar os seguintes planos e programas:
  - Logística e Instalação;
  - Testes;
  - Avaliação de Desempenho;
  - Treinamento;

4.3 Logística

- Deve ser realizada a logística para disponibilizar os equipamentos no almoxarifado da CONTRATANTE, compreendendo principalmente as atividades de emissão das

notas fiscais, embalagem/desembalagem, transporte dos equipamentos e mobilização/desmobilização de mão de obra técnica, e qualquer outra atividade pertinente.

- O almoxarifado da CONTRATANTE localiza-se no Complexo de Manutenção do Metrô - DF, endereço: Av. Jequitibá N° 155, ÁguasClaras - DF, CEP 71.929-540.

4.4 Termo de Aceitação Provisória

- O objetivo é assegurar, através de testes em campo dos equipamentos, que o Sistema a ser colocado em operação tem condições de operar integralmente de acordo com as Normas e exigências desta especificação.
- A CONTRATADA deve realizar as inspeções e testes, de acordo com o planejamento e procedimentos aprovados, a fim de comprovar o atendimento aos requisitos deste Termo de referência, para cada item sob teste. A supervisão sera realizada pela CONTRATANTE;
- Os resultados dos testes deverão ser submetidos à aprovação da CONTRATANTE e toda não conformidade deve ser corrigida pela CONTRATADA sem ônus à CONTRATANTE.

Testes Funcionais de Sistema:

- A CONTRATADA deve realizar os testes funcionais do Sistema de comunicação de dados com o objetivo de demonstrar total atendimento às características técnicas e funcionais exigidas neste documento;
- Os testes devem compreender o funcionamento, a configuração, iniciação, diagnósticos, sinais de entrada e saída, degradações, modos restritivos de operação e ajustes de sinais, se necessário;

4.5 Aceitação Definitiva – Certificado de Recebimento Definitivo (CRD)

- O objetivo desta etapa é comprovar que o desempenho do Sistema está em conformidade às especificações deste.
- Na etapa de Aceitação Definitiva a CONTRATADA deve realizar as seguintes atividades e gerar os seguintes documentos:

Atividades

- Eliminação de todas as não conformidades observadas na etapa de testes;
- Certificar a conformidade dos itens instalados em relação ao projeto, revisando, se necessário, toda a documentação técnica que sofrer adequação durante o processo de desenvolvimento do projeto e implantação do Sistema;

- Elaboração de documentação As Built;
- Medição da Avaliação de Desempenho em operação (confiabilidade e disponibilidade);
- Apresentação dos resultados da Avaliação de Desempenho, para aprovação do Metrô - DF;
- Execução das atividades de Manutenção e Suporte Técnico previstos na Garantia do Sistema.

- A avaliação de desempenho deve ser realizada pela CONTRATADA, sob fiscalização da CONTRATANTE, e tem o objetivo de comprovar que os parâmetros de confiabilidade e disponibilidades práticos (em operação comercial) estão respeitando os requisitos especificados neste documento;
- A CONTRATADA deve realizar a avaliação de desempenho durante um período de 10 dias, contados da emissão do Certificado de Recebimento Definitivo (CRD);
- A CONTRATADA deve elaborar um relatório de avaliação de desempenho do Sistema, ao término dos testes, a fim de se avaliar possíveis discrepâncias em relação aos valores especificados e se existe a necessidade de correção das não conformidades;
- Na ocorrência de resultados insatisfatórios nos parâmetros analisados, a CONTRATADA deve elaborar propostas de solução e submetê-las à aprovação da CONTRATANTE;
- No caso de alterações no projeto de itens do Sistema a medição da avaliação de desempenho do item corrigido será reiniciada até completar o período de avaliação previsto, respeitando-se sempre um período mínimo de 10 dias de avaliação;
- O plano para avaliação do desempenho (confiabilidade e disponibilidade) do Sistema deve ser elaborado pela CONTRATADA;
- A avaliação de desempenho deve conter as seguintes características:

- Conter todos os equipamentos do fornecimento;
- Levantamento de qualquer falha durante a operação;
- Nível de teste determinado pelas condições encontradas nos locais de instalação dos equipamentos;

- O Certificado de Recebimento Definitivo (CRD) será emitido pela CONTRATANTE em 5 dias úteis após aprovação de todos os documentos resultantes dos testes e eliminação de todas as não conformidades.

4.6 Garantia e Assistência Técnica

- O período de garantia da solução e serviços deve ser de 36 (trinta e seis) meses, contado a partir do final da operação assistida.
- A CONTRATADA deve garantir que os Equipamentos sejam apropriados para suportar, nos locais onde serão instalados, as condições climáticas constantes das especificações técnicas, simultaneamente e sem prejuízo das características técnicas estabelecidas nas especificações.
- A Garantia e a Assistência técnica são partes integrantes da solução, pois definem a condição do fornecimento.
- Dentro do prazo de garantia de 36 meses, em caso de falha de qualquer componente a CONTRATADA responsável deve realizar sua substituição imediata.

4.7 Horários de trabalho:

- As atividades que envolverem interferências operacionais do Metrô - DF, ou que apresentarem riscos à continuidade da prestação da atividade metroviária deverá ocorrer nos horários conforme especificados na tabela 11.

Horário de Trabalho	
Segunda	00h00 as 04h30
Terça a Sábado	01h30 as 04h30
Domingo	01h30 as 05h30 e 21h00as 00h00

Tabela 11 – Horário de execução de serviços

- Todas as atividades deverão ser agendadas, conforme disponibilidade da CONTRATANTE, mediante requerimento na Programação Semanal de Acesso (PSA) do Metrô-DF.

METRÔ DF	(Logo da contratada) (Código da Contratada)	Folha nº_____ Processo nº_____ Rubrica_____Matr_____

REGIÃO ADM.	**GERAL**
ENDEREÇO	**GERAL**
AUTOR:	**ANDERSON ATAIDE DAS NEVES** **GLAKSON SILVA DE MOURA**
CONFERIDO	**ONISLEY OLIVEIRA PINTO**
VISTO	**GIOVANNI QUIRINO DE FREITAS**

AUTOR	16718/D-DF ART	11828/TD-DF ART
CONFERIDO		20427/D-DF ART
VISTO		11619/D-GO ART

USO INTERNO

Esta verificação não esgota as ocorrências que venham a ser levantadas à qualquer tempo. Caso aprovado, representa uma aceitação básica da peça técnica e não isenta os autores do cumprimento das exigências contratuais especificadas.

NÃO APROVADO ☐ APROVADO ☐

Parecer nº _____ Parecer nº _____

Data _____ Data _____

_____

Assinatura(s) e Carimbo(s)

USO EXTERNO

ENCAMINHAMENTO

DOCUMENTO DE ORIGEM

DESTINAÇÃO

☐ ARQUIVO
☐ PROCESSO
☐ IMPLANTAÇÃO

Rub_____

Matr_____

		UNIDADE DE CONSTRUÇÃO / SISTEMA E SUBSISTEMA **TELECOMUNICAÇÕES/ TRANSMISSÃO DE DADOS**
		REGIÃO / TRECHO **GERAL**
MODO **METRÔ**	LINHA **1**	ESPECIALIDADE / SUBESPECIALIDADE / COMPONENTE DE SISTEMA **GERAL**
ETAPA **BÁSICO**	ÁREA **-**	TIPO / ESPECIFICAÇÃO DO DOCUMENTO **MEMORIAL DESCRITIVO**
ESCALA **-**	FOLHA **1/26**	
DATA **08/05/2015**	REVISÃO **2**	CODIFICAÇÃO **MD.3/TJ.99/00.801**

METRÔ DF	(Logo da contratada) (Código da Contratada)	Folha nº_____ Processo nº_____ Rubrica_____Matr_____

Nº	MODIFICAÇÕES	DATA	METRÔ		
			AUTOR	CONFER.	VISTO
2	REVISÃO	21/01/2016	AAN GSM	OOP	GQF
1	REVISÃO	19/10/2015	AAN GSM	OOP	GQF
0	EMISSÃO INICIAL	08/05/2015	AAN GSM	OOP	GQF

Obs 1: Os campos deverão ser identificados pela rubrica e iniciais dos seus responsáveis.
Obs 2: Todas as rubricas e iniciais devem ser previamente identificadas junto ao Metrô-DF.

METRÔ DF
MD.3/TJ.99/00.801

GERAL

SISTEMA DE TELECOMUNICAÇES
PROJETO BÁSICO

SUMÁRIO

1 OBJETIVO 7

2 SISTEMA DE TRANSMISSÃO DE DADOS (STD) – MEMORIAL DESCRITIVO 7

3 DETALHAMENTO 9

4 DESCRITIVO CONCEITUAL E FUNCIONAL DA REDE DE FIBRA ÓPTICA - EXPANSÃO 16

5 DESCRIÇÃO DO SISTEMA EXISTENTE 18

6 SOBRESSALENTES 23

7 INSPEÇÕES, TESTE E ACEITAÇÃO DO SISTEMA. 23

8 TREINAMENTO 24

9 GARANTIA 25

10 ESCOPO 25

11 JIG/ FERRAMENTAS/ INSTRUMENTAIS ESPECIALIZADOS 26

NOTAS:

- Código do documento original da Engevix: MD.4/TJ.99/00.801, Revisão 2;
- O Metrô-DF será responsável somente pelas alterações realizadas neste documento. São elas:

1 Na página 7, item 2.1, quarto marcador, o número de Call Managers foi alterado para 2;

2 Na página 7, item 2.1, quinto marcador, o número de linhas de informação do PDT foi alterado para 3;

3 Na página 8, o parágrafo 3, o número de anéis de fibra ótica foi alterado para 5;

4 O segundo parágrafo do capítulo 2 foi atualizado para mencionar o quinto anel e também a modernização da rede administrativa do CAO;

5 Na item 2.1, foi adicionado um parágrafo informando que a topologia do CAO será mantida, aproveitando a infraestrutura existente;

6 No item 3.1 foram acrescentados os três últimos parágrafos;

7 No item 3.2, o terceiro ao décimo primeiro parágrafo foram acrescentados juntamenta com a tabela 1, figura 1 a 3.

8 No item 3.2, página 13, em OBS, é explicitado que a contratada do Sistema de Sinalização e Controle é responsável em fornecer os Nobreaks para o Trecho existente;

9 No item 3.2, foi adicionado o último parágrafo relativo as definiçõe e configurações das VLAN's;

10 No item 3.4, o primeiro parágrafo sobre a IHM foi reescrito e o segundo parágrafo sobre perfis de usuário foi adicionado;

11 Em toda citação ao conector E2000 foi adicionado a expressão "ou similar" para ampliar os tipos de conectores aceitos. Frizando que são admitidos outros tipos, desde que atendam aos requisitos técnicos;

12 No subitem 4.1, sexto parágrafo, foi incluído o quinto marcador que determina o Anel 05;

13 No Capítulo 7 foi alterado o período de Operação Assistida para 90 (noventa) dias;

14 Na página 23, item 7 Inspeções, Teste e Aceitação do Sistema, no segundo parágrafo o critério de divisão do período da Operação Assistida foi alterado para três intervalos de 30 dias;

15 No Capítulo 9, o tempo de garantia foi alterado de 12 (doze) meses para 36 (trinta e seis) meses;

16 No Capítulo 10, os marcadores de Operação Assistida e Garantia tiveram seus prazos alterados para 3 (três) meses e 3 (três) anos, respectivamente;

17 As seções 2.1, 3.1 e 3.2 foram atualizadas para abordarem a rede administrativa do CAO;

18 Foi inserido o capítulo 8 com o título de “Treinamento”;

19 No capítulo 10, foi retirado o subitem “Revisão do Projeto Básico”;

20 No capítulo 10, foi retirado o subitem “Teste de Aceitação”;

21 No capítulo 10, foi inserido o subitem “Elaboração do Projeto Executivo (Detalhamento da Solução Tecnológica do Fabricante/Fornecedor)”;

22 No capítulo 10, foi inserido o subitem “Montagem, instalação, regulagens, interligações e ajustes de instalação de equipamentos do STD de Estações dos Tipos I, II, III e IV”;

23 No capítulo 10, foi inserido o subitem “Montagem, instalação, regulagens, interligações e ajustes de instalação de equipamentos do STD do Centro de Controle Operacional, do Complexo Administrativo Operacional e das Subestações Retificadoras”;

24 No capítulo 10, foi inserido o subitem “Montagem, instalação, regulagens, interligações e ajustes de instalação da Interface Homem Máquina responsável pelo Software de Gerenciamento”;

25 No capítulo 10, foi inserido o subitem “Comissionamento Local e Integrado”;

26 No capítulo 10, foi inserido o subitem “Treinamento”;

27 No capítulo 10, foi inserido o subitem “Projeto As Built (Cadastro como Executado)”.

28 No capítulo 10, foi inserido o seguinte texto no último subitem: “Lista de materiais/equipamentos...”;

29 No primeiro parágrafo do capítulo 7, a expressão “Contemplando execução dos testes de fábrica, pré-comissionamento e comissionamento do sistema envolvendo: testes isolados e testes integrados (CCO x estações), por...” foi substituída por “Contemplando execução dos testes de fábrica, pré-comissionamento e comissionamentos do sistema (local e integrado) por...”;

1 OBJETIVO

Este documento tem como objetivo apresentar o Descritivo Conceitual e Funcional do Sistema de Transmissão de Dados (STD) – Memorial Descritivo, envolvendo estações, subestações, pátios, Complexo Administrativo Operacional e Centro de Manutenção, estabelecendo as diretrizes básicas e definindo os requisitos para o projeto executivo, para as extensões dos trechos, Central, Samambaia e Ceilândia e para a modernização do Sistema Atual da Companhia do Metropolitano do Distrito Federal – Metrô-DF.

Quando emitido a Liberação para Operação Comercial do Metrô com as extensões e modernizações efetuadas, a Companhia do Metropolitano do Distrito Federal receberá uma operação automatizada e integrada, com otimização do tráfego, agilidade de comunicação com os passageiros e entre equipes de Operação e Manutenção, garantindo a segurança das operações de movimentação dos trens, impedindo que falhas humanas, defeitos em equipamentos ou materiais integrantes de qualquer um dos Sistemas resultem em situações que possam causar dano físico ou material às pessoas ou ao patrimônio. Ressaltando a convivência de diversas gerações de equipamentos tecnologicamente diferentes, todos em perfeita harmonia. O cumprimento deste objetivo deverá ser viabilizado através de funções incorporadas pelos Sistemas, destinadas a executar a operação metroferroviária e garantir sua segurança.

2 SISTEMA DE TRANSMISSÃO DE DADOS (STD) – MEMORIAL DESCRITIVO

O projeto do Sistema de Transmissão de Dados (STD) objetiva proporcionar um meio de comunicação capaz de interligar todos os sistemas em todas as dependências do Metrô com suas respectivas permissões de acesso. Possibilitando, dessa forma, o fornecimento de canais de comunicação de voz, dados e imagem. De modo a garantir com eficiência, interoperabilidade e robustez a comunicação de todos os sistemas usuários que trafegarão por esse. Ressaltando a disponibilidade de 20% para sistemas futuros.

Devido ao fato de que os equipamentos de transmissão hoje instalados tiveram sua produção descontinuada por parte do fabricante, ficando estes obsoletos com relação à reposição de placas e/ou aquisição de novos equipamentos. Levando-se em conta que este sistema é fundamental e imprescindível para a transmissão dos dados, voz e imagem relativos a toda infraestrutura do sistema Metroviário (Metrô-DF), além do que o acréscimo de novas funcionalidades está previsto para o mesmo, os equipamentos designados atualmente nos anéis 1,2,3, e 4 serão substituídos na sua totalidade por equipamentos comerciais de última geração, com tecnologia ethernet, protocolos TCP/IP, banda de 10GB por anel e mantendo o conceito de Rede Multisserviço de voz, dados e imagens. Será também criado um quinto anel, que irá interligar todas as estações mestras. Ademais, a planta de ativos de rede do Complexo Administrativo Operacional será modernizada

2.1 COMUNICAÇÕES – REQUISITOS TECNICOS E OPERACIONAIS PARA EXPANSÃO E MODERNIZAÇÃO DO METRÔ/DF

Para entender a importância do Sistema de Transmissão de Dados (STD), sendo esse a "espinha dorsal" das comunicações do Sistema Metrô-DF, é necessário entender os Sistemas que trafegarão através do STD:

- ✓ Central de Gerenciamento do CCO: Sistema que consiste numa plataforma integrada de supervisão e controle. É uma avançada plataforma de operação e gestão para ambientes metroferroviários, integrando, num mesmo ambiente de operação, diferentes subsistemas, permitindo um aumento da eficiência operacional, através de uma visão global e unificada dos sistemas. Com uma arquitetura modular, suporta, transparentemente, num posto de operação unificado, sistemas heterogêneos tais como: Gestão de Energia, Videovigilância (CFTV), Informação ao Público (visual e sonora), entre outros;

- ✓ Sistema de Radiocomunicação: Comunicação via rádio nas frequências das redes: Trem, Operação e Manutenção, e com cobertura em todo o trecho atual e das extensões. Nas frequências de Operação e Manutenção permitirá comunicação entre transceptores portáteis. A nova planta será totalmente digital, conforme atual Regulação da ANATEL e sistema aberto;

- ✓ Sistema de Sonorização: Sistema Centralizado e Descentralizado. A nova planta será totalmente digital, com protocolo TCP/IP e contemplando: Avisos sonoros aos passageiros (usuários) das estações e funcionários; Avisos informativos e até propaganda (possibilidade de receita extra operacional); Programação de músicas diversas permitindo ambiente sonoro nas estações, sendo esse controlado especificamente pelo gerenciador do Centro de Controle Operacional – CCO;

- ✓ Sistema de Telefonia: A nova planta será baseada numa Central Digital, com protocolo TCP/IP. Utilizará dois Call Managers no Sistema, sendo um redundante. Em todas as estações das extensões serão concebidas com cabeamento estruturado em suas dependências;

- ✓ Painel de Destino de Trem (PDT): A nova planta, incluindo as extensões, será composta por três linhas de informações, obedecendo ao padrão atual de informação adotado e normatizado pelo Metrô-DF. Agregando nas linhas a informação do tempo de chegada do trem na plataforma. A nova planta contemplará 2 (dois) PDT´s por plataforma. Junto com as atuais plantas dos novos painéis, serão instalados os relógios digitais com protocolo TCP/IP e sincronizados com o servidor do CCO ou relógio padrão;

- ✓ Sistema de Bilhetagem;
- ✓ Sistema de Ventilação;
- ✓ Rede Administrativa e Operacional;
- ✓ Sistema de CFTV;
- ✓ Sistema de Sinalização e Controle;
- ✓ Sistema de Energia (telecomando e telesupervisão);
- ✓ Sistema de Administração;
- ✓ Rede Wireless (Wifi) (Sistema a ser analisado).

O meio físico (infraestrutura) a ser adotado para implantação do STD terá o mesmo padrão atual através de cabos de fibra óptica (FO) monomodo, envolvendo: estações, subestações, pátios, CAO e CM.

Para todos os sistemas acima listados, a rede de transmissão de dados deverá ser transparente. Em todas as dependências atuais e futuras do Metrô deverá ser instalado um backbone. O backbone deverá ser concebido de tal forma que garanta que cada sistema acesse somente os dados para qual está habilitado, não permitindo acessar os dados de outros sistemas, a não ser que essa opção seja disponibilizada pelo gerenciamento de operação da rede, item 3.4.

A topologia da rede operacional será constituída por 5 anéis, cada um redundante fisicamente e lançado nas redes de dutos primários das via 1 e 3 (sinalização/telecomunicações) e vias 2 e 4 (energia).

Por sua vez, a rede administrativa do CAO terá a sua topologia mantida, aproveitando-se a infraestrutura existente. No tocante aos ativos de rede, eles serão substituídos.

Cada um dos sistemas usuários deverá ser configurado para pertencer a uma V-LAN ou um par específico de fibra óptica (FO), de forma que os dados de um Sistema não fiquem dispersos por toda a rede, mas permaneçam em um contexto localizado. Isto impede também as comunicações entre sistemas usuários pertencentes à VLANs diferentes, garantindo, desta forma, um nível superior de segurança das informações trafegadas.

3 DETALHAMENTO

3.1 Requisitos Básicos

A nova planta do STD disponibilizará backbone em todas as dependências do Metrô-DF (estações, subestações, CAO, CM e pátios), atuais e das expansões, utilizando tecnologia Fast Ethernet com, no mínimo, 24 portas e banda de 10GB por anel. As atuais

Subestações Retificadoras (SRs) são atendidas por cabos de fibra ópticos entre as estações e as SRs.

O dimensionamento da nova planta do STD deve contemplar as necessidades atuais de capacidade de transmissão de dados, os sistemas a serem migrados e folga para expansão (20% - reserva).

Cada um dos anéis possuirão a redundância que a própria topologia de anel proporciona. Além dessa característica, os anéis 1,2,3 e 4 apresentarão redundância de duplicação de anel. Cada estação possurá dois switches backbones 10G conectados com duas fibras do Anel cada. Dessa forma, serão formados os anéis 1a, 1b, 2a, 2b, 3a, 3b, 4a, 4b e 5.A formação desses anéis deverão utilizar os caminhamentos das via 1 e 2 e vias 3 e 4. Não sendo mais permitida a utilização em um único lado de via.

Neste projeto, será incorporado um novo anel óptico para interligação das estações mestras a fim de aumentar a disponibilidade do sistema caso algum dos 4 anéis venha a falhar por completo. Este quinto anel irá garantir a continuidade do serviço do sistema de sinalização e controle dos trens, modo local.

A modernização da rede de transmissão de dados do Complexo Administrativo Operacional prevê a troca de toda a planta dos ativos de rede. A nova planta será composta basicamente por Switches POE de 48 portas e por Transceivers 1 Gbps-1000Base-SX padrão SFP.

3.2 Requisitos Específicos

A nova planta - Rede Fast Ethernet - substituirá a rede de comunicação de dados atual. No trecho existente utilizará a infraestrutura existente, ressaltando a redundância física com a utilização da infraestrutura das vias denominadas 1 e 2 e das vias 3 e 4. Dessa forma, cada anel possuirá uma fibra lançada na via impar e outra lançada na via par. Nas extensões deverá ser utilizado o mesmo princípio, conforme a infraestrutura a ser construída. Deverão ser fornecidos os Patch-Cord ópticos para conectar os switches Ethernet-IP aos DGO's presentes em todas as estações e SR

O diagrama unifilar será apresentado no projeto executivo.

A nova rede de transmissão de dados deve operar com tecnologia Ethernet por meio de 5 (cinco anéis), cada com um backbone e banda de 10 GB .Os anéis 1, 2, 3 e 4 manterão a mesma consituição de estações por anel atualmente utillizada. O quinto anel será responsável pela interligação das estações mestras a fim de aumentar a disponibilidade do sistema caso algum dos 4 anéis venha a falhar por completo. Este quinto anel irá garantir a continuidade do serviço do sistema de sinalização e controle dos trens, modo local.

Cada um dos anéis possuirão a redundância que a própria topologia de anel proporciona. Além dessa característica, os anéis 1,2,3 e 4 apresentarão redundância de duplicação de

anel. Cada estação possurá dois switches backbones 10G conectados, cada um, com duas fibras do Anel. Dessa forma, serão formados os anéis 1a, 1b, 2a, 2b, 3a, 3b, 4a, 4b e 5.

Todos os anéis que partem do Centro de Controle Operacional – CCO (sala técnica do CCO) para atender as estações e pátios e deverão estar distribuídos da seguinte forma:

Anel 1	Anel 2	Anel 3	Anel 4
CCO	CCO	CCO	CCO
114	ARN	CLA	CON
112	GUA	TAS	EPQ
110	FEI	FUR	REL
108	PAS	SAS	ONO
106	SHP	SAM	MET
104	ASA	E35	CES
102		E36	GBA
GAL			CEC
CTL			CEN
GTB			CEI
			E28
			E29
			PAC

Tabela 1: Estações em cada anel óptico

O ponto concentrador, CCO, deve ser composto de no mínimo 2 (dois) equipamentos com portas 10G SFP+, para conexão dos anéis e os mesmos devem estar interconectados através de porta específica de empilhamento garantindo a comunicação entre os dispositivos.

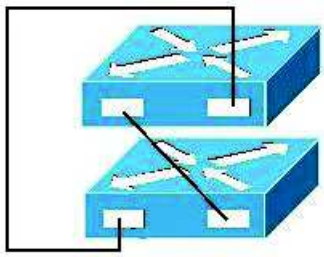


Figura 1 – Empilhamento dos Switches 10G concentrador

O padrão SFP+ é especificado através da norma IEEE 802.3. Módulos SFP+ fazem apenas conversão óptica para conversão elétrica, sem relógio e recuperação de dados, colocando uma carga maior sobre a equalização do canal do host. Módulos SFP+ compartilham um fator de forma física comum com módulos SFP legado.

Assim como no CCO, em cada estação e pátio deve haver no mínimo 2 (dois) equipamentos (empilhados por dois cabos, como o concentrador no CCO) para conexão do anel 10G formando o backbone, de forma a garantir a alta disponibilidade dos serviços. Em cada estação e no PAC deverá haver também pelo menos 1 Switch de Acesso POE. O propósito deste switch é evitar o acesso ao switch do backbone, evitando desta forma manobras indesejado no anel da rede A conexão entre as estações deverá ocorrer de forma intercalada, evitando desta forma caminhos com grandes distâncias para fechamento dos anéis, conforme ilustração abaixo.

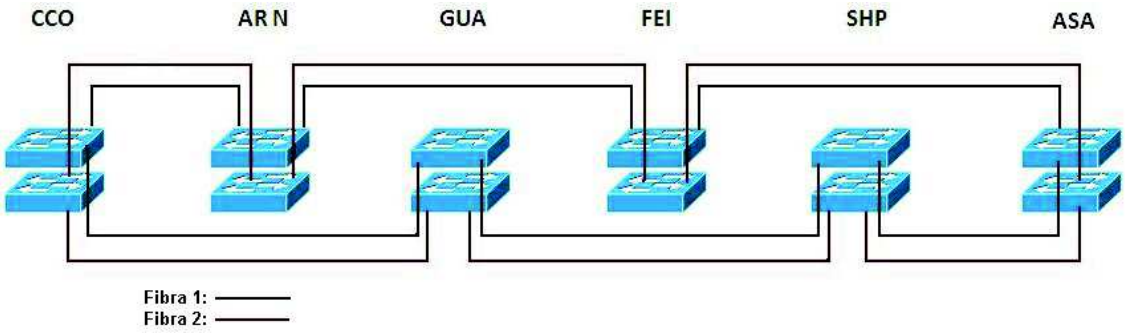


Figura 2 – Exemplo de conexões para o Anel 2

O quinto anel será composto somente pelas estações mestras, a fim de garantir outra redundância para o sistema de sinalização e controle de tráfego dos trens.

Conforme já mencionado, rede administrativa também será modernizada. Essa rede é composta pelos seguintes setores: 1- Prédio CAO; 2- CCO; 3- Bloco Treinamento(BT) ; 4- Bloco Serviços Gerais I(BSG I) ; 5- Bloco Serviços Gerais II (BSG II); 6- Bloco ATI (ATI); 7- Galpão Oficinas I (GO I) ; 8- Galpão Oficinas II (GO II) 9- Galpão Via Permanente (GVP); 10- Oficina Material Rodante(OMR); 11- Torre Pátio Águas Claras 12- Estações. A rede administrativa das estações e da Torre do Pátio já será atendida pelos Switches de Acesso POE mencionados acima. Para atender aos outros setores serão utilizados

Switches de Acesso POE de 48 portas. A nova rede administrativa utilizará a infraestrutura existente de fibras ópticas, não sendo escopo dessa modernização o fornecimento de novas fibras. A Figura abaixo ilustra a distribuição da rede administrativa pelo Complexo Administrativo Operacional:

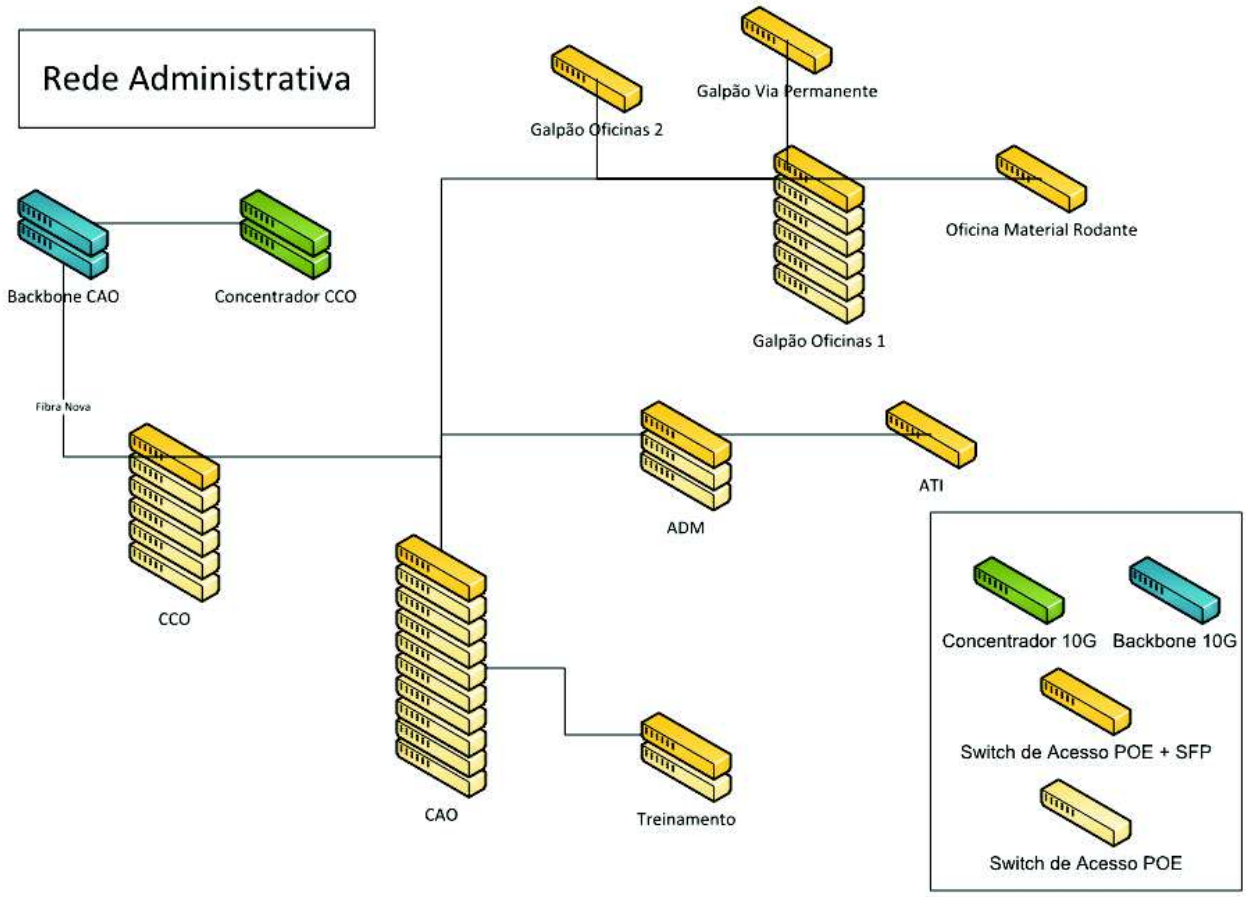


Figura 3 – Distribuição da rede administrativa pelo CAO

Em todas as estações e salas técnicas do CAO deverá ser instalado um rack de piso (armário-backbone) para acomodação de todos os equipamentos da rede, inclusive caminhamento da fibra óptica. Nas SRs um rack de parede.

Os racks das estações e CAO acomodarão, em princípio, os seguintes equipamentos: switches, DIO, patch painel cat6, cabos UTPs e conectores ópticos.

Os racks das SRs acomodarão, em princípio, os seguintes equipamentos: conversores, DIOs, patch painel cat6, cabos UTPs, conectores ópticos. Interligando os aparelhos telefônicos analógicos. Sendo que nos DIOs existirá uma derivação para as IEDs do Sistema de Proteção e Controle, de responsabilidade do Sistema de Energia.

No CCO deverá ser instalado um rack de piso para acomodação dos switches core (principal e reserva, sendo ambos ativos), DIOs (principal e reserva) e todos os seus acessórios.

Todos os racks serão alimentados por redes ininterruptas de energia (No-Break) atualmente existentes, exceto nas extensões, que incluem o fornecimento e adotam a estrutura abaixo:

- ✓ Estações Mestras: No-Breaks de 20 kVA;
- ✓ Estações Satélites e CCO: No-Breaks de 12 kVA;
- ✓ Salas Técnicas do CAO: No-Breaks de 12 kVA.

OBS: Os No-Breaks não fazem parte do escopo deste fornecimento, estando a cargo da CONTRATADA do Sistema de Sinalização e Controle fornecer para o trecho expansão.

Na fase de elaboração do Projeto Executivo deverão ser previstas as definições e configurações das VLAN's para, pelo menos, os seguintes sistemas:

- Radiotelefonia;
- Telefonia;
- Sonorização;
- Ventilação
- Bilhetagem;
- CFTV;
- Sistema de Informação Visual Automática (PDT/Relógio);
- Sinalização e Controle de Tráfego; e
- Energia.

3.3 Diagrama Unifilar

Conforme já mencionado o diagrama unifilar será detalhado no projeto executivo e contemplará a interconexão dos sistemas/equipamentos abaixo listados e seus respectivos anéis de fibra óptica.

3.3.1 Equipamentos / sistemas - CCO

- ✓ PSTN (do inglês: Public switched telephone network - PSTN) – A rede pública de telefonia comutada ou RPTC é o termo usado para identificar a rede telefônica mundial, comutada por circuitos destinada ao serviço telefônico, sendo administrada pelas operadoras de serviço telefônico. Inicialmente foi projetada como uma rede de linhas fixas e analógicas, porém, atualmente é digital e inclui também dispositivos móveis como os telefones celulares;

- ✓ Call Manager;
- ✓ Correio de voz;
- ✓ Base de dados – Internet;
- ✓ Gerenciador de rede;
- ✓ CFTV;
- ✓ Gravador de voz IP;
- ✓ *Switch* core; e
- ✓ Firewall.

3.3.2 Equipamentos / sistemas – Anéis/estações

- ✓ Backbone em cada estação, pátios, CAO e CM, com um switch de no mínimo 24 portas para atender todos os sistemas através de protocolo TCP/IP.

3.4 Requisitos Específicos – Software de Gerenciamento

Uma das partes vitais de uma rede de comunicação é o seu Software de Gerenciamento. Deverão ser fornecidas duas licenças de software e duas Interfaces Homem x Máquina (IHM), formando dois conjuntos. Um conjunto software/IHM será instalado na sala técnica do CCO e outro na sala técnica da ATI, ou, em ambos os casos, numa área específica designada pelo Metrô-DF, quando da implantação. A primeira será responsável pelo gerenciamento da rede operacional e a segunda pelo gerenciamento da rede administrativa.

Deverão existir perfis diferentes para gerenciamento da rede administrativa e para o gerenciamento da rede operacional, de forma que um não possa interferir no outro.

O Software de Gerenciamento da Rede será responsável pelo controle total da rede, fornecendo uma visão completa dos switches da rede, alarmes, backups, status dos links e configuração dos equipamentos. Assim o operador possuirá uma visão completa da rede e seus alarmes, fornecendo, assim, uma ação de manutenção preventiva e corretiva mais eficiente. Construída sobre os padrões de Ethernet SNMP ou tecnologia compatível às aplicações do gerenciador, formando uma interface amigável para os operadores e possibilita o gerenciamento da rede através de browser-based interface, que pode ser acessada a qualquer hora e de qualquer lugar dentro da rede. O Gerenciador deverá manter uma lista centralizada de todos os dispositivos e suas características. O gerenciador de rede será detalhado no projeto executivo.

O Software de Gerenciamento da Rede também terá a função de auditagem através de ferramenta especifica capaz de realizar análise do desempenho da rede. Para cada sistema será fornecido a analise do desempenho com os seguintes parâmetros:

- ✓ Análises de desempenho de aplicações;
- ✓ Visualização do tráfego de pacotes IP da rede ao nível de aplicação e de rede;
- ✓ Avaliação de parâmetros de rede e aplicação que impacta nos indicadores de desempenho de um tráfego;
- ✓ Relatórios identificando fatores que possam contribuir para os problemas de desempenho de tráfego, identificando gargalos potenciais nas aplicações que estão sendo processadas.

4 DESCRITIVO CONCEITUAL E FUNCIONAL DA REDE DE FIBRA ÓPTICA - EXPANSÃO

4.1 Características Técnicas

O cabo de fibra óptico (FO) tem como objetivo disponibilizar um meio físico seguro e eficiente para os equipamentos, concebido a partir de pares de fibra ótica monomodo, em cabos conforme descrição abaixo, entre as estações existentes e as adjacentes e CCO, além do derivador óptico (DIO) com conectorização E-2000™ ou similar, sistema físico dualizado tanto os cabos e os DIO´s.

Cabo de fibra óptica para aplicação subterrânea em dutos, com 48 fibras ópticas monomodo com comprimento de onda de 1.310 ηm totalmente dielétrico, núcleo geleado, com proteção adicional de poliamida entre a capa interna e a capa externa e sendo testado nos comprimentos de onda de 1.310 e 1.550 ηm.

O Cabo óptico será definido na concepção do projeto executivo. O fornecedor deverá ser certificado pela ANATEL. Exemplo: Cabo óptico: CF0A-SM-DD-G-48F ou de qualidade superior.

NORMA APLICÁVEL: TELEBRÁS SDT-235-350-718, 235-350-711, 235-350-702, 235-350-506, 235-350-507.

Existem 2 (dois) cabos de fibra óptica monomodo de 48 fibras - 24 pares (Tx e Rx) ao longo das vias, sendo um nas vias 1 e 3, denominado de principal, e outro nas vias 2 e 4, denominado de reserva, e todos interligados entre as estações e as adjacentes e CCO (sala técnica).

- ✓ Anel 01 compreende as estações GTB, CTL, GAL, 102 à 114 Sul;
- ✓ Anel 02 compreende as estações entre ASA à ARN, PAS;
- ✓ Anel 03 compreende as estações entre CLA à E36;

- ✓ Anel 04 compreende as estações entre CON à E29, PAC.
- ✓ Anel 05 compreende a interligação de todas as estações mestras (CTL, 110, SHP, FEI, CLA, EPQ, CES, CEI E SAM).

Todos os anéis são convergentes no CCO (Sala Técnica).

Nas dependências das novas estações e subestações todos os equipamentos já deverão possuir saída fast ethernet.

4.2 Considerações Teóricas e Técnicas

O objetivo é fornecer um exemplo de como calcular um enlace óptico e em seguida confrontá-los com os valores obtidos na prática, através de instrumento específico, como exemplo: OTDR (*Optical time-domain reflectometry)*. Para cada enlace deverá ser executado o cálculo nominal da atenuação, considerando emendas, conectores, DIOs e distância.

Cálculo da Distância Percorrida:

$$D = \frac{c \times t}{2 \times n}$$

Sendo:

D – Distância;

c – Velocidade da Luz no Vácuo;

t – Tempo;

n – Índice de refração da fibra.

$$n = \frac{C}{V}$$

Sendo:

C – Velocidade da Luz no vácuo;

V – Velocidade da luz no meio;

n – Índice de Refração.

O instrumento OTDR calcula a distância acima mencionada, usando o tempo gasto pelo pulso óptico disparado na fibra até seu retorno, denominado de IOR – Índice de Refração da Fibra.

4.3 Conector

O conector é um elemento extremamente importante e deve ser comercial e de baixa perda. Assim, propomos o conector E-2000™ ou similar.

Conector E-2000™ ou similar de 0,1 dB:

- ✓ Perda por Inserção (IL) máxima de 0,1 dB, sendo típica de 0,04 dB para os Links de 10GB;
- ✓ Perda por Inserção (IL) máxima de 0,4 dB, sendo típica de 0,2 dB para link de 1GB;

4.4 DIOs

Nas salas técnicas das estações e CCO serão utilizados DIOs com conectores E-2000™ ou similar com baixa atenuação de inserção. Para links de dados de 10 GB.

4.5 Caixas de emenda

Caixas de emenda a serem utilizadas ao longo da via em canaletas, perfilados ou dutos (caixas de passagem).



Figura 4 – Caixa de emenda

4.6 Lançamento

Será adotada a mesma estrutura atualmente existente. Através de rede de dutos primária, na qual contemplam envelopes, canaletas e perfilados. Nas extensões também adotará o mesmo princípio, onde aplicável. A rede de dutos primária será apresentada quando do projeto executivo e quando da liberação dos desenhos típicos, envolvendo layout das estações e leito da via.

5 DESCRIÇÃO DO SISTEMA EXISTENTE

5.1 Sistema Integrado de Comunicação – SIC

É necessário entender o atual Sistema Integrado de Comunicação, pois a filosofia atual da Rede de Comunicação de Dados Multi Serviço de alta performance será mantida, englobando os seguintes tópicos:

- ✓ Backbone;
- ✓ Estação-Tipo.

Para melhor compreensão, destacamos as premissas utilizadas na elaboração do projeto:

- ✓ Utilização do conceito de estação-tipo, com características comuns a todas as estações, exceto o Centro de Controle Operacional;
- ✓ O Centro de Controle Operacional é o núcleo principal da Rede de Multisserviços, integrando todos os backbones;
- ✓ Disponibilização de serviços de dados, para a rede de Bilhetagem, PDT e Relógio, Administrativa, Controle e Supervisão, Sinalização, Telefonia, Sistemas Auxiliares, Ventilação, Gerenciador de Demanda e Gerenciamento;
- ✓ Todos os protocolos de rede seguem os padrões internacionais.

O Backbone da rede de multisserviços instalado no Metrô-DF utiliza tecnologia ATM (Asynchronous Transfer Mode) e serve para efetuar o transporte de informações das estações-tipo ao Centro de Controle Operacional.

A adoção da tecnologia ATM se justificou pelas seguintes razões:

- ✓ **Confiabilidade:** o backbone foi projetado de forma a eliminar pontos únicos de falha, permitindo que eventuais falhas sejam isoladas e o backbone mantenha sua operação;
- ✓ **Distância entre estações:** a tecnologia ATM permite a transmissão de dados através de longos trechos de fibras óticas, como no caso do Metrô-DF;
- ✓ **Largura de banda:** o ATM permite a utilização de altas taxas de transmissão de dados, seja através de um único link ou através do balanceamento de carga entre diversos links;
- ✓ **Qualidade de serviços:** o ATM, diferentemente de outras tecnologias como o FDDI e Ethernet, não utiliza a filosofia do melhor esforço; ao contrário, cada vez que um serviço de rede é solicitado, o nível de qualidade de serviço necessário é previamente requisitado. Essa característica é particularmente útil no tráfego de imagens e voz, cuja demanda por banda e latência é crítica;
- ✓ **Gerenciamento de tráfego:** associado aos recursos de qualidade de serviços, uma rede ATM pode ainda ser configurada para transportar dados de forma

diferenciada, levando em consideração fatores como priorização, latência, bufferização, entre outros.

5.1.1 Backbone ATM do Metrô-DF

Como pode ser visto no diagrama esquemático:

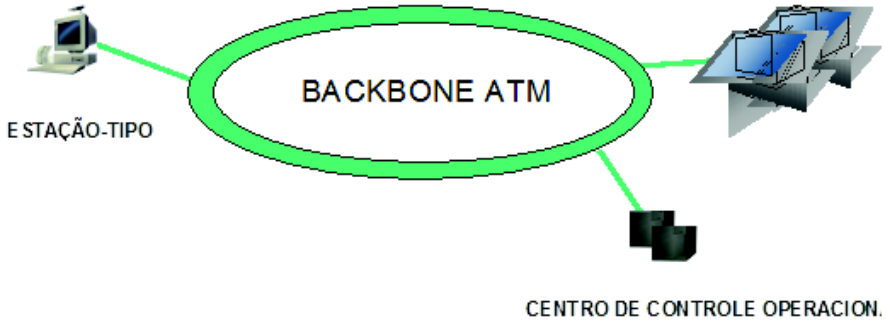


Figura 5 – Backbone ATM

O backbone é redundante por natureza: em caso de falha numa das vias, a outra assume naturalmente todo o tráfego. Neste tipo de situação de falha, a utilização do ATM se tornou ainda mais importante, em função das características de priorização e gerenciamento de tráfego, que permitem que aplicações críticas não sejam afetadas, mesmo sob condições adversas.

A rede de multisserviços do Metrô-DF é composta por backbones ATM que interligam as estações-tipo e convergem para o Centro de Controle Operacional, de acordo com a distribuição das fibras óticas nos ramais conforme abaixo:

- ✓ Anel 01 compreende as estações CTL; GAL; 102 à 114 Sul;
- ✓ Anel 02 compreende as estações entre ASA à ARN;
- ✓ Anel 03 compreende as estações entre CLA à SAM; e
- ✓ Anel 04 compreende as estações entre CEI à PAC.

5.1.1.1 Estação-Tipo

Em cada estação-tipo, foram instalados os equipamentos necessários para criação de um ponto de presença da rede de multisserviços do Metrô-DF. A proximidade aos terminais das fibras óticas, bem como a caracterização de uma sala técnica, com controle de acesso, temperatura e umidade, são imprescindíveis. Na sala técnica da estação-tipo,

será disponibilizado o acesso aos serviços de Rede de Comunicação de Dados Multi Serviço.

As interfaces de fibras óticas monomodo ATM para o backbone e as interfaces Ethernet e Fast Ethernet para a rede foram concentradas num único equipamento, o Switch ATM/Ethernet.

5.1.1.1.1 Switch ATM/Ethernet

O Switch ATM/Ethernet de cada estação-tipo é o responsável pela conexão dos serviços oferecidos ao Backbone ATM, descrito anteriormente.

Em cada estação-tipo foram necessárias interfaces ATM para fibras óticas do tipo monomodo, para ligação do backbone ATM e interfaces Ethernet e Fast Ethernet, para os serviços de rede.

5.1.1.2 Centro de Controle Operacional

O Centro de Controle Operacional concentra todas as fibras óticas oriundas das estações-tipo; suportando a interligação entre os quatro backbones da rede multisserviço do Metrô-DF. Por esta razão, a infraestrutura da rede de multisserviços do Metrô-DF no Centro de Controle Operacional é mais robusta que a das estações-tipo.

Dessa forma, as interfaces de fibras óticas monomodo ATM para o backbone residem num equipamento específico para isso, um Core Switch ATM de alta disponibilidade e capacidade de switching. As interfaces Ethernet e Fast Ethernet para a rede estão concentradas num Switch ATM/Ethernet, similar aos das estações-tipo.

Convém notar que tanto a configuração do Core Switch ATM quanto do Switch Multi Serviço do Centro de Controle Operacional são dependentes do número de estações-tipo que serão instalados.

5.1.1.2.1 Core Switch ATM

O Core Switch ATM interliga os backbones provenientes das estações-tipo e conecta o próprio Centro de Controle Operacional ao restante da rede, permitindo que todos os servidores e sistemas de gerência da rede de multisserviços do Metrô-DF troquem informações com as estações-tipo.

5.1.1.2.2 Switch ATM/Ethernet

O Switch ATM/Ethernet do Centro de Controle Operacional é o responsável pela conexão dos servidores e sistemas de gerência ao Backbone ATM da rede de multisserviços do Metrô-DF, descrito anteriormente.

5.2 Infraestrutura de Fibra Óptica

Disponibilizando um meio físico seguro e eficiente para os equipamentos, concebido a partir de pares de fibra ótica monomodo, em cabos conforme descrição abaixo, entre as estações existentes e as adjacentes e CCO, além do derivador óptico (DIO) com conectorização SC, sistema físico dualizado tanto os cabos quanto os DIOs.

5.2.1.1 Cabo óptico CFOA-SM-DD-G-12FO

CONSTRUÇÃO: Constituídos por fibras monomodo com janela de 1.300 ηm, revestidas em acrilato, posicionadas em tubos preenchidos com geleia. Os tubos são reunidos ao redor de um elemento central dielétrico e são protegidos por uma armação de fios de aramida, fita de enfaixamento waterblocking e capa externa de polietileno ou polipropileno.

NORMA APLICÁVEL: TELEBRÁS SDT-235-350-718, 235-350-711, 235-350-702, 235-350-506, 235-350-507.

DADOS CONSTRUTIVOS:

Nº. de Fibras	Diâmetro externo (mm)	Peso líquido nominal (kg/km)	Acondicionamento bobina mín. (m)	Diâmetro mínimo de curvatura (mm)	Máx. tensão operação (N)
12	11.5	110	1.000	138	2.200

Tabela 2 : Dados Construtivos

CARACTERÍSTICAS:

Tipo de índice de refração	Casca casada (matched cladding)
Índice de refração de grupo	1.467
Atenuação em 1310 ηm (dB/km)	≤ 0.40
Atenuação em 1550 ηm (dB/km)	≤ 0.25
Não linearidade da atenuação (dB/km)	≤ 0.10
Descontinuidade óptica localizada (dB)	≤ 0.05
Diferença de atenuação entre pontas (dB/km)	≤ 0.10
Sensibilidade a macrocurvatura[1] (dB)	≤ 0.1
Comprimento de onda de corte (ηm)	1100 - 1330
Diâmetro do campo modal (μm)	9.0 ± 0.9

Dispersão cromática entre 1285 e 1330 ηm (ps/ηm.km)	≤ 3.5
Dispersão cromática entre 1525 e 1575 ηm (ps/ηm.km)	≤ 18
Comprimento de onda de dispersão zero (ηm)	1300 - 1330
Inclinação da curva (ps/ηm².km)	≤ 0.092
Diâmetro do núcleo² (μm)	8 ± 1
Diâmetro da casca (μm)	125 ± 2
Não concentricidade núcleo-casca (μm)	≤ 1
Não circularidade da casca (%)	≤ 2
Diâmetro do revestimento (μm)	250 ± 10
Concentricidade da casca	≥ 0.80
Proof-test (%)	1
Força de remoção do revestimento (gf)	≥ 200

Tabela 3: Caracteristicas Técnicas

¹ 100 voltas sobre mandril de 75 mm de diâmetro medido a 1550 ηm.

² Valor típico informativo.

6 SOBRESSALENTES

A CONTRATADA deverá na fase de desenvolvimento do projeto executivo elaborar lista para lote de equipamentos/materiais sobressalentes que serão adquiridos pela manutenção do Metrô-DF a fim de garantir a operação plena do sistema.

A lista elaborada deverá conter o grau de importância de cada equipamento/material especificado para garantir a manutenibilidade e o custo unitário.

O valor total do custo deve levar em conta a experiência do fornecedor dos equipamentos/materiais de forma a que se tenha garantido o pleno funcionamento do sistema por período de 36 meses após término do período de garantia.

7 INSPEÇÕES, TESTE E ACEITAÇÃO DO SISTEMA.

Será detalhado no projeto executivo. Contemplando execução dos testes de fábrica, pré-comissionamento e comissionamentos do sistema (local e integrado) por pessoal técnico especializado, utilizando-se equipamentos, instrumentos, acessórios apropriados, de forma a comprovar que os requisitos técnicos e parâmetros especificados no projeto executivo estão sendo cumpridos, envolvendo equipamentos, acessórios e cabos de fibra óptica.

Após a entrada do sistema em operação comercial deverá ser disponibilizada uma equipe técnica, devidamente qualificada, para prestar Operação Assistida aos setores de Operação e Manutenção, por um período de 90 dias. Sendo adotado o seguinte critério: os primeiros 30 dias, o atendimento será durante a operação comercial e plantão no restante do tempo. Os 30 dias seguintes, o grupo de trabalho estará presente nos horários de pico e para plantão; no período restante, o atendimento será somente em plantões para eventuais chamados do Metrô-DF.

8 TREINAMENTO

A empresa CONTRATADA deverá fornecer treinamento ao Metrô-DF, para 10 (dez) pessoas, com carga horária mínima de 40 (quarenta) horas comprometendo-se com todos seus custos e condicionada à aprovação de ementa e carga horária por parte do Metrô-DF.

O prazo máximo para início da realização do Treinamento é de 60 (sessenta) dias corridos a contar da data do recebimento do Certificado de Recebimento Provisório (CRP).

O curso deverá utilizar as instalações do Metrô-DF, bem como o Sistema de Transmissão de Dados instalado na Companhia. Demais recursos didáticos deverão ser fornecidos pela CONTRATADA em meio impresso e digital em língua portuguesa.

A CONTRATADA deverá fornecer certificado individual de conclusão com aproveitamento do treinamento.

O curso utilizará o sistema instalado no Metrô-DF e demais recursos didáticos deverão ser fornecidos pela CONTRATADA, abrangentes o suficiente para cobrir os seguintes tópicos:

- Conceito de tecnologia Ethernet e suas hierarquias:
    - Endereçamento de Rede;
    - Sub-rede;
    - Protocolos de Camadas 2 e 3; e
    - Protocolos de Roteamento.
- Descrição da rede;
- Características e funcionalidades dos equipamentos de rede;
- Instalação, operação e manutenção de todos os softwares;
- Instalação, operação e manutençãode nível 2 (troca de placas e/ou módulos e análise de diagramas) de todos os equipamentos que compõem a infraestrutura;
- Operação do sistema e todas suas funcionalidades;
- Interpretação de alarmes; e
- Administração, manutenção e configuração do sistema.

9 GARANTIA

Os sistemas e equipamentos fornecidos serão garantidos por um período de 36 meses corridos para cada equipamento/sistema e cabos de fibra óptica, contados a partir da data de emissão do Certificado de Recebimento Provisório - CRP.

A garantia abrangerá toda negligência, omissão, erro ou defeito de projeto, fabricação, montagem, instalação e desempenho dos equipamentos quando submetidos a uso e conservação normais, de acordo com as recomendações dos manuais de operação e manutenção.

A garantia não incluirá danos causados por uso inadequado, seja ele acidental ou proposital.

Não fazem parte da garantia os materiais consumíveis tais como: fusíveis, lâmpadas, papel, etc.

Com a entrega dos As-Builts de projeto e eliminação das possíveis pendências verificadas durante o comissionamento, será então emitido o Certificado de Recebimento Definitivo - CRD.

10 ESCOPO

O escopo compreende:

- ✓ Elaboração do Projeto Executivo (Detalhamento da Solução Tecnológica do Fabricante/Fornecedor);
- ✓ Elaboração da documentação técnica, envolvendo descrição dos equipamentos e especificações técnicas;
- ✓ Projeto de caminhamento dos cabos – Típico;
- ✓ Apresentação do software de gerenciamento de rede;
- ✓ Requisitos para adequação ao STD;
- ✓ Detalhamento dos fornecimentos;
- ✓ Fornecimento de materiais e acessórios necessários à instalação;
- ✓ Projeto de Instalação dos Equipamentos;
- ✓ Montagem, instalação, regulagens, interligações e ajustes de instalação de equipamentos do STD de Estações dos Tipos I, II, III e IV;

- ✓ Montagem, instalação, regulagens, interligações e ajustes de instalação de equipamentos do STD do Centro de Controle Operacional, do Complexo Administrativo Operacional e das Subestações Retificadoras;Montagem, instalação, regulagens, interligações e ajustes de instalação da Interface Homem Máquina responsável pelo Software de Gerenciamento;
- ✓ Procedimento de Teste;
- ✓ Comissionamento Local e Integrado;
- ✓ Manuais de Operação e Manutenção;
- ✓ Operação Assistida de 3 (três) mês;
- ✓ Garantia de 3 (três) anos;
- ✓ Treinamentos;
- ✓ Projeto *As Built* (Cadastro como Executado); e
- ✓ Lista de materiais/equipamentos Sobressalentes.

11 JIG/ FERRAMENTAS/ INSTRUMENTAIS ESPECIALIZADOS

A Contratada deverá fornecer instrumentais específicos para propiciar a manutenção preventiva e corretiva, que contenha hardwares e softwares necessários com funções de diagnóstico, medição e aferição para os elementos constitutivos do projeto.

METRÔ - DF	ENGEVIX	CODIFICAÇÃO ENGEVIX P000160/01-5K-MC-0801-1

SETOR	GERAL
ENDEREÇO	
PROPRIETÁRIO	METRÔ - DF
AUTOR DO PROJETO	PAULO ROBERTO SANTA ROSA
RESPONSÁVEL TÉCNICO	

METRÔ - DF

PAULO ROBERTO SANTA ROSA CREA N° 33092/D-MG

SUBSTITUÍDO POR MC.3/TJ.99/00.801 REV 0

METRÔ - DF

VISTO LAN	DATA 24/05/2013	SISTEMA TELECOMUNICAÇÕES	
		SUB-SISTEMA TRANSMISSÃO DE DADOS	
		LOCAL GERAL	
APROVADO CAC	DATA 25/02/2014	COMPONENTES /TIPO DE DOCUMENTO Sistema de Transmissão de Dados Memória de Cálculo	AREA DE CONST. -
ESCALA **S/ESC.**	ETAPA DO PROJ. Básico		
N MICROFILME	FOLHA 1/46	CODIFICAÇÃO **MC.4/TJ.99/00.801**	REVISÃO **1**

1	APROVADO CONFORME PARECER Nº 035/13 – TDTE	05/07/13	PRSR	MHY	ITF	LAN	CAC
0	EMISSÃO INICIAL	13/05/13	PRSR/ ECoA	RGCdA	JoWe	LAN	CAC
N°	MODIFICAÇÃO	DATA	FEITO	VISTO	APROVO	VERIF.	APROV
		CONTRATADA				**METRÔ - DF**	
R E V I S Õ E S							

METRÔ DF
MC.4/TJ.99/00.801

GERAL

SISTEMA DE TELECOMUNICAÇÕES
PROJETO BÁSICO

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 5

2 ESPECIFICAÇÃO DA SOLUÇÃO DE COMUNICAÇÃO DE DADOS: 5

3 DESCRITIVO E MEMORIAL DE CÁLCULO DA REDE DE FIBRA ÓPTICA..... 33

4 ESPECIFICAÇÃO DE SERVIÇO DE INSTALAÇÃO PARA AS NOVAS ESTAÇÕES E SUBESTAÇÕES 41

ANEXOS 45

ANEXO I - PLANILHA GERAL..... 46

1 INTRODUÇÃO

Com base na descrição do Projeto Básico o projeto do Sistema de Transmissão de Dados (STD) objetiva proporcionar um meio de comunicação capaz de interligar todos os sistemas em todas as dependências do Metrô com suas respectivas permissões de acesso. Possibilitando desta forma, o fornecimento de canais de comunicação de voz, dados e imagem. De modo a garantir com eficiência, interoperabilidade e robustez a comunicação de todos os sistemas usuários que trafegarão por esse meio. Devendo ser resguardada a disponibilidade de 20% para sistemas futuros.

Este documento tem como objetivo apresentar o Memorial de Cálculo do Sistema de Transmissão de Dados - Rede Multiserviço de voz, dados e imagens com tecnologia ethernet, protocolo TCP/IP, banda de 10GB. Representando desta forma a modernização da infra estrutura de comunicação, envolvendo estações, subestações, pátios, CAO e CM para as extensões dos trechos: Central, Samambaia e Ceilândia e modernização do Sistema Atual da Companhia do Metropolitano do Distrito Federal – Metrô/DF.

2 ESPECIFICAÇÃO DA SOLUÇÃO DE COMUNICAÇÃO DE DADOS:

2.1 Elementos que compõem a solução de Dados

A operação do Metrô-DF depende cada vez mais da qualidade e robustez da rede de transmissão de dados multiplex PDH e Ethernet sobre ATM, pois cada vez mais serviços dependem do funcionamento desta rede, como: sistemas de sinalização e controle de tráfego e energia, inclusive o sistema de operação automática de Trens (ATO) em fase de implantação, telefonia, sonorização, bilhetagem eletrônica, PDT/Relógio, ventilação, detecção de intrusão nas SR's, intranet, gerenciamento de demanda de energia elétrica e CFTV.

A solução de dados a ser incorporada deve permitir o isolamento do tráfego dos serviços de forma lógica, impedindo que problemas numa rede virtual possam afetar outra rede virtual.

A nova rede de transmissão de dados deve operar com tecnologia Ethernet através de um backbone de 10 GB, mantendo no mínimo a mesma disponibilidade existente hoje através de quatro anéis, sendo que cada um deles possui a sua redundância por meio de anel óptico. Neste projeto, será incorporado um novo anel óptico para interligação das estações mestras a fim de aumentar a disponibilidade do sistema caso algum dos 4 anéis venha a falhar por completo. Este quinto anel irá garantir a continuidade do serviço do sistema de sinalização e controle dos trens, modo local.

Todos os anéis se partem do Centro de Controle Operacional – CCO (sala técnica do CCO) para atender as estações e pátios e deverão estar distribuídos da seguinte forma:

Anel 1	Anel 2	Anel 3	Anel 4
CCO	CCO	CCO	CCO
114	ARN	CLA	CON
112	GUA	TAS	EPQ
110	FEI	FUR	REL
108	PAS	SAS	ONO
106	SHP	SAM	MET
104	ASA	E35	CES
102		E36	GBA
GAL			CEC
CTL			CEN
GTB			CEI
			E28
			E29
			PAC

Tabela 1: Estações em cada anel óptico

O ponto concentrador, CCO, deve ser composto de no mínimo 2 (dois) equipamentos com portas 10G SFP+, para conexão dos anéis e os mesmos devem estar interconectados através de porta específica de empilhamento garantindo a comunicação entre os dispositivos.

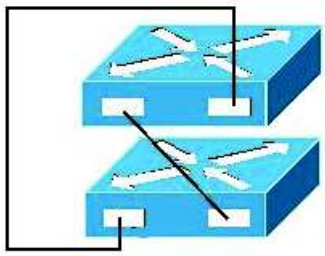


Figura 1 – Empilhamento dos Switches 10G concentrador

O padrão SFP+ é especificado através da norma IEEE 802.3. Módulos SFP+ fazem apenas conversão óptica para conversão elétrica, sem relógio e recuperação de dados, colocando uma carga maior sobre a equalização do canal do host. Módulos SFP+ compartilham um fator de forma física comum com módulos SFP legado.

Assim como no CCO, em cada estação e pátio deve haver no mínimo 2 (dois) equipamentos (empilhados por dois cabos, como o concentrador no CCO) para conexão do anel 10G formando o backbone, de forma a garantir a alta disponibilidade dos serviços. A conexão entre as estações deverá ocorrer de forma intercalada, evitando desta forma caminhos com grandes distâncias para fechamento dos anéis, conforme ilustração abaixo.

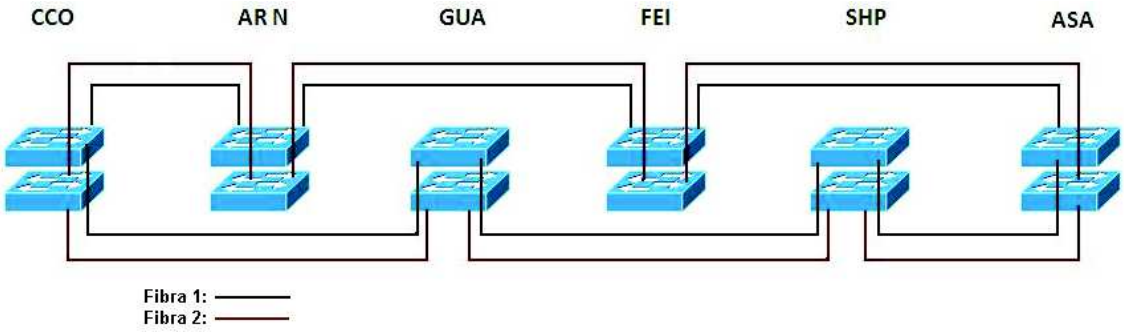


Figura 2 – Exemplo de conexões para o Anel 2

O quinto anel será composto somente pelas estações mestras e suas adjacentes, a fim de garantir outra redundância para o sistema de sinalização e controle de tráfego dos trens. A tabela abaixo demonstra as estações e distância entre elas.

Estações Mestras	Mestra Adjacente	Distância (m)
CLT	110	4.340
110	SHP	5.134
SHP	FEI	2.995
FEI	CLA	6.217
CLA	SMA	7.502
CLA	EQP	2.057
EQP	CES	6.883
CES	CEI	4.046

Tabela 2 – Ane 5 - Estações mestras e adjacentes

Esta rede deve ser estendida para as SR's que hoje são atendidas por meio de cabos telefônicos, acrescentando-se cabos ópticos entre as estações do Metrô e as SR's em padrão 1000Base-LX, utilizando 2 (dois) links para conexão com os switches das estações.

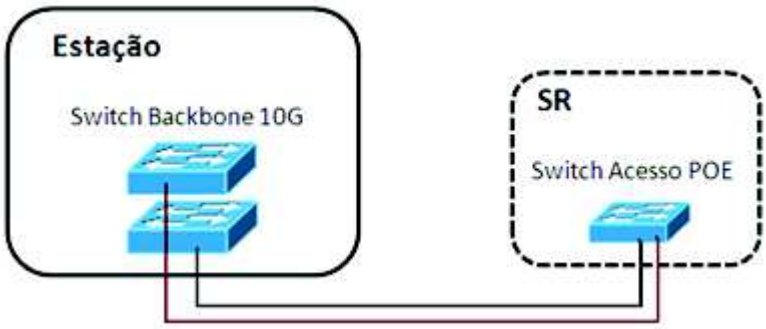


Figura 3 – Exemplo de conexões entre subestações e estações

Para as novas estações, serão considerados switches de acesso POE conectados nos dois switches do backbone 10G através de SFP 1000Base-T, conforme diagrama abaixo:

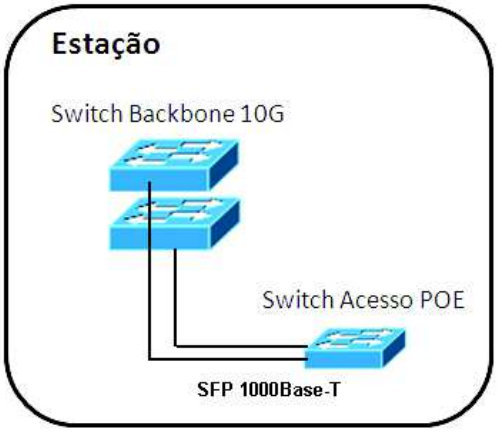


Figura 4 – Exemplo de conexões nas novas estações

As soluções acima atendem o Centro de Controle Operacional (CCO), Estações e subestações retificadoras, que serão basicamente compostas pelos seguintes equipamentos:

- Concentrador 10G - Switch Concentrador 10G
- Backbone 10G - Switch Backbone 10G
- Backbone 10G POE – Switch Backbone POE
- Acesso POE - Switch de acesso POE
- Modulo de interligação da Central IP

Estes equipamentos deverão ser entregues nas seguintes quantidades, mínimas:

	CCO	Estações	SR's	Total
Concentrador 10G	2			2
Backbone 10G		70		70
Backbone 10G POE	2			2
Switch de Acesso POE	4	10	21	35
Módulo de interligação da Central IP	2			2
SFP+ 10GBase-LR (10Km)	20	140		160
SFP 1000Base-LX (10km)		52	42	94
SFP 1000Base-T (100m)		20		20

Tabela 3 – Quantitativos dos equipamentos para a nova rede de dados

2.2 Requisitos Técnicos de cada equipamento

2.2.1 Switch Concentrador 10G – CCO

Concentrador 10G (Switch Concentrador 10G) deve ser responsável geral pela concentração dos anéis e distribuição do tráfego ente os mesmos. Devem corresponder ao elemento que interconecta todas as estações, subestações e pátios com os sistemas do Centro de Controle Operacional (CCO). Deve possuir no mínimo 24 (vinte e quatro) portas 10 Gigabit baseadas em SFP+, além das portas de empilhamento.

- Possuir no mínimo 24 (vinte e quatro) portas 10 Gigabit baseadas em SFP+, além das portas de empilhamento, cada;
- Deve ser fornecido com cabo(s) para cascata/interconexão para outro equipamento idêntico, de modo a permitir no mínimo 600 Gbps de throughput;

- Deve possuir slot para inserção de módulos com no mínimo 2 (duas) portas 40G, para expansão futura;
- Suportar IPV6 em hardware;
- Possuir throughput de, no mínimo, 1.200 Gbps e capacidade de encaminhamento de pacotes de no mínimo 900 Mbps;
- Possuir tabela MAC com, no mínimo, 128.000 entradas;
- Deve suportar, no mínimo, 1000 VLANs;
- Possuir altura máxima de 1U;
- Possuir fontes redundantes internas AC. As fontes deverão ser fornecidas na quantidade N+1, sendo N a quantidade necessária ao pleno funcionamento do equipamento em sua capacidade máxima;
- Possuir fonte de alimentação 110/220V – 60Hz, com seleção automática de tensão;
- Deve operar em temperaturas que possam variar entre 0º a 50º C, com umidade relativa do ar variando entre 10% a 90%;
- Possuir módulo(s) de ventiladores hot-swappable;
- Possuir módulo(s) de fonte hot-swappable;
- Implementar jumbo frames em todas as portas ofertadas, com suporte a pacotes de até 9Kbytes;
- Possuir porta de console, tipo RS-232 ou RJ-45, acompanhada do cabo específico;
- Permitir gerenciamento IP via IPv4 e IPv6;
- Permitir gerência via Telnet e Secure Shell (SSHv2);
- SNMPv2c e SNMPv3, com autenticação e/ou criptografia;
- Deve implementar tecnologia que permita a que mais de um caminho com custos iguais permaneçam ativos, garantindo menor tempo de convergência da rede;
- Deve implementar Shortest Path Bridging segundo padrão IEEE 802.1aq;
- Deve implementar protocolo de prevenção de loop em camada 2, onde caso seja detectado loop em determinada porta, o equipamento deve desabilitá-la de forma automática;
- Deve implementar Multicast sobre a tecnologia Shortest Path Bridging, para o sistema de câmeras IP;
- Gerência e configuração via CLI (Command Line Interface);
- Gerenciamento por meio de interface gráfica segura (HTTPS/SSL) disponibilizado localmente no equipamento ou através do software de gerência;

- Atualização de software via FTP (File Transfer Protocol) ou TFTP (Trivial File Transfer Protocol);
- Permitir, no mínimo, 4 (quatro) grupos de RMON, sem a utilização de probes externas;
- Deve suportar Layer 2 OA&M segundo padrão 802.1ag;
- Implementar MIB II;
- Implementar LLDP;
- Suportar múltiplas imagens de firmware;
- Suportar múltiplas imagens de arquivo de configuração;
- Permitir o download e o upload das configurações;
- Implementar protocolo de transferência segura de arquivos SCP ou SFTP;
- Deve ser possível espelhar o tráfego de uma e várias portas que residem no switch para uma outra porta que reside no mesmo switch;
- Deve ser possível espelhar apenas os pacotes de determinada(s) vlan(s) ou os pacotes classificados conforme regras de seleção baseadas em informações das camadas 2/3/4;
- Implementar listas de acesso para restringir o acesso ao serviço telnet e SSH do switch;
- Implementar SNTP v4 (Simple Network Protocol), ou, implentar o protocolo NTP (Network Time Protocol), suportando autenticação;
- Deve possuir facilidade que permita desabilitar automaticamente uma interface de acesso que esteja recebendo pacotes BPDU (Bridge Protocol Data Unit);
- Implementar mecanismo de proteção da "root bridge" do algoritmo Spanning-Tree para prover defesa contra ataques do tipo "Denial of Service" no ambiente nivel 2;
- Suportar Layer 2 switching, Link Aggregation – 802.3ad;
- Deve permitir a agregação de links de no mínimo 12 (doze) grupos de 4 (quatro) interfaces 10Gigabit ethernet devendo permitir a agregação inclusive de portas que não encontre-se no mesmo switch mais em switches diferentes da pilha.
- Implementar IEEE 802.1q e Spanning Tree - 802.1d/802.1w/802.1s;
- Implementar agregação de links distribuídos simultaneamente, utilizando tecnologia do tipo Multichassis, baseado no protocolo IEEE 802.3ad ou similar. Essa agregação não Deve utilizar nenhuma variedade dos protocolos VRRP (Virtual Router Redundancy Protocol) ou STP (Spanning-Tree Protocol). Isto é, a implementação deve permitir que um par de switch seja conectado com um outro switch por meio de

interfaces 10 Gigabit Ethernet padrão, com fibra óptica, ou cabo twinax, permitindo tráfego simultâneo nessas interfaces de conexão;

- Quality of Service (QOS), classificação, priorização de tráfego baseada nos padrões IEEE 802.1p (CoS);
- Possuir, no mínimo, 8 (oito) filas por porta, em hardware, para tratamento de QoS;
- Implementar classificação de tráfego baseada na porta física do equipamento ou no endereço MAC de origem e destino;
- Implementar os algoritmos de enfileiramento Strict Priority e Round-Robin com ponderação (weighted Round Robin ou Shaped Round Robin);
- Funções Layer2;
- Implementar Layer 3 switching, IPV4 static IP routing, OSPFv2, IGMP v1 e v2, DHCP Relay;
- Todos os equipamentos do conjunto devem ser gerenciados por um único IP. A perda de qualquer unidade da pilha não deve implicar perda do endereço IP de gerenciamento, a perda de dois switches quaisquer da pilha também não Deve acarretar na desconfiguração da pilha e na perda deste endereço IP;
- Todos os equipamentos do conjunto devem apresentar arquitetura hotswappable, ou seja , a retirada ou inclusão de um módulo no chassi ou switch na pilha não deve implicar em reinicialização do conjunto nem perda de gerenciamento do equipamento ou mesmo na necessidade de reconfiguração do switch ou da pilha em caso de substituição de um dos elementos citados;
- Deve implementar no mínimo os seguintes padrões:
  - IEEE 802.3 (Ethernet)
  - IEEE 802.3u (Fast Ethernet)
  - IEEE 802.3z (Gigabit Ethernet)
  - IEEE 802.3ab (Gibabit Ethernet over Copper)
  - IEEE 802.3x (Flow Control)
  - IEEE 802.1Q (Virtual Local Area Network, VLAN, Tagging)
  - IEEE 802.1p (Prioritizing)
  - IEEE 802.3ad (Link Aggregation)
  - IEEE 802.1ab (Link Layer Discovery)
  - RFC 768 (UDP)
  - RFC 791 (IP)
  - RFC 792 (ICMP)

- RFC 793 (TCP)
- RFC 826 (ARP)
- RFC 854 (Telnet)
- RFC 894 (IP over Ethernet)
- RFC 951 (BootP)
- RFC 1112 (IGMPv1)
- RFC 1157 (SNMP)
- RFC 1213 (MIB-II)
- RFC 1271 (RMON
- RFC 1493 (Bridge MIB)
- RFC 1757 (RMON)
- RFC 1945 (HTTP v1.0)
- RFC 2236 (IGMPv2)
- RFC 2328 (OSPF v2)
- RFC 2665 (Ethernet MIB)
- RFC 2674 (Q-BRIDGE-MIB)
- RFC 2737 (Entity MIBv2)
- RFC 2819 (RMON MIB)
- RFC 2865 (RADIUS)
- RFC 3410 (SNMPv3)
- RFC 3411 (SNMP Frameworks)
- RFC 3412 (SNMP Message Processing)
- RFC 3413 (SNMPv3 Applications)
- RFC 3414 (SNMPv3 USM)
- RFC 3415 (SNMPv3 VACM)
- RFC 3917 (IP Flow Information Export)
- RFC 4293 (IPv6)
- IEC 61850

- O equipamento deve ser entregue com os módulos e licenças de gerenciamento do equipamento e dos demais módulos fornecidos;

- Fornecimento dos acessórios para montagem em rack padrão de 19 (dezenove) polegadas;
- Deve ser fornecido cabo console, cabos de alimentação elétrica necessários para o funcionamento do equipamento e manuais de operação e instalação;

2.2.2 Switch Backbone 10G – Estações

Backbone 10G (Switch Backbone 10G) deve ser responsável pela interconexão de todos os equipamentos ou elementos da estação. Cada switch deve possuir 2 portas 10Giga óptica para interconexão com o anel, possuir 2 portas 1Giga óptica para receber as conexões das subestações e 46 portas elétricas que serão usadas para os equipamentos ou dispositivos. Possuindo assim no mínimo 48 (quarenta e oito) interfaces padrão IEEE 802.3ab 10/100/1000 Base-T com conector RJ-45, além das portas específicas para empilhamento. Por meio deste será interconectado todos os equipamentos da estação.

- Switch deve possuir no mínimo 48 (quarenta e oito) interfaces padrão IEEE 802.3ab 10/100/1000 Base-T com conector RJ-45, além das portas específicas para empilhamento;
- Deve possuir 2 portas do tipo SFP para instalação de interfaces giga do tipo fibra com suporte mínimo aos seguintes tipos de interfaces: 1000Base-SX, 1000Base-LX, 1000Base-XD, 1000Base-ZX, 1000Base-BX e 1000Base-EX;
- Deve possuir 2 portas do tipo SFP+ para instalação de interfaces 10 Gigabits com suporte mínimo aos seguintes tipos de interfaces: 10BaseSR, 10BaseLR e 10BaseER;
- Possuir fontes redundantes internas AC. As fontes deverão ser fornecidas na quantidade N+1, sendo N a quantidade necessária ao pleno funcionamento do equipamento em sua capacidade máxima;
- Possuir fonte de alimentação 110/220V – 60Hz, com seleção automática de tensão;
- Possuir no mínimo 1 (um) módulo de fonte hot-swappable, de forma que seja possível a substituição em campo;
- Deve operar em temperaturas que possam variar entre 0º a 50º C, com umidade relativa do ar variando entre 10% a 90%;
- Possuir altura máxima de 1U;
- Para o empilhamento, os switches dentro de um conjunto deverão ser interligados, em uma topologia em anel, através de conexão a uma velocidade de no mínimo 40 (quarenta) Gbps entre pares de equipamentos Switches. A conexão Deve ser realizada em anel de forma que a interrupção física em uma das conexões não

interrompa a comunicação de qualquer dos equipamentos com os outros equipamentos do conjunto. Deverão ser fornecidos todos os cabos e acessórios para a ligação e montagem destas interligações em rack padrão 19 polegadas;

- Deve possuir um backplane com capacidade de processamento de no mínimo de 180 Gbps;
- Deve possuir um desempenho mínimo de 100 Mbps;
- Deve ter a possibilidade de instalação de pelo menos 8 equipamentos do mesmo padrão em pilha;
- Todos os equipamentos do conjunto devem ser gerenciados por um único IP. A perda de qualquer unidade da pilha não deve implicar perda do endereço IP de gerenciamento, a perda de dois switches quaisquer da pilha também não Deve acarretar na desconfiguração da pilha e na perda deste endereço IP ;
- Todos os equipamentos do conjunto devem apresentar arquitetura hotswappable, ou seja , a retirada ou inclusão de um switch na pilha não deve implicar em reinicialização do conjunto nem perda de gerenciamento do equipamento ou mesmo na necessidade de reconfiguração do novo switch ou da pilha em caso de substituição de um dos elementos citados;
- Seleção automática de velocidade de operação e de modo de operação half-duplex ou full-duplex para as interfaces com conector RJ-45;
- Deve possuir uma interface de console para o gerenciamento e configuração do equipamento com controle de acesso através de usuário e senha;
- Deve possuir capacidade para no mínimo 8.000 (oito mil) endereços MAC;
- Deve possuir memória Flash ou similar para o armazenamento do sistema operacional;
- Deve possuir porta USB para backup e atualização de configuração e sistema operacional;
- Deve permitir que o administrador desabilite as portas de console e USB de forma a impedir o acesso físico ao mesmo e possíveis invasões no equipamento;
- Deve possuir memória não volátil para o armazenamento da configuração;
- Deve permitir a agregação de links de no mínimo 32 (trinta e dois) grupos de 8 (oito) interfaces Gigabit ethernet, devendo permitir a agregação inclusive de portas que não encontre-se no mesmo switch mais em switches diferentes da pilha;
- Deve implementar controle de “broadcast” e “multicast” por interface através de comandos;
- Deve implementar tecnologia que permita a que mais de um caminho com custos iguais permaneçam ativos, garantindo menor tempo de convergência da rede;

- Deve implementar Shortest Path Bridging segundo padrão IEEE 802.1aq;
- Deve implementar protocolo de prevenção de loop em camada 2, onde caso seja detectado loop em determinada porta, o equipamento deve desabilitá-la de forma automática;
- Deve implementar Multicast sobre a tecnologia Shortest Path Bridging, para o sistema de câmeras IP;
- Deve implementar os protocolos IEEE 802.1D Spanning Tree Protocol (STP), IEEE 802.1w Rapid Spanning Tree Protocol (RSTP) e IEEE 802.1s Multiple Spanning Tree Protocol (MSTP);
- Deve implementar espelhamento de porta do tipo one-to-one e many-to-one. Implementando o espelhamento do trafego de entrada e saída do equipamento;
- Deve implementar o protocolo IEEE 802.1x para autenticação do usuário, permitindo a associação dinâmica do usuário a determinada VLAN, e a possibilidade de registar usuários Guest e com suporte a EAP;
- Deve implementar IEEE 802.1x com suporte a SHSA e MHMA
- Deve implementar gerenciamento via SNMP v3;
- Deve implementar suporte aos seguintes grupos de RMON (Remote Monitoring – RFC 2819): History, Statistics, Alarms e Events;
- Deve suportar Layer 2 OA&M segundo padrão 802.1ag;
- Deve permitir a utilização de filtros (ACL) em camadas 2 a 4, por endereço MAC de origem e destino, endereço IP de origem e destino, porta TCP/UDP de origem e destino e Deve ter capacidade de geração de log de ocorrências;
- Deve implementar facilidade para limitar o número de endereços MAC que têm acesso a uma interface do Switch;
- Deve implementar funcionalidade de auto aprendizagem dos endereços MAC que poderá acessar determinadas portas, para evitar que o administrador tenha que configurar endereço por endereço e que possa simplesmente confirmar endereços aprendidos via interface de gerencia;
- Deve implementar facilidade para determinação de qual endereço MAC tem permissão para acesso à interface do Switch, permitindo a configuração de no mínimo 1 (um) endereço por interface;
- Deve implementar facilidade que permita bloquear automaticamente uma interface de acesso que seja caminho para um switch que esteja se elegendo como root-bridge;
- Deve implementar suporte à autenticação Radius e TACACS+ permitindo um controle centralizado do equipamento e evitando que usuários não autorizados alterem a configuração do equipamento;

- Deve suportar SSHv2 (Secure Shell);
- Deve permitir a classificação e reclassificação de pacotes de dados baseado em Camada 2, Camada 3 e Camada 4, através do endereço MAC de origem, destino, endereços IP de origem e destino, porta TCP/UDP de origem e destino;
- Deve ter suporte em hardware a pelo menos 8 (oito) filas em hadware por interface, para tratamento de QoS no trafego de saída;
- Deve ter suporte ao algoritmo “Weighted Round Robin” (WRR) ou similar;
- Deve ter implementado o protocolo Network Timing Protocol (NTP - RFC 1305) ou SNTP (RFC 1361) para a sincronização do relógio com outros dispositivos;
- Deve permitir a configuração de todas as características e funcionalidades do equipamento via linha de comando;
- Deve implementar a criação de VLANs no padrão IEEE 802.1Q. Deve suportar no mínimo 1000 VLANs;
- Deve suportar FTP (File Transfer Protocol) ou TFTP (Trivial File Transfer Protocol) para cópia e atualização de arquivos de imagem e de configuração;
- Deve possuir múltiplos níveis de privilégio para a configuração via console e Telnet;
- Deve implementar os seguintes protocolos de roteamento IP: RIPv1, RIPv2 e OSPFv2;
- Deve suportar VRRP;
- Deve suportar ECMP;
- Implementação de Link Layer Discovery Protocol (LLDP) e LLDP-MED conforme o padrão IEEE 802.1ab;
- Equipamento Deve ser entregue com os módulos e licenças de gerenciamento do equipamento e dos demais módulos fornecidos;

2.2.3 Switch Backbone 10G POE – para as novas estações e CCO

Backbone 10G POE (Switch Backbone 10G POE) deve ser o responsável pela interconexão de todos os equipamentos do CCO. Desta forma, isolando o switch concentrador 10G de manobras inadequadas. Deve possuir no mínimo 48 (quarenta e oito) interfaces padrão IEEE 802.3ab 10/100/1000 Base-T com conector RJ-45, além das portas específicas para empilhamento.

- O switch deve possuir no mínimo 48 (quarenta e oito) interfaces padrão IEEE 802.3ab 10/100/1000 Base-T com conector RJ-45, além das portas específicas para empilhamento;

- Deve implementar alimentação elétrica nas portas ethernet para fornecimento de energia para câmeras de circuito interno, access point e telefones ip, conforme o padrão 802.3af com suporte a implementação de PoE+ (32,4w).
- Deve possuir 2 portas do tipo SFP para instalação de interfaces giga do tipo fibra com suporte mínimo aos seguintes tipos de interfaces: 1000Base-SX, 1000Base-LX, 1000Base-XD, 1000Base-ZX, 1000Base-BX e 1000Base-EX;
- Deve possuir 2 portas do tipo SFP+ para instalação de interfaces 10 Gigabit com suporte mínimo aos seguintes tipos de interfaces: 10BaseSR, 10BaseLR e 10BaseER;
- Possuir fontes redundantes internas AC. As fontes deverão ser fornecidas na quantidade N+1, sendo N a quantidade necessária ao pleno funcionamento do equipamento em sua capacidade máxima;
- Possuir fonte de alimentação 110/220V – 60Hz, com seleção automática de tensão;
- Possuir no mínimo 1 (um) módulo de fonte hot-swappable, de forma que seja possível a substituição em campo;
- Deve operar em temperaturas que possam variar entre 0º a 50º C, com umidade relativa do ar variando entre 10% a 90%;
- Possuir altura máxima de 1U;
- Para o empilhamento, os switches dentro de um conjunto deverão ser interligados, em uma topologia em anel, através de conexão a uma velocidade de no mínimo 40 (quarenta) Gbps entre pares de equipamentos Switches. A conexão Deve ser realizada em anel de forma que a interrupção física em uma das conexões não interrompa a comunicação de qualquer dos equipamentos com os outros equipamentos do conjunto. Deverão ser fornecidos todos os cabos e acessórios para a ligação e montagem destas interligações em rack padrão 19 polegadas;
- Deve possuir um backplane com capacidade de processamento de no mínimo de 180 Gbps;
- Deve possuir um desempenho mínimo de 100 Mbps;
- Deve ter a possibilidade de instalação de pelo menos 8 equipamentos do mesmo padrão em pilha;
- Todos os equipamentos do conjunto devem ser gerenciados por um único IP. A perda de qualquer unidade da pilha não deve implicar perda do endereço IP de gerenciamento, a perda de dois switches quaisquer da pilha também não Deve acarretar na desconfiguração da pilha e na perda deste endereço IP ;
- Todos os equipamentos do conjunto devem apresentar arquitetura hotswappable, ou seja , a retirada ou inclusão de um switch na pilha não deve implicar em reinicialização do conjunto nem perda de gerenciamento do equipamento ou mesmo

na necessidade de reconfiguração do novo switch ou da pilha em caso de substituição de um dos elementos citados;

- Seleção automática de velocidade de operação e de modo de operação half-duplex ou full-duplex para as interfaces com conector RJ-45;
- Deve possuir uma interface de console para o gerenciamento e configuração do equipamento com controle de acesso através de usuário e senha;
- Deve possuir capacidade para no mínimo 8.000 (oito mil) endereços MAC;
- Deve possuir memória Flash ou similar para o armazenamento do sistema operacional;
- Deve possuir porta USB para backup e atualização de configuração e sistema operacional;
- Deve permitir que o administrador desabilite as portas de console e USB de forma a impedir o acesso físico ao mesmo e possíveis invasões no equipamento;
- Deve possuir memória não volátil para o armazenamento da configuração;
- Deve permitir a agregação de links de no mínimo 32 (trinta e dois) grupos de 8 (oito) interfaces Gigabit ethernet, devendo permitir a agregação inclusive de portas que não encontre-se no mesmo switch mais em switches diferentes da pilha;
- Deve implementar controle de “broadcast” e “multicast” por interface através de comandos;
- Deve implementar tecnologia que permita a que mais de um caminho com custos iguais permaneçam ativos, garantindo menor tempo de convergência da rede;
- Deve implementar Shortest Path Bridging segundo padrão IEEE 802.1aq;
- Deve implementar protocolo de prevenção de loop em camada 2, onde caso seja detectado loop em determinada porta, o equipamento deve desabilitá-la de forma automática;
- Deve implementar Multicast sobre a tecnologia Shortest Path Bridging, para o sistema de câmeras IP;
- Deve implementer os protocolos IEEE 802.1D Spanning Tree Protocol (STP), IEEE 802.1w Rapid Spanning Tree Protocol (RSTP) e IEEE 802.1s Multiple Spanning Tree Protocol (MSTP);
- Deve implementar espelhamento de porta do tipo one-to-one e many-to-one. Implementando o espelhamento do trafego de entrada e saída do equipamento;
- Deve implementar o protocolo IEEE 802.1x para autenticação do usuário, permitindo a associação dinâmica do usuário a determinada VLAN, e a possibilidade de registar usuários Guest e com suporte a EAP;

- Deve implementar IEEE 802.1x com suporte a SHSA e MHMA
- Deve implementar gerenciamento via SNMP v3;
- Deve implementar suporte aos seguintes grupos de RMON (Remote Monitoring – RFC 2819): History, Statistics, Alarms e Events;
- Deve suportar Layer 2 OA&M segundo padrão 802.1ag;
- Deve permitir a utilização de filtros (ACL) em camadas 2 a 4, por endereço MAC de origem e destino, endereço IP de origem e destino, porta TCP/UDP de origem e destino e Deve ter capacidade de geração de log de ocorrências;
- Deve implementar facilidade para limitar o número de endereços MAC que têm acesso a uma interface do Switch;
- Deve implementar funcionalidade de auto aprendizagem dos endereços MAC que poderá acessar determinadas portas, para evitar que o administrador tenha que configurar endereço por endereço e que possa simplesmente confirmar endereços aprendidos via interface de gerencia;
- Deve implementar facilidade para determinação de qual endereço MAC tem permissão para acesso à interface do Switch, permitindo a configuração de no mínimo 1 (um) endereço por interface;
- Deve implementar facilidade que permita bloquear automaticamente uma interface de acesso que seja caminho para um switch que esteja se elegendo como root-bridge;
- Deve implementar suporte à autenticação Radius e TACACS+ permitindo um controle centralizado do equipamento e evitando que usuários não autorizados alterem a configuração do equipamento;
- Deve suportar SSHv2 (Secure Shell);
- Deve permitir a classificação e reclassificação de pacotes de dados baseado em Camada 2, Camada 3 e Camada 4, através do endereço MAC de origem, destino, endereços IP de origem e destino, porta TCP/UDP de origem e destino;
- Deve ter suporte em hardware a pelo menos 8 (oito) filas em hadware por interface, para tratamento de QoS no trafego de saída;
- Deve ter suporte ao algoritmo “Weighted Round Robin” (WRR) ou similar;
- Deve ter implementado o protocolo Network Timing Protocol (NTP - RFC 1305) ou SNTP (RFC 1361) para a sincronização do relógio com outros dispositivos;
- Deve permitir a configuração de todas as características e funcionalidades do equipamento via linha de comando;
- Deve implementar a criação de VLANs no padrão IEEE 802.1Q. Deve suportar no mínimo 1000 VLANs;

- Deve suportar FTP (File Transfer Protocol) ou TFTP (Trivial File Transfer Protocol) para cópia e atualização de arquivos de imagem e de configuração;
- Deve possuir múltiplos níveis de privilégio para a configuração via console e Telnet;
- Deve implementar os seguintes protocolos de roteamento IP: RIPv1, RIPv2 e OSPFv2;
- Deve suporta VRRP;
- Deve suportar ECMP;
- Implementação de Link Layer Discovery Protocol (LLDP) e LLDP-MED conforme o padrão IEEE 802.1ab;
- O equipamento Deve ser entregue com os módulos e licenças de gerenciamento do equipamento e dos demais módulos fornecidos.

2.2.4 Switch de Acesso POE – para estações e subestações

Switch de Acesso POE deve ser responsável pela conexão de câmeras IP, telefones IP, computadores, sistema de bilhetagem, dentre outros dispositivos que se encontram na estação. O propósito deste switch é evitar o acesso ao switch do backbone, evitando desta forma manobras indesejado no anel da rede. Deve possuir no mínimo 24 (vinte e quatro) interfaces padrão IEEE 802.3ab 10/100/1000 Base-T com conector RJ-45;

- O switch Deve possuir no mínimo 24 (vinte e quatro) interfaces padrão IEEE 802.3ab 10/100/1000 Base-T com conector RJ-45;
- Deve possuir 4 (quatro) portas do tipo SFP para instalação de interfaces giga do tipo fibra com suporte mínimo aos seguintes tipos de interfaces: 1000Base-T, 1000Base-SX, 1000Base-LX, 1000Base-XD, 1000Base-ZX, 1000Base-BX e 1000Base-EX;
- Para o empilhamento, os switches dentro de um conjunto deverão ser interligados, em uma topologia em anel, através de conexão a uma velocidade de no mínimo 2 Gbps entre pares de equipamentos Switches. A conexão Deve ser realizada em anel de forma que a interrupção física em uma das conexões não interrompa a comunicação de qualquer dos equipamentos com os outros equipamentos do conjunto. Deverão ser fornecidos todos os cabos e acessórios para a ligação e montagem destas interligações em rack padrão 19 polegadas;
- Deve possuir um backplane com capacidade de processamento de no mínimo de 52Gbps;
- Deve possuir um desempenho mínimo de 38 Mbps;

- Deve implementar alimentação elétrica nas portas ethernet para fornecimento de energia para câmeras de circuito interno, access point e telefones ip, conforme o padrão 802.3af com suporte a implementação de PoE+ (32,4w).
- Deve ter a possibilidade de instalação de pelo menos 8 equipamentos do mesmo padrão em pilha;
- Todos os equipamentos do conjunto devem ser gerenciados por um único IP;
- Todos os equipamentos do conjunto devem apresentar arquitetura hotswappable, ou seja , a retirada ou inclusão de um switch na pilha não deve implicar em reinicialização do conjunto nem perda de gerenciamento do equipamento ou mesmo na necessidade de reconfiguração do novo switch ou da pilha em caso de substituição de um dos elementos citados;
- Deve implementar a funcionalidade de roteamento entre VLANs com suporte mínimo a rotas estáticas;
- Seleção automática de velocidade de operação e de modo de operação half-duplex ou full-duplex para as interfaces com conector RJ-45;
- Deve possuir uma interface de console para o gerenciamento e configuração do equipamento com controle de acesso através de usuário e senha;
- Deve possuir capacidade para no mínimo 16.000 (dezesseis mil) endereços MAC;
- Deve possuir memória Flash ou similar para o armazenamento do sistema operacional;
- Deve implementar comando para verificação de CPU e memória do equipamento.
- Deve implementar controle de “broadcast” e “multicast” por interface através de comandos;
- Implementar IGMPv1-RFC 1112 e IGMPv2-RFC 2236;
- Deve permitir a agregação de links de no mínimo 6 (seis) grupo de 4 (quatro) interfaces ethernet, devendo permitir a agregação inclusive de portas que não encontre-se no mesmo switch mais em switches diferentes da pilha.
- Deve implementer os protocolos IEEE 802.1D Spanning Tree Protocol (STP), IEEE 802.1w Rapid Spanning Tree Protocol (RSTP) e IEEE 802.1s Multiple Spanning Tree Protocol (MSTP);
- Deve implementar espelhamento de porta;
- Deve implementar o protocolo IEEE 802.1x para autenticação do usuário, permitindo a associação dinâmica do usuário a determinada VLAN, e a possibilidade de registar usuários Guest e com suporte a EAP;
- Deve implementar IEEE 802.1x com suporte a SHSA e MHMA

- Deve implementar gerenciamento via SNMP v3 (Simple Network Management Protocol version 3 – RFC 2570), com implementação de criptografia;
- Deve implementar suporte aos seguintes grupos de RMON (Remote Monitoring – RFC 2819): History, Statistics, Alarms e Events;
- Deve permitir a utilização de filtros (ACL) em camadas 2 a 4, por endereço MAC de origem e destino, endereço IP de origem e destino, porta TCP/UDP de origem e destino;
- Deve implementar facilidade para determinação de qual endereço IP tem permissão para acesso à interface do Switch, permitindo a configuração de no mínimo 1 (um) endereço por interface;
- Deve implementar facilidade que permita bloquear automaticamente uma interface de acesso que seja caminho para um switch que esteja se elegendo como root-bridge;
- Deve implementar suporte à autenticação Radius e TACACS+ permitindo um controle centralizado do equipamento e evitando que usuários não autorizados alterem a configuração do equipamento;
- Deve suportar SSHv2 (Secure Shell);
- Deve permitir a classificação e reclassificação de pacotes de dados baseado em Camada 2, Camada 3 e Camada 4, através do endereço MAC de origem, destino, endereços IP de origem e destino, porta TCP/UDP de origem e destino;
- Deve ter suporte em hardware a pelo menos 4 (quatro) filas em hadware por interface, para tratamento de QoS no trafego de saída;
- Deve ter suporte ao algoritmo “Weighted Round Robin” (WRR) ou similar;
- Deve ter implementado o protocolo Network Timing Protocol (NTP - RFC 1305) ou SNTP (RFC 1361) para a sincronização do relógio com outros dispositivos;
- Deve permitir a configuração de todas as características e funcionalidades do equipamento via linha de comando e via interface gráfica à ser fornecida junto com o equipamento;
- A interface gráfica de configuração, à ser fornecida, Deve ter não somente a função de configuração mais de monitoramento do equipamento, apresentando o status em tempo real dos led do equipamento e das portas, além de apresentar relatórios de trafego e performance do equipamento com tabelas e gráficos dos números do equipamento. Caso o software de configuração, porção server, dependa de servidor a parte para operar o mesmo Deve ser fornecido junto com a solução;
- Deve ser gerenciável via Telnet, SSH v2, CLI/Console, RMON, HTTP, HTTPS, SNMPv1/v2/v3, Syslog (com capacidade de configuração de no mínimo dois servidores de syslog);

- Deve implementar a criação de VLANs no padrão IEEE 802.1Q.
- Deve suportar no mínimo 256 VLANs;
- Deve suportar TFTP (Trivial File Transfer Protocol) para cópia e atualização de arquivos de imagem e de configuração;
- Deve implementar as seguintes funcionalidades, DHCP e DNS, agente BootP e DHCP Relay;
- Deve implementar funcionalidade de DHCP Snooping e inspeção de endereço ARP;
- Deve possuir múltiplos níveis de privilégio para a configuração via console e Telnet;
- Implementação de Link Layer Discovery Protocol (LLDP) e LLDP-MED conforme o padrão IEEE 802.1ab;

2.2.5 10GBASE-LR

10GBASE-LR ("longo alcance") é um tipo de porta para fibra monomodo e usa lasers 1310 nm. Suas características 64b/66b PCS é definido na IEEE 802.3 Cláusula 49 e seu meio físico PMD na Cláusula 52. Ele oferece dados serializados a uma taxa de 10.3125 Gigabits / s linha.

10GBASE-LR tem um alcance especificado de 10 km (6,2 mi), mas os módulos 10GBASE-LR ópticos podem muitas vezes conseguem distâncias de até 25 quilômetros (16 milhas) sem perda de dados.

O transmissor 10GBASE-LR é construído com Fabry-Perot ou laser de realimentação distribuída (DFB). Lasers DFB são mais caros dos que VCSEL, mas sua elevada potência permite transmitir dados a grandes distâncias, através de acoplamento eficiente do comprimento de onda permitir que o pequeno núcleo de fibra alcance grandes distâncias.

2.2.6 10GBASE-LX

10GBASE-LX é um tipo de porta para fibra multimodo e fibra monomodo. Usa quatro fontes de laser separadas que operam em 3,125 Gigabits/s e grossa WDM com quatro comprimentos de onda únicas ao redor 1.310 nm. É definido na IEEE 802.3 Cláusula 48 e PMD na Cláusula 53.

Suporta um alcance de 300 metros (980 pés) sobre FDDI-grade, OM1, OM2 e OM3 cabos multimodo (todos estes tipos de fibras são especificados para ter uma largura de banda mínima modal de 500 MHz * km em 1300 nm).

10GBASE-LX também suporta uma faixa de 10 quilômetros (6,2 milhas) ao longo de SMF.

Para as ligações FMM a saída WDM precisa ser acoplado através de um deslocamento SMF-lançamento modo condicionado patch cord. Isto é explicado em subseções 53,6 e 38.11.4 da especificação IEEE 802.3.

2.2.7 10GBASE-T

10GBASE-T , ou IEEE 802.3an-2006 , é um padrão lançado em 2006 para fornecer 10 conexões Gigabits/s através de cabos par trançado blindado ou, em distâncias de até 100 metros (330 ft) com categoria 6ª, sendo necessário para atingir a distância total de 100 metros e com categoria 6 vai chegar a uma distância de 55 metros (180 pés). Infra-estrutura de cabo 10GBASE-T também pode ser usado para 1000BASE-T permitindo uma atualização gradual de 1000BASE-T com a negociação automática para selecionar qual velocidade para usar. 10GBASE-T tem latência no intervalo de 2 a 4 microssegundos em comparação com 1 a 12 microssegundos para 1000BASE-T.

10GBASE-T utiliza a IEC 60603-7 8P8C (vulgarmente conhecido como RJ45). Conectores já amplamente usados com Ethernet.

2.2.8 Módulo de Interligação da Central IP – CCO

Módulo de Interligação da Central IP será responsável pela interconexão dos elementos da centra telefonia IP e do sistema com a rede administrativa e os anéis para levar o sinal dos ramais IP's até as sessões administrativas, estações, pátios e subestações. A central IP é descrita na Especificação Técnica da Central Telefonica. Deve possuir no mínimo 24 (vinte e quatro) interfaces padrão IEEE 802.3ab 10/100/1000 Base-T com conector RJ-45.

O Módulo de Interligação deve possuir no mínimo 24 (vinte e quatro) interfaces padrão IEEE 802.3ab 10/100/1000 Base-T com conector RJ-45;

Deve possuir 4 (quatro) portas do tipo SFP para instalação de interfaces giga do tipo fibra com suporte mínimo aos seguintes tipos de interfaces: 1000Base-T, 1000Base-SX, 1000Base-LX, 1000Base-XD, 1000Base-ZX, 1000Base-BX e 1000Base-EX;

Todos os equipamentos do conjunto devem suportar a operação com fonte de alimentação REDUNDANTE interna ou externa.

Possuir equipamentos em pilha, os Módulos de Interligação dentro de um conjunto deverão ser interligados, em uma topologia em anel, através de conexão a uma velocidade de no mínimo 40 (quarenta) Gbps entre pares de e Módulos de Interligação A conexão deve ser realizada em anel de forma que a interrupção física em uma das conexões não interrompa a comunicação de qualquer dos equipamentos com os outros

equipamentos do conjunto. Deverão ser fornecidos todos os cabos e acessórios para a ligação e montagem destas interligações em rack padrão 19 polegadas;

Deve possuir um backplane com capacidade de processamento de no mínimo de 80Gbps;

Deve possuir um desempenho mínimo de 36Mbps;

Deve ter a possibilidade de instalação de pelo menos 8 equipamentos do mesmo padrão em pilha;

Todos os equipamentos do conjunto devem ser gerenciados por um único IP. A perda de qualquer unidade da pilha não deve implicar perda do endereço IP de gerenciamento, a perda de dois Módulo de Interligação quaisquer da pilha também não deve acarretar na desconfiguração da pilha e na perda deste endereço IP ;

Todos os equipamentos do conjunto devem apresentar arquitetura hotswappable, ou seja, a retirada ou inclusão de um Módulo de Interligação na pilha não deve implicar em reinicialização do conjunto nem perda de gerenciamento do equipamento ou mesmo na necessidade de reconfiguração do novo Módulo de Interligação ou da pilha em caso de substituição de um dos elementos citados;

Dispositivo fisicamente independente, com gabinete e fonte de alimentação próprios, que implemente comutação de pacotes camada 2 e 3 (referência ao modelo OSI).

Seleção automática de velocidade de operação e de modo de operação half-duplex ou full-duplex para as interfaces com conector RJ-45;

Deve possuir uma interface de console para o gerenciamento e configuração do equipamento com controle de acesso através de usuário e senha;

Deve possuir uma matriz de comutação de no mínimo cem por cento do somatório da velocidade (em modo half-duplex) de todas as interfaces instaladas;

Deve possuir capacidade para no mínimo 8.000 (oito mil) endereços MAC;

Deve possuir memória Flash ou similar para o armazenamento do sistema operacional;

Deve possuir memória não volátil para o armazenamento da configuração;

Deve implementar controle de “broadcast” e “multicast” por interface através de comandos;

Deve permitir a agregação de links de no mínimo 32 (trinta e dois) grupos de 8 (oito) interfaces Gigabit ethernet, devendo permitir a agregação inclusive de portas que não

encontre-se no mesmo Módulo de Interligação mais em Módulo de Interligaçãoes diferentes da pilha.

Deve implementar os protocolos IEEE 802.1D Spanning Tree Protocol (STP), IEEE 802.1w Rapid Spanning Tree Protocol (RSTP) e IEEE 802.1s Multiple Spanning Tree Protocol (MSTP);

Deve implementar espelhamento de porta do tipo one-to-one e many-to-one. Implementando o espelhamento do trafego de entrada e saída do equipamento;

Deve implementar o protocolo IEEE 802.1x para autenticação do usuário, permitindo a associação dinâmica do usuário a determinada VLAN, e a possibilidade de registar usuários Guest e com suporte a EAP;

Deve implementar IEEE 802.1x com suporte a SHSA e MHMA

Deve implementar gerenciamento via SNMP v3 (Simple Network Management Protocol version 3 – RFC 2570), com implementação de criptografia;

Deve implementar suporte aos seguintes grupos de RMON (Remote Monitoring – RFC 2819): History, Statistics, Alarms e Events;

Deve permitir a utilização de filtros (ACL) em camadas 2 a 4, por endereço MAC de origem e destino, 16-bit Ethertype, endereço IP de origem e destino, porta TCP/UDP de origem e destino e deve ter capacidade de geração de log de ocorrências;

Deve implementar facilidade para limitar o número de endereços MAC que têm acesso a uma interface do Módulo de Interligação e também facilidade que permita determinar estaticamente um endereço MAC a uma interface de forma que este endereço MAC não tenha acesso à outra interface do Módulo de Interligação;

Deve implementar funcionalidade de auto aprendizagem dos endereços MAC que poderá acessar determinadas portas, para evitar que o administrador tenha que configurar endereço por endereço e que possa simplesmente confirmar endereços aprendidos via interface de gerencia. Esta facilidade deve permitir também a configuração de tempo, em que a porta ficará neste modo.

Deve implementar facilidade para determinação de qual endereço MAC tem permissão para acesso à interface do Módulo de Interligação, permitindo a configuração de no mínimo 1 (um) endereço por interface;

Deve implementar facilidade que permita bloquear automaticamente uma interface de acesso que seja caminho para um Módulo de Interligação que esteja se elegendo como root-bridge;

Deve implementar suporte à autenticação Radius e TACACS+ permitindo um controle centralizado do equipamento e evitando que usuários não autorizados alterem a configuração do equipamento;

Deve suportar pelo menos 2 (duas) conexões simultâneas através de SSHv2 (Secure Shell);

Deve permitir a classificação e reclassificação de pacotes de dados baseado em Camada 2, Camada 3 e Camada 4, através do endereço MAC de origem, destino, endereços IP de origem e destino, porta TCP/UDP de origem e destino;

Deve ter suporte em hardware a pelo menos 8 (oito) filas em hardware por interface, para tratamento de QoS no trafego de saída;

Deve ter suporte ao algoritmo “Weighted Round Robin” (WRR) ou similar;

Deve ter implementado o protocolo Network Timing Protocol (NTP - RFC 1305) ou SNTP (RFC 1361) para a sincronização do relógio com outros dispositivos;

Deve permitir a configuração de todas as características e funcionalidades do equipamento via linha de comando;

Deve implementar a criação de VLANs no padrão IEEE 802.1Q. Deve suportar no mínimo 1000 VLANs;

Deve suportar FTP (File Transfer Protocol) ou TFTP (Trivial File Transfer Protocol) para cópia e atualização de arquivos de imagem e de configuração;

Deve possuir múltiplos níveis de privilégio para a configuração via console e Telnet;

Deve implementar IGMP v1, v2 e v3;

Deve implementar os seguintes protocolos de roteamento IP: RIPv1 (Routing Information Protocol version 1 – RFC 1058), RIPv2 (Routing Information Protocol version 2 – RFC 2543), OSPFv2 (Open Shortest Path First version 2 – RFC 2328;

Implementação de Link Layer Discovery Protocol (LLDP) e LLDP-MED conforme o padrão IEEE 802.1ab;

2.2.9 Transceiver Óptico 10 Gbps 10GBase-LR

Transceiver Óptico 10GBase-LR (10km), padrão SFP+ e conector LC. Deve ser responsável pela conexão da fibra nos switches que constitui o anel que passa por todas as estações e pátios.

- Transceiver Óptico 10GBase-LR (10km);
- Padrão SFP+;
- Conector LC;
- O conector é um elemento extremamente importante e deve ser comercial e de baixa perda. Apresentar alta densidade de conexão, sendo o conector LC – local connector o mais indicado e normatizado através da IEC 61754-20, tipo Snap.

2.2.10 Transceiver Óptico 1 Gbps 1000Base-LX

Transceiver Óptico 1Gbps, 1000Base-LX (10km), padrão SFP e Conector LC. Deve ser responsável pela conexão da fibra entre os switches do anel que fica na estação com o switch alocada nas subestações retificadoras;

- Transceiver Óptico 1000Base-LX (10km);
- Padrão SFP;
- Conector LC;
- O conector é um elemento extremamente importante e deve ser comercial e de baixa perda. Apresentar alta densidade de conexão, sendo o conector LC – local connector o mais indicado e normatizado através da IEC 61754-20, tipo Snap.

2.2.11 Transceiver 1 Gbps

Transceiver 1Gbps, 1000Base-T, padrão SFP. Deve ser responsável pela conexão dos equipamentos da estação, sendo ou não através de outros switches de acesso ao switch 10 Giga que constitui o anel (anel 10G).

- Transceiver Óptico 1000Base-T;
- Padrão SFP;
- Conector LC;
- O conector é um elemento extremamente importante e deve ser comercial e de baixa perda. Apresentar alta densidade de conexão, sendo o conector LC – local connector o mais indicado e normatizado através da IEC 61754-20, tipo Snap.

2.2.12 Software de Gerenciamento

Responsável geral pelo gerenciamento da infraestrutura implantada. Atualmente não é mais possível conceber um sistema de transmissão de dados sem esse gerenciamento de forma amigável.

- Deve ser entregue solução de gerenciamento web-based, que implementa gerenciamento gráfico da infraestrutura em tempo real;
- Deve ser compatível com o ambiente operacional Windows Server ou Linux;
- Deve controlar toda estrutura de switches ofertados;
- Deve possuir uma área gráfica que permita a visualização da topologia da rede gerenciada e outra área de navegação com estrutura de arvore ou box selection para navegação entre os vários níveis e funções do sistema de gerenciamento.

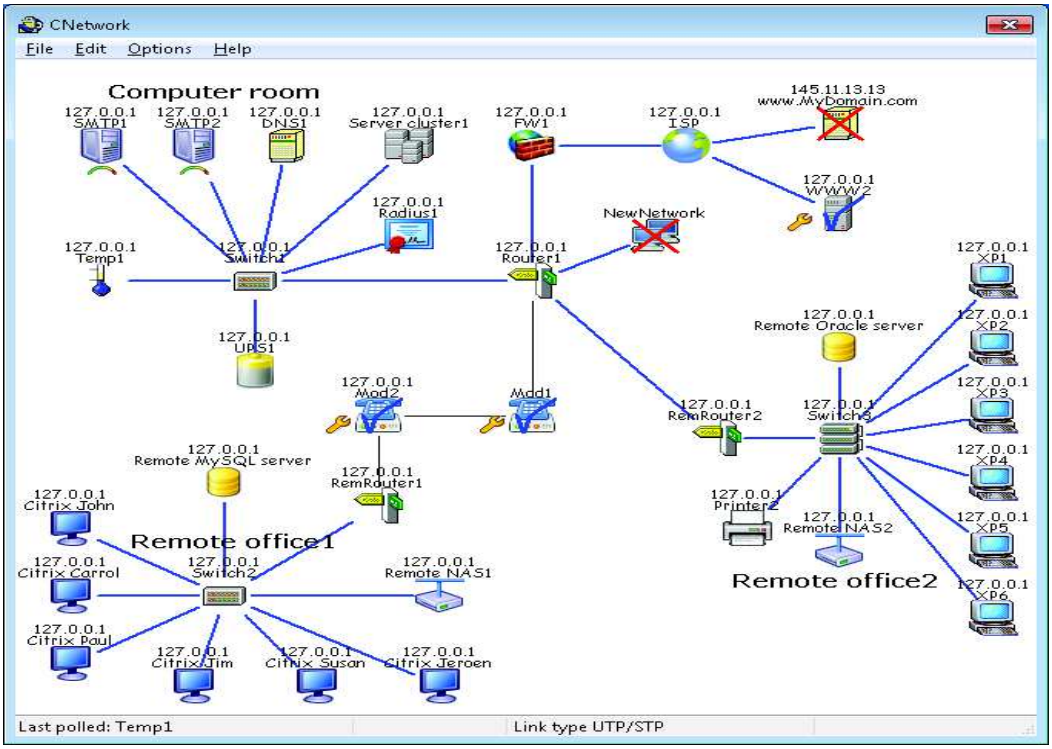


Figura 5 – Exemplo de visualização da topologia da rede

- Deve permitir o discovery dos componentes que compõem a infra estrutura de comunicação de dados e dos telefones IPs ligados a rede de dados;
- Deve possuir função de visualização gráfica do equipamento gerenciado, permitindo a configuração gráfica individual dos elementos da rede e a visualização em tempo real dos led do equipamento na interface de gerência.
- Deve permitir no mínimo a configuração de VLAN, VRF, ambiente de cluster, roteamento e multicast
- Deve implementar acesso multi-user com varios níveis de administração do sistema
- Deve possuir ferramenta de administração de senhas de acesso a dispositivos, permitindo que os elementos de rede administrados possuam diferentes senhas e o sistema de gerencia possa acessar-los através das diferentes senhas armazenadas na plataforma de gerencia.

- Deve possuir sistema de gerenciamento de arquivos de configurações do sistema
- Deve possuir sistema de auditoria de logs do sistema
- Deve suportar os protocolos SNMPv3, HTTP, HTTPS, Telnet, SSH e TFTP
- Deve implementar mecanismo de gerenciamento de VLANs permitindo a criação, remoção e modificação de VLANs em vários elementos de rede de forma simultânea.
- Deve permitir a visualização de informações das VLANs gerenciadas incluindo a visualização dos membros da VLAN e informação das portas das VLANs
- Deve permitir a visualização dos grupos de Spanning Tree incluindo informações dos protocolos e configurações
- Deve possuir mecanismo de wizard para configuração de VLANs ao longo do ambiente
- Deve possuir mecanismo de controle e configuração das portas dos elementos de rede permitindo inclusive a configuração de agregação de porta para compor link agregations
- Deve possuir ferramenta de criação, configuração e administração de VRFs, implementando a configuração totalmente via ambiente gráfico com suporte a workflow para facilitar este tipo de configuração
- Deve permitir a configuração via ambiente gráfico de funções de roteamento como rota estática, RIP, OSPF, ARP, VRRP e roteamento IPv6 permitindo o OSPF também para IPv6
- Deve suportar o monitoramento e gerenciamento de qualquer dispositivo SNMP da rede;
- Permitir a visualização da performace da rede
- Permitir diagnosticos fisicos e lógicos da rede
- Dever realizar a administração da priorização de trafego na rede
- Deve realizar o controle de energia dos equipamentos gerenciados incluindo mapas de consumo de energia por hora
- Deve prover mecanismo de controle e gerenciamento de todo o QoS da rede.
- Deve prover mecanismo de configuração de todo ambiente L3 da rede.
- Deve prover mecanismo para configuração de access control list.
- Deve prover mecanismo para configuração de infra-estrutura que utiliza os protocolos 802.1aq.
- Deve possuir ferramenta de correlação de eventos, correlacionando traps SNMP com eventos de rede

- Possuir ferramenta de trace.
- Deve possuir ferramenta de MIB Browser e compliação de MIB
- Deve possui mecanismo de report e analise gráfica em tempo real e histórico da performance e funcionamento do sistema.
- Deve possuir mecanismos de controle de autenticação baseados em SHA e criptografia baseado em AES para acesso e coletagem de dados dos dispositivos gerenciados
- Deve possuir ferramenta de importação e exportação de dados
- Deve permitir a exportação de dados em formato HTML, CSV e XML
- Deve implementar o diagnóstico baseado em ping, L2 e L3.

3 DESCRITIVO E MEMORIAL DE CÁLCULO DA REDE DE FIBRA ÓPTICA

3.1 Características Técnicas

Conforme descrito no Projeto Básico o cabo de fibra óptico (FO) tem como objetivo disponibilizar um meio físico seguro e eficiente para interconexão entre os equipamentos de campo ao Centro de Controle e vice-versa. Concebido a partir de pares de fibra óptica monomodo, conforme abaixo especificado. Não fazendo parte deste escopo o fornecimento, lançamento e conectorização desses cabos de FO, DIOs e bastidores. Exceto nas novas estações e subestações, na qual deverá contemplar rede de fibra óptica semelhante e compatível. Antes do início das instalações dos equipamentos da nova planta do sistema de transmissão de dados deverão ser efetuados os testes necessários para comprovar o correto funcionamento da rede de fibra óptica existente.

3.2 Cabos ópticos 12/24 fibras ópticas

O cabo óptico contém fibras ópticas agrupadas em unidades básicas em tubo “loose” e núcleo seco resistente à penetração de umidade, elementos de tração e capa externa de material termoplástico. Além destas premissas básicas os cabos ópticos de 12 / 24 fibras ópticas atendem as seguintes especificações:

- Constituído por 12 pares ou 24 fibras ópticas monomodo (9/125) que atende ao padrão internacional ITU-T G.652.B;
- Conformidade com a norma ABNT NBR 14773;
- Certificado pela ANATEL;
- Elemento central não metálico;

- Núcleo seco;
- Amarração do núcleo com fita de bloqueio de água;
- Elemento de tração formado por fibras dielétricas;
- Possui camada de proteção anti-roedores em malha de fibra de vidro;
- Capa externa de polietileno com retardância à chama;
- Cabo óptico tipo LSZH (Baixo índice de fumaça e livre de substâncias halógenas).
- Possui capacidade de transmitir dados digitais a taxas míninas de 10 Gbps em enlaces superiores à 20 km.
- Homologado junto à Anatel como CFOA-SM-DDR-S LSZH;
- Atenuação máxima em 1.550 nm: 0,30 dB/Km.

3.3 Distribuidores Gerais Ópticos (DGOs ou DIOs)

Distribuidor geral óptico (DGO ou DIO) de 12/24/48 fibras – 1 (um) bastidor tipo rack de 19", com altura de 1U com estrutura em aço SAE 1010 de 1,2 mm, tipo gaveta com acesso frontal, equipado com módulo para acomodação das emendas e com capacidade para 12/24/48 fibras monomodo e conectores tipo LC e polimento UPC, nas salas técnicas das estações metroviárias e CCO.

Os cabos ópticos terminados dentro do DIO através de conexão do mesmo tipo com os *pig tail* e estes nos conectores ópticos dispostos no painel frontal.

3.4 Bastidor 19 polegadas Tipo 1

- O bastidor tipo 19 polegadas possui altura de 41U instalados nas salas técnicas de cada estação e CCO;
- Profundidade mínima de 570 mm;
- Possui estrutura do gabinete monobloco em aço tipo SAE 1020 com estrutura consolidada por solda. Quadro frontal com perfil fixo de primeiro plano para fixação de equipamentos, caracterizado por perfis verticais com furos quadrados e estampados conforme padrão de Unidade de Altura (U), para utilização de porcas com presilha tipo gaiola.
- Pintura eletrostática em epóxi pó;
- Portas laterais e traseira confeccionadas em aço tipo SAE 1020 com fechadura e segredo. Porta frontal com visor acrílico fumê, aço tipo SAE 1020, puxador com fecho YALE e abertura 180°.

- Tampas laterais encaixadas na estrutura, fixadas por dois fechos na parte superior e fácil remoção. Possuir venezianas para ventilação.
- Todas as portas e tampas de acesso do bastidor possuem fechadura e chave com segredo único;
- A base com sapatas com parafusos para nivelamento e furações para fixação no piso com chumbadores.;
- Possui suporte para cabos montados em ambos os lados da parte traseira do bastidor;
- Barras de aterramento de cobre estanhado com no mínimo 2 terminais para cabos de 6mm² e 4 terminais para cabos de 4mm²;
- Régua de alimentação CA, sem fusível, com 4 tomadas tripolares e distribuídas em dois circuitos, com capacidade para 16 A, terminados em conectores na extremidade da calha.

3.5 Bastidor 19 polegadas Tipo 2

- O bastidor tipo 19 polegadas possui altura de 8U instalados nas SRs e pátios (Torre de Pátio Asa Sul e Torre do Pátio Águas Claras);
- Porta Frontal embutida, armação em aço e visor em acrílico;
- Porta com fechadura e chave com segredo;
- Abertura da porta padrão da esquerda para direita, com opção de inversão;
- Furos oblongos na parte traseira para fixação em parede;
- Acompanha kit com parafusos e buchas;
- Planos internos para fixação de equipamentos, sendo 02 planos frontais e 02 planos traseiros com opção de regulagem no sentido de profundidade;
- Laterais e fundos com aletas de ventilação e fecho rápido facilitando a remoção;
- Confeccionado em aço SAE 1020;
- Altura 8U;
- Profundida mínima 570 mm;
- Pintura Epóxi Texturizada – Pó texturizada.
- Equipado com sistema de ventilação/exaustão com no mínimo um cooler.

Equipamento		DGO			Rack 19"		Cordões de
Localidade		48 F.O.	24 F.O.	12 F.O.	41U	8U	Monomodo - 50cm
CCO		4		1	2		102
PAC	TPAC		1				12
	SM			1		1	6
ANEL 1	114	1		1	1		30
	110	1		1	1		30
	106	1			1		24
	102	1			1		24
	CTL		1		1		12
	GAL	1		1	1		30
	104	1		1	1		30
	108	1			1		24
	112	1			1		24
	SR01			1		1	6
	SR02			1		1	6
	SR03			1		1	6
	SR04			1		1	6
ANEL 2	ARN	3		1	1		78
	FEI	3		1	1		78
	ASA	2			1		48
	SHP	3	1		1		84
	GUA	3		1	1		78
	SR05			1		1	6
	SR06			1		1	6
	SR70			1		1	6
	SR08			1		1	6
	TPAS			1		1	6
ANEL 3	CLA	1		1	1		30
	FUR		1		1		12
	SAM	1			1		24
	SAS	1		1	1		30
	TAS	1		1	1		30
	SR09			1		1	6
	SR15			1		1	6
	SR16			1		1	6
ANEL 4	EPQ	1		1	1		30
	ONO	1		1	1		30
	CES	1		1	1		30
	CEC	1		1	1		30
	CEI		1		1		12
	CEN	1		1	1		30
	GBA	1			1		24
	MET	1			1		24
	REL	1			1		24
	CON	1			1		24
	SR10			1		1	6
	SR11			1		1	6
	SR12			1		1	6
	SR13			1		1	6
	SR14			1		1	6
Total		39	5	34	31	18	1200

Tabela 4 – Rede de fibra óptica e acessórios existentes

TRECHO	ENLACE (m)	QUANTIDADE DE ENLACES	TOTAL (m)	TRECHO LÓGICO
CTL-GAL	800	1	800	ANEL 1 - VIA 2
GAL-102	860	1	860	
102-104	810	1	810	
104-106	810	1	810	
106-108	810	1	810	
108-110	820	1	820	
110-112	820	1	820	
112-114	820	1	820	
114-ASA	1,650	1	1,650	
ASA-SHP (x3)	2,230	3	6,690	ANEL 2 - VIA 1
SHP-FEI (x3)	3,090	3	9,270	
FEI-GUA (x3)	1,010	3	3,030	
GUA-ARN (x3)	4,160	3	12,480	ANEL 2 - VIA 2
ARN-CLA(x3)	1,370	3	4,110	
CLA-CCO (x4)	1,800	4	7,200	
CLA-TAS	2,280	1	2,280	ANEL 3 - VIA 4
TAS-FUR	2,530	1	2,530	
FUR-SAS	1,430	1	1,430	

SAS-SAM	1,630	1	1,630
CON-CCO	2,300	1	2,300
CON-EPQ	880	1	880
EPQ-REL	1,340	1	1,340
REL-ONO	2,600	1	2,600
ONO-MET	900	1	900
MET-CES	1,050	1	1,050
CES-GBA	2,400	1	2,400
GBA-CEC	1,010	1	1,010
CEC-CEN	1,130	1	1,130
CEN-CEI	1,030	1	1,030
TOTAL	44,370		73,490

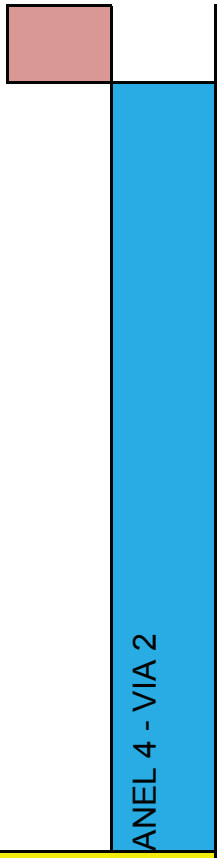


Tabela 5 – Tabela de Enlaces entre estações - Cabo de 12 pares

TRECHO	ENLACE (m)	FOLGA (m)	QTE DE ENLACES	TOTAL (m)
SR01	150	50	1	200
SR02	100	50	1	150
SR03	100	50	1	150
SR04	200	50	1	250
SR 05 - SHP	850	100	1	950
SR06 - FEI	1590	100	1	1690
SR 07 - GUA	810	100	1	910
SR 08 - ARN	1350	100	1	1450
SR 09 - CLA	440	100	1	540
SR 15- TAS	300	100	1	400
SR 16 - SAS	260	100	1	360
SM - TPAC	1100	100	1	1200
TPAC - CCO	600	100	1	700
TOTAL	7850	1100	13	8950

Tabela 6 – Tabela de Enlaces - Cabo 6 pares.

O quinto anel será composto somente pelas estações mestras e suas adjacentes, a fim de garantir outra redundância para o sistema de sinalização e tráfego dos trens. A planilha abaixo demonstra a estações e distância entre elas. A formação deste anel faz parte do escopo deste fornecimento e deverá ser utilizado um par das fibras existentes.

Estações Mestres	Mestre Adjacente	Distância (m)
CLT	110	4.340
110	SHP	5.134
SHP	FEI	2.995
FEI	CLA	6.217
CLA	SMA	7.502
CLA	EQP	2.057
EQP	CES	6.883
CES	CEI	4.046

Tabela 7 – Anel 5 - Estações mestras e adjacentes

Esse quinto anel deverá contemplar as mesmas características e normas aplicáveis. Constituição final dos anéis:

- Anel 01 compreende as estações CTB, CTL, GAL, 102 à 114 Sul;
- Anel 02 compreende as estações entre ASA à ARN, PAS;
- Anel 03 compreende as estações entre CLA à E36;
- Anel 04 compreende as estações entre CON à E29, PAC;
- Anel 05 compreende a interligação de todas as estações mestras (CTL, 110, SHP, FEI, CLA, EPQ, CES, CEI E SAM).

Todos os anéis são convergentes no CCO (Sala Técnica).

Nas dependências das novas estações e subestações todos os equipamentos já deverão possuir saída fast ethernet.

No lançamento dos cabos de fibra óptica entre as novas estações e SRs com distâncias inferiores a 1Km entre estações não poderão apresentar emenda ao longo da via. Distâncias superiores a 1 Km poderá possuir caixas de emenda.

4 ESPECIFICAÇÃO DE SERVIÇO DE INSTALAÇÃO PARA AS NOVAS ESTAÇÕES E SUBESTAÇÕES

4.1 Especificação dos serviços:

- Não poderá alegar desconhecimento da complexidade do serviço objeto deste.
- Todo e qualquer dano provocado pelos trabalhos de instalação deve ser sanado, visando restaurar as condições originais;
- Deve atender às normas de segurança, meio ambiente e saúde para a execução de seus trabalhos em obediência à legislação.
- Deve fornecer todos os equipamentos, materiais de instalação, emendas, terminações e pessoal técnico qualificado necessário à realização das atividades de instalação e dos testes ora instalado.
- A coordenação dos serviços e responsabilidade técnica deve ser exercida por responsável técnico com currículo vitae, aprovado pela fiscalização do Metrô - DF, com experiência na prestação dos serviços contratados;
- O responsável técnico pela execução integral dos serviços deve dispor de transporte adequado e telefone móvel celular para contatos normais e urgentes.
- Deve ter Sistema de Garantia da Qualidade para controle de todos os processos executivos e procedimentos. A aplicação e acompanhamento dos procedimentos e documentação deverão ser exercidos por profissional habilitado.

4.2 Plano de Execução

- O objetivo deste serviço é consolidar a implementação da solução de forma que a CONTRATANTE e a CONTRATADA tenham o mesmo entendimento do fornecimento, permitindo a correta implantação;
- Deve executar os seguintes planos e programas:
  - Logística e Instalação;
  - Testes;
  - Avaliação de Desempenho;
  - Treinamento;

4.3 Logística

- Deve ser realizada a logística para disponibilizar os equipamentos no almoxarifado da CONTRATANTE, compreendendo principalmente as atividades de emissão das notas

fiscais, embalagem/desembalagem, transporte dos equipamentos e mobilização/desmobilização de mão de obra técnica, e qualquer outra atividade pertinente.

- O almoxarifado da CONTRATANTE localiza-se no Complexo de Manutenção do Metrô - DF, endereço: Av. Jequitibá N° 155, Águas Claras - DF, CEP 71.929-540.

4.4 Termo de Aceitação Provisória

- O objetivo é assegurar, através de testes em campo dos equipamentos, que o Sistema a ser colocado em operação tem condições de operar integralmente de acordo com as Normas e exigências desta especificação.
- A CONTRATADA deve realizar as inspeções e testes, de acordo com o planejamento e procedimentos aprovados, a fim de comprovar o atendimento aos requisitos deste Termo de referência, para cada item sob teste. A supervisão será realizada pela CONTRATANTE;
- Os resultados dos testes deverão ser submetidos à aprovação da CONTRATANTE e toda não conformidade deve ser corrigida pela CONTRATADA sem ônus à CONTRATANTE.

Testes Funcionais de Sistema:

- A CONTRATADA deve realizar os testes funcionais do Sistema de comunicação de dados com o objetivo de demonstrar total atendimento às características técnicas e funcionais exigidas neste documento;
- Os testes devem compreender o funcionamento, a configuração, iniciação, diagnósticos, sinais de entrada e saída, degradações, modos restritivos de operação e ajustes de sinais, se necessário;

4.5 Aceitação Definitiva – Certificado de Recebimento Definitivo (CRD)

- O objetivo desta etapa é comprovar que o desempenho do Sistema está em conformidade às especificações deste.
- Na etapa de Aceitação Definitiva a CONTRATADA deve realizar as seguintes atividades e gerar os seguintes documentos:

Atividades

- Eliminação de todas as não conformidades observadas na etapa de testes;
- Certificar a conformidade dos itens instalados em relação ao projeto, revisando, se necessário, toda a documentação técnica que sofrer adequação durante o processo de desenvolvimento do projeto e implantação do Sistema;

- Medição da Avaliação de Desempenho em operação (confiabilidade e disponibilidade);
- Apresentação dos resultados da Avaliação de Desempenho, para aprovação do Metrô - DF;
- Execução das atividades de Manutenção e Suporte Técnico previstos na Garantia do Sistema.

- A avaliação de desempenho deve ser realizada pela CONTRATADA, sob fiscalização da CONTRATANTE, e tem o objetivo de comprovar que os parâmetros de confiabilidade e disponibilidades práticos (em operação comercial) estão respeitando os requisitos especificados neste documento;
- A CONTRATADA deve realizar a avaliação de desempenho durante um período de 10 dias, contados da emissão do Certificado de Recebimento Definitivo (CRD);
- A CONTRATADA deve elaborar um relatório de avaliação de desempenho do Sistema, ao término dos testes, a fim de se avaliar possíveis discrepâncias em relação aos valores especificados e se existe a necessidade de correção das não conformidades;
- Na ocorrência de resultados insatisfatórios nos parâmetros analisados, a CONTRATADA deve elaborar propostas de solução e submetê-las à aprovação da CONTRATANTE;
- No caso de alterações no projeto de itens do Sistema a medição da avaliação de desempenho do item corrigido será reiniciada até completar o período de avaliação previsto, respeitando-se sempre um período mínimo de 10 dias de avaliação;
- O plano para avaliação do desempenho (confiabilidade e disponibilidade) do Sistema deve ser elaborado pela CONTRATADA;
- A avaliação de desempenho deve conter as seguintes características:
  - Conter todos os equipamentos do fornecimento;
  - Levantamento de qualquer falha durante a operação;
  - Nível de teste determinado pelas condições encontradas nos locais de instalação dos equipamentos;
- O Certificado de Recebimento Definitivo (CRD) será emitido pela CONTRATANTE em 5 dias úteis após aprovação de todos os documentos resultantes dos testes e eliminação de todas as não conformidades.

4.6 Garantia e Assistência Técnica

- O período de garantia da solução e serviços deve ser de 12 (doze) meses, contado a partir da emissão do CRD (Certificado de Recebimento Definitivo).
- A CONTRATADA deve garantir que os Equipamentos sejam apropriados para suportar, nos locais onde serão instalados, as condições climáticas constantes das especificações técnicas, simultaneamente e sem prejuízo das características técnicas estabelecidas nas especificações.
- A Garantia e a Assistência técnica são partes integrantes da solução, pois definem a condição do fornecimento.
- Dentro do prazo de garantia de 12 meses, em caso de falha de qualquer componente a CONTRATADA responsável deve realizar sua substituição imediata.

4.7 Prazo de execução e horários de trabalho:

- As atividades que envolverem interferências operacionais do Metrô - DF, ou que apresentarem riscos à continuidade da prestação da atividade metroviária deverá ocorrer nos horários conforme especificados na tabela 8.

Horário de Trabalho	
Segunda	0h00 às 4h30
Terça a Sábado	1h30 às 4h30
Domingo	1h30 às 5h30 e 21h às 00h00

Tabela 8 – Horário de execução de serviços

- Todas as atividades deverão ser agendadas, conforme disponibilidade da CONTRATANTE, mediante requerimento na Programação Semanal de Acesso (PSA) do Metrô-DF.

ANEXOS

ANEXO I - PLANILHA GERAL

Escopo Geral – Estimado				
Item	Equipamentos – Sistema de Transmissão de Dados	Qtde		
1.1	Switch Concentrador 10G	2		
1.2	Switch Backbone 10G	70		
1.3	Switch Backbone 10G POE	2		
1.4	Switch Acesso POE	35		
1.5	Modulo de interligação da Central IP	2		
1.6	Transceiver SFP+ 10GBase-LR (10Km)	160		
1.7	Transceiver SFP 1000Base-LX (10km)	94		
1.8	Transceiver SFP 1000Base-T (100m)	20		
Serviços				
3.1	Instalação do Sistema de Comunicação de Dados	1		
3.2	Treinamento do Sistema de Comunicação de Dados	1		
3.3	Garantia e Assistência Técnica do Sistema de Comunicação de Dados	1		

Tabela 9 - Planilha de Equipamentos e Serviços

METRÔ - DF	ENGEVIX	CODIFICAÇÃO ENGEVIX P000160/01-5K-MD-0801-2

SETOR	GERAL
ENDEREÇO	
PROPRIETÁRIO	METRÔ – DF
AUTOR DO PROJETO	PAULO ROBERTO SANTA ROSA
RESPONSÁVEL TÉCNICO	

METRÔ - DF

PAULO ROBERTO SANTA ROSA CREA N° 33092/D-MG

SUBSTITUÍDO POR MD.3/TJ.99/00.801 REV 0

METRÔ - DF

		SISTEMA	TELECOMUNICAÇÕES
		SUB-SISTEMA	TRANSMISSÃO DE DADOS
VISTO	DATA	LOCAL	
AAN	20/12/12	GERAL	
APROVADO	DATA	COMPONENTES /TIPO DE DOCUMENTO	
RMP	28/08/14	MEMORIAL DESCRITIVO	
ESCALA	ETAPA DO PROJ.		
S/ESC.	**BÁSICO**		
N MICROFILME	FOLHA	CODIFICAÇÃO	REVISÃO
	1/19	**MD.4/TJ.99/00.801**	**2**

SUBSTITUÍDO POR MD.3/TJ.99/00.801 REV 0

2	APROVADO CONFORME PARECER 0626/14-TEN	27/08/14	PRSR	MS	ITF	AAN	RMP
1A	REVISADO CONFORME PARECER N°013/14 - TPSF	22/08/14	PSR	ECoA	ITF	AAN	RMP
1	APROVADO CONFORME PARECER EMITIDO NO DIA 04/01/13 PELO ENG.º LUIS NUNES	18/01/13	PSR	ECoA	ITF	AAN	RMP
0	EMISSÃO INICIAL	20/12/12	PSR	ECoA	ITF	AAN	RMP
N°	MODIFICAÇÃO	DATA	FEITO	VISTO	APROVO	VERIF.	APROV
		CONTRATADA				**METRÔ - DF**	
R E V I S Õ E S							

METRÔ DF
MD.4/TJ.99/00.801

MEMORIAL DESCRITIVO

SISTEMA DE TELECOMUNICAÇES
PROJETO BÁSICO

SUMÁRIO

1 OBJETIVO 5
2 SISTEMA DE TRANSMISSÃO DE DADOS (STD) – MEMORIAL DESCRITIVO 5
3 DETALHAMENTO 7
4 DESCRITIVO CONCEITUAL E FUNCIONAL DA REDE DE FIBRA ÓPTICA 10
5 DESCRIÇÃO DO SISTEMA EXISTENTE 13
6 SOBRESSALENTES 18
7 INSPEÇÕES, TESTE E ACEITAÇÃO DO SISTEMA. 18
8 GARANTIA 18
9 ESCOPO DO PROJETO EXECUTIVO 19
10 JIG/ FERRAMENTAS/ INSTRUMENTAIS ESPECIALIZADOS 19

1 OBJETIVO

Este documento tem como objetivo apresentar o Descritivo Conceitual e Funcional do Sistema de Transmissão de Dados (STD) – Memorial Descritivo, envolvendo estações, subestações, pátios, CAO e CM, estabelecendo as diretrizes básicas e definindo os requisitos para o projeto executivo, para as extensões dos trechos: Central, Samambaia e Ceilândia e para a modernização do Sistema Atual da Companhia do Metropolitano do Distrito Federal – Metrô-DF.

Quando emitido a Liberação para Operação Comercial do Metrô com as extensões e modernizações efetuadas, a Companhia do Metropolitano do Distrito Federal receberá uma operação automatizada e integrada, com otimização do tráfego, agilidade de comunicação com os passageiros e entre equipes de Operação e Manutenção, garantindo a segurança das operações de movimentação dos trens, impedindo que falhas humanas, defeitos em equipamentos ou materiais integrantes de qualquer um dos Sistemas resultem em situações que possam causar dano físico ou material às pessoas ou ao patrimônio. Ressaltando a convivência de diversas gerações de equipamentos tecnologicamente diferentes, todos em perfeita harmonia. O cumprimento deste objetivo deverá ser viabilizado através de funções incorporadas pelos Sistemas, destinadas a executar a operação metroferroviária e garantir sua segurança.

2 SISTEMA DE TRANSMISSÃO DE DADOS (STD) – MEMORIAL DESCRITIVO

O projeto do Sistema de Transmissão de Dados (STD) objetiva proporcionar um meio de comunicação capaz de interligar todos os sistemas em todas as dependências do Metrô com suas respectivas permissões de acesso. Possibilitando, dessa forma, o fornecimento de canais de comunicação de voz, dados e imagem. De modo a garantir com eficiência, interoperabilidade e robustez a comunicação de todos os sistemas usuários que trafegarão por esse. Ressaltando a disponibilidade de 20% para sistemas futuros.

Devido ao fato de que os equipamentos de transmissão hoje instalados tiveram sua produção descontinuada por parte do fabricante, ficando estes obsoletos com relação à reposição de placas e/ou aquisição de novos equipamentos. Levando-se em conta que este sistema é fundamental e imprescindível para a transmissão dos dados, voz e imagem relativos a toda infraestrutura do sistema Metroviário (Metrô-DF), além do que o acréscimo de novas funcionalidades está previsto para o mesmo, os equipamentos designados atualmente nos anéis 1,2,3, e 4 serão substituídos na sua totalidade por equipamentos comerciais de última geração, com tecnologia ethernet, protocolos TCP/IP, banda de 10GB por anel e mantendo o conceito de Rede Multisserviço de voz, dados e imagens.

2.1 COMUNICAÇÕES – REQUISITOS TECNICOS E OPERACIONAIS PARA EXPANSÃO E MODERNIZAÇÃO DO METRÔ/DF

Para entender a importância do Sistema de Transmissão de Dados (STD), sendo esse a "espinha dorsal" das comunicações do Sistema Metrô-DF, é necessário entender os Sistemas que trafegarão através do STD:

- ✓ Central de Gerenciamento do CCO: Sistema que consiste numa plataforma integrada de supervisão e controle. É uma avançada plataforma de operação e gestão para ambientes metroferroviários, integrando, num mesmo ambiente de operação, diferentes subsistemas, permitindo um aumento da eficiência operacional, através de uma visão global e unificada dos sistemas. Com uma arquitetura modular, suporta, transparentemente, num posto de operação unificado, sistemas heterogéneos tais como: Gestão de Energia, Videovigilância (CFTV), Informação ao Público (visual e sonora), entre outros;

- ✓ Sistema de Radiocomunicação: Comunicação via rádio nas frequências das redes: Trem, Operação e Manutenção, e com cobertura em todo o trecho atual e das extensões. Nas frequências de Operação e Manutenção permitirá comunicação entre transceptores portáteis. A nova planta será totalmente digital, conforme atual Regulação da ANATEL e sistema aberto;

- ✓ Sistema de Sonorização: Sistema Centralizado e Descentralizado. A nova planta será totalmente digital, com protocolo TCP/IP e contemplando: Avisos sonoros aos passageiros (usuários) das estações e funcionários; Avisos informativos e até propaganda (possibilidade de receita extra operacional); Programação de músicas diversas permitindo ambiente sonoro nas estações, sendo esse controlado especificamente pelo gerenciador do Centro de Controle Operacional – CCO;

- ✓ Sistema de Telefonia: A nova planta será baseada numa Central Digital, com protocolo TCP/IP. Será adotada a concepção de central distribuída através de 4 call manager, sendo instalada uma em cada anel de fibra óptica. Em todas as estações das extensões serão concebidas com cabeamento estruturado em suas dependências;

- ✓ Painel de Destino de Trem (PDT): A nova planta, incluindo as extensões, será composta por duas linhas de informações, obedecendo ao padrão atual de informação adotado e normatizado pelo Metrô-DF. Agregando nas linhas a informação do tempo de chegada do trem na plataforma. A nova planta contemplará 2 (dois) PDT´s por plataforma. Junto com as atuais plantas dos novos painéis, serão instalados os relógios digitais com protocolo TCP/IP e sincronizados com o servidor do CCO ou relógio padrão;

- ✓ Sistema de Bilhetagem;

- ✓ Sistema de Ventilação;

- ✓ Rede Administrativa e Operacional;
- ✓ Sistema de CFTV;
- ✓ Sistema de Sinalização e Controle;
- ✓ Sistema de Energia (telecomando e telesupervisão);
- ✓ Sistema de Administração;
- ✓ Rede Wireless (Wifi) (Sistema a ser analisado).

O meio físico (infraestrutura) a ser adotado para implantação do STD terá o mesmo padrão atual através de cabos de fibra óptica (FO) monomodo, envolvendo: estações, subestações, pátios, CAO e CM.

Para todos os sistemas acima listados, a rede de transmissão de dados deverá ser transparente. Em todas as dependências atuais e futuras do Metrô deverá ser instalado um backbone. O backbone deverá ser concebido de tal forma que garanta que cada sistema acesse somente os dados para qual está habilitado, não permitindo acessar os dados de outros sistemas, a não ser que essa opção seja disponibilizada pelo gerenciamento de operação da rede, item 3.4.

A topologia em anel manterá a mesma concepção da atual rede instalada. São 4 anéis, cada um redundante fisicamente e lançado nas redes de dutos primários das via 1 e 3 (sinalização/telecomunicações) e vias 2 e 4 (energia).

Cada um dos sistemas usuários deverá ser configurado para pertencer a uma V-LAN ou um par específico de fibra óptica (FO), de forma que os dados de um Sistema não fiquem dispersos por toda a rede, mas permaneçam em um contexto localizado. Isto impede também as comunicações entre sistemas usuários pertencentes à VLANs diferentes, garantindo, desta forma, um nível superior de segurança das informações trafegadas.

3 DETALHAMENTO

3.1 Requisitos Básicos

A nova planta do STD disponibilizará backbone em todas as dependências do Metrô-DF (estações, subestações, CAO, CM e pátios), atuais e das expansões, utilizando tecnologia Fast Ethernet com, no mínimo, 24 portas e banda de 10GB por anel. As atuais Subestações Retificadoras (SRs) são atendidas por cabos de fibra ópticos entre as estações e as SRs.

O dimensionamento da nova planta do STD deve contemplar as necessidades atuais de capacidade de transmissão de dados, os sistemas a serem migrados e folga para expansão (20% - reserva).

Essa rede deve ter, no mínimo, a mesma configuração de redundância da rede atual: Quatro anéis, sendo que cada um deles possui a sua redundância por meio de anel óptico. A formação desses anéis deverão utilizar os caminhamentos das via 1 e 2 e vias 3 e 4. Não sendo mais permitida a utilização em um único lado de via.

3.2 Requisitos Específicos

A nova planta - Rede Fast Ethernet - substituirá a rede de comunicação de dados atual. No trecho existente utilizará a infraestrutura existente, ressaltando a redundância física com a utilização da infraestrutura das vias denominadas 1 e 2 e das vias 3 e 4. Das estações para as SRs não existirá redundância física. Nas extensões deverá ser utilizado o mesmo princípio, conforme a infraestrutura a ser construída.

O diagrama unifilar será apresentado no projeto executivo.

Em todas as estações deverá ser instalado um rack de piso (armário-backbone) para acomodação de todos os equipamentos da rede, inclusive caminhamento da fibra óptica. Nas SRs um rack de parede.

Os racks das estações acomodarão, em princípio, os seguintes equipamentos: switch de estação, DIO, patch painel cat6, cabos UTPs e conectores ópticos.

Os racks das SRs acomodarão, em princípio, os seguintes equipamentos: conversores, DIOs, patch painel cat6, cabos UTPs, conectores ópticos. Interligando os aparelhos telefônicos analógicos. Sendo que nos DIOs existirá uma derivação para as IEDs do Sistema de Proteção e Controle, de responsabilidade do Sistema de Energia.

No CCO deverá ser instalado um rack de piso para acomodação dos switches core (principal e reserva, sendo ambos ativos), DIOs (principal e reserva) e todos os seus acessórios.

Todos os racks serão alimentados por redes ininterruptas de energia (No-Break) atualmente existentes, exceto nas extensões, que incluem o fornecimento e adotam a estrutura abaixo:

- ✓ Estações Mestras: No-Breaks de 20 kVA;
- ✓ Estações Satélites e CCO: No-Breaks de 12 kVA.

OBS: Os No-Breaks não fazem parte do escopo deste fornecimento, exceto nas extensões.

3.3 Diagrama Unifilar

Conforme já mencionado o diagrama unifilar será detalhado no projeto executivo e contemplará a interconexão dos sistemas/equipamentos abaixo listados e seus respectivos anéis de fibra óptica.

3.3.1 Equipamentos / sistemas - CCO

- ✓ PSTN (do inglês: Public switched telephone network - PSTN) – A rede pública de telefonia comutada ou RPTC é o termo usado para identificar a rede telefônica mundial, comutada por circuitos destinada ao serviço telefônico, sendo administrada pelas operadoras de serviço telefônico. Inicialmente foi projetada como uma rede de linhas fixas e analógicas, porém, atualmente é digital e inclui também dispositivos móveis como os telefones celulares;
- ✓ Call Manager;
- ✓ Correio de voz;
- ✓ Base de dados – Internet;
- ✓ Gerenciador de rede;
- ✓ CFTV;
- ✓ Gravador de voz IP;
- ✓ Switch core;
- ✓ Firewall.

3.3.2 Equipamentos / sistemas – Anéis/estações

- ✓ Backbone em cada estação, pátios, CAO e CM, com um switch de no mínimo 24 portas para atender todos os sistemas através de protocolo TCP/IP.

3.4 Requisitos Específicos – Software de Gerenciamento

Uma das partes vitais de uma rede de comunicação é o seu Software de Gerenciamento. A Interface Homem x Máquina (IHM) será instalada na sala técnica do CCO ou numa área específica designada pelo Metrô/DF, quando da implantação.

O Software de Gerenciamento da Rede será responsável pelo controle total da rede, fornecendo uma visão completa dos switches da rede, alarmes, backups, status dos links e configuração dos equipamentos. Assim o operador possuirá uma visão completa da rede e seus alarmes, fornecendo, assim, uma ação de manutenção preventiva e corretiva mais eficiente. Construída sobre os padrões de Ethernet SNMP ou tecnologia compatível às aplicações do gerenciador, formando uma interface amigável para os operadores e possibilita o gerenciamento da rede através de browser-based interface, que pode ser

acessada a qualquer hora e de qualquer lugar dentro da rede. O Gerenciador deverá manter uma lista centralizada de todos os dispositivos e suas características. O gerenciador de rede será detalhado no projeto executivo.

O Software de Gerenciamento da Rede também terá a função de auditagem através de ferramenta especifica capaz de realizar análise do desempenho da rede. Para cada sistema será fornecido a analise do desempenho com os seguintes parâmetros:

- ✓ Análises de desempenho de aplicações;
- ✓ Visualização do tráfego de pacotes IP da rede ao nível de aplicação e de rede;
- ✓ Avaliação de parâmetros de rede e aplicação que impacta nos indicadores de desempenho de um tráfego;
- ✓ Relatórios identificando fatores que possam contribuir para os problemas de desempenho de tráfego, identificando gargalos potenciais nas aplicações que estão sendo processadas.

4 DESCRITIVO CONCEITUAL E FUNCIONAL DA REDE DE FIBRA ÓPTICA

4.1 Características Técnicas

O cabo de fibra óptico (FO) tem como objetivo disponibilizar um meio físico seguro e eficiente para os equipamentos, concebido a partir de pares de fibra ótica monomodo, em cabos conforme descrição abaixo, entre as estações existentes e as adjacentes e CCO, além do derivador óptico (DIO) com conectorização E2000, sistema físico dualizado tanto os cabos e os DIO´s.

Cabo de fibra óptica para aplicação subterrânea em dutos, com 48 fibras ópticas monomodo com comprimento de onda de 1.310 ηm totalmente dielétrico, núcleo geleado, com proteção adicional de poliamida entre a capa interna e a capa externa e sendo testado nos comprimentos de onda de 1.310 e 1.550 ηm.

O Cabo óptico será definido na concepção do projeto executivo. O fornecedor deverá ser certificado pela ANATEL. Exemplo: Cabo óptico: CF0A-SM-DD-G-48F ou de qualidade superior.

NORMA APLICÁVEL: TELEBRÁS SDT-235-350-718, 235-350-711, 235-350-702, 235-350-506, 235-350-507.

Existem 2 (dois) cabos de fibra óptica monomodo de 48 fibras - 24 pares (Tx e Rx) ao longo das vias, sendo um nas vias 1 e 3, denominado de principal, e outro nas vias 2 e 4, denominado de reserva, e todos interligados entre as estações e as adjacentes e CCO (sala técnica).

- ✓ Anel 01 compreende as estações GTB, CTL, GAL, 102 à 114 Sul;

- ✓ Anel 02 compreende as estações entre ASA à ARN, PAS;
- ✓ Anel 03 compreende as estações entre CLA à E36;
- ✓ Anel 04 compreende as estações entre CON à E29, PAC.

Todos os anéis são convergentes no CCO (Sala Técnica).

Nas dependências das novas estações e subestações todos os equipamentos já deverão possuir saída fast ethernet.

4.2 Considerações Teóricas e Técnicas

O objetivo é fornecer um exemplo de como calcular um enlace óptico e em seguida confronta-los com os valores obtidos na prática, através de instrumento específico, como exemplo: OTDR (*Optical time-domain reflectometry)*. Para cada enlace deverá ser executado o cálculo nominal da atenuação, considerando emendas, conectores, DIOs e distância.

Cálculo da Distância Percorrida:

$$D = \frac{c \times t}{2 \times n}$$

Sendo:

D – Distância;

c – Velocidade da Luz no Vácuo;

t – Tempo;

n – Índice de refração da fibra.

$$n = \frac{C}{V}$$

Sendo:

C – Velocidade da Luz no vácuo;

V – Velocidade da luz no meio;

n – Índice de Refração.

O instrumento OTDR calcula a distância acima mencionada, usando o tempo gasto pelo pulso óptico disparado na fibra até seu retorno, denominado de IOR – Índice de Refração da Fibra.

4.3 Conector

O conector é um elemento extremamente importante e deve ser comercial e de baixa perda. Assim, propomos o conector E-2000.

Conector E-2000™ 0,1 dB:

- ✓ Perda por Inserção (IL) máxima de 0,1 dB, sendo típica de 0,04 dB para os Links de 10GB;
- ✓ Perda por Inserção (IL) máxima de 0,4 dB, sendo típica de 0,2 dB para link de 1GB.



Figura 1 – Conector E-2000™

4.4 DIOs

Nas salas técnicas das estações e CCO serão utilizados DIOs com conectores E-2000 com baixa atenuação de inserção. Para links de dados de 10 GB.



Figura 2 – DIOs

4.5 Caixas de emenda

Caixas de emenda a serem utilizadas ao longo da via em canaletas, perfilados ou dutos (caixas de passagem).



Figura 3 – Caixa de emenda

4.6 Lançamento

Será adotada a mesma estrutura atualmente existente. Através de rede de dutos primária, na qual contemplam envelopes, canaletas e perfilados. Nas extensões também adotará o mesmo princípio, onde aplicável. A rede de dutos primária será apresentada quando do projeto executivo e quando da liberação dos desenhos típicos, envolvendo layout das estações e leito da via.

5 DESCRIÇÃO DO SISTEMA EXISTENTE

5.1 Sistema Integrado de Comunicação – SIC

É necessário entender o atual Sistema Integrado de Comunicação, pois a filosofia atual da Rede de Comunicação de Dados Multi Serviço de alta performance será mantida, englobando os seguintes tópicos:

- ✓ Backbone;
- ✓ Estação-Tipo.

Para melhor compreensão, destacamos as premissas utilizadas na elaboração do projeto:

- ✓ Utilização do conceito de estação-tipo, com características comuns a todas as estações, exceto o Centro de Controle Operacional;
- ✓ O Centro de Controle Operacional é o núcleo principal da Rede de Multisserviços, integrando todos os backbones;
- ✓ Disponibilização de serviços de dados, para a rede de Bilhetagem, PDT e Relógio, Administrativa, Controle e Supervisão, Sinalização, Telefonia, Sistemas Auxiliares, Ventilação, Gerenciador de Demanda e Gerenciamento;
- ✓ Todos os protocolos de rede seguem os padrões internacionais.

O Backbone da rede de multisserviços instalado no Metrô-DF utiliza tecnologia ATM (Asynchronous Transfer Mode) e serve para efetuar o transporte de informações das estações-tipo ao Centro de Controle Operacional.

A adoção da tecnologia ATM se justificou pelas seguintes razões:

- ✓ **Confiabilidade:** o backbone foi projetado de forma a eliminar pontos únicos de falha, permitindo que eventuais falhas sejam isoladas e o backbone mantenha sua operação;
- ✓ **Distância entre estações:** a tecnologia ATM permite que a transmissão de dados através de longos trechos de fibras óticas, como no caso do Metrô-DF;
- ✓ **Largura de banda:** o ATM permite a utilização de altas taxas de transmissão de dados, seja através de um único link ou através do balanceamento de carga entre diversos links;
- ✓ **Qualidade de serviços:** o ATM, diferentemente de outras tecnologias como o FDDI e Ethernet, não utiliza a filosofia do melhor esforço; ao contrário, cada vez que um serviço de rede é solicitado, o nível de qualidade de serviço necessário é previamente requisitado. Essa característica é particularmente útil no tráfego de imagens e voz, cuja demanda por banda e latência é crítica;
- ✓ **Gerenciamento de tráfego:** associado aos recursos de qualidade de serviços, uma rede ATM pode ainda ser configurada para transportar dados de forma diferenciada, levando em consideração fatores como priorização, latência, bufferização, entre outros.

5.1.1 Backbone ATM do Metrô-DF

Como pode ser visto no diagrama esquemático:

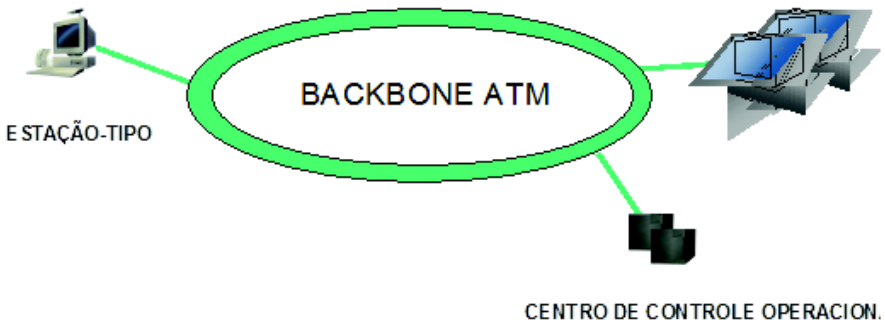


Figura 4 – Backbone ATM

O backbone é redundante por natureza: em caso de falha numa das vias, a outra assume naturalmente todo o tráfego. Neste tipo de situação de falha, a utilização do ATM se tornou ainda mais importante, em função das características de priorização e gerenciamento de tráfego, que permitem que aplicações críticas não sejam afetadas, mesmo sob condições adversas.

A rede de multisserviços do Metrô-DF é composta por backbones ATM que interligam as estações-tipo e convergem para o Centro de Controle Operacional, de acordo com a distribuição das fibras óticas nos ramais conforme abaixo:

- ✓ Anel 01 compreende as estações CTL; GAL; 102 à 114 Sul;
- ✓ Anel 02 compreende as estações entre ASA à ARN;
- ✓ Anel 03 compreende as estações entre CLA à SAM;
- ✓ Anel 04 compreende as estações entre CEI à PAC.

5.1.1.1 Estação-Tipo

Em cada estação-tipo, foram instalados os equipamentos necessários para criação de um ponto de presença da rede de multisserviços do Metrô-DF. A proximidade aos terminais das fibras óticas, bem como a caracterização de uma sala técnica, com controle de acesso, temperatura e umidade, são imprescindíveis. Na sala técnica da estação-tipo, serão disponibilizados o acesso aos serviços de Rede de Comunicação de Dados Multi Serviço.

As interfaces de fibras óticas monomodo ATM para o backbone e as interfaces Ethernet e Fast Ethernet para a rede foram concentradas num único equipamento, o Switch ATM/Ethernet.

5.1.1.1.1 Switch ATM/Ethernet

O Switch ATM/Ethernet de cada estação-tipo é o responsável pela conexão dos serviços oferecidos ao Backbone ATM, descrito anteriormente.

Em cada estação-tipo foram necessárias interfaces ATM para fibras óticas do tipo monomodo, para ligação do backbone ATM e interfaces Ethernet e Fast Ethernet, para os serviços de rede.

5.1.1.2 Centro de Controle Operacional

O Centro de Controle Operacional concentra todos as fibras óticas oriundas das estações-tipo; suportando a interligação entre os quatro backbones da rede multisserviço do Metrô-DF. Por esta razão, a infraestrutura da rede de multisserviços do Metrô-DF no Centro de Controle Operacional é mais robusta que a das estações-tipo.

Dessa forma, as interfaces de fibras óticas monomodo ATM para o backbone residem num equipamento específico para isso, um Core Switch ATM de alta disponibilidade e capacidade de switching. As interfaces Ethernet e Fast Ethernet para a rede estão concentradas num Switch ATM/Ethernet, similar aos das estações-tipo.

Convém notar que tanto a configuração do Core Switch ATM quanto do Switch Multi Serviço do Centro de Controle Operacional são dependentes do número de estações-tipo que serão instalados.

5.1.1.2.1 Core Switch ATM

O Core Switch ATM interliga os backbones provenientes das estações-tipo e conecta o próprio Centro de Controle Operacional ao restante da rede, permitindo que todos os servidores e sistemas de gerência da rede de multisserviços do Metrô-DF troquem informações com as estações-tipo.

5.1.1.2.2 Switch ATM/Ethernet

O Switch ATM/Ethernet do Centro de Controle Operacional é o responsável pela conexão dos servidores e sistemas de gerência ao Backbone ATM da rede de multisserviços do Metrô-DF, descrito anteriormente.

5.2 Infraestrutura de Fibra Óptica

Disponibilizando um meio físico seguro e eficiente para os equipamentos, concebido a partir de pares de fibra ótica monomodo, em cabos conforme descrição abaixo, entre as estações existentes e as adjacentes e CCO, além do derivador óptico (DIO) com conectorização SC, sistema físico dualizado tanto os cabos quanto os DIOs.

5.2.1.1 Cabo óptico CFOA-SM-DD-G-12FO

CONSTRUÇÃO: Constituídos por fibras monomodo com janela de 1.300 ηm, revestidas em acrilato, posicionadas em tubos preenchidos com geleia. Os tubos são reunidos ao redor de um elemento central dielétrico e são protegidos por uma armação de fios de aramida, fita de enfaixamento waterblocking e capa externa de polietileno ou polipropileno.

NORMA APLICÁVEL: TELEBRÁS SDT-235-350-718, 235-350-711, 235-350-702, 235-350-506, 235-350-507.

DADOS CONSTRUTIVOS:

Nº. de Fibras	Diâmetro externo (mm)	Peso líquido nominal (kg/km)	Acondicionamento bobina mín. (m)	Diâmetro mínimo de curvatura (mm)	Máx. tensão operação (N)
12	11.5	110	1.000	138	2.200

CARACTERÍSTICAS:

Tipo de índice de refração	Casca casada (matched cladding)
Índice de refração de grupo	1.467
Atenuação em 1310 ηm (dB/km)	≤ 0.40
Atenuação em 1550 ηm (dB/km)	≤ 0.25
Não linearidade da atenuação (dB/km)	≤ 0.10
Descontinuidade óptica localizada (dB)	≤ 0.05
Diferença de atenuação entre pontas (dB/km)	≤ 0.10
Sensibilidade a macrocurvatura[1] (dB)	≤ 0.1
Comprimento de onda de corte (ηm)	1100 - 1330
Diâmetro do campo modal (μm)	9.0 ± 0.9
Dispersão cromática entre 1285 e 1330 ηm (ps/ηm.km)	≤ 3.5
Dispersão cromática entre 1525 e 1575 ηm (ps/ηm.km)	≤ 18
Comprimento de onda de dispersão zero (ηm)	1300 - 1330
Inclinação da curva (ps/ηm².km)	≤ 0.092
Diâmetro do núcleo[2] (μm)	8 ± 1
Diâmetro da casca (μm)	125 ± 2
Não concentricidade núcleo-casca (μm)	≤ 1
Não circularidade da casca (%)	≤ 2
Diâmetro do revestimento (μm)	250 ± 10
Concentricidade da casca	≥ 0.80
Proof-test (%)	1
Força de remoção do revestimento (gf)	≥ 200

[1] 100 voltas sobre mandril de 75 mm de diâmetro medido a 1550 ηm.

[2] Valor típico informativo.

6 SOBRESSALENTES

A Contratada deverá na fase de desenvolvimento do projeto executivo elaborar lista para lote de equipamentos/materiais sobressalentes que serão adquiridos pela manutenção do Metrô-DF a fim de garantir a operação plena do sistema.

A lista elaborada deverá conter o grau importância de cada equipamento/material especificado para garantir a manutenibilidade e o custo unitário.

O valor total do custo deve levar em conta a experiência do fornecedor dos equipamentos/materiais de forma a que se tenha garantido o pleno funcionamento do sistema por período de 36 meses após término do período de garantia.

7 INSPEÇÕES, TESTE E ACEITAÇÃO DO SISTEMA.

Será detalhado no projeto executivo. Contemplando execução dos testes de fábrica, pré-comissionamento e comissionamento do sistema, envolvendo: testes isolados e testes integrados (CCO x estações), por pessoal técnico especializado, utilizando-se equipamentos, instrumentos, acessórios apropriados, de forma a comprovar que os requisitos técnicos e parâmetros especificados no projeto executivo estão sendo cumpridos, envolvendo equipamentos, acessórios e cabos de fibra óptica.

Após a entrada do sistema em operação comercial deverá ser disponibilizada uma equipe técnica, devidamente qualificada, para prestar Operação Assistida aos setores de Operação e Manutenção, por um período de 30 dias. Sendo adotado o seguinte critério: na primeira semana o atendimento será de 24 horas/dia, nas semanas 2 e 3, serão 16 horas dia e, na semana 4 o suporte será via telefone/rádio sob demanda.

8 GARANTIA

Os sistemas e equipamentos fornecidos serão garantidos por um período de 12 meses corridos para cada equipamento/sistema e cabos de fibra óptica, contados a partir da data de emissão do Certificado de Recebimento Provisório - CRP.

A garantia abrangerá toda negligência, omissão, erro ou defeito de projeto, fabricação, montagem, instalação e desempenho dos equipamentos quando submetidos a uso e conservação normais, de acordo com as recomendações dos manuais de operação e manutenção.

A garantia não incluirá danos causados por uso inadequado, seja ele acidental ou proposital.

Não fazem parte da garantia os materiais consumíveis tais como: fusíveis, lâmpadas, papel, etc.

Com o término da garantia, entrega dos As-Builts de projeto e eliminação das possíveis pendências verificadas durante o comissionamento, será então emitido o Certificado de Recebimento Definitivo - CRD.

9 ESCOPO DO PROJETO EXECUTIVO

O escopo de fornecimento compreende:

- ✓ Revisão do Projeto básico;
- ✓ Elaboração da documentação técnica, envolvendo descrição dos equipamentos e especificações técnicas;
- ✓ Projeto de caminhamento dos cabos – Típico;
- ✓ Apresentação do software de gerenciamento de rede;
- ✓ Requisitos para adequação ao STD;
- ✓ Detalhamento dos fornecimentos;
- ✓ Fornecimento de materiais e acessórios necessários à instalação;
- ✓ Projeto de Instalação dos Equipamentos;
- ✓ Procedimento de Teste;
- ✓ Manuais de Operação e Manutenção;
- ✓ Testes de aceitação;
- ✓ Operação assistida de 1 mês;
- ✓ Garantia de 1 ano;
- ✓ Sobressalentes.

10 JIG/ FERRAMENTAS/ INSTRUMENTAIS ESPECIALIZADOS

A Contratada deverá fornecer instrumentais específicos para propiciar a manutenção preventiva e corretiva, que contenha hardwares e softwares necessários com funções de diagnóstico, medição e aferição para os elementos constitutivos do projeto.