

## ANEXO V.C

### ESPECIFICAÇÕES E REQUERIMENTOS DOS EQUIPAMENTOS

#### ÍNDICE

<b>1.ESPECIFICAÇÃO DOS ELEMENTO DA REDE PON.....</b>	<b>2</b>
1.1 DEFINIÇÕES TÉCNICAS DOS EQUIPAMENTOS, MATERIAIS E SERVIÇOS .....	2
1.2 DIMENSIONAMENTO DOS ELEMENTOS E CONFIGURAÇÃO .....	5
1.3 REQUERIMENTO DE GERÊNCIA DE ESTAÇÕES PARA OLT E ONU .....	6
<b>2. ESPECIFICAÇÕES DA REDE DE TRANSPORTE – DWDM .....</b>	<b>8</b>
2.1 DEFINIÇÕES TÉCNICAS DOS EQUIPAMENTOS .....	8
2.3 DIMENSIONAMENTO DOS ELEMENTOS E CONFIGURAÇÃO .....	12
2.4 REQUERIMENTO DE GERÊNCIA E DCN DE REDE DE TRANSMISSÃO.....	16
<b>3.ESPECIFICAÇÃO DOS ELEMENTOS DA REDE IP.....</b>	<b>19</b>
3.1 CARACTERÍSTICA DO OBJETO .....	19
3.2 DIMENSIONAMENTO DOS ELEMENTOS E CONFIGURAÇÃO .....	28
3.3 MANUAIS E SOFTWARES .....	29
3.4 REQUERIMENTO DE GERÊNCIA E DCN DE REDE EDGE IP .....	29
<b>4 REQUERIMENTO DO SINCRONISMO.....</b>	<b>32</b>
4.1 ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DE RELÓGIO.....	34
<b>5. ESPECIFICAÇÃO DA REDE WI-FI .....</b>	<b>37</b>
5.1 REQUERIMENTO WI-FI6 .....	37

## 1.ESPECIFICAÇÃO DOS ELEMENTO DA REDE PON

### 1.1 DEFINIÇÕES TÉCNICAS DOS EQUIPAMENTOS, MATERIAIS e SERVIÇOS

- 1.1.a) Nos equipamentos OLT (Optical Line Terminal) recomenda-se a utilização da tecnologia GPON (*Gigabit Passive Optical Network*) ou XGS-PON (*X Gigabit Simetrical-Passive Optical Network*), porém prioritariamente recomenda-se o uso de XGS-PON, em função de sua capacidade e flexibilidade para expansão.
- 1.1.b) As interfaces XGS-PON têm as características de simetria de transmissão no *uplink* e *downlink*, além de suas portas físicas serem de 10 Gbps.
- 1.1.c) Para a porta de transmissão do OLT recomenda-se utilizar uma porta de *uplink* de 10 Gbps na configuração de proteção 1+1, assegurando um tráfego garantido conforme requerido neste termo de referência.
- 1.1.d) Todas as OLTs deverão permitir estrutura de proteção em anel entre si, através de configuração anel. A proteção em anel deverá ser configurada nas placas de serviços da rede DWDM (placas de agregação).
- 1.1.e) O tempo de comutação da proteção das interfaces de linha e de acesso PON (Passive Optical Network) deverá ser inferior a 50 ms para permitir recuperações mais rápidas.
- 1.1.f) O equipamento proposto deverá suportar matriz de comutação das placas de acesso com capacidade mínima de processamento de serviços de 40Gbps.
- 1.1.g) Todos os equipamentos deverão operar em ambiente sem climatização, com ventiladores, fontes redundantes e trabalhar em temperatura de até 65 °C.
- 1.1.h) Os equipamentos OLT deverão ser configurados para diferentes serviços de transmissão, com endereço IP fixo ou dinâmico, e aplicações de cenários combinados e deverão suportar simultaneamente placas GPON e XGS-PON no chassis.
- 1.1.i) Cada equipamento deverá suportar pelo menos 16 portas XGS-PON e GPON de forma combinada.

- 1.1.j) Todos os equipamentos deverão suportar corrente contínua com tensão de -48 Vcc, com disjuntor específico para cada fonte.
- 1.1.k) Interfaces GPON com suporte a alcance estendido.
- 1.1.l) Redundância de interfaces GPON para serviços críticos.
- 1.1.m) Protocolo ERPS (Ethernet Ring Protection Switching) com recuperação sub 50ms.
- 1.1.n) Mecanismo avançado de QoS (Quality of Service) em hardware, permitindo análise de pacotes em L2 (Layer 2) ou L3 (Layer 3).
- 1.1.o) Suporte a IPv4 (Internet Protocol version 4) e IPv6 (Internet Protocol version 6).
- 1.1.p) Suporte a mais de 4.095 VLANs (Virtual Local Area Network) simultâneas.
- 1.1.q) Operação das portas em modo híbrido, QinQ (802.1Q-in-802.1Q) e *trunk* simultaneamente.
- 1.1.r) Os dispositivos devem possuir suporte a PPPoE *Intermediate Agent*.
- 1.1.s) Os dispositivos devem possuir suporte a DHCP *Relay Agent Information Option*.
- 1.1.t) Os dispositivos devem possuir suporte à função VLAN *isolated*.
- 1.1.u) Suporte a 128 ONUs (Optical Network Unit) por porta PON.
- 1.1.v) As portas GPON ou XGS-PON deverão suportar módulos ópticos tipo B+ e C+ conforme Tabela 1:

Classe	Potência TX	Potência RX
Classe B+	1.5 a +5 dBm	-28 dBm
Classe C+	3 dBm a 7 dBm	-32 dBm

Tabela 1: Faixa de transmissão e recepção da Classe dos módulos ópticos

- 1.1.v) As OLTs deverão estar conectadas às estações DWDM (Dense Wavelength Division Multiplexing), e filiadas aos roteadores tipo *Layer 3*. Estes têm como função o controle de autenticação dos usuários e serviços, através de uma autenticação *PPPoE (Point to Point Protocol over ethernet)* sobre o roteador - *BGP (Border Gateway Protocol)*.

1.1.w) A seguir são apresentadas as recomendações padronizadas para as OLTs consideradas no projeto:

- a) ITU-T G.984.1 - Gigabit-capable passive optical networks (GPON):  
*General characteristics;*
- b) ITU-T G.984.2 - Gigabit-capable Passive Optical Networks (G-PON): Physical Media Dependent (PMD) layer specification;
- c) ITU-T G.984.3 - *Gigabit-capable passive optical networks (G-PON): Transmission convergence layer specification;*
- d) ITU-T G.984.4 - Gigabit-capable passive optical networks (G-PON): ONT management and control interface specification;
- e) ITU-T G.984.5 - Gigabit-capable passive optical networks (G-PON): Enhancement band;
- f) ITU-T G.984.6 - Gigabit-capable passive optical networks (GPON):  
Reach extension;
- g) *ITU-T G.984.7 - Gigabit-capable passive optical networks (GPON):  
Long reach ITU-T*
- h) ITU-T G.987 - 10-Gigabit-capable passive optical network (XG-PON) systems: Definitions, abbreviations and acronyms;
- i) ITU-T G.9807.1 - 10-Gigabit-capable symmetric passive optical network (XGS-PON);
- j) ITU-T G.9807.2 - 10 Gigabit-capable passive optical networks (XG(S)-PON): Reach extension;
- k) ITU-T G.988 - ONU management and control interface (OMCI) specification;
- l) IEEE 802.11 – Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications;
- m) Suportar no mínimo 4.000 VLAN;
- n) Suportar serviço de voz – VoBB com protocolo UDP;
- o) IEEE 802.11ax – *Wi-Fi 6*;
- p) IEEE 802.3x – Asymmetrical Flow Control;

- q) IEEE 802.1W- *Rapid spanning tree protocol*;
- r) IEEE 802.1ad- *Q-in-Q*;
- s) IEEE 802.1Q- *VLAN*;
- t) TR-069- *Remote management interface*;
- u) Os dispositivos devem possuir suporte a IEEE 1588v2/Sync-E.

## 1.2 DIMENSIONAMENTO DOS ELEMENTOS E CONFIGURAÇÃO

- 1.2.a) A rede OLT/ONU proposta deverá ser dimensionada para suportar a quantidade total de pontos do Governo, atender ao requerimento de número de OLT mínimo, em cada município, a quantidade mínima de portas físicas, para todos os endereços e prédios do Governo, e suas respectivas velocidades de serviço.
- 1.2.b) Deverá ser dimensionada para crescimento de capacidade dos *uplinks* e interfaces, pelo período de contrato.
- 1.2.c) Deverá ter uma folga técnica de porta XGS-PON de 15% do total de portas dimensionadas, e 10% para as portas GPON;
- 1.2.d) Os projetos básicos e executivos deverão informar todos os critérios de dimensionamento, e as quantidades de equipamentos listadas acima, e deverão atender todo o projeto e às demandas de PSGs informados no TR bem como garantir as margens de segurança adequadas.
- 1.2.e) Toda a configuração lógica da rede e dos elementos, configuração dos serviços, configuração dos endereços IP, configuração das faixas de IP, configuração das VPN, todo o *design* lógico da rede e suas reconfigurações pelo período do contrato é de responsabilidade da CONTRATADA.

### 1.3 REQUERIMENTO DE GERÊNCIA DE ESTAÇÕES PARA OLT E ONU

- 1.3.a) Deverão ser descritos todos os elementos da plataforma de gerência ofertada, capacidades máximas de elementos de rede supervisionados, capacidades ofertadas, modularidade, escalabilidade e funcionalidades necessárias para o perfeito gerenciamento dos sistemas contratados.
- 1.3.b) A CONTRATADA terá por obrigação fornecer e configurar todos os planos de endereçamentos *IP* ou qualquer outro dado de configuração.
- 1.3.c) Deverão ser instaladas pela CONTRATADA todas as portas em Switches e/ou roteadores para a conexão entre a rede de serviço OLT e a sua plataforma de gerência a ser entregue neste projeto.
- 1.3.d) A CONTRATADA deverá atender a todos os critérios de plataforma de gerência e gerenciamento solicitados no ANEXO V TERMO DE REFERÊNCIA.
- 1.3.e) O sistema proposto deverá usar uma plataforma unificada para fornecer portais de O&M e autenticação de usuários, *gateways* de API idênticos, instalação, implantação e atualização unificados, bem como modelos de dados consistentes durante todo o ciclo de vida.
- 1.3.f) O sistema proposto deverá fornecer recursos para o north *bound*, incluindo *interfaces Restful* baseadas em interfaces orientadas tipo SNMP.
- 1.3.g) O sistema proposto deverá suportar notificações remotas que poderão ser enviadas para a equipe relacionada através de SMS ou e-mails.
- 1.3.h) O sistema proposto deverá apoiar o *backup* de dados do NE (tais como dados de configuração ou bases de dados) para dispositivos de armazenamento que não sejam NEs. Os dados de *backup* são usados para restaurar dados de configuração dos NE.
- 1.3.i) O sistema proposto deverá suportar a consulta de dados de desempenho por parâmetros por nome do NE, o tempo e o tipo de dados de desempenho.
- 1.3.j) O sistema de gerência deverá suportar a comunicação em dois planos distintos, plano de gerenciamento ou serviço e o plano de O&M, em barramentos isolados ou distintos. O plano de gerenciamento e o plano de

O&M serão isolados, devem ser implementados através de diferentes interfaces e usuários.

- 1.3.k) O sistema proposto deverá suportar o gerenciamento de funções, permissões e políticas de acesso dos usuários do sistema.
- 1.3.l) O sistema proposto deverá suportar o gerenciamento de logs de operação, logs do sistema, logs de segurança, logs de NEs e logs de acesso à base de dados.
- 1.3.m) O sistema proposto deverá apoiar ambos os canais de transmissão interna e externa, usando protocolos de segurança, tais como HTTPS, TSL, SSH, SNMPv3 e SFTP.
- 1.3.n) O sistema de gerência proposto deverá suportar a utilização de uma conta (usuário) dedicada para acesso ao sistema operacional da plataforma, permitindo executar tratamento da base de dados com permissões de acesso restrito à base de dados .
- 1.3.o) O sistema proposto deverá ser autenticado por *usuário*, senha e endereço MAC.
- 1.3.p) O sistema de gerência deverá ser capaz de suportar o TR-069 para configuração fim a fim da ONU, OLT e WiFi da ONU.
- 1.3.q) A CONTRATADA será responsável por toda a configuração e implantação da DCN entre a gerência e as OLTs/ONUs, com uso de canal de comunicação *inbound* ou interno, ou com o uso de elementos externos para construir a DCN. Todos os serviços de configuração da DCN e dos endereços IPs serão de responsabilidade da CONTRATADA. Todo o fornecimento de materiais e equipamentos da DCN será de responsabilidade da CONTRATADA.

## 2. ESPECIFICAÇÕES DA REDE DE TRANSPORTE – DWDM

### 2.1 DEFINIÇÕES TÉCNICAS DOS EQUIPAMENTOS

2.1.a) Os equipamentos DWDM/ROADM e sua estrutura ASON que serão usados no projeto deverão estar em conformidade com as seguintes normas e padrões técnicos:

1. *ITU G.661 - Definition and test methods for relevant generic parameters of optical amplifier devices and subsystems;*
2. *ITU G.662 - Generic characteristics of optical amplifier devices and subsystems;*
3. *ITU G.663 - Application related aspects of optical amplifier devices and subsystems;*
4. *ITU G.664 - Optical safety procedures and requirements for optical transport systems;*
5. *ITU G.665 - Generic characteristics of Raman amplifiers and Raman amplified subsystems;*
6. *ITU G.666 - Characteristics of PMD compensators and PMD compensating receivers;*
7. *ITU G.671 - Transmission characteristics of optical components and subsystems;*
8. *ITU G.692 - Optical interfaces for multichannel systems with optical amplifiers;*
9. *ITU G.693 - Optical interfaces for intra-office systems;*
10. *ITU G.694.1 - Spectral grids for WDM applications: DWDM frequency grid;*
11. *ITU G.695 - Optical interfaces for coarse wavelength division multiplexing applications;*
12. *ITU G.696.1 - Longitudinally compatible intra-domain DWDM applications;*
13. *ITU G.697 - Optical monitoring for DWDM systems;*



14. *ITU G.698.1 - Multichannel DWDM applications with single channel optical interfaces;*
15. *ITU G.707 - Network Node Interface for the Synchronous Digital Hierarchy (SDH);*
16. *ITU G.709 - Interfaces for the optical transport network;*
17. *ITU G.798 - Characteristics of Optical Transport Network Hierarchy Equipment Functional Blocks;*
18. *ITU G.871 - Framework for Optical Transport Network Recommendations;*
19. *ITU G.872 - Architecture of Optical Transport Network;*
20. *ITU G.873.1 - Optical transport network: Linear protection;*
21. *ITU G.874 - Management Aspects of the Optical Transport Network Elements;*
22. *ITU G.875 - Optical transport network: Protocol-neutral management information model for the network element view;*
23. *ITU G.955 - Digital line systems based on the 1544 kb/s and the 2048 kbit/s hierarchy on optical fiber cables;*
24. *ITU G.957 - Optical Interfaces for Equipments and Systems Relating to the Synchronous Digital Hierarchy;*
25. *ITU G.958 - Digital line systems based on the synchronous digital hierarchy for use on optical fiber cable;*
26. *ITU G.959.1 - Optical transport network Physical Layer Interfaces;*
27. *ITU G.7041 – Generic Framing Procedure GFP;*
28. *ITU G.8080 Architecture for the automatic switched optical networks (ASON)*
29. *IEC 801-4 - Electromagnetic Compatibility for Industrial Process Measurement and Control Equipment Part 4 - Electrical Fast Transient;*

30. IEC 801-3 - *Electromagnetic Compatibility for Industrial Process Measurement and Control Equipment - Part 3 - Radiated Electromagnetic Field Requirements;*
31. IEC 801-2 - *Electromagnetic Compatibility for Industrial Process Measurement and Control Equipment - Part 2 - Electrostatic Discharge Requirements;*
32. IEC 60825-1 - *Safety of laser products - Part 1: Equipment classification and requirements;*
33. IEEE 802.3-2002 *IEEE Standard for Information technology-- Telecommunications and information exchange between systems-Local and metropolitan area networks-Specific requirements-Part 3: Carrier sense multiple access with collision detection (CSMA/CD) access method and physical layer specifications;*
34. IEEE 802.3ae-2002 *IEEE Standard for Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection (CSMA/CD) Access Method and Physical Layer Specifications-Media Access Control (MAC) Parameters, Physical Layer and Management Parameters for 10 Gb/s Operation;*
35. IEEE 802.3ba--2010 *IEEE Standard for Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection (CSMA/CD) Access Method and Physical Layer Specifications Amendment 4: Media Access Control (MAC) Parameters, Physical Layers, and Management Parameters 100 Gb/s Operation;*
36. *CFP MSA Hardware Specification;*
37. *CFP MSA CFP2 Hardware Specification Revision 1.0.*
38. NBR 12304 – *Limites e métodos de medição de rádio perturbação em equipamento para tecnologia da informação - (ETI);*

39. *ITU G.876 - Management requirements and information model for the optical media network*

2.1.b) Os materiais de instalação deverão ser todos devidamente adequados às normas ABNT, e o material de instalação deverá estar incluído no conjunto dos equipamentos no modelo “Turn Key” relativo aos equipamentos adquiridos, ou seja, material completo será de responsabilidade da CONTRATADA. Havendo variações adicionais necessárias para a instalação, por exemplo, do DWDM, a CONTRATADA deverá incluir no seu kit de instalação sem custos ao CONTRATANTE.

2.1.c) Dimensionamento de Materiais e Serviços

A CONTRATADA deverá realizar o cabeamento dos equipamentos relativo à energização, instalação em bastidores, passagem de cabos para interligação de equipamento, interligação com a rede óptica e demais interligações necessárias, tipicamente para a instalação dos equipamentos a CONTRATADA deverá prover em sua proposta:

- a) Cordões ópticos: 20 (trinta) metros,
- b) Cabos UTP entre equipamentos: 30 (cinquenta) metros;
- c) Cabos de energia até QDF: 30 (trinta) metros para cada linha (positivo, negativo e fio terra, considerando a capacidade do equipamento e usando as cores padrões, azul, vermelho e verde).
- d) Bastidores e sub bastidores de serviços, padrão de 19”;
- e) Disjuntores de capacidade suficiente para cada equipamento;
- f) Cordões ópticos de interligação entre equipamento e a rede Backbone e rede FTTH, e bandejas para sobra de fibra.

## 2.2 NULO

## 2.3 DIMENSIONAMENTO DOS ELEMENTOS E CONFIGURAÇÃO

### 2.3.1 Dimensionamento dos Elementos

2.3.1.a) O dimensionamento dos sistemas DWDM deverá seguir os seguintes critérios:

- a) Assegurar capacidade para todo o espectro G.709 Banda C com tecnologia coerente, e com transponders com capacidade mínima de 100 Gbps , 200 Gbps e 600 Gbps;
- b) A atenuação máxima da fibra deverá ser de 0,27 dB/km, PMD de 0,5 ps/raiz(km), dispersão de 18 ps/nm.km;
- c) O sistema DWDM deverá ter no mínimo 16 posições físicas de drop por direção e todas as licenças de drop deverão estar liberadas para uso;
- d) Margem mínima entre spans: 5dB;
- e) Deverão ser fornecidos todos os SFP / XFP / CFP para as placas instaladas;
- f) Função OTDR (Optical time-domain reflectometer) devem estar instalada nas unidades WSS (Wavelength Selective Switch) ou equivalentes;
- g) A estrutura de proteção nos elementos DWDM deverá ser configurada como ASON-LO (local) atendendo aos protocolos de proteção ASON-SBR (Automatically Switched Optical Network-Source-Based Reroute), ASON-PRC (Automatically Switched Optical Network-Path Restoration Combined) e configuradas em malha;
- h) Deverão ser resilientes a dupla falha de todo tráfego em curso nas seções preestabelecidas na configuração 1+1+n;
- i) Cada nó da rede DWDM a ser implantado deverá ter no mínimo uma estrutura distribuída em 2 sub bastidores:
  - 1 (um) sub bastidor com: Amplificadores/Raman, placas OSA (Optical Spectrum Analyzer), placas de dispersão cromática, e placa WSS sem limitação de

- licenças do uso das portas ou do espectro e 4.8THz;  
não poderá haver limitação de 40 canais e/ou filtros  
fixos da camada DWDM/ROADM;
- Outro sub bastidor com: *Transponders* (200Gbps, 400Gbps ou superior), placas WSS, placa ou função OTDR e placas de serviço com no mínimo 20 interfaces 10Gbps, e 8 interfaces 100Gbps com função *Layer 2* capazes de processar todas as interfaces de agregação, conforme padrões MEF2.0.
- j) Caso a CONTRATADA não possua a placa de serviço integrada ao sistema DWDM, esta poderá fornecer um elemento externo com no mínimo 20 interfaces 10Gbps e 8 interfaces 100Gbps, com função *Layer 2* capaz de processar todas as interfaces de agregação, conforme padrões MEF2.0, em um sub bastidor de 1U de altura, interligado ao sistema DWDM por uma placa *Muxponder*, mantendo sempre a capacidade de processamento do sistema.
- k) Todas as portas de serviço onde serão conectadas as OLTs-PON deverão estar configuradas em proteção 1+1, e possuir SFP de até 80km;
- l) Capacidade dos transponders da rede deverá ser de 200 Gbps ou superior, não sendo permitido o uso de transponders de 100 Gbps na camada DWDM;
- m) As placas WSS deverão ter capacidade com 9 direções e todas as licenças liberadas;
- n) Todo o sistema deverá ser configurado com função *flexGrid* e *colorless*, atendendo à recomendação G.709, e estando todo o espectro óptico liberado para uso, ou seja, toda a banda de 4,8 THz (Banda C completa);

- o) Placa ou sistema de identificação de *transponder* e bloqueio de uso – Função criptografia;
- p) Placa ou sistemas de monitoramento das fibras – Função OTDR;
- q) Cada elemento deverá ter matriz de processamento superior a 10 Tbits/s, sendo que, para os equipamentos instalados nos pontos concentradores P1 e P2, deverão ter capacidade de no mínimo 200 Tb/s;

### 2.3.2 Processo de Proteção da Rede DWDM

- 2.3.2.a) A partir do tráfego das estações PON, os circuitos deverão ser configurados considerando suportar dupla falha na camada DWDM, onde houver configuração em anel, e por seção ASON quando houver mais de 1 via, conforme diagrama base de rotas de cabos, mantendo sempre com tempos de comutação menores que 50 ms a cada falha.
- 2.3.2.b) Deverá realizar as leituras de potência e OSNR (Optical Signal-to-Noise Ratio) dos canais, em todos os *spans*, antes e depois da ampliação, garantindo a integridade de todos os canais do barramento, inclusive os canais em trechos intermediários, mantendo a diferença de potência entre canais de no máximo 2 dB após a referida ampliação.
- 2.3.2.c) Deverá garantir que os parâmetros de OSNR, e potência dos amplificadores do barramento DWDM, em questão, estejam com os seus níveis dentro do cálculo de projeto após a referida ampliação.
- 2.3.2.d) Não será permitido o uso de atenuadores de canal, devendo ser feito o controle de potência dos canais de forma automática com placas OSA na rede.
- 2.3.2.e) A CONTRATADA deverá cotar todos os serviços de instalação, garantindo o perfeito funcionamento dos equipamentos. Desta forma, deverá cotar todos os serviços incluindo-se as vistorias, elaboração de projeto de instalação (provisório e definitivo), execução da instalação, testes, fretes,

deslocamentos, plano de endereçamento IP, integração e configuração dos equipamentos no Sistema de Gerência de Rede.

### 2.3.3 Manuais, Softwares e Upgrade

- 2.3.3.a) Os manuais das soluções deverão apresentar as informações de qualificações para instalar a solução, pré-requisitos para instalação/upgrade da solução, processo de verificação do modelo de *firmware* e versões da solução, descrição do processo de instalação e procedimentos necessários para a instalação/upgrade e configuração.
- 2.3.3.b) Comandos necessários no equipamento para realização dos testes e demonstrações deverão ser aceitos via CLI (*Command Line Interface*) e via interface Gráfica (GUI).

## 2.4 REQUERIMENTO DE GERÊNCIA E DCN DE REDE DE TRANSMISSÃO

### 2.4.1 Configuração do Equipamento

- 2.4.1.a) Os equipamentos deverão ter interface serial/IP que permita o acesso local através de microcomputador do tipo *Notebook*. O nível de acesso deverá ser hierárquico obedecendo a uma sequência de *passwords*.
- 2.4.1.b) A CONTRATADA deverá entregar de forma gratuita todas as licenças de acesso, independente da quantidade de usuários e/ou licença de software.
- 2.4.1.c) Todas as funções e comandos necessários à supervisão, monitoração, performance, configuração e provisionamento dos elementos de rede deverão ser realizadas pelo sistema de gerenciamento centralizado remoto.
- 2.4.1.d) A aplicação NMS (*Network Management System*) DWDM deverá suportar o gerenciamento de elemento de rede, topologia de rede, segmento de rede e serviço de rede, com níveis de criticidade distintos, deverá permitir pesquisa de topologia, expansão e redução de exibição de topologia, visualização de informações de conexão do elemento de rede, atributos de objeto de topologia e edição de objeto de topologia.
- 2.4.1.e) O NMS deverá oferecer suporte a recursos como provisionamento de serviços, medição de latência, medição de atraso, visualização de latência e fornecer política de latência mínima para cenários sensíveis à latência, como serviços de vídeo.
- 2.4.1.f) O sistema NMS deverá apoiar a verificação relacionada com a manutenção preventiva, incluindo a verificação do hardware e do software do equipamento, a exportação do histórico de eventos e o relatório de verificação.
- 2.4.1.g) O sistema NMS deverá fornecer funções de gerenciamento de segurança, incluindo gerenciamento de usuários, gerenciamento de funções, gerenciamento de objetos, gerenciamento de operações e gerenciamento de usuários on-line.
- 2.4.1.h) O sistema NMS deverá fornecer gerenciamento de controle de acesso à gerencia de rede, incluindo logout forçado do usuário.



- 2.4.1.i) O NMS deverá suportar o gerenciamento de arquivos de log, consulta e exportação de logs de operação, logs de sistema e logs de segurança.
- 2.4.1.j) O NMS deverá coletar arquivos de registro de elemento de rede, para que os usuários possam obter rapidamente informações de localização de falhas, e corrigi-las com maior brevidade. Além disso, deverá permitir que os usuários máster personalizem as regras para exclusão automática dos logs e consultem e exportem logs de operação e logs de segurança dos NEs.
- 2.4.1.k) O sistema NMS deverá ser capaz de localizar rapidamente falhas com base nas estatísticas de funcionamento do serviço e nas estatísticas de consumo de recursos de hardware e software do dispositivo.
- 2.4.1.l) O NMS deverá fornecer um sistema de gerenciamento de fibra inteligente (OTDR na rede DWDM), baseado nos recursos do equipamento de camada óptica, para monitorar e gerenciar as fibras iluminadas na rede e descobrir automaticamente as fibras com problemas.
- 2.4.1.m) O NMS deverá implementar monitoramento OSNR de comprimento de onda on-line, com base no sistema, implementar implantação rápida, detecção de desempenho e análise de monitoramento de desempenho de camada óptica E2E (fim a fim).
- 2.4.1.n) O NMS deverá ser capaz de fornecer monitoramento de rede de ponta a ponta e relatórios de desempenho de rede e OSNR, e a precisão de detecção deverá ser inferior a -2 dB.
- 2.4.1.o) O NMS deverá fornecer interfaces para integrar os sistemas de camada superior, e implementar a transferência automática de serviços de ponta a ponta, entre o sistema de pedidos e o sistema de gerenciamento de recursos.

#### **2.4.2 Gerência da Rede e Elementos**

- 2.4.2.a) Deverão ser descritos todos os elementos da plataforma de gerência ofertada, capacidades máximas de elementos de rede supervisionados,

capacidades ofertadas, modularidade, escalabilidade e funcionalidades necessárias para o perfeito gerenciamento dos sistemas contratados.

- 2.4.2.b) A CONTRATADA terá por obrigação fornecer e configurar o plano de endereçamento IPs ou qualquer outro dado de configuração.
- 2.4.2.c) Deverão ser instaladas, pela CONTRATADA, todas as portas em switches e/ou roteadores, necessárias para a conexão com a rede de serviço DWDM, IP, OLT e sua plataforma de gerência a ser entregue neste projeto.
- 2.4.2.d) A CONTRATADA deverá atender a todos os critérios de plataforma de gerência e gerenciamento solicitados no Termo de Referência.

### 3.ESPECIFICAÇÃO DOS ELEMENTOS DA REDE IP

#### 3.1 CARACTERÍSTICA DO OBJETO

- 3.1.a) Os equipamentos do Núcleo IP e Edge IP deverão atender aos requerimentos técnicos abaixo, e deverão ser homologados pela Anatel.
- 3.1.b) A CONTRATADA deverá demonstrar todas essas funcionalidades, nos *datasheets* dos fornecedores, e deverão ser comprovadas em testes de laboratório, se solicitado pelo Contratante.
- 3.1.c) Todos os equipamentos deverão suportar as seguintes funcionalidades e estarem em conformidade com os requerimentos técnicos abaixo:

- a) O equipamento deverá suportar as seguintes funcionalidades L2: IEEE 802.1q, IEEE 802.1p, IEEE 802.3ad, IEEE 802.1ab, e STP/RSTP/MSTP, e L3: OSPF, RIP, IS-IS, BGP, BGP-EVPN e ACL para IPv4 e IPv6;

O equipamento deverá suportar as funcionalidades MPLS: LDP, RSVP-TE, L2VPN, L3VPN;

- b) O equipamento deverá atender à RFC 2328 OSPFv2;
- c) O equipamento deverá atender à RFC 2385 Protection of BGP Sessions via the TCP MD5 Signature Option;
- d) O equipamento deverá atender à RFC 2966 Domain-wide Prefix Distribution with Two-Level IS-IS;
- e) O equipamento deverá atender à RFC 3630 Traffic Engineering (TE) Extensions to OSPFv2;
- f) O equipamento deverá atender à RFC 3719 Recommendations for Interoperable Networks using Intermediate System to Intermediate System (IS-IS);
- g) O equipamento deverá atender à RFC 3784 Intermediate System to Intermediate System (IS-IS) Extensions for Traffic Engineering (TE);

- h) O equipamentos deverá atender à RFC 3786 Extending the Number of Intermediate System to Intermediate System (IS-IS) Link State PDU (LSP) Fragments Beyond the 256 Limit;
- i) Os equipamentos deverão atender à RFC 3787 Recommendations for Interoperable IP Networks using Intermediate System to Intermediate System (IS-IS);
- j) O equipamento deverá suportar OSPFv3 for IPv6 network;
- k) O equipamento deverá atender a RFC 8665 OSPF Extensions for Segment Routing;
- l) Os equipamentos deverão suportar user defined SPF e hello timers;
- m) Os equipamentos deverão suportar a função SYNCEe 1588 de sincronismo;
- n) Os equipamentos deverão suportar Remote LFA FR;
- o) Os equipamentos deverão atender à RFC 1997 BGP Communities Attribute;
- p) Os equipamentos deverão atender à RFC 2385 Protection of BGP Sessions via the TCP MD5 Signature Option;
- q) Os equipamentos deverão atender à RFC 2439 BGP Route Flap Damping;
- r) Os equipamentos deverão atender à RFC 2460 IPv6 Specification;
- s) Os equipamentos deverão atender à RFC 2545 Use of BGP-4 Multiprotocol Extensions for IPv6 Inter-Domain Routing;
- t) Os equipamentos deverão suportar BGP authentication via MD5 ou algoritmo superior;
- u) Os equipamentos deverão suportar BGP Add Path MPLS;
- v) Os equipamentos deverão atender à RFC 2702 Requirements for Traffic Engineering Over MPLS;

- w) Os equipamentos deverão atender à RFC 2918 *Route Refresh Capability for BGP-4*;
- x) Os equipamentos deverão atender à RFC 3031 *Multiprotocol Label Switching Architecture*;
- y) Os equipamentos deverão atender à RFC 3037 *LDP Applicability*;
- z) Os equipamentos deverão atender à RFC 3209 *RSVP-TE: Extensions to RSVP for LSP Tunnels*;
- aa) Os equipamentos deverão atender à RFC 3210 *Applicability Statement for Extensions to RSVP for LSP-Tunnels*;
- bb) Os equipamentos deverão atender à RFC 3215 *LDP State Machine*;
- cc) Os equipamentos deverão suportar *MPLS QoS and MPLS Diffserv traffic classification*;
- dd) Os equipamentos deverão atender à RFC 3468 *The Multiprotocol Label Switching (MPLS) Working Group decision on MPLS signaling protocols*;
- ee) Os equipamentos deverão atender à RFC 3587 *IPv6 Global Unicast Address Format*;
- ff) Os equipamentos deverão atender à RFC 3785 *Use of Interior Gateway Protocol (IGP) Metric as a second MPLS Traffic Engineering (TE) Metric*;
- gg) Os equipamentos deverão atender à RFC 3936 *Procedures for Modifying the Resource reSerVation Protocol (RSVP)*;
- hh) Os equipamentos deverão atender à RFC 3985 *Pseudo-Wire Emulation Edge-to-Edge (PWE3) Architecture*;
- ii) Os equipamentos deverão atender à RFC 4090 *Fast Reroute Extensions to RSVP-TE for LSP Tunnels*;
- jj) Os equipamentos deverão atender à RFC 4271 *A Border Gateway Protocol 4 (BGP-4)*;

- kk) Os equipamentos deverão atender à RFC 4291 IPv6 Addressing Architecture;
- ll) Os equipamentos deverão atender à RFC 4360 BGP Extended Communities Attribute;
- mm) Os equipamentos deverão atender à RFC 4364 BGP/MPLS IP Virtual Private Networks (VPNs);
- nn) Os equipamentos deverão atender à RFC 4385 Pseudo-Wire Emulation Edge-to-Edge (PWE3) Control Word for Use over an MPLS PSN;
- oo) Os equipamentos deverão atender à RFC 4451 BGP MULTI\_EXIT\_DISC (MED) Considerations;
- pp) Os equipamentos deverão atender à RFC 4456 BGP Route Reflection - An Alternative to Full Mesh Internal BGP (IBGP);
- qq) Os equipamentos deverão atender à RFC 4558 Node-ID Based Resource Reservation Protocol (RSVP) Hello: A Clarification Statement;
- rr) O equipamento deverá atender à RFC 4576 Using a Link State Advertisement (LSA) Options Bit to Prevent Looping in BGP/MPLS IP Virtual Private Networks (VPNs);
- ss) Os equipamentos deverão atender à RFC 4665 Service Requirements for Layer 2 Provider-Provisioned Virtual Private Networks;
- tt) Os equipamentos deverão atender à RFC 4760 Multiprotocol Extensions for BGP;
- uu) Os equipamentos deverão atender à RFC 4798 Connecting IPv6 Islands over IPv4 MPLS Using IPv6 Provider Edge Routers (6PE);
- vv) Os equipamentos deverão atender à RFC 4893 BGP Support for Four-octet AS Number Space;
- ww) Os equipamentos deverão atender à RFC 4950 ICMP Extensions for Multiprotocol Label Switching;

- xx) Os equipamentos deverão atender à RFC 5004 Avoid BGP Best Path Transitions from One External to Another;
- yy) Os equipamentos deverão atender à RFC 5065 Autonomous System Confederations for BGP;
- zz) Os equipamentos deverão atender à RFC 5120 M-ISIS: Multi Topology (MT) Routing in Intermediate System to Intermediate Systems (IS-ISs);
- aaa) Os equipamentos deverão atender à RFC 5283 LDP Extension for Inter-Area Label Switched Paths (LSPs);
- bbb) Os equipamentos deverão atender à RFC 5291 Outbound Route Filtering Capability for BGP-4;
- ccc) Os equipamentos deverão atender à RFC 5292 Address-Prefix-Based Outbound Route Filter for BGP-4;
- ddd) Os equipamentos deverão atender à RFC 5301 Dynamic Hostname Exchange Mechanism for IS-IS;
- eee) Os equipamentos deverão atender à RFC 5302 Domain-Wide Prefix Distribution with Two-Level IS-IS;
- fff) Os equipamentos deverão atender à RFC 5303 Three-Way Handshake for IS-IS Point-to-Point Adjacencies;
- ggg) Os equipamentos deverão atender à RFC 5304 IS-IS Cryptographic Authentication;
- hhh) Os equipamentos deverão atender à RFC 5305 IS-IS Extensions for Traffic Engineering;
- iii) Os equipamentos deverão atender à RFC 5308 Routing IPv6 with IS-IS;
- jjj) Os equipamentos deverão atender à RFC 5309 Point-to-Point Operation over LAN in Link State Routing Protocols;
- kkk) Os equipamentos deverão atender à RFC 5310 IS-IS Generic Cryptographic Authentication;

- lll) Os equipamentos deverão atender à RFC 5396 Textual Representation of Autonomous System (AS) Numbers;
- mmm) Os equipamentos deverão atender à RFC 5398 Autonomous System (AS) Number Reservation for Documentation Use;
- nnn) Os equipamentos deverão atender à RFC 5492 Capabilities Advertisement with BGP-4;
- ooo) Os equipamentos deverão atender à RFC 5561 LDP Capabilities;
- ppp) Os equipamentos deverão atender à RFC 5586 MPLS Generic Associated Channel;
- qqq) Os equipamentos deverão atender à RFC 5668 4-Octet AS Specific BGP Extended Community;
- rrr) -----
- sss) Os equipamentos deverão atender à RFC 6793 BGP Support for Four-Octet Autonomous System (AS) Number Space;
- ttt) Os equipamentos deverão atender à RFC 6811 BGP Prefix Origin Validation;
- uuu) Os equipamentos deverão atender à RFC 7447 Deprecation of BGP Entropy Label Capability Attribute;
- vvv) Os equipamentos deverão atender à RFC 7896 Update to the Include Route Object (IRO) Specification in the Path Computation Element Communication Protocol (PCEP);
- www) Os equipamentos deverão atender à RFC 8077 Pseudowire Setup and Maintenance Using the Label Distribution Protocol (LDP);
- xxx) O equipamento deverá atender a RFC 8665 OSPF Extensions for Segment Routing;
- yyy) Os equipamentos deverão atender a RFC 8667 IS-IS Extensions for Segment Routing
- zzz) Os equipamentos deverão suportar selecting mpls transport tunnel per services in basis;



- aaaa) Os equipamentos deverão suportar TE hot-standby for E2E service protection;
- bbbb) Os equipamentos deverão suportar TE FRR for local network protection;
- cccc) Os equipamentos deverão suportar BFD for a TE tunnel for fast detection;
- dddd) Os equipamentos deverão suportar P2MP TE for NG-MVPN servisse e Segment Routing-MPLS;
- eeee) Os equipamentos deverão suportar Segment Routing para MPLS;
- ffff) Os equipamentos deverão suportar SR-BE e SR-TE;
- gggg) Os equipamentos deverão suportar SR-TE hot-standby e Segment Routing over IPv6 (SRv6);
- hhhh) Os equipamentos deverão suportar SRv6 ISIS extension for Prefix/Node/Adjacency Segment;
- iiii) Os equipamentos deverão suportar SRv6 OSPFv3 extension for Prefix/Node/Adjacency Segment;
- jjjj) Os equipamentos deverão suportar SRv6-BE, e serviços tradicionais deverão poder ser transportados e encapsulados em SRv6-BE, tais como IPv4 L3VPN;
- kkkk) O equipamento deverá suportar tanto SR-MPLS quanto SRv6 simultaneamente;
- llll) Os equipamentos deverão suportar SRv6-BE e serviços EVPN overload em SRv6-BE;
- mmmm) Os equipamentos deverão suportar EVPN L3VPN sobre SRv6 BE;
- nnnn) Os equipamentos deverão suportar EVPN L2VPN sobre SRv6 BE;
- oooo) O equipamento deverá suportar Ping/Trace para as SRv6 Policys;
- pppp) O equipamento deverá exibir de estatísticas de tráfego para SRv6 Policys;
- qqqq) Os equipamentos deverão suportar EVPN sobre SRv6 Policys;

- rrrr) Os equipamentos deverão suportar SRv6 TI-LFA;
- ssss) Os equipamentos deverão suportar inter-domain SRv6-B com balanceamento de carga;
- tttt) Os equipamentos deverão suportar balanceamento de carga, baseado em IP de origem, IP de destino, ISIS, BGP e OSPF tanto para interfaces físicas quanto para interfaces lógicas agregadas – LAG;
- uuuu) Os equipamentos deverão suportar balanceamento de carga, baseado em porta UDP, TCP tanto para interfaces físicas quanto para interfaces lógicas agregadas - LAG;
- vvvv) Os equipamentos deverão suportar balanceamento de carga, baseado em combinações de mecanismos L2,L3 e L4 tanto nas interfaces físicas, quanto nas Interfaces Lógicas (LAG)
- wwww) Os equipamentos deverão suportar balanceamento de tráfego, para L2VPN, L3VPN, EVPN, LDP, RSVP-TE, SR-TE e SR;
- xxxx) O equipamento deverá implementar mecanismo de balanceamento de carga, para LAG, BGP, IS-IS, LDP, L2VPN, L3VPN e OSPF;
- yyyy) Os equipamentos deverão suportar Multicast Listener Discovery (MLD);
- zzzz) Os equipamentos deverão suportar Multicast Listener Discovery Version 2 (MLDv2) para IPv6;
- aaaaa) Deve suportar o protocolo de conectividade OAM\_(Operations, Administration, and Maintenance);
- bbbbbb) Os equipamentos deverão suportar TWAMP para detecção de perda de pacotes, delay e jitter;
- cccccc) Os equipamentos deverão suportar TWAMP para detecção de alta latência;

- dddd) Os equipamentos deverão suportar telemetria, de modo que os equipamentos entreguem proativamente seus dados aos coletores de gerência;
- eeee) Os equipamentos deverão suportar telemetria, com assinaturas estáticas e dinâmicas;
- ffff) Os equipamentos deverão suportar GRPC e UDP como protocolos de transporte para telemetria;
- gggg) Os equipamentos deverão suportar telemetria, para realização de medições de múltiplos indicadores de desempenho, tais como: estatísticas de tráfego nas interfaces, uso de CPU, perda de pacotes, latência e jitter;
- hhhh) Os equipamentos deverão suportar multi-hop BFD (Bidirectional Forwarding Detection);
- iiii) Os equipamentos deverão suportar BFD echo mode;
- jjjj) Os equipamentos deverão suportar CLI via porta console ou Telnet;
- kkkk) Os equipamentos deverão suportar ping and traceroute;
- llll) Os equipamentos deverão suportar espelhamento de portas local e remoto;
- mmmm) Os equipamentos deverão ser capazes de exibir logs de Eventos de Erros e informações de sistema;
- nnnn) Os equipamentos deverão ser capazes de exibir as configurações de uma determinada VPN;
- oooo) Os equipamentos deverão ser capazes de informar o status de suas interfaces;
- pppp) Os equipamentos deverão suportar IP Source Guard;
- qqqq) Os equipamentos deverão suportar Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP) Snooping;
- rrrr) Os equipamentos deverão suportar DHCP;

- sssss) Os equipamentos deverão suportar Defense against DoS attacks;
- ttttt) Os equipamentos deverão suportar mecanismos de controle de tráfego broadcast e multicast;
- uuuuu) Os equipamentos deverão suportar IP-based ACL;
- vvvvv) Os equipamentos deverão suportar ACL com suporte à filtragem via portas TCP/UDP;
- wwwww) Os equipamentos deverão suportar ACL com suporte à filtragem via de tráfego Multicast IP/MAC;
- xxxxx) -Os equipamentos também deverão suportar MAC-based ACL-BGP e/ou listas de prefixos;
- yyyyy) Os equipamentos deverão suportar a funcionalidade de BNG com PPPoE;
- zzzzz) O equipamento deverá suportar a funcionalidade de CGNAT no núcleo;

### 3.2 DIMENSIONAMENTO DOS ELEMENTOS E CONFIGURAÇÃO

- 3.2.a) Os equipamentos deverão possuir capacidade de manipulação de pacotes não inferior a 700Mpps (Milhões de pacotes por segundo) por módulo line card, incluindo pacotes de 64 bytes.
- 3.2.b) Os equipamentos deverão possuir throughput por slot de, no mínimo, 100Gbps por segundo (full-duplex).
- 3.2.c) Deverão permitir o aumento de capacidade e densidade de interfaces através de upgrade de line card.
- 3.2.d) Os equipamentos deverão possuir redundância de placa processadora principal.
- 3.2.e) Todos os equipamentos devem ter memória mínima de 32GB.
- 3.2.f) Os equipamentos deverão possuir redundância de placas processadoras com NSF e NSR.

- 3.2.g) O equipamento deverá ser capaz de processar o tráfego gerado por todas as interfaces requeridas sendo 100% sem perda, para qualquer tipo de tamanho de pacote, inclusive com os mecanismos de qualidade de serviço habilitados.
- 3.2.h) Todos os slots deverão ter as mesmas capacidades de desempenho.
- 3.2.i) Deverão oferecer quantidade de slots livres em número de 2 slots, considerando a quantidade de interfaces descritas do tipo 1 e tipo 2 dos elementos IP descritos.
- 3.2.j) Todas as placas deverão ser protegidas 1+1, com tempo de comutação inferior a 50ms entre elas.
- 3.2.k) Deverá suportar no mínimo 4.000 VLAN simultâneas por Interface Ethernet.
- 3.2.l) Deverá ter uma quantidade de processamento de endereços IP, full routing de 200 mil prefixos IPV4 e 400 mil IPV6 por placa.

### 3.3 MANUAIS E SOFTWARES

- 3.3.a) Os manuais da solução deverão apresentar as seguintes informações mínimas: qualificações para instalar a solução, pré-requisitos para instalação/upgrade da solução, processo de verificação do modelo de *firmware* e versões da solução, descrição do processo de instalação e procedimentos necessários para a instalação.

### 3.4 REQUERIMENTO DE GERÊNCIA E DCN DE REDE EDGE IP

- 3.4.a) Os equipamentos deverão ter interface serial/IP que permita o acesso local através de microcomputador do tipo *Notebook*. O nível de acesso deverá ser hierárquico obedecendo a uma sequência de *passwords*.
- 3.4.b) A CONTRATADA deverá entregar de forma gratuita todas as licenças de acesso, independente da quantidade de usuário e/ou licença de software.

- 3.4.c) Todas as funções/comandos necessários à supervisão, monitoração, performance, configuração e aprovisionamento do elemento de rede deverão ser realizadas pelo sistema de gerenciamento centralizado remoto.
- 3.4.d) A aplicação NMS (*Network Management System*) IP deverá suportar o gerenciamento de elementos de rede, topologia de rede, segmentos de rede e serviços de rede, com níveis de criticidade distintos;
- 3.4.e) Deverá permitir pesquisa de topologia, expansão e redução de exibição de topologia, visualização de informações de conexão do elemento de rede, atributos de objeto de topologia e edição de objeto de topologia.
- 3.4.f) Deverá ser possível executar comandos de máquina diretamente no elemento através do NMS.
- 3.4.g) O NMS deverá monitorar a ocupação dos links de serviço, *uplinks* e links de clientes em forma de gráfico e permitir a exportação desses indicadores de ocupação.
- 3.4.h) O NMS deverá oferecer suporte a recursos como aprovisionamento de serviços, medição de latência, medição de atraso, visualização de latência e fornecer política de latência mínima para cenários sensíveis à latência, como serviços de vídeo.
- 3.4.i) O sistema NMS deverá apoiar a verificação relacionada com a manutenção preventiva, incluindo a verificação do hardware e do software do equipamento, a exportação do histórico de eventos e o relatório de verificação.
- 3.4.j) O sistema NMS fornecerá funções de gerenciamento de segurança, incluindo gerenciamento de usuários, gerenciamento de funções, gerenciamento de objetos, gerenciamento de operações e gerenciamento de usuários on-line.
- 3.4.k) O sistema NMS fornecerá gerenciamento de controle de acesso de gerenciamento de rede, incluindo logout forçado do usuário.
- 3.4.l) As funções de monitoramento e investigação do tráfego IP (até a camada 7) deverão estar incluídas e habilitadas nos equipamentos.

- 3.4.m) A gerência dos elementos IP deverá estar equipada e liberada para as funções de monitoramento e investigação do tráfego IP, e com todas as suas licenças liberadas para uso.
- 3.4.n) O NMS suportará o gerenciamento de arquivos de log, consulta e exportação de logs de operação, logs de sistema e logs de segurança. O NMS coletará arquivos de registro de elementos de rede para que os usuários possam obter rapidamente informações de localização de falhas, e corrigi-las com a maior brevidade. Além disso, deverá permitir que os usuários personalizem as condições, para excluir automaticamente os logs e consultarem e exportarem logs de operação e logs de segurança do NE.
- 3.4.o) O sistema NMS deverá ser capaz de localizar rapidamente falhas, com base nas estatísticas de funcionamento do serviço, e nas estatísticas de consumo de recursos de hardware e software do dispositivo.
- 3.4.p) O NMS deverá fornecer um sistema de gerenciamento de fibra inteligente, baseado nos recursos do equipamento de camada óptica, para monitorar e gerenciar fibras de linha na rede, descobrir automaticamente fibras, comissionar automaticamente energia óptica e detectar a qualidade da conexão da fibra.
- 3.4.q) O NMS deverá fornecer interfaces para integrar os sistemas de camada superior e implementar a transferência automática de serviços de ponta a ponta, entre o sistema de pedidos e o sistema de gerenciamento de recursos.
- 3.4.r) A CONTRATADA terá por obrigação fornecer e configurar todos o plano de endereçamentos *IPs* ou qualquer outro dado de configuração.

#### 4 REQUERIMENTO DO SINCRONISMO

- 4.a) Os equipamentos denominados PRC passaram a possuir receptores de GPS que são configurados como fonte primária provendo sinais de sincronização no padrão G811, além de referência de tempo para sincronização de fase. Estes equipamentos passaram a ser denominados PRTC (Primary Reference Time Clock). Alguns equipamentos PRC estão ainda equipados com relógios de Césio. Existe uma grande probabilidade destes relógios de estarem com validade expirada e, para estes casos, deverá ser contratado serviço de descarte devido à periculosidade do manuseio. Estes relógios deverão ser substituídos por relógios de Rubídio.
- 4.b) Assim como para os demais equipamentos PRTC, em caso de falha do sistema GPS, serão locados a relógios de Rubídio locais, para garantia de tempo de “holdover” de pelo menos 24 horas para o reparo/recuperação da rede.
- 4.c) As referências disponibilizadas nas estações podem ser do tipo:
- a) 2MHz/2Mbps. Sincronismo em frequência;
  - b) 5/10MHz. Sincronismo em frequência;
  - c) Synch Ethernet (ITU-T G.8262). Sincronismo em frequência;
  - d) 1pps. Sincronismo em fase;
  - e) IEEE1588v2. Sincronismo em frequência e fase (ITU-T G.8272).
- 4.d) Para sincronização de clientes localizados nas mesmas estações onde estão alocados os equipamentos de sincronismo, os sinais de sincronismo poderão ser buscados diretamente nos painéis de conexão destes equipamentos de acordo com o tipo de interface requerida. Para as estações onde não existem equipamentos da rede de sincronismo, a distribuição será através da estrutura de transmissão.
- 4.e) Já o sincronismo baseado em pacotes IEEE 1588v2 deverá ser transportado desde a referência (master clock no PRTC) até os elementos a serem sincronizados (slave/ordinary clock 1588v2) inband ou através de circuitos



de dados específicos. O acesso aos masters IEEE1588v2 deverá ser realizado através da rede IP.

- 4.f) A plataforma de equipamentos de sincronismo deverá possuir um Sistema de Gerenciamento centralizado, com capacidade de configuração, gerenciamento de alarmes, diagnóstico de rede e monitoração de performance, além das funcionalidades de administração e segurança.
- 4.g) A plataforma de equipamentos de sincronismo deverá ter a capacidade de orquestrar os elementos de sincronismo PTP (Precision Time Protocol) existentes e novos, através de um sistema de gerência unificado.
- 4.h) A implementação de tecnologias de transferência de tempo como o PTP, que empregam a distribuição de intervalos de hora de alta precisão entre um GMC (Grand Master Clock), ou gerador do protocolo PTP e um cliente (ou receptor do protocolo), poderá ser usada para a reconstrução de frequência, e em um segundo momento para reconstrução da fase, utilizadas primariamente em telecomunicações.
- 4.i) As implementações do protocolo PTP têm três fontes potenciais de erro com relação à reconstrução de frequência, tempo e fase: o GMC (origem), a rede (o meio de transmissão) e o cliente.
- 4.j) O Grand Master Clock deverá ter capacidade de geração de frações de tempo com qualidade primária e deverá atender a alguns requisitos mínimos:
- a. Prover sincronismo de frequência de maneira 100% compatível com as recomendações ITU G.8265.1 (Precision time protocol telecom profile for frequency synchronization).
  - b. Prover sincronismo de Tempo e fase de maneira 100% compatível com as recomendações ITU G.8275.2 (Precision time protocol telecom profile for phase/time synchronization with partial timing support from the network).

- c. Obter referência primária através de sistema GPS, compatível com as recomendações do ITU-T G.811 (Timing characteristics of enhanced primary reference clocks)
  - d. Para sincronização de fase, deverá operar através de osciladores de alta estabilidade do tipo Rubídio, com eventual *backup* em Quartzo OCXO, a fim de proporcionar tempos de holdover de 400ns em 48hs, para o caso de falha do GPS;
  - e. Geração de frações de hora IEEE 1588v2 via hardware (hardware time stamping);
  - f. Capacidade de suporte a pelo menos 32, 64 e 128 pacotes por segundo de amostragem;
  - g. Deverá suportar, em sua capacidade máxima de clientes, 128 transações por segundo na troca de mensagens do protocolo.
- 4.k) A recomendação ITU-T G.8275.2 toma como base as premissas já indicadas nos padrões Telecom-2008 ou ITU-T G.8265.1, próprias para Frequência. A estas redes adicionam-se novos GMCs mais próximos aos elementos clientes, são os chamados Edge GMC ou Edge PRTC, a fim de permitir a manutenção de fase (mais ou menos 1,5 $\mu$ s).

#### 4.1 ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DE RELÓGIO

##### 4.1.a) Deverá prover:

- 4.1.a) Sincronismo de Tempo/Fase & Frequência de maneira 100% compatível com as recomendações ITU G.8275.2 e ITU G.8265.1;
- 4.1.b) Suportar saídas NTP (Network Time Protocol);
- 4.1.c) Obter referência primária através de sistema GPS, compatível com as recomendações ITU-T G.811 (Primary Reference Clock) e ITU-T G.8272 (Primary Reference Time Clock);
- 4.1.d) Operar através de osciladores de alta estabilidade do tipo Rubídio, com eventual Backup em Quartzo OCXO, a fim de minimizar o jitter na geração das estampas de tempo;

- 4.1.e) Prover a geração dos selos de hora PTP (IEEE1588v2) via hardware (hardware time stamping);
- 4.1.f) Ter capacidade de suporte a pelo menos 32, 64 e 128 pacotes/segundo de amostragem;
- 4.1.g) Recomendação de engenharia de rede para transportar pacotes PTP (1588v2).
- 4.1.h) Delay máximo Recomendado (por sentido) – Assimetria:
  - a) Frequência <100ms
  - b) Fase <100us;
  - c) PDV Máximo - Frequência <10ms.
- 4.1.i) Jitter:
  - a) Ideal: <2ms (considerando 50% dos pacotes de boa qualidade, uniformemente distribuídos);
  - b) Máximo: 5ms.
- 4.1.j) Perda de Pacotes PTP (1588v2): < 2 % uniformemente distribuídos;
- 4.1.k) QoS: Fluxo PTP com prioridade máxima. O tráfego de maior prioridade não deverá exceder mais do que 50% da banda disponível;
- 4.1.l) Carga máxima: média de 80%;
- 4.1.m) Type of Service (ToS): bits ajustados para delay mínimo;
- 4.1.n) QoS: ajustado para *Expedited Forwarding* (EF);
- 4.1.o) *DiffServ* Code Point (DSCP): ajustado para “well known value” 46;
- 4.1.p) Atributos do Ethernet: VLAN 802.1q habilitado.
- 4.1.q) Todos os *switches* precisam ser *full duplex*;
- 4.1.r) *Carrier Ethernet*: Classe de serviços ajustada preferivelmente em Class 4 ou a mais alta possível;
- 4.1.s) A capacidade do GMC operar em sua máxima capacidade de clientes suportados a taxa máxima de 128 transações por segundo do protocolo IEEE1588v2;
- 4.1.t) Deverá cumprir a máscara de qualidade G.823 1PPB;

- 4.1.u) O GMC deverá ter redundância física de seu oscilador e deverá realizar uma comutação ao seu backup sem que os clientes PTP percebam essa troca (IP Failover).
- 4.1.v) Deverá ser usado o G.8273.4 (APTS – Assisted Partial Time Support) para o controle de assimetria de rede e backup do GNSS.
- 4.1.w) O GMC e/ou Edge GMC deverão manter o sincronismo de fase dentro do budget de  $\pm 1.5\mu\text{s}$  para UTC.
- 4.1.x) O projeto de Sincronismo deverá considerar o atendimento aos seguintes requisitos:
  - a) Deverá existir um equipamento Master PRTC, equipado para sincronização dos elementos por área de abrangência, em um raio de 1.500km;
  - b) Deverá existir redundância lógica e geográfica, para sincronização dos clientes;
  - c) Um equipamento Master primário de uma determinada região poderá ser secundário para outra região, de forma a otimizar custos de rede e manter o nível de redundância;
  - d) Deverá atender à quantidade máxima de saltos especificada por tecnologia de acesso, conforme especificado nesse documento;
  - e) Deverá contemplar o projeto lógico para implantação dos elementos de sincronismo;
  - f) Durante todo o período de manutenção do contrato, deverá manter os relógios de sincronismo atualizados, para o último release de software homologado pelo fabricante;
  - g) Todos os relógios deverão suportar IPv4, IPv6 e IPv4v6;

## 5. ESPECIFICAÇÃO DA REDE Wi-Fi

### 5.1 REQUERIMENTO Wi-Fi 6

5.1 A CONTRATADA que irá fornecer a solução Wi-Fi 6 deverá atender às seguintes exigências:

- 5.1.a) Fornecer 130 kits de sistema Wi-Fi 6;
- 5.1.b) Instalar os 130 kits, provendo todo o serviço e insumos necessários;
- 5.1.c) A versão de software instalada deverá ser a mais recente, devidamente testada e aprovada;
- 5.1.d) Funcionamento simultâneo em 2,4GHz e 5GHz;
- 5.1.e) Certificação válida da ANATEL para os produtos;
- 5.1.f) Certificação Wi-Fi Alliance na categoria Enterprise/Service Provider Access Point, Switch/Controller or Router, com certificado de Conectividade Wi-Fi CERTIFIED 6™;
- 5.1.g) Deverá atender aos protocolos IEEE 802.11a, IEEE 802.11b, IEEE 802.11g, IEEE 802.11n, IEEE 802.11ac e IEEE 802.11ax com operação nas frequências 2.4 GHz e 5 GHz de forma simultânea;
- 5.1.h) Deverá atender ao grau de proteção mínimo IP67, outdoor;
- 5.1.i) Deverá suportar a operação MIMO 2 x 2 para 5GHz e 2.4GHz, permitindo taxas de transmissão de 574 Mbps (2.4GHz) e 1.2Gbps (5GHz);
- 5.1.j) Deverá ter sistemas de antenas para transmissão e recepção com MU-MIMO em 5GHz;
- 5.1.k) Deverá suportar, no mínimo, 256 clientes por rádio (512 por AP);
- 5.1.l) Deverá suportar endereçamento IP estático e dinâmico;
- 5.1.m) Deverá fornecer cliente DHCP, para configuração automática de rede;
- 5.1.n) Deverá fornecer suporte de criptografia e autenticação de no mínimo as opções WPA2, WPA3, 802.1X;

- 5.1.o) Deverá oferecer chave compartilhada exclusiva, tais como: PPSK, Identity PSK, ePSK, MPSK, DPSK ou similar;
- 5.1.p) Deverá suportar WPA com algoritmo de criptografia TKIP e MIC;
- 5.1.q) Deverá oferecer WPA2 com algoritmo de criptografia AES 128, IEEE 802.11i;
- 5.1.r) Deverá permitir a implementação do WPA3 com algoritmo de criptografia AES-CCM-128, AES-CNSA, AES-CCM-256 ou AES-GCM-256 e SAE-AES ou, ainda, implementar WPA3 com algoritmo de criptografia WPA3-Enterprise 192-bit e WPA3-Personal;
- 5.1.s) Deverá ter capacidade de operar pelo menos até 50°C;
- 5.1.t) As antenas internas deverão ter ganho mínimo de 2,5dBi em 2,4GHz e 3 dBi em 5GHz;
- 5.1.u) Deverão ser oferecidas antenas omnidirecionais;
- 5.1.v) A potência do transmissor deve ser de no mínimo 17.5 dBm nas frequências de 2.4 GHz e 5 GHz e potência irradiada por faixa de 30 dBm, respeitando a faixa ANATEL de uso de potência/Hz nessa tecnologia
- 5.1.w) Oferecer operação em modo Mesh, permitindo a conexão por meio do rádio Wi-Fi com outros pontos de acesso;
- 5.1.x) Oferecer ajuste dinâmico de nível de potência, de modo a otimizar o tamanho da cobertura oferecida, conforme as características do ambiente e demanda, evitando a necessidade de intervenção;
- 5.1.y) Suportar no mínimo 10 (dez) VLANs, conforme o padrão IEEE 802.1Q;
- 5.1.z) Implementação do acesso OFDMA;
- 5.1.aa) A modulação suportada deverá ser de até 1024 QAM para os rádios que operam em frequências de 2.4 e 5GHz servindo clientes wireless 802.11ax;

- 5.1.bb) Deverá oferecer capacidade de implementar no mínimo 15 SSID;
- 5.1.cc) Deverá oferecer a possibilidade de habilitar e desabilitar a divulgação do SSID;
- 5.1.dd) Deverá oferecer a capacidade de selecionar automaticamente o canal de transmissão;
- 5.1.ee) Deverá possuir, no mínimo, 1 (uma) interface elétrica 10M/100M/1000M Base-T ou superior para uplink, interface necessária para interligar o WiFi com uma porta ethernet da ONU.
- 5.1.ff) -----;
- 5.1.gg) O suporte dos fabricantes deverá ser assegurado por todo o período da garantia e operação.
- 5.1.hh) Disponibilizar softwares e suas atualizações, firmwares, sistema operacional através de meio eletrônico ou magnético sem ônus adicionais;
- 5.1.ii) Disponibilizar fonte de energia: 100-240 V CA, 50 / 60Hz;
- 5.1.jj) Deverá ter certificações FCC, CE, RoHS , adequadas para o funcionamento do ponto de acesso externo;
- 5.1.kk) Preferencialmente deverá oferecer capacidade de alimentação Ppoe 802.3af, 802.3at ou 802.3bt;
- 5.1.ll) Deverá disponibilizar cabos de alimentação e todos os outros conectores que se façam necessários;
- 5.1.mm) Deverá oferecer suporte especializado 12x5, durante a vigência da garantia e do contrato de operação;
- 5.1.nn) A área de cobertura (atendida pelo Wi-Fi6, deverá possuir os padrões 802.11a, 802.11b e 802.11g, 802.11n, 802.11ac e 802.11ax;
- 5.1.oo) Deverá prover soluções de autenticação padrão 802.1 e EAP;

- 5.1.pp) Deverá prover todas as licenças associadas a usuários e dispositivos que possam ser conectados na rede, para a utilização pública prevista.
- 5.1.qq) Para soluções virtualizadas de gerência, deverão fazer parte do fornecimento os servidores necessários, obedecendo às especificações mínimas recomendadas pelo fabricante, assim como sistemas operacionais, softwares complementares e licenças, para a completa instalação do sistema, atendendo a todas as características solicitadas.