



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO – UEMA**

**PROGRAMA DE POS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DA COMPUTAÇÃO E SISTEMAS**

**MARCELO RENATO DO CARMO PEREIRA FILHO**

**PROJETO TÉCNICO DO BACKBONE ÓPTICO USANDO DWDM E DO  
BACKHAUL VIA RÁDIO PARA TRÁFEGO DE DADOS VIA REDE GPON  
PARA ATENDER AOS CAMPI DA UEMA**

**SÃO LUÍS**

**2017**



MARCELO RENATO DO CARMO PEREIRA FILHO

**PROJETO TÉCNICO DO BACKBONE ÓPTICO USANDO DWDM E DO  
BACKHAUL VIA RÁDIO PARA TRÁFEGO DE DADOS VIA REDE GPON PARA  
ATENDER AOS CAMPI DA UEMA**

Projeto técnico apresentado ao curso de mestrado em Engenharia de Computação e sistemas da Universidade estadual do Maranhão, como requisito parcial para obtenção do título de mestre em Engenharia de Computação e Sistemas.

Orientador: Dr. Leonardo Henrique Gonsioroski Furtado da Silva, UEMA.

**SÃO LUÍS**

**2017**



2017

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO  
CAMPUS PAULO VI – CIDADE OPERÁRIA  
SÃO LUÍS - MA      CEP: 65.000-000

Este exemplar é de propriedade da universidade estadual do maranhão, que poderá incluí-lo em base de dados, armazenar em computador, microfilmar ou adotar qualquer forma de arquivamento.

É permitida a menção, reprodução parcial ou integral e a transmissão entre bibliotecas deste trabalho, sem modificação de seu texto, em qualquer meio que esteja ou venha a ser fixado, para pesquisa acadêmica, comentários e citações, desde que sem finalidade comercial e que seja feita a referência bibliográfica completa.

Os conceitos expressos neste trabalho são de responsabilidade do(s) autor(es) e do(s) orientador(es).



**Pereira Filho, Marcelo Renato do Carmo**

**PROJETO TÉCNICO DO BACKBONE ÓPTICO USANDO DWDM E DO BACKHAUL VIA RÁDIO PARA TRÁFEGO DE DADOS VIA REDE GPON PARA ATENDER AOS CAMPI DA UEMA, em São Luís, MA / Marcelo Renato do Carmo Pereira Filho. – Universidade Estadual do Maranhão, 2017**

**87 F. : il., graf., tab. : - cm.**

**Projeto Técnico (Mestrado) – Universidade Estadual do Maranhão, 2017**

- 1. Projeto Técnico**
- 2. Backbone.**
- 3. DWDM**
- 4. Rádio**



## **UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO**

Projeto Técnico de Mestrado apresentada ao Curso de Mestrado Profissional em Engenharia de Computação e Sistemas da Universidade Estadual do Maranhão, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Computação e Sistemas.

Orientador: Dr. Leonardo Henrique Gonsioroski Furtado da Silva

Co - orientador: Dr. Rogerio Moreira Lima Silva

Aprovada em 11 de agosto de 2017 pela seguinte Banca Examinadora:

---

DR. LEONARDO HENRIQUE GONSIOROSKI FURTADO DA SILVA – UEMA  
PRESIDENTE

---

DR. ROGERIO MOREIRA LIMA SILVA – UEMA

---

DR.. LUÍS CARLOS DA COSTA FONSECA – UEMA  
DIRETOR DO NTI

---

ENG. MAURÍCIO MACHADO DE OLIVEIRA – LIG 16  
DIRETOR EXECUTIVO

**SÃO LUÍS**

**2017**



A UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO,  
alicerce da minha formação e aperfeiçoamento



## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a todas as pessoas que me incentivaram, apoiaram e possibilitaram esta oportunidade de ampliar meus horizontes.

Agradeço aos meus pais

Agradeço em especial ao Dr. Leonardo Henrique Gonsioroski Furtado da Silva pela orientação impecável, por sua disponibilidade, atenção, disposição e dedicação em todas as fases de desenvolvimento deste trabalho.



## APRESENTAÇÃO

O presente trabalho tem a finalidade propor uma solução para viabilizar o tráfego de dados entre os diversos Campi da Uema, espalhados por municípios no Estado do Maranhão. Um estudo realizado utilizando a tecnologia DWDM, transmissão via rádio e tecnologia de acesso GPON (Network Optical Passive) irão proporcionar o acesso a dados “triple-play” (dados, voz e vídeo) nos campi da UEMA. Estudos de viabilidade técnica foram realizados para desenvolver o memorial descritivo do projeto em duas partes distintas: memorial descritivo de uma rede óptica e outro memorial de radioenlace. Os resultados foram analisados e inseridos, de acordo com normas e padrões das legislações vigentes. A grande vantagem desta solução está na facilidade de se prover a comunicação na interna e externa da Universidade Estadual do MA, além de reduzir custos oriundos de circuitos alugados com as telecomunicações que servem a estes Campi.



## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1 – Backbone UEMA DWDM.....</b>	<b>15</b>
<b>Figura 2 – Hierarquia Backbone UEMA.....</b>	<b>17</b>
<b>Figura 3 – Multiplexação.....</b>	<b>35</b>



## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1- Análise de Risco.....</b>	<b>24</b>
<b>Tabela 2 – Estimativas de preços de serviços de infraestrutura.....</b>	<b>29</b>
<b>Tabela 3 – Estimativa de preços dos elementos ativos do projeto.....</b>	<b>39</b>



## Sumário

<b>1.</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>11</b>
<b>2.</b>	<b>PROPONENTE.....</b>	<b>12</b>
<b>3.</b>	<b>DADOS TÉCNICOS.....</b>	<b>12</b>
<b>4.</b>	<b>EQUIPE DO PROJETO .....</b>	<b>12</b>
<b>5.</b>	<b>CONTEXTUALIZAÇÃO .....</b>	<b>13</b>
<b>6.</b>	<b>POLÍGONO DO BACKBONE ÓPTICO DWDM .....</b>	<b>14</b>
<b>7.</b>	<b>RESULTADOS DESEJADOS.....</b>	<b>14</b>
<b>8.</b>	<b>JUSTIFICATIVAS .....</b>	<b>17</b>
<b>9.</b>	<b>OBJETIVOS.....</b>	<b>19</b>
<b>9.1</b>	<b>Objetivo Geral.....</b>	<b>19</b>
<b>9.1.1</b>	<b>Objetivos Específicos .....</b>	<b>19</b>
<b>10.</b>	<b>PÚBLICO-ALVO .....</b>	<b>20</b>
<b>11.</b>	<b>ESTRATÉGIA DO PROJETO .....</b>	<b>20</b>
<b>10.1</b>	<b>AÇÕES.....</b>	<b>21</b>
<b>12.</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>21</b>
<b>13.</b>	<b>PREMISSAS E ANÁLISE DE RISCO.....</b>	<b>23</b>
<b>14.</b>	<b>ANÁLISE DE VIABILIDADE – FATORES DE CONTROLE INTERNO .....</b>	<b>25</b>
<b>15.</b>	<b>VIABILIDADE POLÍTICA.....</b>	<b>25</b>
<b>16.</b>	<b>VIABILIDADE FINANCEIRA.....</b>	<b>26</b>
<b>17.</b>	<b>VIABILIDADE TÉCNICA.....</b>	<b>26</b>
<b>18.</b>	<b>VIABILIDADE ECONÔMICA E SOCIAL .....</b>	<b>27</b>
<b>19.</b>	<b>CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO .....</b>	<b>27</b>
<b>20.</b>	<b>ORÇAMENTO FÍSICO E FINANCEIRO .....</b>	<b>28</b>
<b>21.</b>	<b>TECNOLOGIAS UTILIZADAS NO PROJETO.....</b>	<b>33</b>
<b>20.1</b>	<b>TECNOLOGIA DWDM.....</b>	<b>33</b>
<b>20.2</b>	<b>TRANSMISSÃO VIA RÁDIO .....</b>	<b>34</b>
<b>20.3</b>	<b>TECNOLOGIA GPON .....</b>	<b>35</b>
<b>22.</b>	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>36</b>
	<b>ANEXOS .....</b>	<b>38</b>



## 1. INTRODUÇÃO

A comunicação entre indivíduos de uma mesma categoria, instituição, empresas, ou grupos afins é de grande relevância atualmente no contexto de se obter respostas em tempo real.

A necessidade e a demanda por links de comunicação associada a banda larga necessária para otimizar os serviços de telecomunicações são pontos chaves para que se possa alinhar as ideias de um grupo que tenham o mesmo objetivo.

Neste contexto sabemos que a UEMA aspira no sentido de desencadear amplo e abrangente processo de avaliação, exequível e confiável, o qual, levando à revisão do posicionamento da Instituição em relação a seu meio e diante de seus objetivos, possibilite aos seus tomadores de decisão estabelecer metas e prioridades; revisar e redimensionar a política da Instituição em face à realidade estadual, regional e nacional; reavaliar a qualidade dos resultados obtidos em confronto com os almejados pela Instituição, bem como aprimorar permanentemente os projetos pedagógicos dos seus cursos, visando à melhoria do ensino-aprendizagem e, conseqüentemente, das atividades de pesquisa e extensão.

Este presente projeto visa prover uma rede de comunicação que interligue os campi da UEMA - Universidade Estadual do Maranhão, para que se possa ter uma celeridade nas respostas aos processos organizacionais desta instituição.

Os serviços que esta nova rede poderá oferecer, incluem as necessidades da comunicação administrativa além de novos serviços que irão auxiliar o ensino e a pesquisa da instituição, abrangendo programas especiais de pesquisas como por exemplo, o Ead (Ensino à distância) da UEMANET. A comunicação a baixo custo irá gerar economia em telefonia, utilizando a rede Voip. O backbone óptico utilizando a tecnologia DWDM, irá otimizar a banda e ainda oferecer um solução para prover inclusão digital em municípios com baixos índices de IDH do Estado do Maranhão. A transmissão multicast de videoconferência irá diminuir distâncias, resultando em uma melhor interação entre o corpo acadêmico, administrativo e docente da Universidade.

Este projeto compreende a implementação de um backhaul provido através de enlaces ópticos utilizando a tecnologia DWDM compartilhada com ramificações capilares via radioenlace para acesso terminais. Uma outra proposta a ser inserida no projeto é o acesso à dados “triple play” com uma rede utilizando a tecnologia GPON com acesso wireless pontual em cada campus da UEMA, para tanto utilizamos ferramentas computacionais e preditivas para realizar cálculos e simular os níveis de potência irradiada nas áreas de cobertura selecionadas, em acordo com a legislação vigente.



## 2. PROPONENTE

### **Responsável pelo projeto:**

Marcelo Renato do Carmo Pereira Filho  
Engenheiro Eletricista – Crea: 37472374

## 3. DADOS TÉCNICOS

**Nome:** UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO - UEMA

**Endereço:** SÃO LUÍS (Campus 1), Cidade Universitária Paulo VI, s/n – Tirirical – São Luís/MA. **CEP:** 65.055-970. **CNPJ:** 06.352.421/0001-68.

## 4. EQUIPE DO PROJETO

A equipe do projeto será formada pelos seguintes integrantes:

**Discente:** Marcelo Renato do Carmo Pereira Filho; Engenheiro Eletricista com ênfase em Telecomunicações pela UFMA, Especialista em projeto de rede LAN e WAN pela UEMA, Mestrando em Engenharia da Computação - UEMA.

**Orientador:** Leonardo Henrique Gonsioroski Furtado da Silva; Doutor em Engenharia Elétrica na PUC-RJ, na área de Concentração de Eletromagnetismo Aplicado aos Sistemas de Comunicações Móveis sem Fio. Concluiu o Mestrado em Engenharia Nuclear pelo Instituto Militar de Engenharia em 2002.

**Co-orientador:** Rogério Moreira Lima; mestre em Telecomunicações pelo Instituto Militar de Engenharia (2004) e doutor em Telecomunicações pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (2011)

**Coordenador do Projeto:** Rogério Moreira Lima.

### **4.1 Estrutura disponível e a capacidade institucional para abrigar o projeto**

O Grupo de Estudos em Tecnologias da Informação e Comunicações sem Fio (GETICOM) possui um quadro de professores doutores com vasta experiência em consultoria, pesquisa e desenvolvimento de projetos. São reproduzidas e estudadas pelos Pesquisadores todas as dificuldades técnicas encontradas. Desenvolvimento e consultoria de soluções completas de engenharia são aplicadas aos projetos.



## 5. CONTEXTUALIZAÇÃO

No mundo contemporâneo, um dos fatores vitais para o desenvolvimento econômico, social e cultural tem sido o aproveitamento das oportunidades oferecidas pelas Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs). Hoje, a sociedade compartilha a crença de que o crescimento econômico e social depende, em larga medida, da amplitude e efetividade dos processos de adaptação, mudança e inovação tecnológicas, bem como da capacidade de gerar e difundir informação e conhecimento, criar emprego e renda, fomentar a equidade social e cultural e promover o bem-estar dos cidadãos.

Há, porém, uma grande lacuna no Brasil entre aqueles que já desfrutam, de diversas formas, dos benefícios decorrentes do acesso às TICs e um segundo grupo, largamente majoritário, que não tem tido a mesma facilidade de acesso a esses recursos e às inumeráveis oportunidades que eles proporcionam nos campos da informação, do conhecimento, da educação formal e não-formal e da qualificação profissional, entre outros.

Faz parte da missão institucional da UEMA apoiar e fomentar políticas de inclusão social e produtiva que tenham como base o desenvolvimento ou a transferência de tecnologias e a geração e difusão de conhecimento científico e tecnológico, entre as quais se destacam as ações de inclusão digital e a oferta de infraestrutura para melhorar a gestão pública, implantar soluções estimulando a criação de canais eletrônicos de participação social.

O presente documento de referência define critérios e conteúdos para a apresentação, habilitação e seleção de projetos de inclusão digital, ensino e pesquisa no âmbito da Universidade Estadual do Maranhão, com foco específico na implantação de infraestrutura de comunicação em banda larga, na última milha, a partir da construção de redes lógicas híbridas que combinam cabeamento óptico e radiofrequência.

O presente trabalho tem a finalidade propor uma solução para viabilizar o tráfego de dados entre os diversos Campi da Uema, espalhados por municípios no Estado do Maranhão. Um estudo realizado utilizando as tecnologia DWDM, transmissão via rádio e tecnologia de acesso GPON (Network Optical Passive) irão proporcionar o acesso a dados “triple-play” ( dados, voz e vídeo) nos campi da UEMA. Estudos de viabilidade técnica foram realizados para desenvolver o memorial descritivo do projeto em duas partes distintas: memorial descritivo de uma rede óptica e outro memorial de radioenlace. Os resultados foram analisados e inseridos segundo normas e padrões de acordo com normas e legislações vigentes. A grande vantagem desta solução está na facilidade de se prover a comunicação na Universidade, além de reduzir custos oriundos de operadas de telecomunicações que servem a estes Campi.

## 6. POLÍGONO DO BACKBONE ÓPTICO DWDM

A topologia física da rede de dados foi planejada para interligação ponto a ponto, compreendendo os 25 centros acadêmicos espalhados pela capital e interior do Estado, conforme ilustração abaixo.

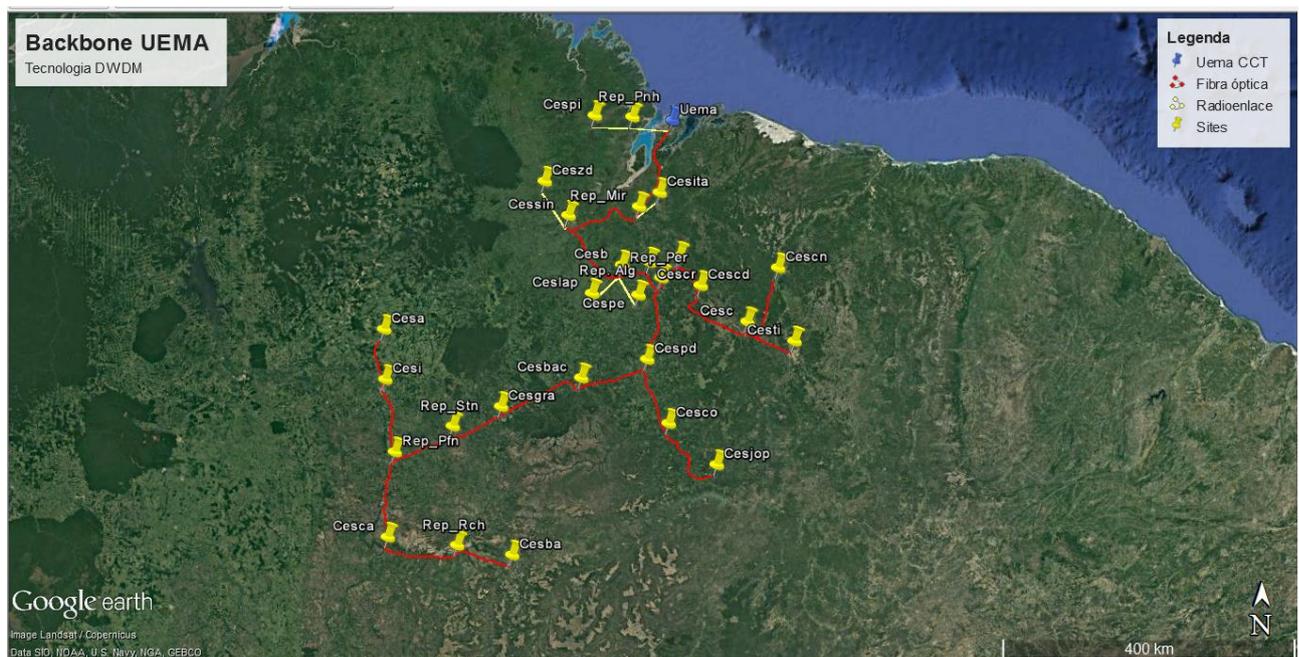


Figura 1 – Backbone UEMA

## 7. RESULTADOS DESEJADOS

O presente trabalho irá trazer vantagens econômicas e integração de todos os campi da Uema, entre outras, trará uma independência em relação a transmissão de voz e dados. Sistemas *voip* aplicados a este sistema reduziram custos de ligações comutadas por circuitos e serviço de videoconferência e HDTV, ajudarão nos projetos de ensino e pesquisa a distância (EaD) como o programa que hoje vêm sendo difundido com a UEMANET. Por fim este projeto se torna uma solução definitiva para trafegar dados em alta capacidade interligando os campi da Uema no Estado do Maranhão.



### **7.1 Em relação ao uso de um backbone óptico DWDM, apresentado neste projeto teremos as seguintes vantagens:**

- 7.1.1 Capacidade para ampliação de acordo com o padrão OTN (10G; 40G; 100G).
- 7.1.2 Redundância de dados e equipamentos.
- 7.1.3 Integridade dos dados devido ao FEC do sistema.
- 7.1.4 Redução de custos com operados de telecom.

### **7.2 Em relação ao uso de enlaces de rádio em projeto teremos as seguintes vantagens:**

- 7.2.1 Atendimento de última milha com qualidade e eficiência, sem custos adicionais com a implantação de fibras ópticas.
- 7.2.2 Utilizamos cálculos realizados com a frequência de 7Ghz, com disponibilidade do enlace atendida em 100% do tempo durante um ano.
- 7.2.3 Utilização de modulação adaptativa.

### **7.3 No que diz respeito a tecnologia GPON – LAN**

A aplicação da tecnologia GPON LAN (ou GPOL - Passive Optical LAN) é uma solução recente, que vem transformando-se em uma tendência inovadora cada vez mais utilizada principalmente em instituições e corporações.

A tecnologia GPON LAN funciona através uma plataforma gerenciável, com um concentrador OLT com interfaces elétricas/ópticas com portas PON de 2,5 G até 10 Gbps que executam funções de um comutador de pacotes, switch LAN, além de redes ópticas passivas que interligam terminais de usuário por meio de elementos ativos denominados (ONUs). A solução integra serviços de dados, vídeo, voip, sistema de segurança, sistema de automação, entre outros, tudo em uma única rede óptica passiva.

#### **Vantagens das Redes GPON LAN**

- 7.3.1 Redução de custos.
- 7.3.2 Implementação simples
- 7.3.3 Segurança

7.3.4 Infraestrutura compacta

7.3.5 Evolução

#### 7.4 Hierarquia da rede de dados proposta para atendimento dos centros acadêmicos:

A hierarquia de rede foi definida para atender o usuário final a partir de três níveis: Rede de acesso, distribuição e núcleo (core). Na rede de acesso o usuário final está interligado a uma ONU/ONT que por sua vez está diretamente conectado a um OLT na camada de distribuição. O equipamento OLT (Optical Line Terminal) que por sua vez é conectado ao núcleo da rede (core), composto por switches, roteadores e servidores.

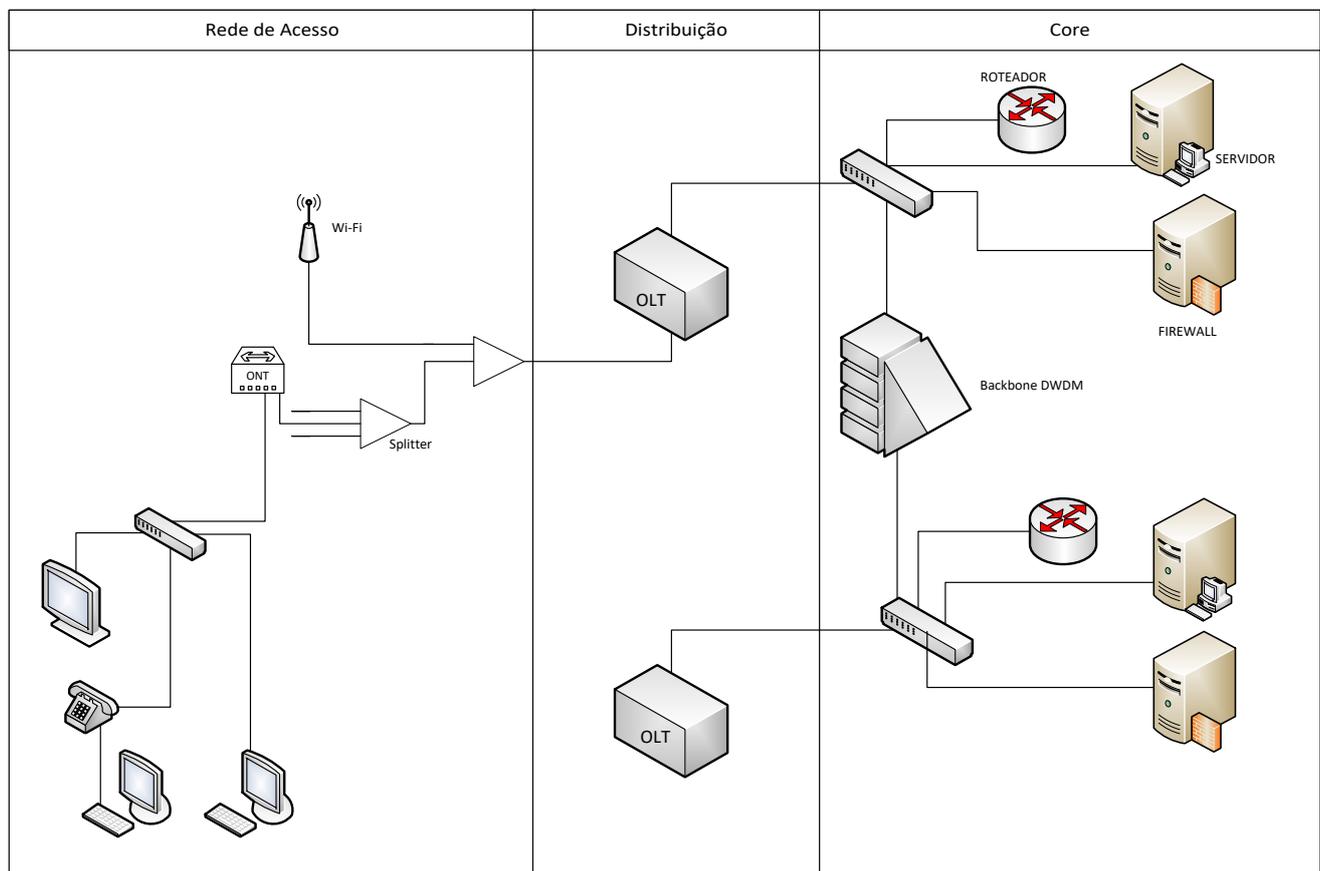


Figura 2 – Backbone UEMA



## 8. JUSTIFICATIVAS

O projeto de implantação de uma rede de transporte de dados que contempla:

- 8.1 Uma solução baseada na tecnologia DWDM (Dense Wavelength Division Multiplexing), que irá criar um meio de transporte de dados óptico – Backbone Óptico.
- 8.2 Uma solução baseada na tecnologia sem fio em microondas, que irá possibilitar a capilarização da rede de telecomunicações nacional, por meio da implantação de Backhaul, que são redes de transporte de dados que irão interligar os municípios ao Backbone.
- 8.3 Maior integração das unidades administrativas e acadêmicas proporcionando agilidade, eficiência e transparência nos processos da UEMA;
- 8.4 Uma solução baseada na tecnologia Ethernet/ IP/ GPON que irá dotar a rede de flexibilidade e qualidade para a implementação de diversos serviços de transporte de dados.

A Universidade Estadual do Maranhão – UEMA, busca melhorar o paradigma da infraestrutura de telecomunicações na sua área de atuação regional no Estado, ao instituir o uma rede de dados própria estabelece à sociedade acadêmica, as seguintes competências:

- a) Provimento da rede privativa de comunicação;
- b) Suporte a políticas públicas de conexão a Internet em banda larga;
- c) Provimento da infraestrutura e redes de suporte a serviços de telecomunicações;
- d) Prestação de serviço de conexão em banda larga aos usuários finais, em localidades onde inexista oferta adequada desse serviço.

A migração e massificação de vários serviços baseados na Web, a convergência de tecnologias e a estratégia de utilizar a Internet como ferramenta importante para o Governo interagir com o próprio Governo, com as empresas e principalmente com o cidadão, tem elevado a demanda por infraestrutura de redes de telecomunicações, tanto para o transporte de alta capacidade de dados, quanto para a entrega dos dados em diversos locais, a chamada “última milha” ou acesso.

O cenário atual de telecomunicações do país é caracterizado por uma oferta deficitária de infraestrutura de redes de telecomunicações em vários municípios, baixa concorrência,



cobertura limitada e prática de preços elevados, fatores que restringem o acesso à banda larga a muitos cidadãos e não permite a adoção da estratégia de utilizar a Internet como instrumento para fomentar o desenvolvimento e a integração da sociedade.

A implantação de uma rede de telecomunicações de abrangência regional, na UEMA, proporcionará benefícios ao desenvolvimento do Estado, cujos principais benefícios esperados são:

- Maior integração dos Campi, proporcionando agilidade, eficiência e transparência nos processos, como a troca de informações (cadastros), convênios para repasse de verbas, entre outros.
- Maior integração e compartilhamento infraestrutura de rede entre os setores administrativos da UEMA.
- Maior oferta de serviços de governo eletrônico proporcionando uma maior interação e atendimento das necessidades do cidadão, como serviços relacionados à saúde, educação, segurança pública, previdência, entre outros.
- Maior desenvolvimento regional (interiorização) proporcionando alternativas de acesso de dados às escolas estaduais, com a instalação de redes wireless, entre outros.
- Oferta de uma infraestrutura alternativa de transporte de dados para governos e iniciativa privada, dotando o país de uma malha de transporte robusta, interconectando diversas redes e proporcionando, em casos de falhas, rotas físicas distintas para o transporte dos dados.
- Oferta de acessos a Internet, em banda larga, a população mais carente, apoiados pela implantação da infraestrutura de Backbone e Backhaul da rede de telecomunicação nacional e pela parceria com prestadores de serviços de telecomunicações.

Para as finalidades já descritas, será necessário implantar uma rede regional de telecomunicações com alta escalabilidade, modularidade e capacidade técnica, mediante a instalação e configuração de equipamentos de altíssima capacidade de tráfego no seu núcleo utilizando rede óptica DWDM, rádios de comunicação de alta capacidade nas infraestruturas de derivação intermediárias, bem como de equipamentos IP/GPON para modelar os serviços e para suportar toda a eletrônica implantada.

Registra-se que já existe infraestrutura de redes das operadoras da região, instalados em diversas regiões do Estado do Maranhão, os quais poderão ser disponibilizados ao governo, consoante as determinações contidas em **LEI Nº 13.116, DE 20 DE ABRIL DE 2015**. Reduzindo de forma significativa os custos e os prazos para a sua implantação.



O projeto da rede de telecomunicações considerou como principais premissas a confidencialidade de informações estratégicas governamentais, a alta capacidade de transporte de dados, a flexibilidade, escalabilidade e, principalmente, a disponibilidade da rede, visando suprir as demandas da Universidade.

Para a construção desta rede de telecomunicações nacional faz-se necessária a aquisição de solução óptica em DWDM, enlaces de rádios digitais composta por equipamento de radiocomunicação, sistema irradiante, torres, postes, sistema de gerência, serviços de instalação, treinamento e operação inicial, com garantia, constituindo aquisição de tais itens essenciais à implantação da rede.

## 9. OBJETIVOS

### 9.1 Objetivo Geral

Projetar uma solução técnica viável, utilizando uma rede de telecomunicações própria, para atender as demandas de voz e dados cada vez mais necessárias em um ambiente acadêmico e administrativo, para Universidade Estadual do Maranhão em toda sua área de abrangência regional.

#### 9.1.1 Objetivos Específicos

Realizar um projeto de acordo com as seguintes premissas:

- Projetar um backbone utilizando enlaces ópticos via DWDM com capacidade de transmissão de 10Gbps.
- Projetar uma rede de rádio ponto-a-ponto com capacidade mínima de transmissão de 100Mbps. Utilizar faixas de frequências licenciadas;
- Utilizar a menor quantidade de repetição mínima possível;
- Adequar a tecnologia GPON para acesso de voz, vídeo e dados (triple play) nos campi em todo território do Estado do MA.



## 10. PÚBLICO-ALVO

A sociedade acadêmica composta por profissionais administrativos da Universidade, professores, mestres, doutores e discentes são o público-alvo deste projeto. Vale ressaltar que alunos do ensino médio poderão ser contemplados com o acesso a dados via wireless em locais com baixo IDH no estado do Maranhão.

## 11. ESTRATÉGIA DO PROJETO

Os projetos para implantação de uma rede óptica de dados, na última milha, devem contemplar os seguintes aspectos:

### a) **Integração de iniciativas:**

- Integrar redes físicas e lógicas de acesso à Internet;
- Apoiar conexão em banda larga sem fio ou em rede híbrida;
- Integrar, em rede, serviços oferecidos pela Universidade;
- Promover a integração entre os centros acadêmicos em toda área de atuação da UEMA no território maranhense;

### b) **Modernização da administração da universidade pública:**

- Apoiar iniciativas de parcerias público-privadas de infraestrutura compartilhada de telecomunicações para prover acesso de dados no Estado do MA;
- Promover a redução de custos operacionais com utilização dos meios de comunicação, como voip, videoconferências, sistemas rádio web através da internet;
- Viabilizar a implantação de sistemas de governança com baixo custo operacional, por meio do compartilhamento de infraestrutura de rede;

### c) **Difusão de Conhecimentos, Serviços e Tecnologias:**

- Apoiar projetos voltados para a ampliação do acesso da população às TICs, especialmente à internet em banda larga;
- Difundir o conceito e aplicação de trabalhos em redes e comunidades virtuais de aprendizagem;
- Universalizar o acesso a informações e serviços públicos, por meio de soluções de ensino virtual, especialmente nas áreas de pesquisa e sociais;
- Prover os equipamentos necessários à implantação de infraestrutura de telecomunicações híbrida;
- Possibilitar a incorporação de novas tecnologias e serviços através do compartilhamento de infraestrutura de comunicação baseada na tecnologia GPON.

## 10.1 AÇÕES

### 10.1.1 IMPLANTAÇÃO REDE ÓPTICA:

- Realizar levantamentos técnicos (survey).
- Elaborar projeto executivo e “As Built” quando couber.
- Construir infraestrutura correspondente a lançamento de dutos, subdutos e/ou cabos de fibras ópticas monomodo (SM), com dimensionamento total de materiais, além de cabos ópticos, ao longo de posteação, estradas, vias, prédios, pontes, com a instalação de caixas de passagens, terminais ópticos e demais equipamentos.
- Realizar de emendas, testes de continuidade e qualidade da(s) fibra(s) e certificação global fibra a fibra, com vistas a entrega da(s) rede(s) ou trechos dela(s) em perfeitas condições de ativação ou ativadas.

### 10.1.2 IMPLANTAÇÃO REDE DE RF

- Realizar em campo levantamentos técnicos (survey)
- Elaborar de projeto executivo e “As Built” quando couber.
- Compartilhar infraestrutura com operadoras de telecomunicações.
- Levantar coordenadas geográficas dos pontos de origem e destino dos enlaces.
- Alinhar antenas, de acordo com azimute
- Especificar equipamentos a serem utilizados no projeto.
- Realizar testes de continuidade e qualidade do tráfego.
- Verificar certificação global dos equipamentos, com vistas a entrega da(s) rede(s) ou trechos dela(s) em perfeitas condições de ativação.

## 12. METODOLOGIA

A metodologia aplicada a este estudo baseia-se na coleta de dados e análises de viabilidade para projetar enlaces ópticos e de radiofrequência utilizando normas e padrões internacionais. A largura de banda da rede óptica é fator limitante para definir qual método será mais preciso para desenvolvimento do projeto, para os enlaces em radiofrequência utilizaremos algoritmos computacionais, inseridos na lógica de programação do software escolhido para definir a modulação e tipo de frequência dos equipamentos. Estes algoritmos levam em consideração análise de cálculo e medição de sinais teóricos e empíricos baseados em leis e fórmulas de cálculo de enlaces e predição de cobertura.

O projeto de rede estará dividido em três planos de ações, a saber: implementação de uma rede óptica, implementação de uma rede de enlaces de rádio e implementação de uma rede de acesso baseada em GPON. A internet (rede TCP/IP), núcleo de gerenciamento e conteúdo, sub-rede de distribuição e sub-rede de acesso estarão dispostos da seguinte forma:

- a) Internet (rede TCP/IP): trata-se da rede a partir do último roteador do Núcleo, fora do gerenciamento da solução e em direção à internet;
- b) Núcleo de gerenciamento e conteúdo: nesse ponto estão dispostos os elementos de administração e controle, aplicação de políticas de acesso e outras funcionalidades relacionadas ao conteúdo local da solução proposta;
- c) Sub-rede de Distribuição: tem como principal função interconectar o Núcleo e a Rede de Acesso; e
- d) Sub-rede de Acesso: concebida tanto como uma sub-rede em tecnologia Wi-Fi padrão IEEE 802.11b/g(n) ou G-PON. É essa sub-rede que atende a usuários individuais com baixa qualidade de serviço, possibilitando a concessão à sub-rede de distribuição para quem precisa de maior qualidade de acesso.

No modelo proposto está prevista a utilização de fibra óptica, conforme a necessidade de banda larga da localidade. Também está prevista a adoção de transmissão via rádio em redes híbridas com Wi-Fi, para pontos distantes do backhaul.

As tecnologias de transmissão de dados, voz e imagens deverão suportar a realização de teleconferências, telemedicina, teleaulas e televigilância, entre outros serviços, garantindo níveis de serviços de qualidade, disponibilidade e simultaneidade para cada tipo de serviço, bem como a facilidade no acesso e troca de conhecimentos e compartilhamento de informações entre as administrações públicas estadual e federal, tanto no âmbito da comunicação interpessoal quanto no atendimento de programas governamentais, especialmente em áreas como, educação e inclusão digital.

A descrição dos módulos e procedimentos para o dimensionamento da rede encontram-se no Anexo deste documento de referência.

O desenvolvimento deste trabalho deverá iniciar-se pela apresentação das localizações georreferenciadas em coordenadas geográficas dos Campi que compõem a Universidade Estadual do Maranhão, assim como as características e premissas do projeto bem detalhadas. Em uma segunda etapa apresentamos a poligonal obtida através da tecnologia DWDM para prover alta capacidade de tráfego de forma otimizada, cálculos de enlaces ópticos são realizados para dimensionar o projeto a cada 100 quilômetros de fibra percorrida, uniformizando o projeto e utilização do software Pathloss para construção backhaul do sistema de transmissão ponto a ponto via rádio que compõem esta rede. Finalmente em uma terceira etapa é apresentado uma solução de acesso terminal e local para serviços “triple play” utilizando a tecnologia GPON.

## 13. PREMISSAS E ANÁLISE DE RISCO

### 13.1 Premissas

Apresentamos aqui os fatores associados ao escopo do projeto que, para fins de planejamento, são assumidos como verdadeiros, reais ou certos, e que poderão na sua ausência criar riscos a execução do projeto.

- Apoio formal da Alta Administração Pública Estadual à iniciativa do projeto;
- Disponibilização da equipe para atuação dedicada ao projeto;
- Capacitação da equipe técnica;
- Liberação dos recursos financeiros nos prazos previstos;
- Dotação orçamentária autorizada para o projeto;
- Aquisição de equipamentos de acordo com os parâmetros de entrada cálculos descritos e licenças de software.
- Capilarização do backbone óptico com a utilização de radioenlaces.
- Compartilhamento de infraestrutura da rede de telecom com parcerias público-privadas.

**Tabela 1- Análise de Risco**

<b>Categoria de Risco</b>	<b>Exemplo</b>	<b>Parceiro Responsável pelo Risco</b>
<b>Força Maior</b>	Perdas por desastres naturais ou guerra	Público
<b>Risco Político / Regulatório</b>	Demora na aprovação de projetos e processos de indenização, alteração na lei e instabilidade política	Público
<b>Risco de Demanda</b>	Previsão de tráfego superestimada e/ou ingressos inferiores ao esperado devido à elasticidade de demanda	Geralmente Público – Podendo também ser Privado
<b>Risco Técnico</b>	Deficiências de projeto relacionadas com soluções de engenharia	Privado
<b>Risco de Construção</b>	Custos devido a falhas e demoras durante a construção	Privado
<b>Risco de Operação</b>	Custos de operação e manutenção mais elevados que o esperado	Privado
<b>Risco Ambiental</b>	Custos de danos e responsabilidade ambiental	Privado
<b>Risco Financeiro</b>	Custos oriundos de administração inadequada da dívida	Geralmente Privado – Podendo também ser Público

Risco de Falha de Projeto	Ruptura de projeto por qualquer dos fatores elencados acima	Compartilhado Público / Privado
---------------------------	---	---------------------------------

### 13.2 Análise preliminar de riscos

Tendo em vista que os riscos associados ao projeto estão na negação das premissas, a análise preliminar de riscos (APR) desenvolvida consiste do estudo, durante a fase de concepção, desenvolvimento de um projeto ou sistema, com a finalidade de se determinar os possíveis riscos que poderão ocorrer na sua fase operacional e saná-los para que os mesmos não aconteçam. Para tanto elencamos aqui as medidas contraceptivas para sanar eventuais riscos e falhas ao projeto.

- Revisar problemas comuns a implementação de uma rede óptica consistindo na busca de analogia ou similaridade com outros sistemas, para determinação de riscos que poderão estar presentes no sistema que está sendo desenvolvido, tomando como base a experiência passada.
- Revisão da missão a que se destina: atentar para os objetivos, exigências de desempenho, principais funções e procedimentos, ambientes onde se darão as operações.
- Determinar riscos principais: identificar os riscos potenciais com potencialidade para causar lesões diretas e imediatas, perda de função (valor), danos à equipamentos e perda de materiais.
- Determinar riscos iniciais, determinando para cada risco principal detectado, os riscos iniciais e contribuintes associados.
- Revisar dos meios de eliminação ou controle de riscos: elaborar um "brainstorming" para levantamento dos meios passíveis de eliminação e controle de riscos, a fim de estabelecer as melhores opções, desde que compatíveis com as exigências do sistema.

As ações corretivas e/ou preventivas ficará a cargo da equipe técnica capacitada pela Engcomp, para aplicar as medidas acima citadas, no intuito de sanar eventuais riscos, advindos do não cumprimento de premissas.

### 13.3 Restrições

Restrições internas do projeto:

- Os equipamentos que irão compor a infraestrutura da rede deverão ser baseados na tecnologia Dense Wavelength Division Multiplexing (DWDM) sobre a fibra óptica;
- As frequências dos radiolênlaces deverão ser licenciadas;
- A tecnologia GPON deverá ser aplicada para acesso em última milha. Substituindo redes LAN de cabeamento metálico estruturado tradicional.



- O local a ser utilizado para armazenar os equipamentos deverá ser coberto.

## 14. ANÁLISE DE VIABILIDADE – FATORES DE CONTROLE INTERNO

Diante da necessidade de alternativas para a resolução do problema da escassez de recursos estatais necessários ao desenvolvimento da deficitária infraestrutura brasileira, é instituída pela Lei Federal n.º 11.079, de 30 de dezembro de 2004, a figura da Parceria Público-Privada (PPP). Trata-se de um mecanismo que visa a maximização da atração do capital privado para a execução de obras públicas e serviços públicos por meio de concessão, bem como para a prestação de serviços de que a Administração Pública seja usuária direta ou indireta, suprimindo a escassez de recursos públicos para investimentos de curto prazo. A expressão Parceria Público-Privada, do inglês Public Private Partnership, indica a atração de investimentos privados para projetos tradicionalmente delegados ao Estado, mediante princípios, por exemplo, de Project Finance..

## 15. VIABILIDADE POLÍTICA

O presente projeto está alinhado com programas governamentais do Estado do Maranhão, como o programa Cidadania Digital (MARANET).

O Programa MARANET poderá ser expandido utilizando uma rede óptica dotada de largura de banda suficiente para atender todos os municípios contemplados com o sistema DWDM da UEMA. O programa MARANET partiu de um acordo de cooperação técnica com o Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCCTI) e a SECTI, com o objetivo de auxiliar no acompanhamento, monitoramento e gestão dos projetos Cidades Digitais, antenas GSAC e Telecentros.

- **Cidades Digitais:** é um programa que tem com o objetivo de ligar todos os órgãos públicos dos municípios contemplados por uma rede de fibra óptica.
- **GSAC:** é uma antena de internet satelital que disponibiliza o acesso em telecentros, escolas e outros órgãos e instituições.
- **Telecentros:** é um espaço equipado com computadores para disponibilizar acesso a internet e inclusão digital às comunidades

## 16. VIABILIDADE FINANCEIRA

A estratégia do projeto para capitalizar investimentos, foi optar por modalidade de Parceria Público Privadas (PPPs), dada as restrições orçamentária e financeira Estadual. Assim, o principal objetivo do Estado em realizar PPPs foi o de postergar desembolsos e, ainda, de obter eficiência na realização de investimentos essenciais que possam contribuir para recuperação econômica do Estado.

## 17. VIABILIDADE TÉCNICA

A viabilidade técnica dos projetos de rede óptica e rede de radioenlace estão previstas nas análises de potência transmitidas e recebidas (link budget), além de análise de viabilidade de visada direta nos enlaces via rádio. Este estudo está descrito nos anexos de memória de cálculo para o projeto.

### 17.1 Avaliação de Qualidade - Testes e Medições

Para garantir a qualidade dos cabos e serviços executados, a CONTRATADA deverá proceder/executar, para trechos superiores a 500 m, antes do lançamento do cabo, o seguinte teste e medições nas fibras ópticas do respectivo cabo:

- Teste OTDR de pré-lançamento para a verificação da continuidade e possíveis avarias causadas na manipulação do cabo óptico antes do seu lançamento nos respectivos dutos.
- A CONTRATADA deverá proceder com o Teste de Enlace para avaliar a integridade das fibras, se há inversão de fibras, fibras quebradas ou fibras trincadas e a atenuação causada por emendas, conectores e pela distância;
- A CONTRATADA deverá proceder com o Teste de Potência Óptica para verificar a diferença da potência emitida e da recebida, mantendo o registro dos testes realizados para controle da UEMA;
- Todos os testes deverão ser feitos utilizando OTDR, entre os pontos finais de emendas, quais sejam: o DIO ou terminador óptico da unidade municipal em questão (ponto A) e a outra ponta do enlace óptico de acesso (ponto B), ou seja, onde as fibras dos respectivos cabos oriundas do ponto A serão conectados a caixa de emenda/sangria do respectivo anel óptico municipal em questão. Devem estar previsto os testes por enlaces intermediários e a apresentação do plano de emendas, caso existam.



## 17.2 Da Garantia dos Serviços e Materiais

Concluída a totalidade dos serviços de acesso da(s) unidade(s) abordada(s) e após o recebimento formal e integral dos resultados dos testes de conformidade, do AsBuilt do Projeto de Instalação e do certificado de garantia emitidos pela CONTRATADA, a CONTRATANTE emitirá o Termo de Aceitação provisória dos serviços em até 15 (quinze) dias úteis após o recebimento do comunicado da conclusão destes serviços;

A garantia abordará todos os materiais por um período de 24 (vinte e quatro) meses e, para os serviços de instalação, por um período de 24 (vinte e quatro) meses, contados a partir da emissão do Termo de Aceitação provisória para cada acesso construído/implantado;

## 18. VIABILIDADE ECONÔMICA E SOCIAL

Os estudos socioeconômicos buscaram confrontar os benefícios e custos da implantação do ramal analisado e, à luz de indicadores técnico-econômicos verificar a viabilidade do empreendimento. A metodologia adotada compreende a comparação da demanda de dados reprimida com a implantação do projeto e a demandas em a implantação do projeto, quantificando os benefícios – ou vantagens econômicas – decorrentes da implantação, e os custos envolvidos no processo.

Vale enfatizar que a avaliação econômica aqui praticada é apoiada em custos econômicos, ou custos para a sociedade, excluindo-se taxas e tributos eventualmente incluídos. O objetivo, portanto, é determinar qual a melhor alternativa para a realização da interligação entre os campi da UEMA do ponto de vista social.

## 19. CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO

Etapas de Projeto de Implantação de Redes de Banda Larga

As atividades relacionadas ao projeto podem ser resumidas em 5 fases:

**Fase 1:** Concepção da rede

**Fase 2:** Definição da topologia

**Fase 3:** Elaboração do Projeto de Referência

- ✓ Proposta preliminar do projeto
- ✓ Definição dos parâmetros de qualidade
- ✓ Definição das tecnologias a serem consideradas

**Fase 4:** Elaboração do Projeto

- ✓ Levantamento das necessidades
- ✓ Dimensionamento da capacidade
- ✓ Validação dos parâmetros de qualidade
- ✓ Definição das tecnologias a serem consideradas
- ✓ Validação da topologia da rede
- ✓ Estudos de alternativas, se necessário
- ✓ Validação da topologia da rede
- ✓ Especificação de equipamentos
- ✓ Elaboração do cronograma de implantação

**Fase 5:** Elaboração do Projeto Executivo

**Fase 6:** Implantação da Rede

Este documento apresenta o Projeto de Referência que servirá de base para os estudos técnicos para elaboração de contratação de Projeto de Parceria Público e manutenção de rede de banda larga no para Universidade Estadual do Maranhão.

## 20. ORÇAMENTO FÍSICO E FINANCEIRO

Tabela com estimativa de preços para implantação de obra civil e fornecimento de elementos passivos da rede de dados do backbone óptico.

**Tabela 2 – Estimativas de preços de serviços de infraestrutura**

PROJETO BÁSICO					
IMPLANTAÇÃO DE BACKBONE ÓPTICO - UEMA					
ITEM	Descrição	Und	Quant.	Valor Unitário Ofertado (R\$)	Estimativa por item
1	Projeto de rede de fibra óptica com dimensionamento global de materiais, serviços e certificação.	m	1.909.000	1,9	R\$ 3.627.100,00
2	Abertura e fechamento de vala por metro, com no mínimo 15 cm de largura e 80 cm de profundidade, para lançamento de dutos ou subdutos em solo bruto (areia, terra, grama) (custo por metro de vala construída = R\$/metro)	m	1.692.000	43,72	R\$ 73.974.240,00
3	Abertura e fechamento de vala por metro, com no mínimo 15 cm de largura e 80 cm de profundidade, para lançamento de dutos ou subdutos em solo asfáltico. (custo por metro de vala construída = R\$/metro)	m	210.000	109,5	R\$ 22.995.000,00

4	Método não destrutivo com perfuratriz horizontal de monitoramento pela superfície. (custo por metro = R\$/metro) – MND SOLO ASFÁLTICO	m	7.000	138,56	R\$ 969.920,00
5	Lançamento de eletrodutos de PVC/metálico, eletrocalhas em PVC ou similares como proteção da fibra na parte interna do prédio, incluindo a abertura e recomposição de toda a estrutura utilizada (custo por metro instalado e fornecido = R\$/metro instalado e fornecido)	m	2.000	53,64	R\$ 107.280,00
6	Lançamento, com fornecimento de cabo e todo o material necessário (custo por metro = R\$/metro). Cabo óptico tipo tight , constituído por fibras ópticas com revestimento primário em acrilato e revestimento secundário em material polimérico colorido (900 m), reunidas e revestidas por fibras sintéticas dielétricas para suporte mecânico (resistência à tração) e cobertas por uma capa externa em polímero especial para uso interno, que trabalhe na janela de 850nm ou 1300nm, com designação CFOI-MM-EOXX (onde XXX indica a quantidade de vias do cabo), atenuação máxima 0,35dB/km e de 1,5dB/km, respectivamente, para as janelas indicadas acima, com 12 vias multimodo, 10 GIGABIT OM4 para transmissão de dados a 10Gb a distância mínima de 500 metros.	m	1.000	16,72	R\$ 16.720,00
7	Lançamento, com fornecimento de cabo e todo o material necessário (custo por metro = R\$/metro). Cabo do tipo loose tube , que trabalhe na janela de 1310 nm ou 1550 nm, constituído por fibras ópticas revestidas em acrilato, posicionadas em tubos preenchidos com geleia reunidas ao redor de um elemento com 12 vias monomodo. Cabo óptico de 12 fibras SM, interno.	m	1000	11,08	R\$ 11.080,00
8	Lançamento, com fornecimento de cabo e todo material necessário, em em duto ou subduto subterrâneo (custo por metro de cabo lançado = R\$/metro). Cabo do tipo loose ou tight , que trabalhe na janela de 1310 nm ou 1550 nm, com as fibras revestidas em acrilato, posicionadas em tubos e protegidos por uma capa interna contra roedores e uma capa externa de polietileno retardante a chama, com designação CFOA-NZD-DDR-GXXX-R (onde XXX indica a quantidade de vias do cabo), atenuação máxima 0,36 dB/km e de 0,22 dB/km e dispersão cromática máxima de 3,5 ps/nm.Km e 18 ps/nm.Km, respectivamente, para as janelas indicadas acima, com 12 fibras Monomodo.		216.000	13,01	R\$ 2.810.160,00
9	Lançamento, com fornecimento de cabo e todo material necessário, em em duto ou subduto subterrâneo (custo por metro de cabo lançado = R\$/metro). Cabo do tipo loose ou tight , que trabalhe na janela de 1310 nm ou 1550 nm, com as fibras revestidas em acrilato, posicionadas em tubos e protegidos por uma capa interna contra roedores e uma capa externa de polietileno retardante a chama, com designação CFOA-NZD-DDR-GXXX-R (onde XXX indica a quantidade de vias do cabo), atenuação máxima 0,36 dB/km e de 0,22 dB/km e dispersão cromática máxima de 3,5 ps/nm.Km e 18 ps/nm.Km, respectivamente, para as janelas indicadas acima, com 24 fibras Monomodo.		1.592.000	14,2	R\$ 22.606.400,00

10	Instalação, com fornecimento de todo o material civil necessário, de tampa para caixa de passagem tipo R1. A tampa deverá ser em concreto com altura mínima de 8cm e possuir as dimensões externas da caixa, devendo ser fixada à caixa com concreto. (custo por tampa instalada = R\$ tampa instalada)		470	220,17	R\$ 103.479,90
11	Instalação, com fornecimento de todo o material, de caixa de passagem tipo R1 medindo, na parte interna, 55cm de profundidade, 35cm de largura e 55cm de comprimento, com tampa de concreto fixada à caixa com concreto de 8cm de altura, e o referido material civil incluso (custo por caixa instalada = R\$ caixa instalada)		470	834,87	R\$ 392.388,90
12	Instalação, com fornecimento de todo o material civil necessário, de tampa para caixa de passagem tipo R2. A tampa deverá ser em concreto com altura mínima de 8cm e possuir as dimensões externas da caixa, devendo ser fixada à caixa com concreto. (custo por tampa instalada = R\$ tampa instalada)		470	239,85	R\$ 112.729,50
13	Instalação, com fornecimento de todo o material, de caixa de passagem tipo R2 medindo, na parte interna, 80cm de profundidade, 55cm de largura e 105cm de comprimento, com tampa de concreto fixada à caixa com concreto de 8cm de altura, e o referido material civil incluso (custo por caixa instalada = R\$ caixa instalada)		470	1.267,20	R\$ 595.584,00
14	Instalação, com fornecimento de todo o material, de caixa de passagem tipo R3 medindo, na parte interna, 130cm de profundidade, 120cm de largura e 150cm de comprimento, tampa de ferro fixada à caixa em concreto, tendo a parte de concreto medidas mínimas de 8cm. Tampa de ferro pintada com anticorrosivo, com trava de segurança e dobradiças reforçadas que garantam o uso prolongado, com logotipo do MP, medindo 55cm de largura por 105cm de comprimento, com o referido material civil incluso. (custo por caixa instalada = R\$ caixa instalada)		100	2.413,17	R\$ 241.317,00
15	Instalação, com fornecimento, de distribuidores Internos ópticos DIO, homologados pela ANATEL, para instalação nos prédios indicados. Os DIOS fornecidos devem ser composto de bandejas para acomodação das fibras ópticas, adaptadores ópticos para conectores SC-APC, extensões ópticas tipo pig tails (para fibra monomodo) com 12 conectores SC-APC para cada DIO e bandeja para acomodação das emendas do cabo óptico resistentes e protegidos contra corrosão. O suporte com os adaptadores ópticos, bem como, as áreas de emenda óptica e armazenamento do excesso de fibras, ficam internos ao produto, conferindo maior proteção e segurança ao sistema (custo por equipamento instalado = R\$/equipamento instalado)		22	660,00	R\$ 14.520,00

	Instalação, com fornecimento, de distribuidores Internos ópticos DIO, homologados pela ANATEL, para instalação nos prédios indicados. Os DIOS fornecidos devem ser composto de bandejas para acomodação das fibras ópticas, adaptadores ópticos para conectores SC-APC, extensões ópticas tipo pig tails (para fibra monomodo) com 24 conectores SC-APC para cada DIO e bandeja para acomodação das emendas do cabo óptico resistentes e protegidos contra corrosão. O suporte com os adaptadores ópticos, bem como, as áreas de emenda óptica e armazenamento do excesso de fibras, ficam internos ao produto, conferindo maior proteção e segurança ao sistema (custo por equipamento instalado = R\$/equipamento instalado)		22	800,00	R\$ 17.600,00
14	Instalação com fornecimento de bastidor vertical do tipo Rack, para fixação em parede, de 19 (dezenove polegadas) e 20 U's de altura, com dimensões (L= 56 cm e P= 68 cm), que abrigará em seu interior um DIO, conectores ópticos do tipo SC/APC, pig tails e um equipamento ativo de rede (que não será responsabilidade de fornecimento da contratada). O Rack deverá ser confeccionado em aço, com porta frontal de vidro temperado e acesso lateral removível (custo por unidade = R\$/unidade instalada).		44	850,00	R\$ 37.400,00
15	Fusão de fibra (custo por ponto de fusão = R\$/ponto de fusão)		20880	45,15	R\$ 942.732,00
16	Certificação de instalação realizada, por meio de relatório via OTDR (custo por certificação = R\$/certificação). Cada certificação compreenderá os testes realizados na mesma fibra do ponto A para B e de B para A.		22560	23,98	R\$ 540.988,80
17	Planta baixa com descrito técnico (em 2 vias) de encaminhamento interno da fibra desde a caixa de sangria até a efetiva entrada no prédio abordado, incluído a terminação no DIO do órgão principal. Quando houver a necessidade de identificação do trajeto dos Terminadores ópticos no(s) órgão(s) secundário(s), o(s) mesmo(s) deverá(ao) constar em tal projeto. As cópias/vias do projeto deverão ser entregues em papel e em meio eletrônico (CD OU DVD). (custo por projeto = R\$/projeto).		21	1.619,57	R\$ 34.010,97
18	Planta baixa (em 2 vias) de encaminhamento externo da fibra desde sua saída da caixa de emenda de sangria até a chegada no prédio do órgão principal abordado. Esse projeto deverá ser para as redes aéreas e/ou subterrâneas, conforme o caso, contendo quantidade de Dutos (Subdutos), tipos de dutos (Subdutos), tipos de fibras. As cópias/vias do projeto deverão ser entregues em papel e em meio eletrônico (CD OU DVD). (custo por projeto = R\$/projeto).		21	2.226,64	R\$ 46.759,44
19	Planta baixa final (em 2 vias) de encaminhamento interno da fibra dos projetos apresentados. As cópias/vias do projeto deverão ser entregues em papel e em meio eletrônico (CD OU DVD). (custo por projeto = R\$/projeto).		21	984,29	R\$ 20.670,09

20	Instalação, com fornecimento, de caixa Interna, com kits de fusão para a caixa correspondente e suporte para fixação na alvenaria. O valor cotado deverá ser por caixa FOSC interna instalada e fornecida (custo por caixa instalada = R\$/caixa instalada) com 12 (doze) posições (fibras)		42	857,65	R\$ 36.021,30
21	Instalação, com fornecimento, de caixa Interna, com kits de fusão para a caixa correspondente e suporte para fixação na alvenaria. O valor cotado deverá ser por caixa FOSC interna instalada e fornecida (custo por caixa instalada = R\$/caixa instalada) com 24 (vinte e quatro) posições (fibras)		42	1.037,86	R\$ 43.590,12
22	Instalação, com fornecimento, de caixa FOSC externa, com kits de fusão para a caixa FOSC correspondente e suporte para fixação na alvenaria. O valor cotado deverá ser por caixa FOSC interna instalada e fornecida (custo por caixa instalada = R\$/caixa instalada) com 12 (doze) posições (fibras)		21	888,26	R\$ 18.653,46
23	Instalação, com fornecimento, de caixa FOSC externa, com kits de fusão para a caixa FOSC correspondente e suporte para fixação na alvenaria. O valor cotado deverá ser por caixa FOSC interna instalada e fornecida (custo por caixa instalada = R\$/caixa instalada) com 24 (vinte e quatro) posições (fibras)		21	1.022,57	R\$ 21.473,97
24	Instalação com fornecimento de caixa FIST com kits de fusão para a caixa FIST correspondente e suporte para fixação na alvenaria. O valor cotado deverá ser por caixa FIST instalada e fornecida (custo por equipamento instalado = R\$/equipamento instalado), Com 12 (doze) posições (fibras)		21	2.027,69	R\$ 42.581,49
25	Instalação com fornecimento de caixa FIST com kits de fusão para a caixa FIST correspondente e suporte para fixação na alvenaria. O valor cotado deverá ser por caixa FIST instalada e fornecida (custo por equipamento instalado = R\$/equipamento instalado), Com 24 (vinte e quatro) posições (fibras)		21	2.215,63	R\$ 46.528,23
26	Cordões ópticos medindo 6 metros com conectores SC-APC x SC-PC		100	75,94	R\$ 7.594,00
27	Cordões ópticos medindo 6 metros com conectores SC-APC x SC-PC		100	119,32	R\$ 11.932,00
28	Cordões ópticos medindo 6 metros com conectores LC-PC X LC-PC		100	112,68	R\$ 11.268,00
29	Cordões ópticos medindo 6 metros com conectores LC-PC X LC-PC		100	120,49	R\$ 12.049,00
30	Abertura de cortina de concreto.		44	825,83	R\$ 36.336,52
31	Fornecimento e instalação de Terminador Óptico com caixa de terminação.		44	104,71	R\$ 4.607,24
32	Infraestrutura para Instalação de Pontos de trabalho de Rede Elétrica Exclusiva, Cabeamento Elétrico e Encaminhamentos / Rotas para Segmentos de Cabo Elétrico.		44	747,84	R\$ 32.904,96
				<b>Total</b>	<b>R\$ 130.469.772,17</b>



Tabela com estimativa de preços para aquisição de elementos ativos e/ou equipamentos necessários para viabilizar a solução da rede de dados do backbone óptico.

**Tabela 3 – Estimativa de preços dos elementos ativos do projeto**

Estimativas de Contratação Referência Ao Objeto		PROJETO				
		IMPLANTAÇÃO DE ANEL ÓPTICO - Equipamentos Ópticos				
ITEM	Referência Esp. Técnica	Descrição	Unidade	Estimativa por item	Valor Unitário Ofertado (R\$)	
1		<i>Instalação e configuração de OLT-PON</i>		22	15.707,32	R\$ 345.561,04
2		<i>Instalação e configuração de ONU-PON</i>		22	218,15	R\$ 4.799,30
3		<i>Fornecimento e instalação de Splitter Óptico em caixa de emenda</i>		100	327,23	R\$ 32.723,00
4		<i>OLT-PON</i>		22	85.032,12	R\$ 1.870.706,64
5		<i>ONU-PON</i>		500	397,04	R\$ 198.520,00
6		<i>Transponder Terminal 10 Gb/s G.709</i>		46	3.245	R\$ 149.270,00
7		<i>Switch com porta óptica Gigabit de 10 Gb/s</i>		24	11.000	R\$ 264.000,00
8		<i>Multiplexador/Demultiplexador Óptico DWDM com Atenuador Variável</i>		44	2.150	R\$ 94.600,00
9		<i>Amplificador EDFA Booster de 21 dBm</i>		44	2.800	R\$ 123.200,00
10		<i>Pré-Amplificador EDFA de 14dBm</i>		44	2.550	R\$ 112.200,00
11		<i>Módulo Compensador de Dispersão – DCM G.666</i>		44	2.340	R\$ 102.960,00
12		<i>Módulo Integrado Multiplexador com VOA, Demultiplexador e Supervisory Channel Mux / Demux (SCMD)</i>		44	1.800	R\$ 79.200,00
13		<i>Chave Óptica de Proteção Unidirecional</i>		44	1.300	R\$ 57.200,00
14		<i>Enlaces de rádio completos (IDU, ODU e Antenas)</i>		6	14000	R\$ 84.000
					<b>TOTAL</b>	<b>R\$ 3.518.939,98</b>

## 21. TECNOLOGIAS UTILIZADAS NO PROJETO

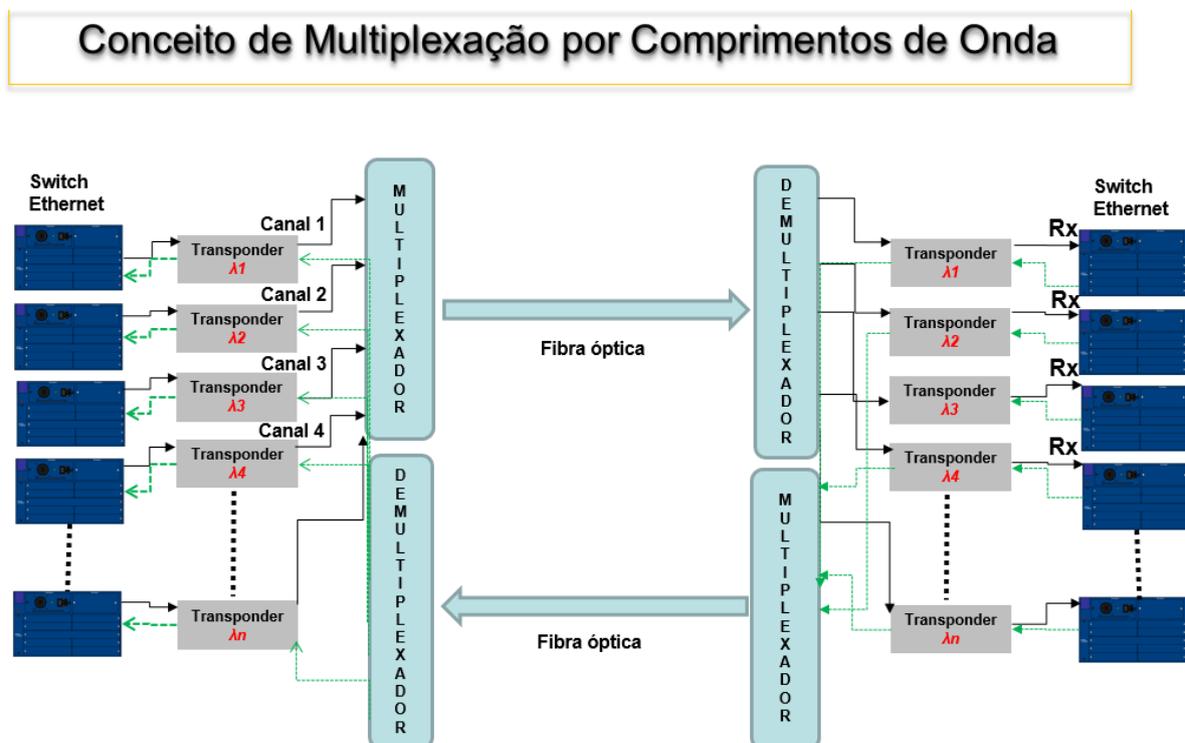
### 20.1 TECNOLOGIA DWDM

A utilização da tecnologia DWDM para otimização dos cálculos do enlace ópticos. O DWDM (Dense Wavelength Division Multiplexing - multiplexação densa por comprimento de onda) é uma tecnologia WDM. Segundo a ITU (International Telecommunications Union), os sistemas DWDM podem combinar até 64 canais em uma única fibra. No entanto, podemos encontrar, na prática,

sistemas DWDM que podem multiplexar até 128 comprimentos de onda. Além disso, foram realizados alguns testes que provaram ser possível a multiplexação de até 206 canais. A Figura apresenta um exemplo de um tipo de Multiplexação.

O espaçamento entre os canais pode ser de 200 GHz (1,6 nm), 100 GHz (0,8 nm), 50 GHz (0,4 nm), podendo chegar a 25 GHz (0,2 nm). Os sistemas DWDM utilizam comprimentos de onda entre aproximadamente 1500 nm e 1600 nm e apresentam alta capacidade de transmissão por canal, 10 Gbps, podendo alcançar 1Tbps na transmissão de dados sobre uma fibra óptica.

Figura 3 - Multiplexação



## 20.2 TRANSMISSÃO VIA RÁDIO

No dimensionamento de um enlace de rádio o objetivo é garantir que o sinal digital original que transporta a informação possa ser regenerado na outra ponta com uma taxa de erros aceitável. Para que isto ocorra a relação portadora ruído ( $C/N$ ) na recepção tem que ser maior que um valor mínimo especificado. Este valor é função da modulação e mecanismos de codificação utilizados no enlace.



A potência do transmissor e antenas devem ser portanto dimensionadas de modo a compensar as perdas na propagação e outras referentes a polarização cruzada e atenuação nos conectores, cabos coaxiais ou guias de ondas.

É necessário também incluir uma margem para fazer frente a sinais interferentes próximos a banda de frequências utilizada pelo enlace. Estes sinais podem aumentar o nível de ruído no receptor e por consequência piorar a relação portadora ruído.

### 20.3 TECNOLOGIA GPON

Solução FTTH é uma arquitetura de rede de transmissão óptica em que a rede diverge a partir de uma porta na central (OLT) até atingir individualmente a casa de cada assinante final com uma fibra, passando por distribuidores ópticos que são responsáveis pela transição de diferentes tipos de modularidades de cabos ópticos.

Estes distribuidores são, de acordo com a aplicação na rede, DIOs, caixas de emenda, caixas de terminação ou até pontos de terminação óptica, que atendem o último trecho, já dentro da residência. Após esta última transição o sinal é disponibilizado por uma extensão, ou cordão óptico para o receptor óptico (ONU) deste assinante.

O sucesso das redes GPON, amplamente utilizadas em redes de acesso FTTH para a entrega de serviços triple play (dados, voz e vídeo) a assinantes residenciais, utiliza-se de fibra óptica que sai do escritório central do provedor de serviços e chega às residências dos assinantes.

Em 2001, o grupo FSAN começou o projeto para especificar um padrão mais flexível que suportasse taxas de transmissão mais elevadas em redes PON. A arquitetura GPON foi elaborada e aprovada pela ITU-T entre os anos de 2003 e 2004, resultando nas seguintes especificações (ITU-T G.984.x): a G.984.1 detalha as características gerais do sistema; a G984 especifica os requisitos para a camada física e a G984. 3 especifica a camada de enlace de dados. A GPON permite operar com taxas de 1,25 Gbit/s e 2,5 Gbit/s na direção *downstream* e 155 Mbit/s, 622 Mbit/s, 1,5 Gbit/s e 2,5 Gbit/s na direção *upstream*. A encapsulação é feita utilizando um protocolo genérico de formatação de quadros (*Generic Framing Protocol - GFP*), sendo flexível tanto para o atendimento de tráfego em rajada quanto para tráfego em taxa de bit constante (*Constant Bit Rate - CBR*) (GUTIERREZ, et. all, 2005). O sistema GPON pode operar em modo de quadros Ethernet, em modo de células ATM ou em modo misto (KOONEN, 2006). O GPON combina as vantagens de QoS de ATM e a eficiência



de Ethernet, como mostrado na **Erro! Fonte de referência não encontrada.**

O padrão ITU-T G.984 define algumas classes de redes PON de acordo com a potência enviada, sensibilidade do receptor, perda na fibra. Para a Classe A, por exemplo, a perda total na rede de distribuição irá variar na faixa de 5,0 a 20,0. Dessa forma a rede TDM-PON simulada em 20 km pode se enquadrar nesta classe. A potência máxima de um transmissor no OLT a uma taxa de 1,25 Gbit/s definida para esta classe é de +1dBm.

## 22. REFERÊNCIAS

- [1] Fiber-Optic Communication Systems, Govind P. Agrawal – Wiley Interscience 3<sup>nd</sup> edição.
- [2] Comunicações Ópticas, José Antonio Justino Ribeiro, editora Érica, 4<sup>a</sup>. Edição.
- [3] ITU TELECOMMUNICATION STANDARDIZATION SECTOR
- [4] ITU TELECOMMUNICATION STANDARDIZATION SECTOR
- [5] ITU-T) G.984.1: General Characteristics of Gigabit-capable Passive Optical Networks (GPON), 2003a.
- [6](ITU-T) G.984.2: Gigabit-capable Passive Optical Networks (GPON): Physical Media Dependent (PMD) layer specification, 2003b.
- [7] ITU TELECOMMUNICATION STANDARDIZATION SECTOR
- [8] (ITU-T) G.984.3: Gigabit-capable Passive Optical Networks (GPON): Transmission convergence layer specification, 2004a.
- [9] ITU TELECOMMUNICATION STANDARDIZATION SECTOR
- [10] (ITU-T) G.984.4: Gigabit-capable Passive Optical Networks (GPON): ONT management and control interface specification, 2004b.
- [11] IEEE Std. P802.3ah-2004: Ethernet in the First Mile Task Force.
- [12] IEEE Std. P902.3av-2009: 10Gb/s Ethernet Passive Optical Network Task Force.
- [13] CAUVIN, A.; “FSAN Common Technical specification on a GPON
- [14]System: first decision”. FSAN, 2005. Disponível em: <[www.fsanweb.org](http://www.fsanweb.org) > . Acesso em: 2 mar. 2007.
- [15] SHINOHARA, H. “FTTH Market – Growth and Expansion in Japan.
- [16] Proceedings of the Optical Fiber Communications Conference”, 2006.
- [17] IEEE Std. 802: Local Area Networks (LANs) and Metropolitan Area Networks (MANs).



- [18] Home Page do Projeto GIGA. no link <http://www.giga.org.br>.
- [19] ERCEG, V. et.al, “**A model for the multipath delay profile of fixed wireless channels,**” IEEE J. Select Areas Commun.,vol. 17, no.3, 1999.
- [20] FOGAÇA, J. R.V. **Natureza da Luz.** 2015. Url: < <http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/quimica/natureza-luz.htm>>. Acessado em 21 de janeiro de 2016.
- [21] JAKES, Willian C. **Microwave Mobile Communications** . New York: IEEE Press, 1974.
- [22] LOPES, H. **Processos Estocásticos - Introdução à Simulação Estocástica**, Departamento de Informática - PUC, 2010.
- [23] MACHADO, R. **Tópicos Avançados em Sistemas de Telecomunicações**, Departamento de Eletrônica e Computação, UFSM, 2012.
- [24] OKUMURA, Y., OHMURI, E., KAWANO, T ., and FUKUDA, K. **Field strength and its variability in VHF and UHF land mobile radio service.** Rev. of the ECL, Vol. 16, pp.825-873, 1968.



## **ANEXOS**



# **MEMORIAL DESCRITIVO REDE ÓPTICA DWDM – UEMA**





## REDE ÓPTICA DWDM – UEMA

### 1. OBRA

#### UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO

**Endereço:** SÃO LUIS (campus 1) Cidade Universitária Paulo VI, s/n – Tirirical – São Luis/MA CEP: 65.055-970

#### Campi e Centros

Campus	Centro de Estudos
BACABAL	Centro de Estudos Superiores de Bacabal – CESB
BALSAS	Centro de Estudos Superiores de Balsas – CESBA
BARRA DO CORDA	Centro de Estudos Superiores de Barra do Corda – CESBAC
CAROLINA	Centro de Estudos Superiores de Carolina – CESCA
CAXIAS	Centro de Estudos Superiores de Caxias – CESC
CODÓ	Centro de Estudos Superiores de Codó. – CESC D
COELHO NETO	Centro de Estudos Superiores de Coelho Neto – CESC ON
COLINAS	Centro de Estudos Superiores de Colinas – CESCO
COROATÁ	Centro de Estudos Superiores de Coroatá – CESC OR
GRAJAÚ	Centro de Estudos Superiores de Grajaú – CESGRA
ITAPECURU – MIRIM	Centro de Estudos Superiores de Itapecuru – Mirim – CESITA
LAGO DA PEDRA	Centro de Estudos Superiores de Lago da Pedra – CESLAP
PEDREIRAS	Centro de Estudos Superiores de Pedreiras – CESPE
PINHEIRO	Centro de Estudos Superiores de Pinheiro – CESPI
PRESIDENTE DUTRA	Centro de Estudos Superiores de Presidente Dutra – CESP D
SANTA INÊS	Centro de Estudos Superiores de Santa Inês – CESSIN
SÃO JOÃO DOS PATOS	Centro de Estudos Superiores de São João dos Patos – CESJOP
SÃO LUIS	Centro de Ciências Agrárias – CCA
	Centro de Ciências Sociais Aplicadas – CCSA
	Centro de Educação, Ciências Exatas e Naturais – CECEN
	Centro de Ciências Tecnológicas – CCT
TIMON	Centro de Estudos Superiores de Timon – CESTI



<b>Campus</b>	<b>Centro de Estudos</b>
ZÉ DOCA	Centro de Estudos Superiores de Zé Doca – CESZD
<b>Total de Campi: 22</b>	<b>Total de Centos: 25</b>

## 2. PROPRIETÁRIO

### **UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO**

**Endereço:** SÃO LUIS (campus 1) Cidade Universitária Paulo VI, s/n – Tirirical – São Luis/MA CEP: 65.055-970

### **RESPONSÁVEL TÉCNICO**

Marcelo Renato do Carmo Pereira Filho

Engenheiro Eletricista CREA-MA: XXXXXXXX

## 3.ESCOPO

### **Objetivo Geral:**

Este memorial descritivo tem por finalidade detalhar a implantação de rede óptica a ser instalada nos campi da UEMA em todo território do Estado do Maranhão. Propondo uma solução técnica para atender as demandas de voz e dados cada vez mais necessária em um ambiente acadêmico e administrativo de uma Universidade em toda sua área de abrangência regional.

### **Objetivos específicos:**

Realizar um projeto de acordo com as seguintes premissas:

- a) Projetar um backbone utilizando enlaces ópticos via DWDM.
- b) Este documento tem por objetivo especificar e padronizar os produtos a serem utilizados nas construções das redes de fibras ópticas da Universidade Estadual do Maranhão.



- c) Tratar da especificação do Conjunto de Emenda Óptica, suas partes e componentes.
- d) Tratar da especificação do Cabo óptico, Distribuidor Geral Óptico, Distribuidor Óptico e suas partes e componentes.
- e) Projetar uma rede de rádio ponto-a-ponto. Utilizando as faixas de frequência em 7 Ghz e 18 Ghz;
- f) Utilizar a menor quantidade de repetição mínima possível;
- g) Liberação de 60% da primeira zona de Fresnel;
- h) Possibilidade de operação do rádio no modo 2+0 para alcance da capacidade esperada.
- i) Adequar a tecnologia GPON para acesso de voz, vídeo e dados (triple play) nos campi em todo território do Estado do MA.

## 4. DETALHAMENTO DOS SERVIÇOS

Os serviços consistem em levantamentos (survey), elaboração de projeto executivo e “As Built” quando couber. A construção da infraestrutura corresponde a lançamento de dutos, subdutos e/ou cabos de fibras ópticas monomodo (SM), com dimensionamento total de materiais, além de cabos ópticos, ao longo de posteação, estradas, vias, prédios, pontes, com a instalação de caixas de passagens, terminais ópticos e demais equipamentos. Realização de emendas, testes de continuidade e qualidade da(s) fibra(s) e certificação global fibra a fibra, com vistas a entrega da(s) rede(s) ou trechos dela(s) em perfeitas condições de ativação ou ativadas.

## 5. MATERIAIS A SEREM EMPREGADOS NA CONSTRUÇÃO DE INFRAESTRUTURA DE REDES ÓPTICAS

### 5.1 MATERIAIS – CANALIZAÇÃO SUBTERRÂNEA

Segue abaixo uma tabela com a especificação dos principais materiais utilizados na construção de canalização subterrânea das redes de cabos de fibras ópticas da UEMA com suas respectivas especificações.

Item	Material	Especificação
01	Caixa subterrânea de concreto	SDT 235-220-600 – Projeto de caixa subterrânea SDT 235-200-604 – Cálculo estrutural de caixas subterrâneas
02	Chave para tampão de caixa subterrânea	SDT 235-230-708 Especificação de chave para tampão
03	Degrau	SDT 235-140-707 Especificação de acessórios para caixas subterrâneas
04	Suporte para degrau	SDT 235-140-707 Especificação de acessórios para caixas subterrâneas
05	Parafuso chumbador	SDT 235-140-707 Especificação de acessórios para caixas subterrâneas
06	Gancho para caixa subterrânea	SDT 235-140-707 Especificação de acessórios para caixas subterrâneas
07	Tampão para caixa subterrânea	SDT 235-220-701 Tampão de ferro redondo SDT 235-220-702 Tampão de ferro retangular
08	Duto de PVC	SDT 235-210-703 Especificação de duto de PVC e acessórios SDT 235 210 712 Especificação de duto corrugado e acessórios SDT 235-210-706 Especificação de subduto múltiplo
09	Duto lateral para poste	SDT 235-210-701 Especificação de duto lateral de aço carbono
10	Tampão para duto vago	SDT 235-210-703 Especificação de duto de PVC e acessórios
11	Fita de advertência	SDT 235 200 700 Especificação de fita de advertência

**Tabela 1 – material utilizado para canalização subterrânea**



Obs : SDT (Sistema de Documentação TELEBRAS): Práticas com especificações, procedimentos de projeto e instalação de produtos para telecomunicações utilizados pelo Sistema TELEBRAS encontradas no site:

[http://sistemas.anatel.gov.br/sdt/Novo/consultas/Consulta\\_Praticas\\_Novo.asp](http://sistemas.anatel.gov.br/sdt/Novo/consultas/Consulta_Praticas_Novo.asp)

## 5.2 MATERIAIS – INFRAESTRUTURA INTERNA

Segue abaixo uma tabela com a especificação dos principais materiais utilizados na construção de infraestrutura interna das redes de cabos de fibras ópticas da UEMA com suas respectivas especificações.

Item	Material	Especificação
01	Eletrocalha	Especificações do fabricante
02	Eletroduto	Especificações do fabricante

**Tabela 2 – material utilizado na infra interna**

## 5.3 MATERIAIS – REDE AÉREA

Segue abaixo uma tabela com a especificação dos principais materiais utilizados na construção de posteação das redes de cabos de fibras ópticas do Governo do Estado do Piauí com suas respectivas especificações.

Item	Material	Especificação
01	Poste de concreto	SDT 235-130-704 Especificação de poste de concreto
02	Poste de madeira	SDT 235-130-794 Especificação de poste de madeira
03	Braçadeira para poste	SDT 235-140-710 Especificação de braçadeira regulável para poste
04	Ferragens para rede externa	SDT 235-140-701 Especificação de ferragens para rede externa
05	Alça pré-formada para cordoalha	SDT 235-140-720 Especificação de elemento pré-formado para cordoalha
06	Cordoalha de aço	SDT 235-140-703 Especificação cordoalha de aço
07	Fio de espinar	SDT 235-140-722 Especificação de fio de espinar

**Tabela 3 – material rede aérea**

## 5.4 MATERIAIS – PROTEÇÃO ELÉTRICA

Segue abaixo uma tabela com a especificação dos principais materiais utilizados na construção de proteção elétrica das redes de cabos de fibras ópticas da UEMA com suas respectivas especificações.

Item	Material	Especificação
01	Cordoalha de aço cobreada	SDT 235-610-709 Especificação de cordoalha de aço cobreada
02	Haste de aço cobreada	SDT 235-610-701 Especificação de haste de aço cobreada
03	Conector de aterramento	SDT 235-610-700 Especificação de cordoalha de aço cobreada
04	Conector de blindagem	SDT 235-420-725 Especificação de conector de blindagem

**Tabela 4 – material para proteção elétrica**

## 6. MATERIAIS DE INSTALAÇÕES DE REDES DE FIBRAS ÓPTICAS

### 6.1 MATERIAIS – CORDÕES ÓPTICOS

Segue abaixo uma tabela com a especificação dos principais materiais utilizados na terminação das redes de cabos de fibras ópticas da UEMA com suas respectivas especificações.

Item	Material	Especificação
01	Cordão óptico	Norma ABNT 14106

**Tabela 5 – cordão óptico**

### 6.2 MATERIAIS – CABOS ÓPTICOS – INSTALAÇÃO

Segue abaixo uma tabela com a especificação dos principais materiais utilizados na construção das redes de cabos de fibras ópticas da UEMA com suas respectivas especificações.

Item	Material	Especificação
01	Fibra óptica	Norma ABNT 13488
02	Cabo óptico CFOA-SM-AS-G	Norma ABNT 14160
03	Cabo óptico CFOA-SM-DD-G	Norma ABNT 14566
04	Cabo óptico CFOA-SM-DE-G	Norma ABNT 14103
05	Cabo óptico CFOI-SM-MF	Norma ABNT 14771
06	Cabo óptico CFOI-SM-UB	Norma ABNT 14771
07	Cabo óptico CFOT-SM-EO	Norma ABNT 14772

<b>08</b>	Cabo óptico CFOT-SM-UB	Norma ABNT 14772
-----------	------------------------	------------------

**Tabela 6 – cabos ópticos**

### 6.3 MATERIAIS – CABOS ÓPTICOS – EMENDAS

Segue abaixo uma tabela com a especificação dos principais materiais utilizados nas emendas dos cabos de fibras ópticas da UEMA com suas respectivas especificações.

Item	Material	Especificação
<b>01</b>	Conjunto de emenda	Vide Item 7.0– Especificação de Conjunto de Emenda Óptica (CEO)
<b>02</b>	Suporte para conjunto de emenda	Vide Item 7.0– Especificação de Conjunto de Emenda Óptica (CEO)
<b>03</b>	Suporte para acomodação de cabo	Vide Item 7.0– Especificação de Conjunto de Emenda Óptica (CEO)
<b>04</b>	Kit de entrada e acomodação de novos acessos em caixa de emenda	Vide – Especificação de Conjunto de Emenda Óptica (CEO)

**Tabela 7 – cabos ópticos - emendas**

### 6.4 MATERIAIS – CABOS ÓPTICOS - TERMINAÇÃO

Segue abaixo uma tabela com a especificação dos principais materiais utilizados na terminação das redes de cabos de fibras ópticas da UEMA com suas respectivas especificações.

Item	Material	Especificação
<b>01</b>	Conector óptico	Norma ABNT 14433

**Tabela 8 – cabos ópticos - terminação**

### 6.5 MATERIAIS – EQUIPAMENTOS PASSIVOS

Segue abaixo uma tabela com a especificação dos principais materiais utilizados na construção das redes de cabos de fibras ópticas da UEMA com suas respectivas especificações.

Item	Material	Especificação
<b>01</b>	Bastidor de 19” com gerenciamento de cordão	Vide Item 8.0 a.– Especificação de DGO
<b>02</b>	Módulo de bastidor	Vide Item 8.0 a. – Especificação de DGO
<b>03</b>	Módulo de parede	Vide Item 8.0 a.– Especificação de DGO

**Tabela 9 – Equipamentos passivos**

## 7.ESPECIFICAÇÃO DO CABO DE FIBRA ÓPTICA

## 7.1 CARACTERÍSTICAS DA FIBRA ÓPTICA

- a. As fibras ópticas integrantes dos cabos deverão ter as seguintes características:
- b. Modo de propagação: monomodo;
- c. Comprimento de onda: 1310/1550 nm;
- d. Atenuação máxima: 0,34 dB/km em 1310 nm e 0,20 dB/km em 1550 nm para fibra Classe A e 0,36 dB/km em 1310 nm e 0,22 dB/km em 1550 nm para fibra Classe B
- e. Dispersão cromática:  $< 18,0$  ps/(nm.km) a 1550 nm;
- f. Revestimento primário: acrilato;
- g. Diâmetro sobre o revestimento primário:  $250 \pm 15$  micrometros;
- h. Diâmetro do núcleo:  $8,3 \pm 1$  micrometro;
- i. Diâmetro sobre a casca:  $125 \pm 3$  micrometros;
- j. Excentricidade:  $\pm 1$  micrometro;
- k. Proof-test:  $0,69$  GN/m<sup>2</sup> (1% de alongamento) por um segundo;
- l. Dispersão por modo de polarização (PMD):  $\leq 0.2$  ps / (km) -1/2
- m. Comprimento de onda de corte:  $< 1285$  nm
- n. Variação na atenuação para as temperaturas de operação extrema:  $-10^{\circ}\text{C}$  à  $+ 65^{\circ}\text{C}$  em 1550 nm:  $< 0.025$  dB/km
- o. As fibras ópticas dos lances fabricados deverão ser contínuas, não sendo permitidas emendas durante sua fabricação.
- p. A atenuação das fibras, quando enroladas com 100 voltas em torno de um mandril de 75 mm de diâmetro, deverá se manter inalterada.
- q. As fibras ópticas deverão manter integridade óptica e mecânica quando expostas às temperaturas operacionais de  $-10^{\circ}\text{C}$  a  $+ 65^{\circ}\text{C}$ .
- r. As fibras ópticas deverão possuir revestimentos primário e secundário de materiais plásticos, utilizados para proteção das fibras durante a fabricação, manuseio e uso. Os revestimentos das fibras ópticas deverão ser removíveis, de modo a permitir a realização de emendas e terminações. Os revestimentos das fibras ópticas deverão ser constituídos de materiais compatíveis com os materiais constituintes das fibras e do cabo, devendo ser inodoros, não tóxicos e sem causar danos à epiderme.
- s. As fibras ópticas deverão possuir como parte integrante de seus revestimentos, materiais com características de proteção térmica contra gradientes de temperatura provocados por correntes de curto-circuito. O revestimento das fibras ópticas deverá ser tingido com tintas que proporcionem condições de formar grupos de cores facilmente identificáveis. O revestimento das fibras ópticas deve apresentar uma coloração uniforme e contínua, com acabamento superficial liso e sem rugosidades ao longo de todo o seu comprimento. As cores originais das fibras deverão permanecer inalteradas durante toda a vida útil do cabo metálico. Os grupos de fibras ópticas devem ter um meio de serem identificados de maneira única.

## 7.2 CARACTERÍSTICAS CABO ÓPTICO DIELETRICO

O cabo óptico dielétrico deverá ser do tipo auto-sustentado e adequado para as distâncias entre estruturas existentes no projeto.

O cabo óptico dielétrico deverá ser constituído por:

- a. Fibras do tipo monomodo.
- b. Cabo óptico totalmente dielétrico.
- c. Elemento central e elemento de tração não metálico.
- d. O núcleo óptico deve ser revestido por fita ou fios (tipo fita de bloqueio de água), de material não higroscópico, ou ter seus interstícios preenchidos com gel ou material semelhante que impeçam a penetração de umidade ao longo do cabo, conforme especificação NBR.
- e. Revestimento externo de polietileno ou copolímero
- f. Reforçado com fios de aramida ou material similar de modo a suportar instalação em vãos aéreos conforme especificação sem a colocação de estruturas intermediárias.
- g. Diâmetro externo máximo do cabo deve ser de 13,0 mm.

### **7.3 Unidade Óptica**

- a. A unidade óptica deverá ser projetada para abrigar e proteger as fibras ópticas de danos causados por esforços externos tais como esmagamento, dobramento, tração e torção, e de proteção contra umidade.
- b. A unidade óptica deverá ser totalmente dielétrica e a sua configuração pode ser do tipo "tight" ou do tipo "loose". No caso das fibras agrupadas em estrutura "loose", as mesmas devem estar alojadas no interior de um tubo termoplástico ou metálico preenchido com geleia.
- c. Elementos tensores de material não metálico deverão ser utilizados para limitar os esforços de tração nas fibras ópticas alojadas no interior da unidade óptica. As fibras ópticas deverão ser encordoadas sobre o elemento tensor.
- d. O composto de preenchimento utilizado deverá ser compatível com todos os componentes com os quais possa vir a estar em contato e deverá, ainda, absorver e/ou inibir a produção de hidrogênio no interior do cabo, ser quimicamente estável na faixa de temperatura especificada, não tóxico e dermatologicamente seguro.

### **7.4 Núcleo Óptico**

- a. A seleção das fibras que irão compor o núcleo óptico, de uma determinada bobina, deverá garantir que não haverá diferenças do diâmetro de campo modal maior que  $0,1 \mu\text{m}$ , em relação às mesmas fibras das mesmas unidades básicas das bobinas com as quais serão fundidas.
- b. A construção do núcleo deve fornecer proteção térmica adequada de modo a evitar danos às fibras ópticas e às unidades básicas, evitando adesão entre elas, causada pela transferência de calor durante a aplicação do revestimento.

### **7.5 Elemento de Tração**

- a. Deve ser não metálico, podendo ser incorporado ao núcleo do cabo como suporte central, distribuído sobre o núcleo ou no revestimento externo, devendo ser dimensionado para suportar as tensões mecânicas durante a instalação e operação do cabo.
- b. A carga de ruptura do cabo óptico auto-sustentado deverá ser compatível com os vãos apresentados.



## 7.6 Revestimento Externo

- a. O revestimento externo deve ser aplicado por extrusão sobre o núcleo. Deve ser de polietileno ou copolímero na cor preta, resistente à luz solar, às intempéries e retardante à chama.
- b. O revestimento deve ser contínuo, homogêneo, de aspecto uniforme, isento de furos ou outras imperfeições.
- c. O polietileno ou copolímero deve ser preparado a partir de matéria-prima virgem, não sendo admitido material reaproveitado.
- d. O revestimento deve ser submetido à prova de centelhamento, passando-se o cabo, após o processo de extrusão da capa de polietileno ou copolímero, através de um eletrodo de corrente de bolas ou equivalente, de maneira que cada ponto da superfície externa da capa seja submetido à tensão.
- e. O diâmetro externo do cabo deve ser especificado pelo fabricante, devendo obedecer a NBR 6242.

## 7.7 Normas aplicáveis

O cabo óptico dielétrico aéreo auto-sustentado deverá estar em perfeita consonância com as seguintes normas técnicas:

- a. NBR 14160 Especificação de cabo óptico dielétrico auto-sustentado
- b. NBR 14104 Procedimento de amostragem e inspeção em fábrica de cabos e cordões ópticos
- c. NBR 13975 Método de ensaio para determinação da força de extração do revestimento das fibras ópticas
- d. NBR 14706 Cabos ópticos, fios e cabos telefônicos – Determinação do coeficiente de absorção de ultravioleta – Método de ensaio
- e. NBR 9148 Cabos ópticos e fios e cabos telefônicos – Ensaio de envelhecimento acelerado – Método de ensaio
- f. Deverão ser utilizadas as versões mais recentes das normas citadas em toda esta especificação.

# 8. ESPECIFICAÇÃO DO CONJUNTO DE EMENDA ÓPTICA (CEO)

## Condições Gerais

Na fabricação do CEO os processos devem ser observados de modo que o produto satisfaça os requisitos desta Norma.

## 8.1 CARACTERÍSTICAS FUNCIONAIS E OPERACIONAIS

- a. O CEO é aplicado em caixas subterrâneas (CS), diretamente enterrado (DE) ou em caixas de passagem (CP), tanto em emendas lineares, como em emendas de topo, em ambos os casos permitindo derivações.
- b. O conjunto de emenda deve ser fornecido com todos os acessórios necessários para a montagem completa, na sua capacidade nominal.
- c. O CEO deve garantir a proteção das emendas e cabos contra a entrada de umidade.
- d. O CEO deve possuir massa e dimensões tais que sua instalação possa ser realizada por apenas uma pessoa.
- e. O CEO deve permitir a substituição de partes e componentes sem a necessidade de interrupção do sistema de transmissão que trafegam pelas fibras do cabo principal.
- f. O CEO deve permitir “sangria”, isto é: realizar derivação de algumas fibras sem interferir ou cortar outras fibras do cabo.
- g. O CEO linear ou de topo deve possibilitar pelo menos duas derivações.
- h. Os estojos do CEO devem acomodar no máximo 3 (três) unidades básicas.
- i. O CEO deve vir equipado com sistema de fixação em poste ou caixa subterrânea.
- j. O CEO deve prover método para identificar as unidades básicas pertinentes ao processo de emenda.
- k. O CEO não deve exigir aplicação adicional de pinturas, graxas ou revestimentos para proteção externa, quando da sua instalação.
- l. O CEO deve ser equipado com válvula pneumática que permita a aplicação de pressão e verificação da hermeticidade após o fechamento.
- m. O acesso a uma emenda, em qualquer estojó, não deve acrescentar riscos às outras emendas e fibras instaladas no conjunto.
- n. O CEO deve apresentar um sistema para fixação dos estojos ou bandejas.
- o. O sistema de fixação dos estojos deve ser tal que permita o seu movimento ou acesso sem riscos aos demais estojos com fibras e emendas instaladas.
- p. O CEO deve permitir a substituição dos elementos selantes e de vedação.
- q. Os estojos de emenda devem ser capazes de acomodar, proteger e organizar emendas por fusão, emendas mecânicas e divisores ópticos passivos (splitter).
- r. O CEO deve ser tal que garanta a isolação das emendas dos esforços de tração decorrentes dos procedimentos de instalação e operação.
- s. Uma vez estabelecida, a continuidade dos elementos condutores do cabo não deve ser afetada por subsequentes reentradas no interior do CEO.
- t. O CEO montado, quando aplicável para cabos ópticos com elemento metálico de tração, proteção ou supervisão, deve proporcionar condições para permitir a continuidade elétrica da blindagem do cabo, assim como sua vinculação com o elemento metálico de tração, quando este existir, através de conector de blindagem.
- u. O CEO deve possuir acessórios e procedimentos apropriados para possibilitar o aterramento da blindagem do cabo.

## 8.2 CARACTERÍSTICAS ÓPTICAS

- a. O sistema interno de fixação e encaminhamento de unidades básicas e fibras ópticas dos cabos devem garantir a integridade física, a não ocorrência de tensionamentos, estrangulamentos ou acréscimo de atenuação.

### **8.3 CARACTERÍSTICAS DIMENSIONAIS E MATERIAIS**

- a. Todos os parafusos, porcas ou elementos de fixação envolvida no fechamento do CEO, quando houver, deve ser do tipo prisioneiro.
- b. NOTA - O fabricante deverá especificar o torque máximo de montagem dos parafusos e porcas.
- c. O projeto do conjunto de emenda, bem como do estojo de emenda, aliado ao posicionamento das emendas, não deve provocar curvatura na fibra com raio menor do que 30 mm. Deve também prever espaço para acomodação do excesso técnico de fibra, necessário para futuras manutenções.
- d. Os materiais empregados na fabricação do CEO devem ser compatíveis entre si, bem como com os materiais dos outros produtos presentes na sua aplicação.
- e. Os materiais metálicos, empregados na construção do CEO, devem ser resistentes ou protegidos contra variadas formas de corrosão durante a vida útil do produto, nas condições previstas de utilização do mesmo.
- f. Os materiais metálicos, empregados na construção do CEO, não devem provocar corrosão galvânica entre si ou em contato com outros materiais metálicos presentes nas condições normais de aplicação.
- g. Os materiais poliméricos empregados na construção do CEO, não devem sofrer degradação ou deformação no seu ambiente de aplicação, que comprometam o desempenho dos mesmos durante sua vida útil, firmada no contrato de compra, nas condições previstas de utilização do produto.
- h. Os materiais poliméricos empregados na construção do CEO devem estar livres de tensões residuais que os tornem sujeitos a trincas ou quebras.
- i. Os materiais poliméricos empregados na construção do CEO devem ser resistentes ao ataque dos solventes usualmente utilizados na confecção de emendas.
- j. Os elastômeros, quando empregados na construção do CEO, não devem liberar compostos que provoquem degradação nos demais componentes do mesmo, em condições normais de operação.
- k. Deve ser evitada a utilização de materiais que liberem gases tóxicos em condições normais de uso e operação do produto.
- l. Materiais de consumo não devem gerar condições que provoquem a degradação física ou a diminuição da vida útil do CEO ou dos outros produtos envolvidos na realização da emenda.

### **8.4 DOCUMENTAÇÃO**

O fabricante deve apresentar uma documentação técnica completa, contendo informações que identifiquem e caracterizem o Conjunto de Emenda Óptica, abrangendo, no mínimo, os seguintes dados:

- a. Descrição dos itens que compõem o CEO;
- b. Descrições dimensionais das partes e peças que compõem o CEO;
- c. Manual de instruções de montagem, instalação, operação e manutenção do CEO;
- d. Uso e aplicação;
- e. Instruções de segurança;
- f. Equipamentos e ferramentas auxiliares;
- g. Materiais e acabamentos empregados.

## 9. ESPECIFICAÇÃO DO DISTRIBUIDOR GERAL ÓPTICO (DGO) E DISTRIBUIDOR ÓPTICO (DO) - RACK 12 U OU 44 U

### 9.1 CARACTERÍSTICAS FUNCIONAIS E OPERACIONAIS

- a. O bastidor do DGO deve ser adequado para ser instalado no centro de sala e suportar o peso total de instalação e esforços de manuseio sem apresentar deformações durante a sua vida útil.
- b. O DO deve ser adequado para ser instalado em bastidor ou parede e suportar o peso total de instalação e esforços de manuseio sem apresentar deformações durante a sua vida útil.
- c. O DGO e DO devem permitir o acesso dos cabos tanto pela parte inferior ou superior.
- d. O DGO e DO devem ser providos de dispositivos de fixação de cabos capaz de fixar cabos de diferentes tipos e diâmetros. A quantidade de cabos possíveis a serem fixados deve ser compatível com a capacidade de fibras terminadas no DGO ou DO.
- e. Os dispositivos de fixação devem garantir o travamento dos cabos e não provocar nenhum tensionamento nas fibras durante a vida útil do DGO ou DO.
- f. O DGO ou DO devem possuir um sistema de fixação e encaminhamento das unidades básicas desde o ponto de fixação do cabo até a entrada nos módulos.
- g. O DGO ou DO deve possuir um sistema, que pode ser composto por acessórios e dispositivos ou compartimento, que permita organizar, controlar e gerenciar os excessos de cordões ópticos de manobra provenientes dos equipamentos.
- h. O sistema organizador / gerenciador de cordões ópticos do DGO ou DO deve permitir o acesso individual aos cordões durante a instalação, operação e manutenção.
- i. O DGO, DO ou Módulos devem possuir portas ou tampas para proteger as fibras e cordões de emendas quando estes ficarem expostos.
- j. As portas ou tampas de proteção traseira e dianteira do DGO e seus módulos devem ser escamoteáveis ou removíveis, onde necessário, para facilitar a instalação, operação e manutenção.
- k. As portas ou tampas de proteção laterais do DO e seus módulos devem ser escamoteáveis ou removíveis, onde necessário, para facilitar a instalação, operação e manutenção.
- l. Todas as partes e componentes do DGO ou DO devem ser livres de margens ou cantos cortantes que possam ser perigosos para o montador e o operador.
- m. Cada DGO deve ser capaz de atuar como uma unidade independente, podendo crescer em capacidade através da adição de novos módulos ou quando alinhados lado a lado.
- n. As partes, superior e inferior, do bastidor devem permitir que sejam fixadas horizontalmente calhas para encaminhamento de cordões ópticos entre bastidores adjacentes.

- o. O bastidor de DGO deve permitir a instalação de módulos sem necessidade de remoção de qualquer parte, exceto tampas cegas, portas ou tampas de proteção. A montagem de módulos no bastidor deve ser feita gradativamente de uma maneira ordenada, como planejado, até atingir a capacidade máxima projetada.
- p. A operação do DGO não deve necessitar de ferramenta especial.
- q. O DGO ou DO devem possuir terminais para o seu aterramento, dos módulos e dos demais elementos constituintes, ao terra central, devendo ser garantida a integridade do DGO ou DO e cabos contra descargas elétricas e sobretensões.

## 9.2 CARACTERÍSTICAS ÓPTICAS

- a. O sistema interno de fixação e encaminhamento de unidades básicas, cordões e fibras ópticas dos módulos devem garantir a integridade física, a não ocorrência de tensionamentos, estrangulamentos ou acréscimo de atenuação.

## 9.3 CARACTERÍSTICAS DIMENSIONAIS E MATERIAIS

- a. A altura do bastidor do DGO montado deve ser de no máximo 2,60 m.
- b. O DGO deverá utilizar bastidor padrão 48,3 cm (19”), sendo as dimensões máximas de largura de 62,0 cm, e profundidade 30,0 cm quando este não possuir acesso a parte traseira podendo ser instalado costa a costa, e para os que possibilitam o acesso à parte traseira não deverá ultrapassar a profundidade de 60,0 cm. Em ambas configurações devem ser mantidas as funcionalidades requeridas por este documento.
- c. A largura dos módulos do DGO ou DO deve ser adequada para fixação em bastidores de padrão 48,3 cm (19”), através de abas laterais removíveis, as quais podem ser presas alinhadas com a face frontal do módulo ou a 12,7 cm (5”) da referida face.
- d. O encaminhamento e fixações, de cabos, unidades básicas, cordões e fibras ópticas em todas as partes e componentes do DGO ou DO devem ser concebidas de modo que os raios mínimos de curvatura das fibras ópticas não sejam menores que 3,8 cm, que não ocorra nenhum ponto de compressão, inclusive nas fixações, com objetivo de garantir a integridade física das fibras e a não ocorrência de acréscimo de atenuação em qualquer comprimento de onda (1310 nm ou 1550 nm) em nenhuma fibra durante a instalação, operação e manutenção do sistema.
- e. O bastidor de DGO ou DO deve possuir dispositivos e acessórios para garantir que os raios mínimos de curvatura das fibras ópticas não sejam menores que 3,8 cm.
- f. O DO de parede deve ter suas dimensões compatíveis com sua capacidade.
- g. Os materiais metálicos que compõem o DGO ou DO devem ser resistentes ou protegidos contra variadas formas de corrosão, durante a vida útil nas condições normais de operação.
- h. Os materiais metálicos que compõem o DGO ou DO não devem provocar corrosão galvânica entre si e em contato com outros materiais metálicos presentes na aplicação do produto.
- i. Os materiais poliméricos que compõem o DGO ou DO devem estar livres de tensões internas de moldagem que os deixem sujeitos a trincas ou quebras.



- j. Os materiais poliméricos que compõem o DGO ou DO não devem sofrer degradação ou deformação no seu ambiente de aplicação, que comprometa o seu desempenho durante a sua vida útil, nas condições normais de operação.
- k. Os materiais poliméricos que compõem o DGO devem ser auto extingüíveis, categoria V0, de acordo com a UL 94.

#### **9.4 DOCUMENTAÇÃO**

- a. O fabricante deve apresentar uma documentação técnica completa contendo informações que identifiquem e caracterizem o DGO ou DO, abrangendo, no mínimo, os seguintes dados:
- b. Descrição dos itens que compõem o DGO ou DO;
- c. Descrições dimensionais das partes e peças que compõem o DGO ou DO;
- d. Manual de instruções de montagem, instalação, operação e manutenção do DGO ou DO;
- e. Uso e aplicação;
- f. Instruções de segurança;
- g. Equipamentos e ferramentas auxiliares;
- h. Materiais e acabamentos empregados;

#### **9.5 DESCRIÇÕES COMUNS AOS MÓDULOS**

- a. Os módulos devem ser totalmente acessíveis tanto pela face frontal, bem como, pela face traseira. Isto deve incluir acesso para operações normais de encaminhamento, manutenção e colocação de cabos e/ou fibras. O DO de parede deve ter acesso pela parte frontal e quando for o caso, devem permitir o acesso pelas duas faces laterais.
- b. Os módulos devem permitir fácil acesso, sem utilização de ferramentas, a todos os seus módulos e/ou unidades na instalação, operação e manutenção.
- c. Os módulos devem possuir internamente sistema de fixação e encaminhamento de unidades básicas, cordões e fibras ópticas.
- d. Os sistemas internos de fixação e encaminhamento dos módulos devem permitir o acesso individual às unidades básicas, cordões e fibras ópticas em qualquer momento e que a retirada de uma fibra ou cordão possa ser feita sem entrelaçamentos com as demais fibras e cordões.
- e. Cada módulo deve possuir área reservada e facilidades para a sua identificação e numeração sequencial. Os módulos de conexão e emenda devem possuir etiqueta de alerta “CUIDADO, RADIAÇÃO LASER”.

#### **9.6 MÓDULO DE CONEXÃO**

- a. Os adaptadores ópticos devem ser fixados em grupos de 6 ou 12 em um painel de conexão removível, frontal ao módulos, de maneira que possa ser substituído, em caso de necessidade de mudança, por outro tipo de conector óptico.
- b. O módulo de conexão deve permitir a instalação de diferentes tipos de conectores ópticos e ser capaz de permitir a evolução para acomodar novos tipos de conectores ópticos, quando requeridos. Atualmente devem ser fornecido para conexões com conectores SC/PC ou SC/APC.
- c. O módulo de conexão deve ser fornecido com todas as posições de adaptadores ocupadas, de acordo com o tipo de adaptador especificado pela CONTRATANTE.

- d. O acesso a qualquer um dos conectores da conexão óptica deve ser fácil de modo que não sejam causados danos ou alterações nas características ópticas e mecânicas dos conectores adjacentes.
- e. Os adaptadores ópticos devem ser posicionados, preferencialmente, de forma angular, em relação ao ponto de vista do operador, com objetivo de minimizar o risco de exposição à radiação LASER.
- f. Os adaptadores ópticos devem estar com uma tampa protetora, quando não em uso, para que as pessoas não sofram radiação de luz e para que não entre poeira/sujeira nos mesmos.
- g. O acesso aos conectores do lado traseiro pode ser realizado por deslocamento ou rotação, de forma modular ou integral do painel de conexão, devendo a integridade física dos elementos ópticos ser mantida, além do raio mínimo de curvatura de 3,8 cm.
- h. O módulo de conexão deve possibilitar a identificação, numeração e gerenciamento dos adaptadores e de suas interfaces no lado da rede e no lado dos equipamentos, tanto das fibras como dos cordões ópticos. A identificação pode ser realizada por etiquetas/cartões afixadas ou colados no módulo, as quais devem permitir uma rápida e segura identificação.
- i. Estes módulos devem possuir espaço suficiente para que se possa escrever a identificação do cabo e do número da fibra óptica, do equipamento e o número do sistema.
- j. O módulo de conexão deve permitir que, no mínimo 60 cm de excesso de cordão de fibra óptica, possa ser armazenado para cada fibra terminada sem comprometer a ordem e arranjo dos cordões, quando seguido os procedimentos do fabricante.

## 9.7 MÓDULO DE EMENDA

- a. Os estojos devem ser móveis para facilitar o acesso às fibras dos outros estojos. O deslocamento não deve colocar em risco a integridade física das fibras, assim como, não provocar raios mínimos de curvatura nas mesmas menores que 3,8 cm.
- b. O estojo de emenda deve possuir dispositivos para fixação individualizada de tubetes termocontráteis de proteção das emendas por fusão, emendas mecânicas de fibras e também permitir a fixação de divisores e acopladores ópticos, multiplexadores por comprimento de onda (WDM) e amplificadores ópticos.
- c. O estojo ou módulo de emenda deve acomodar no mínimo 12 emendas de qualquer tecnologia.
- d. As posições ou ranhuras do dispositivo de fixação de emendas devem ser dispostas de modo organizado para facilitar a numeração e identificação de cada fibra.
- e. Cada estojo ou módulo de emenda deve possuir espaço para a sua identificação ou numeração sequencial e deve ser concebido de modo a facilitar a identificação das fibras.
- f. O módulo ou estojo de emenda deve garantir que os raios mínimos de curvatura das fibras ópticas não sejam menores que 3,8 cm, na entrada, armazenamento e saída.
- g. O módulo de emenda deve permitir armazenar pelo menos 1,0 m de cada fibra, na forma de unidade básica ou cordão e o estojo ou módulo deve acomodar, no mínimo, 1,0 m de cada fibra óptica, sem comprometer a ordenação e arranjo das fibras quando seguidas as recomendações e procedimentos dos fabricante.
- h. Em caso de dano, cada estojo ou módulo deve permitir que seja retirado e trocado por outro estojo ou módulo do mesmo modelo.

## 9.8 MÓDULO DE ARMAZENAMENTO

- O módulo de armazenamento deve permitir armazenamento de até 10 metros de cordão óptico sem entrelaçamentos.
- O acesso e o manuseio individual em cada um dos cordões ópticos armazenados no módulo de armazenamento deve ser fácil.

## 9.9 MÓDULO DE DISPOSITIVOS ÓPTICOS

- O módulo de dispositivos ópticos passivos deve ter capacidade de alojar e fixar, no mínimo, 12 módulos ou unidades de dispositivos ópticos, tais como; divisores e acopladores ópticos, multiplexadores por comprimento de onda (WDM) e amplificadores ópticos.
- Os dispositivos ópticos devem ser fixados individualmente e sem necessidade de utilização de ferramentas especiais.
- O acesso aos módulos de dispositivos ópticos instalados no módulo deve ser fácil e o deslocamento de um dispositivo óptico não deve interferir nos demais.

# 10. EQUIPAMENTOS ÓPTICOS ATIVOS DIMENSIONADOS PARA REDE DWDM

Apresentamos aqui os equipamentos ópticos ativos, dimensionados de acordo com as premissas e características técnicas dos cálculos realizados para implantação da rede DWDM da UEMA.

### 10.1 Características dos equipamentos a serem utilizados no projeto.

#### 10.2 Transponder

<b>Especificações de Transponders</b>			
Transponder 10G OTN sintonizável	FEC	XFEC7%	XFEC 25%
Potência típica de saída [dBm]	5	5	5
Sensibilidade (pot. mín. entrada) [dBm]	-24	-24	-24
Saturação (pot. máx. entrada) [dBm]	-5	-5	-5
Dispersão cromática (máx.) [ps/nm]	+1600	+1600	+950
OSNR mín. (na recepção) [dB]	17	14,5	12,5
DGD máx. [ps]	30	30	30

**Tabela 10 – Transponders disponíveis para atendimento da demanda.**

### 10.2.1 Transponder Terminal 10 Gb/s G.709

Transponder Terminal 10 Gb/s G.709 O transponder envelope e desenvolve um sinal óptico STM-16, STM-64, 10GE ou OTU2 (de acordo com o modelo) modulado em intensidade, tipo NRZ, em um sinal OTU2/OTU2e (de acordo com o modelo) que modula uma portadora óptica na grade DWDM padronizada pela recomendação ITU-T G.694.1.

<b>Campo</b>	<b>Descrição</b>
<b>T100D</b>	-
<b>Banda</b>	C: Banda C L: Banda L
<b>Canal</b>	Canal fixo: C21 a C60 (Espaçamento 100 GHz) T: Sintonizável - C21 a H60 (Espaçamento 50 GHz) ou C21 a C60 (Espaçamento 100 GHz) TC: Sintonizável Grade C - C21 a C60 (Espaçamento 100 GHz) TH: Sintonizável Grade H - H21 a H60 (Espaçamento 100 GHz)
<b>Modulação</b>	A: NRZ com intervalo de dispersão cromática configurável via gerência Vazio: NRZ
<b>Família</b>	GT: Terminal com quadro OTN ITU-T G.709/Y.1331 (FEC) HT: Terminal com quadro OTN ITU-T G.709/Y.1331 (XFEC 25%) JT: Terminal com quadro OTN ITU-T G.709/Y.1331 (XFEC 7%) PT: Terminal com quadro OTN ITU-T G.709/Y.1331 (FEC) com proteção ODP (funcionalidade descrita no capítulo 3.3.2.4) QT: Terminal com quadro OTN ITU-T G.709/Y.1331 (XFEC 25%) com proteção ODP (funcionalidade descrita no capítulo 3.3.2.4)
<b>Características</b>	S: Single Bit Rate: 9,95Gb/s (10,7Gb/s) transparente T: Transparent Dual Bit Rate: 9,95Gb/s (10,7Gb/s) e 10,3Gb/s (11,1Gb/s) transparente M: MultiTaxa (10 GbE LAN/WAN, STM-64 e OTU2) Vazio: Dual Bit Rate: 9,95Gb/s (10,7Gb/s) e 10,3Gb/s (11,1Gb/s) com gerência
<b>Modulação</b>	A: NRZ com intervalo de dispersão cromática configurável via gerência Vazio: NRZ
<b>Interface Cliente</b>	1: 850 nm 2: 1310 nm 6: 1550 nm (40km) 7: 1310nm S-64.1 (20 km) conforme ITU-T G.691 Y: Módulo XFP
<b>Alcance</b>	S: Short-Haul L: Long-Haul

**Tabela 11 – Transponder terminal 10 Gb/s G.709: características técnicas**



### 10.2.2 Funcionalidades do Transponder Terminal 10 Gb/s G.709

O transponder mapeia e demapeia sinal óptico STM-64, GbE LAN/WAN (auto-negociação nãoaplicável), 8.5 Gbps FC e OTU2 (de acordo com código do produto) modulado em intensidade, do tipo RZ, em um sinal OTU2/OTU2e que modula uma portadora óptica dentro da grade DWDM padronizada pelo ITU-T, incluindo as seguintes funcionalidades:

- As funcionalidades para gerência de desempenho compatíveis com as recomendações G.709 do ITU-T permitem a monitoração on-line do tráfego para verificação de SLA com o objetivo de assegurar níveis elevados de QoS por comprimento de onda.
- As funcionalidades para gerência de falhas que seguem os padrões do ITU-T, Recomendação G.798, permitem a rápida localização de eventos de falha contribuindo para aumentar a disponibilidade do tráfego.
- A funcionalidade de Tracing por comprimento de onda permite verificar a conectividade física em redes complexas. Esta funcionalidade permite realizar a instalação e manutenção dos Transponder Terminal 10 Gb/s G.709 de forma rápida e efetiva.
- O Código Corretor de Erro, FEC Reed-Solomon G.709 / GFEC aumenta a robustez contra efeitos não-lineares e degradação do desempenho.
- As interfaces ópticas são baseadas nas recomendações do ITU-T G.692 e G.959.1.
- As interfaces ópticas são gerenciadas individualmente de acordo com as recomendações ITU-T G.707 e G.783.
- Interface óptica XFP para flexibilidade de utilização no modelo MultiTaxa.
- As informações de gerenciamento de redes SDH e 10GE são transportadas transparentemente na versão Transparente.
- Análise de LOF, B1 e J0 da camada de regeneração (RS) SDH na versão não transparente.
- O Transponder Terminal 10 Gb/s G.709 se adapta automaticamente à taxa de bits do sinal cliente inserido (função Auto da gerência).
- O Transponder Terminal 10 Gb/s G.709 oferece transparência para as arquiteturas de proteção SDH (MSP, SNCP, MS-SPRing/2 ou MS-SPRing/4) e compatibilidade com o sistema de proteção na camada óptica.
- O Transponder Terminal 10 Gb/s G.709 foi projetado com componentes de última geração para possuírem alto nível de compactação e dissiparem baixa potência.



- O Transponder Terminal 10 Gb/s G.709 é compatível com Transponders Regeneradores 10 Gb/s G.709 da Padtec.
- O Transponder Terminal 10 Gb/s G.709 é baseado nas recomendações ITU-T G.823, G.825, G.826, G.827, G.874, G.8201 e G.8251.
- Suporte a proteção 1+1 (ODP - Optical Data Protection). Esta funcionalidade ODP (porta RJ-11) é opcional (família: PT).

### 10.2.3 Interfaces Ópticas

O Transponder Terminal 10 Gb/s G.709 possui 4 conexões ópticas:

- **IN 1 (LC-APC):** Recebe um sinal mapeado segundo a recomendação G.709 com FEC/GFEC/XFEC. Deve ser ligado a um cordão monomodo e este deve ser conectado à saída do demultiplexador óptico no conector que corresponde ao seu comprimento de onda.
- **OUT 1 (LC-APC):** Transmite um sinal mapeado segundo a recomendação G.709 com FEC/GFEC/XFEC. Deve ser ligado a um cordão monomodo e este deve ser conectado à entrada do multiplexador óptico no conector que corresponde ao seu comprimento de onda.
- **IN 2:** Recebe o sinal cliente através de uma interface fixa (LC-APC) ou de um XFP nos modelos MultiTaxa (LC-PC).
- **OUT 2:** Transmite o sinal para o cliente através de uma interface fixa (LC-APC) ou de um XFP nos modelos MultiTaxa (LC-PC).

### 10.2.4 Classe do Laser

 <b>Classe do Laser</b>		<b>Interfaces de exposição à radiação (Laser)</b>
IEC 60825 (2007-03)	FDA (4.9)	
CLASS 1 LASER PRODUCT 	CLASS I LASER PRODUCT 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• OUT 1</li> <li>• OUT 2</li> </ul>

### 10.2.5 Características Paramétricas

Característica	Especificação
Tensão nominal de entrada [VDC]	Mín: -60 Típ: -48 Máx: -36
Consumo em -48 VDC [mA]	Típ: 500 Máx: 800
MTBF [horas]	$2 \times 10^5$
Temperatura máxima de operação módulo óptico (carcaça do transceiver lado rede) [°C]	70

**Tabela 12 - Características Paramétricas**

### 10.2.6 Características de tráfego

Interface Rede OTU2	Especificação
Taxa de bit suportada interface OTU2 [Gb/s]	STM-64: 10,709 (FEC) / 12,546 (XFEC) 10GbE 11,096 (FEC) / 12,932 (XFEC)
Sensibilidade para taxa de erro de $10^{-12}$ (pós-FEC) [dBm]	-24
Potência de saturação para taxa de erro de $10^{-12}$ [dBm]	-5
Potência mínima de transmissão [dBm]	Canal fixo: -1 Canal sintonizável: 3
Razão de extinção [dB]	Canal fixo: > 9 Canal sintonizável: > 10
Comprimento de onda	Grade ITU-T [*] + 0,10 nm
OSNR de Recepção [dB] (BER $10^{-12}$ ; DGD=0; Dispersão cromática=0)	17 (FEC) 14,5 (XFEC 7%) 12,5 (XFEC 25%)
DGD suportada [ps]	30
Sintonia [**]	Bandas C ou L, 50 GHz de espaçamento
Máxima dispersão tolerada [ps/nm]	Modulação NRZ 0 a 1.600 (FEC / XFEC 7%) 0 a 950 (XFEC 25%) Modulação NRZ com intervalo configurável 0 a 1.600 ou -1.600 a 0 (FEC)

**Tabela 13 - Características de tráfego**

### 10.3 Multiplexador/Demultiplexador Óptico DWDM com Atenuador Variável

O Multiplexador tem a função de combinar (na transmissão) os canais ópticos fornecidos pelos transponders em uma única fibra.

<b>Campo</b>	<b>Descrição</b>
<b>Modelo</b>	MXVD: Multiplexador Óptico com VOA DXVD: Demultiplexador Óptico com VOA
<b>Canal inicial</b>	XYY: X = C ou L e YY = Canal Inicial Grade ITU-T
<b>Número de canais</b>	XX: Número de canais
<b>Espaçamento óptico</b>	1: 100 GHz 2: 200 GHz 3: 50 GHz
<b>Características</b>	E: Expansão possível F: Com expansão gerenciável S: Sem expansão (Standard)
<b>Banda</b>	1: Banda vermelha 2: Banda azul 4: DWDM banda C 5: DWDM banda L T: Sem possibilidade de expansão (caso o código de expansão seja S) C: Complemento da banda C (C20~C60)
<b>Mecânica</b>	1: 1U de altura 2: 2U de altura 3: 3U de altura

**Tabela 14 – Especificações do mux/demux**

#### 10.3.1 Descrição Funcional

O Multiplexador tem a função de combinar (na transmissão) os canais ópticos fornecidos pelos transponders em uma única fibra. Os espaçamentos entre canais podem ser de 200 GHz, 100 GHz e 50 GHz (ITU-T G.694.1).

O Demultiplexador tem a função de separar (na recepção) os canais ópticos que foram multiplexados na transmissão e transportados pela fibra óptica. As unidades de demultiplexação podem ser fornecidas com espaçamentos de 200, 100 ou 50 GHz (ITU-T G.694.1).

As unidades possuem atenuadores ópticos variáveis (VOA) integrados para cada canal. Esta unidade possui as seguintes aplicações típicas:

- Pré-ênfase na transmissão.
- Balanceamento dinâmico de canal no Mux/Demux.
- Nivelamento dinâmico de canal nos OADMs.
- Controle do excesso de potência na recepção.
- Bloqueio de canal óptico.



### 10.3.2 Interfaces Ópticas

As interfaces ópticas são baseadas nas recomendações do ITU-T G.692. O Multiplexador/Demultiplexador Óptico com VOA apresenta as seguintes interfaces ópticas com conectores do tipo LC/APC:

### 10.3.3 Multiplexador

- **Conectores de INPUT:** Conector para cada canal óptico a ser multiplexado, de acordo com a quantidade de canais disponíveis. A expansão de sistemas DWDM pode ser realizada através de cascata de unidades de multiplexação, utilizando-se o conector de expansão.
- **Conector EXPANSION:** Utilizado para expandir sistemas DWDM. Através deste conector duas unidades de multiplexadores ópticos podem ser conectadas em cadeia.
- **Conector LINE OUT:** Conector de saída do sinal óptico multiplexado. Esta interface pode ser ligada no conector de expansão de outra unidade de multiplexação óptica.
- **Conector MONITORING:** Emite uma amostra dos canais ópticos multiplexados para monitoramento.

### 10.3.4 Demultiplexador:

- **Conectores de OUTPUT:** Conector de saída de cada canal óptico demultiplexado, de acordo com a quantidade de canais disponíveis. A expansão de sistemas DWDM pode ser realizada através de cascata de unidades de demultiplexação, utilizando-se o conector de expansão.
- **Conector EXPANSION:** Utilizado para expandir sistemas DWDM. Através deste conector duas unidades de demultiplexadores ópticos podem ser conectadas em cadeia.
- **Conector LINE IN:** Conector de entrada do sinal óptico a ser demultiplexado. Esta interface pode ser ligada no conector de expansão de outra unidade de demultiplexação óptica.
- **Conector MONITORING:** Emite uma amostra dos canais ópticos multiplexados para monitoramento.

## 10.4 Amplificadores EDFA utilizados no sistema

Vários modelos de amplificadores ópticos a fibra dopada com Érbio fazem parte do sistema DWDM. Para o projeto em questão apresentamos as características dos os amplificadores utilizados para este sistema.

- Pré-Amplificador.
- Amplificadores de Potência (Booster) de 17, 21 e 24 dBm.

<b>Amplificadores EDFA</b>			
Pot. máx. de entrada [dBm]	5	5	
Pot. máx. de saída [dBm]	21	24	14
Pot. mín. de entrada por canal (10/40/100G) [dBm]	-25	-25	-25

**Tabela 15 – Amplificadores**

### 10.4.1 Pré-Amplificador

O Pré-Amplificador a fibra dopada com Érbio constitui o último elemento ativo de amplificação antes da demultiplexação dos canais de dados, estando localizado na recepção.

<b>Campo</b>	<b>Descrição</b>
<b>POA</b>	-
<b>Altura</b>	4: 4U (Compatível somente com supervisor SPVL-4 e SPVL-4SM) 5 ou Vazio: 5U
<b>Banda</b>	C: Banda C L: Banda L
<b>Laser reserva</b>	1: Sem laser reserva 2: Com laser reserva
<b>Filtro e Montagens Especiais</b>	A (5U) / AA (4U): AGC B (5U) / AB (4U): Filtro Monocanal C (5U) / AC (4U): GFF (Gain Flattening Filter) D (5U) / AD (4U): GFF + AGC F (5U) / AF (4U): AGC Eletrônico H (5U) / AH (4U): GFF + AGC Eletrônico L (5U) / AL (4U): GFF + AGC Eletrônico + Faixa Dinâmica de AGC Estendida S (5U) / AS (4U): Standard
<b>Contato seco</b>	A: Absent – Não possui I: Internal – No supervisor E: External – No amplificador e no supervisor
<b>Alimentação</b>	H: High – 48 VDC L: Low – 5 VDC

**Tabela 16 – Especificação do Pré-Amplificador**

### 10.4.2 Descrição Funcional



O Pré-Amplificador constitui o último elemento ativo de amplificação antes da demultiplexação dos canais de dados, sendo capaz de amplificar um sinal bastante atenuado de forma que este possa ser detectado na recepção. Pode funcionar amplificando o sinal que sai do préamplificador Raman ou diretamente, amplificando o sinal proveniente do enlace, após passagem pelo SCD (Supervisory Channel Demultiplexing) para demultiplexação do canal de supervisão. Opera utilizando um único laser de bombeio principal (reserva opcional) e estágio único de amplificação.

#### 10.4.3 Configurações e Ajustes no Hardware

Todos os ajustes e configurações necessárias para o correto funcionamento do PréAmplificador são efetuados internamente na fábrica durante a etapa interna de caracterização e teste. Além disso, através do software de calibração e ajuste/gerência, é possível configurar:

- Potência de bombeio do laser.
- Limiar de alarme de ausência de sinal na entrada (LOS).
- Ganho do AGC (caso de modelo com AGC eletrônico).

#### 10.4.4 Interfaces Ópticas

- **Recepção (IN):** Conector SC-APC (5U) / LC-APC (4U) através do qual recebe o sinal proveniente do cabo de fibra óptica vindo do enlace, após passagem pelo SCD (Supervisory Channel Demultiplexing), ou do pré-amplificador Raman.
- **Transmissão (OUT):** Conector SC-APC (5U) / LC-APC (4U) através do qual transmite o sinal amplificado para o DEMUX.
- **Monitoração (OUT):** Conector SC-APC (5U) / LC-APC (4U) através do qual é possível monitorar e analisar o sinal durante o funcionamento do sistema.

#### 10.4.5 Classe do Laser

<b>Classe do Laser</b>		<b>Interfaces de exposição à radiação (Laser)</b>
IEC 60825 (2007-03)	FDA (4.9)	
CLASS 3R LASER PRODUCT 	CLASS IIIr LASER PRODUCT 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• OUT</li> <li>• Monitoring/Mon.</li> </ul>

#### 10.4.6 Características Paramétricas

Característica	Especificação
Tensão nominal de entrada [VDC]	Mín: -60 Típ: -48 Máx: -36
Consumo em -48 VDC [mA]	Máx: 160
MTBF [horas]	3 x 10 <sup>5</sup>
Temperatura máxima de operação módulo óptico (carcaça do transceiver) [°C]	70
Faixa de temperatura de operação do Laser [°C]	25 + /-5

**Tabela 17 – Características Paramétricas do Amplificador**

#### 10.4.7 Características Ópticas do Amplificador

Características Ópticas (Amplificadores 5U e 4U)	Especificação
Potência Total de saída [dBm]	Amplificador sem GFF Mín: 13 Típ: 14 Máx: 15,5 Amplificador com GFF Mín: 12 Típ: 14 Máx: 15,5
Comprimento de onda [nm]	Mín: 1529 Máx: 1565
Potência de entrada(1)[dBm]	Mín STM-1: -44 STM-4: -40 1 Gb/s e STM-16: -35 10 Gb/s a 100 Gb/s: -25 Máx Modelo Padrão: -11 Modelo com Faixa Dinâmica de AGC Estendida: -4
Planicidade do ganho [dB]	Máx: 1
Ganho [dB]	Mín: 25 Máx: 30
Figura de ruído [dB]	Máx: 4,0
PMD [ps]	Máx: 1

PDG [dB]	Máx: 1
Estabilidade do ganho [dB]	Máx: 0,5

**Tabela 18 – Características Ópticas do Amplificador**

### 10.5 Amplificador Booster de 17 ou 21 dBm

Utilizado na saída do multiplexador óptico, o amplificador tipo Booster amplifica os canais de acordo com o ganho dimensionado para direcionar o sinal do cliente para o destino final.

Campo	Descrição
<b>BOA</b>	-
<b>Altura</b>	4: 4U (Compatível somente com supervisor SPVL-4 e SPVL-4SM) 5 ou Vazio: 5U
<b>Banda</b>	C: Banda C L: Banda L
<b>Potência de Saída</b>	17: 17 dBm 21: 21 dBm
<b>Laser reserva</b>	1: Sem laser reserva 2: Com laser reserva
<b>Filtro e Montagens Especiais</b>	A (5U) / AA (4U): AGC D (5U) / AD (4U): GFF + AGC F (5U) / AF (4U): AGC Eletrônico S (5U) / AS (4U): Standard X (5U) / BD (4U): AGC Eletrônico + ALS (Conforme item 5.29.1.9)
<b>Contato seco</b>	A: Absent – Não possui I: Internal – No supervisor E: External – No amplificador e no supervisor
<b>Alimentação</b>	H: High – 48 VDC L: Low – 5 VDC

**Tabela 19 – Especificação do amplificador tipo booster**

#### 10.5.1 Descrição Funcional

O Amplificador Booster de 17 ou 21 dBm constitui o primeiro elemento de amplificação de um enlace sendo, portanto, utilizado na transmissão. Recebe o sinal óptico multiplexado e o amplifica a níveis de potência adequados para a transmissão óptica no enlace. Opera utilizando 1 laser de bombeio principal (reserva opcional).

#### 10.5.2 Configurações e Ajustes no Hardware

Todos os ajustes e configurações necessárias para o correto funcionamento do Amplificador Booster são efetuados internamente na fábrica durante a etapa interna de caracterização e teste.

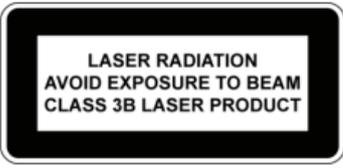
Além disso, através do software de calibração e ajuste/gerência, é possível configurar:

- Potência de bombeio do laser.
- Limiar de alarme de ausência de sinal na entrada (LOS).
- Ganho do AGC.

### 10.5.3 Interfaces Ópticas

- **Recepção (IN):** Conector SC-APC (5U) / LC-APC (4U) através do qual recebe o sinal proveniente do cabo de fibra óptica vindo do MUX.
- **Transmissão (OUT):** Conector SC-APC (5U) / LC-APC (4U) através do qual transmite o sinal amplificado para o SCM, que multiplexa os dados com o canal óptico de supervisão.
- **Monitoração (MONITORING):** Conector SC-APC (5U) / LC-APC (4U) através do qual é possível monitorar e analisar o sinal durante o funcionamento do sistema.

### 10.5.4 Classe do laser

 <b>Classe do Laser</b>		<b>Interfaces de exposição à radiação (Laser)</b>
IEC 60825 (2007-03)	FDA (4.9)	
CLASS 3B LASER PRODUCT  	CLASS IIIb LASER PRODUCT    <i>17 dBm Booster</i>    <i>21 dBm Booster</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• OUT</li> <li>• Monitoring/Mon.</li> </ul>

### 10.5.5 Características Paramétricas

Característica	Especificação
Tensão nominal de entrada [VDC]	Mín: -60 Típ: -48 Máx: -36
Consumo em -48 VDC [mA]	Máx: 230
MTBF [horas]	$3 \times 10^5$
Temperatura máxima de operação módulo óptico (carcaça do transceiver) [°C]	70
Faixa de temperatura de operação do Laser [°C]	25 + /-5

**Tabela 20 – Características Paramétricas do amplificador tipo booster**

### 10.5.6 Características Ópticas

Características Ópticas (Amplificadores 5U e 4U)	Especificação
Potência Total de saída [dBm]	Mín: 16 ou 20 Típ: 17 ou 21 Máx: 18,5 ou 22,5
Comprimento de onda [nm]	Mín: 1529 Máx: 1565
Potência de entrada [dBm]	Mín: -20 Máx: 10
Planicidade do ganho [dB]	Máx: 1
Ganho [dB]	Máx: 25
Figura de ruído [dB]	Máx: 5,5
PMD [ps]	Máx: 1
PDG [dB]	Máx: 1
Estabilidade do ganho [dB]	Máx: 0,5
Banda passante óptica [nm]	36
Isolação óptica entrada / saída [dB]	Mín: 35
Perda de retorno da porta de entrada ou saída [dB]	Mín: 35
Potência de retorno da ASE [dBm]	Máx: -30
Potência remanescente do Bombeio na saída [dBm]	Máx: -30

**Tabela 20 – Características Ópticas do amplificador tipo booster**

## 10.6 Módulo Compensador de Dispersão – DCM

Campo	Descrição
DC	-
Tecnologia	M: Fibra com grade de Bragg
Dispersão compensada	XXXX ps/nm
Mecânica	1: 1 U

**Tabela 21 – Especificação do DCM**

### 10.6.1 Descrição Funcional

Em sistemas de longas distâncias torna-se necessário o uso destas unidades para compensar a dispersão cromática acumulada no enlace óptico. A unidade DCM (Dispersion Compensation Module) é baseada na grade de Bragg. A unidade DCM é de acordo com a rec. G.666 do ITUT.

## 10.7 Chave Óptica de Proteção Unidirecional (Altura 1U e 4U)

### 10.7.1 Descrição Funcional

A unidade OPS (Optical Protection Switch) é um sistema para comutação automática entre duas fibras ópticas ou dois canais ópticos baseado na queda do nível de potência óptica recebido. É utilizado para proteção do sinal óptico multiplexado ou para proteção de cada canal óptico individualmente.

O sistema de comutação automática está de acordo com as recomendações ITU-T G.664 e GR-2979-CORE.

## 10.8 Módulo Integrado Multiplexador com VOA, Demultiplexador e Supervisory Channel Mux / Demux (SCMD)

### 10.8.1 Descrição Funcional

Esta unidade possui multiplexador com atenuador variável (VOA), demultiplexador e SCMD integrados em uma mesma mecânica. A unidade interna de multiplexação possui a função de combinar (na transmissão) os canais ópticos fornecidos pelos transponders em uma única fibra. O demultiplexador interno separa (na recepção) os canais ópticos que foram multiplexados na



transmissão e transportados pela fibra óptica. O espaçamento entre canais no multiplexador e demultiplexador é de 100 GHz (ITU-T G.694.1). O Supervisory Channel Mux / Demux (SCMD) interno é dividido em duas sub-unidades, SCM e SCD. O SCM é responsável por multiplexar o canal de supervisão (que é transmitido em 1510 nm) com os canais de dados logo após serem amplificados. Este módulo é utilizado em sistemas com amplificação óptica devido ao fato de que o sinal de supervisão deve ser multiplexado aos canais de dados amplificados. O SCD possui a função de separar o canal de supervisão dos canais de dados para que os mesmos sejam pré-amplificados antes de serem entregues ao demultiplexador.

## 11. ESPECIFICAÇÃO DOS ITENS A SEREM COTADOS

### **Item 1 - Projeto de rede de fibra óptica com dimensionamento global de materiais, serviços e certificação.**

Documento a ser apresentado pela CONTRATADA, os trabalhos do survey, toda a descrição construtiva do trajeto da rede e suas condições de passagem. Tais como percurso dos cabos ópticos, condições de lançamento (subterrâneo ou aéreo), comprimento dos trechos, caixas de passagens e emendas, sinalização, posteação e georeferenciamento dos postes, das caixas de passagem, emendas e ou pontos críticos, com indicação dos locais e medidas das reservas técnicas e operacionais.

### **Item 2 - Abertura e fechamento de vala – MD SOLO BRUTO**

Abertura e fechamento de vala, método destrutivo (MD), com no mínimo 15 cm de largura e 80 cm de profundidade, para lançamento de dutos ou subdutos em solo bruto (areia, terra, etc). Cotar em reais por metro (R\$/m).

### **Item 3 - Abertura e fechamento de vala – MD SOLO ASFÁLTICO**

Abertura e fechamento de vala, método destrutivo, com no mínimo 15 cm de largura e 80 cm de profundidade, para lançamento de dutos ou subdutos em solo asfáltico, concreto,



paralelepípedo, mosaico, cerâmica ou similar (Travessia de via pública). Cotar em reais por metro (R\$/m)

#### **Item 4 - Abertura de passagem de duto/sub-duto – MND SOLO ASFÁLTICO**

Abertura de passagem de duto/sub-duto, Método não Destrutivo (MND) em solo asfáltico, com utilização de perfuratriz horizontal de monitoramento pela superfície, com todo material necessário incluso, exceto o fornecimento do tubo PEAD quadruplo de 40 x 34mm, coloridos e cintados. Cotar em reais por metro (R\$/m)

#### **Item 5 - Fornecimento com lançamento de dutos PEAD com 2 e 4 tubos coloridos**

Fornecimento com lançamento de dutos em PEAD duplo ou quádruplos 40 x 34mm de diâmetro (externo/interno), coloridos e cintados, em vala com no mínimo 15 cm de largura e 80 cm de profundidade. Os produtos deverão atender, onde couber, as normas ABNT NBR 14683 – 1, ABNT NBR 15155 -1, ABNT NBR 13897/1398 e ABNT NBR 14692. Cotar em reais por metro linear (R\$/m)

#### **Item 6 - Fornecimento com lançamento de subdutos em canalização existente**

Fornecimento com lançamento de subdutos em dutos subterrâneos pré-existentes utilizando subdutos de PEAD, quadruplo de 40 x 34mm, coloridos e cintados. Os produtos deverão atender, onde couber, as normas ABNT NBR 14683 – 1, ABNT NBR 15155 -1, ABNT NBR 13897/1398 e ABNT NBR 14692 e e em particular o padrão utilizado pelo proprietário da canalização. Cotar em reais por metro linear (R\$/m)

#### **Item 7 - Fornecimento com lançamento de eletrodutos, eletrocalhas ou similares**



Fornecimento com lançamento de eletrodutos de PVC/metálico, eletrocalhas em PVC ou similares como proteção da fibra na parte interna do prédio, incluindo a abertura e recomposição de toda a estrutura utilizada. Cotar em reais por metro linear (R\$/m)

#### **Item 8 - Lançamento, sem fornecimento, de eletrodutos, eletrocalhas ou similares**

Lançamento sem fornecimento de eletrodutos e/ou eletrocalhas ou similares, apenas o material de fixação dos dutos no interior dos prédios. Cotar em reais por metro linear (R\$/m)

#### **Item 9 - Lançamento sem fornecimento de cabo óptico interno**

NN fibras SM

Lançamento sem fornecimento de cabo óptico com NN fibras, para o interior de prédios, NN correspondendo a 12 ou 24 conforme a necessidade. A CONTRATADA deverá executar teste de continuidade em todas as fibras do cabo após o seu lançamento. Cotar em reais por metro linear (R\$/m)

#### **Itens 10 - Lançamento sem fornecimento de cabo óptico NN fibras**

SM, em duto ou subduto subterrâneo. Cotar em reais por metro linear (R\$/m), Lançamento sem o fornecimento do cabo óptico subterrâneo, com NN fibras SM, onde NN assume valores de 12, 24, 36, 48, 72, 96 e 144 conforme o caso, incluído todo o material necessário a sua instalação, proteção, sinalização e certificação, segundo normas técnicas vigentes no País. A CONTRATADA deverá executar teste de continuidade em todas as fibras do cabo após o seu lançamento. Cotar em reais por metro linear (R\$/m)

#### **Item 11 - Fornecimento com lançamento de Cabo UTP Cat. 6 com conectores**



Lançamento, com fornecimento de Cabo UTP Cat 6, com conectores RJ45 nas extremidades e todo o material necessário. O tipo da climpagem será definido no PROJETO BÁSICO. Cotar em reais por metro linear (R\$/m)

**Item 12 - Lançamento sem fornecimento de cabo óptico de NN**

Fibras SM, aéreo.

Lançamento sem o fornecimento do cabo óptico aéreo, com NN fibras SM, auto-sustentável, onde NN assume valores de 12, 24, 36, 48, 72, 96 e 144 conforme o caso, incluído todo o material necessário a sua instalação, proteção, sinalização e certificação, segundo normas técnicas vigentes no País. A CONTRATADA deverá executar teste de continuidade em todas as fibras do cabo após o seu lançamento. Cotar em reais por metro linear (R\$/m)

**Item 13 - Fornecimento e instalação de tampa de concreto para caixa de passagem, tipo R1/R2**

Fornecimento e instalação de tampa de concreto tipo R1/R2 padrão Telebrás em anexo, incluso todo o material civil necessário. A tampa deverá ser em concreto, com logotipo da UEMA, altura mínima de 8 cm e as dimensões externas da caixa devendo ser fixada à caixa com concreto (Ver item 3.15).

**Itens 14 - Fornecimento e instalação de caixa de passagem tipo R1/R2, com tampa de concreto**

Fornecimento e instalação de caixa de passagem tipo R1/R2, com tampa de concreto no padrão correspondente (R1/R2) com 8 cm de altura, e com logotipo da UEMA fixada à caixa, nas seguintes medidas internas (Ver item 3.15).

**Item 15 - Fornecimento e instalação de caixa de passagem tipo**

R1/R2 com tampa de ferro

Fornecimento e instalação de caixa de passagem tipo R1/R2, em concreto, com tampa de



ferro fixada à caixa, tendo a parte de concreto espessura mínima de 8 cm. Tampa de ferro pintada com anti-corrosivo, com trava de segurança e dobradiças reforçadas que garantam o uso prolongado, com logotipo da UEMA, incluso todo o material civil necessário e com as seguintes medidas internas.

Obs.: considerar as dimensões da caixa R1/R2  
como sendo:

- ✓ Caixa padrão R1 Caixa padrão R2
- ✓ Comprimento: 55 cm 105 cm
- ✓ Largura: 35 cm 55 cm
- ✓ Profundidade: 55 cm 80 cm

#### **Item 16 - Abertura de caixas de passagens de outras empresas**

Serviços de abertura e fechamento de caixas de passagens de outras empresas, por onde passam, ou venham a passar, os cabos de fibras ópticas da UEMA.

#### **Item 17 - Infra estrutura – DGO NN Fibras, com fornecimento de materiais**

Fornecimento e instalação de Distribuidor Geral Óptico – DGO NN fibras, onde NN assume valores de 12, 24, 36, 48, 72, 96, 144 conforme o caso, homologados pela ANATEL, composto de bandejas para acomodação das fibras ópticas, adaptadores ópticos para conectores SC-APC, extensões ópticas tipo pig-tails (para fibra monomodo) com NN conectores SC-APC respectivamente e bandeja para acomodação das emendas do cabo óptico, resistente e protegida contra corrosão. O suporte com os adaptadores ópticos, bem como, as áreas de emenda óptica e armazenamento do excesso de fibras, ficam internos ao produto, conferindo maior proteção e segurança ao sistema.

#### **Item 18 - Infra-estrutura – Rack's 10 U, 20 U e 44 U, com fornecimento de material**

Instalação com fornecimento de bastidor vertical do tipo Rack de 19" (dezenove



polegadas), com 10 U's e/ou 20 U's de altura, para fixação em parede, abrigando em seu interior DGO's, conectores ópticos do tipo SC/APC, pig-tails e equipamento(s) ativo(s) de rede (não objeto de fornecimento da CONTRATADA. O Rack deverá ser confeccionado em aço, com porta frontal de vidro temperado, acesso lateral removível e seguintes dimensões:

- ✓ 10 U ---> L= 56 cm, A= 50 cm e P= 68 cm
- ✓ 20 U ---> L= 56 cm, A= 100 cm e P= 68 cm
- ✓ 44 U ---> L= 56 cm, A= 213,5 cm e P= 68 cm
- ✓ L – Largura, A – Altura e P – Profundidade

#### **Item 19- Emenda por fusão de FO monomodo**

Serviço de confecção de emendas em fibras ópticas, por fusão, assegurando perda não superior a 0,15 dB. Com registro das seguintes informações:

- Número da emenda; local da emenda; número de fibras; informações dos cabos (origem – destino); tipo de caixa de emenda; data da emenda; valor da perda na fusão (apresentado pelo OTDR); executor da emenda.

#### **Item 20 - Certificação de instalação**

Para os SERVIÇOS COMPLEMENTARES ou rede existentes quando necessário, a CONTRATADA deverá proceder a certificação da rede de fibras ópticas. Considera-se certificação os seguintes procedimentos e conjunto de medidas a serem realizados em cada fibra do(s) enlace(s) óptico(s) entre os DGO's: Testes de Enlace e Testes de Potência conforme item 9 (nove) do Termo de Referência.

#### **Item 21 - “As Built” em CAD dos projetos executados**

Planta baixa final, (em 4 vias) contendo as adequações implementadas, quando não previstas no PROJETO BÁSICO, após a sua execução. Mantida todas as exigências descritivas e de padronização daquele documento. As cópias/vias deverão ser entregues impressas em papel e em meio eletrônico (CD OU DVD) no formato DWG.



## **Item 22 - Fornecimento e instalação de caixas de emenda Padrão FOSC NN fibras**

Fornecimento e instalação de caixa FOSC NN fibras, onde NN assume valores de 12, 24, 36, 48, 72, 96 e 144 conforme o caso, que apresente resistência ao envelhecimento e à radiação ultravioleta, com kits de fusão correspondente e suporte para fixação em caixa subterrânea ou em poste. O valor é por caixa FOSC instalada e fornecida (ver Obs. item 3.23).

## **Item 23 - Fornecimento e instalação de caixas de emenda Padrão**

FIST NN fibras

Fornecimento e instalação de caixa FIST NN fibras, onde NN assume valores de 12, 24, 36, 48, 72, 96 e 144 conforme o caso, com kits de fusão para a caixa FIST correspondente e suporte para fixação em caixa subterrânea ou em poste.

O valor é por caixa FIST instalada e fornecida.

Obs: Os itens 3.22 e 3.23, caixas de emendas ópticas, devem garantir a proteção das emendas e cabos contra a entrada de umidade, contra esforços de tração decorrentes dos procedimentos de instalação e operação. Devem possuir mecanismo que permita a verificação da hermeticidade após o fechamento e permitir a realização de até duas derivações de algumas fibras sem interferir ou cortar outras fibras do cabo, podendo ser emenda de topo ou linear.

Os estojos ou bandejas devem permitir armazenar pelo menos 1,0 m de cada fibra na forma de unidade básica ou cordão. Devem acomodar e proteger as emendas por fusão, emendas mecânicas e divisores ópticos passivos, acomodar no máximo 3 (três) unidades básicas, possuir espaço para suas identificações e ter modo de identificação das fibras. Em caso de dano cada estojo ou bandeja pode ser retirado e trocado por outro estojo ou bandeja do mesmo modelo.

A(s) caixa(s) de emenda devem ser fornecida(s) com todos acessórios necessários para sua montagem completa, na sua capacidade nominal, e quando necessário permitir a continuidade elétrica da blindagem do cabo e seu aterramento, assim como sua vinculação com o elemento metálico de tração, quando este existir, através de conector de blindagem. Deve permitir a substituição dos elementos selantes e de vedação e deve vir equipada com sistema de fixação para poste ou caixa subterrânea.



Nota: os conjuntos de emenda devem permitir acomodar duas vezes mais fusões com relação à capacidade do cabo, isto é, o conjunto de emenda para cabo de 12 fibras deve ter capacidade para acomodar 24 fusões, e assim sucessivamente.

#### **Item 24 - Cordão óptico monomodo com 2,5m/10m**

Fornecimento de cordão óptico com 2,5m / 10m de comprimento, formado com fibra óptica monomodo revestida de acrilato, tipo “tight”, elemento de tração dielétrico e capa externa em material termoplástico retardante à chama, com conectores tipo SC/APC, FC/PC ou E2000/APC.

#### **Item 25 - Abertura de cortina de concreto**

Abertura e recomposição de cortina em concreto com HILT, impermeabilização com espuma HILT (valor por abertura = R\$ / abertura).

#### **Item 26 - Fornecimento e instalação de Terminador Óptico com caixa de terminação**

Fornecimento de caixa de terminação com terminador óptico, que permita a emenda de cabo óptico externo com pig-tails conectorizados, para uso interno nos órgãos bordados. A caixa deve ser em chapa de aço ou alumínio para acomodação das fibras emendadas.

#### **Item 27 - Fornecimento com instalação de poste de concreto**

Seção duplo T, tipo DT N/MMM

Fornecimento com instalação de poste de concreto seção duplo T, tipo DT N/MMM, onde N/MMM assume valores de 7,5/100, 8/150, 9/200 e 11/200, incluso transporte, içamento e fixação ao solo, dez por cento dos casos com base em concreto.

#### **Item 28 - Fornecimento com instalação de poste de concreto seção circular, tipo DSC N/MMM**

Fornecimento com instalação de poste de concreto seção circular, tipo DSC N/MMM, onde N/MMM assume valores de 7,5/100, 8/150, 9/200 e 11/200, incluso transporte, içamento e



fixação ao solo, dez por cento dos casos com base em concreto.

## 12. RECOMENDAÇÕES GERAIS

Proteção dos cabos de fibras, lançamento de eletrodutos metálicos e sinalização. Em área externa de prédios, travessias de pontes, subidas de postes, etc., o cabo óptico deverá ser protegida por eletrodutos metálicos de 50 mm e/ou 100 mm de diâmetro, conforme o caso.

Havendo dutos subterrâneos pré existentes a passagem dos cabos ópticos deverá ser precedida, para sua proteção, do lançamento de subdutos de PEAD, de 40 x 34 mm de diâmetro, coloridos e cintados, de acordo com as normas técnicas vigentes no País.

Ao longo de toda extensão do cabo óptico deverão existir plaquetas/etiquetas de identificação e avisos de fácil visualização, obedecendo ao seguinte:

Quando em instalação aérea: a cada poste.

Quando em instalação subterrânea/interna: a cada caixa de passagem/emenda. Serviços de abertura e fechamento de caixas de passagens de outras empresas, por onde passam, ou venham a passar os cabos de fibras ópticas da UEMA, deverão ser precedidos de autorização das respectivas empresas.

Lançamento de eletrodutos, eletrocalhas ou similares Lançamento de eletrodutos de PVC/metálico, eletrocalhas em PVC ou similares como proteção da fibra na parte interna do prédio, incluindo a abertura e recomposição de toda a estrutura utilizada.

Fornecimento de dados diários que retratem o desempenho da Implantação;

A CONTRATADA deverá antes do início da construção da infraestrutura objeto do PROJETO BÁSICO pré aprovado, avaliar com base na lista de materiais disposta na planilha de SERVIÇOS COMPLEMENTARES, a total disponibilidade de materiais e mão de obra a serem utilizados para realização plena da implantação.

A CONTRATADA deverá a todo momento, disponibilizar informações para o acompanhamento dos cronogramas e andamento dos serviços em campo, assegurando o atendimento aos prazos acordados. Todos os imprevistos que impactem no prazo final da implantação, deverão ser avaliados em conjunto com a UEMA e ações deverão ser tomadas



imediatamente, de forma a manter os prazos acordados e minimizar o impacto no cronograma final.

Caberá a CONTRATADA relatar à UEMA quaisquer eventos que comprometam a realização da obra, que conduzam ao desatendimento das especificações técnicas aprovadas no PROJETO BÁSICO ou que coloque em risco a integridade do patrimônio de terceiros.

#### **12.1 Controle de alterações de projeto/escopo:**

Qualquer discrepância entre o padrão de construção e o PROJETO BÁSICO, seja de instalação ou no fornecimento de materiais e serviços, deverão ser comunicados à UEMA para avaliação e aprovação antes de sua execução.

Análise da qualidade e padronização dos materiais e serviços aplicados: Devem ser observados pela CONTRATADA os padrões de materiais a serem utilizados (materiais homologados), bem como o modo de execução dos serviços de acordo com projetos preliminares de instalação e as especificações de engenharia da(s) rede(s) contidas no(s) PROJETO(S) BÁSICO(S).

#### **12.2 Elaboração de diário de Obra;**

É de responsabilidade da CONTRATADA o preenchimento e entrega do Diário de Obras com fatos que sejam relevantes no dia, devendo os principais fatos ser relatados à UEMA.

## **13. DETALHAMENTO DOS SERVIÇOS DE SUPERVISÃO E COORDENAÇÃO**

O gerenciamento da execução do projeto será exercido pelo Gerente de Projeto da CONTRATADA, a quem caberá estabelecer as diretrizes de trabalho e que, baseando-se nos dados, informações e relatórios produzidos, tomará as providências e decisões para o real controle do Projeto.

Cabe a coordenação de fiscalização de campo da CONTRATADA, quando da execução do PROJETO BÁSICO, conferir os itens de instalação relacionados na planilha SERVIÇOS COMPLEMENTARES, verificando o atendimento das necessidades construtivas da(s) rede(s) e relacionando as inconsistências para posterior informação à UEMA.



## 14. CONTROLE DA DOCUMENTAÇÃO

Caberá a CONTRATADA, o controle da documentação que envolva as atividades de recebimento, distribuição, controle e armazenamento de toda a documentação referente ao projeto e implantação.

**Os documentos do projeto e implantação estão descritos abaixo:**

- a. Licenças
- b. Projetos, Desenhos, Folha de SERVIÇOS COMPLEMENTARES
- c. Especificações
- d. Cronograma
- e. Controle de mudanças de projeto
- f. Solicitação de informações
- g. Relatórios de não conformidade
- h. Relatórios de acompanhamento
- i. Termos de Recebimento
- j. Termos de Aceitação
- k. Controle do “AS-BUILT”

Caberá a CONTRATADA conferir a documentação para verificar o atendimento das especificações técnicas de As Built. Os seguintes aspectos mínimos deverão ser analisados pela fiscalização:

Manutenção do padrão construtivo e quantitativos de materiais e serviços divergentes do PROJETO BÁSICO.

Confiabilidade das medidas apresentadas através de avaliação em campo, com a utilização de GPS, bússolas e trenas. Verificação da correta posição de gabinetes, equipamentos, passagem de dutos, cabos, caixas de passagem, de emendas e postes. Identificação precisa dos equipamentos, gabinetes, cabos, caixas de emenda e passagens.

Verificar a qualidade dos desenhos apresentados.



## 15. REUNIÕES DE SERVIÇO

Caberá à UEMA, quando necessário, planejar reuniões periódicas com a CONTRATADA, para obter informações e propor soluções acerca do andamento das implantações e o atendimento das obrigações contratuais. A CONTRATADA deverá nestas ocasiões apresentar os relatórios de ações e itens críticos, cronograma detalhado de serviços, apresentação de riscos e impactos, gráficos e relatórios gerenciais, apresentação dos relatórios diários de obra e diário de produção.

## 16. FISCALIZAÇÃO DIÁRIA

A UEMA ou seu representante autorizado, fará fiscalizações das implantações, conforme detalhamento de serviços constantes do(s) PROJETO(S) BÁSICO(S).

## 17. ACOMPANHAMENTO DOS TESTES DE ACEITAÇÃO

A CONTRATADA deverá realizar todos os testes de aceitação na presença do representante da UEMA para os equipamentos e serviços executados ao final de cada implantação, onde deverá ser gerado o RELATÓRIO DE TESTES.

Caso comprove o não atendimento de algum dos itens do projeto preliminar de instalação, do padrão de instalação ou do protocolo de testes, a CONTRATADA deverá resolver as pendências e comunicar formalmente à UEMA o atendimento.

Corrigido o problema e após a comunicação da CONTRATADA, a UEMA fará nova a aceitação com os custos por conta da CONTRATADA.

As instalações deverão ser entregues completamente limpas, livre de entulhos e sobras de materiais provenientes da implantação. A CONTRATADA deverá encaminhar relatório fotográfico da situação do sítio à UEMA.

A CONTRATADA será única e exclusivamente responsável por contatar, agendar e sincronizar



suas atividades com as suas diferentes empresas FORNECEDORAS. Assumindo totalmente quaisquer ônus advindos do descumprimento de obrigações assumidas com a TELEBRAS, ainda que justificadas.

Para formalizar a conclusão da implantação da rede de acesso, a UEMA emitirá o TERMO de ACEITAÇÃO DEFINITIVA.

## 18. CAPACITAÇÃO E PESSOAL TÉCNICO

Qualificação: Capacidade e habilidades técnicas

Os profissionais da CONTRATADA deverão possuir a qualificação mínima descrita abaixo, não isentando a responsabilidade da CONTRATADA quanto ao dimensionamento de mão de obra e ferramentais necessários, e ainda não podendo faltar fiscalização para acompanhamento das atividades de implantação, aceitação e integração.

Gerente de Projeto – Infraestrutura de Rede Óptica:

- a. Formação: Engenheiro Eletricista, Eletrônico ou Telecomunicações.
- b. Profissional com registro no CONFEA/CREA e experiência prática de, no mínimo, 03 (três) anos na implantação de projetos de infraestrutura de redes em fibras ópticas.
- c. Este profissional deverá estar no mínimo habilitado a realizar os serviços de:
- d. Verificação dos projetos preliminares de instalação de infraestrutura de Fibras Ópticas;
- e. Lançamento de cabos ópticos aéreos e subterrâneos, confecção de emendas, testes de atenuação e continuidade e instalação de DGO's.
- f. Verificação e validação quantitativa e qualitativa de materiais recebidos em campo;
- g. Emissão de Relatório e Diário de Obra;
- h. Coordenação de atividades diárias e suporte aos fiscais de campo;
- i. Controle das notas fiscais;
- j. Emissão Relatório de Produção referente às vistorias de fiscalizações;
- k. Definição de ações de correção em caso de detecção de não conformidades de execução da implantação ou relativa ao projeto.
- l. Participar de reuniões locais com as cedentes para aprovação das atividades de



- implantação, órgãos de fiscalização e administrações regionais.
- m. Integração e sincronização das atividades de instalação e aceitação com as diferentes empresas contratadas da UEMA.
  - n. Analisar os relatórios de testes para aceitação.
  - o. Conferência e aprovação do As-built.
  - p. Gerenciamento das equipes de fiscalização de campo.

## 19. DEFINIÇÕES E ABREVIATURAS

**ANATEL**(Agência Nacional de Telecomunicações): Autarquia regulamentadora e fiscalizadora das Telecomunicações no Brasil.

**Bastidor**: Estrutura metálica utilizada para alojar os módulos, gerenciador de cordões de manobra, suportes de fixação e demais componentes do sistema de terminação.

**CC – Certificação Compulsória**: Os produtos classificados como “Certificação Compulsória” deverão atender às Regulamentações exigidas pela ANATEL.

**CEO** (Conjunto de Emenda Óptica): Sistema que restabelece a continuidade mecânica entre cabos ópticos. Sua principal função é proteger e abrigar emendas de fibras ópticas contra agentes agressores externos. É fisicamente constituído por estojos de emendas de fibras ópticas agrupados e organizados de forma a serem operados individualmente, abrigados e protegidos por um corpo externo. É indicado para instalações internas (túnel de cabo e caixa subterrânea) ou externas (rede aérea). O COE deve ter como opcional sistema de fixação em caixa subterrânea e/ou poste.

**CERTIFICAÇÃO** - Conjunto de procedimentos regulamentados e padronizados que resultam na expedição de Certificado ou Declaração de Conformidade específica para produtos de telecomunicações.

**RACK ou DGO** (Distribuidor Geral Óptico): É indicado para instalações internas, interligando cabos ópticos e equipamentos, permitindo o gerenciamento de fibras ópticas e equipamentos. O DGO é composto por bastidor, módulo de conexão, módulo de emenda, módulo de armazenamento e/ou gerenciador de cordão óptico e módulo de dispositivos ópticos passivos.



**DO** (Distribuidor Óptico): É indicado para instalações internas, interligando cabos ópticos e equipamentos. O DO é uma versão compacta do DGO e pode ser instalado em bastidor ou em parede. Pode ser composto por bastidor, módulo de conexão, módulo de emenda, módulo de armazenamento e/ou gerenciador de cordões ópticos e módulo de dispositivos ópticos passivos. Devido à sua compactação alguns módulos podem ter mais de uma função, por exemplo: módulo de emenda e de dispositivos ópticos passivos.

**Duto:** Tubo de plástico rígido, normalmente PVC ou PEAD, utilizado para passagem de cabos.

**Emenda de topo:** Emenda onde os cabos entram no CEO por apenas uma das extremidades.

**Emenda linear:** Emenda onde os cabos entram no CEO por ambas as extremidades.

**EST** (Estojo de organização e fixação de emendas): É um estojo, no qual são organizadas e fixadas as emendas entre as fibras do cabo óptico interno com os cordões ópticos ou monofibras. É parte integrante do ME.

**GF – Garantia do Fabricante:** Os produtos classificados como “GF – Garantia do Fabricante” deverão apresentar declaração do fabricante garantindo o(s) produto(s) e procedimentos para a função a que se propõe.

**HOMOLOGAÇÃO** - ato privativo da Anatel pelo qual, na forma e nas hipóteses previstas no Regulamento para Certificação e Homologação de Produtos para Telecomunicações, aprovado pela Resolução nº 242, de 30/11/2000, a Agência reconhece os certificados de conformidade ou aceita as declarações de conformidade para produtos de telecomunicações.

**MA** (Módulo de Armazenamento): Unidade que possui sistema para armazenamento e fixação de cordões e fibras ópticas, é instalado no bastidor, e pode estar conjugado ao bastidor de conexão.

**MC** (Módulo de Conexão): Unidade que possui os adaptadores ópticos dos conectores, e é instalado no bastidor. Pode estar localizado na parte frontal (painel de conexão) do módulo ou no seu interior.

**MDO** (Módulo de Dispositivos Ópticos Passivos): Unidade que abriga os dispositivos ópticos, tais como: divisores e acopladores ópticos, multiplexadores por comprimento de onda (WDM) e amplificadores ópticos. É instalado no bastidor, e pode estar conjugado ao módulo de emenda.

**ME** (Módulo de Emenda): Unidade que abriga as emendas das fibras ópticas que é instalado no bastidor, e pode estar conjugado ao bastidor de conexão.



**MM** (Mult Mode):Fibra óptica do tipo multi modo.

**PEAD**: Polietileno de alta densidade.

**PTF** (Painel para Terminação de Fibras):Painel utilizado para a terminação das fibras ópticas de rede externa e interna ou de equipamentos. É o ponto de interconexão entre equipamento e rede externa.

**PVC**: Policloreto de vinila

**SC – Sem Controle**: Os produtos classificados como “Sem Controle” não necessitam um controle rígido, porém, devem possuir qualidade e atender as funções a que se destinam.

**SDT** (Sistema de Documentação TELEBRAS): Práticas com especificações, procedimentos de projeto e instalação de produtos para telecomunicações utilizados pelo Sistema TELEBRAS encontradas:

[http://sistemas.anatel.gov.br/sdt/Novo/consultas/Consulta\\_Praticas\\_Novo.asp](http://sistemas.anatel.gov.br/sdt/Novo/consultas/Consulta_Praticas_Novo.asp).

**SM** (Single Mode): Fibra óptica do tipo mono modo.

**Subduto**: Duto de pequeno diâmetro, próprio para a passagem de cabos ópticos, instalado dentro de duto existente ou diretamente no solo.

**Sistema de fixação**: Conjunto de elementos inerentes ao produto que são utilizados para fixação do conjunto de emenda óptica no seu local de operação.

**Unidade básica**: Elemento básico do cabo óptico, utilizado como base para construção do núcleo. Tem como função proteger, agrupar e identificar as fibras ópticas no cabo.

**Vida Útil**: Período de 20 anos, durante o qual o produto deve desempenhar sua função, em condições normais de utilização.

**DGO**:Distribuidor Geral Óptico.

**Dudo/Subduto**: conjunto de 4 tubos de 40 x 34mm (diâmetro externo/interno), coloridos e cintados, próprio para a passagem de cabos ópticos, instalado dentro de duto existente ou diretamente no solo.

## 20. DOCUMENTOS NORMATIVOS APLICÁVEIS

**Normativos para construção das redes de fibras ópticas:**



- Normas técnicas da ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas;
- Documentos normativos internacionais;
- Resolução 242 de 30/11/2000 da ANATEL;
- Especificações do Edital.

### **20.1 Normas aplicáveis aos cabos e cordões ópticos**

- NBR 14160 Especificação de cabo óptico dielétrico auto-sustentado
- NBR 14104 Procedimento de amostragem e inspeção em fábrica de cabos e cordões ópticos
- NBR 13975 Método de ensaio para determinação da força de extração do revestimento das fibras ópticas
- NBR 14706 Cabos ópticos, fios e cabos telefônicos – Determinação do coeficiente de absorção de ultravioleta – Método de ensaio
- NBR 9148 Cabos ópticos e fios e cabos telefônicos – Ensaio de envelhecimento acelerado – Método de ensaio

As especificações dos produtos para a construção das redes de fibras ópticas utilizarão como referências as especificações das seguintes entidades:

- Práticas do extinto Sistema TELEBRÁS;
- Normas técnicas da ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas;
- Documentos normativos internacionais;
- Os produtos a serem utilizados na construção das redes de cabos de fibra óptica da Rede da UEMA deverão atender às diferentes categorias de verificação e atender as especificações ou orientações designadas pela Anatel.



## **MEMÓRIA DE CÁLCULO**

### **Backbone DWDM**



## 1. Premissas e Parâmetros de Projeto

- 1.1 Atender todos os Campi da UEMA;
- 1.2 Projetar um backbone óptico para atender a transmissão em 10Gb/s em DWDM.
- 1.3 Dimensionamento do orçamento de potência utilizando Amplificadores EDFA.
- 1.4 Utilização de amplificadores por efeito Raman.
- 1.5 O cabo óptico utilizado compreende 12, 24 fibras do tipo monomodo NZD.
- 1.6 Repetição com abertura de canais em locais que possam atender escolas estaduais e/ou municipais em municípios do Estado do MA.

## 2. EQUIPAMENTOS

### 2.1 Transponder Terminal 10G

Descrição Funcional: o Transponder converte um sinal óptico de entrada com comprimento de onda (faixa de 760 a 860 nm ou 1250 a 1650 nm) modulado em intensidade em um sinal óptico de saída na janela de 1550 nm, operando de acordo com a grade DWDM do ITU-T, rec. G.694.1. Os sinais ópticos de saída gerados pelos Transponders são enviados a unidade de multiplexação óptica



**Figura 1 – representação funcional do transponder**

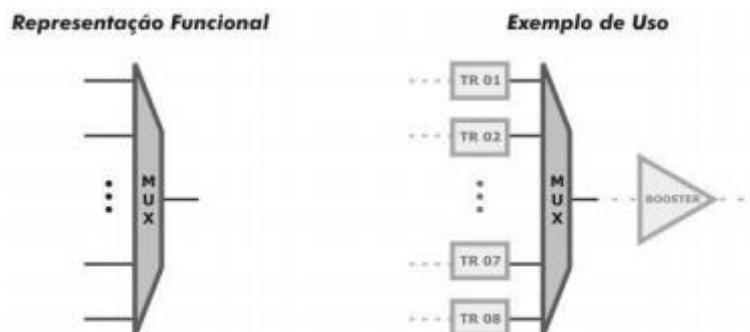
## 2.2 Multiplexador Óptico

### Descrição Funcional

O Multiplexador Óptico ou Mux é um dispositivo que agrupa em uma única fibra óptica os sinais ópticos com diferentes comprimentos de onda que chegam a sua entrada. Estes sinais de entrada são provenientes das unidades Transponder. O sinal de saída é denominado sinal óptico multiplexado.

Representação Funcional e Exemplo de Uso do Multiplexador Óptico: A Figura 2 a seguir ilustra um exemplo de aplicação de um mux de 8 canais ópticos.

**Figura 2 - Multiplexador Óptico**



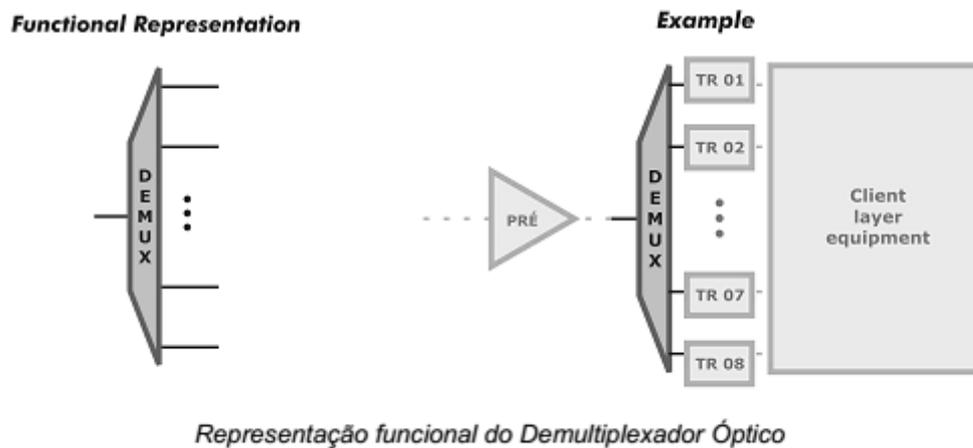
## 2.3 Demultiplexador Óptico

### Descrição Funcional

O Demultiplexer (demux) realiza função inversa ao mux. Recebe em sua entrada o sinal óptico multiplexado e separa os vários canais ópticos que o compõem. Estes sinais ópticos de saída, cada qual com um comprimento de onda distinto, são encaminhados para suas respectivas fibras ópticas de saída.

Representação Funcional e Exemplo de Uso do Demultiplexador Óptico: A Figura 3 a seguir ilustra um exemplo de aplicação de uma unidade demux.

Figura 3 - Demultiplexador Óptico



## 2.4 Amplificadores à Fibra Dopada com Érbio

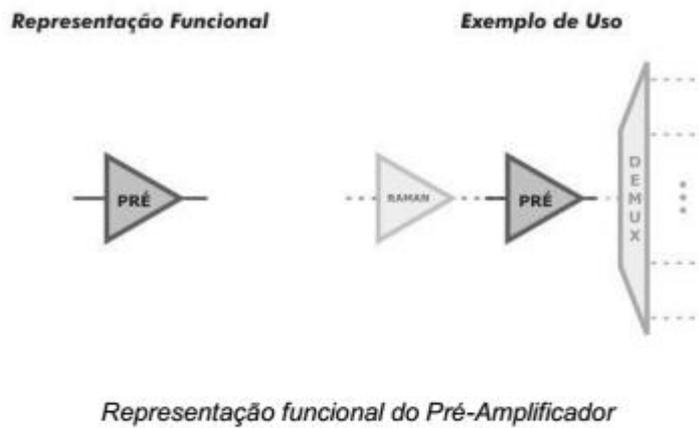
Estes amplificadores utilizam alguns metros de fibra óptica dopada com Érbio como meio gerador de ganho para o sinal óptico multiplexado. Há três possibilidades de se posicionar um amplificador óptico a fibra dopada com Érbio em um sistema DWDM. Pode estar localizado logo após a unidade Mux (amplificador de potência ou booster), imediatamente antes da unidade Demux (pré-amplificador) ou no meio do enlace óptico (amplificador de linha). Estes três modelos de amplificadores ópticos são descritos a seguir.

### 2.4.1 Descrição / Função do Pré-Amplificador

O Pré-Amplificador a fibra dopada com Érbio constitui o último elemento ativo de amplificação antes da demultiplexação dos canais de dados, estando localizado na recepção.

Representação Funcional e Exemplo de Uso do Pré-Amplificador. A Figura 5 ilustra um exemplo de aplicação de um pré-amplificador óptico em um sistema DWDM

**Figura 5 - Pré-Amplificador**

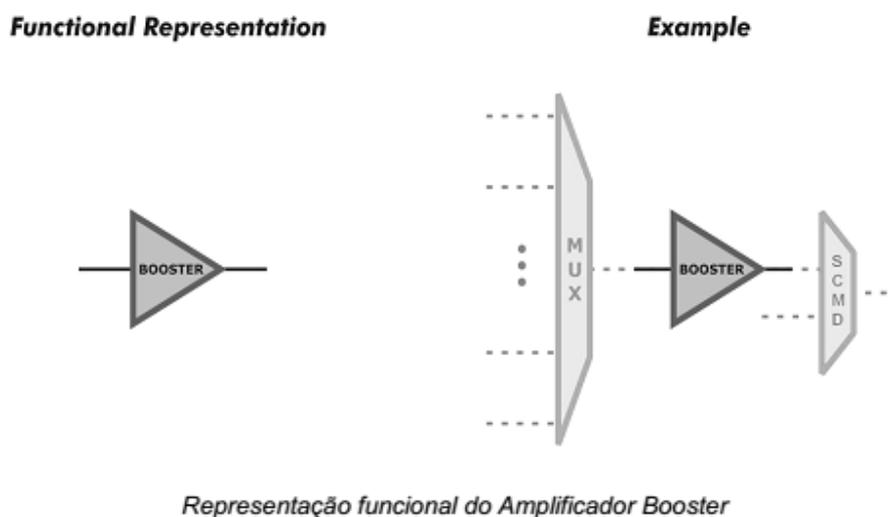


#### 2.4.2 O Amplificador tipo booster

O amplificador booster a fibra dopada com Érbio constitui o primeiro elemento de amplificação de um enlace óptico. Localiza-se logo após a unidade de multiplexação sendo, portanto, utilizado na transmissão.

Representação Funcional e Exemplo de Uso do Booster: A Figura 5 ilustra um exemplo de aplicação de um amplificador óptico booster em um sistema DWDM de 8 canais.

**Figura 5 - Amplificador Booster**

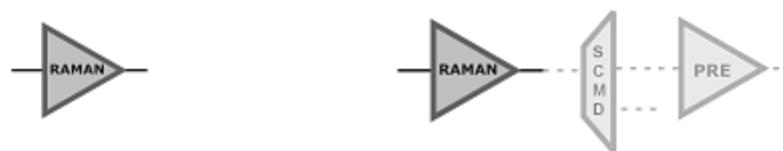


### 2.4.3 Amplificador Raman

#### Descrição Funcional

O pré-amplificador Raman normalmente se caracteriza como primeiro elemento da recepção, localizado imediatamente antes da chave óptica (quando disponível), SCD (Supervisory Channel Demultiplexer) e Pré-Amplificador a fibra dopada com Érbio. Realiza o primeiro estágio de pré-amplificação do sinal proveniente do enlace óptico e aplica-se somente a enlaces de muito alta perda. Diferentemente dos amplificadores a fibra dopada com Érbio, o efeito de amplificação do Raman ocorre sobre a própria fibra do enlace óptico e a amplificação por canal independe do número de canais.

Representação Funcional e Exemplo de Uso do Raman: A figura a seguir ilustra um exemplo de aplicação do amplificador Raman como primeiro estágio de pré-amplificação de um sistema DWDM.



*Representação funcional do Amplificador Raman*

**Figura 6- Amplificador Booster**

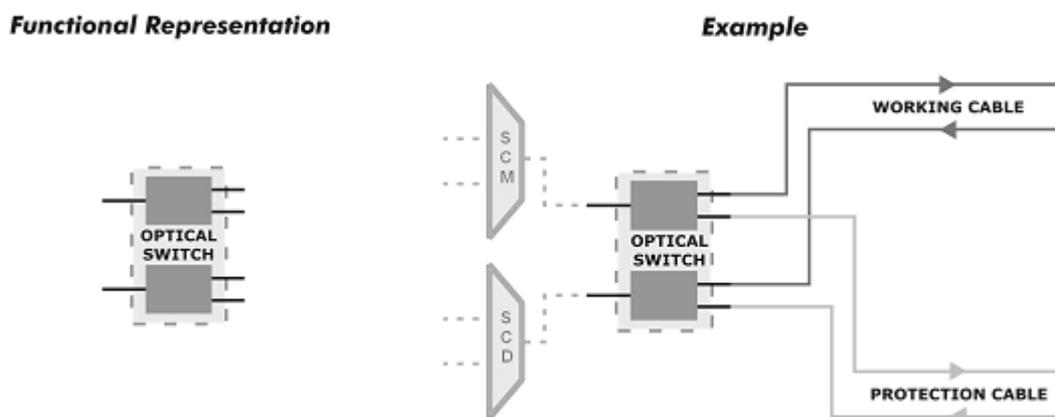
## 2.5 Chave óptica - Sistema Óptico de Proteção

#### Descrição Funcional

O Sistema Óptico de Proteção ou Chave Óptica é um dispositivo utilizado para prover proteção de rotas ópticas. Pode ser utilizado como proteção do sinal óptico multiplexado ou individualmente para cada um dos canais ópticos. Comuta automaticamente do sinal principal para o sinal de proteção ao detectar queda do nível da potência óptica recebida.

Representação Funcional e Exemplo de Uso da Chave Óptica: A 6 a ilustra um exemplo da aplicação da Chave Óptica para proteção do sinal óptico multiplexado.

**Figura 6 - Sistema Óptico de Proteção**



*Representação funcional do Sistema Óptico de Proteção*

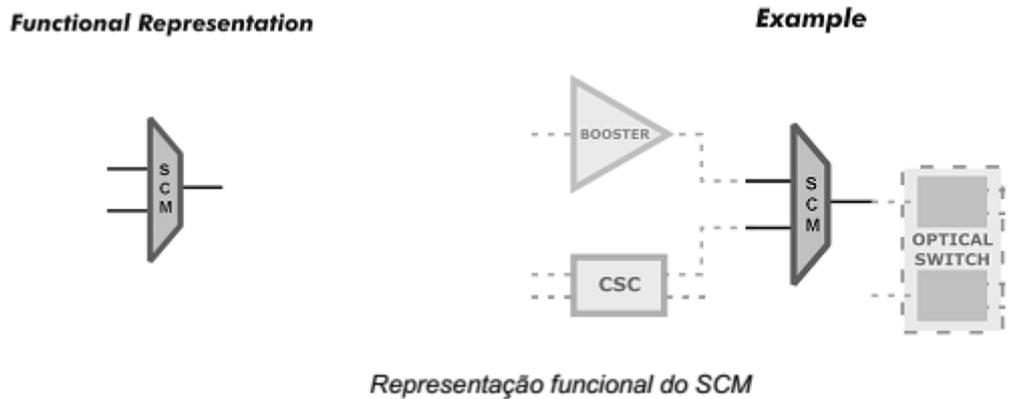
## 2.6 Supervisory Channel MUX (SCM)

### Descrição Funcional

Tem a função de multiplexar o canal óptico de supervisão, gerado pela unidade Canal de Supervisão Terminal (CST) e transmitido no comprimento de onda de 1510 nm, com o sinal óptico multiplexado.

Representação Funcional e Exemplo de Uso do SCM: A Figura ilustra em exemplo de aplicação do SCM em um sistema DWDM com amplificação óptica (booster) e com Chave Óptica de proteção do sinal multiplexado.

**Figura 7 - SCM**



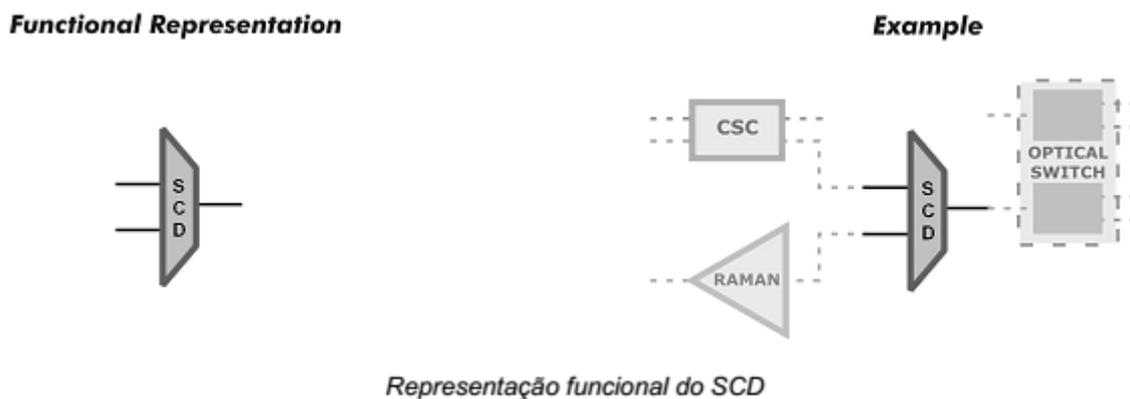
## 2.7 Supervisory Channel DEMUX (SCD)

### Descrição Funcional

Esta unidade possui a função de separar o canal óptico de supervisão dos canais de dados. O canal de supervisão é enviado à unidade CST e os canais ópticos multiplexados são enviados ao amplificador Raman.

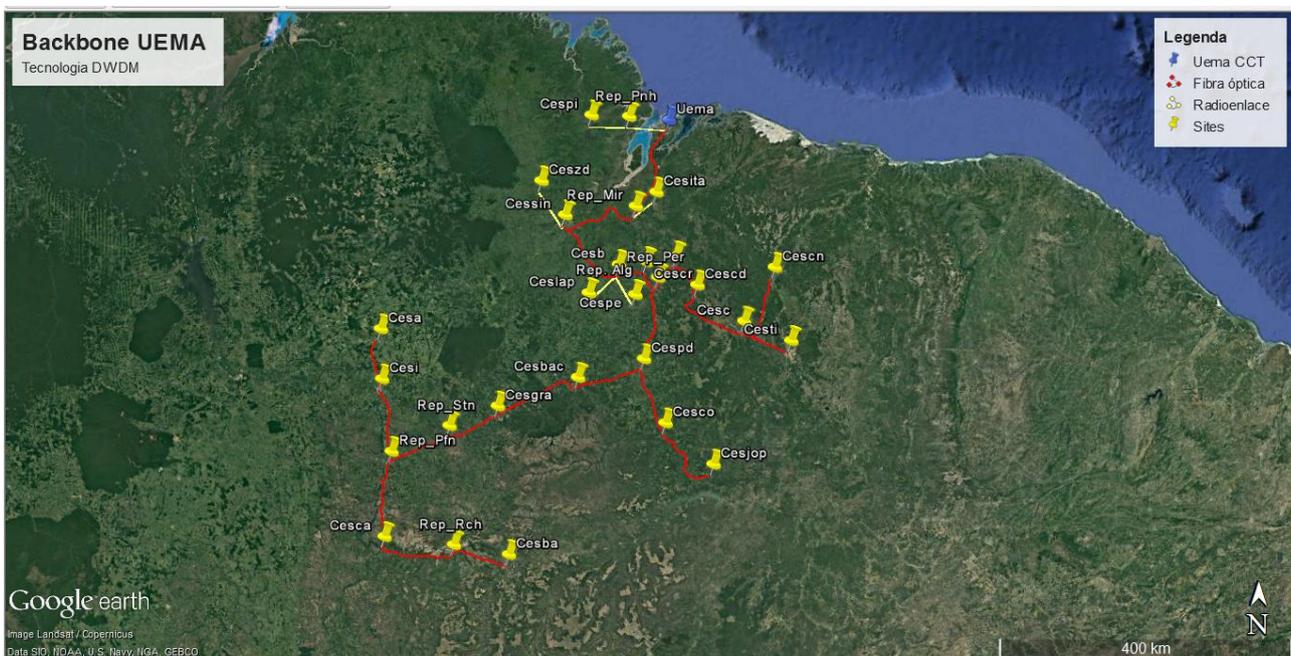
Representação Funcional e Exemplo de Uso do SCD: A Figura 6 ilustra em exemplo de aplicação do SCD em um sistema DWDM com pré-amplificação óptica e com Chave Óptica de proteção do sinal multiplexado.

**Figura 8 - SCD**



### 3. POLÍGONO BACKBONE ÓPTICO DWDM

O polígono definido para atender os câmpus foi realizado de acordo com a viabilidade da malha viária, obedecendo os padrões regulamentados pelo DNIT para implantação de fibras subterrâneas. O cabo óptico utilizado compreende 12, 24 fibras do tipo monomodo NZD.



**Figura 9 – Backbone DWDM**

## 4. ORÇAMENTO DE POTÊNCIA

Com a finalidade de padronizarmos os equipamentos utilizados na construção do *backbone* e diminuirmos custos para otimizar o orçamento do projeto, realizamos o cálculo do enlace óptico para cada 100Km percorrido em média.

Fatores limitantes a serem considerados no Projeto:

- Atenuação
- Dispersão Cromática
- Acúmulo de ruído ASE
- PMD – Polarization Mode Dispersion
- Efeitos não-lineares

Observações:

Utilizamos as equações para enlaces em barramento linear e calculamos os valores de cada fator limitante separadamente. Consultamos o datasheet e comparamos os valores obtidos nos cálculos de cada parâmetro com os valores de tolerância dos equipamentos. Somente será aceito no projeto se os valores obtidos para cada fator limitante estiver dentro dos limites de sensibilidade e saturação de cada componente.

### 4.1 Equações utilizadas no projeto

#### 4.1.1 Atenuação na fibra óptica



$$A_t = \text{Coef}_{A_t} \times L$$

*A<sub>t</sub>*: Atenuação (em 1550 nm) no trecho de fibra [dB]

*Coef<sub>A<sub>t</sub></sub>*: Coeficiente de atenuação da fibra (em 1550 nm) [dB/km]

*L*: Comprimento do trecho de fibra [km]

#### 4.1.2 Dispersão Cromática

$$DC = \text{Coef}_{DC} \times L$$

*DC*: Dispersão cromática acumulada (em 1550 nm) [ps/nm]

*Coef<sub>DC</sub>* : Coeficiente de Dispersão Cromática da fibra (em 1550 nm) [ps/nm.km]

*L*: Comprimento total da fibra [km]

#### 4.1.3 PMD

$$DGD_{\text{máx}} = 3 \times \text{Coef}_{PMD(\text{médio})} \times L^{1/2}$$

*DGD<sub>máx</sub>* : Differential Group Delay (máximo) [ps]

Fator de segurança: 3

*Coef<sub>PMD(médio)</sub>* : Coeficiente de PMD (médio) da fibra [ps/(km)<sup>1/2</sup>]

*L*: Comprimento do trecho de fibra [km]

#### 4.1.4 Cálculo da potência de cada canal (dentre “N” canais) na saída de um Amplificador



**Óptico EDFA (ou em outros pontos de um sistema DWDM):**

$$P_{Canal} = P_{Total} - 3x\text{Log}_2(N)$$

*$P_{Canal[dBm]}$  = Potência de cada canal (dentre os “N” canais do sistema)*

*$P_{Total[dBm]}$  = Potência Total*

*$3x\text{Log}_2(N)$ : Relação (Pot. Total / N); considerando N a quantidade total de canais*

## 5. Parâmetros de Entrada

Topologia ponto a ponto para cálculo dos enlaces DWDM.

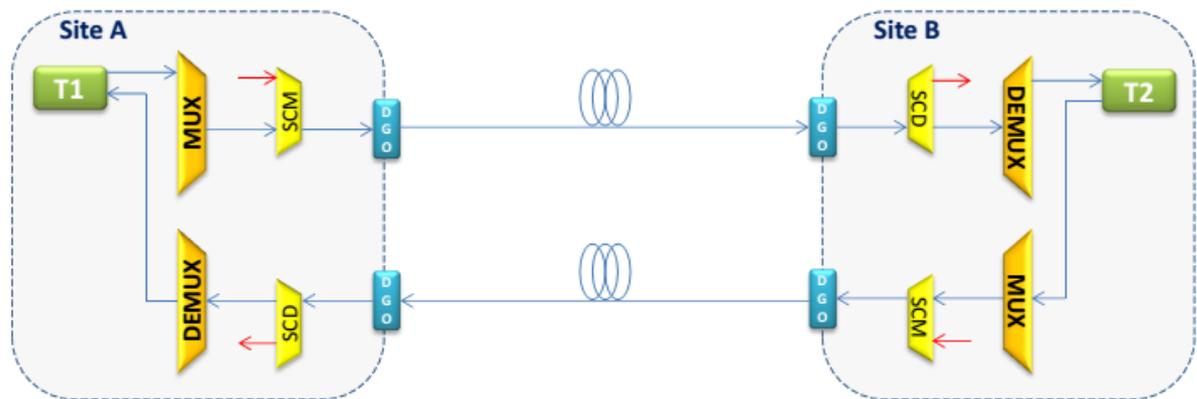


Figura 2 – configuração dos sites

Parâmetros do Projeto				
Número de canais			Coef. de DC	1
MUX/DEMUX	20		[ps/nm.km]	5
Tipo de fibra	G.652/N		Coef. de PMD	0
	ZD		[ps/km <sup>1/2</sup> ]	,3
Distância do enlace [km]	100		Margem sistêmica [dB]	3
Coef. de atenuação [dB/km]	0,28		Taxa máxima por canal	10 G

Tabela 1 – Parâmetros de entrada

Especificações de Transponders			
		XFEC7	XFE
Transponder 10G OTN sintonizável	FEC	%	C 25%
Potência típica de saída [dBm]	5	5	5
Sensibilidade (pot. mín. entrada) [dBm]	-24	-24	-24
Saturação (pot. máx. entrada) [dBm]	-5	-5	-5

	+160		
Dispersão cromática (máx.) [ps/nm]	0	+1600	+950
OSNR mín. (na recepção) [dB]	17	14,5	12,5
DGD máx. [ps]	30	30	30

**Tabela 2 – Especificações de Transponders**

## 5.1 Entradas

*Potência do transponder: +5dBm*

---

*Mux de 20 canais com perda de inserção: 5dB*

---

*Amplificador tipo Booster EDFA:*

---

*Pout = +21dBm*

---

*Pin = -10 a +5 dBm*

---

*Pré – Amplificador:*

---

*Pout: +14dbm*

---

*Pin: -25dBm*

---

*Distância dos enlaces: 100Km*

---

*Atenuação na fibra óptica tipo NZD: 0.28dB*



**Perdas por inserção total: 3dB**

#### POTÊNCIA DE ENTRADA DE UM CANAL NO AMPLIFICADOR BOOSTER

$$P_{1CANAL} = 5dBm - 5dBm = 0 \text{ dbm} \quad (5.1.1)$$

Potência de saída de um transponder terminal de 10G, subtraída da perda de inserção no mux.

#### POTÊNCIA DE ENTRADA PARA 20 CANAIS ATIVOS NO MUX

$$\begin{aligned} P_{1CANAL} &= 0dBm + 3\log_2 N \\ P_{1CANAL} &= 0dBm + 3\log_2 20 \\ \mathbf{P_{1CANAL} = +13dBm} \end{aligned} \quad (5.1.2)$$

Potência de um canal na saída do mux, considerando todos canais ativos.

#### CÁLCULO DO ANTENUADOR A SER INSERIDO NA ENTRADA DO BOOSTER

$$\begin{aligned} 13dBm - XdB &\leq 5dBm \\ \mathbf{XdB} &\geq \mathbf{8dB} \end{aligned} \quad (5.1.3)$$

#### CÁLCULO DA POTÊNCIA DE UM CANAL NA SAÍDA DO BOOSTER

$$\begin{aligned} P_{OUT} &= 21dBm - 3\log_2 N \\ \mathbf{P_{OUT} = 21dBm - 13dBm = +8dBm} \end{aligned} \quad (5.1.4)$$



Para uma taxa de 10G, a potência de saída do amplificador está de acordo com a potência de lançamento para canais com modulação em amplitude ou fase, a fim de evitar efeitos não – lineares (ver tabela X, abaixo).

Potência de lançamento para canais com modulação em amplitude ou fase	
Comprimento do enlace (km)	Potência máxima por canal (dBm)
STM-1/STM-4	20
STM-16 (2,5G)	17
10G	12
40G DPSK/DQPSK	8

**Tabela 3 – potência de lançamento**

#### *POTÊNCIA DE ENTRADA DE UM CANAL NO AMPLIFICADOR BOOSTER ANTENUADO*

$$P_{1CANAL} = 5\text{dBm} - 5\text{dBm} = 0\text{ dbm}$$
$$P_{1CANAL} = 0\text{ dbm} - 8\text{dB} = -8\text{dBm} \quad (3.1.5)$$

#### *CÁLCULO DO GANHO DO BOOSTER*

$$Ganho = P_{out\ 1\ canal} - P_{in\ 1\ canal}$$
$$Ganho = 8\text{dBm} - (-8\text{dBm})$$
$$Ganho = +16\text{dBm} \quad (5.1.4)$$

#### *CÁLCULO DA POTÊNCIA DE RECEPÇÃO DO ENLACE*

$$Atenuação = 100\text{ Km} * 0,28\text{dB} + 3\text{dB} = 31\text{dB}$$
$$Pot_{RX} = +8\text{dBm} - 31\text{dBm} = -23\text{dbm} \quad (5.1.5)$$

#### *CÁLCULO DO GANHO DO PRÉ – AMPLIFICADOR*



$$P_{OUT} = 14dBm - 3\log_2 N$$

$$P_{OUT} = 14dBm - 13 dBm = +1dBm \quad (5.1.8)$$

#### CÁLCULO DO GANHO DO PRÉ – AMPLIFICADOR

$$Ganho = P_{out \ 1 \ canal} - P_{in \ 1 \ canal}$$

$$Ganho = +1dBm - (-23dBm)$$

$$Ganho = +24dBm \quad (5.1.9)$$

#### CÁLCULO DA DISPERSÃO CROMÁTICA

$$DC = Coef_{DC} \times L \quad (5.1.10)$$

$$DC = 15 \times 100$$

$$DC = 1500 \text{ [ps/nm.km]}$$

#### CÁLCULO DGD MÁXIMO

$$DGD_{\text{máx}} = 3 \times Coef_{PMD(\text{médio})} \times L^{1/2}$$

$$DGD_{\text{máx}} = 3 \times 0,3 \times 100^{1/2}$$

$$DGD_{\text{máx}} = 9 \text{ [ps/km}^{1/2}\text{]}$$

5.1.11

## 6. ORÇAMENTO DE POTÊNCIA APLICADO

Item	: Dimensionamento do Sistema DWDM	A -
		B
1	Número máximo de canais no sistema DWDM	20
2	Coeficiente de atenuação da fibra óptica [dB/km]	0,2
		8
3	Distância do trecho [km]	100
4	Lançamento do canal na Fibra:	
	( X ) Transponder 10G, pot. de transmissão por canal [dBm]	12
	( X ) Booster de 21 dBm, pot. de transmissão por canal [dBm]	8
	( ) Linha de _____ dBm, pot. de transmissão por canal [dBm]	N/ A
5	Perda de inserção no MUX – 20 canais [dB]	5
6	Perda de inserção no SCM [dB]	0,2
		5
7	Perda no DGO - Tx [dB]	0,2
		5
8	Atenuação no trecho (perda nas emendas inclusas) [dB]	0,5
9	Perda no DGO - Rx [dB]	0,5
10	Perda de inserção no SCD [dB]	0,5
11	Perda de inserção no DEMUX - 20 canais [dB]	5
12	Ganho do Raman de ____ dBm [dB]	N/
		A
13	Margem sistêmica [dB]	1,0
14	Potência de recepção do trecho [dBm]	
15	Potência mínima de recepção (canal recebido por):	
	( X ) Transponder, potência mínima de recepção [dBm]	-24
	( ) Linha de ____ dBm, potência mínima por canal [dBm]	N/ A
	( X ) Pré de 14 dBm, potência mínima por canal [dBm]	-25
16	Ganho do GFEC [dB]	4

Orçamento de Potência

	17	Ganho do XFEC [dB]	4
	18	Margem adicional [dB]	4

**Tabela 4 – orçamento de potência do enlace**

Orçamento de Potência	Item	Dimensionamento do Sistema DWDM	A -
	:		B
	19	Coefficiente de DC da fibra óptica [ps/nm.km]	15
	20	DC acumulada no trecho [ps/nm]	150
	21	Tolerância à dispersão cromática no transponder [ps/nm]	0
	22	Quantidade de DCFM utilizados:	4
	23	Total de Dispersão Cromática compensada [ps/nm]	100
	24	Dispersão Cromática residual [ps/nm]	100

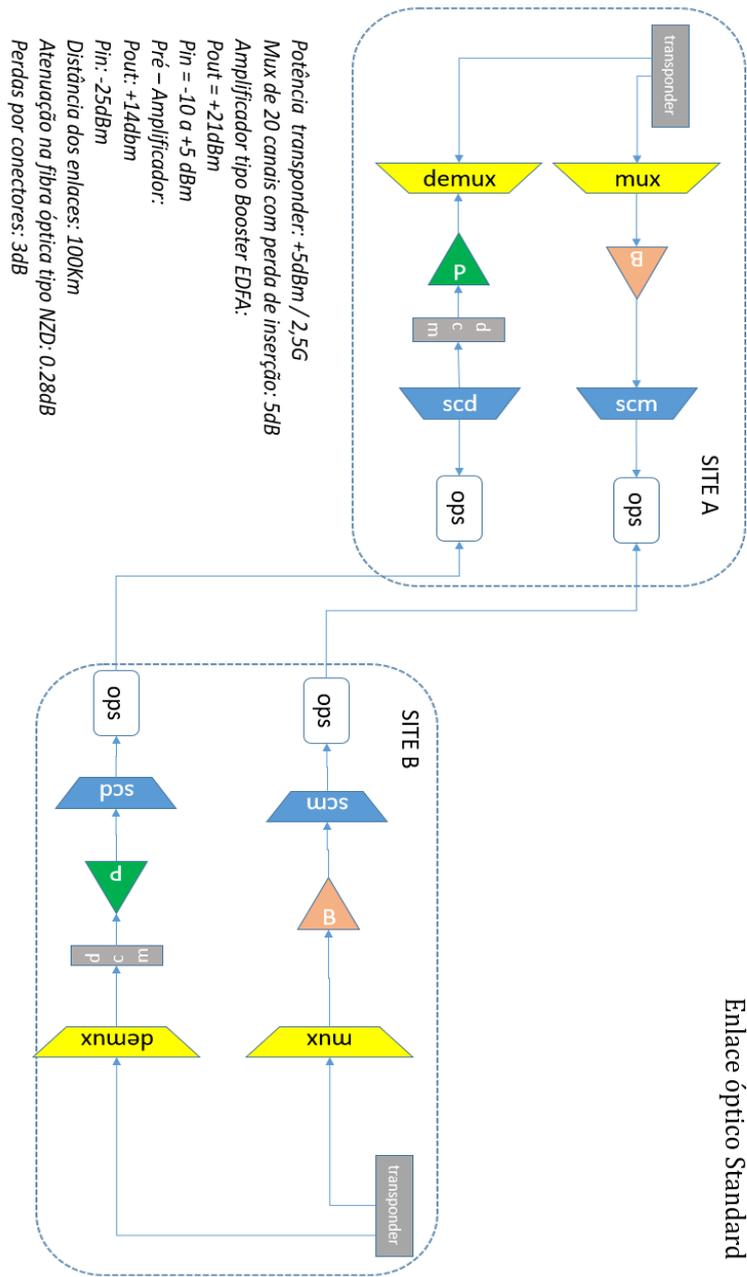
**Tabela 5 – orçamento de potência do enlace**

PMD		A -
		B
25	Coefficiente de PMD médio da fibra óptica [ps/(km) <sup>1/2</sup> ]	0,3
26	Tolerância à DGD no transponder [ps]	1600
27	DGD máxima acumulada no trecho [ps]	1500

**Tabela 6 – PMD**



Figura 1 - Enlace Óptico Standard





# **MEMORIAL DESCRITIVO RÁDIO FREQUÊNCIA - DIGITAL**



## 1. OBRA

### UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO

**Endereço:** SÃO LUIS (campus 1) Cidade Universitária Paulo VI, s/n – Tirirical – São Luis/MA CEP: 65.055-970

#### Campi e Centros

<b>Campus</b>	<b>Centro de Estudos</b>
BACABAL	Centro de Estudos Superiores de Bacabal – CESB
CAXIAS	Centro de Estudos Superiores de Caxias – CESC
CODÓ	Centro de Estudos Superiores de Codó. – CESC D
ITAPECURU – MIRIM	Centro de Estudos Superiores de Itapecuru – Mirim – CESITA
LAGO DA PEDRA	Centro de Estudos Superiores de Lago da Pedra – CESLAP
PEDREIRAS	Centro de Estudos Superiores de Pedreiras – CESPE
PINHEIRO	Centro de Estudos Superiores de Pinheiro – CESPI
SANTA INÊS	Centro de Estudos Superiores de Santa Inês – CESSIN
SÃO LUÍS	Centro de Ciências Tecnológicas – CCT
ZÉ DOCA	Centro de Estudos Superiores de Zé Doca – CESZD
<b>Total de Campi: 10</b>	<b>Total de Centros: 10</b>

## 2. PROPRIETÁRIO

### UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO

**Endereço:** SÃO LUIS (campus 1) Cidade Universitária Paulo VI, s/n – Tirirical – São Luis/MA CEP: 65.055-970

#### RESPONSÁVEL TÉCNICO

Marcelo Renato do Carmo Pereira Filho

Engenheiro Eletricista CREA-MA: 2324424



### 3. ESCOPO

#### **3.1 Este documento tem por objetivo:**

Este memorial descritivo tem por finalidade detalhar a implantação de rede uma solução baseada na tecnologia sem fio, que irá possibilitar a capilarização da rede de telecomunicações da Universidade Estadual do Maranhão, por meio da implantação de Backhaul, que são redes de transporte de dados que irão interligar os campi ao Backbone óptico. Viabilizando uma solução técnica para atender as demandas de voz e dados cada vez mais necessária em um ambiente acadêmico e administrativo de uma Universidade em toda sua área de abrangência regional.

#### **3.2 Objetivos específicos:**

Realizar um projeto de acordo com as seguintes premissas:

- 3.2.1 Este documento tem por objetivo especificar e padronizar os produtos a serem utilizado na construção dos enlaces de terminação da rede sem fio da Universidade Estadual do Maranhão.
- 3.2.2 Projetar uma rede de rádio ponto-a-ponto. Utilizando as faixas de frequência em 7 Ghz e 18 Ghz;
- 3.2.3 Utilizar a menor quantidade de repetição mínima possível;
- 3.2.4 Liberação de 60% da primeira zona de Fresnel;
- 3.2.5 Possibilidade de operação do rádio no modo 2+0 para alcance da capacidade esperada

### 4. DETALHAMENTO DOS SERVIÇOS

Os serviços consistem em levantamentos (survey), elaboração de projeto executivo e “As Built” quando couber. Compartilhamento da infraestrutura das operadoras de telecomunicações, levantamento de coordenadas geográficas dos pontos de origem e destino dos enlaces, alinhamento das antenas, especificação dos equipamentos a serem utilizados no projeto. Realização de testes de continuidade e qualidade do tráfego, certificação global dos equipamentos, com vistas a entrega da(s) rede(s) ou trechos dela(s) em perfeitas condições de ativação.



Neste memorial descritivo e em seus Anexos estão contempladas as especificações detalhadas das características mínimas necessárias dos equipamentos de radiocomunicação, sistema irradiante, torres, postes, sistema de gerência, serviços de instalação, treinamento, operação inicial com garantia e demais itens necessários ao perfeito funcionamento do radioenlace.

Será necessário realizar um estudo de viabilidade técnica. Este estudo preliminar que tem por objetivo definir as características técnicas do radioenlace, tais como: cálculo de enlace compreendendo, entre outros itens que se fizerem necessários, a definição de faixa de frequência de operação, a disponibilidade de canalização na região, os níveis de potência transmitida e recebida, a altura das torres ou postes e suas especificações, tipo e altura das antenas e demais parâmetros técnicos necessários ao perfeito funcionamento do radioenlace.

As informações técnicas do estudo serão submetidas à aprovação do corpo técnico da UEMA, que definirá os quantitativos dos itens da ata de registro de preço a serem contratados para o atendimento do radioenlace.

## 5. COMPARTILHAMENTO DE INFRAESTRUTURA COM OPERADORAS DE TELECOMUNICAÇÕES

### 5.1 REQUISITOS

A oferta de uma infraestrutura compartilhada de transporte de dados para governo e iniciativa privada, dotando o Estado de uma malha de transporte robusta, interconectando diversas redes e proporcionando, em casos de falhas, rotas físicas distintas para o transporte dos dados apresenta-se hoje como a solução mais viável para prover a interconexão via rádio.

Para as finalidades de atingir os polos de forma capilar, será necessário implantar uma rede de telecomunicações com alta escalabilidade, modularidade e capacidade técnica, mediante a instalação e configuração de equipamentos de altíssima capacidade de tráfego no seu núcleo, rádios de comunicação de alta capacidade nas infraestruturas de derivação intermediárias, bem como de equipamentos PON (passive optical network) para modelar os serviços e para suportar toda a demanda solicitada.



De acordo com a **LEI Nº 13.116, DE 20 DE ABRIL DE 2015** (Ver ANEXO I), podemos obter os pré-requisitos necessários de infraestrutura compartilhada de telecomunicações.

## 6. ESPECIFICAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS

### 6.1 MATERIAL

O objeto deste MEMORIAL está organizado em 03 (três) grupos distintos de materiais denominados:

- I. Rádios Digitais
- II. Antenas e sistemas irradiantes
- III. Sistema de Gerência de Elementos - Rádio

Também fazem parte do escopo do objeto todo software necessário e suficiente para permitir o funcionamento dos radioenlaces, incluindo sistemas operacionais, sistemas de gerenciamento de bancos de dados, quando necessários, e módulos de software embarcados nos equipamentos. O software deverá ser fornecido livre de quaisquer limites, tais como: o número de equipamentos ou objetos gerenciados, elementos de rede, número de usuários, número de servidores, número de CPU/CORE e tamanho de memória ou do banco de dados.

### 6.2 Rádios Digitais

Para os fins de escolha da frequência utilizada, a partir do backbone óptico foram considerados os municípios cujas sedes situam-se até 50 (cinquenta) km e até 100 (cem) km dos PoP, como potenciais locais de atendimento por meio de enlaces digitais.

Distância (km)	Frequencia
< 50 km	18Ghz
>100 km	7Ghz

Na composição do backhaul, os PoP efetuarão a agregação do tráfego.

Nessa topologia, o PoP é o ponto de partida do enlace de rádio digital na derivação do tráfego, pois será o local onde a infraestrutura do anel óptico será aberta para coleta e distribuição do tráfego.

Com origem nos PoP, serão implementados enlaces de rádio digital full duplex com destino à sede dos municípios distantes do backbone óptico. Para essa contratação, foram consideradas 2 (duas) topologias básicas de enlace:

### 6.2.1 Rota com um Radioenlace Ponto-a-ponto

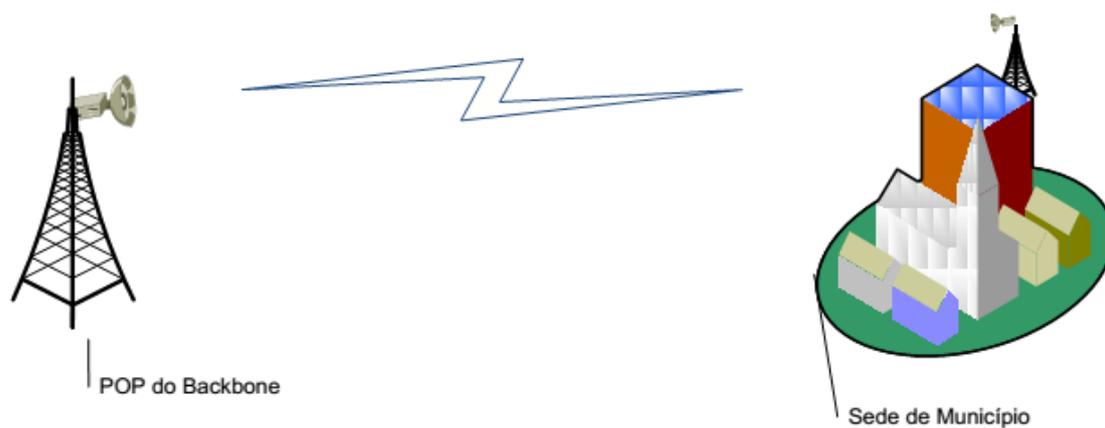


Figura 1 – Rota com um radioenlace ponto-a-ponto

### 6.2.2 Rota Ponto-a-ponto Com Repetição

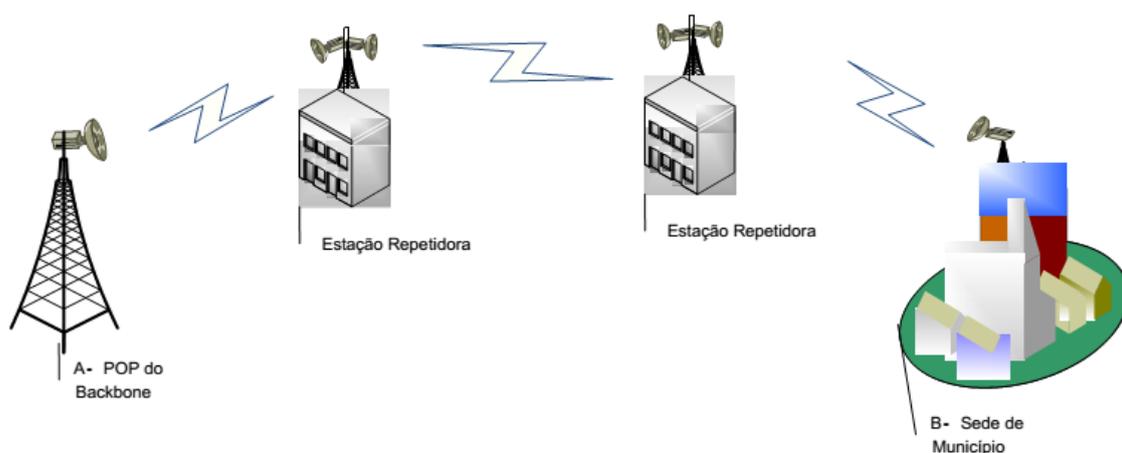


Figura2 – Rota com repetição

As rotas terão origem nos PoP e serão compostas por radioenlaces para atender uma ou mais sedes dos municípios onde encontram-se os campi.



### **6.3 Antenas e Sistemas Irradiantes**

As antenas e sistemas irradiantes deverão possuir características que atendam com eficiência o funcionamento das rotas definidas, por meio do uso de rádios digitais.

Deverão ser consideradas como características mínimas, sem prejuízo das demais, os tipos de polarização, o plano de frequência, a distância entre enlaces, o ganho calculado para o enlace, o diâmetro e demais parâmetros que serão definidos no estudo de viabilidade técnica.

O fornecimento e instalação das antenas, seus conectores, cabos de RF e/ou FI, respectivos acessórios nas quantidades necessárias, bem como todo e qualquer material utilizado nas suas instalações é de responsabilidade da CONTRATADA.

### **6.4 Sistema de Gerência de Elementos**

Os equipamentos de radioenlaces deverão ser fornecidos com a sua respectiva plataforma de gerência e com os serviços associados: configuração, instalação, ativação, treinamento e garantia de funcionamento de equipamentos novos, conforme as especificações e condições constantes neste instrumento e seus anexos.

### **6.5 Treinamento**

Os treinamentos serão de natureza teórica e prática devendo abranger todos os equipamentos, componente e softwares das soluções ofertadas em seus aspectos mais relevantes. Deverá prover ainda todas as facilidades que permitam viabilizar a O&M dos equipamentos e sistemas, pelos treinandos.

A especificação do Treinamento encontra-se descrita no ANEXO II – Especificações de Serviços.

### **6.6 Operação Inicial**

O serviço de Operação Inicial consiste em operar, monitorar e executar a manutenção preventiva e corretiva do objeto, e incluirá o provimento e reposição de equipamentos e unidades componentes dos sistemas adquiridos. O serviço de Operação Inicial será em regime 24 (vinte e quatro) horas x 7 (sete) dias por semana. Terá a duração de 180 (cento e oitenta) dias, a contar de 15 dias após a emissão da Ordem de Serviço, sendo que seu encerramento ficará condicionado à aprovação por parte da CONTRATANTE. Este serviço deverá ser considerado separadamente dentro de cada anel/rede ou grupo, definido no item 5.3 e deve ser cotado por unidade de radioenlace instalada.

A especificação da Operação Inicial encontra-se descrita no ANEXO II – Especificações de Serviços.



## 7. DOS ASPECTOS TÉCNICOS DA PROPOSTA

Todos os componentes necessários ao perfeito funcionamento de cada um dos itens do objeto devem estar discriminados e precificados na proposta.

Qualquer item adicional à Planilha de Formação de Preço, que vier a ser necessário para garantir o perfeito funcionamento, quando ocorrer a implantação em campo, será de total responsabilidade da CONTRATADA, não cabendo ônus algum à UEMA.

Entende-se como perfeito funcionamento: compatibilidade do objeto com todas as descrições deste Termo de Referência e seus anexos, bem como o atendimento às exigências da legislação vigente.

Os quantitativos expostos não representam qualquer compromisso de aquisição por parte da UEMA.

As propostas devem conter toda documentação necessária para subsidiar o julgamento técnico das soluções ofertadas, incluindo manuais técnicos e outros documentos que a LICITANTE julgar necessário. No caso de entender tais documentos como insuficientes para a análise, poderá a TELEBRÁS, a seu critério, solicitar complementação a ser apresentada em até 48 horas.

Comprovação ponto a ponto, por escrito, do atendimento aos requisitos técnicos e às funcionalidades requeridas, de acordo com o ANEXO I -ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS, ANEXO II – ESPECIFICAÇÕES DOS SERVIÇOS e ANEXO III – ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA, de acordo com o exemplo contido na Planilha a seguir:

### **7.1 Normas aplicáveis**

Certificado de Homologação emitido pela ANATEL, referente aos equipamentos de radiocomunicações e demais passíveis de certificação, conforme regulamentação vigente. Poderá ser aceito, em caráter excepcional, neste momento, declaração do Organismo Certificador Designado – OCD atestando a conformidade do produto com as normas estabelecidas pela ANATEL, e que o mesmo encontra-se em processo de homologação junto àquele órgão. Neste caso, até a assinatura do contrato de fornecimento dos equipamentos, a LICITANTE deverá apresentar cópia válida dos respectivos certificados de homologação expedidos pela ANATEL.

As Ordens de Serviço serão divididas em tipos, visando realizar as entregas de acordo com o andamento do cronograma definido pela TELEBRÁS.

Os tipos de Ordens de Serviço, prazos e cronograma de eventos estão divididos a seguir:



## 7.2 Estudo de Viabilidade Técnica

Relatório Computacional: entrega de relatório elaborado por meio de ferramenta computacional de prospecção em até 2 (dois) dias corridos após a emissão da Ordem de Serviço, de acordo com os requisitos descritos no ANEXO III - ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA.

A confirmação do cumprimento do prazo desse evento será feita eletronicamente.

Relatório de Vistoria de Campo: entrega de relatório de vistoria em campo (site survey) em até 5 (cinco) dias corridos após a entrega do relatório computacional, de acordo com os requisitos descritos no ANEXO III - ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA. Para esse evento, será emitido pela UEMA termo de recebimento.

Estudo de Viabilidade Definitivo: entrega do Estudo de Viabilidade Definitivo em até 3 (três) dias corridos após o termo de recebimento relativo aos itens 9.5.1.1 e 9.5.1.2, de acordo com os requisitos descritos no ANEXO III - ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA. Para esse evento, será emitida pela UEMA aceitação definitiva.

## 7.3 DOCUMENTAÇÃO

- a. O fabricante deve apresentar uma documentação técnica completa contendo informações que identifiquem e caracterizem o DGO ou DO, abrangendo, no mínimo, os seguintes dados:
- b. Descrição dos itens que compõem o DGO ou DO;
- c. Descrições dimensionais das partes e peças que compõem o DGO ou DO;
- d. Manual de instruções de montagem, instalação, operação e manutenção do DGO ou DO;
- e. Uso e aplicação;
- f. Instruções de segurança;
- g. Equipamentos e ferramentas auxiliares;
- h. Materiais e acabamentos empregados;

## 8. ESPECIFICAÇÃO DOS ITENS A SEREM COTADOS

Proteção dos cabos de fibras, lançamento de eletrodutos metálicos e sinalização. Em área externa de prédios, travessias de pontes, subidas de postes, etc., o cabo óptico deverá ser protegida por eletrodutos metálicos de 50 mm e/ou 100 mm de diâmetro, conforme o caso.

Havendo dutos subterrâneos pré-existentes a passagem dos cabos ópticos deverá ser precedida, para sua proteção, do lançamento de subdutos de PEAD, de 40 x 34 mm de diâmetro, coloridos e cintados, de acordo com as normas técnicas vigentes no País.



Ao longo de toda extensão do cabo óptico deverão existir plaquetas/etiquetas de identificação e avisos de fácil visualização, obedecendo ao seguinte:

**Quando em instalação aérea:** a cada poste.

**Quando em instalação subterrânea/interna:** a cada caixa de passagem/emenda. Serviços de abertura e fechamento de caixas de passagens de outras empresas, por onde passam, ou venham a passar os cabos de fibras ópticas da UEMA, deverão ser precedidos de autorização das respectivas empresas.

Lançamento de eletrodutos, eletrocalhas ou similares Lançamento de eletrodutos de PVC/metálico, eletrocalhas em PVC ou similares como proteção da fibra na parte interna do prédio, incluindo a abertura e recomposição de toda a estrutura utilizada.

Fornecimento de dados diários que retratem o desempenho da Implantação;

A CONTRATADA deverá antes do início da construção da infraestrutura objeto do PROJETO BÁSICO pré - aprovado, avaliar com base na lista de materiais disposta na planilha de serviços complementares, a total disponibilidade de materiais e mão de obra a serem utilizados para realização plena da implantação.

A CONTRATADA deverá a todo momento, disponibilizar informações para o acompanhamento dos cronogramas e andamento dos serviços em campo, assegurando o atendimento aos prazos acordados. Todos os imprevistos que impactem no prazo final da implantação, deverão ser avaliados em conjunto com a UEMA e ações deverão ser tomadas imediatamente, de forma a manter os prazos acordados e minimizar o impacto no cronograma final.

Caberá a CONTRATADA relatar à UEMA quaisquer eventos que comprometam a realização da obra, que conduzam ao desatendimento das especificações técnicas aprovadas no PROJETO BÁSICO ou que coloque em risco a integridade do patrimônio de terceiros.

### **8.1 Controle de alterações de projeto/escopo:**

Qualquer discrepância entre o padrão de construção e o PROJETO BÁSICO, seja de instalação ou no fornecimento de materiais e serviços, deverão ser comunicados à UEMA para avaliação e aprovação antes de sua execução.

Análise da qualidade e padronização dos materiais e serviços aplicados: Devem ser observados pela CONTRATADA os padrões de materiais a serem utilizados (materiais homologados), bem como o modo de execução dos serviços de acordo com projetos preliminares de instalação e as especificações de engenharia da(s) rede(s) contidas no(s) PROJETO(S) BÁSICO(S).

### **8.2 Elaboração de diário de Obra;**

É de responsabilidade da CONTRATADA o preenchimento e entrega do Diário de Obras com



fatos que sejam relevantes no dia, devendo os principais fatos ser relatados à UEMA.

## 9. DETALHAMENTO DOS SERVIÇOS DE SUPERVISÃO E COORDENAÇÃO

O gerenciamento da execução do projeto será exercido pelo Gerente de Projeto da CONTRATADA, a quem caberá estabelecer as diretrizes de trabalho e que, baseando-se nos dados, informações e relatórios produzidos, tomará as providências e decisões para o real controle do Projeto.

Cabe a coordenação de fiscalização de campo da CONTRATADA, quando da execução do PROJETO BÁSICO, conferir os itens de instalação relacionados na planilha SERVIÇOS COMPLEMENTARES, verificando o atendimento das necessidades construtivas da(s) rede(s) e relacionando as inconsistências para posterior informação à UEMA.

## 10. CONTROLE DA DOCUMENTAÇÃO

Caberá a CONTRATADA, o controle da documentação que envolva as atividades de recebimento, distribuição, controle e armazenamento de toda a documentação referente ao projeto e implantação.

### 10.1 Os documentos do projeto e implantação estão descritos abaixo:

- a. Licenças
- b. Projetos, Desenhos, Folha de SERVIÇOS COMPLEMENTARES
- c. Especificações
- d. Cronograma
- e. Controle de mudanças de projeto
- f. Solicitação de informações



- g. Relatórios de não conformidade
- h. Relatórios de acompanhamento
- i. Termos de Recebimento
- j. Termos de Aceitação
- k. Controle do “AS-BUILT”

Caberá a CONTRATADA conferir a documentação para verificar o atendimento das especificações técnicas de As Built. Os seguintes aspectos mínimos deverão ser analisados pela fiscalização:

Manutenção do padrão construtivo e quantitativos de materiais e serviços divergentes do PROJETO BÁSICO.

Confiabilidade das medidas apresentadas através de avaliação em campo, com a utilização de GPS, bússolas e trenas. Verificação da correta posição de gabinetes, equipamentos, passagem de dutos, cabos, caixas de passagem, de emendas e postes. Identificação precisa dos equipamentos, gabinetes, cabos, caixas de emenda e passagens.

Verificar a qualidade dos desenhos apresentados.

## 11. REUNIÕES DE SERVIÇO

Caberá à UEMA, quando necessário, planejar reuniões periódicas com a CONTRATADA, para obter informações e propor soluções acerca do andamento das implantações e o atendimento das obrigações contratuais. A CONTRATADA deverá nestas ocasiões apresentar os relatórios de ações e itens críticos, cronograma detalhado de serviços, apresentação de riscos e impactos, gráficos e relatórios gerenciais, apresentação dos relatórios diários de obra e diário de produção.

## 12. FISCALIZAÇÃO DIÁRIA

A UEMA ou seu representante autorizado, fará fiscalizações das implantações, conforme



detalhamento de serviços constantes do(s) PROJETO(S) BÁSICO(S).

### 13. ACOMPANHAMENTO DOS TESTES DE ACEITAÇÃO

A CONTRATADA deverá realizar todos os testes de aceitação na presença do representante da UEMA para os equipamentos e serviços executados ao final de cada implantação, onde deverá ser gerado o RELATÓRIO DE TESTES.

Caso comprove o não atendimento de algum dos itens do projeto preliminar de instalação, do padrão de instalação ou do protocolo de testes, a CONTRATADA deverá resolver as pendências e comunicar formalmente à UEMA o atendimento.

Corrigido o problema e após a comunicação da CONTRATADA, a UEMA fará nova a aceitação com os custos por conta da CONTRATADA.

As instalações deverão ser entregues completamente limpas, livre de entulhos e sobras de materiais provenientes da implantação. A CONTRATADA deverá encaminhar relatório fotográfico da situação do sítio à UEMA.

A CONTRATADA será única e exclusivamente responsável por contatar, agendar e sincronizar suas atividades com as suas diferentes empresas FORNECEDORAS. Assumindo totalmente quaisquer ônus advindos do descumprimento de obrigações assumidas com a TELEBRAS, ainda que justificadas.

Para formalizar a conclusão da implantação da rede de acesso, a UEMA emitirá o TERMO de ACEITAÇÃO DEFINITIVA.

### 14. CAPACITAÇÃO E PESSOAL TÉCNICO

Qualificação: Capacidade e habilidades técnicas

Os profissionais da CONTRATADA deverão possuir a qualificação mínima descrita abaixo, não isentando a responsabilidade da CONTRATADA quanto ao dimensionamento de mão de obra e ferramentais necessários, e ainda não podendo faltar fiscalização para acompanhamento das



atividades de implantação, aceitação e integração.

Gerente de Projeto – Infraestrutura de Rede Óptica:

- a. Formação: Engenheiro Eletricista, Eletrônico ou Telecomunicações.
- b. Profissional com registro no CONFEA/CREA e experiência prática de, no mínimo, 03 (três) anos na implantação de projetos de infraestrutura de redes em fibras ópticas.
- c. Este profissional deverá estar no mínimo habilitado a realizar os serviços de:
- d. Verificação dos projetos preliminares de instalação de infraestrutura de Fibras Ópticas;
- e. Lançamento de cabos ópticos aéreos e subterrâneos, confecção de emendas, testes de atenuação e continuidade e instalação de DGO's.
- f. Verificação e validação quantitativa e qualitativa de materiais recebidos em campo;
- g. Emissão de Relatório e Diário de Obra;
- h. Coordenação de atividades diárias e suporte aos fiscais de campo;
- i. Controle das notas fiscais;
- j. Emissão Relatório de Produção referente às vistorias de fiscalizações;
- k. Definição de ações de correção em caso de detecção de não conformidades de execução da implantação ou relativa ao projeto.
- l. Participar de reuniões locais com as cedentes para aprovação das atividades de implantação, órgãos de fiscalização e administrações regionais.
- m. Integração e sincronização das atividades de instalação e aceitação com as diferentes empresas contratadas da UEMA.
- n. Analisar os relatórios de testes para aceitação.
- o. Conferência e aprovação do As-built.
- p. Gerenciamento das equipes de fiscalização de campo.

## 15. DEFINIÇÕES E ABREVIATURAS

**ANATEL**(Agência Nacional de Telecomunicações): Autarquia regulamentadora e fiscalizadora das Telecomunicações no Brasil.



**Bastidor:** Estrutura metálica utilizada para alojar os módulos, gerenciador de cordões de manobra, suportes de fixação e demais componentes do sistema de terminação.

**CERTIFICAÇÃO** - Conjunto de procedimentos regulamentados e padronizados que resultam na expedição de Certificado ou Declaração de Conformidade específica para produtos de telecomunicações.

**RACK ou DGO** (Distribuidor Geral Óptico): É indicado para instalações internas, interligando cabos ópticos e equipamentos, permitindo o gerenciamento de fibras ópticas e equipamentos. O DGO é composto por bastidor, módulo de conexão, módulo de emenda, módulo de armazenamento e/ou gerenciador de cordão óptico e módulo de dispositivos ópticos passivos.

**HOMOLOGAÇÃO** - ato privativo da Anatel pelo qual, na forma e nas hipóteses previstas no Regulamento para Certificação e Homologação de Produtos para Telecomunicações, aprovado pela Resolução nº 242, de 30/11/2000, a Agência reconhece os certificados de conformidade ou aceita as declarações de conformidade para produtos de telecomunicações.

**SDT** (Sistema de Documentação TELEBRAS): Práticas com especificações, procedimentos de projeto e instalação de produtos para telecomunicações utilizados pelo Sistema TELEBRAS encontradas:

[http://sistemas.anatel.gov.br/sdt/Novo/consultas/Consulta\\_Praticas\\_Novo.asp](http://sistemas.anatel.gov.br/sdt/Novo/consultas/Consulta_Praticas_Novo.asp).

**Ponto de Presença (PoP):** estação de telecomunicações estabelecida junto ao Backbone, responsável pela capilarização do tráfego demandado pelos municípios a serem atendidos.

**Rota:** é o conjunto de radioenlaces necessário para atender um ou mais municípios, podendo utilizar repetição, a partir de uma estação de telecomunicação do Backbone (PoP).

**Radioenlace:** é a conexão de dois pontos geográficos, distintos, com equipamentos rádio digital de alta capacidade.

**Estação Terminal de Rádio:** é a estação que está localizada na sede do município.

**Estação Repetidora de Rádio:** é a estação intermediária que será implantada sempre que não for possível um enlace direto entre o ponto de presença (PoP) e a estação terminal de rádio.

## 16. DOCUMENTOS NORMATIVOS APLICÁVEIS

### 16.1 Normativos para construção das redes de fibras ópticas:

- a. Normas técnicas da ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas;
- b. Documentos normativos internacionais;
- c. Resolução 242 de 30/11/2000 da ANATEL;
- d. Especificações do Edital.

### 16.2 Normas aplicáveis aos cabos e cordões ópticos

- a. NBR 14160 Especificação de cabo óptico dielétrico auto-sustentado
- b. NBR 14104 Procedimento de amostragem e inspeção em fábrica de cabos e cordões ópticos
- c. NBR 13975 Método de ensaio para determinação da força de extração do revestimento das fibras ópticas
- d. NBR 14706 Cabos ópticos, fios e cabos telefônicos – Determinação do coeficiente de absorção de ultravioleta – Método de ensaio
- e. NBR 9148 Cabos ópticos e fios e cabos telefônicos – Ensaio de envelhecimento acelerado – Método de ensaio

As especificações dos produtos para a construção das redes de fibras ópticas utilizarão como referências as especificações das seguintes entidades:

- a. Práticas do extinto Sistema TELEBRÁS;
- b. Normas técnicas da ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas;
- c. Documentos normativos internacionais;
- d. Os produtos a serem utilizados na construção das redes de cabos de fibra óptica da Rede da UEMA deverão atender às diferentes categorias de verificação e atender as especificações ou orientações designadas pela Anatel.



## 17. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS RÁDIO MICROONDAS DIGITAL

### 17.1 ARQUITETURA

Cada um dos enlaces de rádio deverá ser composto por um par de transceptores de radiocomunicação, sendo que cada transceptor, por sua vez, deverá ser composto de:

Uma Unidade Interna de Controle e Interfaces Digitais, denominada IDU (InDoor Unit);

Uma Unidade Externa de Radiofreqüências, denominada ODU (OutDoor Unit), com duplexador ou combinador incluso;

Os transceptores poderão ser fornecidos em configuração independente denominada "SPLIT" (ODU separada da IDU) ou combinada (ODU e IDU em hardware único). No caso da configuração combinada, o conjunto deverá estar contido dentro de um único bastidor;

O equipamento deve aceitar uma separação entre a IDU e a ODU de pelo menos 250 metros. A interligação entre as referidas unidades poderá ser efetuada por cabos coaxiais tipo RGC-8 ou LMR 400, ou similares ou ainda por meio de fibra óptica.

Os equipamentos de radiocomunicação deverão permitir instalação das IDUs em bastidores de 19 (dezenove) polegadas.

Os equipamentos de transmissão de radiocomunicação devem necessariamente implementar na camada de transporte o padrão IEEE 802.3 Ethernet, podendo adicionalmente suportar padrões SDH ou PDH.

As configurações dos enlaces de rádio poderão ser do tipo sem proteção (1+0 ou 2+0) ou protegidas (1+1), ficando esta definição para o Estudo de Viabilidade – ANEXO III e em função do interesse de tráfego a ser cursado, importância e criticidade do enlace face ao serviço a ser disponibilizado.

A topologia física de rede deverá suportar configuração ponto-a-ponto incluindo aí repetição quando se mostrar necessário.

Proteção mecânica ou lógica para prevenir a inserção em posição incorreta de módulos e placas em posição incorreta, de forma a evitar danos à placa ou módulo e ao chassi do equipamento;

Os módulos e placas das IDU devem ser de fácil substituição e autodetectáveis, isto é, uma nova placa quando inserida no equipamento deverá ser automaticamente reconhecida pelo equipamento e pelo sistema de gerência;

Os módulos e placas das IDU devem permitir empilhamento mecânico com a finalidade de agregar o tráfego de distintos sistemas irradiantes, via switch ou router externo, objeto de fornecimento por contratação específica, possibilitando composição de vários enlaces para obtenção de um enlace com taxa de transmissão maior.

Neste caso, o empilhamento das unidades deverá ser suportado por alimentação adequada, considerando ainda a maior dissipação de calor resultante sem ocasionar danos aos



demais componentes acondicionados no mesmo hardware.

## 17.2 CONECTIVIDADE E PADRÃO DAS INTERFACES

A IDU deverá possuir de forma distinta ou incorporada em hardware único:

No mínimo 3 (três) portas que implementem o padrão IEEE 802.3u Fast Ethernet, sendo uma delas dedicada para utilização de gerência remota (item 2), com respectivo line cord (cabo STP) de pelo menos 12m para cada uma das portas, não havendo impedimento quanto a existência de portas PDH ou SDH simultaneamente.

No mínimo 1 (uma) porta que implemente o padrão IEEE 802.3ab, Gigabit Ethernet em interface elétrica, com suporte à conectorização (10/100/1000 base T), com respectivo line cord (cabo STP) de pelo menos 12m para cada uma das portas.

No mínimo 1 (uma) porta que implemente o padrão IEEE 802.3z, Gigabit Ethernet em interface óptica sendo admitida sua implementação até 30/06/2011, entendendo-se que a planta instalada deverá ser substituída, pela CONTRATADA às suas custas, caso necessário. As interfaces ópticas deverão suportar a conectorização SC/APC com line cord fibra monomodo 1000BASE-LX.

Durante o processo de instalação é de responsabilidade do fornecedor analisar e instalar a conexão entre o IDU e o switch com a atenuação adequada de modo a garantir o seu perfeito funcionamento e prevenir ocorrência de danos nos equipamentos envolvidos.

A IDU deverá possuir interface de gerenciamento local realizado por meio de portas RS-232 ou USB, podendo inclusive ser conectado via terminais ASCII físicos ou emulados, ou outro que atenda à proposta de gerenciamento local;

A IDU deverá possuir interface console padrão RS-232D (EIA/TIA 561– conector RJ45), ou disponibilizar adaptador na quantidade de portas console que atenda esse padrão;

A IDU deverá possuir interface auxiliar padrão RS-232C (EIA/TIA 574 –conector DB9), ou disponibilizar adaptador na quantidade de portas auxiliares que atenda esse padrão;

A IDU deverá possuir Interface de gerenciamento remota. Todos os equipamentos dos radioenlaces deverão prover, em cada terminal, 1 (uma) interface Fast Ethernet 10/100Base-TX no padrão IEEE 802.3u para conexão à rede de gerenciamento DCN;

Fazem parte do escopo do presente fornecimento: ferragens para instalação em bastidores, cabos de energia, cabeamento óptico para interligação aos DGO e/ou DIO, cabeamento de dados para interconexão aos distribuidores (patch panels) em categoria “6a”, tanto das interfaces de Ethernet STP quando das linhas de console (RS-232D), instalação de firmwares, configuração inicial dos equipamentos para acesso por meio de gerência remota, assim como quaisquer outros acessórios e serviços que sejam necessários para a completa operacionalização da rede.

## 7.3 CARACTERÍSTICAS OPERACIONAIS E DE DESEMPENHO



O modelo de propagação a ser utilizado no cálculo dos enlaces de rádio deverá ser o recomendado para a faixa de SHF, contido na recomendação ITUR P.530, União Internacional de Telecomunicações – Bureau de Radiocomunicações (UIT-R).

Taxa de erro de bit residual do equipamento de radiocomunicação (IDU + ODU) inferior a  $10^{-10}$ ;

O nível mínimo de sinal recebido deverá ser suficiente para garantir taxa de erro de bit máxima na entrada do demodulador de  $10^{-6}$ .

Implementar técnica de correção de erro(FEC);

Possuir robustez contra ruído impulsivo por meio de implementação de Interleaving;

Implementar técnica de modulação digital, configurada por software, com eficiência espectral mínima de 8(oito) bits/Hz.

Admitir a possibilidade de uso da diversidade por polarização (XPIC).

Possuir criptografia padrão AES com tamanho mínimo de 128 bits para a chave

A taxa de transmissão útil de um enlace de rádio, excluindo-se os bits para técnicas de correção de erro (FEC), deverá ser a maior possível levando em consideração os custos envolvidos, devendo ainda suportar ampliação e ser de no mínimo 200 Mbps full-duplex.

Os enlaces de rádio deverão permitir agregação de tráfego de sistemas irradiantes distintos nas IDU. Com a agregação a taxa de transmissão mínima deverá atingir 1Gbps no modo full-duplex.

Os enlaces de rádio utilizarão portadoras fixas nas faixas de frequência SHF(3 a 30 GHz) licenciadas pela ANATEL. Não serão aceitos equipamentos que operem no modo TDD(Time Division Duplex), utilizem esquemas de transmissão por espalhamento espectral ou ainda que utilizem faixas de frequência não licenciadas pela ANATEL ou a ISM(Industrial, Scientific and Medical). A definição das características dos rádios, tais como frequência, potência, que serão utilizados, será objeto do Estudo de Viabilidade Definitivo conforme Anexo III.

A estabilidade de Frequência de RF não deverá sofrer desvios maiores que + ou - 10 ppm na faixa de 0º a 60ºC

Permitir chaveamento do transmissor principal para o reserva de forma automática quando o enlace for equipado com sistema de proteção, e realizado quando ocorrer falha do equipamento transmissor ou queda na potência de transmissão abaixo de um valor ajustável por software, entre 3 e 6 dB. Deve ser possível fazer comutação forçada dos transmissores, tanto local como remotamente, via gerência. Será admitida a implementação desta facilidade, até 30/06/2011, entendendo-se que, caso necessário, a planta instalada deverá ser substituída, pela CONTRATADA às suas custas.

O chaveamento automático do receptor deverá ser feito por unidade de chaveamento equipada com chave sem perda de bits (hitless switch), a qual deverá comutar os receptores



obedecendo aos critérios da recomendação G.826 do ITU-T, que estabelece a medida de SESR (Severely Errored Seconds Ratio) baseada em blocos, ou quando a Taxa de Erro de Bit (BER) atingir o valor de  $10^{-3}$

Deverá ser possível executar chaveamento forçado dos receptores, tanto remoto, via gerência, quanto localmente, de forma manual ou através do terminal de manutenção do equipamento.

Deverá ser possível executar pelo menos os seguintes “loops” de teste nos equipamentos “split”, tanto via comando local, quanto via gerência:

Loop de FI;

Loop de Banda Básica (local e remoto);

### **17.5 COMPATIBILIDADE ELETROMAGNÉTICA**

As estações transmissoras de radiocomunicações, incluindo seus equipamentos e sistemas irradiantes, deverão atender aos limites vigentes para exposição a campos elétricos, magnéticos e eletromagnéticos, estabelecidos por regulamentação vigente expedida pela ANATEL, cuja comprovação se dará mediante cumprimento de dispositivos específicos estabelecidos na mesma regulamentação;

No caso de utilização de equipamentos cuja homologação não seja compulsória por parte da ANATEL, a comprovação será feita por meio de certificados que indiquem o atendimento às normas de compatibilidade eletromagnética quanto aos Requisitos de Emissão de Perturbações Eletromagnéticas conduzidas e radiadas e aos Requisitos de Imunidade de Perturbações Eletromagnéticas, conforme estabelecido em regulamentação específica da ANATEL;

### **17.6 SEGURANÇA ELÉTRICA E ÓPTICA**

Os equipamentos deverão estar de acordo com as normas vigentes da ABNT específicas para este item.

Os equipamentos com interfaces ópticas deverão indicar claramente a classe do laser utilizado e deverão possuir obrigatoriamente, quando as normas exigirem, dispositivo que



garanta segurança do pessoal técnico, quando as fibras forem desconectadas com o laser em funcionamento;

Os componentes eletrônicos mais sensíveis deverão ter seus circuitos protegidos de forma a protegê-los quanto a descargas eletrostáticas;

Os equipamentos deverão ter identificação quanto à sensibilidade para descargas eletrostáticas;

Manuais, desenhos, lista de componentes e documentos afins, todos deverão ser fornecidos com identificação clara dos componentes sensíveis à eletricidade estática;

Instruções de montagem, testes, inspeção, embalagem e serviços deverão mencionar a existência de material sensível à eletricidade estática;

Quando aplicável, as embalagens dos equipamentos deverão ser apropriadas para materiais sensíveis à eletricidade estática. Essas embalagens deverão conter aviso que o equipamento é sensível à eletricidade estática;

Em cada bastidor deverá ser instalada uma pulseira para escoamento da carga estática dos membros das equipes de manutenção;

As ODU's devem possuir carcaças totalmente estanques e imunes a descargas atmosféricas e a outros distúrbios eletromagnéticos. Todos os materiais e dispositivos de aterramento e proteção das ODU's devem estar incluídos no fornecimento.

## **17.7 ALIMENTAÇÃO ELÉTRICA DOS EQUIPAMENTOS**

Os equipamentos deverão estar aptos para funcionar com alimentação em corrente contínua e tensão nominal de entrada de -48 VCC (terminal positivo aterrado) com faixa de variação de -48 VCC de +/- 15%, a ser comprovada nos testes em campo;

O equipamento não deverá sofrer alterações de funcionamento causadas por variação de voltagem na fonte de alimentação. Deverão ser utilizadas proteções contra descargas elétricas, sobrecargas e curtos-circuitos acidentais;

O equipamento deverá admitir alimentação por meio de duas vias de -48 VCC distintas e redundantes. O equipamento usará energia das fontes de alimentação primárias, tal que a falha em uma alimentação não afetará a operação do equipamento;

A remoção ou inserção de qualquer fonte de alimentação não deverá afetar as características operacionais do equipamento de maneira nenhuma, nem deverá causar qualquer dano à unidade ou outras unidades.

Os equipamentos deverão ter consumo de potência de no máximo 180 watts e dissipação térmica máxima, por estação, não superior a 8.700 watts.

Os equipamentos serão alimentados por meio de painel de disjuntores disponibilizados pela TELEBRÁS e a interligação desses ao painel é de responsabilidade da CONTRATADA.



## **17.8 ATERRAMENTO E PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS**

### **17.8.1 Resistência de aterramento**

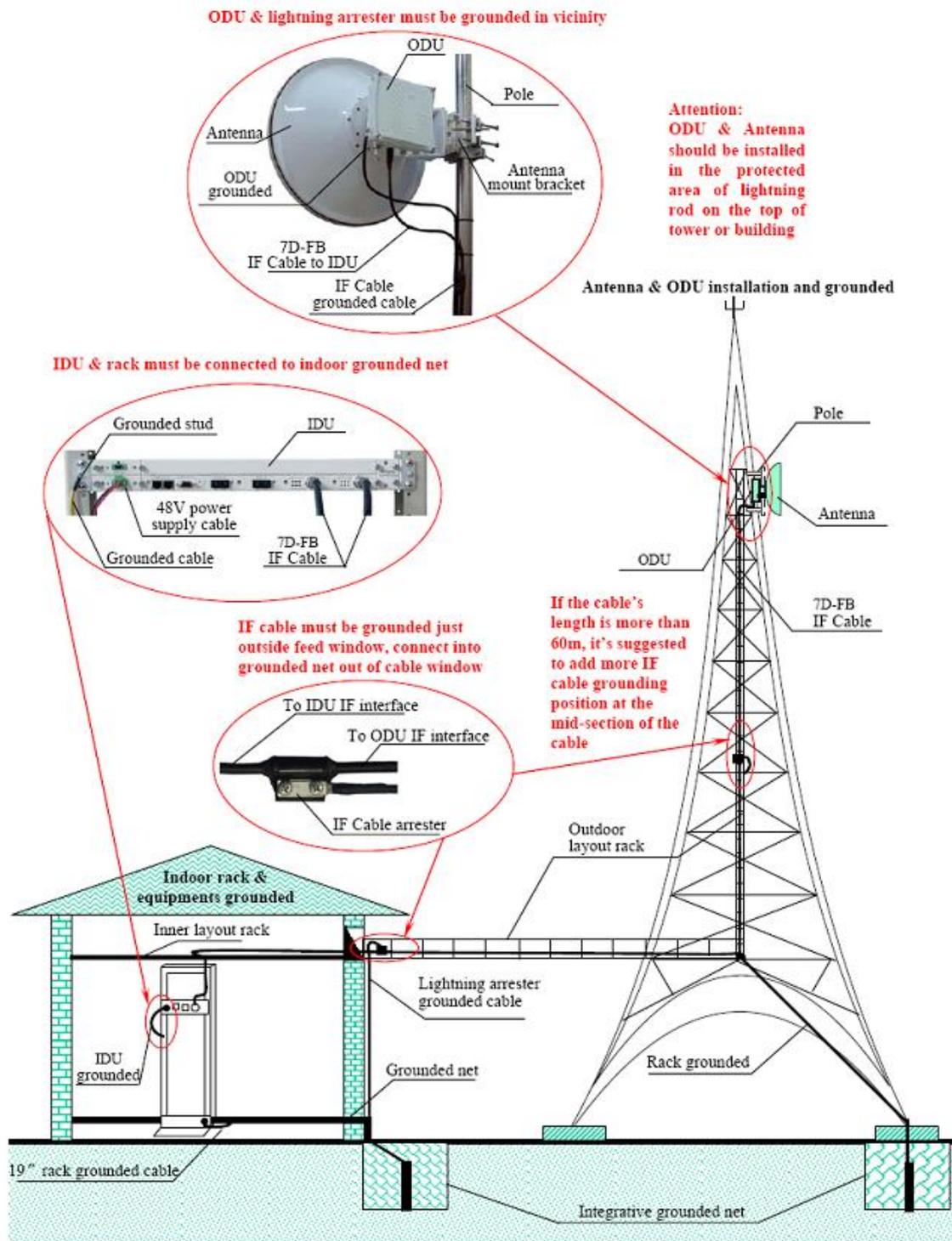
A rede de aterramento em estações de comutação de microondas deve possuir uma resistência menor do que 10 ohms; em estações centrais deve ser menor do que 5 ohms; resistência de fonte de alimentação passiva em estação de comutação deve estar entre 20 a 30 ohms.

### **17.8.2 Cabo de aterramento IDU**

Como a IDU não está aterrada através da fonte de alimentação, o parafuso de aterramento no painel frontal deve ser conectado ao rack, que deve ser conectada a coluna de aterramento com um cabo de fio de cobre de  $16\text{mm}^2$ .

**Nota:** Se o rack montado para as IDUs foi bem aterrado, não existe necessidade de conectar o cabo de terra da IDU ao rack.

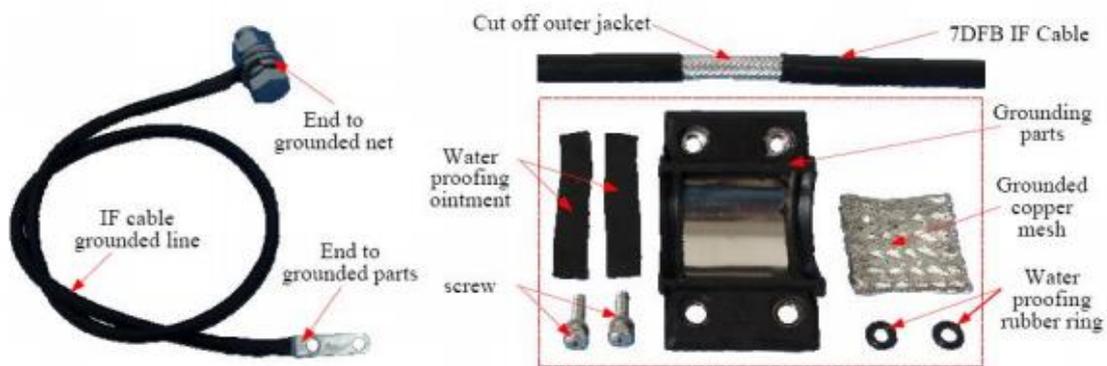
### **17.8.3 Aterramento da trança metálica do cabo de FI**



**Figura 3 - Aterramento da trança metálica do cabo de FI**

#### 17.8.4 Técnica de aterramento do condutor externo do cabo de FI

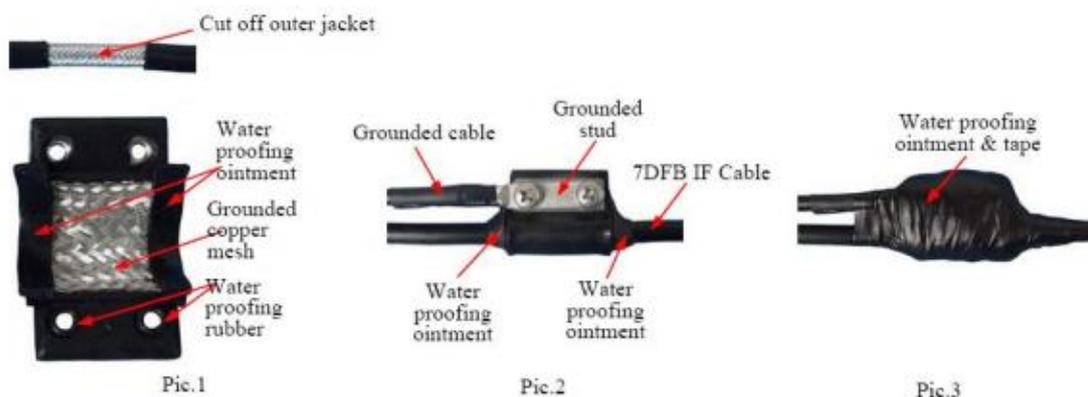
Kit de aterramento do cabo de FI e fio de aterramento:



**Figura 4- Kit de aterramento do cabo de FI**

Introdução da técnica:

1. Corte a capa externa do cabo de FI (7D-FB), sem ofender o trançado metálico interno da blindagem do cabo.
2. O comprimento do corte da capa externa deve ser maior do que a malha de cobre de aterramento (grounding copper mesh) e mais curta do que a largura da tira de vedação à prova d'água (water proofing ointment); assegure-se que a malha de aterramento toque o trançado metálico em boas condições.
3. As tiras de vedação à prova d'água (water proofing ointment) devem ser pressionadas sobre a capa externa do cabo de FI, assegurando a vedação contra água. Alternativamente aperte ambos os parafusos, até não haver mais folga. Ela ficará pressionada para fora em ambos os lados. Faça com que ela esteja bem distribuída e comprimida, como na figura 4.
4. Realize esse processo indispensável para todos os pontos de aterramento.
5. Deixe a ponta de aterramento mais alta do que ambos os lados e acomode-a.



**Figura 5 - Técnica de Aterramento do Cabo de FI**

## 18. ACESSÓRIOS DE INSTALAÇÃO NO BASTIDOR

Bastidor para Instalação: Os bastidores para instalação dos equipamentos serão de responsabilidade da CONTRATADA.

Fazem parte do escopo do presente fornecimento:

- a. Ferragens para instalação dos equipamentos em bastidor padrão 19 polegadas.
- b. Cabos de energia.
- c. Cabeamento óptico para interligação dos equipamentos aos DIO de topo de bastidor. Item 1 da Figura 4 - Estrutura simplificada de cabeamento dos sites.
- d. Cabeamento par trançado categoria 6a para interligação dos equipamentos aos respectivos patch-panels de topo de bastidor. Item 2 da Figura 4 - Estrutura simplificada de cabeamento dos sites.
- e. Cabeamento óptico horizontal para interligação dos DIO de topo de bastidor aos DGOs. Item 3 da Figura 4 - Estrutura simplificada de cabeamento dos sites.
- f. Cabeamento par trançado categoria “6a” para interligação dos patchpanels de topo de bastidor aos patch-panels do distribuidor geral. Item 4 da Figura 4 - Estrutura simplificada de cabeamento dos sites

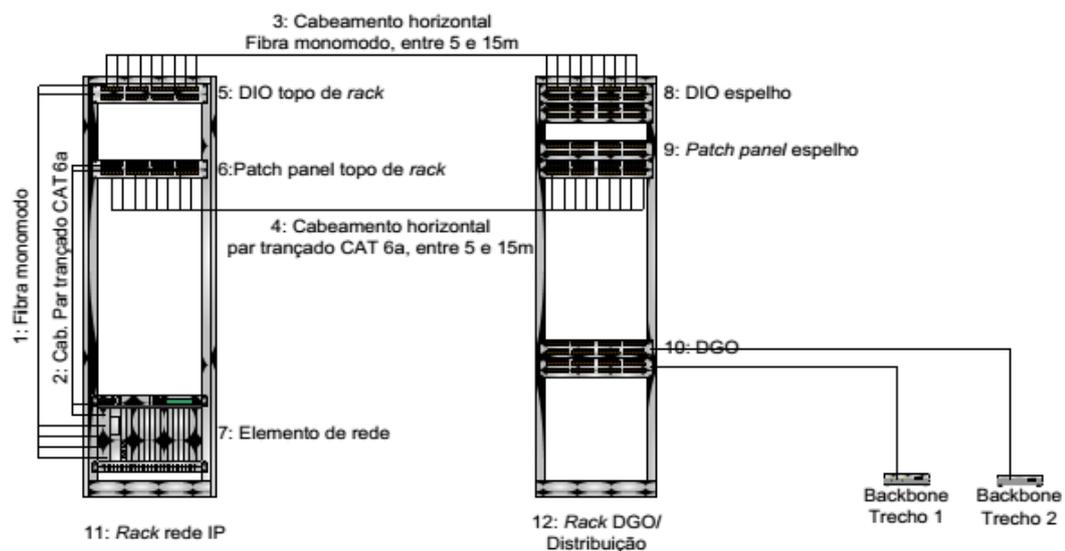


Figura 6 – Estrutura simplificada de cabeamento dos sites

### 18.1 Quanto aos DIO:



Distribuidor interno óptico(DIO) padrão 19” para fusão, estrutura em alumínio para 24 fibras ópticas, monomodo, composto de módulos para acomodação das emendas, inclusos 12 pig-tail, 12 adaptadores SC, protetores de emenda, e abraçadeiras para fixação dos cabos.

Características detalhadas:

- a. distribuidor geral óptico deverá ter a função de acomodar e proteger as emendas de transição entre o cabo ótico e as extensões óticas;
- b. Suportar adaptadores óticos (ST, SC, LC Duplex, FC e MT-RJ);
- c. Ser modular permitindo expansão do sistema;
- d. Deve possuir 1 posição (1U) de altura do bastidor de padrão 19”;
- e. Possuir área de armazenamento e acomodação de excesso de fibras, devendo as emendas se situarem internamente à estrutura (conferindo maior segurança aos sistemas);
- f. As bandejas de acomodação de emendas devem ser em material plástico;
- g. Deve possuir resistência ou proteção contra a corrosão.
- h. Possuir gaveta deslizante (facilitar manutenção / instalação e trabalhos posteriores sem possibilitar sua retirada do bastidor);
- i. Possibilitar configuração com os diferentes tipos de terminações óticas mencionadas
- j. Possuir identificação na parte frontal;
- k. Possuir painel frontal articulável, permitindo o acesso aos cordões sem expor as fibras conectorizadas internamente;
- l. Possibilitar terminação direta ou fusão, utilizando um mesmo módulo básico;
- m. Possuir acesso para cabos óticos pela parte traseira e lateral;

### **18.2 Quanto aos Patch Panels:**

Possuir 24 portas (1U) ou 48 portas (1U ou 2U), conforme o caso, STP Cat. “6a” com as seguintes características:

- a. Para ambiente de instalação interno;
- b. Suporte a IEE 802.3, 1000 BASE T, 1000 BASE TX, EIA/TIA-854, ANSI-EIA/TIA-862, ATM, Vídeo, Sistemas de Automação Predial, 10GBASE-T (TSB-155) todos os

- protocolos LAN anteriores;
- c. Fornecido com guia de cabos traseiro em material termoplástico UL V94-0 (flamabilidade) de alto impacto com fixação individual dos cabos, não propagante a chama;
  - d. Painel frontal em material plástico de alto impacto e chapa de aço com porta etiquetas para identificação em acrílico para proteção e guia traseiro perfurado, com possibilidade de fixação individual dos cabos.
  - e. Deve ser fornecido com instrução de montagem em língua portuguesa;
  - f. Fornecido com todos os acessórios de fixação de cabos (velcro e cintas plásticas);
  - g. Fornecido com ícones azul e vermelho para identificação das portas;
  - h. Fornecido com etiquetas para identificação dos pontos;
  - i. Contato IDC em ângulo de 45º para melhoria da performance elétrica;
  - j. Garantia de ZERO BIT ERROR em Fast e Gigabit Ethernet;
  - k. Altura: 24 portas, 1 U de bastidor e 48 portas 2 U de bastidor;

### **18.3 Quanto ao cabeamento óptico:**

- a. Cordão óptico duplex monomodo SC/APC, SMF, pré-conectorizado e testado em fábrica (incluir laudo anexo ao produto).
- b. Deverá ser constituído por um par de fibras ópticas monomodo 9/125 µm, tipo “tight”.
- c. Utilizar padrão “zip-cord” de reunião das fibras para diâmetro de 2mm;
- d. A fibra óptica deste cordão deverá possuir revestimento primário em acrilato e revestimento secundário em PVC;
- e. Sobre o revestimento secundário deverão existir elementos de tração e capa em PVC não propagante à chama;
- f. As extremidades deste cordão óptico duplo devem vir devidamente conectorizadas e testadas de fábrica;
- g. Possuir impresso na capa externa nome do fabricante, identificação do produto e data de fabricação;

#### 18. 4 Quanto ao cabeamento STP categoria 6:

- a. Devem ser montados e testados em fábrica, com garantia de performance (incluir laudo anexo ao produto);
- b. Deve possuir classe de flamabilidade impressa na capa, com o correspondente número de registro (file number) da entidade Certificadora (UL);
- c. Deve possuir classe de flamabilidade no mínimo CM;
- d. Deve possuir capa protetora (bota) do mesmo dimensional do RJ-45 plug e proteção à lingüeta de travamento. Esta capa protetora deve ajudar a evitar a curvatura excessiva do cabo em movimentos na conexão bem como proteger o pino de destravamento dos conectores contra enroscamentos e quebras;
- e. Deve, no mínimo, possuir as características elétricas contidas nas normas ANSI/TIA/EIA-568-B.2-10 e ANSI/TIA/EIA-568-C.2 categoria “6a”;
- f. Deve possuir características elétricas e performance testada em frequências de até 600 MHz;
- g. Características do patch cord U/UTP Cat. 6a: Suporte a IEEE 802.3, 1000 BASE T, 1000 BASE TX, EIA/TIA-854, ANSI-EIA/TIA-862, ATM, Vídeo, Sistemas de Automação Predial e todos os protocolos LAN anteriores;
- h. Capas termoplásticas protetoras coloridas (“boot”) injetadas para evitar “fadiga no cabo” em movimentos na conexão e evitar a desconexão acidental da estação. Esta capa protetora apresenta o mesmo dimensional do conector RJ-45 plug e sua estrutura evitar o fisgamento por ser sobreposta à trava do plug;
- i. Garantia de ZERO BIT ERROR em Fast, Gigabit e 10 Gigabit Ethernet;
- j. Montado e testado 100% em fábrica.
- k. Tipo de conector: RJ-45;
- l. Tipo de cabo: STP Cat.6a;
- m. Quantidade de pares: 4 pares, 24AWG;

A empresa vencedora deverá fornecer todos os materiais necessários à instalação física, à configuração e ao perfeito funcionamento da totalidade dos equipamentos cotados.



Fica a critério da CONTRATADA definir o horário de instalação e configuração dos equipamentos e softwares, podendo tais procedimentos serem executados, preferencialmente, em feriados ou finais de semana e em horário noturno.

A data e hora de entrega deverão ser agendadas com antecedência de 10 dias úteis de forma que haja tempo hábil para planejamento das ações referentes à fiscalização da entrega do objeto, tais como disponibilização de acesso ao instalador, disponibilização de preposto para acompanhamento do serviço de instalação e presença do responsável pelo aceite provisório. O mesmo valerá para a instalação do equipamento/software.

Os acessórios, peças e manuais não utilizados durante a instalação assim como as embalagens dos equipamentos deverão ser identificadas e enviadas pela CONTRATADA ao centro de manutenção mais próximo da CONTRATANTE de maneira que não permaneça no site de instalação nenhum resíduo da embalagem ou qualquer peça solta.

A instalação do equipamento deverá ocorrer em no máximo 30 dias corridos após a entrega. Salvo quando a CONTRATANTE, a seu critério e conveniência, admitir outra data de instalação, considerando, nesse caso, o prazo de instalação suspenso.

Quando tecnicamente possível, para agilizar o tempo de instalação, os equipamentos já poderão ser pré-configurados pela CONTRATADA antes da entrega usando modelo de configuração pré-estabelecido pela CONTRATANTE.

Só será considerado instalado o equipamento entregue, no respectivo armário, cabeado, funcionando, habilitado para permitir acesso remoto por parte da equipe da CONTRATANTE.

#### Documentação e Manuais de Instalação, Operação e Manutenção

A documentação dos equipamentos radio digital deve ser disponibilizada em meio eletrônico (minimamente CD ou DVD), fazendo uso preferencialmente de HTML .

Todos os produtos entregues devem ser acompanhados de documentação técnica com nível de detalhes adequado à aplicação do produto, incluindo informações que permitam a implementação de alterações particularizadas no futuro, quando cabível.

A documentação deverá ser entregue em língua portuguesa do Brasil.



## 19. SISTEMA DE GERÊNCIA DE ELEMENTO DE REDE RÁDIO (SGE)

### 19.1 Premissas do SGE

O SGE dos elementos será responsável pelo gerenciamento de falha, configuração e desempenho.

O SGE será composto pelo conjunto de softwares, documentação e hardware necessários para o exercício pleno de suas funções, que serão integralmente propriedade da UEMA.

Todos os recursos de hardware e software devem estar incluídos no sistema de gerência de elemento em conformidade.

Os componentes da SGE:

Serão instalados em uma rede TCP/IP, fisicamente localizada em Brasília;

O funcionamento do SGE deverá contemplar em seu desempenho a utilização simultânea por até 50 (cinquenta) usuários do sistema.

Não poderá ser estabelecido prazo de funcionamento, de qualquer natureza, para operação do SGE, devendo todas as funcionalidades estar sempre habilitadas para o pleno gerenciamento dos equipamentos. Não ensejará cobrança adicional pela CONTRATADA, de eventual funcionalidade não incluída e necessária ao funcionamento do SGE.

Toda e qualquer personalização, adequação ou desenvolvimento realizado sobre o SGE para atender as necessidades da UEMA serão de sua propriedade, incluso direitos intelectuais;

Deve ter garantia que assegure a instalação de releases, patches e updates, atualização de novas versões de componentes de software, além da disponibilização de contatos técnicos para questionamentos sem custo adicional;

Devem ser capazes de operar por interface gráfica acessada por navegador web compatível com os padrões W3C;

Devem ser capazes de acessar remotamente os elementos sob seu domínio e neles executar comandos e deles receber dados, de maneira automática, agendada ou manual;

Devem ser capazes de manter informações coletadas nos elementos em diferentes graus de granularidade, permitindo configuração do grau de granularidade, bem como importar e exportar dados em arquivos digitais, minimamente com extensão csv e/ou XML;

Devem ser capazes de utilizar perfis de segurança por usuário e por grupo para interação com servidores baseados em LDAP ou RADIUS para prover autenticação e autorização aos usuários do sistema e dos elementos de rede. Será admitida a implementação desta facilidade, até 30/06/2011, entendendo-se que a planta instalada deverá ser substituída, pela CONTRATADA às suas custas, caso necessário;

Deverão ter módulos para gerenciamento nas disciplinas, minimamente, FALHAS, CONFIGURAÇÃO, DESEMPENHO e AUTOGERÊNCIA.



Suporte às seguintes RFC's:

RFC 1155 : Structure and Identification of Management Information for TCP/IP based internets

RFC 1156 : Management Information Base Network

RFC 1157 : A Simple Network Management Protocol

RFC 1441 : Introduction to SNMP v2

RFC 2579 : Textual Conventions for SNMP v2

RFC 2580 : Conformance Statements for SNMP v2

RFC 2578 : Structure of Management Information for SNMP v2

RFC 3416 : Protocol Operations for SNMP v2

RFC 3417 : Transport Mappings for SNMP v2

RFC 3418 : Management Information Base for SNMP v2

RFC 3410 : Introduction and Applicability Statements for Internet Standard Management Framework

RFC 3411 : Architecture for Describing SNMP Frameworks

RFC 3412 : Message Processing and Dispatching for the SNMP

RFC 3413 : SNMP Applications

RFC 3414 : User-based Security Model (USM) for SNMP v3

RFC 3415 : View-based Access Control Model for the SNMP

RFC 3584 : Coexistence between SNMP v1, v2 and v3

## 20. ANTENAS E SISTEMAS IRRADIANTES

Características Operacionais e Técnicas

Todas as antenas deverão possuir certificação junto a ANATEL.

As antenas e o sistema irradiante deverão ser fornecidos com todos os materiais necessários à montagem, instalação física, ativação, integração, suporte de fixação, e configuração de tal forma que dê suporte perfeito funcionamento da totalidade dos equipamentos e componentes cotados.

Todas as antenas deverão ser compatíveis com os: rádios digitais, plano de frequência, distância do enlace, alcance e diâmetro definidos no ANEXO III -Estudo de Viabilidade Técnica, do enlace rádio.

Polarização simples ou dupla definida no Estudo de Viabilidade do enlace rádio.

Perda de retorno máxima de 26dB

Discriminação de polarização cruzada (XPD) maior que 30dB

Relação Frente-Costa maior que 60dB

Alto desempenho



As antenas deverão, quando necessário, ter proteção por meio de radome ou shield.

## 21. ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA

### 21.1 RELATÓRIO COMPUTACIONAL

Deverá ser realizado um estudo preliminar com objetivo de levantar uma estimativa de viabilidade técnica para o estabelecimento da interligação de um município a um PoP, por meio de radioenlaces previamente calculados e também com suas respectivas localizações pré definidas. Esses estudos devem ser efetuados por meio de uma ferramenta computacional de predição que tenha pelo menos as seguintes funcionalidades:

Facilidades de importação e exportação de dados em formatos de tabelas em pelo menos um dos seguintes padrões (texto.txt, Excel .xls , Acesss .mdb, Planet, Arcview, Mapinfo);

Tratar informações de localização das estações rádio; equipamentos das estações; modelos, azimutes e alturas das antenas; potências de transmissão, sensibilidade do receptor e níveis de recepção, freqüências dos canais, listas de canais vizinhos, distância do radioenlace, coordenadas geográficas, altitude, comprimento do guia de onda/cabo coaxial, características das antenas e do sistema irradiante;

Permitir a importação automática de arquivos de dados geográficos (altimetria, morfologia, vetores, imagens de satélite, fotografias aéreas) disponíveis em sistemas padrões de mercado;

Deverá dispor de ferramentas que facilitem a criação de objetos padronizados, cada um com parâmetros rádio específicos (ganhos, perdas, figura de ruído). Os objetos são usados na configuração de qualquer equipamento. Exemplos: estações rádio, amplificadores, alimentadores (feeders) e cabos.

Deverá permitir integração a bancos de dados relacionais SQL;

### 21.2 RELATÓRIO DE VISTORIA EM CAMPO

A vistoria em campo ou site survey tem por objetivo definir o correto dimensionamento da infra-estrutura, de forma a assegurar a correta especificação e configuração dos equipamentos.



O trabalho técnico de identificação e dimensionamento da infra-estrutura, a cargo da CONTRATADA, deverá contemplar:

Identificação dos pontos físicos e sua localização geográfica, pertencentes ao poder público, tecnicamente apropriados para instalação e configuração das estações rádio e a totalidade de seus componentes, fazendo uso de coordenadas geográficas (Latitude e Longitude) e também se utilizando de equipamento GPS (Global Positioning System) com erro tolerável de até 10 (dez) metros, especificando estrutura existente que possa ser aproveitada para a instalação dos equipamentos;

Sugestão de pelo menos três (3) possíveis locais de instalação que sejam adequados para implantação de estação rádio, designando a melhor opção dentre os locais indicados, bem como efetuar consulta prévia no COMAR, relativa aos locais de instalação sugeridos;

Material fotográfico que permita indicar com clareza os possíveis locais de instalação;

Identificar o proprietário da área, dando preferência aos imóveis públicos. A ordem de preferência deverá ser: Estado, Empresas Públicas Estaduais, Municípios, União, demais Empresas Públicas e Particulares;

Registro da altura do ponto adequado para instalação de antenas em relação à torre ou poste prevista no estudo preliminar;

Levantar disponibilidade de espaço no local para instalação da torre ou poste, e respectivos tirantes quando se aplicar, que atenda a especificação elaborada no estudo preliminar;

Espaço adequado nos bastidores de instalação de equipamentos;

Reserva de pontos de conexão elétrica nos distribuidores de AC e/ou DC;

Levantar especificidades necessárias à instalação e configuração dos equipamentos componentes do radioenlaces;

Análise do espectro eletromagnético (linha de visada), atestando sua qualidade mínima aceitável, considerando a margem de obstrução da zona de Fresnel para a solução dos rádios definidos no estudo preliminar, em cada ponto onde será instalada uma estação rádio.

Plano de frequência com definição da melhor canalização a ser utilizada, para que se obtenha a máxima relação entre eficiência, disponibilidade e taxa de transmissão/recepção desejados.

O plano de frequências deverá contemplar comparativo entre as informações obtidas



junto ao banco de dados da ANATEL que contém as informações relativas às estações cadastradas na localidade em estudo, e os resultados efetivamente obtidos em campo.

Identificação dos melhores canais para que se obtenha a máxima relação entre eficiência, disponibilidade, interferência e taxa de transmissão/recepção.

Mapeamento do plano de frequências.

Medição de ruídos nas localidades tecnicamente apropriadas definidas no estudo preliminar.

As variáveis e os agentes externos, identificados durante os procedimentos, que ameacem a viabilidade técnica da implementação ou a boa utilização da Infra-estrutura de comunicação.

Nota conclusiva dos procedimentos técnicos realizados na área indicada pela CONTRATANTE, explicitando o estado de viabilidade técnica para implantação da infra-estrutura de comunicação, a partir dos itens registrados neste certame.

A elaboração de toda a documentação que contenha os dados necessários para o preenchimento das planilhas solicitadas pela ANATEL no procedimento de cadastramento e licenciamento de estações, e autorização de uso das radiofrequências que serão utilizadas nos rádioenlaces, incluindo as informações referentes aos sistemas irradiantes e de infraestrutura. Os modelos de formulários e acessos necessários para estes procedimentos deverão ser obtidos junto à ANATEL no endereço eletrônico [www.anatel.gov.br](http://www.anatel.gov.br).

### **21.3 ESTUDO DE VIABILIDADE DEFINITIVO**

Planejamento da Instalação:

O relatório de prospecção, o qual faz parte do planejamento da instalação, deverá conter ainda fotos da(s) localidade(s) da(s) estação(ões) que compõem os enlaces da rota;

É responsabilidade da CONTRATADA a elaboração e execução do planejamento de instalação que deverá ser efetuada por meio de ferramenta computacional (versão mais recente) de desenvolvimento, execução, e avaliação de projeto, devendo sua estrutura conter, pelo menos, os seguintes itens:

Capa: Deverá conter o nome do(s) município(s) suportado(s) pelo rádioenlace, as coordenadas geográficas, a denominação e o endereço das estações inclusive das repetidoras,



juntamente com um mapa que indique as localidades das instalações.

Instruções de Engenharia: Deverá conter breve descrição dos equipamentos e sistema irradiante que serão instalados bem como descrição de adequação de infraestrutura necessária para instalação dos equipamentos e sistema irradiante.

Relatório de vistoria em campo (site survey): esse relatório deverá ser a primeira fase do planejamento de instalação a ser concluído.

A UEMA somente aprovará a continuação do planejamento de instalação após receber o relatório de vistoria em campo, que será realizado para subsidiar o planejamento de instalação, de modo que garanta:

Local adequado para construção da estação, quando for o caso;

A CONTRATADA deverá apresentar sugestão de até três (3) possíveis locais que sejam adequados para implantação de estação, e quando for o caso de repetidoras de enlace rádio;

Espaço adequado no bastidor de instalação de equipamentos;

Reserva de pontos de alimentação elétrica nos distribuidores de AC ou DC;

Levantar especificidades necessárias à instalação dos equipamentos componentes do radioenlace;

Perfil geográfico do radioenlace;

Linhas de visada;

Levantamento de necessidade de repetição para o enlace;

Os cálculos deverão partir da premissa que cada enlace deverá atingir no mínimo 100Mbps full-duplex de taxa útil e disponibilidade de 99,99% ao ano.

A designação das faixas de frequências de operação dos enlaces, bem como a largura de faixa dos canais utilizados foram definidos em 7GHz. para atender as premissas do enlace, e de acordo com o plano de ocupação e disponibilidade de canalização obtida junto a pesquisa no sistema da ANATEL, em conformidade com a regulamentação vigente.

Deverão estar discriminados todos os parâmetros admitidos para cálculo do enlace como perdas inerentes ao sistema, perdas por interferências cocanal, canal adjacente e intermodulação, ganho e ângulo das antenas, elevação do terreno, potência de limiar dos receptores, potência de emissão dos transmissores.



## 22. FORMULÁRIOS DA ANATEL

A elaboração e o preenchimento dos formulários, consoante ao disposto no do processo que formaliza a ocupação e uso das radiofrequências junto à ANATEL, será de responsabilidade da CONTRATADA;

Todo o procedimento de auto cadastramento será efetuado pela UEMA.

Atualização de Dados: A CONTRATADA deverá atualizar, na ferramenta computacional de propriedade da UEMA, até a entrega definitiva do radioenlace, todos os dados do planejamento da instalação.

DCN: O planejamento de instalação conterà descrição referente à interconexão dos equipamentos envolvidos no enlace rádio com a DCN de suporte à gerência de elemento de rede.

Materiais de Instalação: O planejamento de instalação conterà planilha com a listagem de todos os materiais a serem utilizados na instalação do enlace rádio, onde conste minimamente: tipos, quantidades e amperagem dos disjuntores, tipos e metragem dos cabos de alimentação com respectivas quantidades, tipos e metragem dos cabos de RF e FI com respectivas quantidades, tipos e quantidades de conectores diversos, tipos e quantidades de kits diversos de instalação, tipos e quantidades de DIS, DID, DIO, tipos e quantidades de conectores e miscelâneos diversos utilizados nas instalações das antenas, placas de aterramento. Todo o fornecimento dos materiais citados é de responsabilidade da CONTRATADA.

Lista de Equipamentos: O planejamento de instalação conterà planilha com a listagem de todos os equipamentos que serão instalados para provimento do enlace rádio, onde deverá constar ao menos o nome do equipamento, modelo, quantidade, código de fabricante e número de série.

Inventário: O planejamento de instalação conterà planilha com as descrições de inventário dos equipamentos envolvidos no enlace de rádio, onde conste minimamente o código do equipamento, número de série, identificação do enlace rádio, número do contrato. Dessa forma, torna-se possível efetuar seus cadastros na respectiva gerência de configuração de elemento de rede.

Especificações Técnicas: O planejamento de instalação conterà planilha elucidativa com as especificações técnicas de todos equipamentos utilizados para o estabelecimento do enlace. Conterà minimamente as informações seguintes: Dimensões (IDU, ODU, Acopladores de RF),



Freqüências utilizadas para o enlace, peso de cada um dos componentes (IDU, ODU, Acopladores de RF), consumo de cada um dos componentes (IDU, ODU, Acopladores de RF).

**Localização do Equipamento:** O planejamento de instalação conterá desenho da projeção da instalação dos equipamentos nos respectivos bastidores e também no interior da sala de equipamentos, correspondente ao enlace rádio. Conterá ainda as referências e identificações utilizadas, bem como foto comprobatória da instalação efetuada.

**Esteiramento:** O planejamento de instalação conterá desenho da projeção do esteiramento instalado na sala de equipamentos, bem como as disposições de sua utilização, correspondente ao enlace rádio. Conterá ainda as referências e identificações utilizadas no referido esteiramento.

**Plano de Face do bastidor de TX:** O planejamento de instalação conterá desenho indicativo do plano de face do bastidor do equipamento, bem como as disposições / instalações destes no referido bastidor, correspondente ao enlace rádio. Conterá ainda as referências e identificações utilizadas nos referidos equipamentos tendo anexa foto comprobatória da instalação efetuada.

**Plano de Face do QDF/PDU:** O planejamento de instalação conterá desenho indicativo do plano de face do QDF/PDU referente às conexões para energização dos equipamentos envolvidos no estabelecimento do enlace rádio. Conterá ainda as referências e identificações utilizadas nas referidas conexões de energia tendo anexa foto comprobatória das conexões efetuadas.

**Plano de Face do DID:** O planejamento de instalação conterá desenho indicativo do plano de face de DID referente às interconexões físicas dos equipamentos envolvidos no estabelecimento do enlace rádio. Deverá conter ainda as referências e identificações utilizadas nas conexões estabelecidas tendo anexa foto comprobatória das conexões efetuadas.

**Sistema Irradiante:** O planejamento de instalação deverá conter desenho indicativo das instalações dos sistemas irradiantes, e seus respectivos acessórios, relacionados ao enlace rádio. Deverá conter ainda pelo menos, informações relacionadas à altura, direção, azimute, inclinação tendo anexa foto comprobatória das conexões efetuadas.

**Plano de Face da Torre ou Poste:** O planejamento de instalação conterá desenho indicativo do plano de face da torre ou poste, bem como as disposições / instalações das antenas sobre essa. Deverá ter destaque também a disposição e o esteiramento suporte dos cabos (RF, FI



ou FO) e guias de ondas, proveniente dos equipamentos indoor das instalações referentes ao enlace rádio.

**Aterramento:** O planejamento de instalação conterà desenho com as indicações dos pontos de conexão do aterramento dos equipamentos com as estruturas de aterramento da estação. Constará ainda do projeto os tipos de acessórios utilizados para a execução do aterramento, bem como os resultados das medidas efetuadas indicativas da perfeita proteção aos equipamentos instalados.

**Cronograma de execução:** O planejamento de instalação conterà cronograma que indique o período (número de dias) para cada fase do projeto: planejamento, instalação, configuração, testes funcionais. Testes de aceitação e entrada em operação de todos os equipamentos de enlace rádio e respectivas gerências de elementos rádio.

**Recursos:** O planejamento de instalação conterà previsão de recursos, pessoas envolvidas, atividades a serem desenvolvidas pela CONTRATANTE e CONTRATADA. Deverá ser indicado um responsável técnico pelo projeto que representará o fornecedor.

**Análise de Riscos:** O planejamento de instalação conterà análise e indicação dos principais riscos e forma de mitigação

## 23. COMISSIONAMENTO E ACEITAÇÃO DOS RADIOENLACES

O Comissionamento dos radioenlaces será realizado pela equipe de Operação e Manutenção da UEMA e consistirá na aceitação física do site e aceitação dos parâmetros lógicos do enlace de rádio. Deverá ser acompanhada pela equipe da CONTRATADA que possua domínio e conhecimento de todo o processo de instalação física da infraestrutura e do funcionamento dos equipamentos que foram instalados, devendo proceder ao reparo ou ajuste, de acordo com o estabelecido no contrato, e de forma não concomitante ao andamento do processo de comissionamento.

Este processo visa garantir que as estações de cada lado do enlace serão devidamente inspecionadas no intuito de cumprir todos os requisitos de instalação listados no Estudo de Viabilidade Técnica.

A aceitação física do Site e aceitação lógica do enlace dar-se-ão com o preenchimento do



Formulário de Termo de Aceitação.

Caso a equipe de Operação e Manutenção comprove o não atendimento de algum dos itens do Estudo de Viabilidade Técnica e do Formulário de Comissionamento, a CONTRATADA será formalmente comunicada da sua inadimplência pela UEMA ficando sujeita às penalidades descritas no Subitem 9 – SANÇÕES ADMINISTRATIVAS, até a completa solução do requisito técnico.

A CONTRATADA deverá utilizar todos os recursos necessários para eliminação da inadimplência citada no Relatório de Comissionamento, comunicando prontamente à UEMA do seu sucesso.

A CONTRATADA deverá disponibilizar todos os equipamentos necessários para aferição dos parâmetros lógicos do enlace, tais como analisador de espectro e gerador e tráfego

Após a comunicação da CONTRATADA, a TELEBRÁS fará novamente a aceitação, emitindo um novo relatório de Comissionamento.

O relatório final emitido pela UEMA, comprovando a eliminação dos problemas, será o único documento a ser utilizado para liberação das penalidades contratuais.

A inspeção nos equipamentos e softwares não implicarão na aceitação imediata, a qual está vinculada ao cumprimento por parte da CONTRATADA de todos os requisitos dos Testes de Comissionamento e Aceitação do Radioenlace, constantes deste Termo de Referência

## **ANEXO I**

### **LEI Nº 13.116, DE 20 DE ABRIL DE 2015**

Estabelece normas gerais para implantação e compartilhamento da infraestrutura de telecomunicações e altera as Leis nºs 9.472, de 16 de julho de 1997, 11.934, de 5 de maio de 2009, e 10.257, de 10 de julho de 2001.

**A PRESIDENTA DA REPÚBLICA** Faço saber que o Congresso Nacional decreta e eu sanciono a seguinte Lei:

### **CAPÍTULO I**



## DISPOSIÇÕES GERAIS

Art. 1º Esta Lei estabelece normas gerais aplicáveis ao processo de licenciamento, instalação e compartilhamento de infraestrutura de telecomunicações, com o propósito de torná-lo compatível com o desenvolvimento socioeconômico do País.

§ 1º A gestão da infraestrutura de que trata o caput será realizada de forma a atender às metas sociais, econômicas e tecnológicas estabelecidas pelo poder público.

§ 2º Não estão sujeitos aos dispositivos previstos nesta Lei:

I - as infraestruturas de telecomunicações destinadas à prestação de serviços de interesse restrito em plataformas off-shore de exploração de petróleo;

II - os radares militares e civis com propósito de defesa ou controle de tráfego aéreo, cujo funcionamento deverá obedecer à regulamentação específica;

III - as infraestruturas de radionavegação aeronáutica e as de telecomunicações aeronáuticas, fixas e móveis, destinadas a garantir a segurança das operações aéreas, cujo funcionamento deverá obedecer à regulamentação específica.

§ 3º Aplicam-se de forma suplementar as legislações estaduais e distrital, resguardado o disposto no [art. 24, § 4º, da Constituição Federal](#).

Art. 2º O disposto nesta Lei tem por objetivo promover e fomentar os investimentos em infraestrutura de redes de telecomunicações, visando, entre outros:

I - à uniformização, simplificação e celeridade de procedimentos e critérios para a outorga de licenças pelos órgãos competentes;

II - à minimização dos impactos urbanísticos, paisagísticos e ambientais;

III - à ampliação da capacidade instalada de redes de telecomunicações, tendo em vista a atualização tecnológica e a melhoria da cobertura e da qualidade dos serviços prestados;

IV - à precaução contra os efeitos da emissão de radiação não ionizante, de acordo com os parâmetros definidos em lei; e

V - ao incentivo ao compartilhamento de infraestrutura de redes de telecomunicações.

Art. 3º Para os fins desta Lei, adotam-se as seguintes definições:

I - capacidade excedente: infraestrutura de suporte instalada e não utilizada, total ou parcialmente, disponível para compartilhamento;

II - compartilhamento de infraestrutura: cessão, a título oneroso, de capacidade excedente da infraestrutura de suporte, para a prestação de serviços de telecomunicações por prestadoras de outros grupos econômicos;

III - detentora: pessoa física ou jurídica que detém, administra ou controla, direta ou indiretamente, uma infraestrutura de suporte;



IV - direito de passagem: prerrogativa de acessar, utilizar, atravessar, cruzar, transpor e percorrer imóvel de propriedade alheia, com o objetivo de construir, instalar, alterar ou reparar infraestrutura de suporte, bem como cabos, sistemas, equipamentos ou quaisquer outros recursos ou elementos de redes de telecomunicações;

V - estação transmissora de radiocomunicação: conjunto de equipamentos ou aparelhos, dispositivos e demais meios necessários à realização de comunicação, incluindo seus acessórios e periféricos, que emitem radiofrequências, possibilitando a prestação dos serviços de telecomunicações;

VI - infraestrutura de suporte: meios físicos fixos utilizados para dar suporte a redes de telecomunicações, entre os quais postes, torres, mastros, armários, estruturas de superfície e estruturas suspensas;

VII - limiar de acionamento: percentual de uso da capacidade da estação transmissora de radiocomunicação que determina a necessidade de expansão da capacidade da estação ou do sistema da prestadora;

VIII - prestadora: pessoa jurídica que detém concessão, permissão ou autorização para a exploração de serviço de telecomunicações;

IX - radiocomunicação: telecomunicação que utiliza frequências radioelétricas não confinadas a fios, cabos ou outros meios físicos; e

X - rede de telecomunicações: conjunto operacional contínuo de circuitos e equipamentos, incluindo funções de transmissão, comutação, multiplexação ou quaisquer outras indispensáveis à operação de serviços de telecomunicações.

Art. 4º A aplicação das disposições desta Lei rege-se pelos seguintes pressupostos:

I - o sistema nacional de telecomunicações compõe-se de bens e serviços de utilidade pública e de relevante interesse social;

II - a regulamentação e a fiscalização de aspectos técnicos das redes e dos serviços de telecomunicações é competência exclusiva da União, sendo vedado aos Estados, aos Municípios e ao Distrito Federal impor condicionamentos que possam afetar a seleção de tecnologia, a topologia das redes e a qualidade dos serviços prestados;

III - (VETADO);

IV - as prestadoras devem cumprir integralmente as disposições legais e regulamentares aplicáveis a sua atividade econômica, em especial as relativas à segurança dos usuários dos serviços, sendo passíveis de responsabilização civil e penal em caso de descumprimento;

V - a otimização dos recursos proveniente do compartilhamento de infraestrutura deve ser revertida em investimentos, pelas prestadoras dos serviços, em sua ampliação e modernização, bem como no mapeamento e georreferenciamento das redes a fim de garantir ao poder público a devida informação acerca de sua localização, dimensão e capacidade disponível;

VI - o uso racional dos recursos e a modernização tecnológica das redes e de sua infraestrutura de suporte, com vistas a reduzir o impacto ambiental, devem nortear permanentemente as decisões das prestadoras;



VII - aos entes federados compete promover a conciliação entre as normas ambientais, de ordenamento territorial e de telecomunicações;

VIII - a atuação dos Estados, dos Municípios e do Distrito Federal não deve comprometer as condições e os prazos impostos ou contratados pela União em relação a qualquer serviço de telecomunicações de interesse coletivo.

## **CAPÍTULO II**

### **DA INSTALAÇÃO DE INFRAESTRUTURA E DE REDES DE TELECOMUNICAÇÕES**

Art. 5º O licenciamento para a instalação de infraestrutura e de redes de telecomunicações em área urbana obedecerá ao disposto nesta Lei e será pautado pelos seguintes princípios:

I - razoabilidade e proporcionalidade;

II - eficiência e celeridade;

III - integração e complementaridade entre as atividades de instalação de infraestrutura de suporte e de urbanização;

IV - redução do impacto paisagístico da infraestrutura de telecomunicações, sempre que tecnicamente possível e economicamente viável.

Art. 6º A instalação de infraestrutura de rede de telecomunicações em área urbana não poderá:

I - obstruir a circulação de veículos, pedestres ou ciclistas;

II - contrariar parâmetros urbanísticos e paisagísticos aprovados para a área;

III - prejudicar o uso de praças e parques;

IV - prejudicar a visibilidade dos motoristas que circulem em via pública ou interferir na visibilidade da sinalização de trânsito;

V - danificar, impedir acesso ou inviabilizar a manutenção, o funcionamento e a instalação de infraestrutura de outros serviços públicos;

VI - pôr em risco a segurança de terceiros e de edificações vizinhas;

VII - desrespeitar as normas relativas à Zona de Proteção de Aeródromo, à Zona de Proteção de Heliponto, à Zona de Proteção de Auxílios à Navegação Aérea e à Zona de Proteção de Procedimentos de Navegação Aérea, editadas pelo Comando da Aeronáutica.

Art. 7º As licenças necessárias para a instalação de infraestrutura de suporte em área urbana serão expedidas mediante procedimento simplificado, sem prejuízo da manifestação dos diversos órgãos competentes no decorrer da tramitação do processo administrativo.

§ 1º O prazo para emissão de qualquer licença referida no caput não poderá ser superior a 60 (sessenta) dias, contados da data de apresentação do requerimento.



§ 2º O requerimento de que trata o § 1º será único e dirigido a um único órgão ou entidade em cada ente federado.

§ 3º O prazo previsto no § 1º será contado de forma comum nos casos em que for exigida manifestação de mais de um órgão ou entidade de um mesmo ente federado.

§ 4º O órgão ou entidade de que trata o § 2º poderá exigir, uma única vez, esclarecimentos, complementação de informações ou a realização de alterações no projeto original, respeitado o prazo previsto no § 1º.

§ 5º O prazo previsto no § 1º ficará suspenso entre a data da notificação da exigência a que se refere o § 4º e a data da apresentação dos esclarecimentos, das informações ou das alterações pela solicitante.

§ 6º Nas hipóteses de utilização de mecanismos de consulta ou audiência públicas, nos processos a que se refere o caput, o prazo previsto no § 1º deste artigo não será postergado por mais de 15 (quinze) dias.

§ 7º O prazo de vigência das licenças referidas no caput não será inferior a 10 (dez) anos e poderá ser renovado por iguais períodos.

§ 8º Será dispensada de novo licenciamento a infraestrutura de suporte a estação transmissora de radiocomunicação por ocasião da alteração de características técnicas decorrente de processo de remanejamento, substituição ou modernização tecnológica, nos termos da regulamentação.

§ 9º Será dispensada de novo licenciamento a infraestrutura de suporte a estação transmissora de radiocomunicação com padrões e características técnicas equiparadas a anteriores já licenciadas, nos termos da regulamentação da Agência Nacional de Telecomunicações (Anatel).

§ 10. O processo de licenciamento ambiental, quando for necessário, ocorrerá de maneira integrada ao procedimento de licenciamento indicado neste artigo.

Art. 8º Os órgãos competentes não poderão impor condições ou vedações que impeçam a prestação de serviços de telecomunicações de interesse coletivo, nos termos da legislação vigente.

Parágrafo único. Eventuais condicionamentos impostos pelas autoridades competentes na instalação de infraestrutura de suporte não poderão provocar condições não isonômicas de competição e de prestação de serviços de telecomunicações.

Art. 9º O Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama) disciplinará o procedimento de licenciamento ambiental a que se refere o § 10 do art. 7º.

Art. 10. A instalação, em área urbana, de infraestrutura de redes de telecomunicações de pequeno porte, conforme definido em regulamentação específica, prescindirá da emissão das licenças previstas no art. 7º.

Art. 11. Sem prejuízo de eventual direito de regresso, a responsabilidade pela conformidade técnica da infraestrutura de redes de telecomunicações será da detentora daquela infraestrutura.

Art. 12. Não será exigida contraprestação em razão do direito de passagem em vias públicas, em faixas de domínio e em outros bens públicos de uso comum do povo, ainda que esses bens ou instalações sejam explorados por meio de concessão ou outra forma de delegação, excetuadas aquelas cujos contratos decorram de licitações anteriores à data de promulgação desta Lei.



§ 1º O disposto no caput não abrange os custos necessários à instalação, à operação, à manutenção e à remoção da infraestrutura e dos equipamentos, que deverão ser arcados pela entidade interessada, e não afeta obrigações indenizatórias decorrentes de eventual dano efetivo ou de restrição de uso significativa.

§ 2º O direito de passagem será autorizado pelos órgãos reguladores sob cuja competência estiver a área a ser ocupada ou atravessada.

Art. 13. O órgão regulador competente, na forma do regulamento:

I - estabelecerá os parâmetros técnicos para instalação, operação, manutenção e remoção das redes de telecomunicações, incluindo sua infraestrutura de suporte;

II - (VETADO).

### **CAPÍTULO III**

#### **DO COMPARTILHAMENTO DE INFRAESTRUTURA DE TELECOMUNICAÇÕES**

Art. 14. É obrigatório o compartilhamento da capacidade excedente da infraestrutura de suporte, exceto quando houver justificado motivo técnico.

§ 1º A obrigação a que se refere o caput será observada de forma a não prejudicar o patrimônio urbanístico, histórico, cultural, turístico e paisagístico.

§ 2º As condições sob as quais o compartilhamento poderá ser dispensado serão determinadas em regulamentação específica.

§ 3º A construção e a ocupação de infraestrutura de suporte devem ser planejadas e executadas com vistas a permitir seu compartilhamento pelo maior número possível de prestadoras.

§ 4º O compartilhamento de infraestrutura será realizado de forma não discriminatória e a preços e condições justos e razoáveis, tendo como referência o modelo de custos setorial.

Art. 15. Nos termos da regulamentação da Anatel, as detentoras devem tornar disponíveis, de forma transparente e não discriminatória, às possíveis solicitantes, documentos que descrevam as condições de compartilhamento, incluindo, entre outras, informações técnicas georreferenciadas da infraestrutura disponível e os preços e prazos aplicáveis.

Art. 16. As obras de infraestrutura de interesse público deverão comportar a instalação de infraestrutura para redes de telecomunicações, conforme regulamentação específica.

### **CAPÍTULO IV**

#### **DAS ESTAÇÕES TRANSMISSORAS DE RADIOCOMUNICAÇÃO**

Art. 17. A instalação das estações transmissoras de radiocomunicação deve ocorrer com o mínimo de impacto paisagístico, buscando a harmonização estética com a edificação e a integração dos equipamentos à paisagem urbana.

Art. 18. As estações transmissoras de radiocomunicação, incluindo terminais de usuário, deverão atender aos limites de exposição humana aos campos elétricos, magnéticos e eletromagnéticos estabelecidos em lei e na regulamentação específica.



§ 1º A fiscalização do atendimento aos limites legais mencionados no caput é de competência do órgão regulador federal de telecomunicações.

§ 2º Os órgãos estaduais, distritais ou municipais deverão oficialiar ao órgão regulador federal de telecomunicações no caso de eventuais indícios de irregularidades quanto aos limites legais de exposição humana a campos elétricos, magnéticos e eletromagnéticos.

Art. 19. A avaliação das estações transmissoras de radiocomunicação deve ser efetuada por entidade competente, que elaborará e assinará relatório de conformidade para cada estação analisada, nos termos da regulamentação específica.

§ 1º O relatório de conformidade deve ser publicado na internet e apresentado por seu responsável, sempre que requisitado pelas autoridades competentes.

§ 2º As estações devidamente licenciadas pela Anatel que possuírem relatório de conformidade adequado às exigências legais e regulamentares não poderão ter sua instalação impedida por razões relativas à exposição humana a radiação não ionizante.

Art. 20. Compete às prestadoras e aos poderes públicos federal, estadual, distrital e municipal promover a conscientização da sociedade quanto aos limites de exposição humana aos campos elétricos, magnéticos e eletromagnéticos.

## **CAPÍTULO V**

### **DA CAPACIDADE DAS ESTAÇÕES**

Art. 21. (VETADO).

§ 1º As prestadoras de que trata esta Lei deverão publicar e manter atualizados em sítio de internet próprio ou do órgão regulador federal de telecomunicações, para qualquer interessado, os percentuais de uso da capacidade das estações, conforme regulamentação da Anatel.

§ 2º (VETADO).

Art. 22. (VETADO).

Art. 23. (VETADO).

## **CAPÍTULO VI**

### **DISPOSIÇÕES FINAIS**

Art. 24. Em municípios com população superior a 300.000 (trezentos mil) habitantes, o poder público municipal deverá instituir comissão de natureza consultiva, que contará com a participação de representantes da sociedade civil e de prestadoras de serviços de telecomunicações, cuja finalidade é contribuir para a implementação do disposto nesta Lei no âmbito local.

Art. 25. O descumprimento das obrigações estabelecidas por esta Lei sujeita as prestadoras de serviços de telecomunicações à aplicação das sanções estabelecidas no [art. 173 da Lei nº 9.472, de 16 de julho de 1997](#).



Art. 26. As prestadoras de serviços de telecomunicações deverão disponibilizar informações técnicas e georreferenciadas acerca de sua infraestrutura, de acordo com os parâmetros estabelecidos em regulamentação específica.

Parágrafo único. A regulamentação preverá, entre outros aspectos, o procedimento para acesso às informações pelos entes federados interessados e as condições em que os dados serão disponibilizados a terceiros.

Art. 27. O art. 74 da Lei nº 9.472, de 16 de julho de 1997, passa a vigorar com a seguinte redação:

“Art. 74. A concessão, permissão ou autorização de serviço de telecomunicações não isenta a prestadora do atendimento às normas de engenharia e às leis municipais, estaduais ou distritais relativas à construção civil.” (NR)

Art. 28. Os arts. 6º, 10 e 14 da [Lei nº 11.934, de 5 de maio de 2009](#), passam a vigorar com a seguinte redação:

“Art. 6º .....

.....

§ 2º São permitidos a instalação e o funcionamento de estações transmissoras de radiocomunicação e de infraestruturas de suporte em bens privados ou públicos, com a devida autorização do proprietário ou, quando não for possível, do possuidor do imóvel.” (NR)

“Art. 10.....

§ 1º O disposto no **caput** deste artigo não se aplica à utilização de antenas fixadas sobre estruturas prediais, das harmonizadas à paisagem e tampouco das instaladas até 5 de maio de 2009.

.....”(NR)

“Art. 14. ....

.....

§ 3º Para a comercialização de terminais de usuário, não serão exigidas por Estados, pelo Distrito Federal e por Municípios condições distintas daquelas previstas na regulamentação do órgão regulador federal de telecomunicações, na Lei nº 8.078, de 11 de setembro de 1990 (Código de Defesa do Consumidor), e nas demais normas federais aplicáveis às relações de consumo, inclusive quanto ao conteúdo e à forma de disponibilização de informações ao usuário.” (NR)

Art. 29. A construção de edifício público ou privado destinado ao uso coletivo deverá ser executada de modo a dispor de dutos, condutos, caixas de passagem e outras infraestruturas que permitam a passagem de cabos e fibras óticas para a instalação de redes de telecomunicações, nos termos das normas técnicas de edificações.

Art. 30. Os arts. 2º e 3º da [Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001](#), passam a vigorar com a seguinte redação:

“Art. 2º .....



.....  
XVIII - tratamento prioritário às obras e edificações de infraestrutura de energia, telecomunicações, abastecimento de água e saneamento.” (NR)

“Art. 3º .....

.....  
IV - instituir diretrizes para o desenvolvimento urbano, inclusive habitação, saneamento básico, transportes urbanos e infraestrutura de energia e telecomunicações;

..... ” (NR)

Art. 31. Esta Lei entra em vigor na data de sua publicação.

Brasília, 20 de abril de 2015; 194º da Independência e 127º da República.

DILMA ROUSSEFF

*José Eduardo Cardoso*

*Tarcísio José Massote de Godoy*

*Nelson Barbosa*

*Ricardo Berzoini*

*Luíz Inácio Lucena Adams*



# **MEMÓRIA DE CÁLCULO RADIOENLANCES**

## **1. Cálculo dos enlaces de rádio**



O projeto foi contemplado com links de rádio para atender os campus nos quais não seriam atendidos pela fibra óptica de forma direta, para tanto será necessário abrir um canal do mux DWDM para transmissão deste canal via rádio em direção ao OLT das referidas faculdades. Após inserirmos as respectivas coordenadas geográficas de todos os pontos que compõem os enlaces de rádio, inserimos o plano de frequência adotado e de acordo com o datasheet dos equipamentos assim como os parâmetros de configuração no software pathloss, plotando os links radio-frequência que atenda os campus da UEMA.

## 2. SITES

### UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO

**Endereço:** SÃO LUIS (campus 1) Cidade Universitária Paulo VI, s/n – Tirirical – São Luis/MA CEP: 65.055-970

#### Campi e Centros a serem atendidos

<b>Campus</b>	<b>Centro de Estudos</b>
BACABAL	Centro de Estudos Superiores de Bacabal – CESB
ITAPECURU – MIRIM	Centro de Estudos Superiores de Itapecuru – Mirim – CESITA
LAGO DA PEDRA	Centro de Estudos Superiores de Lago da Pedra – CESLAP
PEDREIRAS	Centro de Estudos Superiores de Pedreiras – CESPE
PINHEIRO	Centro de Estudos Superiores de Pinheiro – CESPI
SANTA INÊS	Centro de Estudos Superiores de Santa Inês – CESSIN
SÃO LUÍS	Centro de Ciências Tecnológicas – CCT
ZÉ DOCA	Centro de Estudos Superiores de Zé Doca – CESZD
<b>Total de Campi: 10</b>	<b>Total de Centros: 10</b>

## 3. Localização e coordenadas dos sites

<b>Site</b>	<i>UEMA (Campus 1)</i>
<b>Coordenadas</b>	
<b>Latitude</b>	<i>2°34'53.15"S</i>
<b>Longitude</b>	<i>44°12'41.14"O</i>



<b>Endereço</b>	<i>Cidade Universitária Paulo VI, s/n – Tirirical – São Luis/MA. CEP: 65.055-970</i>
-----------------	--

<b>Site</b>	<i>Repetidora Pinheiro</i>
<b>Coordenadas</b>	
<b>Latitude</b>	<i>2°32'20.17"S</i>
<b>Longitude</b>	<i>44°39'42.70"O</i>
<b>Endereço</b>	<i>a definir</i>

<b>Site</b>	<i>Centro de Estudos Superiores de Pinheiro – CESPI</i>
<b>Coordenadas</b>	
<b>Latitude</b>	<i>2°32'20.17"S</i>
<b>Longitude</b>	<i>44°39'42.70"O</i>
<b>Endereço</b>	<i>Rua Maria Pinheiro Paiva, s/n – Antigo Aeroporto – Anexo ao IEP – PINHEIRO/MA - CEP: 65.200-000</i>

<b>Site</b>	<i>Centro de Estudos Superiores de Santa Inês – CESSIN</i>
<b>Coordenadas</b>	
<b>Latitude</b>	<i>3°39'49.46"S</i>
<b>Longitude</b>	<i>45°23'3.86"O</i>
<b>Endereço</b>	<i>Rua 04, nº 54, CVRD, Vila Militar, Santa Inês/MA CEP: 65.300-000</i>

<b>Site</b>	<i>Centro de Estudos Superiores de Zé Doca – CESZD</i>
<b>Coordenadas</b>	
<b>Latitude</b>	<i>3°16'24.57"S</i>
<b>Longitude</b>	<i>45°39'14.76"O</i>
<b>Endereço</b>	<i>Rua Rio Branco, s/n Centro – Zé Doca/MA - CEP: 65.365-000</i>

<b>Site</b>	<i>Centro de Estudos Superiores de Bacabal – CESB</i>
<b>Coordenadas</b>	
<b>Latitude</b>	<i>4°13'44.23"S</i>
<b>Longitude</b>	<i>44°46'36.96"O</i>
<b>Endereço</b>	<i>Rua Dias Carneiro, s/n, Bairro, Ramal – Contorno da Avenida João Alberto de Sousa Bacabal/MA - CEP: 65.901.480</i>

<b>Site</b>	<i>Centro de Estudos Superiores de Lago da Pedra – CESLAP</i>
<b>Coordenadas</b>	
<b>Latitude</b>	<i>4°32'60.00"S</i>
<b>Longitude</b>	<i>45° 7'0.00"O</i>



<b>Endereço</b>	Avenida Roseana Sarney, s/n - Vila Rocha – Lago da Pedra/MA CEP: 65.715-000
-----------------	--

<b>Site</b>	Centro de Estudos Superiores de Pedreiras - CESPE
<b>Coordenadas</b>	
<b>Latitude</b>	4°34'8.00"S
<b>Longitude</b>	44°35'31.00"O
<b>Endereço</b>	Rua Projetada, s/n – Bloco Universitário – Bairro São Francisco – Pedreiras/MA - CEP: 65.725-000

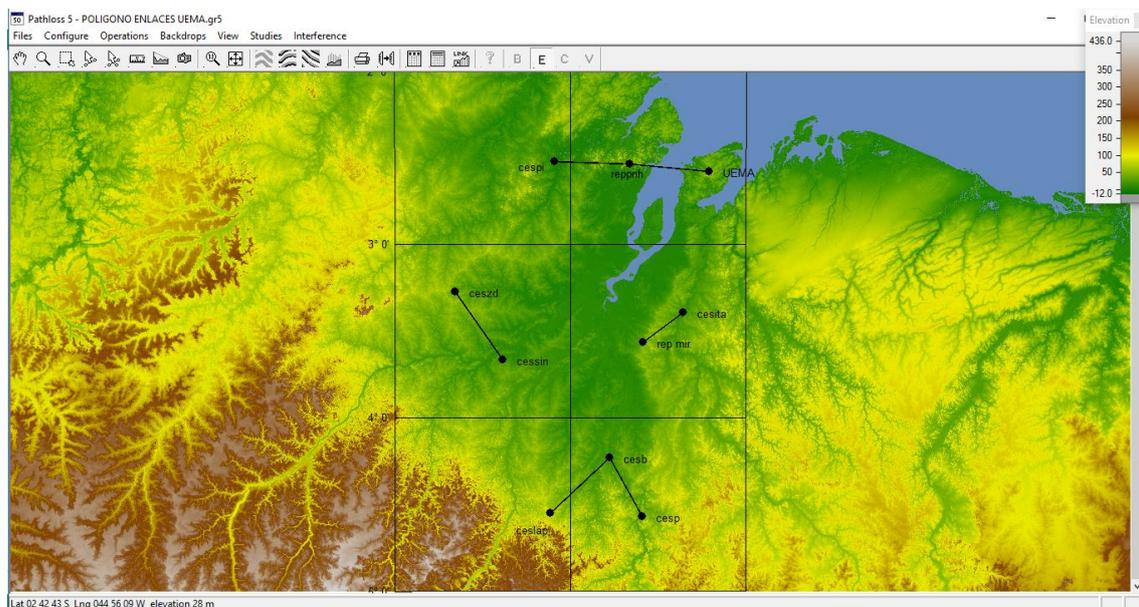
<b>Site</b>	Centro de Estudos Superiores de Pedreiras - CESPE
<b>Coordenadas</b>	
<b>Latitude</b>	4°34'8.00"S
<b>Longitude</b>	44°35'31.00"O
<b>Endereço</b>	Rua Projetada, s/n – Bloco Universitário – Bairro São Francisco – Pedreiras/MA - CEP: 65.725-000

<b>Site</b>	<i>Repetidora Miranda_Rep_MIR</i>
<b>Coordenadas</b>	
<b>Latitude</b>	3°33'53.73"S
<b>Longitude</b>	44°35'6.28"O
<b>Endereço</b>	<i>a definir</i>

<b>Site</b>	<i>CESITA - Centro de Estudos Superiores de Itapecuru-Mirim</i>
<b>Coordenadas</b>	
<b>Latitude</b>	3°24'15.37"S
<b>Longitude</b>	44°21'11.47"O
<b>Endereço</b>	<i>Rua Raimundo Honório, s/n – Bairro Caminho Grande – Itapecuru- Mirim/MA.CEP: 65.485-000</i>

#### 4. POLÍGONO DOS ENLACES

Utilizando a ferramenta Pathloss, inserimos os sites no mapa que atenderão os campi da UEMA, definindo a capilarização, onde não se faz necessário utilizar fibras, devido à custos do projeto.



**Figura 1 – Polígono de enlaces via rádio**

#### 5. CÁLCULO DE DESEMPENHO

Após entradas dos dados inseridas na ferramenta Pathloss conseguimos obter os resultados obtidos para um melhor desempenho do enlace levando em consideração os seguintes parâmetros atenuantes, para obter níveis de recepção condizentes com o limiar de recepção do receptor do rádio.

##### 5.1 Atenuação no Espaço livre

$$L|_{dB} = 92,44 + 20 \log d(Km) + 20 \log f(GHz) - (G_t + G_r) \quad (1)$$

Onde,

$d$  : distância em quilômetros

$f$  : frequência em GHz

$G_T$  : ganho da antena transmissora em dBi

$G_R$  : ganho da antena receptora em dBi



Após encontramos o valor de L, devemos adicionar as atenuações devido às condições climáticas, além das perdas oriundas de cabos e conectores.

### 5.2 Perdas Totais

$$L_{TOTAL} |_{dB} = L_E + L_c + L_{cc} \quad (2)$$

*L<sub>E</sub>* : Atenuação no espaço livre.

*L<sub>c</sub>* : Atenuação devido às condições climáticas

*L<sub>cc</sub>* : perdas devido a cabos e conectores

### 5.3 Nível de potência recebida:

$$P_{rx} = P_{tx} - L_{total} \quad (3)$$

*P<sub>rx</sub>* : Potência de recepção

*P<sub>tx</sub>* : Potência de transmissão

*L<sub>total</sub>*: atenuação total

### 5.4 Margem de desvanecimento

$$M = P_{rx} - R_{sl} \quad (4)$$

*P<sub>rx</sub>* : Potência de recepção

*R<sub>sl</sub>* : Limiar de recepção

### 5.5 Dados a considerar no planejamento do projeto:

- liberação de 60% do raio de Fresnel;
- modulação 32QAM com largura de banda de no mínimo 100MB;
- faixa de frequência licenciada em 7 Ghz;
- coleta de dados no sitar da Anatel realizada em 19/07/2017;
- cálculo de interferência de canais adjacentes..

## 6. PREMISSAS DO PROJETO

### 6.1 Rede de rádio ponto-a-ponto;



- a. Dados para transceptor (TR):
  - i. Potência de Tx: Checar data sheet do rádio escolhido (tabela 1);
  - ii. Antena direcional: Checar ganho data sheet da antena escolhida (tabela2);
  - iii. Perdas cabos e conectores: Checar data sheet do rádio escolhido;
  - iv. Sensibilidade mínima de recepção: de acordo com a capacidade requerida;
  - v. Torres com alturas mínimas possíveis.
- b. Capacidade de transmissão de dados mínima em cada Campus: 100 Mbps;
- c. Fator de overbooking: 2:1 para todos os enlaces.

6.2 Quantidade de repetição mínima possível;

6.3 Rádio adotado: Wi2Be (<http://www.wi2be.com/>);

6.4 Frequência de operação: 7 GHz; (NORMA Nº 001/95: Canalização e condições de uso de frequências para sistemas rádio digital operando na faixa de 7Ghz).

6.5 Possibilidade de operar no modo 2+0 para alcance da capacidade esperada;

6.6 Recomendação ITU: Rec. ITU-R F.385-10

## 7. especificações do Equipamentos utilizados

### 7.1 Datasheet do rádio SMART RÁDIO DIGITAL DE BANDA LARGA FULL OUTDOOR

**Tabela 1 - Data Sheet rádio**

Tabela de Especificações							
Frequência (GHz)	6,5	7,5	8	8,5	11	18	23
Largura de Canais (MHz)	40	28	29,65	28	40	55	56
Modulação	QPSK / 16QAM / 32QAM / 64QAM / 128QAM / 256QAM / 512QAM / 1024QAM						
Capacidade (Mbps)	Até 404 Mbps em canais de até 55/56 MHz certificados pela ANATEL						
RSSI	Tensão de saída versus RSL: 0-1,4V versus -90 --20dBm						
RSL	+/- 2 dB						
<b>Performance</b>							
Estabilidade de Frequência	+/- 5 ppm						
Interfaces	GE Óptica (conector ODC) - cabo de fibra de 2 canais do tipo monomodo de 1310nm						
<b>Portas</b>							
Flange	UBRB4	UBRB4	UBRB4	UBRB4	UBR100	UBR220	UBR220
Ethernet	GE Óptica Full Duplex (ODC) / 1x1000 Base-Lx Óptico						
RSSI	BNC						
Porta de alimentação	Tipo N fêmea 50 Ω						
<b>Características de Gerenciamento</b>							
Portas de Gerenciamento	GE Óptica (in band)						
SNMP	Traps SNMP, MIB, SNMP v1						
EMS	Baseado em WEB (HTTP), Telnet e SNMP						
ATPC	Sim						
ACM	Hitless						
Loopbacks	Banda Base e RF						
<b>Ethernet</b>							
Switch	GE Layer 2						
Tamanho máximo de quadro	9216 bytes						
Tabela MAC	1k entries, learning e aging automáticas						
Buffer	128KB, non-blocking, store & forward						
Controle de Fluxo	802.3x						
Suporte a VLAN	802.1q						
QinQ (Duplo Tagging)	Sim						
QoS	802.1p						
QoS queuing	Sim						
Protocolo Spanning Tree (STP)	802.1d - 1998 STP						
<b>Outros</b>							
Plano de Frequência ITU-R	ANATEL RES. 504/08	ANATEL NOR. 01/95 e POR. 140/95	ANATEL RES. 310/02	ANATEL RES. 106/99	ANATEL POR. 605/94 e NOR. 16/94 e POR. 600/12	ANATEL POR. 1288/96 e NOR. 15/96	ANATEL POR. 83/92 e NOR. 03/92
Temperatura	-35 °C a +55°C						
Dimensões: AxLxP mm / Peso (kg)	315x265x130 / 6						
Humidade / Elevação	Todos os Climas / 15,000ft - 4572m IP65						
Consumo e Tensão	-48V +/-20% / <40W						
<b>Potência de Transmissão</b>							
Potência (dBm)							
Modulação	6,5 / 7,5 / 8 / 8,5 GHz			11 GHz		18 / 23 GHz	
QPSK	25			23		21	
16QAM	23			21		20	
32QAM	22			20		19	
64QAM	21			19		18	
128QAM	20			18		17	
256QAM	20			18		17	
512QAM	19			17		16	
1024QAM	18			16		-	

Sensibilidade de Recepção (BER 10- 6) e Capacidade de Transmissão de Dados										
Banda	6,5 GHz		7,5 / 8,5 GHz		8 GHz		11 GHz		18 / 23 GHz	
Largura de Canais (MHz)	40 MHz		28 MHz		29,65 MHz		40 MHz		55 / 56 MHz	
Modulação	RSL	Mbps	RSL	Mbps	RSL	Mbps	RSL	Mbps	RSL	Mbps
QPSK	-82,3	64,26	-83,7	44,98	-83,7	44,98	-81,8	64,26	-79,7	89,96
16QAM	-75,9	128,51	-77,3	89,96	-77,3	89,96	-75,5	128,51	-73,6	179,92
32QAM	-72,9	160,64	-74,5	112,45	-74,5	112,45	-72,5	160,64	-70,6	224,89
64QAM	-70,0	192,77	-71,5	134,94	-71,5	134,94	-69,5	192,77	-67,6	269,87
128QAM	-67,0	224,89	-68,5	157,43	-68,5	157,43	-66,5	224,89	-64,6	314,85
256QAM	-64,0	257,02	-65,4	179,92	-65,4	179,92	-63,5	257,02	-61,6	359,83
512QAM	-61,0	289,15	-62,4	202,40	-62,4	202,40	-60,5	289,15	-58,6	404,81
1024QAM	-57,4	321,28	-57,9	224,89	-57,9	224,89	-56,9	321,28	-	-

## 7.2 Datasheet Das Antenas Utilizadas De 7,5ghz

Tabela 2 - Data Sheet das Antenas-7,5 Ghz



Antena parabólica, baixo perfil, alto desempenho,  $\Phi$ 1,2m, 7/8GHz

### GA12S078

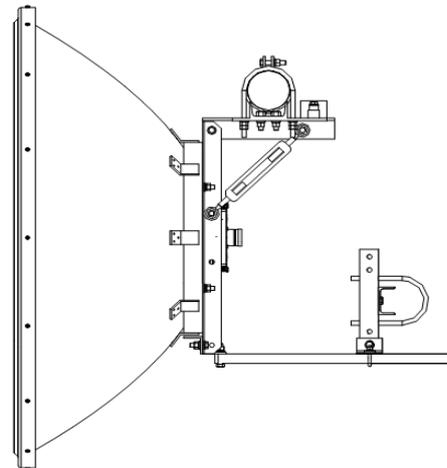
Modelo de Polarização Simples: LPC1207WSC3  
Código de Homologação Anatel: 0345-12-7708

### GA12D078

Modelo de Polarização Dupla: LPC1207WDC3  
Código de Homologação Anatel: 0944-12-7708

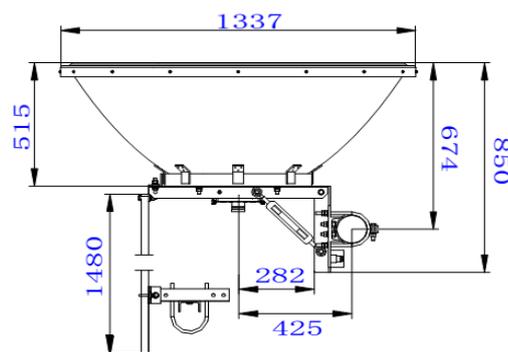
#### Características de RF

Diâmetro (m)	1,2
Faixa de Frequência (GHz)	7,125-8,50
Polarização	Simple Linear (V ou H)
	Dupla Linear (V e H)
Compatibilidade Elétrica	ETSI class 3   Anatel classe 2
@ 7,125GHz	36,8
<sup>(1)</sup> Ganho (dBi) @ 7,813GHz	37,3
@ 8,500GHz	37,7
Relação F/C (dB)	63
<sup>(2)</sup> Isolamento entre Portas - IPI (dB)	35
Discriminação de Pol. Cruzada – XPD (dB)	30
VSWR	1,3
Ângulo de ½ Pot. (graus)	2,2
<sup>(3)</sup> Flange de Entrada	UBR84/WR112
Tipo da Antena (Sólida / Vazada)	Sólida



#### Características Mecânicas

Limites de Ajuste (graus)	Azimute	±10
	Elevação	±15
Velocidade do Vento - Operacional (km/h)		108
Velocidade estimada do vento - Sobrevivência (km/h)		198
Temperatura de Operação (°C)		-45 ~ +60
Peso Líquido (kg)		55~65
Dimensão – Diâmetro / Altura (mm)		$\Phi$ 1337/1995
Montagem em Tubo	Comprimento (mm)	1200
	Diâmetro (mm)	$\Phi$ 115



#### Notas:

- (1) As especificações de ganho listadas acima são aplicadas a antenas com polarização simples. Para antenas com polarização dupla, o ganho diminui 0.2dB.
- (2) IPI, Inter-port Isolation é válido apenas para antenas de polarização dupla.
- (3) Outras opções de flanges disponíveis sob consulta.

Giga Indústria e Comércio de Produtos Mecânicos e Eletrônicos Ltda.

Praça Linear, 118 - Bairro: Centro - CEP: 37.540-000 - Santa Rita do Sapucaí - MG  
CNPJ: 08.178.370/0003-97 - Inscrição Estadual: 001.011.432.01-95  
Tel.: (35) 3473 4300 - www.eruoieia.com.br

## 8. DESEMPENHO DOS ENLACES UTILIZANDO A FERRAMENTA PATHLOSS

### 8.1 Enlace UEMA (Campus 1) – Rep Pnh

Dados:

Site	UEMA (Campus 1)	Distância	Site	Repetidora Pinheiro
Coordenadas		50.51 Km	Coordenadas	
Latitude	2°34'53.15"S		Latitude	2°32'20.17"S
Longitude	44°12'41.14"O		Longitude	44°39'42.70"O

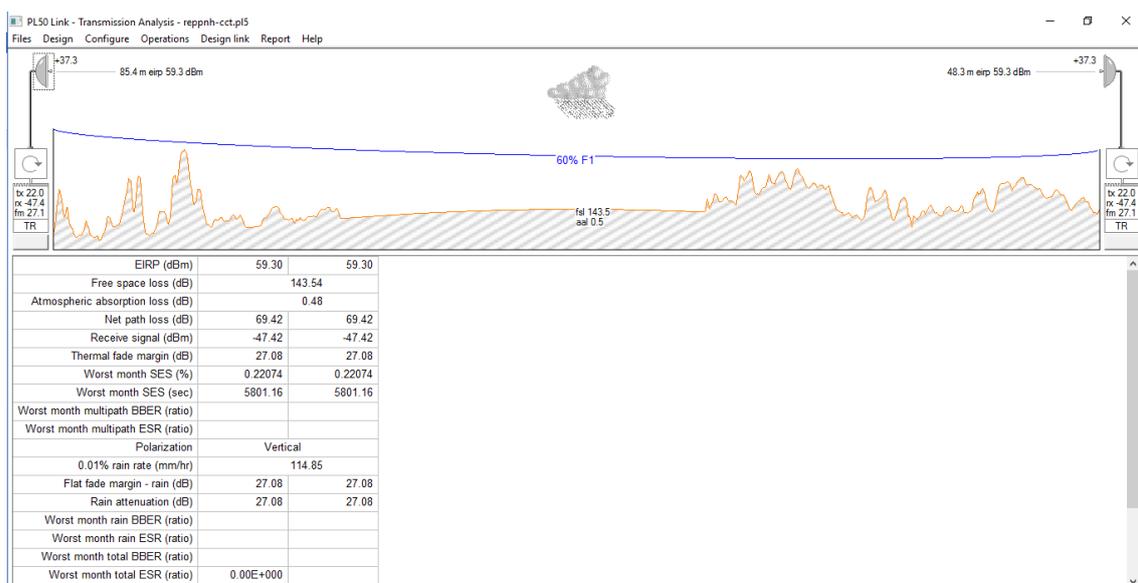
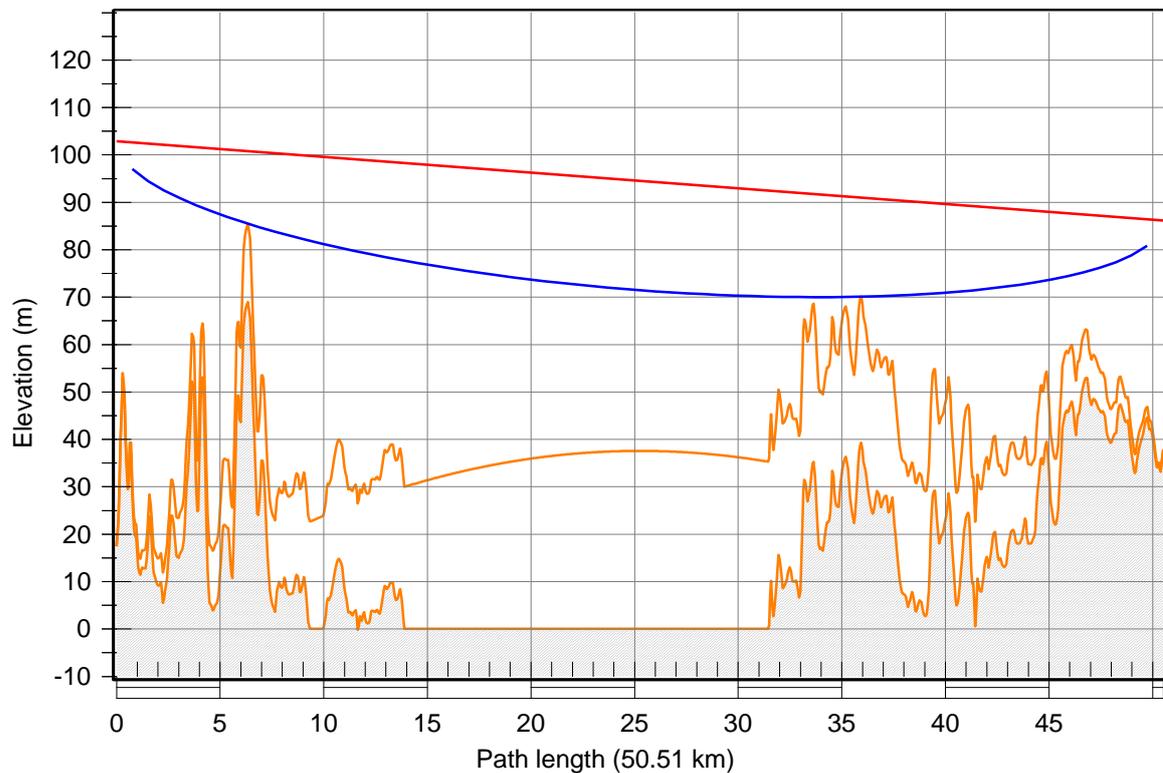


Figura 2 – Resultados Pathloss

### 8.1.1 Desempenho do enlace UEMA (Campus I) – Rep Pnh



reppnh	
Latitude	02 32 20.17 S
Longitude	044 39 42.70 W
Azimuth	95.56°
Elevation	17 m ASL
Antenna CL	85.4 m AGL

Frequency (MHz) = 7100.0
K = 1.33
%F1 = 100.00

UEMA	
Latitude	02 34 53.15 S
Longitude	044 12 41.14 W
Azimuth	275.54°
Elevation	38 m ASL
Antenna CL	48.3 m AGL

	REP_PNH	UEMA
Latitude	02 32 20.17 S	02 34 53.15 S
Longitude	044 39 42.70 W	044 12 41.14 W
True azimuth (°)	095 33 22.76	275 32 10.04
Elevation (m)	17.43	37.84
Antenna model	T5507174	T5507174
Antenna code	t5507174_7g8d	t5507174_7g8d
Antenna gain (dBi)	37.30	37.30
Antenna gain (dBd)	41.15	41.15
Antenna height (m)	85.43	48.32
Frequency (MHz)	7100.00	
Polarization	Vertical	
Path length (km)	50.51	



Free space loss (dB)	143.54	
Atmospheric absorption loss (dB)	0.48	
Net path loss (dB)	69.42	69.42
Radio model	FlexiHopper7_16s_16E1FlexiHopper7_16s_16E1	
Radio code	fh7_16s_16e1	fh7_16s_16e1
TX power (dBm)	22.00	22.00
Emission designator	14M0D7W	14M0D7W
EIRP (dBm)	59.30	59.30
RX threshold criteria	1E-6 BER	1E-6 BER
RX threshold level (dBm)	-74.50	-74.50
Receive signal (dBm)	-47.42	-47.42
Thermal fade margin (dB)	27.08	27.08
C factor	2.00	
Average annual temperature (°C)	25.89	
Fade occurrence factor (Po)	1.098E+000	
Worst month SES (%)	0.22074	0.22074
Worst month SES (sec)	5801.16	5801.16
Polarization	Vertical	
0.01% rain rate (mm/hr)	114.85	
Flat fade margin - rain (dB)	27.08	27.08
Rain attenuation (dB)	27.08	27.08
Worst month total ESR (ratio)	0.00E+000	
Annual rain availability (%)	100.00000	100.00000
Annual rain unavailability (min)	0.00	0.00

## 8.2 Enlace Rep Pnh – CESPI

Dados:

<i>Site</i>	<i>Repetidora</i>	<i>Distância</i>  47,47 Km	<i>Site</i>	<i>CESPI</i>
<i>Coordenadas</i>			<i>Coordenadas</i>	
<i>Latitude</i>	2°32'20.17"S		<i>Latitude</i>	2°32'20.17"S
<i>Longitude</i>	44°39'42.70"O		<i>Longitude</i>	44°39'42.70"O

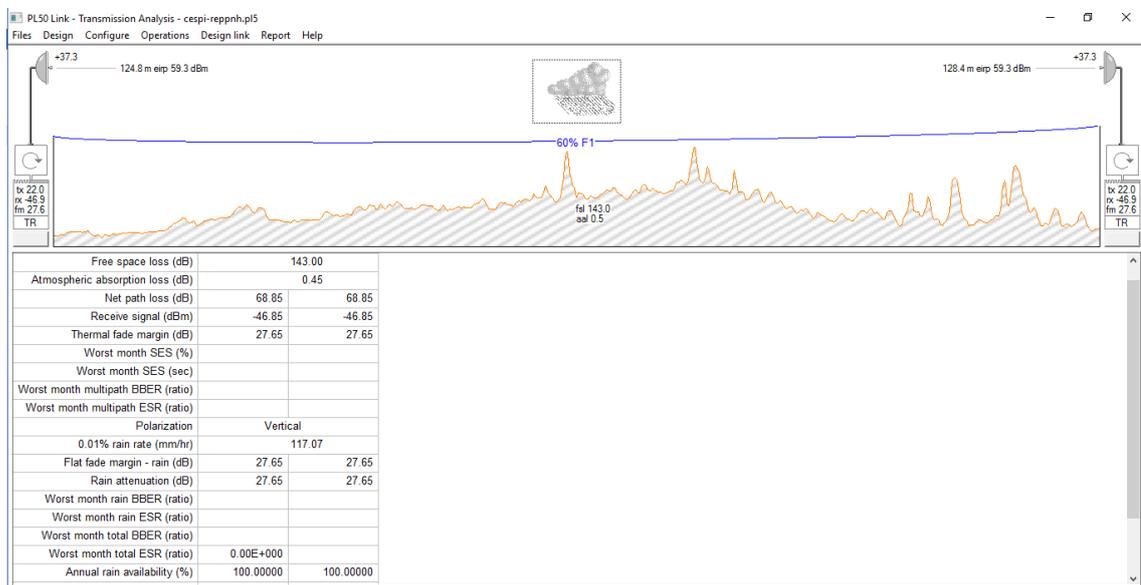
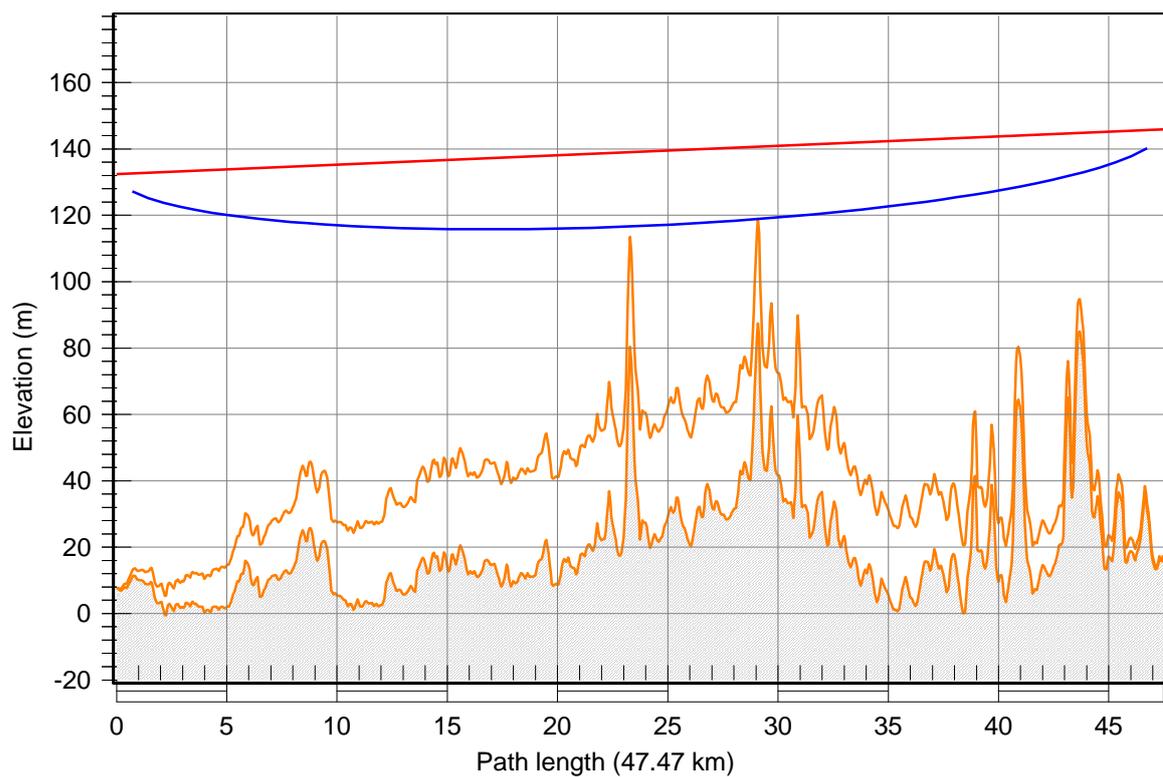


Figura 3 – Resultados Pathloss

### 8.2.1 Desempenho do enlace *Rep Pnh* – *CESPI*



	cespi
Latitude	02 31 21.95 S
Longitude	045 05 18.20 W
Azimuth	92.17°
Elevation	8 m ASL
Antenna CL	124.8 m AGL

Frequency (MHz) = 7100.0
K = 1.33
%F1 = 100.00

	reppnh
Latitude	02 32 20.17 S
Longitude	044 39 42.70 W
Azimuth	272.15°
Elevation	17 m ASL
Antenna CL	128.4 m AGL

	cespi	reppnh
Latitude	02 31 21.95 S	02 32 20.17 S



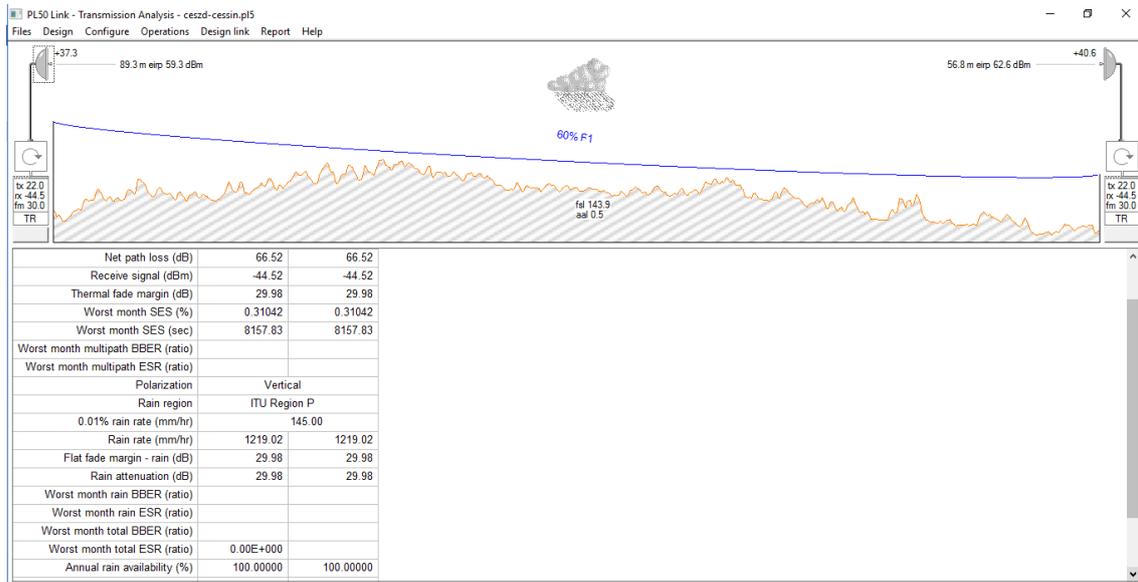
Longitude	045 05 18.20 W	044 39 42.70 W
True azimuth (°)	092 10 06.25	272 08 58.45
Elevation (m)	7.59	17.43
Antenna gain (dBi)	37.30	37.30
Antenna height (m)	124.79	128.39
Frequency (MHz)	7100.00	
Polarization	Vertical	
Path length (km)	47.47	
Free space loss (dB)	143.00	
Atmospheric absorption loss (dB)	0.45	
Net path loss (dB)	68.85	68.85
TX power (dBm)	22.00	22.00
EIRP (dBm)	59.30	59.30
RX threshold level (dBm)	-74.50	-74.50
Receive signal (dBm)	-46.85	-46.85
Thermal fade margin (dB)	27.65	27.65
Average annual temperature (°C)	25.89	
Fade occurrence factor (Po)		
Polarization	Vertical	
0.01% rain rate (mm/hr)	117.07	
Flat fade margin - rain (dB)	27.65	27.65
Rain attenuation (dB)	27.65	27.65
Worst month total ESR (ratio)	0.00E+000	
Annual rain availability (%)	100.00000	100.00000
Annual rain unavailability (min)	0.00	0.00



### 8.3 Enlace CESSIN – CESZD

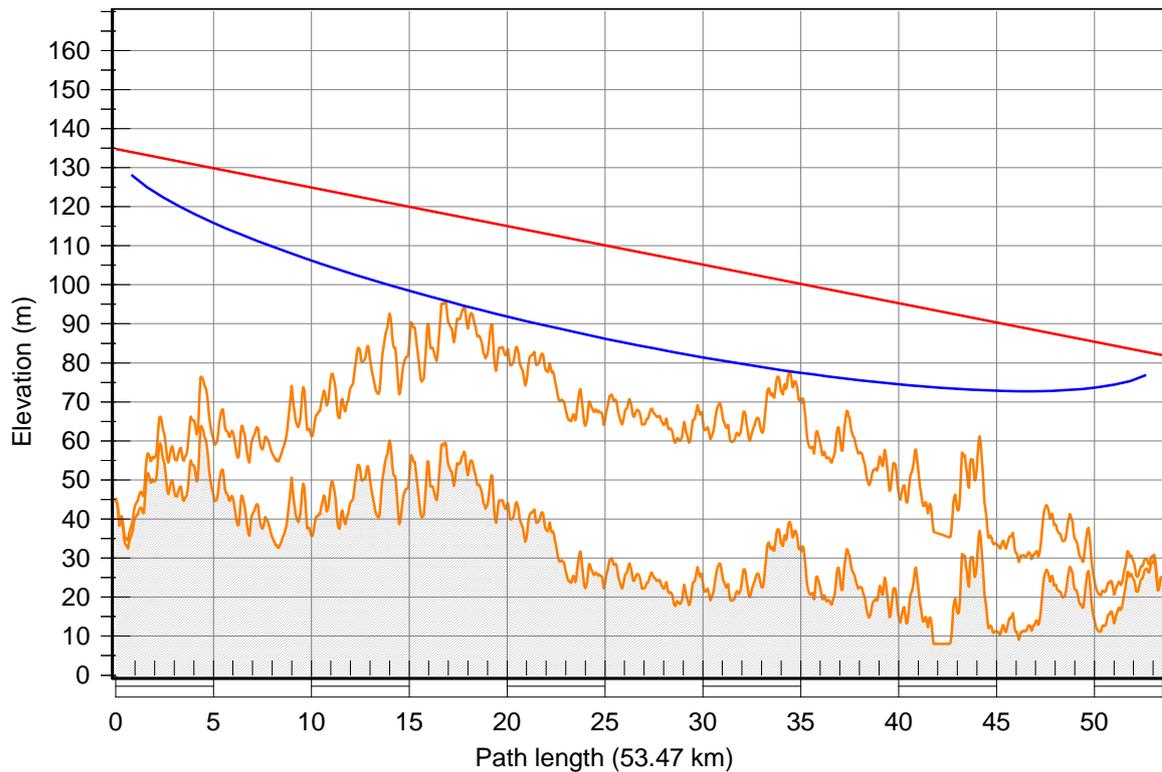
*Dados:*

<i>Site</i>	<i>CESSIN</i>	<i>Distância</i>  53.47K <i>m</i>	<i>Site</i>	<i>CESZD</i>	
<i>Coordenadas</i>				<i>Coordenadas</i>	
<i>Latitude</i>	3°39'49.46"S			<i>Latitude</i>	3°16'24.57"S
<i>Longitude</i>	45°23'3.86"O			<i>Longitude</i>	45°39'14.76"O



**Figura 4 – Resultados Pathloss**

### 8.3.1 Desempenho do *Enlace CESSIN – CESZD*



ceszd	
Latitude	03 16 24.57 S
Longitude	045 39 14.76 W
Azimuth	144.88°
Elevation	45 m ASL
Antenna CL	89.3 m AGL

Frequency (MHz) = 7000.0
K = 1.33
%F1 = 100.00

cessin	
Latitude	03 39 49.46 S
Longitude	045 23 03.86 W
Azimuth	324.86°
Elevation	25 m ASL
Antenna CL	56.8 m AGL

	ceszd	cessin
Latitude	03 16 24.57 S	03 39 49.46 S
Longitude	045 39 14.76 W	045 23 03.86 W
True azimuth (°)	144 52 32.13	324 51 31.78
Elevation (m)	45.42	25.16
Antenna model	T5507116	T5507116
Antenna code	t5507116_7g6s	t5507116_7g6s
Antenna gain (dBi)	37.30	40.60
Antenna gain (dBd)	38.45	38.45
Antenna height (m)	89.29	56.75
Frequency (MHz)	7000.00	
Polarization	Vertical	
Path length (km)	53.47	
Free space loss (dB)	143.91	
Atmospheric absorption loss (dB)	0.50	
Net path loss (dB)	66.52	66.52
Radio model	FlexiHopper7_4s_16E1	
Radio code	fh7_4s_16e1	fh7_4s_16e1
TX power (dBm)	22.00	22.00



Emission designator	28M0G7W	28M0G7W
EIRP (dBm)	59.30	62.60
RX threshold criteria	1E-6 BER	1E-6 BER
RX threshold level (dBm)	-74.50	-74.50
Receive signal (dBm)	-44.52	-44.52
Thermal fade margin (dB)	29.98	29.98
C factor	4.00	
Average annual temperature (°C)	24.54	
Fade occurrence factor (Po)	2.567E+000	
Worst month SES (%)	0.31042	0.31042
Worst month SES (sec)	8157.83	8157.83
Polarization	Vertical	
Rain region	ITU Region P	
0.01% rain rate (mm/hr)	145.00	
Rain rate (mm/hr)	1219.02	1219.02
Flat fade margin - rain (dB)	29.98	29.98
Rain attenuation (dB)	29.98	29.98
Worst month total ESR (ratio)	0.00E+000	
Annual rain availability (%)	100.00000	100.00000
Annual rain unavailability (min)	0.00	0.00

### 8.4 Enlace CESB – CESLAP

Dados:

<b>Site</b>	CESB	<b>Distância</b>  49.84K m	<b>Site</b>	CESLAP
<b>Coordenadas</b>			<b>Coordenadas</b>	
<b>Latitude</b>	4°13'44.23"S		<b>Latitude</b>	4°32'60.00"S
<b>Longitude</b>	44°46'36.96"O		<b>Longitude</b>	45° 7'0.00"O

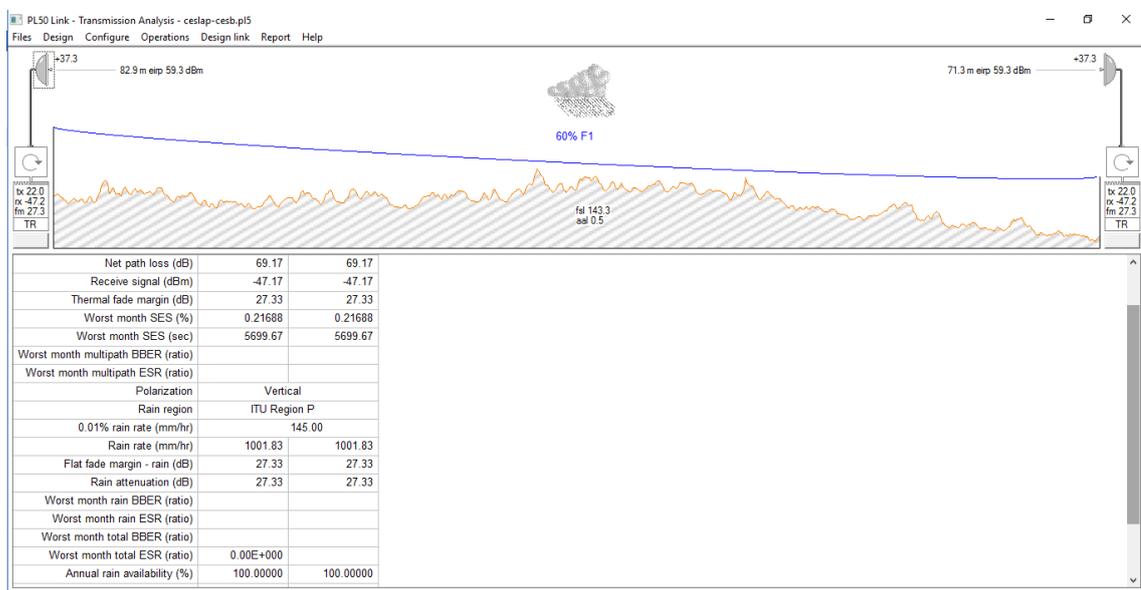
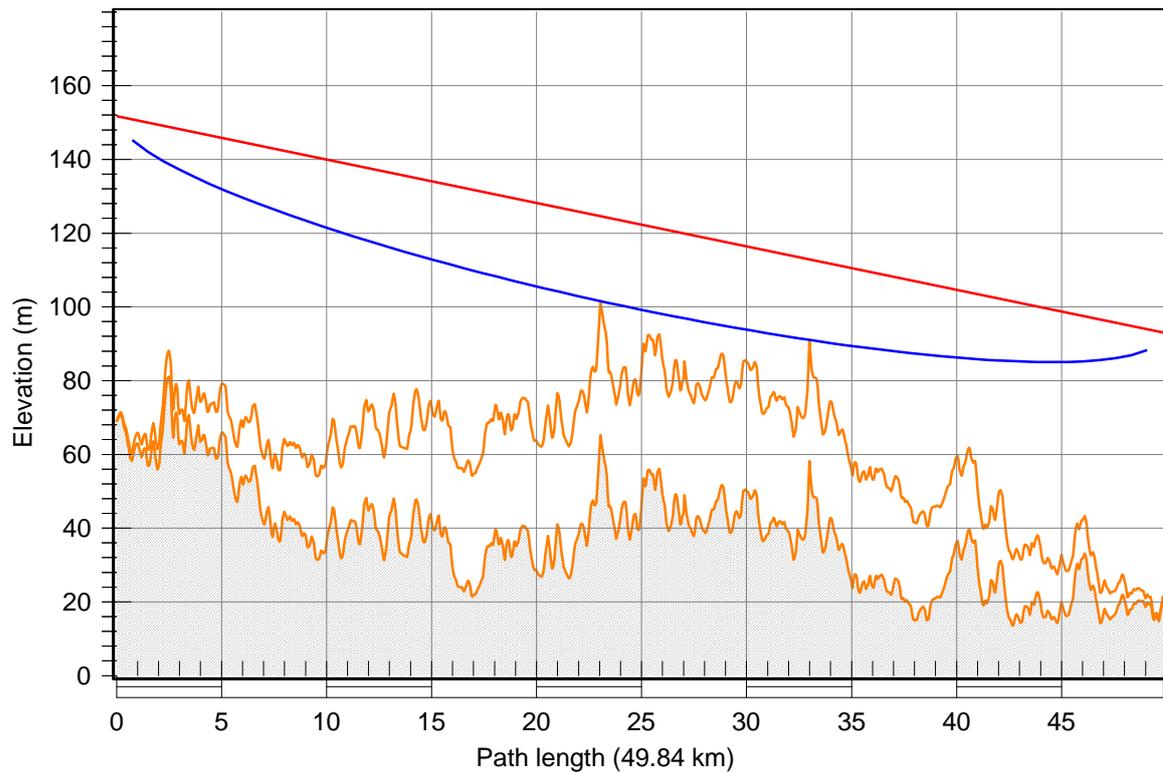


Figura 4 – Resultados Pathloss

### 8.4.1 Desempenho do Enlace CESB – CESLAP



ceslap	
Latitude	04 33 00.00 S
Longitude	045 07 00.00 W
Azimuth	84.28°
Elevation	69 m ASL
Antenna CL	82.9 m AGL

Frequency (MHz) = 7000.0
K = 1.33
%F1 = 100.00

cesb	
Latitude	04 13 44.23 S
Longitude	044 46 36.96 W
Azimuth	264.25°
Elevation	22 m ASL
Antenna CL	71.3 m AGL

	ceslap	cesb
Latitude	04 33 00.00 S	04 13 44.23 S
Longitude	045 07 00.00 W	044 46 36.96 W
True azimuth (°)	084 17 02.00	264 15 02.37
Elevation (m)	68.77	21.64
Antenna model	T5507116	T5507116
Antenna code	t5507116_7g6s	t5507116_7g6s
Antenna gain (dBi)	37.30	37.30
Antenna gain (dBd)	38.45	38.45



Antenna height (m)	82.92	71.34
Frequency (MHz)	7000.00	
Polarization	Vertical	
Path length (km)	49.84	
Free space loss (dB)	143.30	
Atmospheric absorption loss (dB)	0.47	
Net path loss (dB)	69.17	69.17
Radio model	FlexiHopper7_4s_16E1	FlexiHopper7_4s_16E1
Radio code	fh7_4s_16e1	fh7_4s_16e1
TX power (dBm)	22.00	22.00
Emission designator	28M0G7W	28M0G7W
EIRP (dBm)	59.30	59.30
RX threshold criteria	1E-6 BER	1E-6 BER
RX threshold level (dBm)	-74.50	-74.50
Receive signal (dBm)	-47.17	-47.17
Thermal fade margin (dB)	27.33	27.33
C factor	2.00	
Average annual temperature (°C)	24.54	
Fade occurrence factor (Po)	1.040E+000	
Worst month SES (%)	0.21688	0.21688
Worst month SES (sec)	5699.67	5699.67
Polarization	Vertical	
Rain region	ITU Region P	
0.01% rain rate (mm/hr)	145.00	
Rain rate (mm/hr)	1001.83	1001.83
Flat fade margin - rain (dB)	27.33	27.33
Rain attenuation (dB)	27.33	27.33
Worst month total ESR (ratio)	0.00E+000	
Annual rain availability (%)	100.00000	100.00000
Annual rain unavailability (min)	0.00	0.00

### 8.5 Enlace CESB – CESPE

Dados:

<i>Site</i>	CESB	<i>Distância</i>	<i>Site</i>	CESPE	
<i>Coordenadas</i>			<i>Coordenadas</i>		
<i>Latitude</i>	4°13'44.23"S		<i>Km</i>	<i>Latitude</i>	4°34'8.00"S
<i>Longitude</i>	44°46'36.96"O			<i>Longitude</i>	44°35'31.00"O

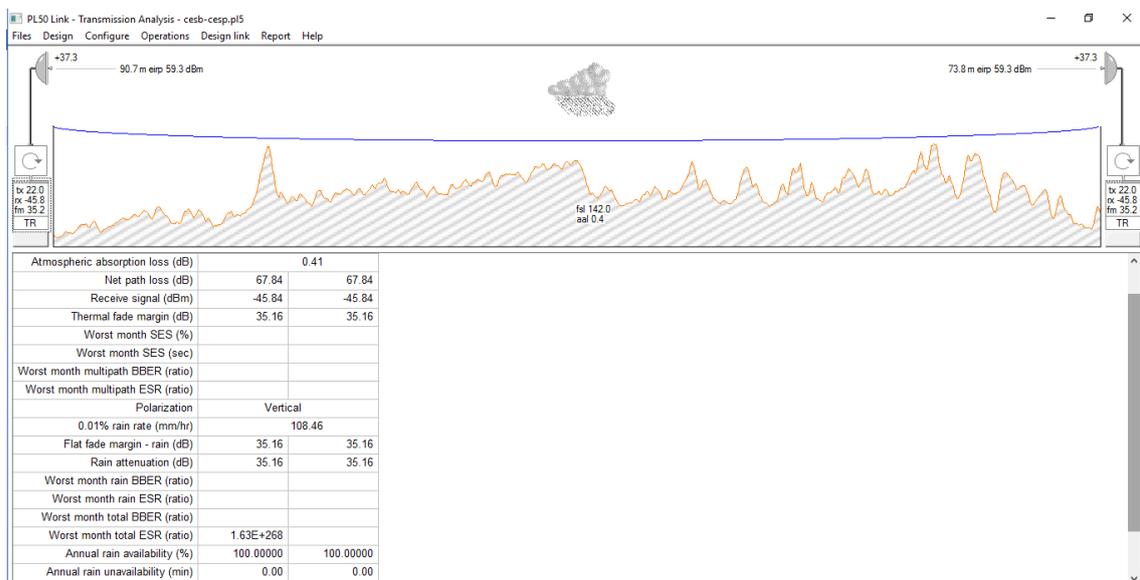
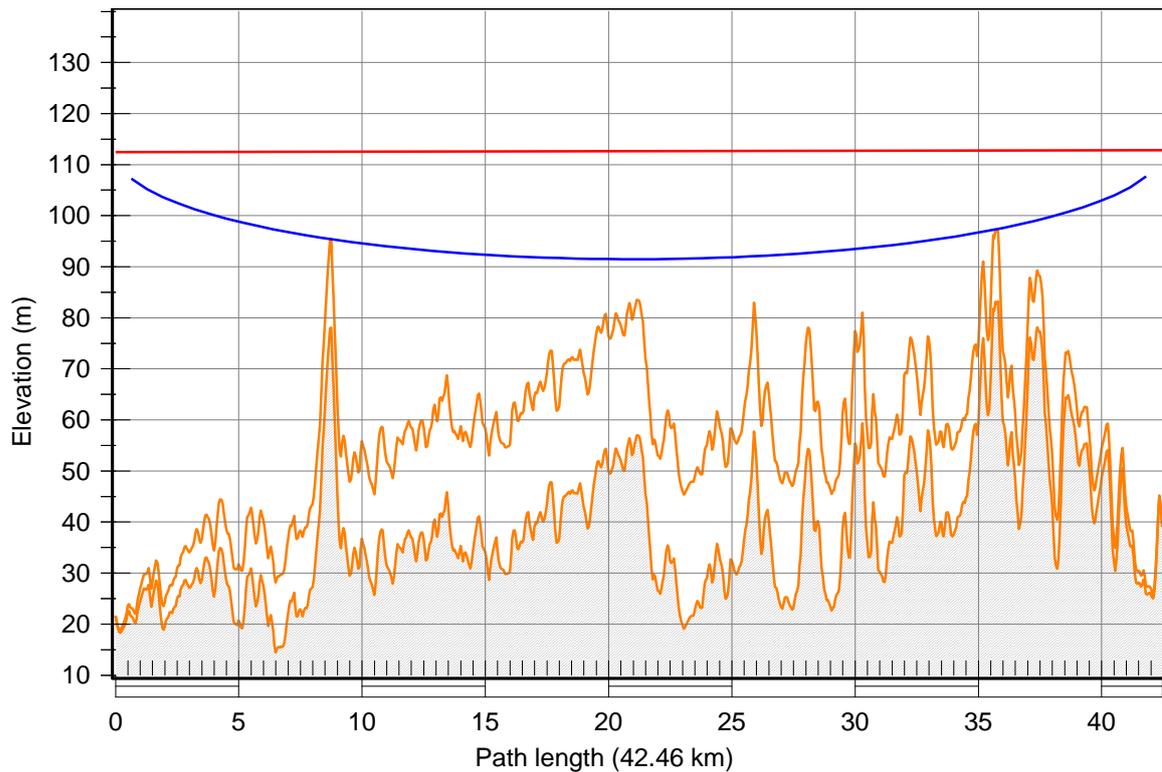


Figura 5 – Resultados Pathloss



### **8.5.1 Desempenho do *Enlace CESB – CESP***



cesb	
Latitude	04 13 44.23 S
Longitude	044 46 36.96 W
Azimuth	150.97°
Elevation	22 m ASL
Antenna CL	90.7 m AGL

Frequency (MHz) = 7100.0
K = 1.33
%F1 = 100.00

cesp	
Latitude	04 34 08.00 S
Longitude	044 35 31.00 W
Azimuth	330.96°
Elevation	39 m ASL
Antenna CL	73.8 m AGL

	cesb	cesp
Latitude	04 13 44.23 S	04 34 08.00 S
Longitude	044 46 36.96 W	044 35 31.00 W
True azimuth (°)	150 58 24.04	330 57 32.63
Elevation (m)	21.64	39.03
Antenna model	T5507166	T5507166
Antenna code	t5507166_7g6d	t5507166_7g6d
Antenna gain (dBi)	37.30	37.30
Antenna gain (dBd)	38.45	38.45
Antenna height (m)	90.74	73.79
Frequency (MHz)	7100.00	
Polarization	Vertical	
Path length (km)	42.46	
Free space loss (dB)	142.03	
Atmospheric absorption loss (dB)	0.41	
Net path loss (dB)	67.84	67.84
Radio model	FlexiHopper7_4s_16E1 FlexiHopper7_4s_16E1	
Radio code	fh7_4s_16e1	fh7_4s_16e1
TX power (dBm)	22.00	22.00



Emission designator	28M0G7W	28M0G7W
EIRP (dBm)	59.30	59.30
RX threshold criteria	1E-6 BER	1E-6 BER
RX threshold level (dBm)	-81.00	-81.00
Receive signal (dBm)	-45.84	-45.84
Thermal fade margin (dB)	35.16	35.16
Average annual temperature (°C)	25.89	
Fade occurrence factor (Po)		
Polarization	Vertical	
0.01% rain rate (mm/hr)	108.46	
Flat fade margin - rain (dB)	35.16	35.16
Rain attenuation (dB)	35.16	35.16
Worst month total ESR (ratio)	1.63E+268	
Annual rain availability (%)	100.00000	100.00000
Annual rain unavailability (min)	0.00	0.00

## 8.6 Enlace Rep\_MIR – CESITA

Dados:

<b>Site</b>	<b>Rep_MIR</b>	<b>Distância</b>  34.19K m	<b>Site</b>	<b>CESITA</b>
<b>Coordenadas</b>			<b>Coordenadas</b>	
<b>Latitude</b>	3°33'53.73"S		<b>Latitude</b>	3°24'15.37"S
<b>Longitude</b>	44°35'6.28"O		<b>Longitude</b>	44°21'11.47"O

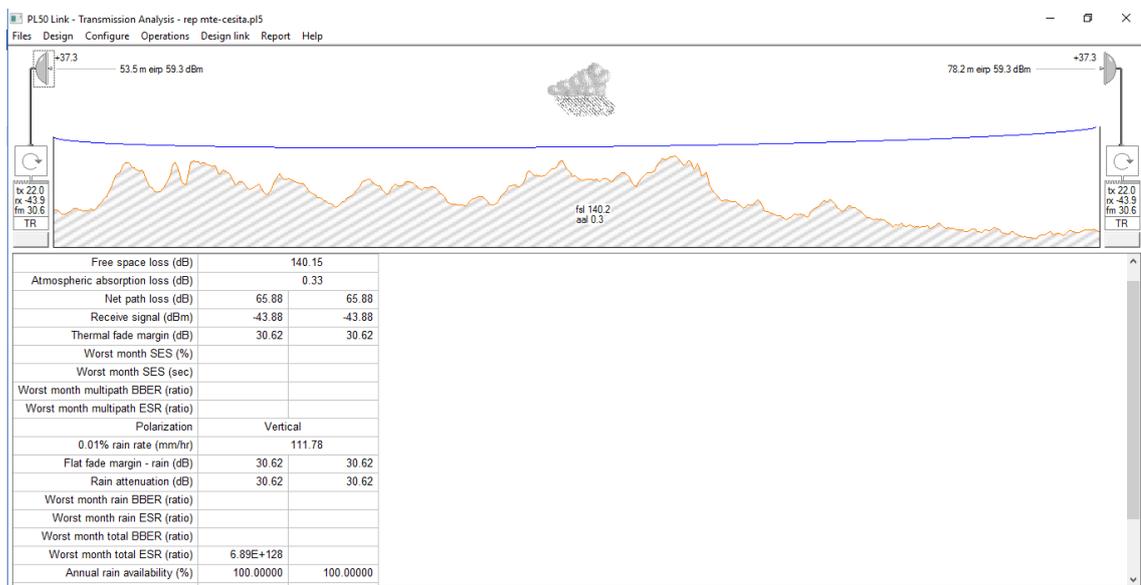
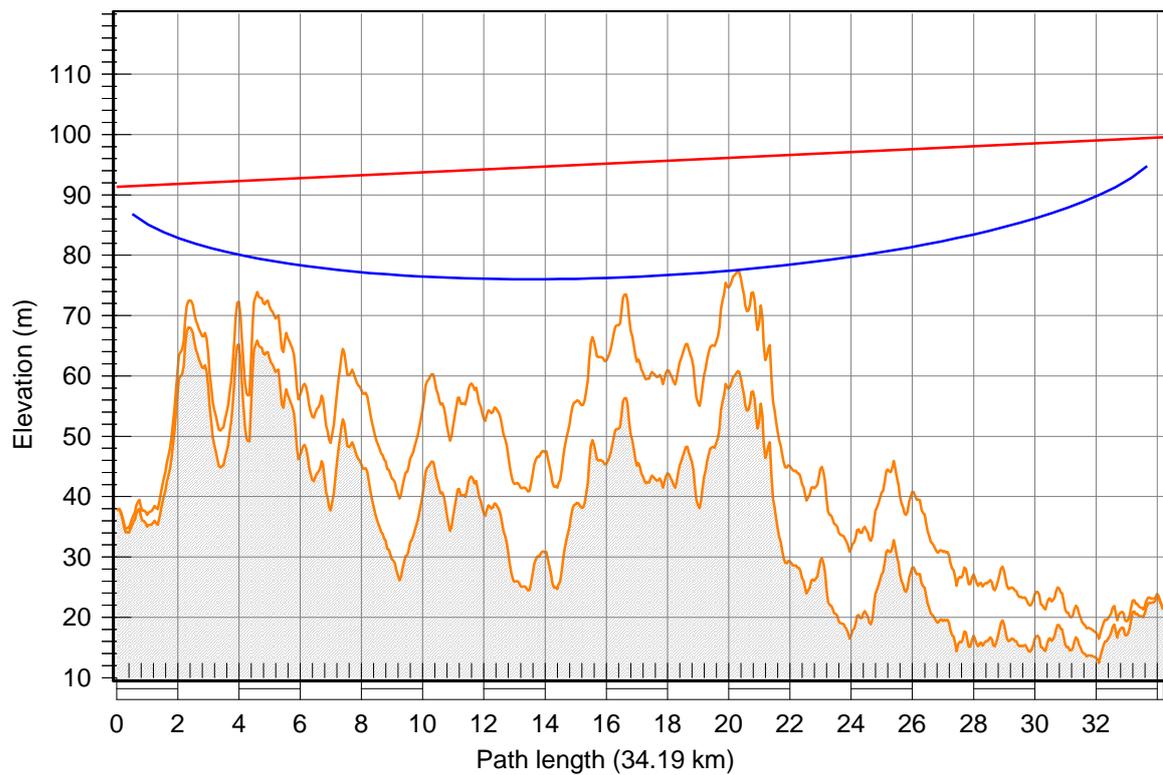


Figura 6 – Resultados Pathloss

### 8.6.1 Desempenho do Enlace CESB – CESP



rep mir	
Latitude	03 33 53.73 S
Longitude	044 35 06.28 W
Azimuth	39.64°
Elevation	38 m ASL
Antenna CL	53.5 m AGL

Frequency (MHz) = 7100.0
K = 1.33
%F1 = 100.00

cesita	
Latitude	03 23 34.74 S
Longitude	044 21 22.46 W
Azimuth	219.63°
Elevation	21 m ASL
Antenna CL	78.2 m AGL

	rep mir	cesita
Latitude	03 33 53.73 S	03 23 34.74 S
Longitude	044 35 06.28 W	044 21 22.46 W
True azimuth (°)	039 38 32.80	219 37 49.51
Elevation (m)	37.75	21.28
Antenna model	VHP4-74	VHP4-74
Antenna code	1332a	1332a
Antenna gain (dBi)	37.30	37.30
Antenna gain (dBd)	34.25	34.25



Antenna height (m)	53.55	78.24
Frequency (MHz)	7100.00	
Polarization	Vertical	
Path length (km)	34.19	
Free space loss (dB)	140.15	
Atmospheric absorption loss (dB)	0.33	
Net path loss (dB)	65.88	65.88
Radio model	FlexiHopper7_4s_16E1	FlexiHopper7_4s_16E1
Radio code	fh7_4s_16e1	fh7_4s_16e1
TX power (dBm)	22.00	22.00
Emission designator	28M0G7W	28M0G7W
EIRP (dBm)	59.30	59.30
RX threshold criteria	1E-6 BER	1E-6 BER
RX threshold level (dBm)	-74.50	-74.50
Receive signal (dBm)	-43.88	-43.88
Thermal fade margin (dB)	30.62	30.62
Climatic factor	1.50	
Average annual temperature (°C)	25.89	
Fade occurrence factor (Po)		
Polarization	Vertical	
0.01% rain rate (mm/hr)	111.78	
Flat fade margin - rain (dB)	30.62	30.62
Rain attenuation (dB)	30.62	30.62
Worst month total ESR (ratio)	6.89E+128	
Annual rain availability (%)	100.00000	100.00000
Annual rain unavailability (min)	0.00	0.00