

**GRUPO DE TRABALHO DE TELECOMUNICAÇÕES  
FT-GTT-2011-03**

**RECOMENDAÇÕES PARA ESPECIFICAÇÃO  
DE CABOS OPGW E ACESSÓRIOS**

**Outubro, 2011**

## Índice

Controle de Revisão .....	3
APLICAÇÃO .....	4
PREMISSAS .....	4
ABREVIATURAS .....	4
TERMINOLOGIA .....	5
CARACTERÍSTICAS GERAIS DOS TESTES E ENSAIOS .....	6
RESPONSABILIDADES .....	7
1. RECOMENDAÇÃO PARA ESPECIFICAÇÃO DE FIBRAS ÓPTICAS.....	7
2. RECOMENDAÇÃO PARA ESPECIFICAÇÃO DE CABOS OPGW .....	12
3. RECOMENDAÇÃO PARA ESPECIFICAÇÃO DE CABOS ÓPTICOS DIELÉTRICOS .....	15
4. RECOMENDAÇÃO PARA ESPECIFICAÇÃO DE ACESSÓRIOS PARA CABOS OPGW .....	18
5. RECOMENDAÇÃO PARA COMISSONAMENTO DO ENLACE ÓPTICO DE CABOS OPGW .....	27

## Recomendações para especificação de cabos OPGW e acessórios

### Controle de Revisão

Revisão	Data	Item	Descrição das Alterações
-	21/10/2011	-	Emissão inicial.
<b>ESTE DOCUMENTO UMA VEZ IMPRESSO SERÁ CONSIDERADO CÓPIA NÃO CONTROLADA</b>			

Distribuição de Cópias:

Elaborado por: \_\_\_\_\_ Visto \_\_\_\_\_ Verificado por: \_\_\_\_\_ Visto \_\_\_\_\_

Aprovado por: \_\_\_\_\_ Visto \_\_\_\_\_ Data \_\_\_\_\_

## APLICAÇÃO

Estas recomendações servem como referência para especificações de cabos OPGW e acessórios, tendo em vista garantir a qualidade do fornecimento e a confiabilidade da rede óptica das empresas de energia elétrica do país, associadas à ABRATE, e assim, contribuir para minimizar a indisponibilidade de serviços de telecomunicações aos usuários e clientes.

## PREMISSAS

Este conjunto de recomendações pode ser adotado de imediato pelas empresas da ABRATE, sendo que as particularidades de cada empresa definirão quais recomendações serão aplicáveis.

## ABREVIATURAS

- OPGW: Optical Ground Wire
- OTDR: Optical Time Domain Reflectometer
- PMD: Polarization Mode Dispersion
- LT: Linha de Transmissão
- DGO: Distribuidor Geral Óptico
- BEO: Bastidor de Emenda Óptica
- DIO: Distribuidor Interno Óptico
- dB: Decibel
- m: metro
- k: quilo
- n: nano
- $\mu$ : micro

## TERMINOLOGIA

### CABO PÁRA-RAIOS COM FIBRAS-ÓPTICAS - OPGW

Cabo pára-raios de cobertura ou guarda, utilizado preferencialmente em linhas aéreas de transmissão de energia elétrica, construído de modo a abrigar fibras ópticas em seu interior. *Composite overhead ground wire with optical fiber (OPGW)*.

### CAIXA DE EMENDA DO CABO OPGW

Dispositivo utilizado para abrigar fibras ópticas de cabos OPGW após a emenda / fusão destas fibras e que é fixado nos pórticos de subestações, nas torres e/ou postes da linha de transmissão ou subtransmissão.

### ENLACE ÓPTICO

Conjunto de cabo óptico e equipamentos associados que interligam duas estações.

### FUSÕES DE FIBRAS ÓPTICAS

Procedimento utilizado para emendar fibras ópticas.

### LT

Linha de Transmissão de energia elétrica.

### OTDR - REFLECTÔMETRO ÓPTICO TEMPORAL

Equipamento de medição que é utilizado para localizar falhas e valores de atenuações ópticas em cabos ópticos.

### PARTE ÓPTICA DO CABO OPGW

Fibras ópticas, caixas de emendas de fibras ópticas, bastidor óptico de fibras ópticas e cabo óptico dielétrico que interliga a caixa de emenda do pórtico da subestação até o bastidor óptico de fibras.

### PARTE ELÉTRICA E MECÂNICA DO OPGW

Fios metálicos externos para encordoamento do cabo OPGW, elementos metálicos de proteção, presilhas e braçadeiras para fixação do cabo OPGW e das caixas de emendas, conjuntos de suspensão, conjuntos de ancoragem, amortecedores de vibração, elementos pré-formados, conectores, reparos pré-formados e dispositivos de sinalização aérea.

## SISTEMA DE TELECOMUNICAÇÃO

Conjunto integrado de equipamentos que interoperam em uma rede de transmissão de telecomunicações, o qual possibilita a prestação de serviços de telecomunicações de forma confiável aos usuários finais, através da transmissão de informações de voz, dados e imagem de um ponto a outro do sistema.

Este sistema atende às necessidades de comunicação corporativa e de clientes externos, envolvendo tanto a gestão técnica-operacional quanto a gestão empresarial, contribuindo para a realização dos processos de geração, transmissão e distribuição de energia.

## **CARACTERÍSTICAS GERAIS DOS TESTES E ENSAIOS**

### Testes nos Materiais

Os materiais que compõem o fornecimento devem ser submetidos a testes em fábrica ou laboratório de terceiros, devidamente credenciados, para verificação do atendimento às características especificadas pelas empresas contratantes.

Os testes e ensaios devem ser realizados conforme as especificações técnicas e atender às prescrições das Normas Técnicas vigentes.

Os testes previstos são classificados em testes de tipo (Q), testes de rotina (N), testes de recebimento (N) e testes de campo.

Os testes de recebimento e de campo devem ser acompanhados no local por inspetores das empresas contratantes. Para os testes de tipo e rotina, a necessidade de acompanhamento no local fica a critério das empresas contratantes.

Os teste e ensaios recomendados nas normas e neste documento não invalidam a realização, por parte do fabricante, daqueles que julgar necessários ao controle da qualidade do seu produto.

#### a) Testes de tipo

A execução dos testes de tipo objetiva comprovar a adequação do projeto dos materiais (cabos, fibras ópticas, caixas de emenda, DGOs, ferragens e acessórios para OPGW) quanto aos requisitos ópticos, elétricos e mecânicos. Devem ser realizados em amostras de materiais fabricados como pré-série para cada tipo de material.

Após a realização com sucesso dos ensaios de tipo, o fabricante ou laboratório deve atestar que os materiais encontram-se aprovados de acordo com os ensaios especificados.

b) Testes de rotina

Os testes de rotina são definidos como aqueles a serem executados como parte do processo de produção para assegurar que a fabricação está se processando ou se processou normalmente e que nenhum defeito está sendo ou foi causado por mão de obra deficiente, material defeituoso ou manuseio inadequado.

c) Testes de recebimento

Os testes de recebimento são os realizados nas instalações do fabricante ou em local sob sua responsabilidade, por ocasião do recebimento de cada lote e com a presença de inspetores da empresa contratante.

d) Testes de campo

Os testes de campo visam verificar as perfeitas condições dos materiais fornecidos após o transporte e manuseio e após a instalação dos mesmos nas Linhas de Transmissão de Energia Elétrica.

## RESPONSABILIDADES

Recomenda-se uma interação entre as áreas de telecomunicações e de linhas de transmissão das empresas em relação à elaboração das especificações, no tocante às partes ópticas e elétrico/mecânicas dos cabos OPGW e acessórios.

## 1. RECOMENDAÇÃO PARA ESPECIFICAÇÃO DE FIBRAS ÓPTICAS

### 1.1 OBJETIVO

Esta recomendação descreve as características e parâmetros ópticos e geométricos necessários para especificação de fibras ópticas para projetos de cabos OPGW no uso em sistemas de telecomunicações.

## 1.2 NORMAS PERTINENTES

### **ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas**

NBR 13488 - norma ABNT que especifica a fibra óptica tipo monomodo de dispersão normal

### **IEC - International Electrotechnical Commission**

60794-1 - Optical Fibers Cables.

### **ITU - International Telecommunication Union**

G.650.1 - Definitions and test methods for linear, deterministic attributes of single-mode fibre and cable.

G.652 - Characteristics of a single-mode optical fibre and cable

## 1.3 CARACTERÍSTICAS ÓPTICAS

As fibras ópticas deverão atender prioritariamente a NBR 13488 e demais normas relacionadas (ITU e IEC, nesta ordem).

Os parâmetros a seguir referem-se a fibra monomodo dispersão normal (standard).

### **a) Comprimento de onda de operação**

As fibras ópticas que compõem os cabos ópticos são do tipo monomodo Standard.

Os comprimentos de onda de operação deverão ser:

- 1310 nm e 1550 nm.



### **b) Faixa do comprimento de onda**

Na segunda janela, onde o comprimento de onda de operação é 1310 a faixa do comprimento de onda deve se situar entre 1280 e 1330nm. No caso da terceira janela de operação (1550 nm) esta faixa deve ser de 1520 a 1570nm.

### **c) Comprimento de onda de corte**

Deverá ser 1260 nm, conforme G.652 do ITU.

### **d) Coeficiente de atenuação das fibras ópticas**

O coeficiente de atenuação máxima deverá ser 0,35 dB/km, para o comprimento de onda de 1310 nm e 0,21 dB/km para o comprimento de onda 1550 nm.

O fornecedor deverá apresentar junto com a proposta um gráfico das características de atenuação da fibra em função do comprimento de onda.

### **e) Influência da temperatura na atenuação**

A variação da atenuação das fibras ópticas por ciclo de variação térmica ( $\Delta A_t$ ) deverá seguir os valores a seguir:

$\Delta A_t = 0,00$  dB/km para temperaturas entre  $-15^\circ\text{C}$  a  $+50^\circ\text{C}$

$\Delta A_t \leq 0,05$  dB/km para temperaturas entre  $-30^\circ\text{C}$  a  $+65^\circ\text{C}$

### **f) Uniformidade de atenuação**

As fibras ópticas não devem apresentar irregularidade de atenuação, sendo a variação máxima desta, como função do comprimento de onda, em relação ao comprimento de onda nominal de operação, inferior a 0,10 dB/km para a janela de 1310 nm e 0,05dB/Km, para a terceira janela de 1550nm.

### g) Coeficiente de Dispersão cromática (D)

O coeficiente de dispersão cromática para qualquer comprimento é calculado através da seguinte fórmula:

$$\frac{\lambda S_{0max}}{4} \left[ 1 - \left( \frac{\lambda_{0max}}{\lambda} \right)^4 \right] \leq D(\lambda) \leq \frac{\lambda S_{0max}}{4} \left[ 1 - \left( \frac{\lambda_{0min}}{\lambda} \right)^4 \right]$$

Nos itens h) e i) são descritos os parâmetros  $S_{0max}$ ,  $\lambda_{0min}$  e  $\lambda_{0max}$  necessários para a obtenção dos valores deste coeficiente.

De acordo com as janelas de operação definidas nesta recomendação o coeficiente de dispersão cromática deverá possuir os seguintes valores:

Para a segunda janela:

$D \leq 3,0$  ps/nm x km em 1310nm;

$D \leq 3,5$  ps/nm x km entre 1280 e 1330nm.

Para a terceira janela:

$D \leq 18,0$  ps/nm x km em 1550nm;

$D \leq 19,0$  ps/nm x km entre 1520 e 1570nm.

### h) Inclinação da onda de dispersão ( $S_{0max}$ )

A inclinação da onda de dispersão deve ser de no máximo 0,093 ps/nm<sup>2</sup>.km

### i) Comprimento da onda de dispersão ( $\lambda_0$ )

O comprimento da onda de dispersão é utilizado para o cálculo do coeficiente de dispersão cromática e seus valores extremos são definidos por:

$\lambda_{0min} = 1300$  nm

$\lambda_{0max} = 1324$  nm

Os valores exatos destes parâmetros deverão ser fornecidos pelo fabricante do cabo de fibra óptica.

### **j) Dispersão por modo de polarização (PMD)**

O coeficiente de dispersão por modo de polarização deve ser, para teste em fábrica:

$$\leq 0,2 \frac{\text{ps}}{\sqrt{\text{km}}}$$

## **1.4 CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS**

### **a) Diâmetro do campo modal**

O diâmetro do campo modal deverá seguir os seguintes valores dependentes da janela de transmissão:

Para a janela de 1310:  $9,3 \pm 0,5 \mu\text{m}$

Para a janela de 1550:  $10,5 \pm 0,8 \mu\text{m}$

### **b) Diâmetro da casca**

O diâmetro externo da casca deverá ser de  $125,0 \mu\text{m} \pm 2,0 \mu\text{m}$ .

### **c) Diâmetro do revestimento primário**

O diâmetro da fibra contabilizando seu revestimento deverá ser de  $245 \mu\text{m} \pm 10 \mu\text{m}$ .

### **d) Erro de concentricidade do Núcleo**

Este parâmetro indica o quão central está o núcleo da fibra em relação à casca. Quanto maior este erro maior são as distorções ou degradações que podem ser causadas no sinal, desta forma a minimização deste valor é desejável. O erro de concentricidade do núcleo deve ser menor que  $0,8 \mu\text{m}$ .

#### **e) Erro de concentricidade Fibra/revestimento**

O erro de concentricidade da fibra em relação ao revestimento deve ser menor que 12  $\mu\text{m}$ .

#### **f) Não circularidade da casca**

A não circularidade da casca deverá ser menor que 2,0%.

### **1.5 MATERIAL DE FABRICAÇÃO**

O núcleo e a casca da fibra deverão constituir-se de vidro, predominantemente sílica ( $\text{SiO}_2$ ). A fim de diminuir os efeitos danosos da presença de hidrogênio no cabo, a médio e longo prazos, as fibras deverão ser projetadas de forma a minimizar a utilização de fósforo na dopagem do seu núcleo.

O material do revestimento primário da fibra óptica deverá ser acrilato, tal que proteja a fibra de sofrer incremento de atenuação a médio e longo prazos, devido a "stress" mecânico localizado. O Fornecedor deverá discriminar as propriedades físico-químicas do material utilizado como revestimento e a forma de removê-lo.

## **2. RECOMENDAÇÃO PARA ESPECIFICAÇÃO DE CABOS OPGW**

### **2.1 OBJETIVO**

Este documento visa realizar recomendações para a especificação de cabos ópticos OPGW, para instalação em linhas de transmissão de energia elétrica.

## 2.2 DEFINIÇÃO

Cabo pára-raios de cobertura ou guarda, utilizado preferencialmente em linhas aéreas de transmissão de energia elétrica, é o cabo construído de modo a abrigar fibras ópticas em seu interior. *Optical Ground Wire (OPGW)*.

## 2.3 NORMAS PERTINENTES

NBR 14074:2009: norma ABNT que especifica “Cabos pára-raios com fibras ópticas (OPGW) para linhas aéreas de transmissão – requisitos e métodos de ensaio”;

Resolução Anatel N°348 de 2003.

## 2.4 PARÂMETROS DO CABO OPGW

Para especificar o cabo óptico OPGW, o comprador deve citar a norma referente ao tipo de cabo desejado e também deverá definir parâmetros ópticos, elétricos e mecânicos.

Os principais parâmetros ópticos são:

- a)
- b) Quantidade de fibras ópticas

Nos cabos padronizados pelas normas ABNT, as fibras ópticas são agrupadas em unidades básicas que podem conter seis ou doze fibras ópticas. Outras formações podem ser definidas com o fornecedor.

- c) Tipo de fibras ópticas

As fibras ópticas são classificadas quanto à:

- dispersão modal: multimodo ou monomodo,
- dispersão cromática: normal ou quase zero,
- atenuação em dB/km,
- dispersão por polarização PMD.

c) Formação do núcleo

As unidades básicas podem ser acondicionadas em tubos encordoados, tubo único ou ranhuras.

Os parâmetros elétricos e mecânicos estão relacionados às características da linha de transmissão na qual o cabo OPGW será instalado e são definidos pelas áreas de linhas de transmissão.

Considerando situações verificadas em campo, nas quais há escorregamento das fibras para o interior das caixas de emendas e também casos nos quais as fibras ficam tracionadas a tal ponto de atenuarem-se ou romperem-se, recomenda-se evitar a compra de cabo com tubete único central sem encordoamento com fibra loose.

Recomenda-se, preferencialmente, duas camadas de fios sobre as unidades ópticas metálicas. No caso de se utilizar apenas uma camada de fios sobre a unidade óptica metálica, estes fios deverão ter diâmetro mínimo de 3,0mm, sendo, preferencialmente, de aço galvanizado.

Recomenda-se que seja adquirido como sobressalente bobina de cabo OPGW com tamanho igual à maior bobina instalada na linha de transmissão.

## 2.5 ENSAIOS

Os ensaios em fábrica relacionados a cabos OPGW estão definidos na norma NBR 14074:2009. Os ensaios poderão ser de rotina (R) ou de tipo (T).

Os ensaios estão divididos em: ópticos, elétricos, mecânicos, ambientais e dimensionais.

Ensaio em campo, normalmente ficam restritos a ensaios ópticos, incluindo atenuação, PMD, dentre outros.

Os ensaios de qualificação poderão ser dispensados quando os cabos já estiverem certificados e homologados pela ANATEL, conforme a resolução 348 de 02 de setembro de 2003.

A bobina deve ter condição para que sejam efetuados os testes no cabo na bobina nos dois sentidos, sendo que deverá ser reservada uma sobra de cinco metros na ponta interna.

## **2.6 TRANSPORTE E ARMAZENAMENTO**

Para cabo OPGW a ser instalado, a bobina deverá ser fornecida em carretel de madeira.

Para cabo OPGW de reserva a bobina deverá ser fornecida em carretel metálico resistente a corrosão.

O comprador pode solicitar aplicação de um dispositivo de puxamento compatível com a aplicação do cabo na extremidade externa.

Cada bobina de cabo deve suportar um lance a ser instalado, não devendo ser fornecida bobina com dois ou mais lances de cabo.

O transporte, armazenamento e utilização das bobinas de cabo óptico devem ser feitos conforme NBR 14074:2009 e outras normas NBR relacionadas nesta.

## **2.7 GARANTIA**

O período de garantia deve ser informado quando da emissão do pedido de compra. Recomenda-se no mínimo 60 meses.

## **2.8 INSTALAÇÃO EM CAMPO**

Para as especificações dos serviços de instalação dos cabos OPGW, deverão ser levados em conta as normas vigentes, orientações dos fabricantes e normas internas da área de "linhas de transmissão" das empresas contratantes.

## **3. RECOMENDAÇÃO PARA ESPECIFICAÇÃO DE CABOS ÓPTICOS DIELÉTRICOS**

### **3.1 OBJETIVO**

Este documento visa realizar recomendações para a especificação de cabos ópticos dielétricos modalidades instalação em duto.

### 3.2 DEFINIÇÃO

Cabo óptico dielétrico é um conjunto de materiais não condutores de eletricidade, constituído por: fibras ópticas monomodo, revestidas em acrilato, elemento(s) de proteção da(s) unidade(s) básica(s), elemento(s) de tração dielétrico(s), eventuais enchimentos; com elemento(s) de proteção da unidade(s) básica(s) e núcleo resistente à penetração de umidade e protegidos por revestimento de material termoplástico.

### 3.3 NORMAS PERTINENTES

NBR 14566: norma ABNT que especifica o cabo óptico dielétrico para aplicação subterrânea em duto e aérea espinado;

Resolução ANATEL N°299.

### 3.4 PARÂMETROS DO CABO DIELETRICO

Para especificar o cabo óptico dielétrico, o comprador deve citar a norma referente ao tipo de cabo desejado e também deverá definir os seguintes parâmetros:

#### d) Quantidade de fibras ópticas

Nos cabos padronizados pelas normas ABNT, as fibras ópticas são agrupadas em unidades básicas que podem conter seis ou doze fibras ópticas. Outras formações podem ser definidas com o fornecedor.

#### e) Tipo de fibras ópticas

As fibras ópticas são classificadas quanto à:

- dispersão modal: multimodo ou monomodo,
- dispersão cromática: normal ou quase zero,
- atenuação em dB/km,
- dispersão por polarização PMD.



c) Formação do núcleo

As unidades básicas podem ser acondicionadas em tubos encordoados, tubo único ou ranhuras.

d) Tipo de proteção à umidade: cabo seco ou geleado.

e) Tipo de revestimento externo: normal, retardante à chama e anti-roedor.

f) Identificação e marcação seqüencial na capa do cabo.

### 3.5 INSPEÇÃO E TESTES

Os tipos de inspeção e os testes correlatos estão definidos nas normas ABNT, citadas neste documento. As inspeções podem ser:

N: normal ou de rotina;

P: periódica;

Q: qualificação ou de tipo.

Os ensaios de qualificação poderão ser dispensados quando os cabos já estiverem certificados e homologados pela ANATEL, conforme a resolução 299 de 20 de junho de 2002.

### 3.6 TRANSPORTE E ARMAZENAMENTO

Cada lance de cabo deverá ser acondicionado em carretel de madeira conforme as normas ABNT citadas neste documento.

O comprador pode solicitar aplicação de um dispositivo de puxamento compatível com a aplicação do cabo na extremidade externa.

Se o comprimento para o lance do cabo for diferente de 2000m, deverá ser informado o comprimento desejado quando da emissão do pedido de compra.

O transporte, armazenamento e utilização das bobinas de cabo óptico devem ser feitos conforme NBR 7310.

### **3.7 GARANTIA**

O período de garantia deve ser informado quando da emissão do pedido de compra. Recomendamos no mínimo 60 meses.

## **4. RECOMENDAÇÃO PARA ESPECIFICAÇÃO DE ACESSÓRIOS PARA CABOS OPGW**

### **4.1 OBJETIVO**

Este documento visa estabelecer recomendações com parâmetros e condições mínimas a serem exigidas dos fornecedores na fabricação, aceitação, transporte e fornecimento de acessórios para cabos pára-raios com fibras ópticas (OPGW), utilizados nas linhas aéreas de transmissão de energia elétrica.

### **4.2 NORMAS TÉCNICAS**

#### **ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas**

NBR 5422: Projetos de Linhas de Transmissão de Energia Elétrica;

NBR 7095: Ferragens eletrotécnicas para linhas de transmissão e subestações de alta tensão e extra alta tensão;

NBR 14402: Conjunto de emenda aéreo para cabos ópticos – Especificação;

NBR 14433: Conectores montados em cordões ou cabos de fibras ópticas e adaptadores – Especificação;

NBR 15237: Esfera de sinalização diurna para linhas aéreas de transmissão de energia elétrica - Especificação;

NBR 15874: Ferragens eletrotécnicas e acessórios para cabos OPGW — Requisitos e métodos de ensaio.

### **4.3 CAIXAS DE EMENDAS PARA CABOS OPGW**

#### **Características gerais**

As caixas de emendas são dispositivos fixados nos pórticos de subestações, nas torres e/ou postes da linha de transmissão ou subtransmissão e tem como função principal impedir que as fibras ópticas, após serem emendadas por fusão e protegidas por meio de tubetes termocontráteis, fiquem acomodadas de modo a evitar qualquer esforço mecânico.

As caixas de emendas devem ser dotadas de bandejas de arranjo e fixação das emendas, com capacidade para acomodar, fixar e proteger a quantidade de emendas especificada.

A caixa de emenda deve possibilitar a perfeita acomodação das emendas ópticas e do excesso de fibra óptica utilizado no processo, permitindo uma fácil identificação das unidades básicas.

A caixa de emenda deve ser metálica, à prova de tiro (no mínimo calibre 38) e fabricada com processos adequados para evitar corrosão, mesmo em atmosfera salina ou poluída. O conjunto deverá ser vedado, de forma a não permitir a entrada de umidade.

A caixa de emenda deve possuir um dispositivo que assegure uma conexão elétrica perfeita com o cabo OPGW.

A caixa de emenda deve permitir a entrada de cabos ópticos através de orifícios localizados em sua parte inferior, em número que depende do projeto, os quais devem estar devidamente identificados, além de convenientemente vedados no caso de não serem utilizados.

A caixa deve permitir a reentrada na área de emenda, em caso de necessidade, sem que seja preciso substituir parcial ou totalmente suas partes ou componentes e sem prejuízo do desempenho óptico das emendas nela alojadas.

Deverão acompanhar a caixa de emenda, materiais de preparação, fixação dos cabos e vedação para as entradas existentes na caixa, tais como: mantas termocontráteis, lixas, anéis, fitas, ferragens, parafusos, etc.

Caso seja necessária a utilização de materiais específicos para a vedação da caixa de emenda tais como, borrachas, cintas, etc., estes devem ser identificados e fornecidos a título de “materiais de reserva recomendados”, na proporção de vinte por cento do total de caixas de emendas a serem fornecidas.

O fornecimento deve atender a norma NBR 14402 e demais normas citadas ou relacionadas a caixas de emendas para cabos ópticos.

Todo material ferroso deve ser galvanizado (imersão a quente), salvo quando indicado de outro modo. Todos os componentes de ferragens que exijam galvanização devem estar de acordo com as Normas ASTM A-123, A-143 e A-153.

### **Instalação das caixas de emenda**

As caixas de emendas devem ser projetadas para serem fixadas às estruturas (metálicas ou postes de concreto) das LTs, geralmente em altura superior a 8 (oito) metros do solo. A definição do ponto de fixação das caixas de emendas às torres da Linha de Transmissão deverá obedecer aos seguintes critérios:

- O comprimento final do cabo de descida na torre, depois da reserva técnica instalada (escolta), deverá ser suficiente para permitir a descida da caixa de emenda ao solo, com uma sobra de 2 metros.

- A altura mínima do cabo OPGW de descida nas torres ou caixa de emendas, em relação ao solo, deverá ser de 6,0 metros. A distância mínima da reserva técnica até a fase mais próxima deverá ser calculada em função da classe de tensão da Linha, sendo a distância mínima, na projeção vertical e horizontal, de aproximadamente 1,50 metros.

- O comprimento de cabo da reserva técnica deve ser de 25 a 30 metros de cada ponta de cabo.

- Além do comprimento de cabo necessário acima, deverá ser prevista uma sobra de 10 metros em cada extremidade do lance, para permitir a realização da emenda no solo, durante a instalação do cabo OPGW.

- A altura da caixa de emenda nos pórticos das SE's deverá ser de 1,5 metros em relação ao solo.

- Quando necessário, deverá ser implantado sistema que impeça a escalada em torres com caixa de emenda.

Os valores de sobra do cabo, indicados acima, deverão estar contemplados no comprimento total das bobinas.

### **Teste de tipo em caixas de emenda**

Os testes de tipo estão descritos na norma NBR 14402 e demais normas citadas, sendo também recomendado o teste de vandalismo:

- Teste de vandalismo

Este teste visa comprovar o desempenho da caixa de emenda quanto à hermeticidade após ato de vandalismo praticado com armas de fogo.

Os procedimentos a serem adotados para o teste são os seguintes:

- Calibre: mínimo .38;
- Distância: 06 (seis metros).

Após os disparos, não deverá haver danos físicos à caixa que comprometam as suas integridade e estanqueidade.

### **Testes de rotina em caixa de emenda**

Devem ser realizados pelo fabricante, durante e após o processo de fabricação, os testes necessários para garantir a qualidade dos materiais produzidos.

### **Testes de recebimento em caixas de emenda**

O fornecedor deve apresentar os relatórios de todos os testes e ensaios realizados, os quais são requeridos nas normas e especificações das empresas contratantes.

## **4.4 FERRAGENS PARA CABOS OPGW**

O fornecimento das ferragens para cabos OPGW deve atender as normas NBR-15874 e NBR-15237, e quando for o caso, também a NBR-7095, assim como os testes e ensaios nelas relacionados.

### **Características gerais**

Os acessórios a serem fornecidos para a instalação do cabo pára-raios óptico deverão observar as condições de não afetarem a unidade óptica e preservarem o raio mínimo de curvatura do cabo.

Deverão ser fornecidos desenhos dos materiais, ferragens e acessórios, indicando todas as medidas e pesos com tolerâncias, torque de aperto dos parafusos, descrição dos materiais, dados técnicos, método da fabricação e acabamento empregados e marcação das peças e instruções de instalação.

As principais ferragens e acessórios para cabos OPGW e suas características são descritos a seguir.

#### **a) Conjunto de suspensão**

O conjunto de suspensão é o sistema utilizado para suspensão do cabo OPGW em torres de suspensão, sendo composto por um grampo de suspensão e todos os demais acessórios necessários para a fixação do cabo.

Os grampos de suspensão podem ser do tipo convencional ou pré-formado AGS (Armor Grip Suspension).

#### **b) Conjunto de ancoragem**

O conjunto de ancoragem é o sistema utilizado para ancoragem do cabo OPGW em torres de ancoragem ou pórticos.

O conjunto é chamado de ancoragem passante quando houver chegada e saída de cabo na torre, sendo composto por dois grampos de ancoragem e todos os demais acessórios necessários para a fixação dos cabos.

O conjunto é chamado de ancoragem terminal quando houver apenas chegada ou saída de cabo na torre ou pórtico, sendo composto por um grampo de ancoragem e todos os demais acessórios necessários para a fixação do cabo.

#### **c) Amortecedores de vibração**

Podem ser utilizados amortecedores do tipo pré-formado (SVD), Stockbridge ou de outro tipo, os quais devem ser definidos para as condições de projeto das linhas de transmissão onde serão instalados.

A fixação dos amortecedores ao cabo deve ter uma área de contato suficientemente grande, de modo a não afetar a eficiência mecânica, elétrica e óptica do cabo. Os amortecedores não devem deslizar, torcer ou causar desgastes no cabo, em consequência de sua fixação.

A fixação ao cabo deve ser projetada de modo a manter os amortecedores em posição, sob as mais severas condições de vibração, durante toda sua vida útil e levando-se em consideração a deformação do cabo, ciclo térmico, envelhecimento, etc.

Os amortecedores devem ser projetados de modo a permitir sua instalação e remoção utilizando ferramentas de uso convencional e sem que seja necessário desmontar seus componentes.

#### **d) Reparo pré-formado para manutenção**

Os reparos pré-formados devem ser projetados para reforçar o cabo quando este estiver avariado.

O reparo pré-formado, quando instalado sobre a camada externa do cabo, deve restaurar a resistência elétrica deste a um valor igual ou menor do que a resistência do cabo não avariado.

#### **e) Dispositivos de sinalização aérea**

Os dispositivos de sinalização aérea devem atender a norma NBR-15237 e demais normas relacionadas.

#### **Testes de tipo em ferragens e acessórios**

Os testes de tipo recomendados são os descritos nas normas.

#### **Testes de rotina em ferragens e acessórios**

Devem ser realizados pelo fabricante, durante e após o processo de fabricação, os testes definidos nas normas e os necessários para garantir a qualidade dos materiais produzidos.

#### **Teste de recebimento em ferragens e acessórios**

O fornecedor deve apresentar os relatórios de todos os testes e ensaios realizados, os quais são requeridos nas normas e especificações das empresas contratantes.

Recomenda-se, no mínimo, a execução dos seguintes testes de recebimento:

- Resistência mecânica;
- Determinação das características do revestimento.

## 4.5 DGO

### Características gerais

O DGO é um equipamento composto de solução mecânica e óptica, com a finalidade múltipla de:

- Terminar cabos ópticos no interior das salas de equipamentos de telecomunicações (shelters ou prédios);
- Abrigar componentes ópticos como conectores, adaptadores e cordões ópticos internos e externos;
- Abrigar emendas ópticas em módulos destinados a este fim;
- Abrigar, eventualmente, outros equipamentos de telecomunicações periféricos.

Os DGO's como configuração básica são compostos por um bastidor (rack), sub-bastidor para módulos de passantes verticais ou horizontais, módulo de emenda óptica e distribuição (BEO/DIO), gaveta de acomodação de reservas de tubos loose, gaveta de acomodação de reservas de cordões de manobra (jumpers) e organizadores frontais e laterais.

Os bastidores deverão ser fornecidos com todos os materiais necessários à organização do mesmo (guias laterais, parafusos, abraçadeiras e manual de instalação), bem como componentes aplicados às emendas previstas (protetores de emenda, termo-contrátil, pente de alocação de pigtails (conector + extensão de fibra óptica para emenda), identificação de pigtails e relatório de medição) e manual de instalação.

Os bastidores deverão ser fornecidos com todos os materiais necessários para a devida acomodação de todos os cabos, conexões, cordões e extensões monofibra previstos.

A quantidade de terminações do DGO depende do projeto.

Deverá possuir local para identificação visível dos conectores, adaptadores e emendas, e porta com fecho de chave.

Os bastidores de maior porte deverão atender ao padrão 19" .

Cada pigtail interno deverá ter uma reserva de, no mínimo, 1m (metro).

A gaveta de acomodação de reserva de tubo loose deverá acomodar a reserva de, no mínimo, 1 m (metro), multiplicado pelo número de tubos loose aplicados.



A gaveta de acomodação de reserva de cordões de manobra (jumpers) deverá acomodar, no mínimo, 1,5m (metro) de cordão multiplicado pelo número de cordões aplicados.

O organizador frontal de cordões de manobra deverá ser bi-direcional e compatível com a capacidade de fibras aplicadas.

As gavetas, portas ou outras partes móveis deverão ser de fácil manuseio e oferecer segurança às fibras ópticas e adaptadores.

Deverão ser observados os raios mínimos de curvatura das fibras ópticas.

Os conectores ópticos deverão atender a NBR – 14433 e IEC 61754 (Fibre Optic Connector Interfaces), possuir mecanismo de trava Push Pull ou rosqueável, com as seguintes características ópticas mínimas:

- Faixa de Operação (monomodo) 1310 a 1550 nm
- Polimento APC
- Perda por Retorno (RL) maior ou igual a 60 dB
- Perda por Inserção (IL) menor ou igual a 0,15 dB
- Tempo de Vida Útil maior ou igual a 500 ciclos

As partes integrantes dos DGO's deverão ser constituídas conforme descrito abaixo:

- Bastidores (estrutura, teto e base) – estrutura em chapa de aço SAE 1010/1020 e pintura epóxi-pó.
- Sub-bastidores – estrutura em alumínio anodizado.
- Bandejas BEO/DIO – estrutura em chapa de aço SAE 1010/1020 e pintura epóxi-pó.
- Gavetas de acomodação – estrutura em chapa de aço SAE 1010/1020 e pintura epóxi-pó.
- Painel guia – estrutura em chapa e aço SAE 1010/1020, pintura epóxi-pó e guias em plástico injetável.

### **Testes de rotina e tipo no DGO**

Devem ser realizados pelo fabricante, durante e após o processo de fabricação, os testes necessários para garantir a qualidade dos materiais produzidos.

### **Testes de recebimento no DGO**

O fornecedor deve apresentar os relatórios de todos os testes e ensaios realizados, os quais são requeridos nas normas e especificações das empresas contratantes.

### **4.6 TRANSPORTE E ARMAZENAGEM**

O método de embalagem deve garantir a proteção dos materiais e equipamentos a serem fornecidos contra eventuais danos durante o transporte, manuseio, armazenamento ao tempo e instalação.

Antes do embarque, o fornecedor deve proteger e preservar todo o fornecimento contra perda, corrosão e outros danos, ficando a seu encargo os ônus resultantes do uso de embalagens defeituosas ou inadequadas.

Deve ser utilizado acolchoamento, calços ou espaçadores para separar as peças e impedir os seus deslocamentos na embalagem.

As ferragens, os acessórios, DGOs e as caixas de emendas devem ser embalados adequadamente, de forma a suportar as vibrações provocadas pelo transporte rodoviário em estradas de terra. As caixas de emenda e os DGOs devem ser embalados individualmente.

Cada volume deverá ter marcado o nome da empresa Contratante, o nome do fornecedor e as demais informações necessárias para o adequado transporte e para a identificação do material.

### **4.7 GARANTIA**

Recomendamos que o período de garantia para os acessórios dos cabos OPGW seja no mínimo de 24 meses (60 meses quando fornecidos junto com o OPGW), a contar da data de entrega dos materiais.

## **5. RECOMENDAÇÃO PARA COMISSIONAMENTO DO ENLACE ÓPTICO DE CABOS OPGW**

### **5.1 OBJETIVO**

Esta recomendação visa estabelecer os procedimentos necessários para a realização do comissionamento de cabos ópticos OPGW.

### **5.2 PROCEDIMENTOS PARA COMISSIONAMENTOS**

#### **5.2.1 Recursos necessários:**

- Instrumentos, ferramentas e equipamentos:
  - OTRD - "Optical Time Domain Reflectometer";
  - Fonte Óptica portátil (1310nm e 1550nm);
  - Medidor portátil de Potência Óptica (1310nm a 1700nm);
  - Conjunto de fones ópticos;
  - Máquina de emenda óptica por fusão;
  - Clivador de precisão;
  - Bobina de lançamento (aproximadamente 1000m);
  - Kit de Limpeza;
  - Ferramentas, dispositivos e materiais para abertura de cabos.
  
- Documentação:
  - Dados do cabo e relatórios de testes do fabricante;
  - Projetos Aprovados.

### 5.2.2 Atividades necessárias:

Deverão ser executados os seguintes testes e medições:

- Testes de pré-lançamento;
- Teste de pós-lançamento;
- Teste de PMD;
- Medição de atenuação de emenda ;
- Teste de enlace (DGO - DGO) com OTDR (mapeamento de todas as caixas de emendas);
- Teste de atenuação total (DGO - DGO) com Fonte e Medidor de Potência;
- Medição de atenuação no enlace dB/km com OTDR;
- Testes e medições no DGO.

### 5.2.3 Procedimentos gerais para testes nas redes de cabos ópticos

Com o objetivo de criar uma referência para a fase de implantação, ou mesmo para apoio a manutenção, são descritos os procedimentos de testes básicos a serem seguidos pelas empresas contratadas que participam da implantação da Rede de Cabos Ópticos. Estes testes são pertinentes a todos os enlaces da rede óptica, sejam eles, utilizando cabos OPGW e/ou utilizando cabos Dielétricos.

#### 5.2.3.1 Testes

Para controle e aprovação de etapas, devem ser executados testes e medições nas fibras ópticas a fim de garantir qualidade nos serviços executados e o cumprimento das especificações estabelecidas.

Deve ser responsabilidade da empresa contratada, ter todos os equipamentos necessários devidamente calibrados/aferidos para a execução dos testes. Cópias dos certificados de calibração/aferição devem acompanhar os equipamentos no campo, para que possam ser apresentados à fiscalização, posteriormente deverão ser enviadas cópias do certificados a contratante de todos os equipamentos utilizados no campo.

A empresa contratada tem que fornecer à contratante os emuladores dos OTDR's utilizados, nas versões adequadas para possibilitar a análise dos traços.

Todos os testes devem ser executados com acompanhamento da fiscalização contratante. Ao término dos testes a empresa contratada deve entregar cópias dos formulários padrão (formulários conforme Anexo I), devidamente preenchidos e assinados pela empresa contratada e fiscal da contratante de campo. Os resultados das medições efetuadas devem ser acompanhados de CD com os referidos traços devidamente identificados.

Após a conclusão dos testes finais de uma rota completa, deverá ser fornecido pela empresa contratada CDs com todas as planilhas de testes e gráficos, devidamente identificados conforme padrão e formato fornecidos pela contratante.

#### **5.2.3.2 Cronograma de testes**

Para a validação de cada etapa do processo, será necessária a execução de testes que deverão obedecer a um cronograma específico.

Fabricação: Durante e após a fabricação dos cabos, deverão ser executados os testes definidos em norma e nas especificações, necessários para garantir a qualidade dos cabos, e os relatórios de testes deverão acompanhar a documentação do cabo ao ser entregue no canteiro de obras. Os relatórios serão utilizados para as atividades de fiscalização e deverão ser encaminhados posteriormente à contratante.

Recebimento das bobinas: Todas as bobinas deverão ser submetidas a TESTE DE PRÉ-LANÇAMENTO, nos dois sentidos, antes de serem liberadas para o lançamento, e as cópias dos gráficos e dos relatórios deverão ser entregues à fiscalização em campo.

Lançamento de cabo: Deve ser feito TESTE DE PÓS-LANÇAMENTO, nos dois sentidos, e as cópias dos gráficos e dos relatórios deverão ser entregues a fiscalização em campo.

Caixa de emendas: Durante as fusões, todas deverão ser monitoradas no mínimo em um sentido, onde deverão ser registradas as tentativas no formulário de RELATÓRIO DE TENTATIVA DE EMENDAS.

Após a conclusão das tentativas, fusões, fechamento da caixa e acomodação desta, deverão ser gravadas as MEDIÇÕES DE ATENUAÇÃO DE EMENDA nos dois sentidos com OTDR. Uma cópia, destes arquivos, deverá ser entregues à fiscalização no campo. Os traços deverão ser gravados em módulo de análise, e não em modo de impressão, também deverão estar com largura de pulso e average adequada, de modo que fique nítida a fusão que será analisada.

Aceite de rota: Com a conclusão das emendas, para o aceite do enlace deverão ser feitas medições no enlace, TESTE DE POTÊNCIA, TESTE DE ATENUAÇÃO POR KM, TESTE DE ENLACE, TESTE E MEDIÇÃO DO DGO.

As cópias dos testes bem como os arquivos por ele gerados deverão ser entregues à fiscalização de campo. Deverão ser fornecidos pela empresa contratada relatórios impressos, devidamente assinados e separados por enlace (DGO a DGO) com todos os testes (pré-lançamento, pós-lançamento, Teste de Potência, etc..) e medidas executadas.

Estes relatórios deverão conter também um diagrama unifilar do enlace, com todas as caixas de emendas, DGOs e comprimentos de lances devidamente identificados; um quadro de bobina relacionando o código da bobina, o tamanho desta e seu referido lance; e uma planilha com todos os valores de atenuação dos DGOs e nas emendas e suas médias parciais e gerais.

Deverão ser fornecidos em conjunto com os relatórios impressos, CDs com todas as planilhas, relatório e gráficos.

Nos testes de enlace deverá ser usado um único modelo de OTDR, para padronização e análise.

### **5.2.3.3 Tipos de testes e medições**

#### **a) Teste de pré-lançamento**

Com a finalidade de garantir a integridade dos cabos ópticos fornecidos, no que diz respeito a possível danificação de transporte, deve ser executado um teste prévio no cabo logo após a chegada no canteiro/almojarifado em todos os cabos.

#### Procedimentos:

Deve ser feita uma vistoria visual no cabo em busca de alguma avaria.

Com o uso do OTDR e bobina de lançamento deve-se checar em todos os cabos nos dois sentidos:

- Se a atenuação dB/Km das fibras está nos parâmetros do cabo (máximo 0,21dB/Km)
- A continuidade (comprimento das fibras, medido, igual em todas as fibras do cabo)
- A ocorrência de eventos (ocorrência de perda ou ganho)

Registros gerados:

- Relatório de Ensaio em Bobinas de Cabos Ópticos – “ PRÉ-LANÇAMENTO”
- CD com traços das fibras

### **b) Teste de pós-lançamento**

Este teste visa checar a integridade das fibras ópticas, após o lançamento e fixação, garantindo que o mesmo não foi danificado durante o processo de lançamento e fixação.

#### Procedimentos:

Com o uso do OTDR e bobina de lançamento deve-se checar em todos os cabos nos dois sentidos:

- Se a atenuação dB/Km das fibras está nos parâmetros do cabo (máximo 0,21dB/Km)
- A continuidade (comprimento medido igual a comprimento do cabo)
- A ocorrência de eventos (ocorrência de perda ou ganho)

Registros gerados:

- Relatório de Ensaio em Bobinas de Cabos Ópticos “PÓS-LANÇAMENTO”
- CD com traços das fibras

### **c) Teste de PMD (Polarization Mode Dispersion)**

O teste de PMD deverá ser executado na fábrica para que se possa checar, se a qualidade do cabo atende às especificações solicitadas. A contratante deverá indicar na especificação a necessidade de se realizar o teste de PMD do cabo após o lançamento (DGO a DGO), para conferir se o cabo após o lançamento e a acomodação, não alteraram as suas características além do limite especificado pela contratante.

#### **d) Medida da atenuação na emenda**

A medida da atenuação de uma emenda é realizada através de medições com OTDR, posicionado nas extremidades adjacentes ao ponto da emenda.

O valor adotado para a atenuação é a média do valor medido nos dois sentidos. Durante a execução da emenda, cada fibra deve ser monitorada pelo OTDR. Caso o resultado da média da perda apresentar-se maior que 0,10dB, a emenda deverá ser refeita (máximo de 4 tentativas).

##### Procedimento:

Com o uso do OTDR e bobina de lançamento deve-se checar em todos os cabos nos dois sentidos:

- Após a fusão, medir em 1 sentido, fibra a fibra, a atenuação da fusão com o uso de um OTDR e uma bobina de lançamento
- Preencher o formulário de tentativas, caso o valor unidirecional ultrapasse o valor de  $\pm 0,15\text{dB}$  ou a média da seja maior que 0,10dB. Neste caso a fusão deverá ser refeita, podendo-se ser feita no máximo 4 (quatro) vezes

Obs.: Será aceito por caixa até 10% das médias das emendas com valores entre 0,11 e 0,20dB.

Registros gerados:

- -“Relatório de tentativas de Emenda” – a ser preenchido no campo
- “Relatório de Emendas” – para compor o relatório de enlace

#### **e) Teste de enlace DGO-DGO**

Para manter um registro do enlace, com os valores definitivos, deve-se medir com o mesmo OTDR todas as fibras de DGO a DGO.

Para isso deve-se usar um pulso e um tempo adequado, de modo que se veja todo o enlace. Não se deve usar um pulso demasiado grande para que não ocorra uma sobreposição de eventos.



Procedimento:

Devem-se estar acopladas duas bobinas de lançamento, uma em cada extremidade do enlace.

Com o OTDR medir e gravar todas as fibras, repetir as medições no DGO oposto.

Registros gerados:

- “Teste de enlace DGO-DGO” – para compor o relatório de enlace
- CD com os traços

**f) Teste de atenuação total (dB)**

Teste de Potência

O objetivo desta medição é conhecer o valor da perda total no enlace e verificar, se há inversão das fibras nos pontos de emenda ou fibra quebrada.

Para a medida da atenuação total no enlace deve-se utilizar uma fonte óptica e um medidor de potência óptica (“power meter”).

Procedimentos:

Conectar com um cordão óptico ao power meter e outro na fonte óptica e com o uso de uma adaptador (passante) ligar um ao outro.

Injetar um sinal para gravar a referência da potência da fonte óptica (dBm) com o “power meter” na janela de operação da fibra (1550nm).

Conectar o power meter e a fonte nas extremidades do cabo, medir os valores.

A comunicação entre as equipes localizadas nas extremidades do cabo deve se dar através do conjunto portátil de telefone óptico (“fiber phone”), utilizando-se da última fibra que vai ser testada. Também pode ser utilizado um conjunto de rádios portáteis para curtas distâncias.

A atenuação máxima aceita deverá ser dada pelo comprimento do cabo multiplicado por 0,21dB mais a multiplicação do número de emendas por 0,10dB mais a perda de dois acoplamentos.

Perda Máxima Aceitável =  $D \times 0,21 + N \times 0,10 + 2 \times PA$

D = Distância do enlace (valor obtido com o OTDR)

N = Número de emendas

PA = perda de acoplamento de um conector

Repetir o procedimento para todas as fibras do cabo nos dois sentidos.

Este teste também tem o intuito de verificar a continuidade das fibras do enlace, inclusive verificando possíveis inversões de fibras no mesmo.

Registros gerados:

- “Relatório de Atenuação no Enlace – Power Meter”

### **g) Medida da atenuação no enlace (dB/km)**

Para a medida da atenuação em dB/km deve-se utilizar um OTDR; na janela de operação da fibra (1550 nm) e nos dois sentidos, conforme solicitado no formulário anexo 1: “Relatório de Atenuação (dB/km) – OTDR”.

#### Procedimentos:

Medir com o OTDR o comprimento do cabo óptico.

Usando o OTDR verificar a atenuação da emenda de cada fibra sob teste.

Multiplicar o comprimento do cabo pela sua atenuação especificada pelo fabricante. Esta atenuação é 0,21 dB/km para 1550 nm.

A atenuação total do enlace também vai ser dada pela soma do resultado obtido acima com o valor da atenuação da emenda medido com o OTDR. A atenuação total encontrada deve ser aproximadamente igual ao valor encontrado usando a fonte óptica e o “power meter”.

A atenuação em dB/km é o cociente da atenuação total dividida pelo comprimento do cabo em km.

A equação seguinte descreve a obtenção da atenuação em dB/km:

$$A = [0,21 L + A1] / L$$

onde:

A = atenuação em dB/km;

L = comprimento do cabo em km (medido com o OTDR);

0,21 = atenuação especificada pelo fabricante da fibra em dB / km;

A1 = atenuação na emenda da fibra (medida com o OTDR).

A medida deve ser feita na janela de operação (1550 nm) da fibra e nos dois sentidos, e os resultados obtidos devem ser registrados conforme solicitado no formulário de registro de testes.

Registros gerados:

- “Atenuação do enlace” – a ser preenchido no campo

#### **h) Teste e medição do DGO**

Este teste deve ser realizado durante o teste de enlace e tem como objetivo, testar as fusões do DGO e conferir se os pigtails encontram-se dentro dos parâmetros aceitáveis.

Com o uso de um OTDR e duas bobinas de Lançamento, deve-se checar a perda no conector e fusão e a reflectância máxima (Return Loss).

A perda do conector deverá ser dada pela soma da perda do conector, mais a soma da fusão da bobina de lançamento (0,10dB) e a soma da fusão do DGO (0,10dB).

Ao ser medido o resultado da perda de sinal, será fornecido pelo OTDR o valor da Reflectância Máxima.

#### Procedimentos:

Conectar o OTDR com uma bobina de lançamento na primeira posição do DGO. No DGO do extremo oposto, conectar outra bobina de lançamento na mesma posição.

Com a aplicação de um pulso com a largura no tempo adequado deve-se medir a perda e a reflectância no DGO em todos os conectores.

A comunicação entre as equipes localizadas nas extremidades do cabo deve se dar através do conjunto portátil de telefone óptico (“fiber fone”), utilizando-se da última fibra que vai ser testada. Também pode ser utilizado um conjunto de rádios portáteis para curtas distâncias.

Após conclusão da medição em um DGO, deve-se repetir o processo no DGO oposto para medir no outro sentido.

Em enlaces acima de 70Km, para análise da perda do conector do DGO remoto, se não for possível separar a perda do conector da perda da emenda do pósito, para efeito de cálculo, considerar o valor lido menos 0,10dB. Esta ocorrência deverá ser registrada no campo comentário do formulário.

Registros gerados:

- “Perda por Reflectância”;
- “Perda por Conector”;
- CD com os traços da fibra.

### 5.3 PARÂMETROS DO OTDR

Valores a serem ajustados no OTDR:

- Índice de refração do cabo: o valor é fornecido pelo fabricante da fibra (valor de referência = 1,467).

- Largura do Pulso: de acordo com o comprimento e atenuação do cabo. Deve-se procurar usar sempre o menor pulso, aproximando o melhor possível as características do OTDR utilizado.

Referências :

20 ns – até 6 km – usado para visualizar o início da fibra;

50 ns – até 12 km;

100 ns – até 40 km;

1 $\mu$ s – até 100 km;

4 $\mu$ s – usado para visualizar o final da fibra em enlaces longos.

- Average: utilizar um número de médias que possibilite uma boa visualização da fibra.

- Tempo de amostragem: Para testes em enlaces grandes (100 Km, ou maior) devemos utilizar no mínimo 60 s.

- Range: utilizar OTDR com range mínimo adequado ao comprimento do enlace.

- Atenuação máxima:

- nas emendas por fusão, 0,10 dB;
- 10% das fibras em cada caixa podem estar com valores entre 0,10 a 0,20dB;
- 0,30 dB para as perdas nos conectores dos DGOs (para conectores E-2000).

- Reflectância máxima: nas conexões,  $\leq - 60$  dB (se o equipamento de medição fornecer os valores em módulo, considerar 60 dB) .

Obs.: Todos os equipamentos devem atender os parâmetros dos sistemas, como tipo de cabo e distância dos enlaces, se os enlaces testados são de longa distância, os equipamentos também deverão ser apropriados.

## 5.4 GERAL

A contratante poderá emitir relatório sobre a atuação da empresa contratada durante o período de testes, quanto ao desempenho, conhecimento técnico, pontualidade, relações interpessoais e retrabalho, com o objetivo de fornecer subsídios para novos contratos e garantir a qualidade dos serviços prestados. Na realização de todos os testes a contratante deverá estar presente e os resultados dos testes só terão validade se presenciados pela sua fiscalização.

## 5.5 ANEXOS

Anexo 1 – Modelo de relatórios.

Teste de pré-lançamento

Teste de pós-lançamento

Relatório de tentativas de emenda

Teste de emenda

Teste de atenuação total

Perda por Conector

Perda por reflectância

Atenuação no enlace (dB/Km)

Teste de enlace DGO-DGO

## 5.6 SEGURANÇA

Além dos procedimentos aqui descritos, recomenda-se incluir nas especificações para aquisição/installação de sistemas OPGW os procedimentos e orientações de segurança do trabalho, estabelecidos nas normas e procedimentos internos de cada empresa, necessários para a execução das atividades.

**Anexo 1 – Modelo de relatórios**

Ponto A		TESTE DE PRE-LANÇAMENTO				Ponto B	
		Rota:					
		Contratada:					
Bobina		Data				Máx. 0,21dB/Km em 1550 nm	
Tipo de Cabo		Fabricante:				Máx. 0,35dB/Km em 1310 nm	
OTDR A:		Identificação da Bobina					
Modelo		Comprimento do Cabo					
N° de Série e data de aferição:		Comprimento da Fibra					
Identificação			A->B		B->A		
Fibra n°	Grupo	Cor	dB	dB/Km	dB	dB/Km	
01	Grupo 01	Verde					
02		Amarelo					
03		Branco					
04		Azul					
05		Vermelho					
06		Violeta					
07		Marrom					
08		Rosa					
09		Preto					
10		Cinza					
11		Laranja					
12		Água					
13	Grupo 02	Verde					
14		Amarelo					
15		Branco					
16		Azul					
17		Vermelho					
18		Violeta					
19		Marrom					
20		Rosa					
21		Preto					
22		Cinza					
23		Laranja					
24		Água					
25	Grupo 03	Verde					
26		Amarelo					
27		Branco					
28		Azul					
29		Vermelho					
30		Violeta					
31		Marrom					
32		Rosa					
33		Preto					
34		Cinza					
35		Laranja					
36		Água					
37	Grupo 04	Verde					
38		Amarelo					
39		Branco					
40		Azul					
41		Vermelho					
42		Violeta					
43		Marrom					
44		Rosa					
45		Preto					
46		Cinza					
47		Laranja					
48		Água					
Comentários:							
Executante				Fiscal			

Ponto A		TESTE DE POS-LANÇAMENTO				Ponto B	
		Rota:					
		Contratada:					
Bobina		Data				Máx. 0,21dB/Km em 1550 nm	
Tipo de Cabo		Fabricante:				Máx. 0,35dB/Km em 1310 nm	
OTDR:		Identificação da Bobina					
Modelo		Comprimento do Cabo					
N° de Série e data de aferição:		Comprimento da Fibras					
Identificação			A->B		B->A		
Fibra nº	Grupo	Cor	dB	dB/Km	dB	dB/Km	
01	Grupo 01	Verde					
02		Amarelo					
03		Branco					
04		Azul					
05		Vermelho					
06		Violeta					
07		Marrom					
08		Rosa					
09		Preto					
10		Cinza					
11		Laranja					
12		Água					
13	Grupo 02	Verde					
14		Amarelo					
15		Branco					
16		Azul					
17		Vermelho					
18		Violeta					
19		Marrom					
20		Rosa					
21		Preto					
22		Cinza					
23		Laranja					
24		Água					
25	Grupo 03	Verde					
26		Amarelo					
27		Branco					
28		Azul					
29		Vermelho					
30		Violeta					
31		Marrom					
32		Rosa					
33		Preto					
34		Cinza					
35		Laranja					
36		Água					
37	Grupo 04	Verde					
38		Amarelo					
39		Branco					
40		Azul					
41		Vermelho					
42		Violeta					
43		Marrom					
44		Rosa					
45		Preto					
46		Cinza					
47		Laranja					
48		Água					
Comentários:							
Executante				FISCAL			



Ponto A		Relatorio de tentativas de Emenda												Ponto B													
Rota:		Contratada:																									
Caixa de Emenda:		Média Máxima 0,10 dB																									
Tipo de Cabo:		Janela: nm																									
OTDR A:		Nº de Série e data de aferição:																									
OTDR B:		Nº de Série e data de aferição:																									
		Fibra 01				Fibra 02				Fibra 03				Fibra 04				Fibra 05				Fibra 06					
Tentativa	A->B	Média	A->B	B->A	Média	A->B	B->A	Média	A->B	B->A	Média	A->B	B->A	Média	A->B	B->A	Média	A->B	B->A	Média	A->B	B->A	Média	A->B	B->A	Média	
1																											
2																											
3																											
4																											
		Fibra 07				Fibra 08				Fibra 09				Fibra 10				Fibra 11				Fibra 12					
Tentativa	A->B	Média	A->B	B->A	Média	A->B	B->A	Média	A->B	B->A	Média	A->B	B->A	Média	A->B	B->A	Média	A->B	B->A	Média	A->B	B->A	Média	A->B	B->A	Média	
1																											
2																											
3																											
4																											
		Fibra 13				Fibra 14				Fibra 15				Fibra 16				Fibra 17				Fibra 18					
Tentativa	A->B	Média	A->B	B->A	Média	A->B	B->A	Média	A->B	B->A	Média	A->B	B->A	Média	A->B	B->A	Média	A->B	B->A	Média	A->B	B->A	Média	A->B	B->A	Média	
1																											
2																											
3																											
4																											
		Fibra 19				Fibra 20				Fibra 21				Fibra 22				Fibra 23				Fibra 24					
Tentativa	A->B	Média	A->B	B->A	Média	A->B	B->A	Média	A->B	B->A	Média	A->B	B->A	Média	A->B	B->A	Média	A->B	B->A	Média	A->B	B->A	Média	A->B	B->A	Média	
1																											
2																											
3																											
4																											
		Fibra 25				Fibra 26				Fibra 27				Fibra 28				Fibra 29				Fibra 30					
Tentativa	A->B	Média	A->B	B->A	Média	A->B	B->A	Média	A->B	B->A	Média	A->B	B->A	Média	A->B	B->A	Média	A->B	B->A	Média	A->B	B->A	Média	A->B	B->A	Média	
1																											
2																											
3																											
4																											
Comentários:		Executante																								Fiscal	

Página 1

Ponto A		TESTE DE EMENDA				Ponto B	
		Rota:					
		Contratada:					
Caixa de Emenda:				Data:		Valor Máximo 0,10dB	
Tipo de Cabo:		Fabricante:				Janela: nm	
OTDR A:				OTDR B:			
Modelo				Modelo			
N° de Série e data de aferição:				N° de Série e data de aferição:			
Fibra n°	A->B	B->A	Média	Fibra n°	A->B	B->A	Média
01				37			
02				38			
03				39			
04				40			
05				41			
06				42			
07				43			
08				44			
09				45			
10				46			
11				47			
12				48			
13				49			
14				50			
15				51			
16				52			
17				53			
18				54			
19				55			
20				56			
21				57			
22				58			
23				59			
24				60			
25				61			
26				62			
27				63			
28				64			
29				65			
30				66			
31				67			
32				68			
33				69			
34				70			
35				71			
36				72			
Comentários:							
Executante				Fiscal			

Página 1

Ponto A		PERDA POR CONECTOR				Ponto B	
		Rota:					
		Contratada:					
DGO:		Data:		Perda máx.: 0,30 dB (E2000)			
Tipo Conector:		Fabricante:		Janela nm			
OTDR A:		OTDR B:					
Modelo		Modelo					
N° de Série e data de aferição:		N° de Série e data de aferição:					
Fibra n°	A->B	B->A	Média	Fibra n°	A->B	B->A	Média
01				37			
02				38			
03				39			
04				40			
05				41			
06				42			
07				43			
08				44			
09				45			
10				46			
11				47			
12				48			
13				49			
14				50			
15				51			
16				52			
17				53			
18				54			
19				55			
20				56			
21				57			
22				58			
23				59			
24				60			
25				61			
26				62			
27				63			
28				64			
29				65			
30				66			
31				67			
32				68			
33				69			
34				70			
35				71			
36				72			
Comentários:							
Executante				Fiscal			

Página 1

Ponto A		PERDA POR REFLECTÂNCIA						Ponto B	
		Rota:							
		Contratada:							
DGO:		Data:		Valor Máx. < -60 dB					
Tipo Conector:		Fabricante:		Janela 1550 nm					
Reflectômetro:		OTDR:							
Modelo		Modelo							
N° de Série e data de aferição:		N° de Série e data de aferição:							
Fibra nº	A->B	B->A	Fibra nº	A->B	B->A	Fibra nº	A->B	B->A	
01			25			49			
02			26			50			
03			27			51			
04			28			52			
05			29			53			
06			30			54			
07			31			55			
08			32			56			
09			33			57			
10			34			58			
11			35			59			
12			36			60			
13			37			61			
14			38			62			
15			39			63			
16			40			64			
17			41			65			
18			42			66			
19			43			67			
20			44			68			
21			45			69			
22			46			70			
23			47			71			
24			48			72			
Comentários:									
Executante				Fiscal					

Página 1

Ponto A		ATENUAÇÃO NO ENLACE (dB/Km)				Ponto B	
		Rota:					
		Contratada:					
Caixas de Emendas:				Data:		V Máx 0,21dB/Km 1550 nm	
Tipo de Cabo:		OPGW		Fabricante:			
OTDR A:				OTDR B:			
Modelo				Modelo			
N° de Série e data de aferição:				N° de Série e data de aferição:			
Fibran°	A->B	B->A	Média	Fibran°	A->B	B->A	Média
01				37			
02				38			
03				39			
04				40			
05				41			
06				42			
07				43			
08				44			
09				45			
10				46			
11				47			
12				48			
13				49			
14				50			
15				51			
16				52			
17				53			
18				54			
19				55			
20				56			
21				57			
22				58			
23				59			
24				60			
25				61			
26				62			
27				63			
28				64			
29				65			
30				66			
31				67			
32				68			
33				69			
34				70			
35				71			
36				72			
Comentários:							
Executante				Fiscal			

Página 1

