

# Como escolher o reflectômetro óptico no domínio do tempo (OTDR) correto

Este documento técnico fornece informações sobre OTDRs e orientações para iniciantes no mercado de fibras ópticas para telecomunicação a fim de selecionar o OTDR apropriado para suas necessidades de teste.

## O que é um OTDR?

O OTDR é um certificador de fibra para a caracterização das redes ópticas que suportam as telecomunicações. O objetivo de um OTDR é detectar, localizar e medir elementos em qualquer local em um enlace de fibra óptica. O OTDR precisa acessar apenas uma extremidade do enlace e atua como um sistema de radar unidimensional. Ao disponibilizar um detalhamento do traço óptico das fibras em teste, é possível obter uma representação gráfica de todo o enlace de fibra óptica.

## O que um OTDR mede

Injetando pulsos de luz na extremidade de uma fibra e analisando os sinais de retroespalhamento e de refletância, um OTDR mede:

### Distância óptica

- Até os elementos: emendas, conectores, splitters, multiplexadores...
- Até as falhas
- Até a extremidade da fibra

### Perda, perda do retorno ótico (ORT)/refletância

- Perda nas emendas e conectores
- ORL do enlace ou seção
- Refletância dos conectores
- Atenuação total da fibra

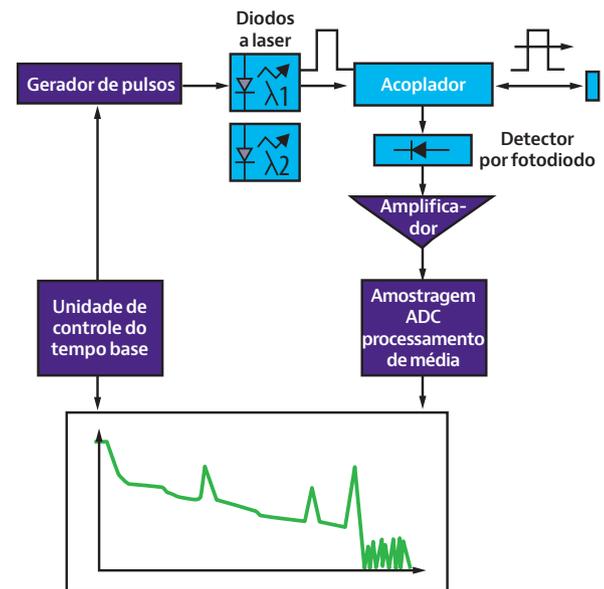


Diagrama de blocos do OTDR



Representação gráfica do enlace de fibra óptica, também chamado de traço de OTDR

## Por que preciso de um OTDR?

O teste das fibras é essencial para oferecer confiança de que a rede está otimizada para prestar serviços confiáveis e robustos, sem falhas.

### Plantas externas

Provedores de serviços de telecomunicações, vídeo e dados sem fio e operadores de redes querem garantir que os seus investimentos em redes de fibra estejam protegidos. Na parte externa da planta de fibra óptica, cada cabo deve ser testado com um OTDR para assegurar que a instalação foi feita de modo correto. Os instaladores serão solicitados a usar conjuntos de teste de perdas (medidores de fonte e de potência) e também OTDRs para fornecer uma documentação precisa dos cabos e certificar seu trabalho. Posteriormente, os OTDRs podem ser usados em troubleshooting, como locais de quebra devido a escavações.

### Instalações, LAN/WAN, Data Centers, Enterprise

Muitos contratados e proprietários de redes questionam se devem fazer testes com OTDR no cabeamento das instalações. Eles também querem saber se o teste com OTDR poderia substituir o teste tradicional de perda com um medidor de potência e uma fonte de luz. As redes de fibra nas instalações têm orçamentos bem apertados para perdas e menos margem para erros. Os instaladores devem testar o orçamento geral de perdas com uma fonte de luz e medidor de potência (Certificação Tier-1, exigido pelas normas TIA-568C). O teste com OTDR (Certificação Tier-2) é uma boa prática que pode indicar as causas de perda excessiva e verificar se as emendas e conexões estão dentro das tolerâncias apropriadas. Este teste também é a única maneira de saber o local exato de uma falha ou de uma quebra. Testar um enlace de fibra com um OTDR também ajuda a documentar o sistema para uma futura verificação.

## Como entender as especificações-chave do OTDR

### Comprimentos de onda

Em geral, a fibra deve ser testada utilizando-se o mesmo comprimento de onda que é utilizado para a transmissão.

- Comprimentos de onda de 850 nm e/ou 1300 nm para enlaces de fibra multimodo
- Comprimentos de onda de 1310 nm e/ou 1550 nm e/ou 1625 nm para enlaces de fibra monomodo
- Comprimento de onda de 1625 nm ou 1650 nm filtrado para troubleshooting durante a operação em enlaces de fibra monomodo
- Comprimentos de onda CWDM (de 1271 nm a 1611 nm com um espaçamento de canal de 20 nm) para comissionamento e troubleshooting em enlaces de fibra monomodo transportando transmissão CWDM
- Comprimentos de onda de 1490 nm para sistemas FTTH (opcional – o teste pode ser realizado em 1490 nm, porém uma recomendação geral é testar com 1550 nm para minimizar investimentos adicionais)

Testar com um único comprimento de onda permitirá apenas a localização de falhas. Testar em dois comprimentos de onda é recomendado durante a fase de instalação e de troubleshooting, pois detecta curvas nas fibras.

### 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.

## Zonas mortas

As zonas mortas são características importantes, pois determinam a capacidade que o OTDR tem de detectar e medir dois eventos espaçados com pouca distância nos enlaces de fibra. As zonas mortas são especificadas pelos fornecedores de OTDR na largura de pulso mais estreita e são expressas em metros (m).

- O evento de zona morta (EDZ) é a distância mínima na qual dois eventos de refletância consecutivos (como dois pares de conectores) podem ser distinguidos pelo OTDR
- A zona morta de atenuação (ADZ) é a distância mínima depois de um evento de refletância (por exemplo, um par de conectores) em que um evento não refletor (por exemplo, uma emenda) pode ser medido

## Larguras de pulsos

A relação entre o range dinâmico e uma zona morta é diretamente proporcional. Para testar fibras longas, é necessário mais range dinâmico, portanto um pulso de luz mais largo é necessário. Conforme o range dinâmico aumenta, a largura de pulso aumenta e a zona morta aumenta (eventos próximos não serão detectados pelo OTDR). Para distâncias curtas, devem ser utilizadas larguras de pulso mais estreitas para reduzir as zonas mortas. A largura de pulso é especificada em nanossegundos (ns) ou microssegundos ( $\mu$ s).

## Conheça a sua aplicação

Há uma grande variedade de modelos de OTDR disponíveis, atendendo diferentes necessidades de testes e medições. Uma boa compreensão das especificações-chave dos OTDRs e também da aplicação ajudará os compradores a fazer a escolha correta para suas necessidades específicas. Estas são as perguntas que devem ser respondidas antes de procurar um OTDR:

- Qual é o tipo de rede que vai precisar testar? LAN, FTTH/PON, metro, de longo curso?
- Qual é o tipo de fibra que vai precisar testar? Multimodo ou monomodo?
- Qual é a distância máxima que vai precisar testar? 700 m, 25 km, 150 km?
- Qual tipo de medição vai fazer? Construção (teste de aceitação), troubleshooting, teste em operação?

## Os OTDRs recomendados não dependem da aplicação

### Instalações, LAN/WAN, Data Centers, Enterprise

Tipo de fibra	Multimodo	Monomodo	Monomodo e multimodo
Comprimentos de onda	850/1300 nm	1310/1550 nm	850/1300/1310/1550 nm
Especificações-chave	Zonas mortas com a menor distância possível para localizar e caracterizar eventos com pouco espaçamento		

### FTTA, DAS e RAN em cloud

Tipo de fibra	Multimodo	Monomodo	Monomodo e multimodo
Comprimentos de onda	850/1300 nm	1310/1550 nm	850/1300/1310/1550 nm
Especificações-chave	Zonas mortas com a menor distância possível para localizar e caracterizar eventos com pouco espaçamento		

### Acesso/backhaul de ponto a ponto

Tipo de fibra	Monomodo
Comprimentos de onda	1310/1550 nm
Especificações-chave	Range dinâmico $\leq 35$ dB a 1550 nm Zonas mortas com a menor distância possível para localizar e caracterizar eventos com pouco espaçamento

### Acesso de ponto a multiponto/FTTH/PON

Tipo de teste	Instalação – Antes e depois do(s) divisor(es)	Instalação com um divisor ou divisores em cascata	Troubleshooting em operação
Comprimentos de onda	1310/1550 nm	1310/1550 nm	1625 nm ou 1650 nm filtrado
Especificações-chave	Range dinâmico $\leq 35$ dB a 1550 nm	Range dinâmico $\geq 35$ dB a 1550 nm para teste através de divisor tipo 1/32 Range dinâmico $\geq 40$ dB a 1550 nm para teste de fibras através de divisor tipo 1/64	Range dinâmico não relevante
	Zonas mortas com a menor distância possível para localizar e caracterizar eventos com pouco espaçamento	Zonas mortas com a menor distância possível para PON/divisor + aquisição automática de múltiplos pulsos	Zonas mortas com a menor distância possível para localizar e caracterizar eventos com pouco espaçamento + aquisição automática de múltiplos pulsos

### CWDM e DWDM

Tipo de teste	Instalação, comprimento de onda, provisionamento ou troubleshooting
Comprimento de onda CWDM	De 1271 nm a 1611 nm com espaçamento de canal de 20 nm
Comprimento de onda DWDM	Sintonia de banda C – C62 a C12 (1527,99 nm a 1567,95 nm)
Especificações-chave	Range dinâmico $\geq 35$ dB para testar através de mux, multiplexador óptico add/drop (OADM) e demux Zonas mortas com a menor distância possível para localizar e caracterizar eventos com pouco espaçamento Capacidade de fonte de luz de onda contínua integrada para verificar a continuidade de ponta a ponta

### Metro/Longo/Ultralongo curso

Tipo de rede	Metropolitana/Longo curso	Curso muito longo	Ultralongo curso
Comprimentos de onda	1310/1550/1625 nm	1310/1550/1625 nm	1550 nm/1625 nm
Especificações-chave	Range dinâmico $\geq 40$ dB a 1550 nm	Range dinâmico $\geq 45$ dB a 1550 nm	Range dinâmico $\geq 50$ dB
	Zonas mortas com a menor distância possível para localizar e caracterizar eventos com pouco espaçamento		

### Múltiplas aplicações

Tipo de rede	Instalações/acesso	Metro a curso muito longo
Comprimentos de onda	850/1300/1310/1550 nm (1625 nm opcional)	1310/1550/1625 nm (adicionar um filtro externo no comprimento de onda de 1625 nm torna o OTDR adequado para troubleshooting em rede FTTH/PON)
Especificações-chave	Range dinâmico: Não relevante para multimodo; $\leq 35$ dB a 1550 nm para monomodo Zonas mortas mais curtas possíveis Plataforma modular que cresce de acordo com as necessidades de teste e oferece a maior flexibilidade	Maior range dinâmico

## Outras especificações importantes do OTDR ao testar redes FTTH/PON

Para poder medir cada segmento de uma rede PON e detectar todos os "eventos" ao longo do enlace de fibra do ONT (cliente) ao OLT (escritório central), um OTDR tradicional requer vários testes manuais (aquisições) usando parâmetros diferentes em cada teste.

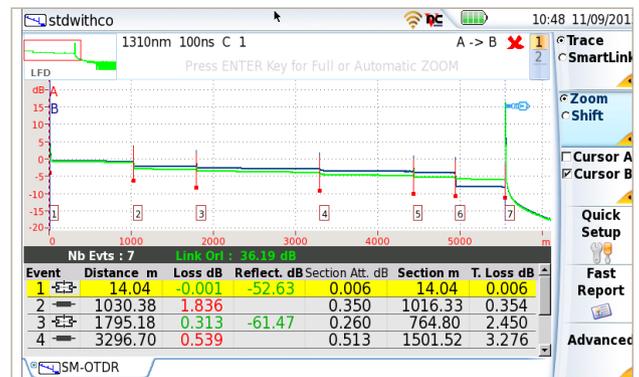
Os OTDRs para PON mais recentes ajustam os parâmetros de teste e realizam múltiplas aquisições em múltiplas larguras de pulsos automaticamente para obter os resultados ideais do teste e excluir todos os "eventos" (curvas, emendas, conectores) antes e depois dos divisores PON. Recomenda-se enfaticamente verificar se o OTDR pode ser equipado com tal função antes de selecioná-lo para testar fibras com um divisor ou vários divisores ópticos PON em cascata.

## Resultados de teste do OTDR

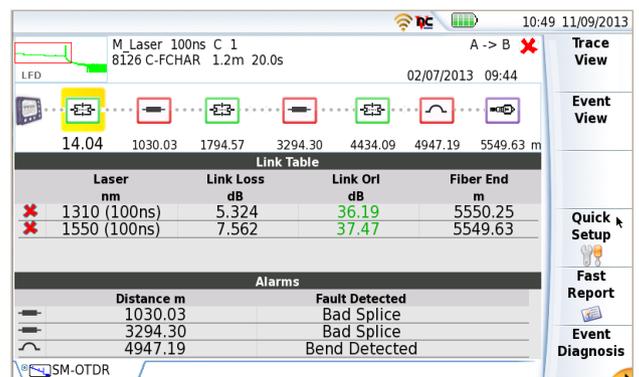
Operar um OTDR não é especialmente difícil, entretanto requer familiaridade com boas práticas de teste de fibras para medir corretamente. Os traços de OTDR podem ser analisados e interpretados corretamente por técnicos treinados e experientes. É difícil para um técnico menos qualificado operar um OTDR e apresentar resultados que façam sentido. Uma aplicação de software inteligente, integrada no instrumento, pode ajudar os técnicos a usar um OTDR com mais eficácia, sem a necessidade de entender ou interpretar os traços de OTDR. Ela mostra esquematicamente o enlace de fibra testado, reconhece e interpreta automaticamente cada evento do OTDR e representa o resultado como um ícone simples para fácil compreensão. Entretanto, é obrigatório ter a capacidade de correlacionar os resultados com o traço OTDR original, caso necessário.

Os fatores que devem ser levados em conta ao selecionar um OTDR são:

- **Tamanho e peso** – importante se for necessário subir em uma torre de célula ou trabalhar dentro de um edifício
- **Tamanho do display** – 5 polegadas deve ser o requisito mínimo para o tamanho do display; OTDRs com displays menores custam menos, entretanto dificultam a análise do traço do OTDR
- **Vida útil da bateria** – um OTDR deve ter autonomia de uso de um dia em campo; 8 horas deve ser o valor mínimo
- **Armazenamento do traço ou dos resultados** – 128 MB deve ser o tamanho mínimo da memória interna sem opções para armazenamento externo, como uma memória USB externa
- **Tecnologia Bluetooth e/ou Wi-Fi sem fio** – a conectividade sem fio permite exportar facilmente os resultados dos testes para PCs/laptops/tablets
- **Modularidade/Capacidade de atualização** – uma plataforma modular e capaz de ser atualizada atenderá mais facilmente a evolução das suas necessidades de teste; isto pode ser caro no momento da compra, entretanto será mais barato a longo prazo
- **Disponibilidade de software de pós-processamento** – embora seja possível editar e documentar suas fibras no instrumento de teste, é muito mais fácil e mais conveniente analisar e documentar os resultados do teste usando um software de pós-processamento



Visualização de traço do OTDR



Visualização dos resultados do OTDR com base nos ícones

## Boas práticas para o uso do OTDR

Diversas boas práticas asseguram teste confiável com o OTDR.

### Uso de cabos de lançamento/recepção

Cabos de lançamento e recepção, compostos de carretéis de fibra com distâncias específicas, devem ser conectados às duas extremidades do enlace de fibra em teste para qualificar os conectores da extremidade frontal e da extremidade distante usando um OTDR. O comprimento dos cabos de lançamento e de recepção depende do enlace que está sendo testado, entretanto este comprimento fica entre 300 m e 500 m para teste multimodo e entre 1000 m e 2000 m para teste monomodo. Para um transporte de curso muito longo, pode ser utilizado 4000 m de cabo. O comprimento da fibra depende muito da zona morta de atenuação do OTDR, que é função da largura de pulso. Quanto maior a largura de pulso, maior deve ser o cabo de lançamento e o cabo de recepção. Entretanto, se uma função de múltiplos pulsos estiver disponível no OTDR, o comprimento dos cabos de lançamento e de recepção pode ser reduzido para 20 m. Os cabos de lançamento e recepção devem ser do mesmo tipo que a fibra em teste.

### Inspeção preventiva de conector

Uma única conexão de fibra suja pode afetar o desempenho do sinal geral. Uma inspeção preventiva de cada conexão de fibra com uma probe microscópica de fibra reduzirá significativamente a inatividade da rede e o troubleshooting. Sempre siga este processo simples "Inspeccione antes de conectar™" para garantir que as faces finais das fibras estejam limpas antes de acoplar os conectores. Uma porta de OTDR suja ou um conector de cabo de lançamento/recepção sujo afetarão a medição do OTDR. Ela precisa ser inspecionada e limpa antes de o cabo de lançamento ser conectado.

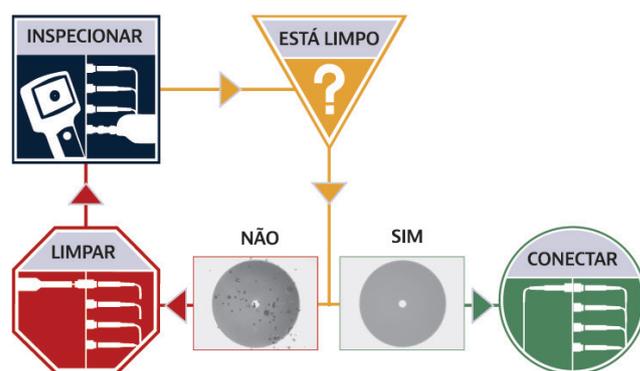


Diagrama do processo Inspeccione antes de conectar

## Resumo

Uma infraestrutura de rede óptica otimizada entrega serviços confiáveis e robustos aos clientes. Uma experiência de cliente satisfeito gera lealdade, permitindo um rápido retorno do investimento e lucratividade contínua. O OTDR é um testador de campo fundamental para manutenção e troubleshooting em infraestruturas de fibra óptica. Antes de selecionar um OTDR, considere as aplicações nas quais o instrumento será utilizado e verifique as especificações do OTDR para garantir sua adequação às aplicações da sua empresa. Para saber mais, visite a [página de teste VIAVI OTDR](#).

## Referências

1. Documento técnico VIAVI Solutions: *Obtenção de conformidade com a Norma IEC para a qualidade de conector de fibra óptica por meio da automação do processo sistemático de inspeção proativa da face final da fibra*
2. Folheto VIAVI: Guia de referência VIAVI para teste de fibra óptica – Volume 1
3. Pôster VIAVI: *Entender a reflectometria óptica no domínio do tempo*