



# FIBERSCHOOL



Certificação de Redes e OTDR  
Introdução a Certificação

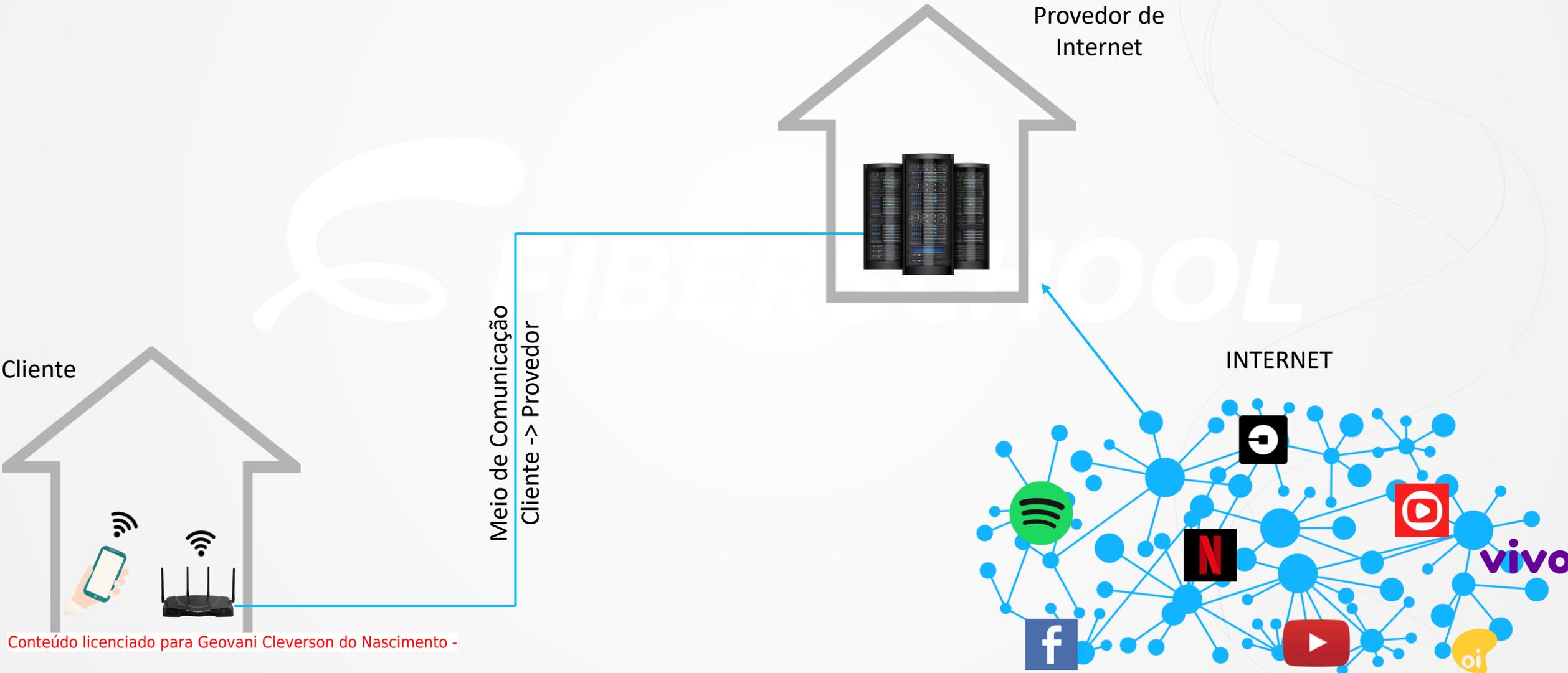
# Internet

O que acontece quando o cliente abre o Netflix?



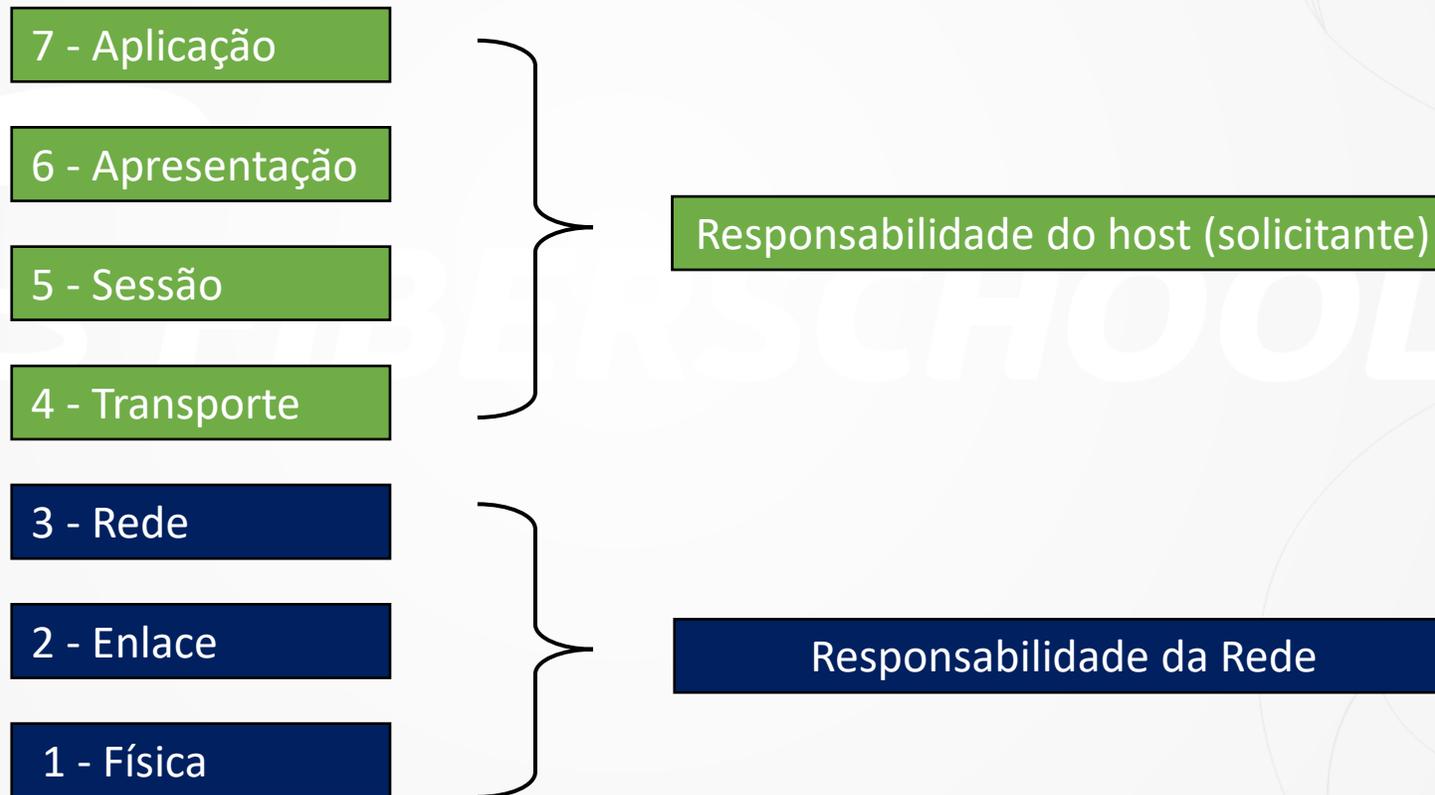
# Internet

## As Camadas de Rede



# Internet

## 7 Camadas



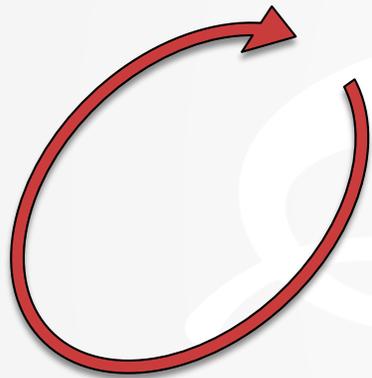
# Internet

## A estrada



# Ciclo das Redes

## Etapas



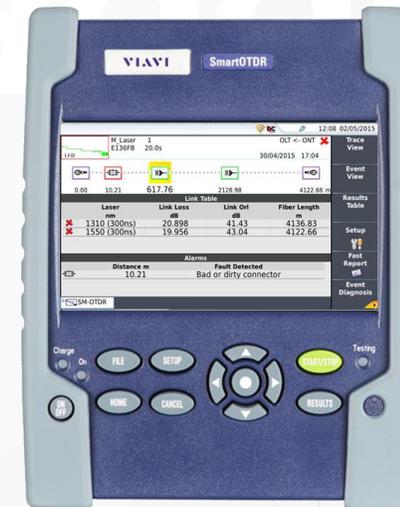
# Certificando Equipamentos de Aferição

## Power Meter



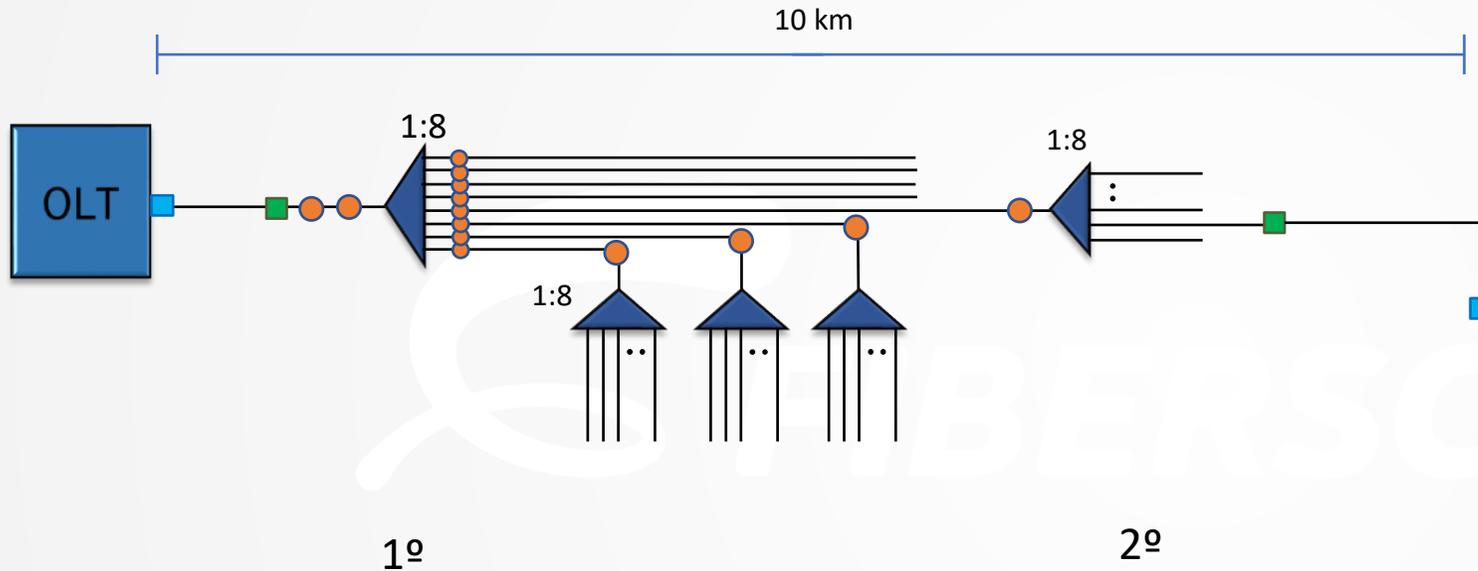
## Optical Time-Domain Reflectometer

*Reflectômetro Óptico no Domínio do Tempo*



# Certificando

## Cálculo de Potência



$P_{tx}$ : + 5dBm

- Distância =  $10 \times 0,25 \text{ dB} = 2,5\text{dB}$
- Conectores =  $4 \times 0,5 \text{ dB} = 2\text{dB}$
- Fusões =  $4 \times 0,1 \text{ dB} = 0,4\text{dB}$
- ◀ 1:8 = 10,5dB
- ◀ 1:8 = 10,5dB

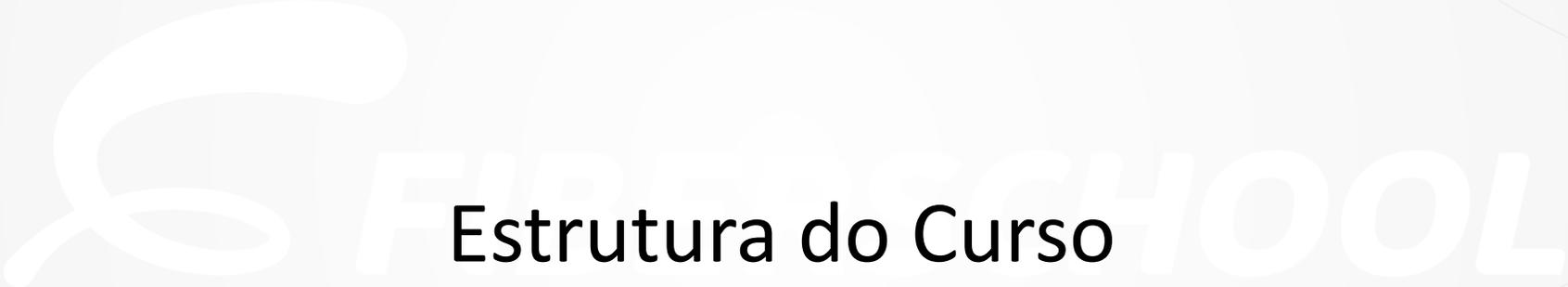
$A_{to} = 25,09\text{dB}$

$$P_{rx} = P_{tx} - A_{to}$$

$$P_{rx} = +5 \text{ dBm} - 25,09 \text{ dB}$$

$P_{rx} = -20,9 \text{ dBm}$

O Curso  
Como será a dinâmica?



Estrutura do Curso



Certificação de Redes e OTDR  
Equipamentos de Aferição

# Aferição

## Tipos

Equipamentos para Aferição



Ferramentas e materiais para limpeza



Equipamentos para inspeção visual



# Aferição Equipamentos

Aferição com base na  
Potência do Sinal



Aferição de Eventos  
Estatístico



# Aferição Potência de Sinal

Power Meter

Power Meter PON

Identificador de Fibra Ativa

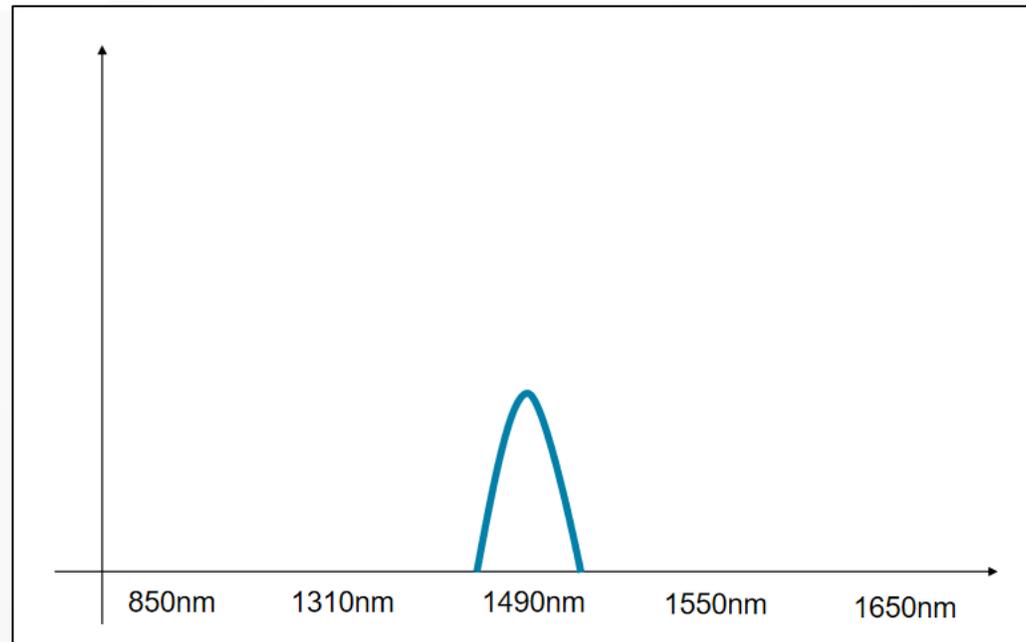
Fonte Emissora de Luz



# Aferição

## Potência de Sinal

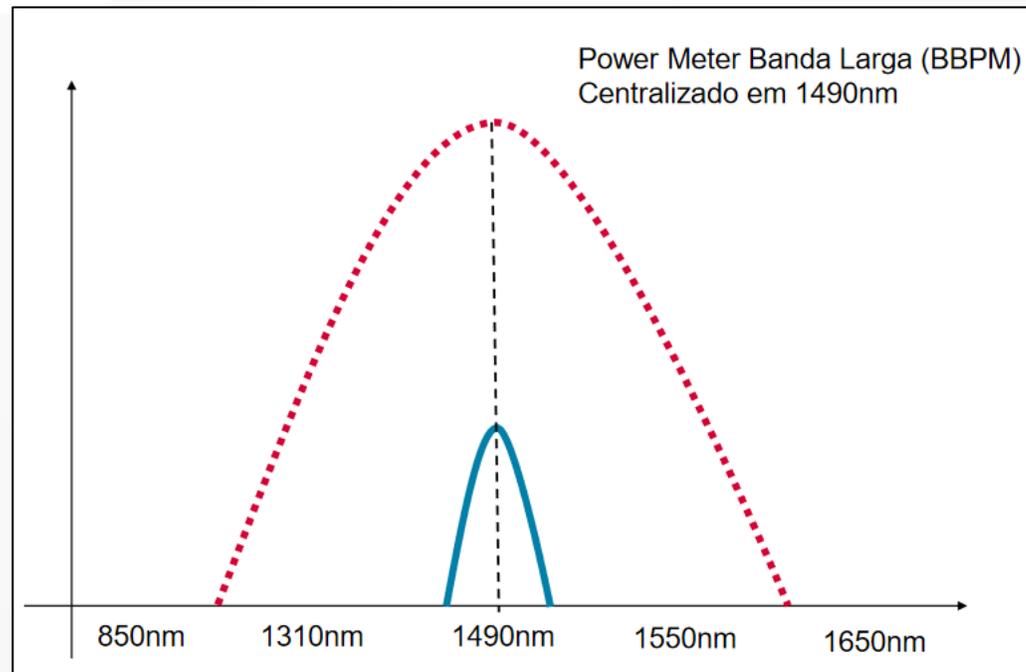
Power Meter Universal



# Aferição

## Potência de Sinal

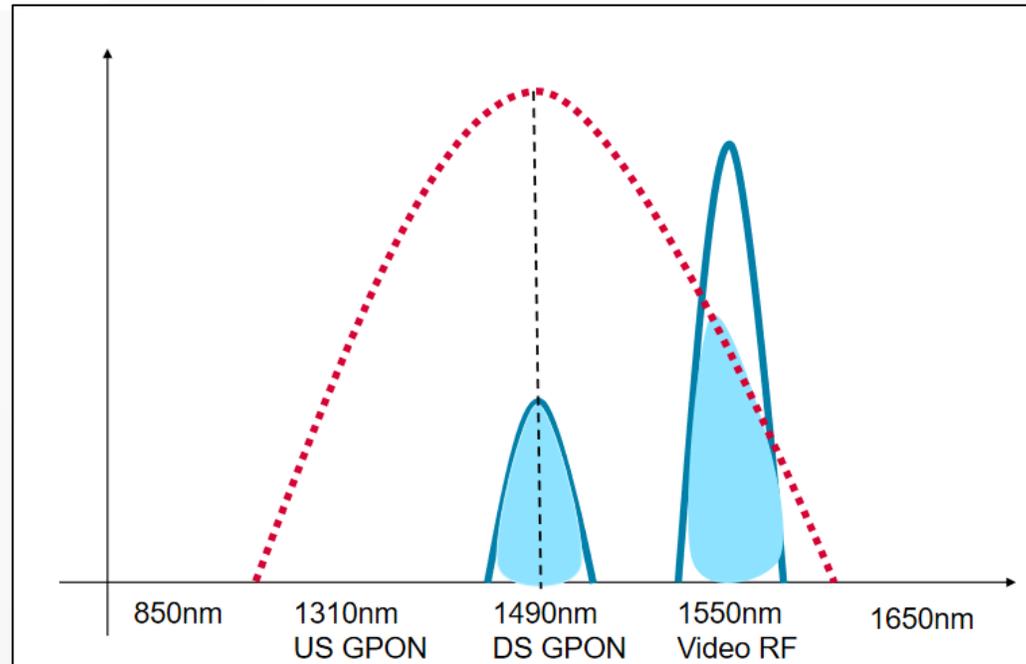
Power Meter Universal



# Aferição

## Potência de Sinal

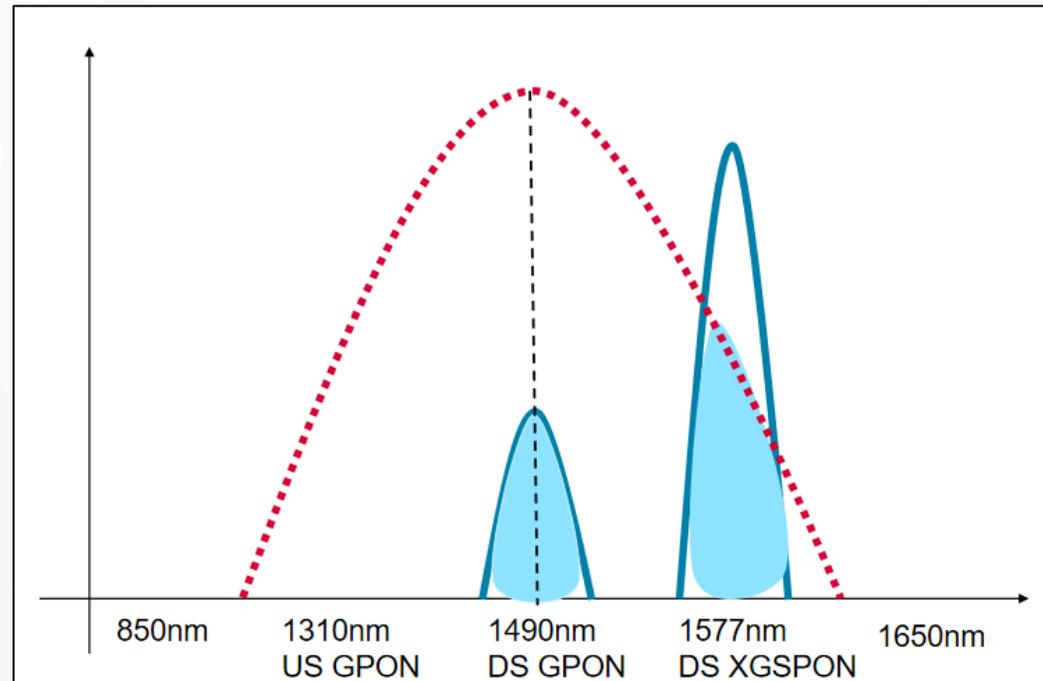
Power Meter Universal



# Aferição

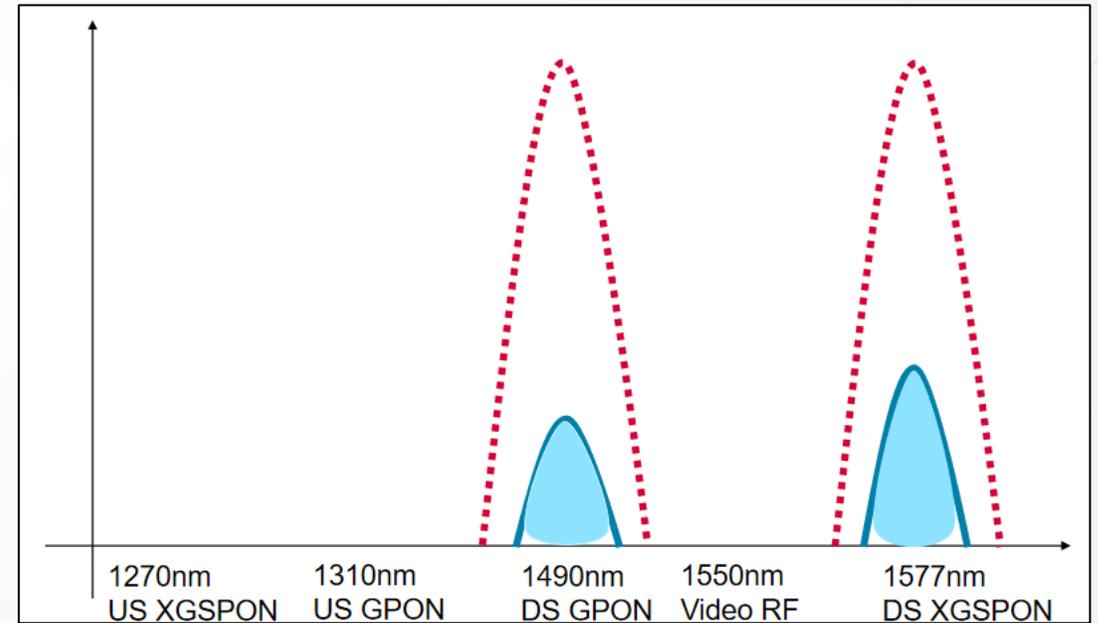
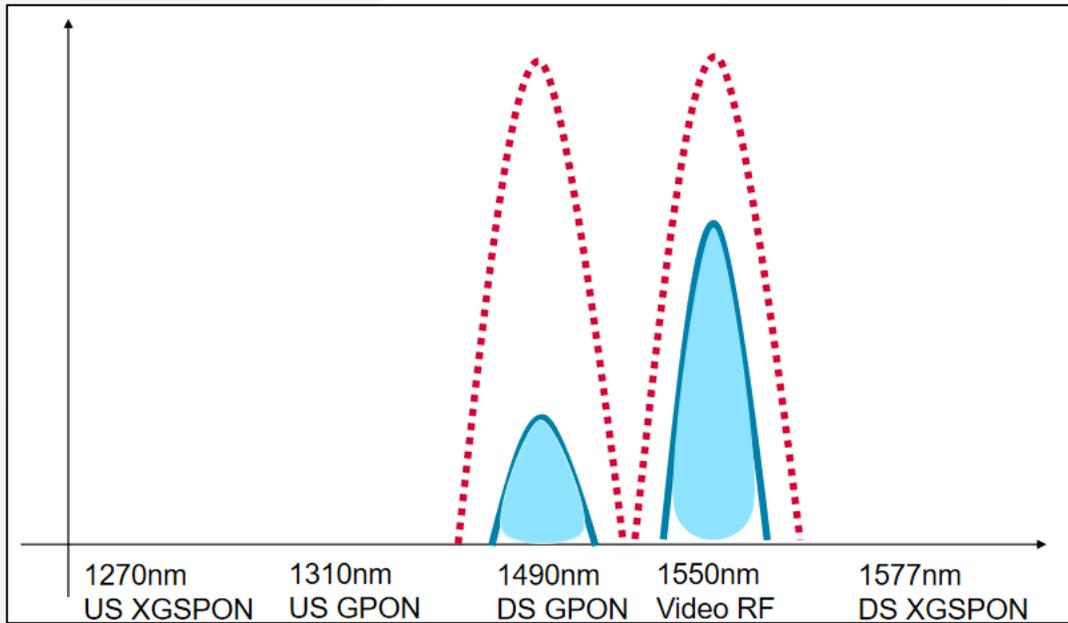
## Potência de Sinal

Power Meter Universal



# Aferição Potência de Sinal

Power Meter Seletivo



# Aferição

## Eventos Estatístico



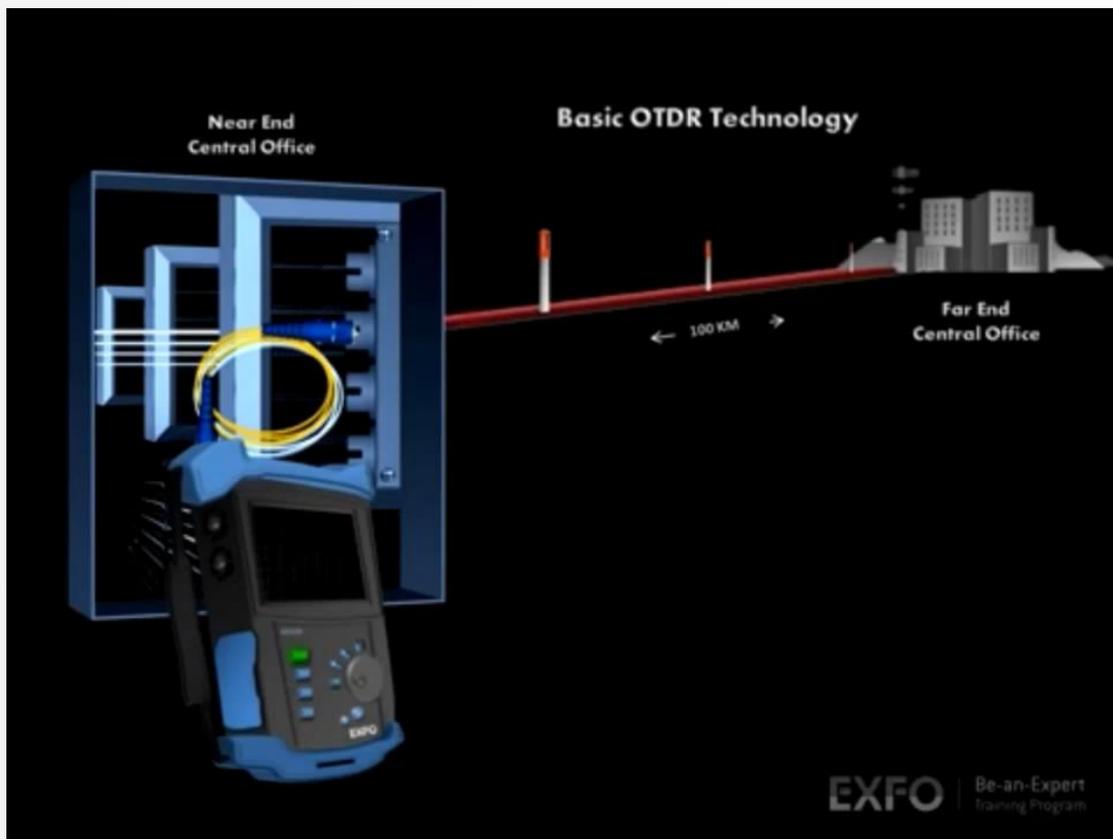
O Famoso OTDR

Optical Time-Domain Reflectometer

Reflectômetro Óptico no Domínio do Tempo

# Aferição

## Eventos Estatístico



### O que é um OTDR?

Um reflectômetro óptico no domínio do tempo (OTDR) é um instrumento de fibra óptica usado para caracterizar, fazer o troubleshooting e manter redes de telecomunicações ópticas.

O OTDR testa a fibra transmitindo pulsos de sinal óptico e analisando o percurso desse pulso.

O retorno dessas informações é chamado de **EVENTO (lembre-se dessa palavra)**.

# Aferição

## Eventos Estatístico

### **OTDR (para aferições em redes apagadas)**

Pode ser usado apenas na construção da rede

Depois da rede implantada, somente apando a fibra para certificar

### **OTDR Ativo (para aferições em redes ativas)**

Preparado para operar em redes em funcionamento

Não há necessidade de apagar a fibra para executar testes

### **OTDR PON**

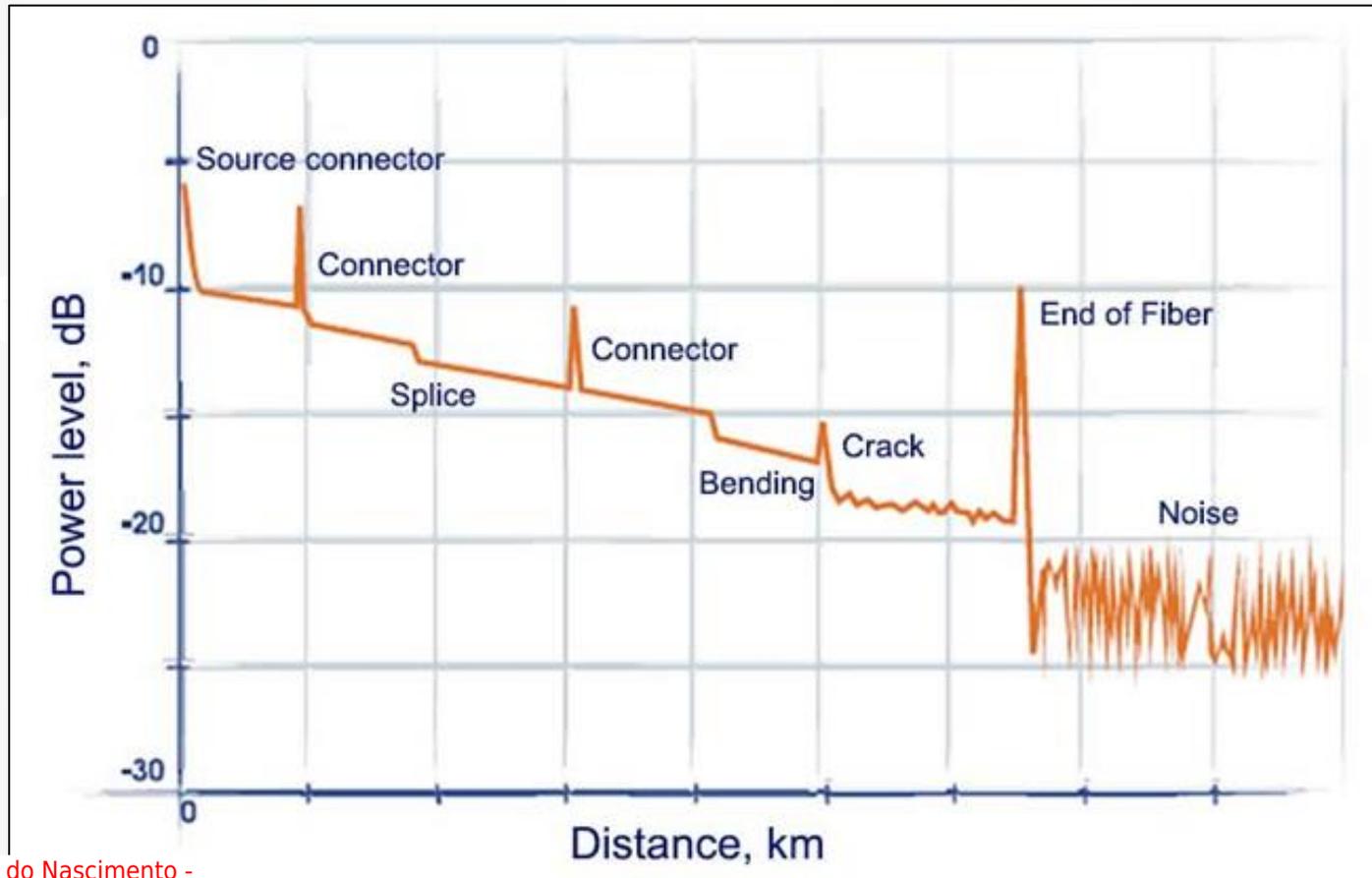
Preparado para operar em redes em funcionamento

Não há necessidade de apagar a fibra para executar testes

# Aferição

## Eventos Estatístico

### Modo de Leitura: Traço



# Aferição

## Eventos Estatístico

### Modo de Leitura: Diagrama de Blocos

19:27 28/03/2013

M\_Laser 3ns 3-Rx\_3-Tx  
4136 MA 16cm 20.0s

LFD

Station\_ID -> RRU\_Id ✖

27/03/2013 12:11



	BOT TWR	TOP TWR	RRU 1	RRU 2	TOP TWR
	<b>Laser</b>	<b>Distance</b>	<b>Loss</b>	<b>Loss</b>	<b>Reflectance</b>
	<b>nm</b>	<b>m</b>	<b>dB</b>	<b>dB</b>	<b>dB</b>
—	1310	35.11	0.911		-50.47
—	1550	34.94	1.182		-50.61

✖ **Bad or dirty connector**  
**Connector Loss too high**

Threshold Reflectance : > -35 dB  
 Threshold Connector Loss : > 0.50 dB

ISM-OTDR

**Trace View**

**Event View**

**Results Table**

**Setup**

**Fast Report**

**Rename Event**

# Aferição

## Eventos Estatístico

- **The received backscattered optical power as a function of time 't' down an uninterrupted fiber is given by:**

$$P_{Ra}(t) = \frac{1}{2} P_i \cdot S \cdot \gamma_R \cdot w_0 \cdot v_g \cdot \exp(-\alpha v_g t)$$

where;

$P_i$  - optical power launched into the fiber.

$S$  - fraction of captured optical power.

$\gamma_R$  - Rayleigh scattering coefficient.

$w_0$  - input optical pulse width.

$v_g$  - group velocity in fiber.

$\alpha$  - attenuation coefficient per unit length for the fiber.

# OTDR

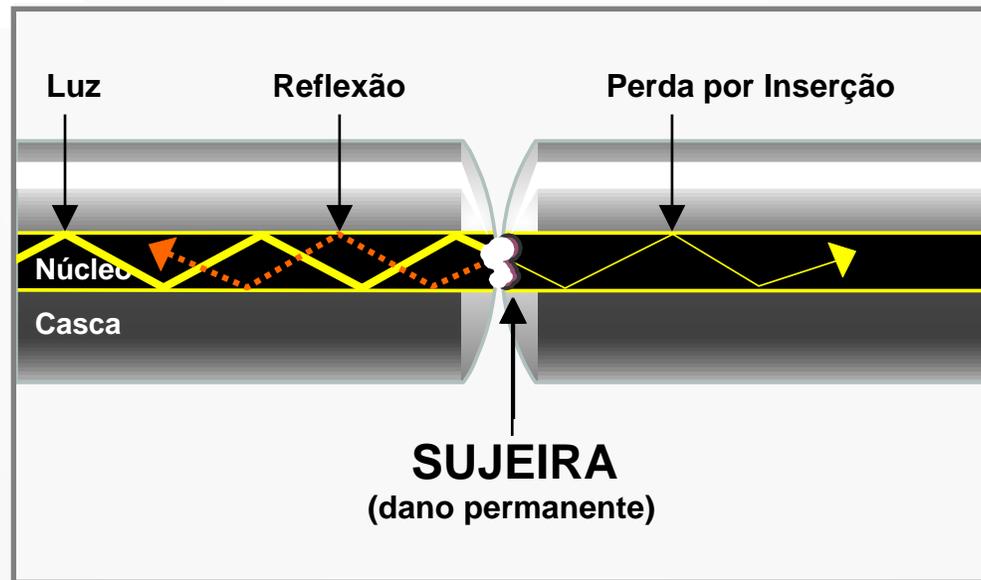
Não faz Milagre!



# Limpeza

## Partículas de sujeira

Qual o efeito da sujeira nas conexões ópticas?



# Limpeza

## Partículas de sujeira

As Fibras Ópticas e os Conectores devem sempre serem limpos com Álcool Isopropílico, SEMPRE!

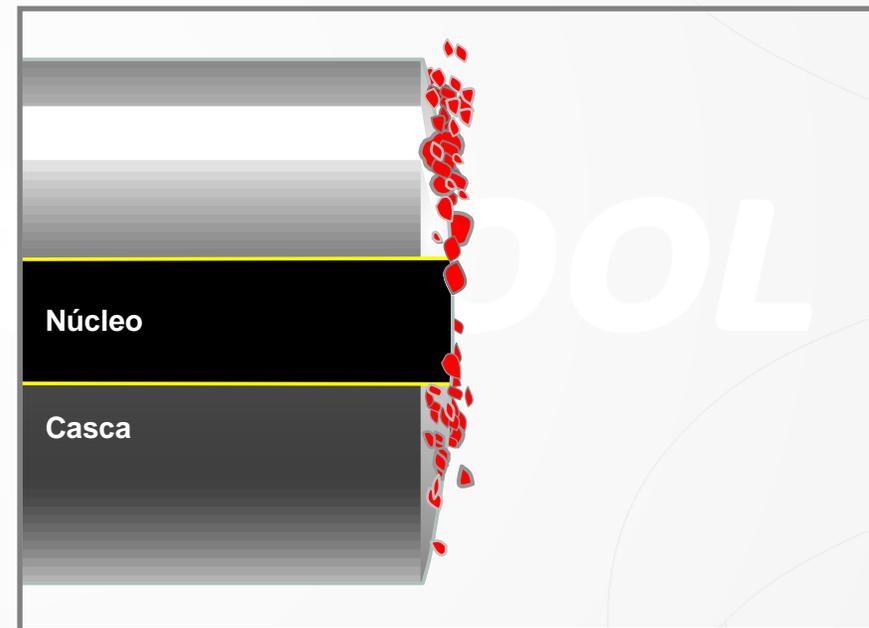
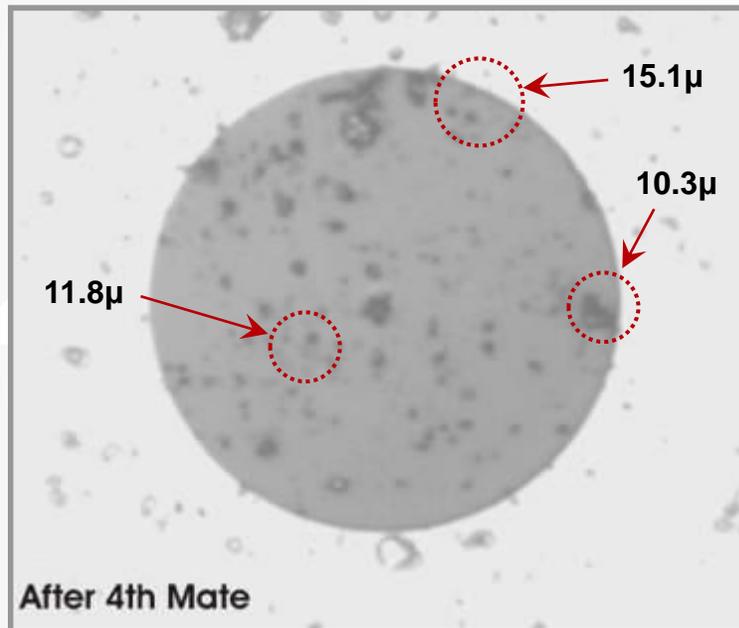
# Limpeza

## Partículas de sujeira



# Limpeza

## Partículas de sujeira



Partículas maiores que 5µm costumam explodir, e se multiplicarem.

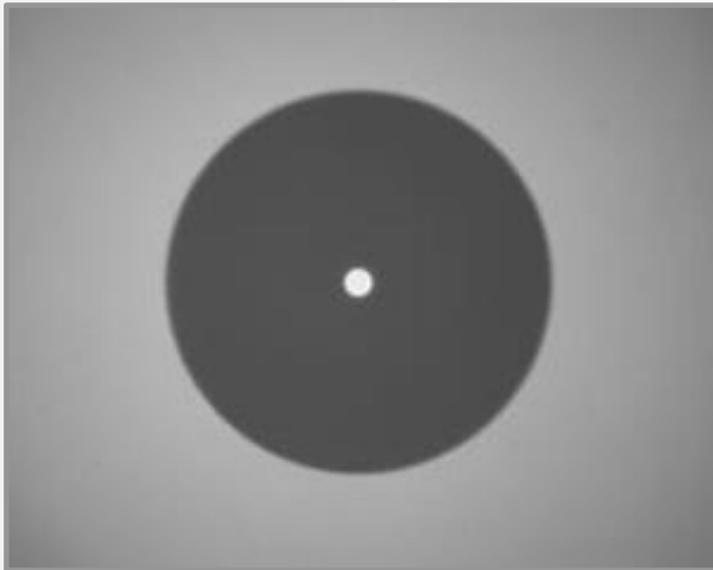
Partículas grandes, podem gerar “air gaps” diminuindo a qualidade do contato.

Partículas menores que 5µm tendem a se mesclarem à superfície, gerando riscos e pontos irreparáveis.

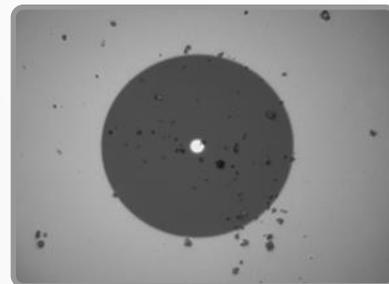
# Limpeza

## Partículas de sujeira

Conector Livre de Contaminação



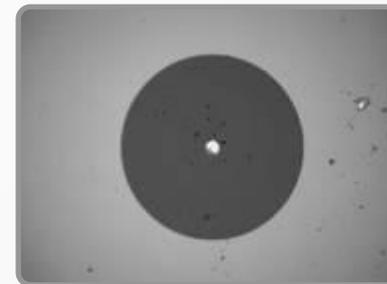
**Sujeira / Pó**



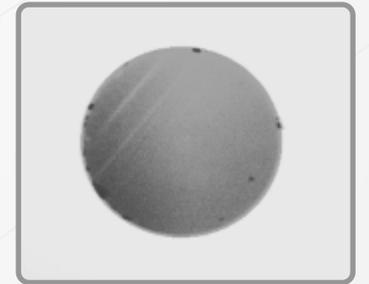
**Óleo/Gordura**



**Fendas e Lascas**



**Riscos**



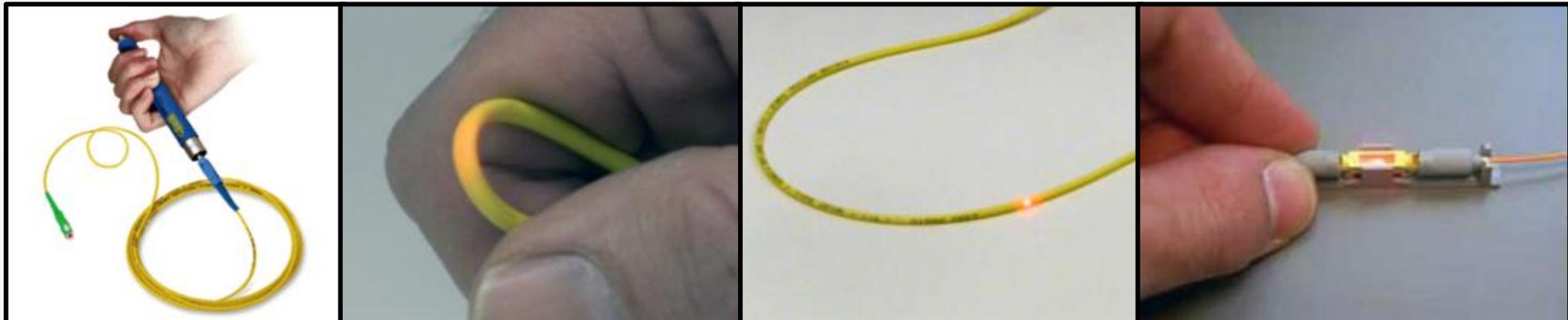
# Inspeção

## Partículas de sujeira



# Inspeção

## VFL – Visual Fault Locator



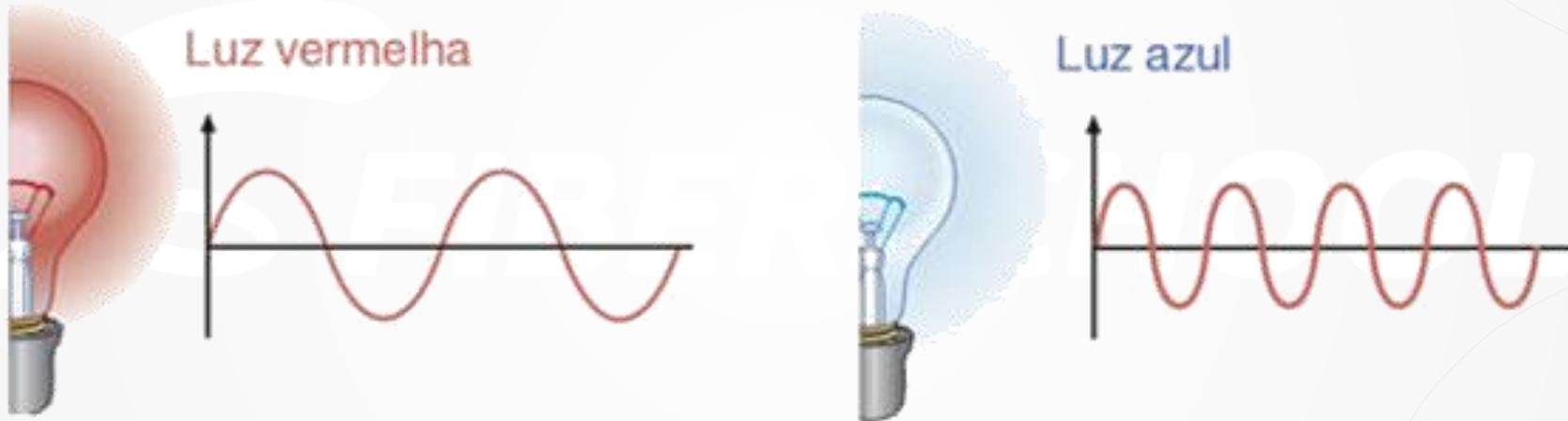


Certificação de Redes e OTDR  
Revisão dos elementos ópticos

# Comprimento de Onda

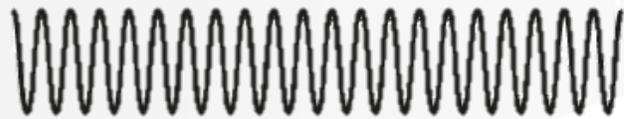
Alguns enxergamos, outros não...

A única diferença que existe entre a cor Azul e a Vermelha é a frequência que as mesmas vibram



# Comprimento de Onda

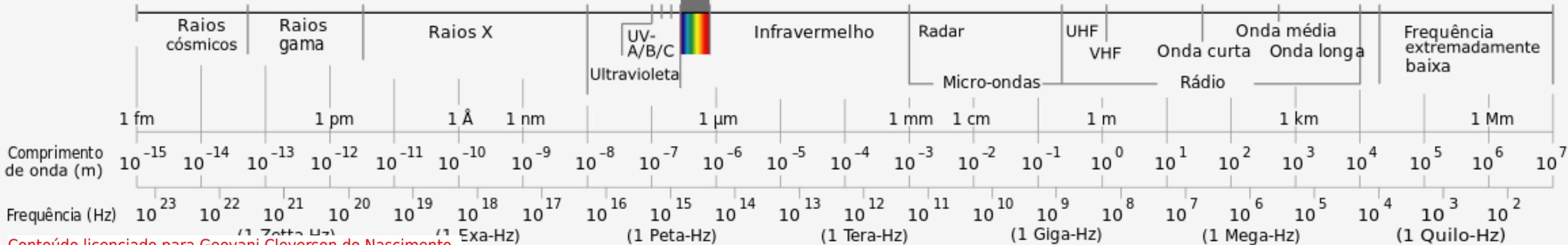
Alguns enxergamos, outros não...



Espectro Eletromagnético



## Espectro visível pelo olho humano (Luz)



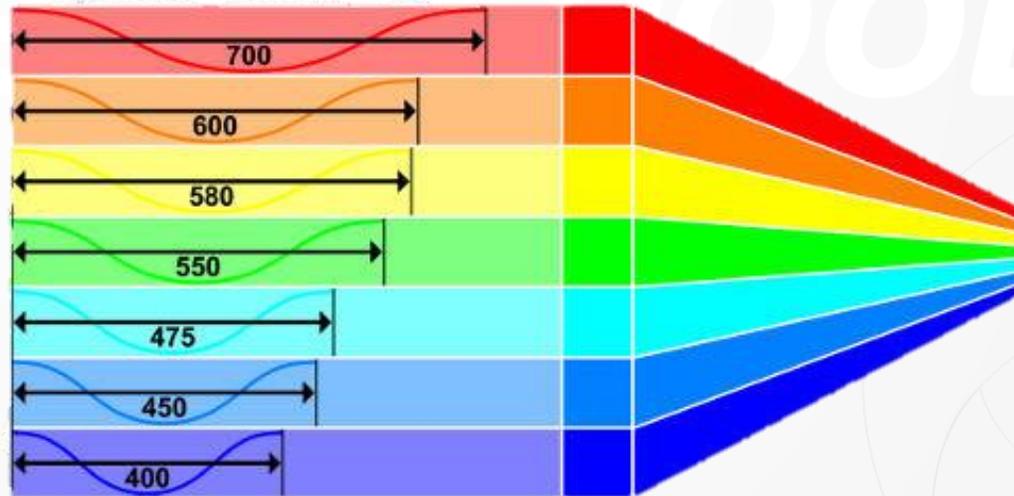
# Comprimento de Onda

Alguns enxergamos, outros não...

$\lambda$  Lambda  
Comprimento de Onda

Cor	Comprimento de Onda (nm)	Frequência (THz)
Vermelho	625 a 740	480 a 405
Laranja	590 a 625	510 a 480
Amarelo	565 a 590	530 a 510
Verde	500 a 565	600 a 530
Ciano	485 a 500	620 a 600
Azul	440 a 485	680 a 620
Violeta	380 a 440	790 a 680

Comprimento de Onda (nm)

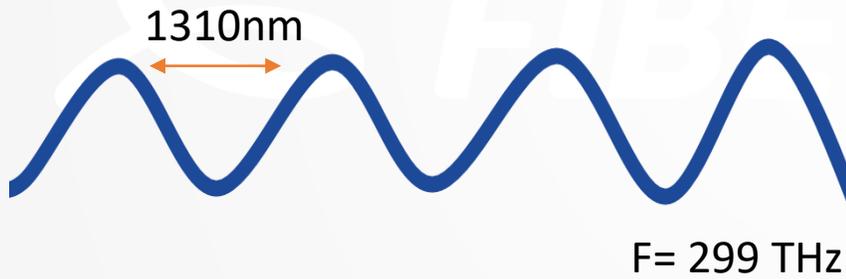
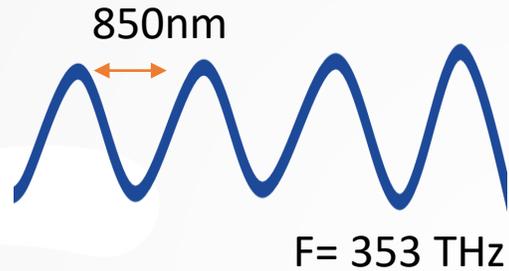


- Ondas de rádio
- Micro-ondas
- Infravermelho
- VISÍVEL**
- Ultravioleta
- Raios X
- Raios Gama



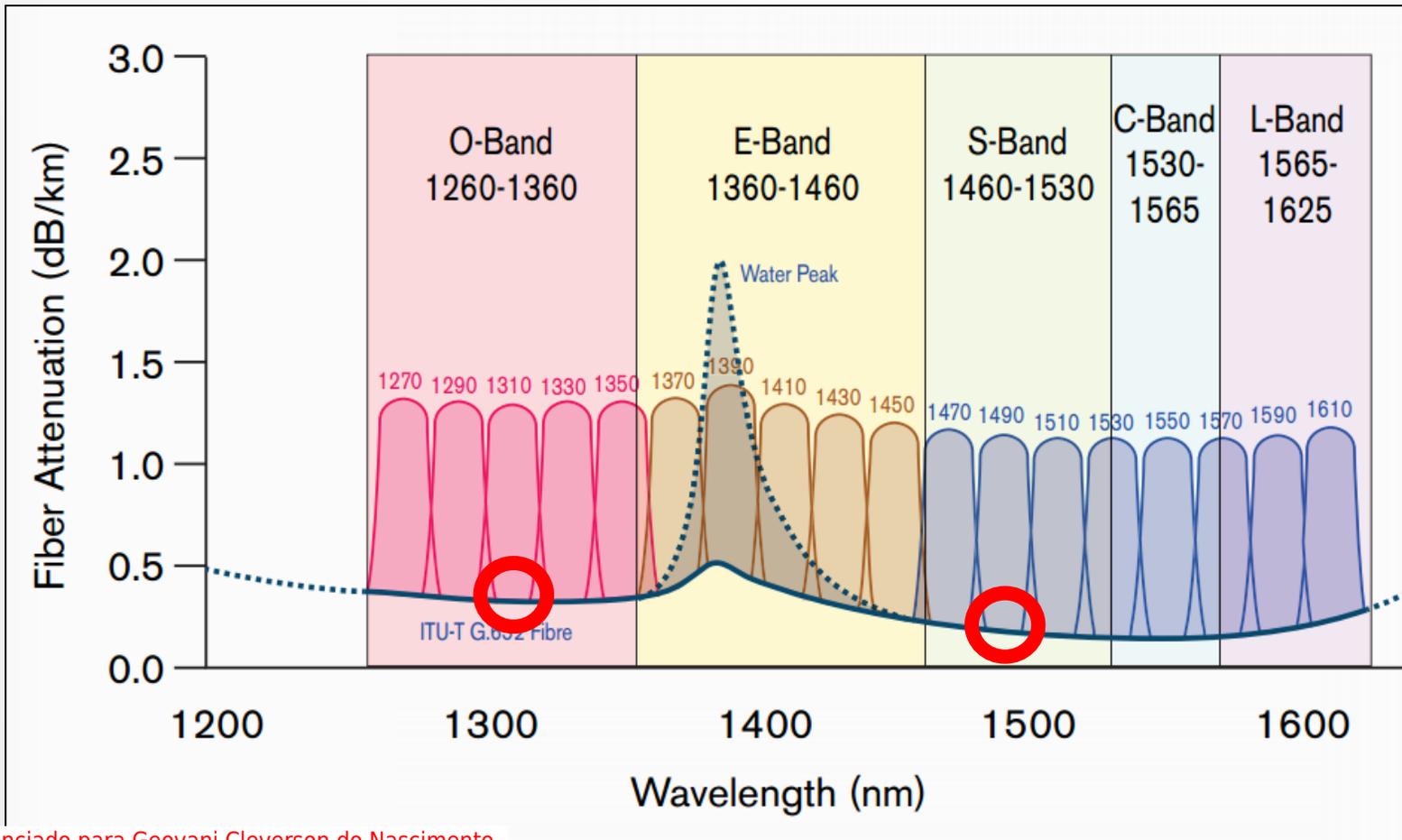
# Comprimento de Onda

Como saber qual comprimento de onda?



# Comprimento de Onda

Atenuação vc Comprimento de Onda

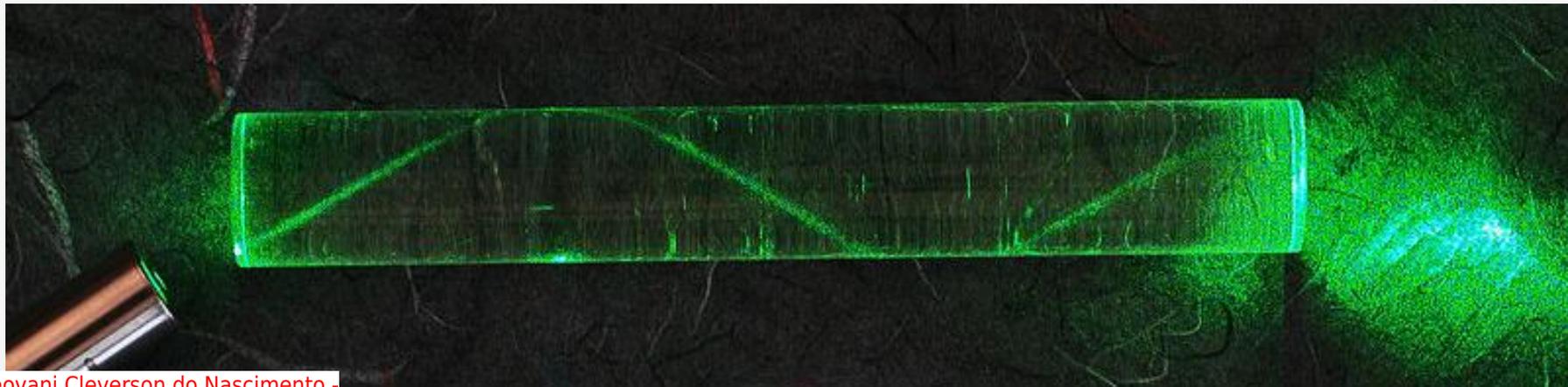
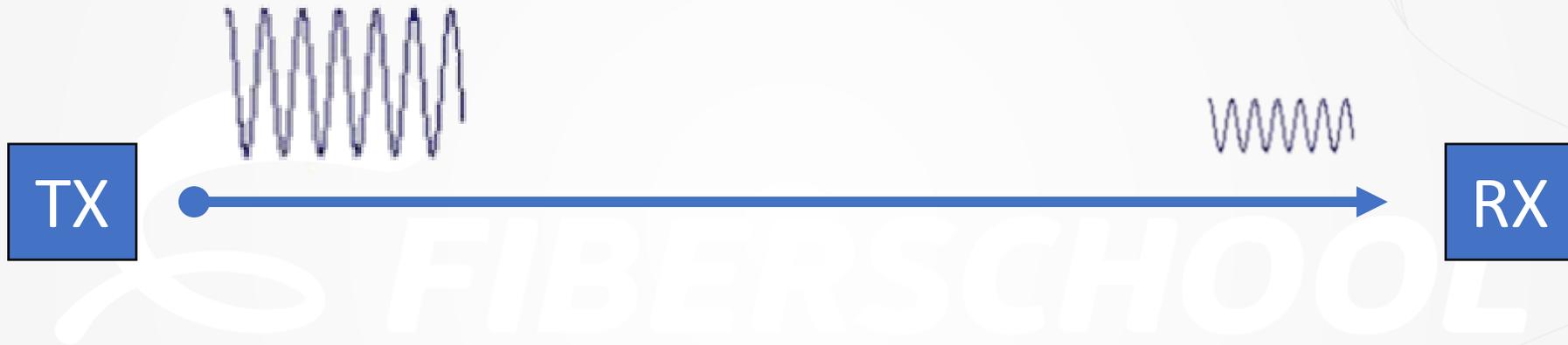


**1490nm: 0,25 dB por KM**

**1310nm: 0,35 dB por KM**

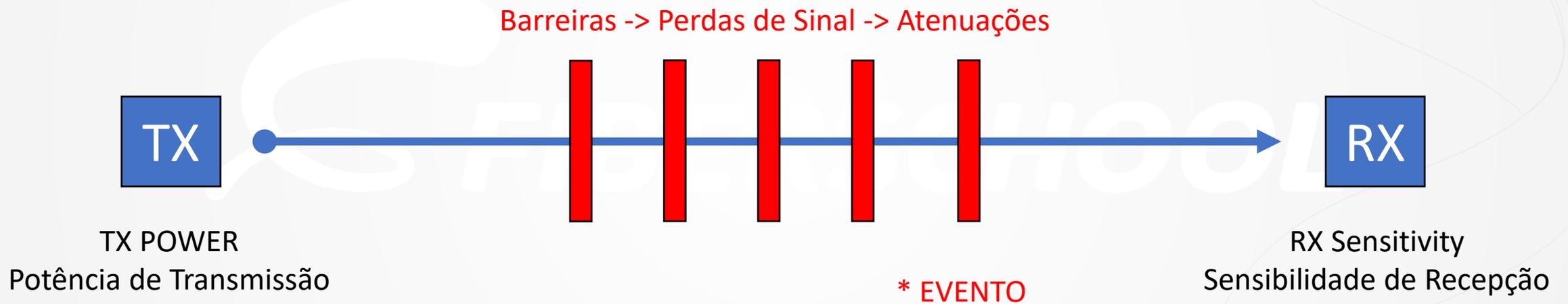
# Comprimento de Onda

Atenuação ao longo do percurso



# Comprimento de Onda

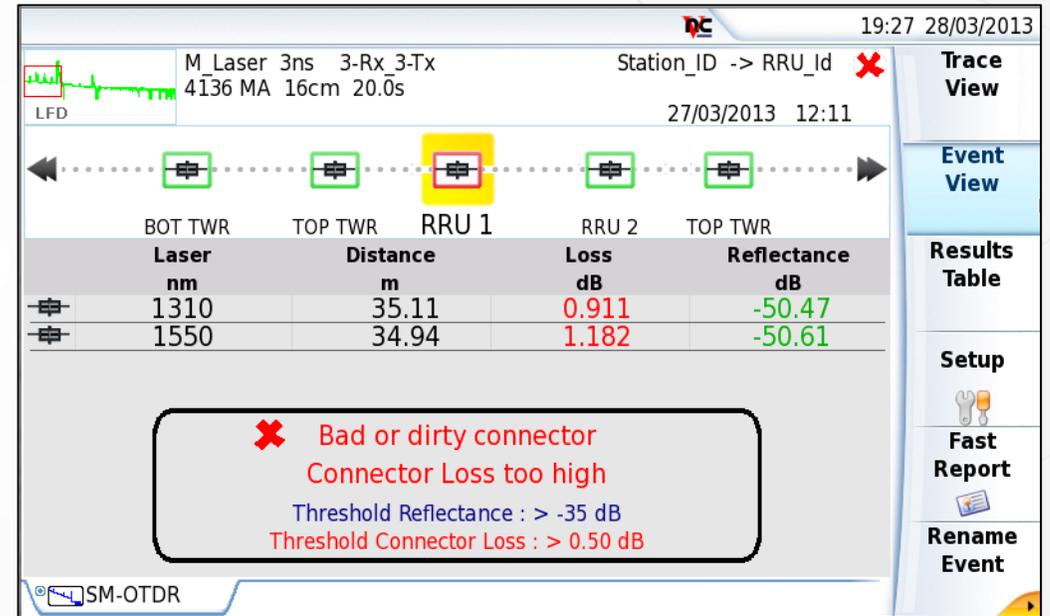
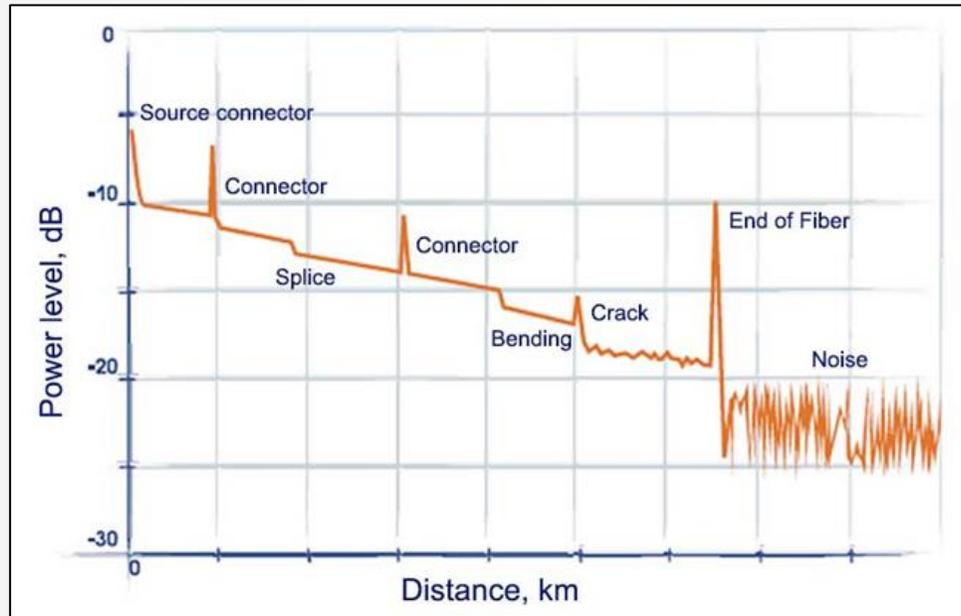
Atenuação ao longo do percurso



*Ao longo do percurso de propagação, a intensidade de sinal emitida pelo transmissor é perdida. Devemos controlar quanto de perda é aceitável pelo equipamento para que não seja prejudicada a comunicação.*

# Comprimento de Onda

Atenuação ao longo do percurso



# dB e dBm

## Qual a diferença

**dB** e **dBm** muitas vezes passam despercebido pelos técnicos, mas são medidas diferentes, por isso é importante entender que:

Quando estamos falando ou aferindo o nível de POTÊNCIA de transmissão em um determinado ponto da rede, a forma correta é o **dBm**. Pode ser tanto positivo quanto negativo, inclusive zero é sinal também!

# dBm

# Atenuação

## Eventos

### Eventos Com Reflexão

Qualquer evento que encontrar o Ar no meio do caminho.

Além de gerar perda, gera retorno do sinal para a fonte emissora de luz (que pode causar cegueira).

Exemplo: Conectores, Emendas Mecânicas, Fusão com Bolha de Ar, Fissuras, Splitter Danificado, Eventos Fantasmas.

### Eventos Sem Reflexão

São eventos que não passam por espaços de ar pelo caminho.

Exemplo: Fusões, Splitters não Conectorizados, Macrocurvatura.

# Atenuação

Atenuação de todos os elementos da rede

Colinha da Fiberschool!

## Tabela de potência e atenuação típica das redes PON FTTH

#ColinhaFiberSchool

### TRANSMISSORES ÓPTICOS (ITU-T G.984-2)

OLT		
LASER	POTÊNCIA	
B+	+1,5 dBm	~ +5dBm
C+	+ 3 dBm	~ +7dBm
C++**	+ 5 dBm	~ +10dBm

SENSIBILIDADE		
LASER	SENSIBILIDADE	
B+	-8 dBm	~ -28dBm
C+	-10 dBm	~ -32dBm
C++**	-12 dBm	~ -35dBm

ONT		
LASER	POTÊNCIA	
B+	+0,5 dBm	~ +5 dBm
C+	+ 3 dBm	~ +7 dBm

SENSIBILIDADE		
LASER	SENSIBILIDADE	
B+	-8 dBm	~ -27 dBm
C+	-10 dBm	~ -30 dBm

### ELEMENTOS DA REDE ÓPTICA

#### EMENDAS (ITU-T PON RECOMMENDATION)

TIPO	PERDA
FUSÃO	0,01 dB ~ 0,10 dB
MECÂNICA	0,10 dB ~ 0,30 dB

#### FIBRA ÓPTICA (ITU-T G.652.B)

LAMBDA	ATENUAÇÃO
1310 nm	0,35 dB/km ~ 0,37 dB/km
1490 nm	0,25 dB/km ~
1550 nm	0,20 dB /km ~ 0,23 dB /km

#### CONECTORES (ANATEL)

CLASSE	PERDA/CONEXÃO
A	0,50 dB ~ 0,80 dB
B	0,30 dB ~ 0,50 dB
C	0,15 dB ~ 0,30 dB

#### ENCONTRE A FIBERSCHOOL NAS MÍDIAS

Site	<a href="http://fiberschool.com.br">http://fiberschool.com.br</a>
Facebook	<a href="http://facebook.com/fiberschool">http://facebook.com/fiberschool</a>
Instagram	<a href="http://instagram.com/fiberschool">http://instagram.com/fiberschool</a>
Youtube	<a href="http://youtube.com/c/fiberschool">http://youtube.com/c/fiberschool</a>

#### SPLITTER BALANCEADO (ANATEL)

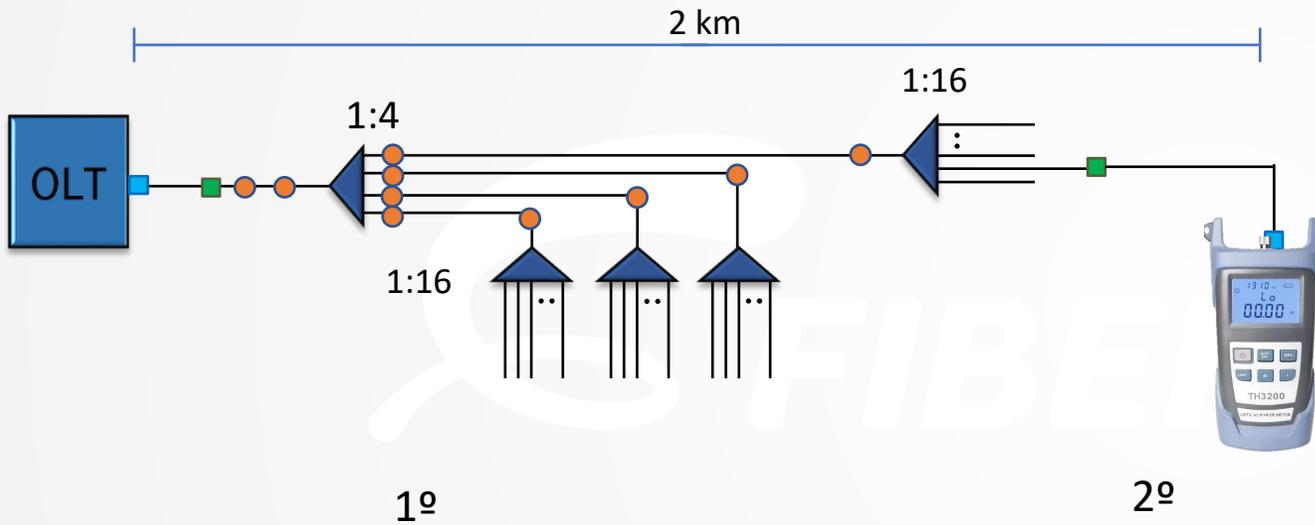
TIPO	PERDA	UNIFORMIDADE
1x2	3,70 dB	0,50 dB
1x4	7,30 dB	0,80 dB
1x8	10,50 dB	1,00 dB
1x16	13,70 dB	1,30 dB
1x32	17,10 dB	1,50 dB
1x64	20,50 dB	1,70 dB

#### SPLITTER DESBALANCEADO (ANATEL)

%	Saida 01	Saida 02
1 99	21,60 dB	0,30 dB
2 98	18,70 dB	0,40 dB
5 95	14,60 dB	0,50 dB
10 90	11,00 dB	0,70 dB
15 85	9,60 dB	1,00 dB
20 80	7,90 dB	1,40 dB
25 75	6,95 dB	1,70 dB
30 70	6,00 dB	1,90 dB
35 65	5,35 dB	2,30 dB
40 60	4,70 dB	2,70 dB
45 55	4,15 dB	3,15 dB

# Cálculo de Potência

## Cenário 1



$P_{tx}$ : + 5dBm

- Distância = 2 x 0,25 dB = 0,5dB
- Conectores = 4 x 0,5 dB = 2dB
- Fusões = 4 x 0,1 dB = 0,4dB
- ◀ 1:4 = 7,3dB
- ◀ 1:16 = 13,7dB

$A_{to}$  = 23,09dB

$$P_{rx} = P_{tx} - A_{to}$$

$$P_{rx} = +5 \text{ dBm} - 23,09 \text{ dB}$$

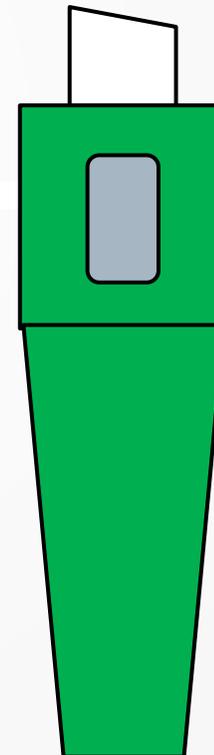
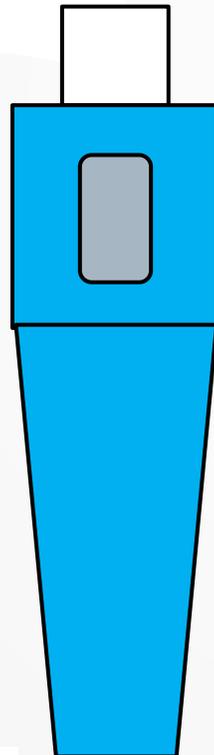
$P_{rx}$  = -18,9 dBm



Certificação de Redes e OTDR  
Power Meter Avançado

# Emendas Ópticas

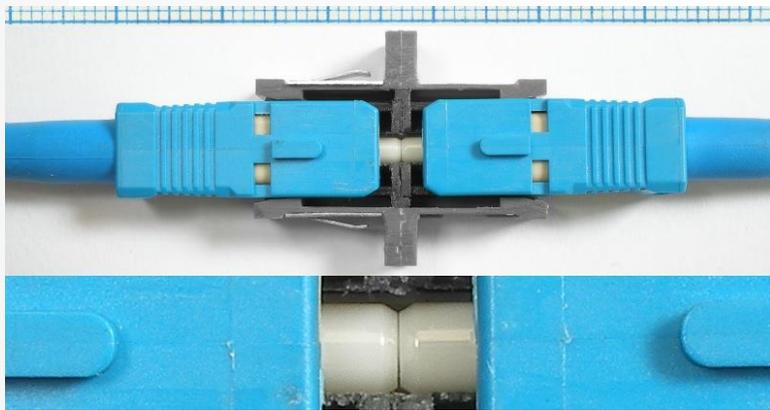
## Conectores



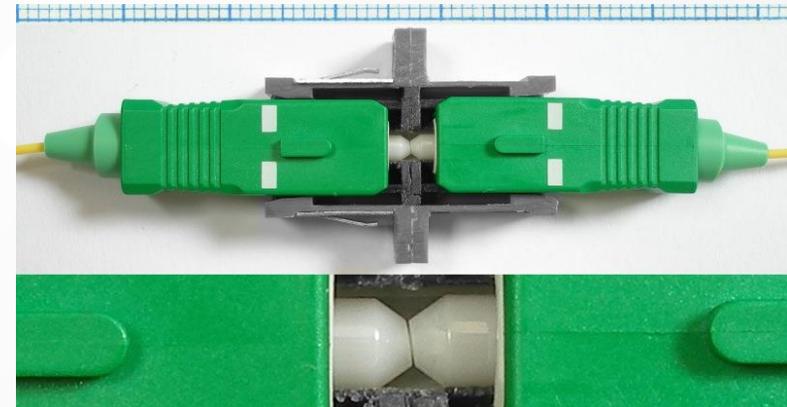
# Emendas Ópticas

## Acoplamento

PC - PC



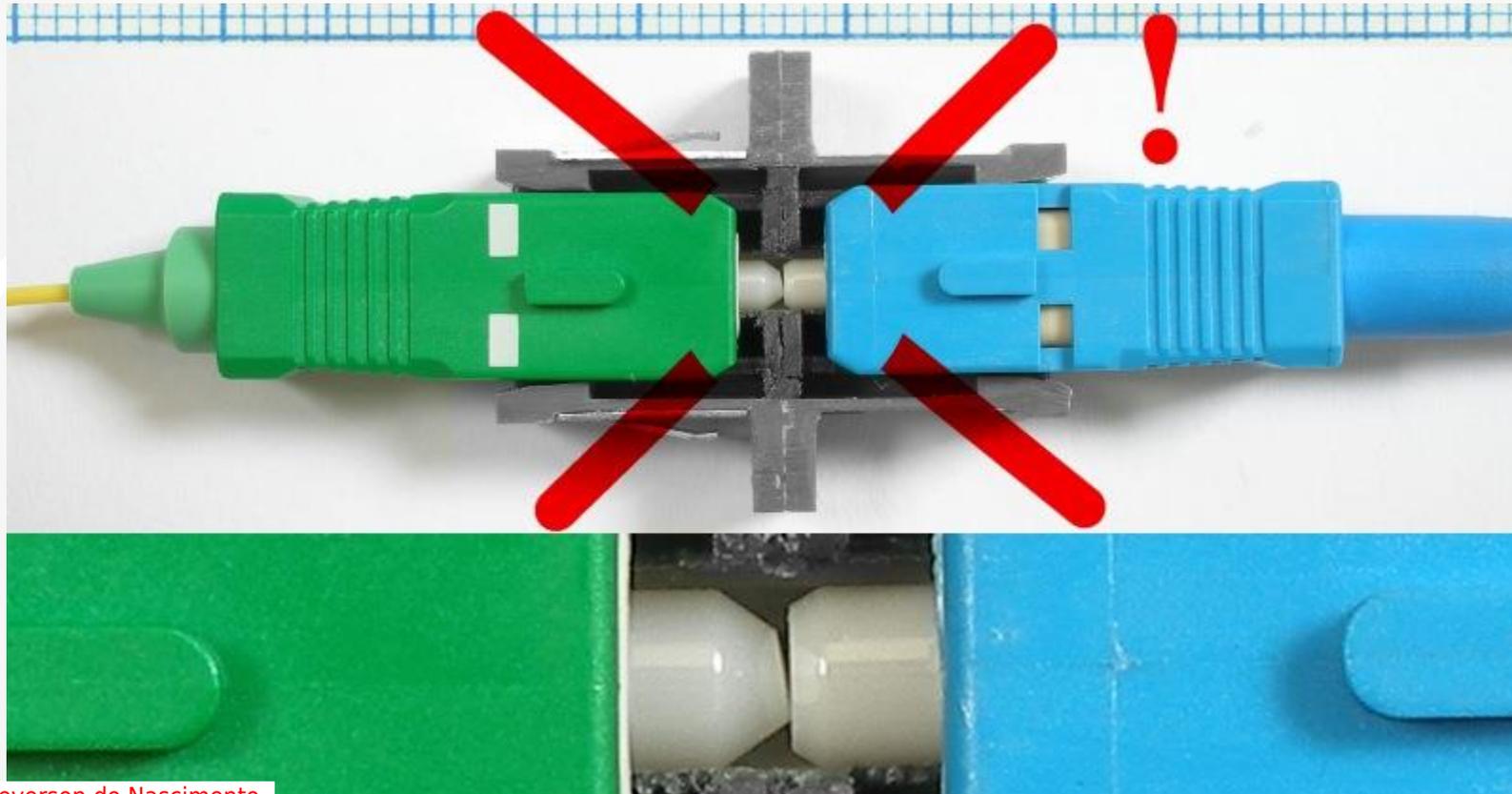
APC - APC



# Emendas Ópticas

## Acoplamento

APC - PC



# Emendas Ópticas

O que veremos na prática

Cordão Único / Cordão de Trabalho

Ferrolho

Power Meter Genérico (BBPM) vs Seletivo

Calibração

Passa Falhas (Power Meter PON)

Função de referência

Aferição OLT vs Fonte de Luz



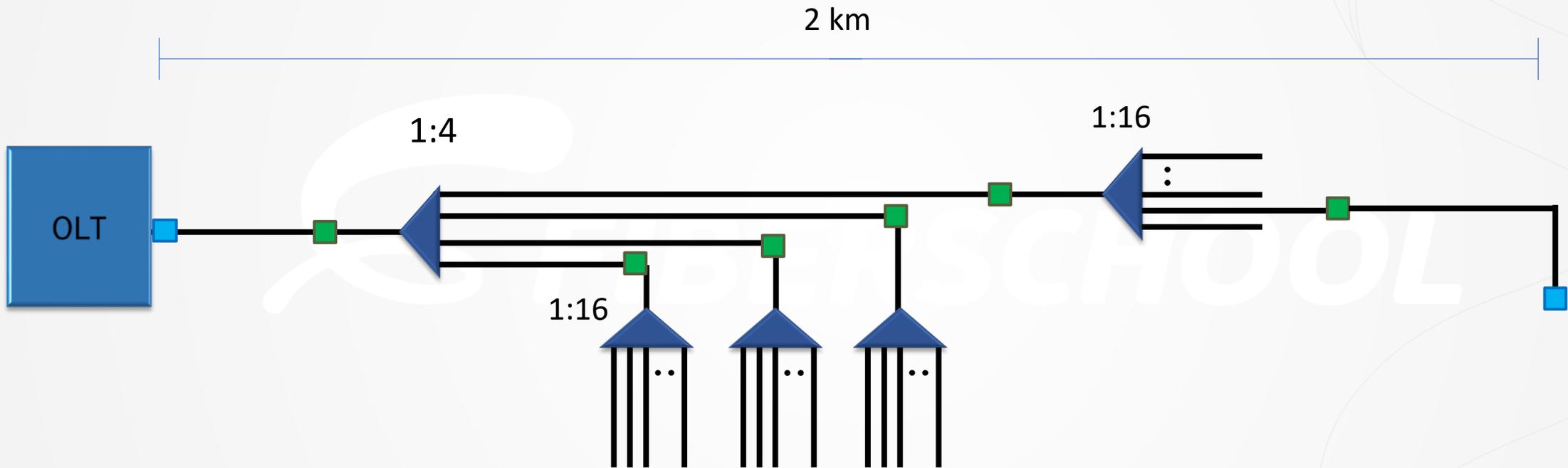
Certificação de Redes e OTDR  
Aferição com Fonte de Luz



Certificação de Redes e OTDR  
Aferição Splitter Balanceado na OLT

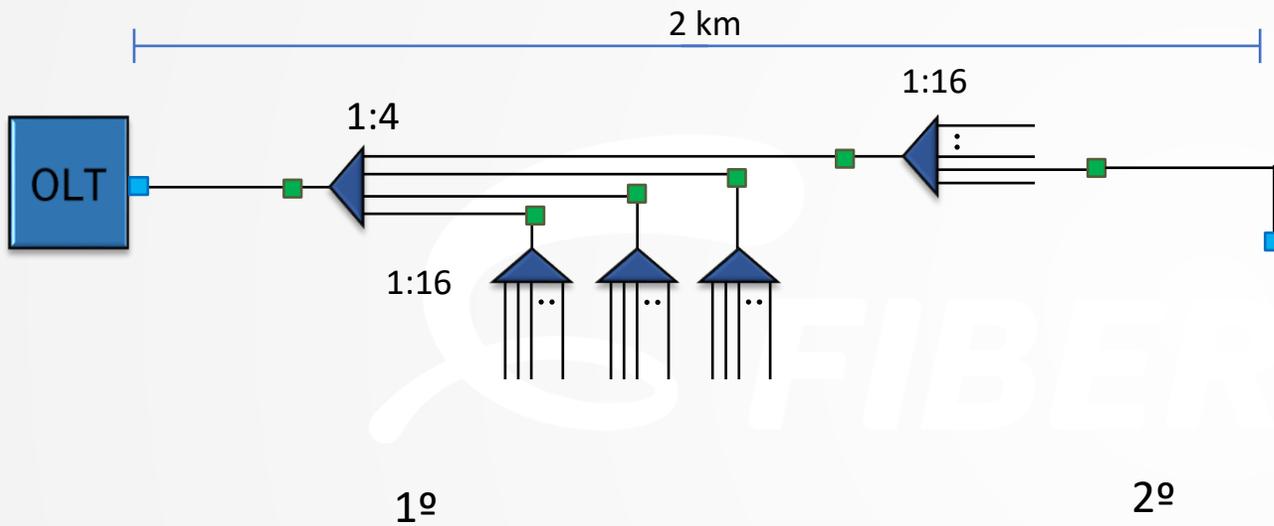
# Redes Balanceadas

## Cenário 1



# Redes Balanceadas

## Cenário 1



$P_{tx}$ : + 5,5 dBm

- Distância = 1 x 0,25 dB = 0,5 dB
- Conectores = 5 x 0,5 dB = 2,5 dB
- Fusões = 0 x 0,1 dB = 0dB
- ◀ 1:4 = 7,3dB
- ◀ 1:16 = 13,7dB

$A_{to}$  = 24dB

$$P_{rx} = P_{tx} - A_{to}$$

$$P_{rx} = +5,5 \text{ dBm} - 24 \text{ dB}$$

$P_{rx}$  = -18,5 dBm



Certificação de Redes e OTDR  
Aferição Splitter Desbalanceado na OLT



Certificação de Redes e OTDR  
O que é OTDR e Como Funciona?

# OTDR

O que é?



O Famoso OTDR

Optical Time-Domain Reflectometer

Reflectômetro Óptico no Domínio do Tempo

# OTDR

## Como Funciona?

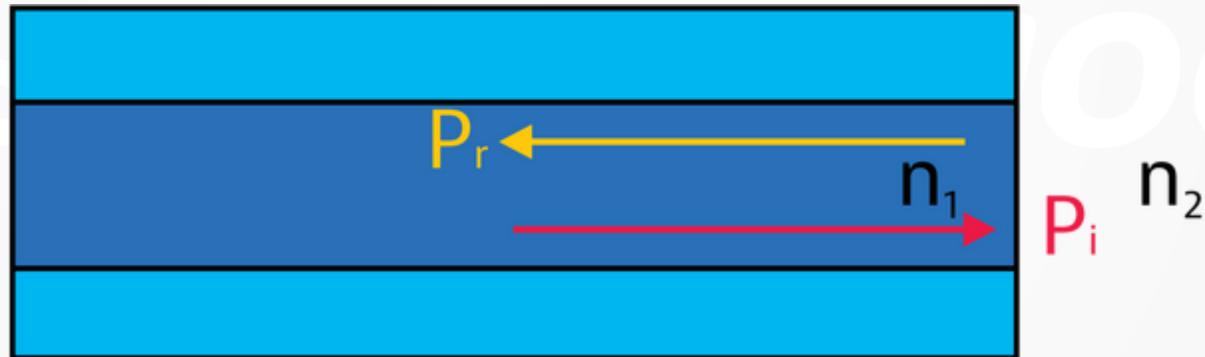
Através de dois fenômenos que ocorrem na fibra óptica, o OTDR é capaz de conseguir entender o que está acontecendo com o comportamento da luz dentro da fibra óptica.

**Fresnel**

**Rayleigh**

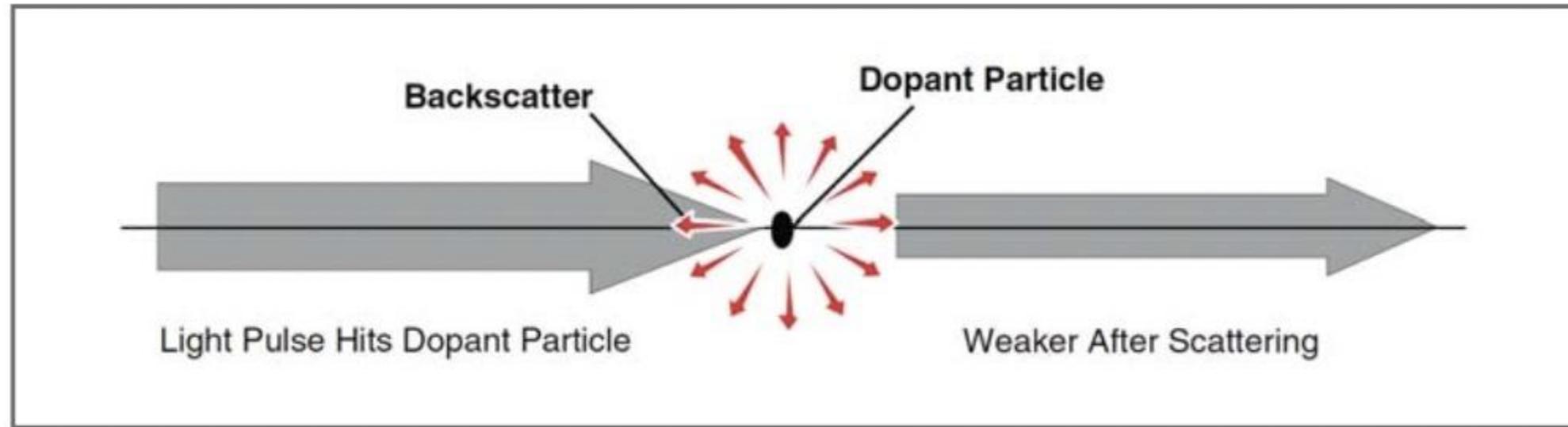
# OTDR

## Fresnel



# OTDR

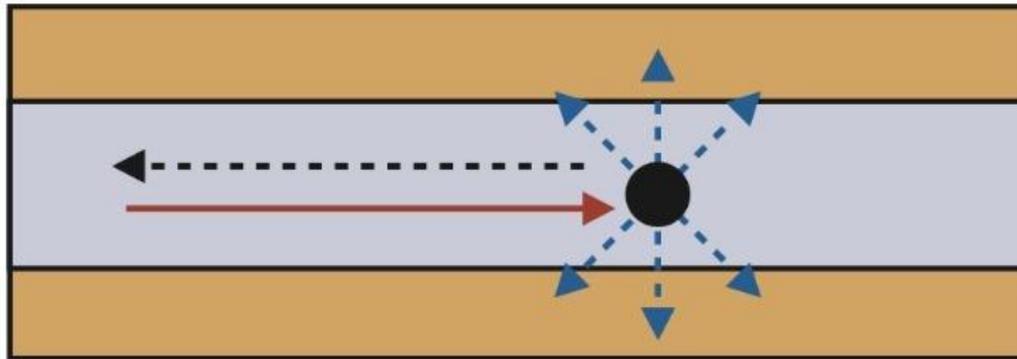
## Rayleigh



*Figure 2 - Rayleigh Scattering*

# OTDR

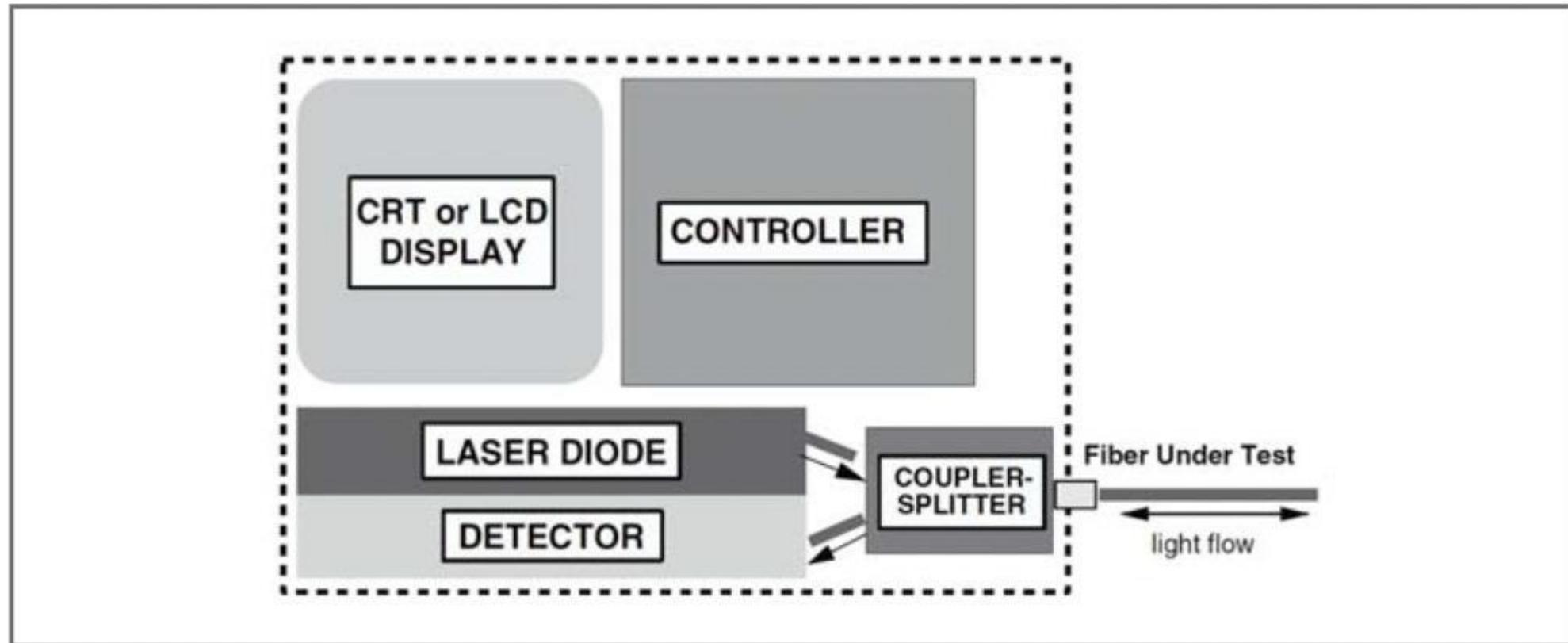
## Rayleigh



-  **Transmitted Light**
-  **Scattered Light 5%/km at 1550 nm**
-  **Backscattered Light 1/1000 of Rayleigh scattering and backscattering effects in a fiber**

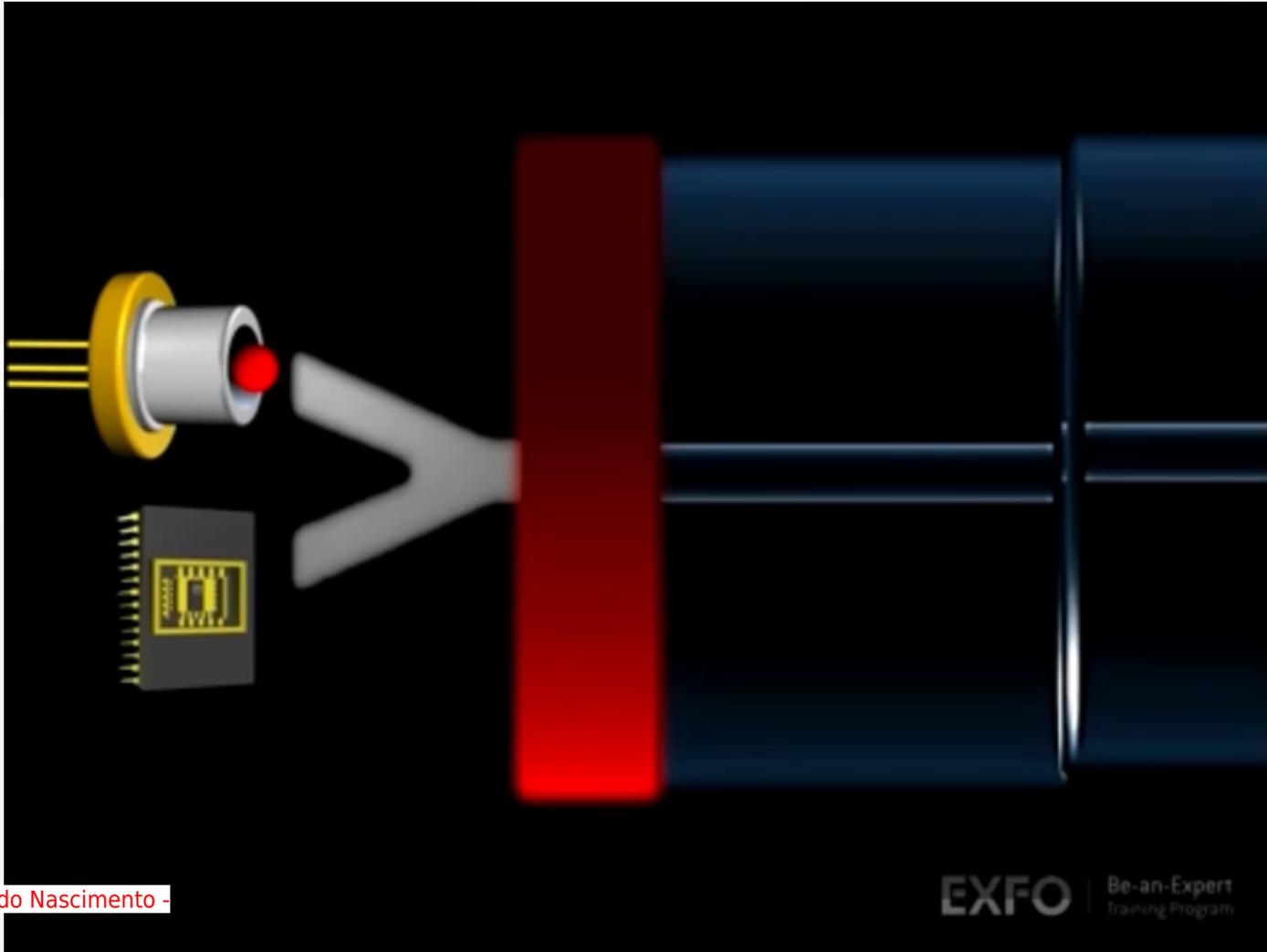
# OTDR

## Funcionamento



# OTDR

## Funcionamento



# OTDR

O que se configura?



AUTO

# OTDR

O que se configura?

- Comprimento de Onda
- Distância
- Largura de Pulso
- Tempo de amostragem

FIBERSCHOOL

# OTDR

O que se configura?

## Comprimento de Onda

Fibra Apagada

1310 nm

1490 nm

Fibra Acesa

1550 nm

1625 nm

1650 nm

# OTDR

O que se configura?

## Distância

300 metros

500 metros

1 km

2km

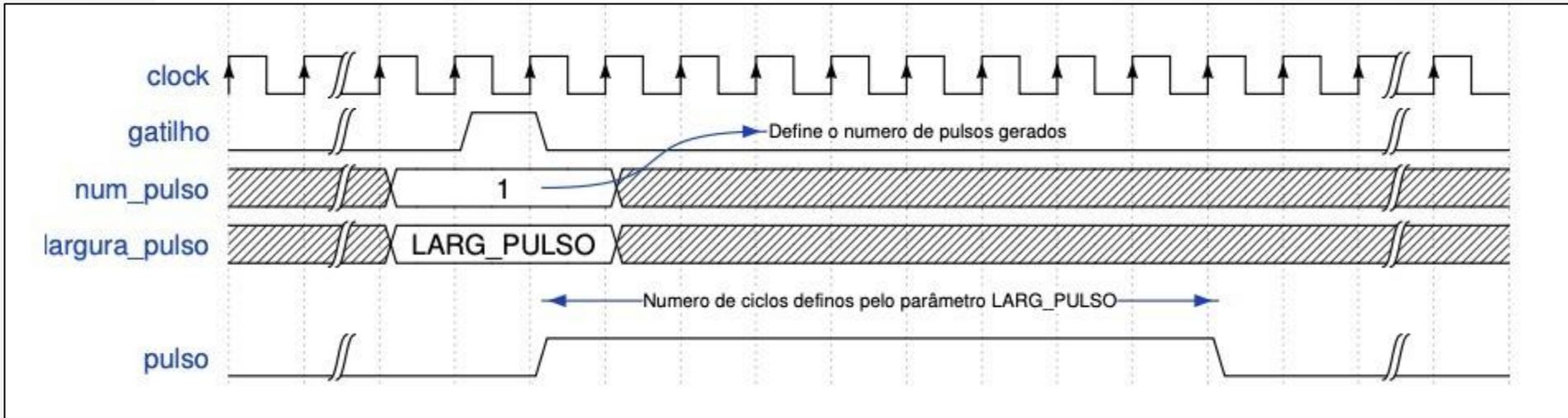
10km

100km

# OTDR

O que se configura?

Largura de Pulso



# OTDR

O que se configura?

Largura de Pulso

Range	500m .3 M	2km 1.25 M	5km 3.1 M	10km 6.2M	20km 12.4M	40km 24.9 M	80km 49.7M	120km 74.5 M	160km 99.4M
<b>Pulse Width/Length</b>									
3ns (.3 meter)	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗
5ns (.5 meter)	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗
10ns (1 meter)	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗
20ns (2 meter)	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✗
50ns (5 meter)	✗	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✗
100ns (10 meter)	✗	✗	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✗
200ns (20 meter)	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✗	✗	✗
300 ns (30 meter)	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✗	✗	✗
500ns (50 meter)	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✗	✗
1us (100 meter)	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✓	✗
2us (200 meter)	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✗
3us (300 meter)	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✗
5us (500 meter)	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✓
10us (1km)	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✓
20us (2km)	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✓

# OTDR

O que se configura?

## Tempo de Amostragem

O OTDR é um equipamento de aferição estatístico. Ele executa vários testes conforme o tempo que foi ajustado. Após o término desse tempo, ele exibe a média de todos os resultados.

A tendencia é que quanto maior o tempo, mais amostras ele vai coletar e a resolução do gráfico ficará melhor.

É importante observar que para determinados testes não há necessidade de grandes tempos de amostragem. Mais tempo não está relacionado a qualidade.

# OTDR

## Range Dinâmico

### Range dinâmico

O range dinâmico é uma característica importante pois determina a distância que o OTDR pode medir. O range dinâmico especificado pelos fornecedores de OTDR é atingido com a largura de pulso mais longa e é expressa em decibéis (dB). Em geral, o range de distância ou range de display especificado pode ser incorreto, pois representa a distância máxima que o OTDR pode exibir, não aquela que ele pode medir.

Comprimento de onda	1310 nm	1550 nm						
Range dinâmico	35 dB	35 dB	40 dB	40 dB	45 dB	45 dB	50 dB	50 dB
Range máximo típico de medição do OTDR	80 km	125 km	95 km	150 km	110 km	180 km	125 km	220 km

O range de medição real do OTDR depende da fibra real e do evento de perda na rede.

# OTDR

## Modo de Leitura

### Eventos

OTDR		Events		Measure		Trace Info.	
Type	Number	Loc.	Loss	Ref.	Att.	Cumul.	
→	1	0.0000		-35.1	Ⓢ17.5dB	0.000	▲
I	(0.1003 km)		0.150		1.500	0.150	Ⓢ
Ⓢ	2	0.1003	1.618	-47.8		1.768	Analyze
I	(2.1317 km)		0.390		0.183	2.159	Set as Span Start
Ⓢ	3	2.2320	2.375	-69.5		4.533	▼
I	(2.3925 km)		0.443		0.185	4.976	

# OTDR

## Modo de Leitura

### Eventos

#### Eventos Com Reflexão

Qualquer evento que encontrar o Ar no meio do caminho.

Além de gerar perda, gera retorno do sinal para a fonte emissora de luz (que pode causar cegueira).

Exemplo: Conectores, Emendas Mecânicas, Fusão com Bolha de Ar, Fissuras, Splitter Danificado, Eventos Fantasmas.

#### Eventos Sem Reflexão

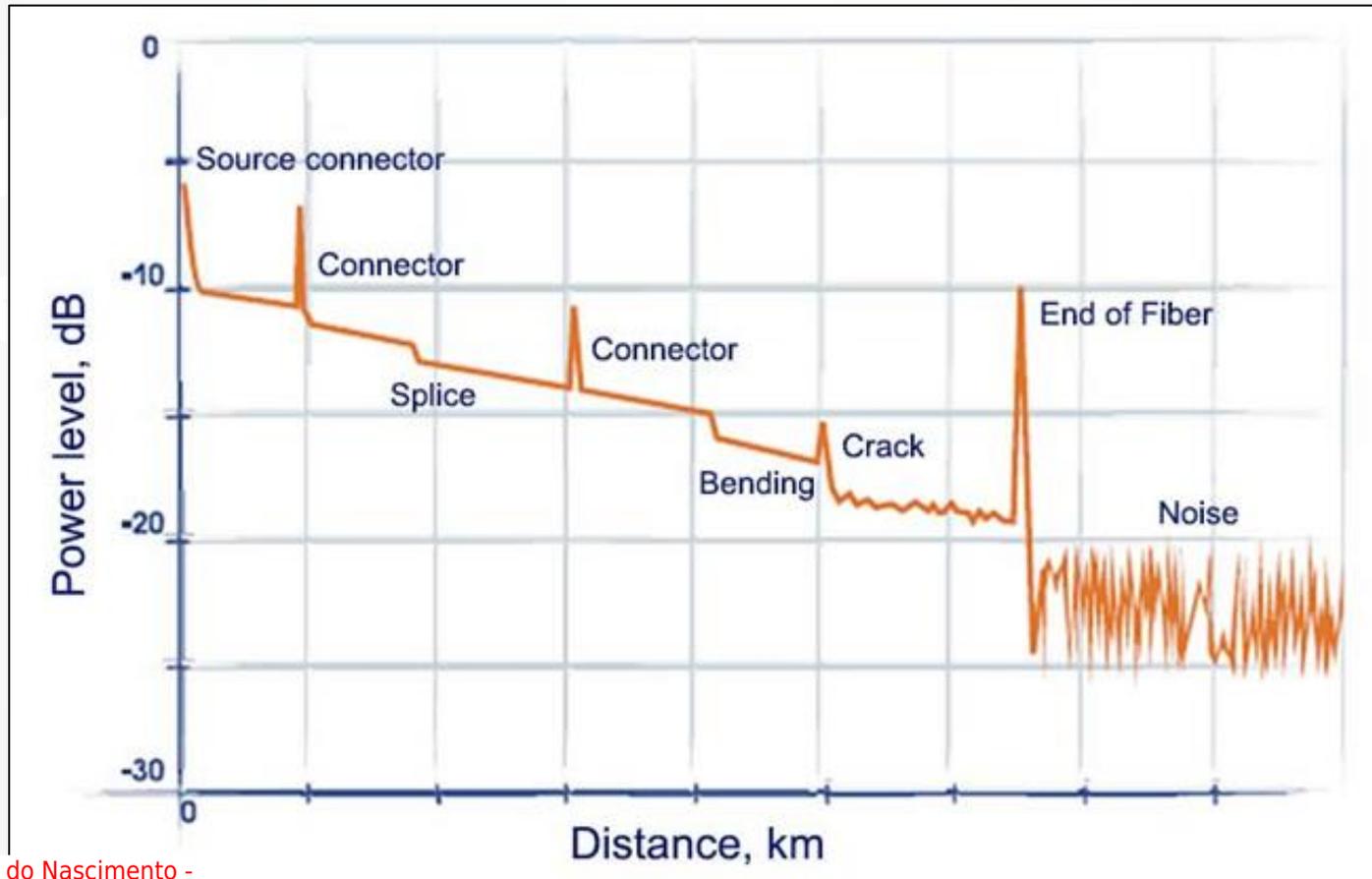
São eventos que não passam por espaços de ar pelo caminho.

Exemplo: Fusões, Splitters não Conectorizados, Macrocurvatura.

# OTDR

Modo de Leitura

Traço

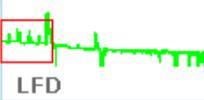


# OTDR

## Modo de Leitura

### Diagrama de Blocos

19:27 28/03/2013



LFD

M\_Laser 3ns 3-Rx\_3-Tx  
4136 MA 16cm 20.0s

Station\_ID -> RRU\_Id ❌

27/03/2013 12:11

**Trace View**

**Event View**

**Results Table**

**Setup**

**Fast Report**

**Rename Event**



	BOT TWR	TOP TWR	RRU 1	RRU 2	TOP TWR
	Laser nm	Distance m	Loss dB	Loss dB	Reflectance dB
—	1310	35.11	0.911		-50.47
—	1550	34.94	1.182		-50.61

❌ **Bad or dirty connector**  
**Connector Loss too high**

Threshold Reflectance : > -35 dB  
 Threshold Connector Loss : > 0.50 dB

SM-OTDR

# OTDR

## Redes FTTx Multipulso

É um recurso de software onde o ODRT dispara vários tipos de pulso. Pulsos diferentes conseguem fazer leituras diferentes.

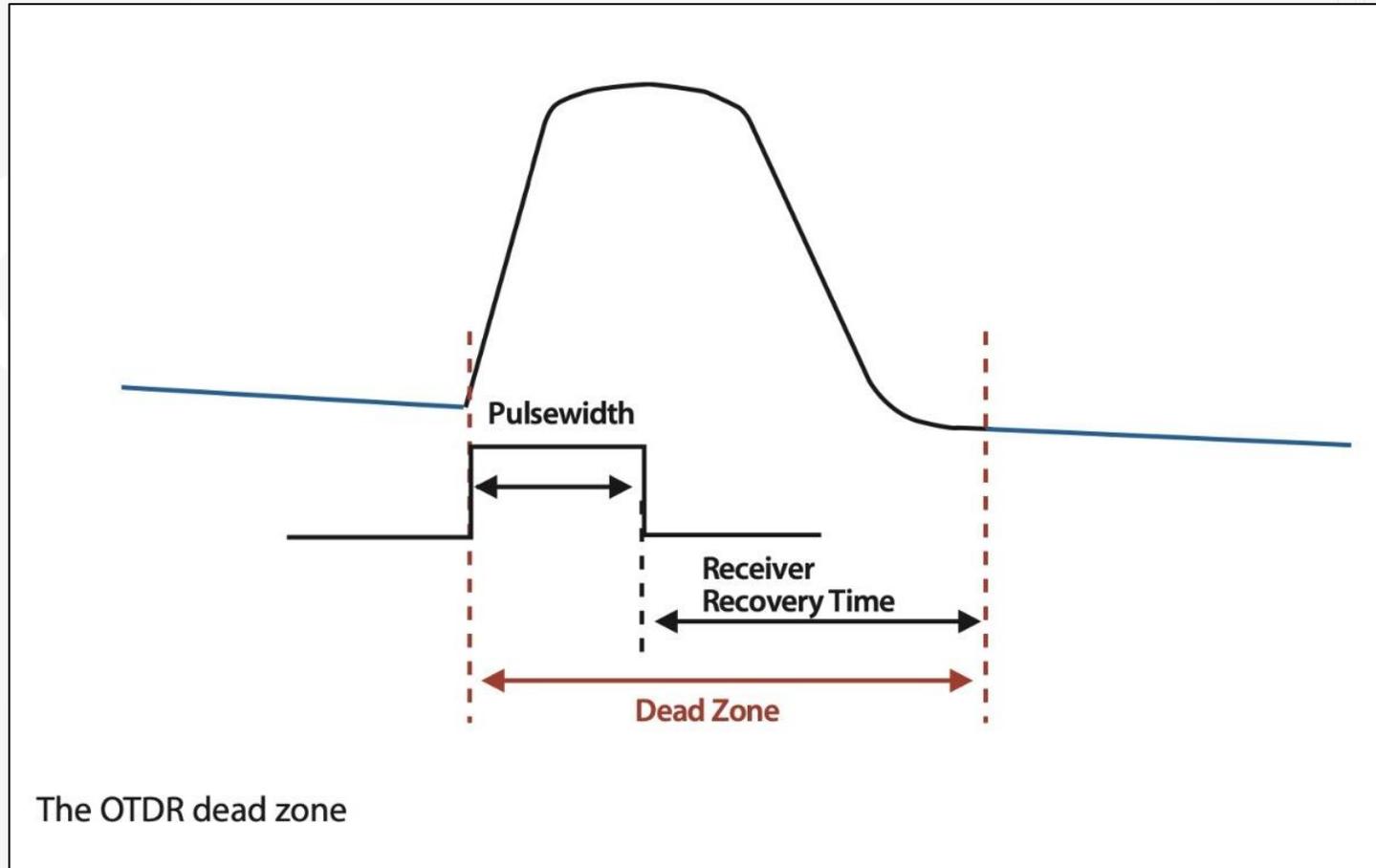
O OTDR une todas essas informações em um traçado único.

EXFO = IOLM

SMARTACQ = VIAVI

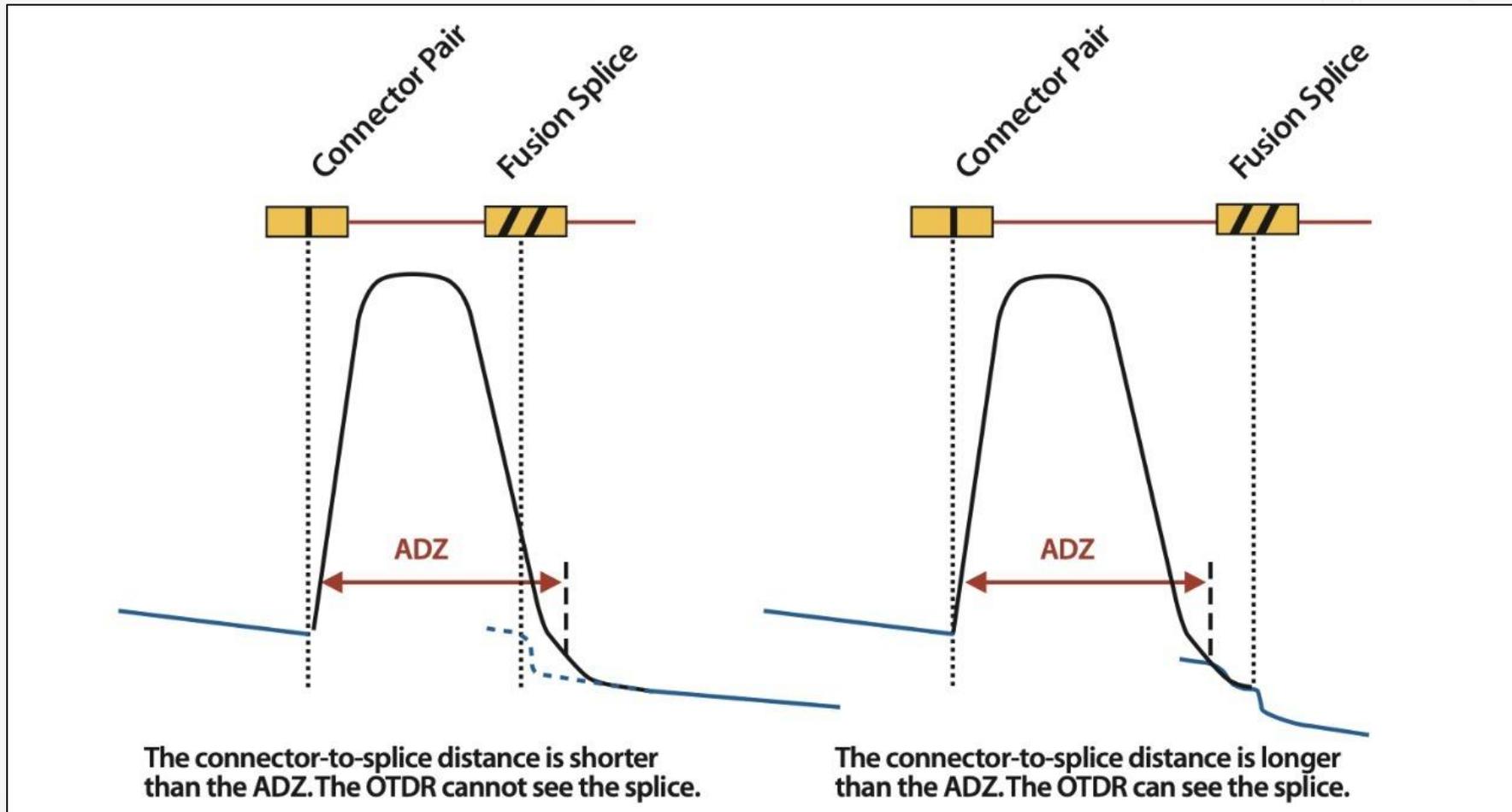
# OTDR

## Zona Morta



# OTDR

## Zona Morta



# OTDR

## Bobina de lançamento



# OTDR

Quando usar cada tipo de OTDR

Certificação de rede Apagada PTP

OTDR com 1310 e 1550nm  
Range conforme distância do enlace

Certificação de rede Apagada PON

OTDR com 1310 e 1550nm  
Range acima de 26 dB

Certificação/Manutenção de rede PTP ATIVO

OTDR com 1625 e 1650nm  
Range conforme distância do enlace

Certificação/Manutenção de redes PON ATIVO

OTDR PON com 1625 e 1650nm  
Range conforme atenuação splitagem rede  
Ex: 64 ou 128 ou 256 Clientes