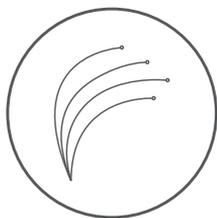




# FUNDAMENTOS DO FTTX



Uma visão geral completa dos princípios, das tecnologias, das arquiteturas e dos modelos de negócios para redes futuras.

# Índice

<b>Capítulo 1   A história e o futuro do FTTX</b>	<b>3</b>
Bem-vindo à revolução do gigabit!	4
A evolução das redes de fibra	6
Convergência – a próxima fronteira	8
A fibra é fundamental para o nosso futuro econômico	9
Resumo	11
<b>Capítulo 2   Dos fundamentos às escolhas do mundo real</b>	<b>12</b>
Por que luz?	13
Técnicas de multiplexação	16
Conectores: levando a luz para dentro e para fora da fibra	19
Agregando capacidade: o que é melhor?	24
Estudo de Caso: desenvolvendo expertise em fibras internas, pré-requisito para o futuro	25
Resumo	26
<b>Capítulo 3   Arquiteturas de redes: opções, benefícios e considerações</b>	<b>27</b>
Qual tipo de rede?	28
Um olhar mais atento sobre as PONs	29
Principais arquiteturas e topologias de PON	32
Tendências globais e regionais	36
Estudo de Caso: concessionária pública adota a banda larga	38
Resumo	39
<b>Capítulo 4   Como fazer um plano de negócios de FTTX funcionar?</b>	<b>40</b>
Por que este capítulo?	41
Receita	42
Custos	44
Financiamento	45
Análises	46
O que é certo para o cliente?	47
Resumo	48

# CAPÍTULO 1

A história e o futuro do FTTX



# A história e o futuro do FTTX

## Bem-vindo à revolução do gigabit!

A cada aumento de velocidade, estamos evoluindo para uma sociedade global digital. Isto está transformando profundamente a maneira como vivemos, trabalhamos, aprendemos e prosperamos.

Entre 15 e 20 anos atrás, as conexões de internet domésticas e comerciais eram bem lentas. O download de uma única imagem poderia levar horas. E como a internet era acessada por meio de linhas telefônicas, era preciso escolher entre fazer uma ligação telefônica ou usar a rede. Não era possível fazer as duas coisas ao mesmo tempo.

O advento da banda larga mudou esse contexto para sempre. Finalmente, passou a ser viável transmitir informações por meio de múltiplos canais, simultaneamente. Dados podiam ser enviados e recebidos por meio da tão esperada “superestrada da informação” com várias faixas, por meio de apenas um cabo.

Desde o princípio a tecnologia de fibra óptica viabilizou as velocidades de banda larga. O “gigabit”, que se tornou uma palavra corriqueira, é praticamente sinônimo de “fibra até a casa” (FTTH). Um gigabit significa um bilhão de bits e, quando entregue em um segundo, fala-se em 1 Gbps ou 1.000 Mbps, velocidade cerca de 100 vezes maior que a média da internet *downstream* nos Estados Unidos.

A adoção do serviço Gigabit, iniciativa pioneira, no início dos anos 2000, por um grupo de provedores de serviços de comunicação, está em plena ascensão atualmente. De acordo com o estudo recente da Viavi, 57,5 milhões de consumidores dos EUA têm acesso ao serviço de internet gigabit. Aplicações gigabit estão prontas para revolucionar a prestação de serviços governamentais, os serviços de saúde, os negócios, a educação e muito mais. Fornecer opções de velocidade para banda larga é crucial, mas isso é apenas o começo.

# Largura de banda: o que é – e por que você quer isso?

Mas, antes de tudo, qual é a utilidade da conectividade gigabit? Bem, por um lado, o consumo de largura de banda em residências e empresas está crescendo rapidamente. No início dos anos 1990, quando os modems de 14,4 kbps eram padrão, muitas pessoas se perguntavam por que precisávamos de conectividade mais rápida. No entanto, à medida que a largura de banda disponível aumenta e a tecnologia avança, toda a largura de banda oferecida acabará sendo consumida conforme os desenvolvedores introduzem aplicações e serviços que têm mais necessidade de largura de banda do que suas versões anteriores.

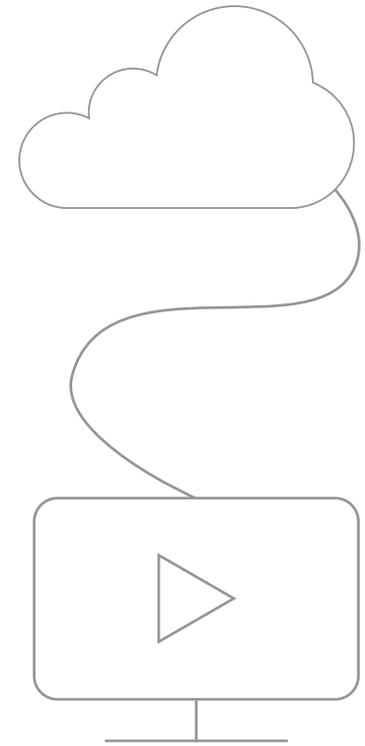
Atualmente, a Netflix recomenda uma conexão de 25 Mbps para visualização com qualidade Ultra HD. Uma família de quatro pessoas fazendo *streaming* em dispositivos diferentes pode usar a capacidade total da conexão de 100 Mbps da casa.

O tráfego global da internet, que vem dobrando a cada dois anos, deverá crescer ainda mais rapidamente devido à maior adoção da computação móvel e dos smartphones.

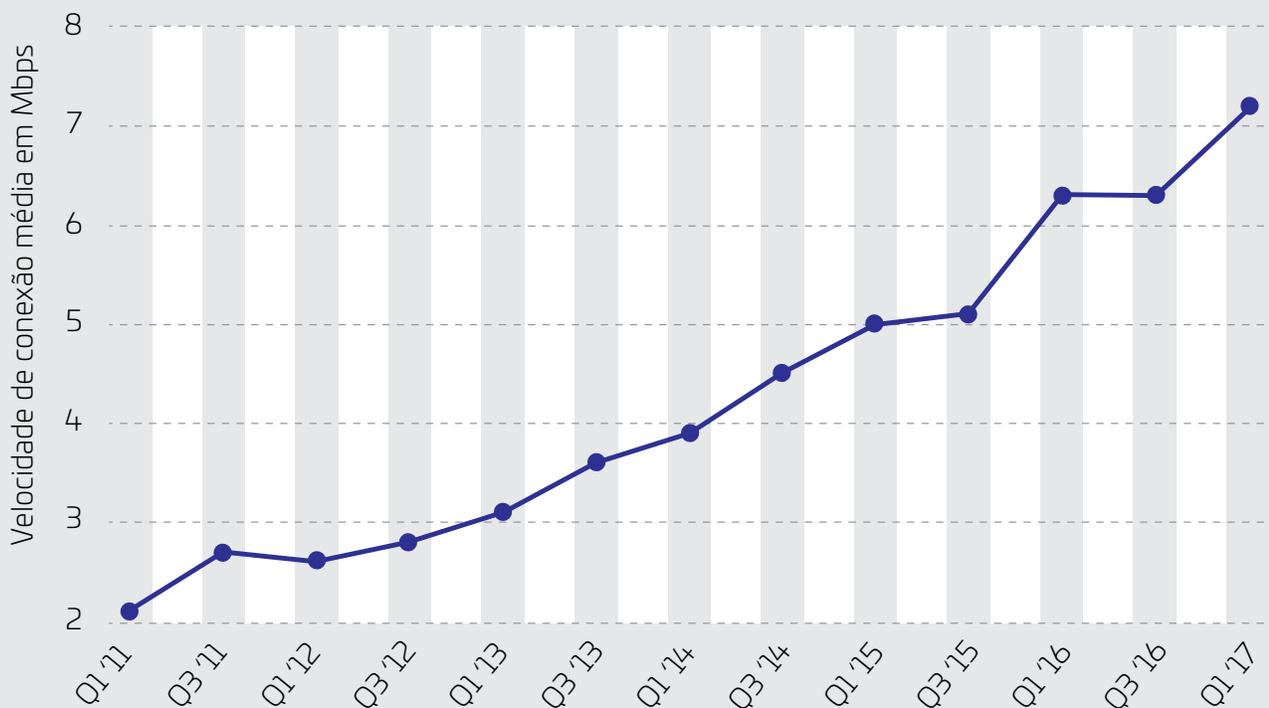
Estima-se que o 5G, o próximo padrão em tecnologia móvel, oferecerá velocidades acima de 10 Gbps. A transferência de dados pode se tornar até 150 vezes mais rápida que no 4G. Isso será impulsionado ainda mais pela já vasta necessidade de *streaming* de vídeo HD para dispositivos móveis.

O vídeo requer muita largura de banda e confiabilidade das redes para apresentar um fluxo suave de imagens, especialmente quando várias pessoas assistem cada vez mais a diferentes produtos ao mesmo tempo, em uma única rede.

Também estamos testemunhando a chegada de vídeos 3D HDTV, 4K e até 8K e de realidade virtual (RV). Isso sem mencionar as inovações que consomem muita largura de banda, como a Internet das Coisas, os serviços e aplicativos em nuvem, os edifícios inteligentes, a realidade virtual aumentada, o tráfego autônomo e a tecnologia *blockchain*.



## VELOCIDADE MÉDIA DE CONEXÃO DA INTERNET GLOBAL



Informações adicionais: Worldwide; Akamai Technologies; 1º trimestre 2011 trimestre 2017; IPv4  
Fonte: Akamai Technologies © Statista 2017

# A evolução das redes de fibra

## Mas o que a fibra tem de tão bom?

Com o surgimento da nuvem, a Internet das Coisas e os aplicativos de cidade inteligente – bem como a chegada do 5G – a necessidade de redes de alta velocidade, baixa latência e à prova do futuro está aumentando ainda mais. Além disso, a demanda cresceu significativamente para a largura de banda simétrica, que oferece desempenho comparável para *download* e *upload*. Os usuários esperam conectividade constante, ou seja, que simplesmente funciona a todo e qualquer momento.

Fibra óptica é uma solução-chave para acomodar os aplicativos de hoje, bem como as futuras tecnologias. Veículos autônomos, por exemplo, produzem grandes quantidades de dados – muitos dos quais serão enviados para a nuvem. Além disso, os motoristas terão amplas oportunidades de trabalho e lazer com seus carros, o que significa um consumo ainda maior de largura de banda.

A capacidade que a fibra oferece é grande o suficiente para fornecer **backbone** para todas as principais redes atuais: internet, TV a cabo, telefone (incluindo móvel), empresas privadas e centros de dados. A fibra acomoda a crescente demanda por **streaming** de vídeo, que, atualmente, representa 70% do tráfego de internet.



Sem fibra, muitas coisas que usamos e fazemos todos os dias seriam impossíveis: serviços bancários, trabalhar em casa, comércio eletrônico, *streaming* de áudio e vídeo, usar smartphones, tablets e aplicativos de saúde.



### VOCÊ SABIA?

35%

As operadoras dizem que farão a transição da maioria dos usuários para FTTH entre 2017 e 2020



+25%



Um adicional de 25% das operadoras esperam ter feito a transição até 2025

Fonte: Broadband Outlook Report 2016

## A necessidade de velocidade

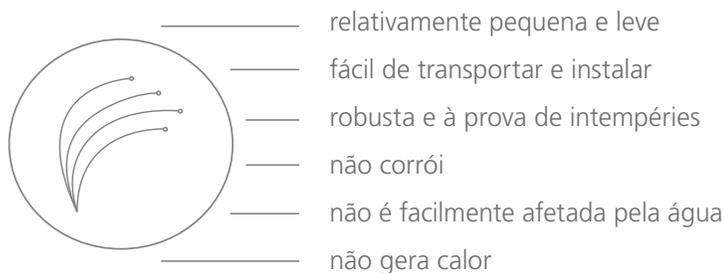
Os desenvolvedores e provedores de banda larga precisam de fibra óptica para entregar os serviços privados e profissionais. A capacidade de fornecer conectividade contínua, confiável, de alta velocidade e baixa latência é necessária para sobreviver e prosperar — especialmente porque os consumidores hoje têm fácil acesso à informação e um maior leque de escolha.

Nos próximos anos, espera-se que as operadoras globais impulsionem o FTTH como sua principal plataforma de distribuição de banda larga.

## Alguns benefícios *muito* práticos

Banda larga de alta velocidade possibilita o transporte de grandes volumes de dados, com baixa latência (ou atraso). Quaisquer atrasos de transporte de dados são praticamente imperceptíveis, garantindo que as aplicações sejam executadas sem problemas e sem interrupção. A fibra funciona bem em longas distâncias (65 quilômetros ou mais) sem degradação do sinal. Não há necessidade de reforçar a potência do sinal ao longo do caminho.

A implantação é relativamente fácil – as fibras podem ser encapsuladas em vários perfis diferentes de cabos e cores e escondidas facilmente sob superfícies ou paredes. Uma vez instalada, o desempenho da fibra pode ser atualizado, alterando-se os componentes eletrônicos que criam e recebem os pulsos de luz que são transmitidos pelos cabos, sem a necessidade de substituir o cabo em si.



Além disso, ao contrário de outros tipos de mídia, a fibra é imune à interferência eletromagnética. Essa imunidade torna o cabeamento de fibra inerentemente mais seguro, uma vez que os sinais transmitidos não podem ser simplesmente espionados ou sofrerem interferência.

## Não existe abordagem única

O cabeamento de fibra fornece a base para as redes de comunicação de hoje e de amanhã. Um *backbone* de fibra pode ser implantado até um ponto de acesso *wireless* ou pode terminar na sala de telecom de uma empresa, em um ponto de distribuição em uma esquina ou em um prédio de apartamentos. Existem diferentes técnicas para fazer a conexão final do *backbone* de fibra para o usuário doméstico ou corporativo.

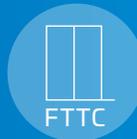
Embora haja várias opções de escolha, em muitos casos o cabeamento de fibra é usado para ligar o *backbone* diretamente ao dispositivo do usuário final, oferecendo a mais alta velocidade e a menor latência.



## Diferentes tipos de fibra para o X



Fibra até a casa



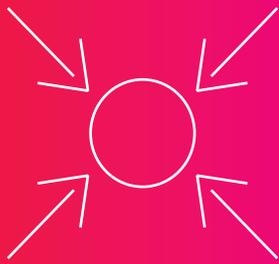
Fiber to the curb/cabinet



Fiber to the building/basement



Fiber to the node/neighborhood



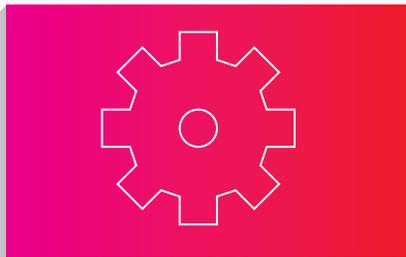
## Convergência – a próxima fronteira

Por meio da convergência de redes de fibra, um provedor pode fornecer uma gama mais ampla de serviços, oferecer serviços inovadores e entrar em novos mercados com mais rapidez. Simplificando, a convergência de rede significa desenvolver uma infraestrutura que poderá ser utilizada para várias plataformas de entrega de serviços.

O processo de convergência de rede é impulsionado principalmente pelo desenvolvimento de tecnologias inovadoras e pela necessidade de mais eficiência. Grandes prestadoras de serviços incumbentes, com operações de telefonia fixa e sem fio, estão migrando em direção a uma única rede para maximizar a utilização de ativos e alavancar economias de escala. Provedores menores, com orçamentos mais limitados, podem atender a vários segmentos de mercado, adicionar fluxos de receita e diminuir o risco da atividade comercial com mais partes interessadas, mais fontes de financiamento e maior ROI.

### Benefícios:

- **Compartilhamento de ativos físicos entre os segmentos fixo e sem fio.**  
Com pequenas células avançando mais profundamente na rede e o CRAN (RAN centralizado) permitindo o agrupamento de recursos de banda base, o compartilhamento de cabos de fibra e o espaço físico tornam-se mais importantes. Construir uma nova rede de FTTH — necessidade de alguns meses depois, a equipe ter de abrir a mesma rua para instalar fibra para uma estação rádio base (ERB) — não será um problema.
- **Compartilhamento de fluxo de dados para os segmentos fixo e móvel.**  
Eficiência adicional será um ganho para empresas dispostas a compartilhar fibras para múltiplas aplicações. Além disso, WDMs, NGPON2 e outras tecnologias permitirão a unificação de fluxos de bits e a eficiência aprimorada da rede. A capacidade em reserva poderá ser disponibilizada comercialmente “fibra escura virtual” ou serviços de comprimento de onda – menos dispendiosos e mais rápidos de implantar.
- **Compartilhamento de recursos de processamento e gerenciamento.**  
As tendências em direção a SDN/NFV permitem que as operadoras de rede compartilhem o processamento e o gerenciamento da rede, independentemente da aplicação final.



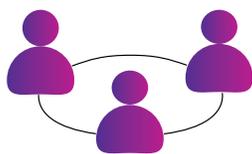
É importante notar que, como vários serviços são fornecidos em uma única rede, a confiabilidade se torna fundamental – e qualidade e padronização desempenharão um papel cada vez mais importante.

A fibra é essencial para a economia de inovação atual. Um estudo do de 2014\* do Analysis Group detectou maior PIB per capita (1,1%) em comunidades que oferecem internet gigabit. O PIB dessas comunidades era cerca de US\$ 1,4 bilhão maior do que de comunidades em regiões similares. Seguindo a mesma linha, um estudo de 2017 da RVA LLC para a Fiber Broadband Association, nos EUA, apontou relação entre a disponibilidade de redes totalmente em fibra com a criação de novos negócios, melhora da economia e maior geração de empregos. Pesquisas em outras regiões mostram resultados semelhantes. Na França, por exemplo, foram criadas 4,8% mais start-ups em municípios equipados com banda larga ultrarrápida do que em municípios com acesso mais lento.

## A fibra é fundamental para o futuro economico

+1,1%  
per capita  
PIB

COMUNIDADE  
DE INTERNET  
GIGABIT



+\$1,4 BILHÃO  
PIB

\* Fonte: RESULTADOS INICIAIS SUGEREM QUE A BANDA LARGA GIGABIT ESTIMULA O PIB  
[http://www.analysisgroup.com/uploadedfiles/contentinsights/publishing/gigabit\\_broadband\\_sosa.pdf](http://www.analysisgroup.com/uploadedfiles/contentinsights/publishing/gigabit_broadband_sosa.pdf)



Habitantes de edifícios com unidades independentes estão dispostos a pagar 2,8% a mais na compra de um apartamento com acesso ao serviço de fibra óptica. Inquilinos estão dispostos a pagar 8% a mais, com base em uma renda mensal de US\$ 1.000, para terem acesso à fibra, um resultado significativo, já que cerca de 30% dos residentes dos EUA vivem em alguma forma de moradia multifamiliar. Além disso, o acesso à fibra pode aumentar o valor de uma residência em até 3,1%, de acordo com um relatório de pesquisadores da Universidade do Colorado e da Universidade Carnegie Mellon. Na verdade, mesmo em locais onde ainda não há um serviço de gigabit, os valores das residências podem aumentar em 1,8% se uma operadora de rede local tiver implantado uma infraestrutura de fibra capaz de suportar 100 Mbps ou mais.

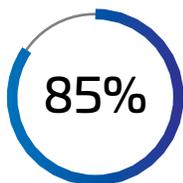
### VOCÊ SABIA?



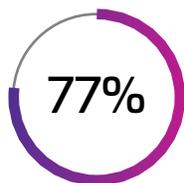
A fibra também pode ajudar nas seguintes áreas:



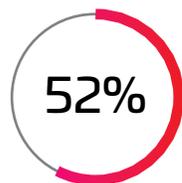
ATRAÇÃO DE  
NOVOS  
EMPREGADORES



EXPANSÃO DE  
EMPREGADORES



RETENÇÃO DE  
EMPREGADORES

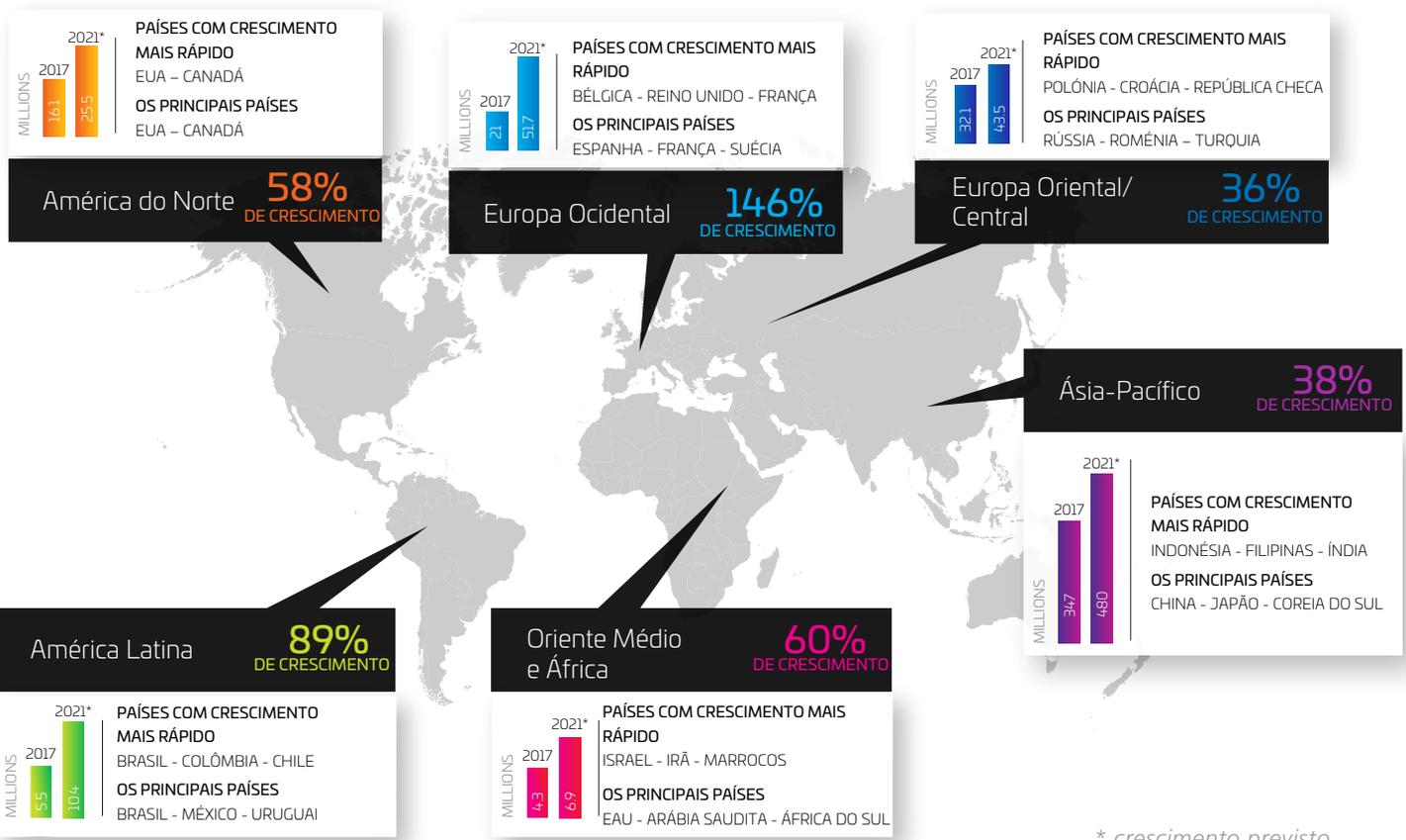


EMPRESAS  
DOMICILIARES

De acordo com especialistas locais em economia e formuladores de políticas públicas consultados pela RVA, LLC para uma pesquisa encomendada pela Fiber Broadband Association, em 2017

# Corrida global para o futuro

## Assinantes de FTTX hoje e em 2021



\* crescimento previsto  
 Fonte: IDATE DigiWorld



## 1 bilhão de assinantes até 2021

Em termos de tecnologias de acesso de banda larga, a FTTX agora representa a maior fatia de mercado do mundo, com alguns analistas do setor estimando mais de 1 bilhão de residências até 2021.

Cada vez mais, os países estão vendo a evolução da infraestrutura de banda larga como um serviço público, similar a modelos usados para o fornecimento de gás, eletricidade e água. As implantações baseadas em fibra para as instalações seguem ganhando força à medida que os países continuam a desenvolver redes nacionais de banda larga (NBNS). Além disso, os preços globais de banda larga estão diminuindo em muitos mercados ao redor do mundo, tornando-se mais baratos e acessíveis para mais pessoas. Embora as implantações de fibra para residência continuem a avançar globalmente, existem diferenças regionais, por conta de uma variedade de fatores, como políticas públicas, legislação e padrões, que afetam a velocidade de adoção.

### CAPÍTULO 1 RESUMO

## Viabilizando a transformação digital e facilitando a prosperidade no futuro

A necessidade da banda larga está crescendo rapidamente, impulsionada pelo 5G, pela nuvem, pela IoT, pela computação móvel, pelos vídeos em HD e pelos aplicativos que requerem muita largura de banda. Em todo o mundo, estamos vendo um aumento gradual da fibra, já que essa é a principal tecnologia que será compatível com os aplicativos de hoje e de amanhã.

A alta largura de banda da fibra possibilita o transporte de grandes volumes de dados, com baixa latência. A tendência de convergência de diferentes tipos de rede e funcionalidades em uma única rede promete maior eficiência.

Além disso, estudos e anos de experiência mostram que a presença da banda larga traz uma série de benefícios. Desde o aumento do PIB e do emprego até o apoio à retenção de empregos e à criação de novos negócios. Na verdade, a fibra não é apenas “boa de se ter”. É essencial para o nosso futuro econômico e social no longo prazo.

# CAPÍTULO 2

Dos fundamentos às escolhas do mundo real



# Dos fundamentos às escolhas do mundo real

## Por que luz?

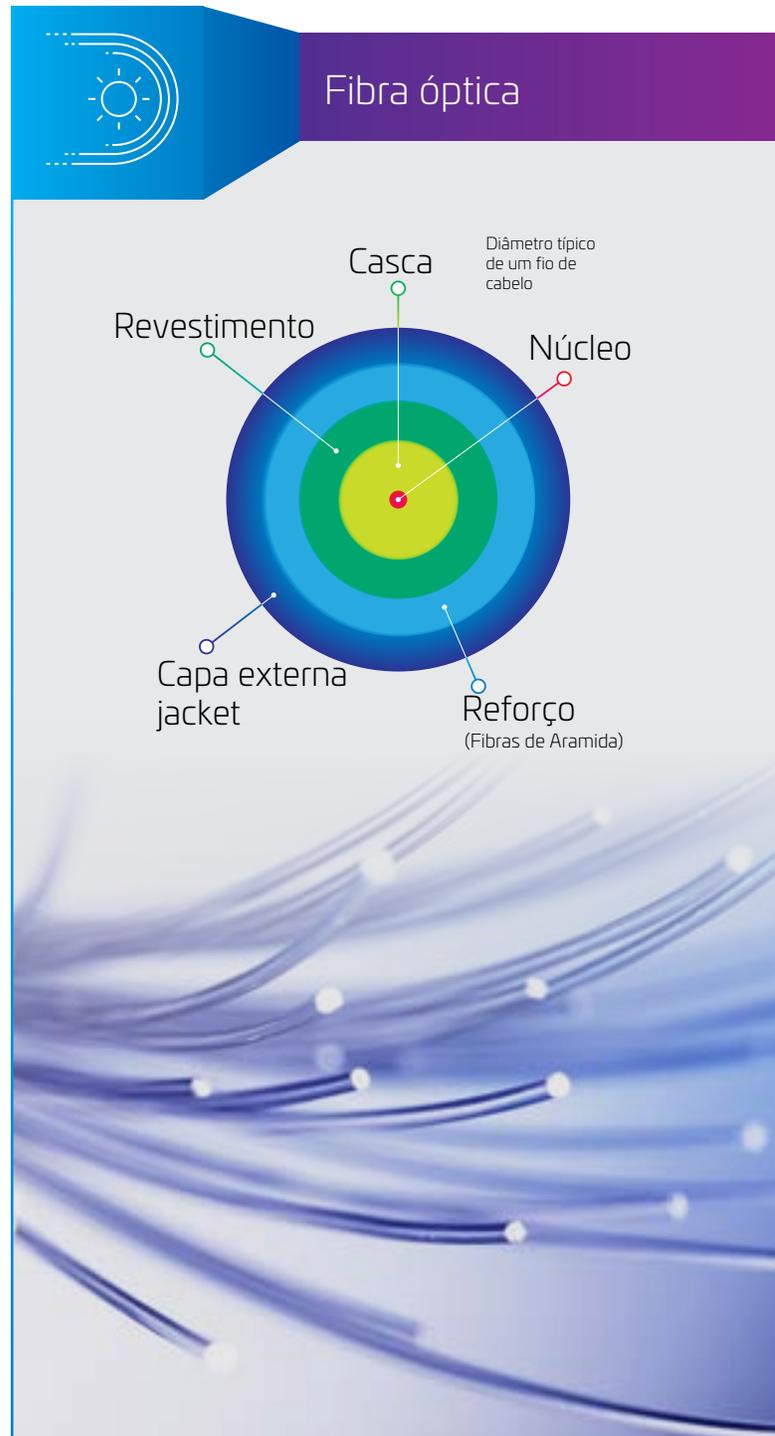
Por que transmitir dados usando luz em vez de, por exemplo, pulsos elétricos? Simples: a luz é incrivelmente rápida. A velocidade da luz no vácuo é de cerca de 300.000 quilômetros por segundo e apenas um terço mais lenta, ou cerca de 200.000 quilômetros por segundo, quando viaja através de um cabo de fibra ótica. Existem alguns cabos coaxiais mais velozes, mas essas linhas de transmissão coaxiais precisam de muito mais amplificadores do que as linhas de fibra ótica, tornando a tecnologia de fibra ótica a solução de transmissão mais rápida para linhas de longa distância.

Uma fibra ótica contém um núcleo de vidro através do qual a luz viaja. Em torno desse núcleo há outra camada de vidro chamada "revestimento", que garante que a luz não escape do núcleo. Uma técnica ótica conhecida como "Reflexão Interna Total" mantém a luz dentro do núcleo. Uma cobertura protetiva de polímero resguarda o vidro do revestimento contra umidade, sujeira e danos. O diâmetro total de uma fibra ótica é de 250  $\mu\text{m}$  ou 1/4 de milímetro.

Por si só, a fibra ótica fina não é robusta o suficiente para ser manuseada e exposta ao mundo externo. Nos cabos, a fibra ótica é protegida da tensão mecânica por um material de reforço mais resistente (fios de aramida). O revestimento externo fornece proteção ambiental contra os elementos, como poeira e água.

## Principais vantagens da fibra ótica

- Largura de banda muito alta – transporta grandes volumes de dados
- Baixa latência – atrasos no transporte de dados são imperceptíveis
- Atenuação mínima
- Pequena e leve – fácil de transportar e instalar
- Imune a interferências eletromagnéticas
- Risco mínimo de segurança (difícil de "bloquear" a luz sem ser notado)



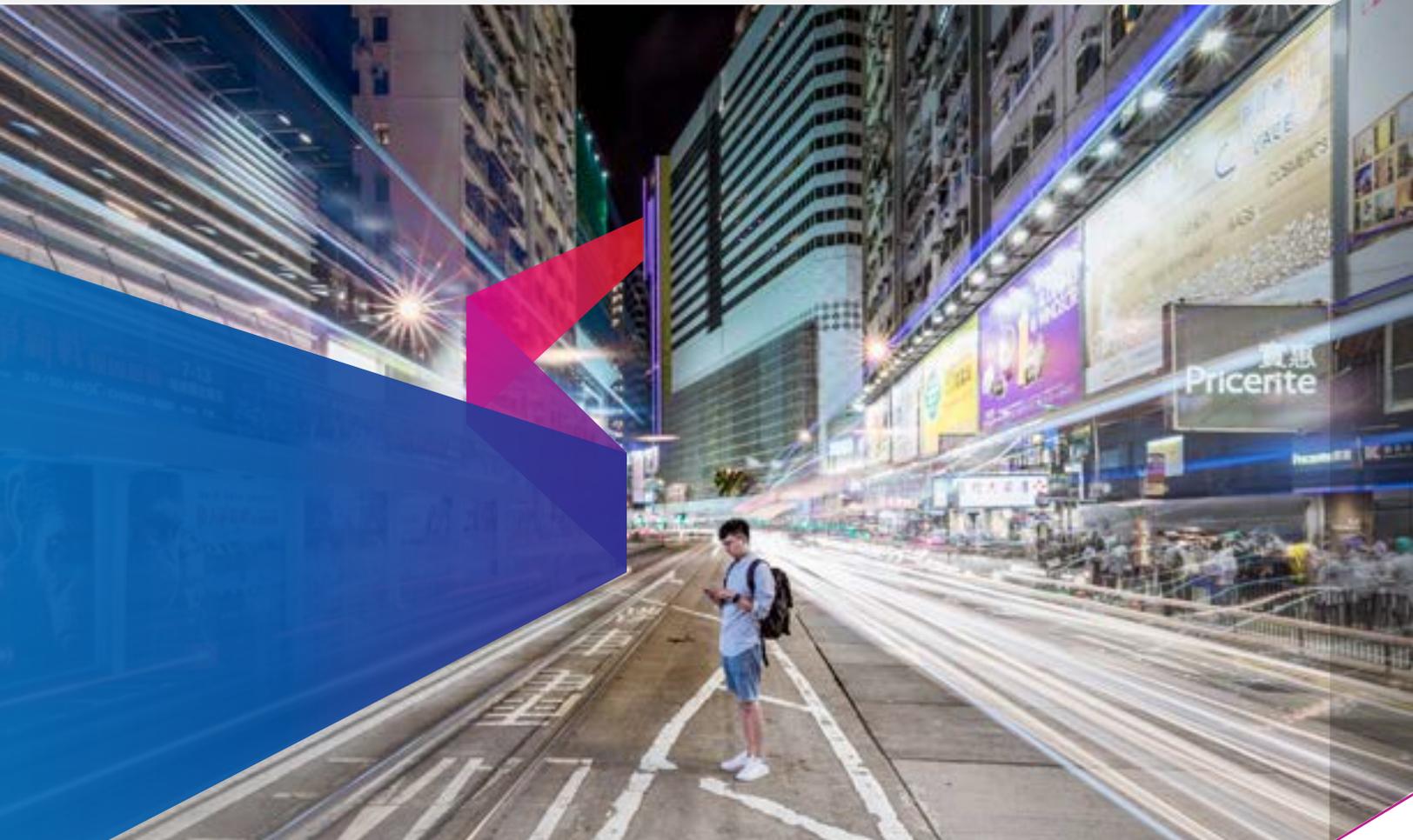
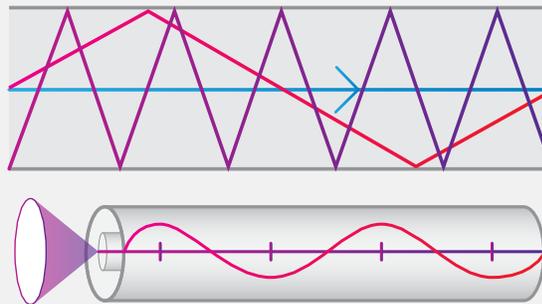
# Propagação da luz: monomodo ou multimodo?

Um “modo” é o caminho que um feixe de luz segue à medida que ele percorre uma fibra óptica. A fibra multimodo permite que a luz viaje por muitos caminhos diferentes no núcleo da fibra. A fibra monomodo, usada em todas as linhas de longa distância e implantações de FTTH atualmente, carrega apenas um modo.

Em uma **fibra óptica de monomodo**, o sinal viaja direto pelo meio. Isso possibilita o transporte de sinais em distâncias de até 100 km e ainda ser utilizável. Aplicações típicas incluem redes de telecomunicações, campi, TV a cabo ou propriedades industriais.



A **fibra multimodo** tem um núcleo maior (diâmetro típico de 50  $\mu\text{m}$ ) comparada à fibra monomodo (diâmetro de aproximadamente 9  $\mu\text{m}$ ), o que torna menos dispendioso fazer conexões e permite o uso de fontes de luz VCSEL, que podem ser significativamente mais baratas que lasers. No entanto, embora o custo da conexão seja mais baixo que o da monomodo, a distância sobre a qual os dados podem ser transmitidos é muito menor. A fibra multimodo é normalmente encontrada em aplicações de teledifusão e transmissão de áudio/vídeo de curta distância, redes locais e centros de dados.



# Comprimentos de onda

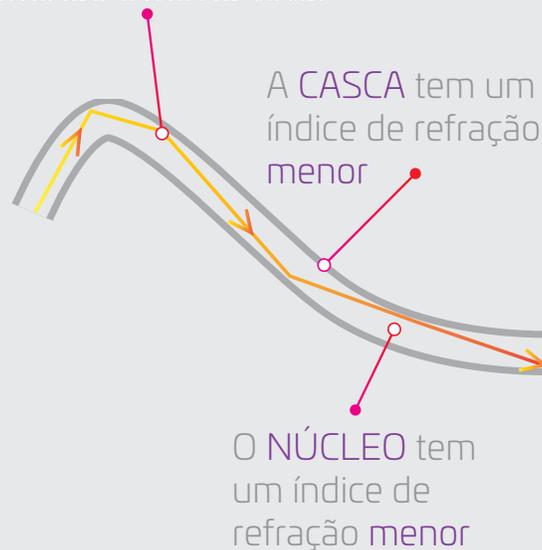
A luz, assim como som, é composta por ondas de vibração. A luz pode ter diferentes comprimentos de onda e os percebemos como cores diferentes no espectro visível. Esses comprimentos de onda podem ser expressos em nanômetros (nm) – um bilionésimo de um metro. Nossos olhos veem comprimentos de onda entre 420-440 nm como tons de azul. Vemos comprimentos de onda maiores, de 650 a 700 nm, como tons de vermelho.

À medida que a luz viaja, perde um pouco da sua intensidade. Isso é chamado de “atenuação”. Quanto maior essa atenuação, mais fraco será o sinal no fim da linha. Na fibra óptica, comprimentos de onda maiores significam menos atenuação, resultando em uma melhor qualidade de sinal. Comprimentos de onda na região do infravermelho, invisíveis ao olho humano, são usados. A cerca de 1.550 nm, a atenuação é relativamente baixa em vidro e é por isso que esse comprimento de onda é normalmente utilizado em redes de longa distância.

A **fibra monomodo** utiliza comprimentos de onda entre 1.260 nm e 1.625 nm. A luz se propaga ao longo de um único caminho, porque seu comprimento de onda é mais ou menos igual ao diâmetro do núcleo (aproximadamente 9  $\mu\text{m}$ ) da fibra.

A **fibra multimodo** opera em comprimentos de onda entre 850 nm e 1.300 nm. Podemos distinguir dois tipos de multimodo. Tipo 1: Índice Degrau – Núcleo (diâmetros de 50  $\mu\text{m}$  e 62,5  $\mu\text{m}$ ) e o material de revestimento tem um índice de refração diferente. Tipo 2: Índice Gradual – O índice de refração do material do núcleo é variável. Esta é uma função parabólica da distância radial a partir do centro.

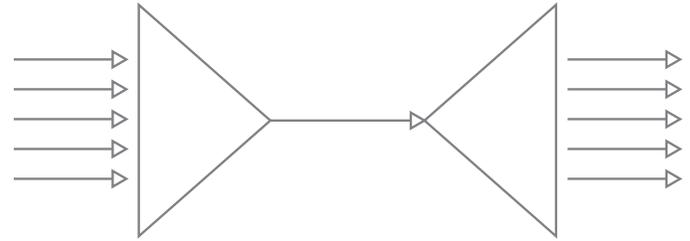
## Reflexão interna total



## Reflexão interna total

# Técnicas de Multiplexação

A capacidade total de transmissão de uma fibra óptica é vasta e, idealmente, deve ser compartilhada por vários clientes. Uma tecnologia chamada "multiplexação" permite que uma única fibra seja usada para transportar múltiplos sinais ou serviços.



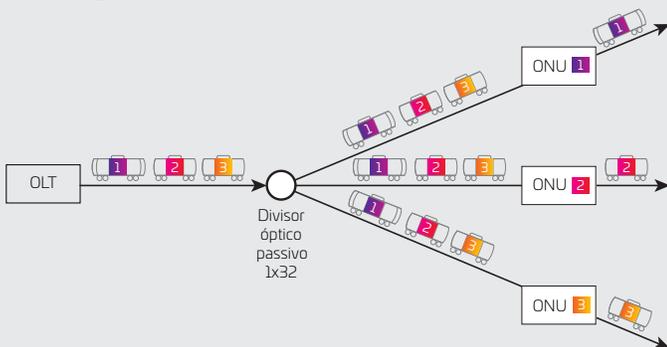
Vagões na ferrovia da informação

## Multiplexação no Domínio do Tempo – criando um trem com vagões na ferrovia de informação

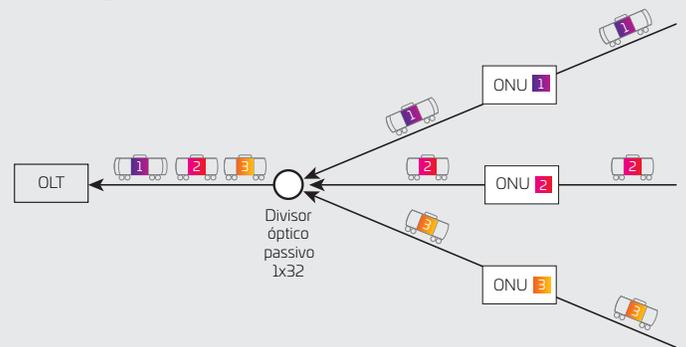
Com a Multiplexação no Domínio do Tempo (TDM), os serviços para clientes diferentes são enviados e recebidos como pacotes em "janelas de tempo" específicas. A TDM pode ser comparada a um trem com vários vagões, com cada vagão contendo uma certa quantidade de informação para um cliente específico. Os vagões viajam em sequência pela ferrovia da informação. No fim da linha, os vagões são separados e entregues ao cliente correto.

As técnicas de TDM são utilizadas em redes ponto a ponto de longo alcance, mas também nas Redes Ópticas Passivas (PON) de FTTH. A multiplexação e demultiplexação é feita em equipamentos eletrônicos, como o OLT (Terminação de Linha Óptica) no escritório central e o ONU (Unidade de Rede Óptica) no assinante.

### Exemplo de TDM em PON (Tráfego *downstream*):

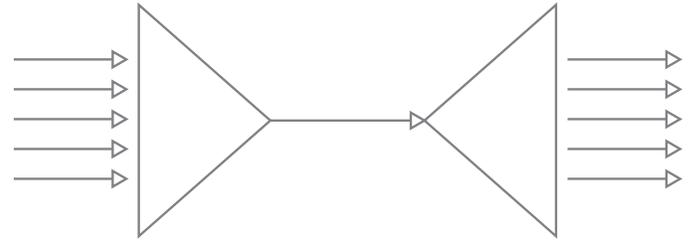


### Exemplo de TDM em PON (Tráfego *upstream*):



# Técnicas de Multiplexação

.... continuação



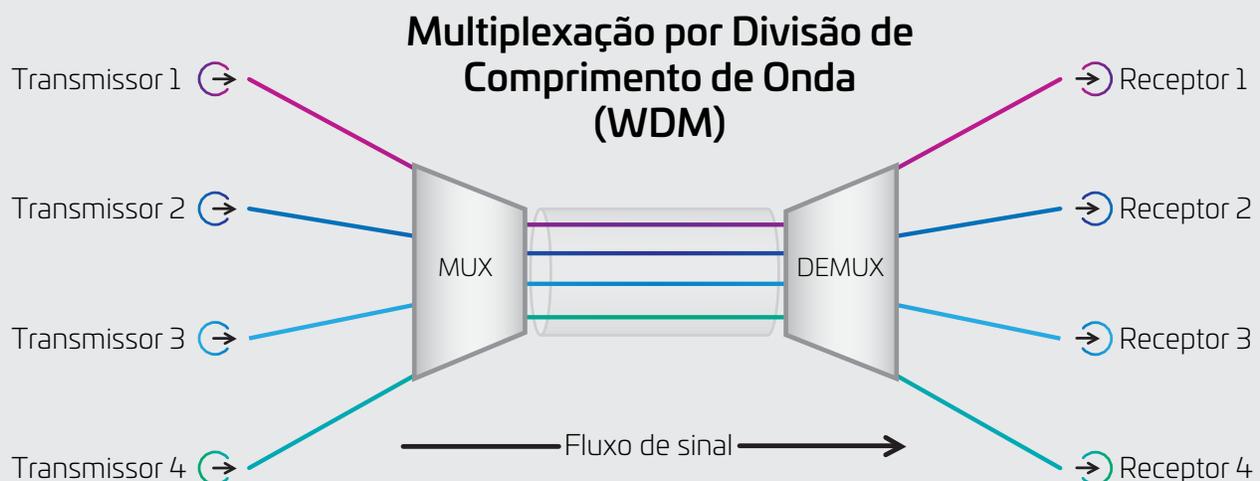
## Multiplexação por Divisão de Comprimento de Onda – criando múltiplas faixas na rodovia da informação

Com a Multiplexação por Divisão de Comprimento de Onda (WDM), os diferentes serviços são transmitidos em diferentes comprimentos de onda e estes sinais não interferem entre si. Poderíamos comparar a WDM a uma rodovia futurista de várias pistas. Cada carro na rodovia teria sua própria pista, onde pode viajar em sua própria velocidade sem interferência do tráfego nas outras vias.

Muitos comprimentos de onda diferentes podem ser combinados em uma única fibra usando um dispositivo chamado “multiplexador” (MUX). Na extremidade receptora, o sinal combinado é “desordenado” por um demultiplexador (DEMUX). Desta forma, muitos sinais diferentes podem ser transmitidos através de uma única fibra, ao mesmo tempo. Em vez de um fluxo de dados, você pode enviar e receber muitos, aumentando a capacidade do cabo.



A Multiplexação Densa por Divisão de Comprimento de Onda (DWDM) refere-se a sinais que são “multiplexados” dentro de uma faixa específica de comprimentos de onda, em torno de 1.550 nm. Os amplificadores de fibra dopada com érbio (EDFAs) são particularmente eficazes para comprimentos de onda entre aproximadamente 1.525-1.565 nm e 1.570-1.610 nm. Desta forma, grandes volumes de dados podem ser recebidos e transmitidos em apenas uma fibra por longas distâncias. Normalmente são usados 40 canais DWDM por fibra, mas é possível ir até 128 canais. Adicionar canais em vez de introduzir mais fibra e outros componentes de rede pode expandir a capacidade da rede sem a necessidade de instalar novos cabos. Ao introduzir amplificadores ópticos que “impulsionam” o sinal, podem ser alcançadas distâncias de até 1.000 km. Outra variante é a Multiplexação Espaçada por Divisão de Comprimento de Onda (CWDM), que permite até 18 canais por fibra.



# CWDM ou DWDM?

Tanto DWDM quanto CWDM têm suas próprias vantagens e desafios:

## CWDM



Cada canal CWDM usa 20 nm, os canais combinados usam praticamente toda a faixa de operação monomodo.



Consideravelmente de menor custo do que o DWDM.



Os transmissores não precisam ser ajustados tão precisamente quanto os transmissores DWDM, além de serem mais baratos.



O CWDM é adequada para aplicações que exigem um número limitado de canais, em que os sinais não precisam percorrer grandes distâncias.



O CWDM não funciona com amplificadores de fibra e suporta apenas até 18 canais. Isso torna o CWDM significativamente menos eficaz em redes de longa distância.



Em aplicações externas, a sensibilidade à temperatura se torna um problema.

## DWDM



O DWDM usa um espaçamento de 50, 100 ou 200 GHz nas bandas C e, às vezes, L, permitindo mais comprimentos de onda na mesma fibra. Uma diferença marcante em comparação com o espaçamento de 20 nm usado pelo CWDM (que se traduz em cerca de 15 milhões de GHz).



Ideal para áreas de alta densidade que requerem um grande número de canais ou para aplicações de longa distância.



Funciona com amplificadores de fibra que podem amplificar a banda de 1.550 nm ou banda C.



Desde 2002, a integração do DWDM tornou-se mais fácil, graças à chegada da grade ITU-T G.694.1, um padrão de fato do setor.



A tecnologia só funcionará adequadamente dentro de faixas de temperatura específicas.



Os lasers precisam ser muito mais precisos do que com o CWDM. Esses fatores significam que o custo total do DWDM é maior.



Um sinal digital de baixa potência puro pode ser compactado muito densamente para obter um número enorme de canais comprimidos em uma fibra específica. No entanto, certas soluções de potência mais alta introduzem limitações em termos de quantos sinais podem ser propagados em uma única fibra e quão próximos eles podem ser colocados.

# Conectores: obtendo luz dentro e fora da fibra

Os conectores ópticos, como o nome indica, unem cabos e componentes de rede e podem fornecer o seguinte:

- **interconexão flexível ao equipamento de transmissão e receptor**
- **interconexão flexível a dispositivos ópticos passivos**
- **função de conexão cruzada entre diferentes fibras de outros cabos**

A atual geração de conectores é baseada no contato físico entre duas fibras bem polidas em um *ferrule*, a fim de maximizar a transmissão da potência óptica, minimizando os reflexos ópticos. O alinhamento das fibras nos *ferrules* é realizado com uma manga de alinhamento cortada no adaptador.

Os conectores baseados em *ferrules* recebem um sofisticado processo de polimento após conectados às fibras ópticas. Esta operação ocorre na fábrica. O desempenho óptico (atenuação e perda de retorno) dos conectores é verificado na fábrica.

Todos os conectores possuem um mecanismo de bloqueio, impedindo que o *ferrule* do conector gire ao longo de seu eixo longitudinal dentro da bucha de fixação.



## Tipos de conectores normalmente utilizados



FC  
Conector  
com *ferrule*



SC  
Conector  
do assinante



LC  
Conector  
local



MPO  
Conector  
*push-on* multifibras

# Tipos de conectores normalmente utilizados

## FC

Conector  
com *ferrule*

- Um dos conectores monomodo de primeira geração com *ferrules* acionados por mola.
- O FC é um conector “tipo rosqueável”, com corpo em níquel ou aço inoxidável, o que o torna uma opção prática em ambientes com muita vibração.

## SC

Conector  
do assinante

- Corpo quadrado de polímero.
- Equipado com um *ferrule* de cerâmica acionado por mola e um mecanismo de acoplamento puxa-empurra (*push-pull*). Originalmente usado para Gigabit Ethernet, mas como seu custo caiu, tornou-se mais popular e foi considerado por muito tempo o conector padrão.

## MPO

Conector  
*push-on* multifibras

- *Ferrules* retangulares com 12 e 24 fibras permitem conectividade multifibras.
- De 12 a 24 vezes a densidade do conector monofibra padrão.
- Suporta maior largura de banda por cabo conectado e economiza espaço e custo.
- Os conectores MPO são cada vez mais utilizados em centros de dados, com o crescimento da Gigabit Ethernet 40/100.
- O conjunto de cabos MPO geralmente termina em vários cabos menores com um “fanout”, possibilitando alterar manualmente a ordem das fibras individuais após a conexão ter sido feita.

## LC

Conector  
local

- Tipo puxa-empurra (*push-pull*) com um formato do SC, com um fator de forma pequeno.
- Em grande parte substituiu o SC como conector padrão, o SC ainda é amplamente utilizado nas localizações de instalações de redes FTTH.
- Mecanismo de conexão diferente e um *ferrule* de menor diâmetro.
- O tamanho pequeno o torna prático para o equipamento de transmissão atual, que apresenta um grande número de conexões em um espaço limitado.

# Conexões e perdas

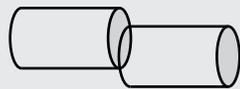
A força de um sinal óptico é sempre maior em seu ponto de origem do que na extremidade receptora de uma linha. A luz sempre sofre alguma degradação ao longo do comprimento da conexão de rede. Para minimizar essa perda, os cabos de fibra precisam se conectar perfeitamente a outros dispositivos ou cabos em uma rede.

Na maioria dos casos, as fibras são “unidas por fusão” – conectadas diretamente pelo derretimento do vidro – que também introduzirá alguma perda óptica. Essas conexões de junção por fusão são permanentes. Onde quer que as conexões precisem ser alteradas no futuro, ou onde a fibra tenha de se conectar a um dispositivo na rede, conectores são usados em vez de fundir o cabo. O cabo de fibra é equipado com um plugue conector, que entra em um adaptador ou soquete em um dispositivo ativo, e uma conexão é estabelecida. O núcleo de uma fibra óptica é muito menor do que uma partícula de poeira. Então, estabelecer uma boa conexão requer enorme precisão no alinhamento das fibras.

Em todos os sistemas ópticos, a informação óptica transportada pode “vazar” se a luz for perdida à medida que é transferida de uma fibra para outra. Quanto mais precisamente os núcleos estiverem alinhados, menos luz será perdida e melhor será o sinal no receptor.



## Exemplos de razões para perda de luz:



Dois núcleos de fibra estão desalinhados.



Espaço de ar entre as fibras.



As extremidades das fibras não estão limpas ou estão danificadas.



Tamanho ou núcleos não correspondem perfeitamente.

## A perda de luz pode ser minimizada ou evitada de diversas maneiras:



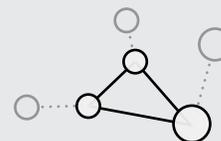
Evite dobras apertadas, pequenas espirais e qualquer puxar ou esticar de fibra.



Certifique-se de que os conectores estejam limpos.



Somente os produtos de limpeza e ferramentas de inspeção corretos devem ser usados.



O número de conexões e junções na rede deve ser limitado e deve ter perdas de conexão muito baixas.

## PERDA DE RETORNO

Onde quer que duas fibras estejam unidas, sujeira ou arranhões podem resultar em porções de luz se tornando difusas e refletidas. A “perda de retorno (RL)” expressa a quantidade de luz refletida de volta para a fonte no ponto em que as fibras se encontram. Isso também é expresso em decibéis (dB). Quanto maior o RL, menor o reflexo. Para conectores de fibra multimodo, os valores típicos de RL ficam entre -20 e -40 dB. Para conectores monomodo, valores de -45 dB (plano polido) e -65 dB (ângulo polido) são alcançados.

## ATENUAÇÃO (perda de inserção)

As perdas que ocorrem no ponto de conexão são chamadas de “Atenuação” ou “Perda de Inserção (IL)”. A potência da luz no núcleo da fibra é medida antes e depois do ponto de conexão e expressa como uma razão em decibel (dB). Normalmente, valores de 0,1 dB a 0,5 dB são obtidos com conectores. Quanto menor a perda de sinal, menor o valor em dB.

VOCÊ CONHECE  
OS DOIS TIPOS  
DE PERDA DE  
CONEXÃO?



## A matemática da medição de perda

Ao medir a atenuação ou perda de inserção, um ponto de referência de “zero dB” é feito nos cabos de referência selecionados com um LSPM (fonte de luz e medidor de potência) ou um OLTS (conjunto de teste de perda óptica). Uma fonte de luz (LS) é conectada a uma das extremidades do cabo e o medidor de potência (PM) é conectado à outra. Em seguida, a conexão entre os cabos de referência é separada e as duas extremidades são conectadas à linha que queremos medir. O valor medido indica a perda da linha total. Nesse caso, a perda nas conexões é medida, bem como as perdas no restante do cabo, por exemplo, onde o cabo foi encaixado.

## Orçamento de conexão óptica

Durante o projeto de cabeamento, o orçamento da conexão é usado para prever a quantidade de luz necessária para garantir uma conexão de comunicação ininterrupta. O orçamento de perda de conexão pode ser descrito como um “pior cenário” para um caminho de transmissão de dados. Isso leva em consideração elementos que podem introduzir perda, como perdas de junção, acoplamento ou conector e atenuação de fibra. Antes de projetar ou instalar um sistema de cabeamento de fibra óptica, é importante determinar o orçamento de perda para garantir que o sistema funcionará. Os componentes do circuito ativo e passivo precisam ser incluídos no cálculo do orçamento de perda. Tanto antes quanto depois da instalação, o orçamento de perda de conexão é essencial. Os resultados dos testes de “vida real” são comparados com os valores de perda calculados anteriormente para garantir que uma conexão funcione como pretendido.

## POSITIVO

cálculo de orçamento de potência:

Perdas dentro do orçamento (*budget*) de potência



O sinal será levado ao destino

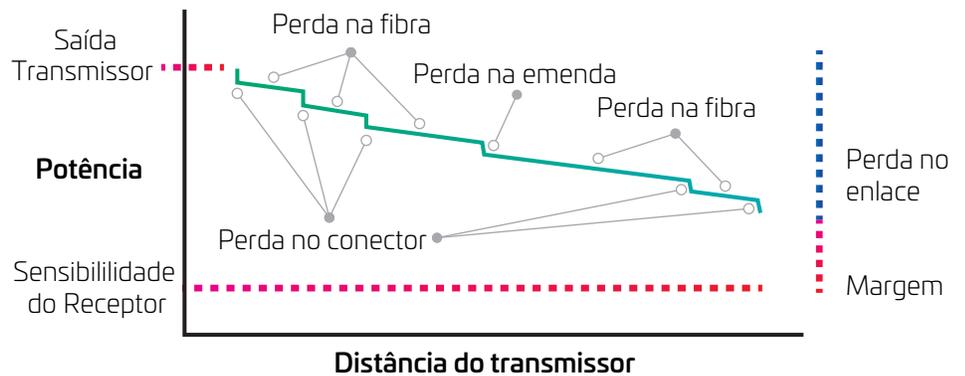
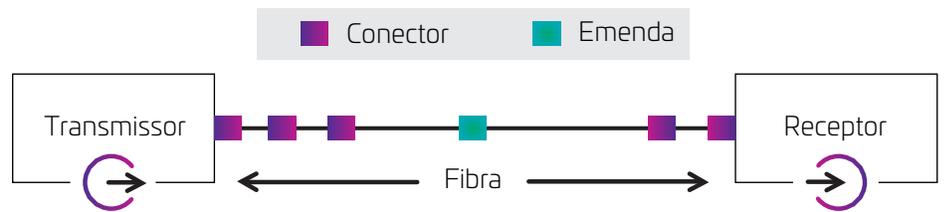
## NEGATIVO

cálculo de orçamento de potência:

Perdas excedem o orçamento de potência



Sinal não chegará ao destino



## Calculando o orçamento de conexão

- + Orçamento de potência do transceptor
- Perdas com multiplexação e demultiplexação
- Perdas de fibra
- Perdas de junção
- Perdas no *patch panel* e no conector

= **ORÇAMENTO DE CONEXÃO TOTAL**



## Agregando capacidade: o que é melhor?

À medida que a demanda global por banda larga continua a crescer, impulsionada por novos serviços, tecnologias e maior concorrência, as operadoras de rede estão atingindo seus limites de capacidade. Em geral, há duas abordagens para resolver isso e permitir que a rede atenda às demandas de aumento de capacidade: construir mais fibra ou usar WDM. Vamos analisar os possíveis benefícios e desafios que acompanham as duas abordagens.

### Adicionar fibras novas

Ao implantar vários serviços e precisar de capacidade adicional, é possível, simplesmente, adicionar mais fibras, implantando novos cabos. Em muitos casos, os projetistas, engenheiros de campo e a força de trabalho de implantação são muito familiarizados com as tecnologias e procedimentos disponíveis e desenvolveram boas práticas sólidas para otimizar o processo. No entanto, complexidades podem surgir e precisam ser cuidadosamente avaliadas antecipadamente.

- Embora o cabo em si não seja tão caro, o custo de construção da implantação de cabos adicionais pode ser bastante alto, dependendo das distâncias, topologias, condições geográficas e geológicas e gastos com mão de obra.
- Ao adicionar cabos a dutos existentes, limitações físicas relacionadas ao espaço ou ao peso do duto podem tornar a implantação impossível.
- Enquanto algumas áreas ainda usam cabos aéreos, a maioria dos cabos de fibra óptica é instalada de forma subterrânea. No passado, não era incomum encontrar ruas da cidade sendo escavadas constantemente, pois cada nova empresa negociava direitos de passagem individualmente com os governos locais. Entender como instalar os cabos com o mínimo de perturbação às atividades cotidianas da cidade é o segredo para uma instalação bem-sucedida e, às vezes, uma oferta bem-sucedida em um projeto.

## Usando WDM com fibra existente

A WDM permite o fornecimento de serviços adicionais individualizados através de uma única fibra, separando-os em diferentes regiões de comprimento de onda. Embora os DWDM eletrônicos e passivos exijam um investimento inicial significativo, normalmente, o custo total é menor do que a implantação de novas fibras. Mais ainda, embora a WDM seja frequentemente considerada uma solução ponto a ponto, também existem soluções de multiplexação adição-eliminação. É possível, por exemplo, multiplexar oito comprimentos de onda diferentes na fonte e, em seguida, apenas extrair dois deles em um determinado local, permitindo que o restante siga viajando. Isso pode ser muito útil, pois os provedores de serviços implantam cada vez mais pequenas células, fornecendo uma camada extra de cobertura móvel, por exemplo. No entanto, vários fatores precisam ser considerados e cuidadosamente avaliados:

- Para cada par de comprimento de onda selecionado para qualquer tipo de serviço, deve haver um único transmissor em cada comprimento de onda: um *upstream*, um *downstream*. Os receptores não requerem alta complexidade, mas os transmissores certamente exigem. Observe que o custo das fontes de laser de largura reduzida dedicadas pode ser bastante alto e talvez seja necessário continuar adicionando mais delas.
- Esses produtos aumentam o custo por fluxo sobre o custo de uso de uma fibra dedicada. Cada comprimento de onda dedicado adicional aplicado a um filtro WDM requer duas fontes exclusivas para esse comprimento de onda específico.
- Também é importante conhecer a temperatura de armazenamento e a temperatura de operação dos passivos CWDM e DWDM. Não aderir às faixas de temperatura recomendadas pode resultar em degradação ou falha. Isso é essencial, pois muitos componentes podem acabar em gabinetes não acondicionados.

Tendo trabalhado com milhares de clientes em todo o mundo, sabemos que não existe uma solução única para todas as situações e provavelmente veremos uma combinação de ambas as soluções: migração contínua para contagens de fibra mais altas e implementação adicional de WDM. No fim das contas, para fazer uma escolha verdadeiramente “inteligente”, é preciso examinar o quadro completo, entender completamente as opções e as compensações e, igualmente importante, desenvolver uma visão corporativa e um plano de negócios abrangente de longo prazo, equilibrando as necessidades imediatas e futuras. Fale com os nossos especialistas para descobrir como a CommScope pode viabilizar seu futuro.

# O método CommScope

## Estudo de Caso: desenvolvendo *in-house expertise* em fibra, pré-requisito para o futuro

Claramente, há muitos fatores a serem considerados ao projetar e implementar uma rede de fibra: escolhas tecnológicas, mão de obra, tipo de edifício e cliente, escala, necessidades específicas do cliente... No entanto, não é apenas vital coletar essas informações. Elas precisam ser transferidas, compartilhadas, compreendidas e elaboradas de forma contínua. Capacitação e treinamento são essenciais para o sucesso de qualquer implantação. Para oferecer algumas dicas sobre como isso pode funcionar e qual poderia ser o papel de um fornecedor, gostaríamos de compartilhar um histórico do caso real...



Baixar  
Estudo de Caso

Reconhecendo a importância da internet de alta velocidade para o crescimento econômico e a competitividade global da nação, o presidente do país apoiou um ambicioso programa nacional de FTTH. O provedor estatal de telecomunicações, que atende a milhões de cidadãos com serviços de telefonia, mobilidade e banda larga, exigia grandes equipes de técnicos em fibra óptica e instaladores para implantação de fibra. No entanto, faltava um programa para treinar técnicos e a expertise em fibra era limitada a um pequeno número de especialistas em *backbone* óptico.

Antes do início do treinamento, foram realizadas reuniões abertas. Engenheiros locais da CommScope que haviam trabalhado em implementações em outros países compartilharam suas experiências. Um programa de formação de instrutores foi desenvolvido com a universidade local; manuais de instalação e materiais de capacitação foram fornecidos no idioma local. Os engenheiros da CommScope supervisionaram as instalações iniciais, compartilhando conselhos práticos e dicas, bem como garantindo a adoção de altos padrões e melhores práticas do setor. A resistência inicial dos técnicos mais antigos desapareceu à medida que os paralelos entre fibra e cobre foram estabelecidos, ajudando-os a explorar sua experiência e se sentirem mais confortáveis.

Trabalhar com fibra geralmente requer ferramentas especializadas. O operador lidou com a escassez de técnicos experientes, escolhendo produtos que poderiam ser instalados por técnicos com experiência limitada e um conjunto básico de ferramentas. Um exemplo é a caixa de emenda de fibra óptica FOSC 450, que não requer ferramentas elétricas.

As implantações começaram nas grandes cidades e evoluíram para áreas rurais. A CommScope treinou diretamente mais de 500 técnicos para o projeto, os quais replicaram para mais de 3 mil instaladores. Ao implantar essa rede, a empresa estatal de telecomunicações alcançou algo notável: o país agora tem a maior taxa de penetração de FTTH na região e é amplamente reconhecido que sua estratégia de Tecnologia de Informação e Comunicação (TIC) teve um impacto real na economia do país e no desenvolvimento futuro.



## CAPÍTULO 2 RESUMO

### Fazendo a luz trabalhar para você

As propriedades da luz a tornam a transportadora mais rápida de informações. A luz através de um cabo de fibra óptica pode ser enviada por um caminho (monomodo) ou vários caminhos (multimodo). A “Multiplexação por Divisão de Comprimento de Onda” (WDM) permite que uma única fibra transporte vários sinais ou serviços. Dois tipos de multiplexação – DWDM ou CWDM – têm seus próprios usos e aplicações.

Diferentes tipos de conectores ópticos unem cabos e componentes de rede, cada um com benefícios e limitações específicos. Ao trabalhar com conectores, é essencial evitar ou pelo menos minimizar a perda de luz.

Novos serviços, tecnologias e maior concorrência estão levando as operadoras de rede ao redor do mundo a aumentar a largura de banda. Isso pode ser alcançado por meio da adição de fibra, introdução de WDM na fibra existente ou uma combinação de ambos. A opção mais apropriada depende de vários fatores, incluindo o uso pretendido, a localização e o orçamento.

Não existe uma única solução melhor. Para fazer uma escolha verdadeiramente “inteligente”, é preciso examinar o quadro completo, entender completamente as opções e as compensações e desenvolver um plano de negócios abrangente de longo prazo, equilibrando os requisitos imediatos e futuros. Os **especialistas da CommScope** terão o prazer de discutir o quadro geral e detalhes com você, com base em suas necessidades específicas!

# CAPÍTULO 3

Arquiteturas de redes:  
opções, benefícios e considerações



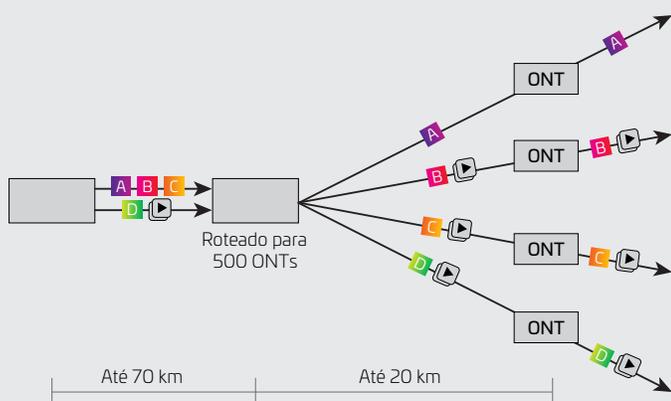
# Arquiteturas de redes: opções, benefícios e considerações

## Qual tipo de rede?

As arquiteturas de redes são escolhidas no início do processo de planejamento e têm um impacto comercial duradouro. Portanto, é fundamental avaliar vários fatores internos e externos antes que o planejamento comece.

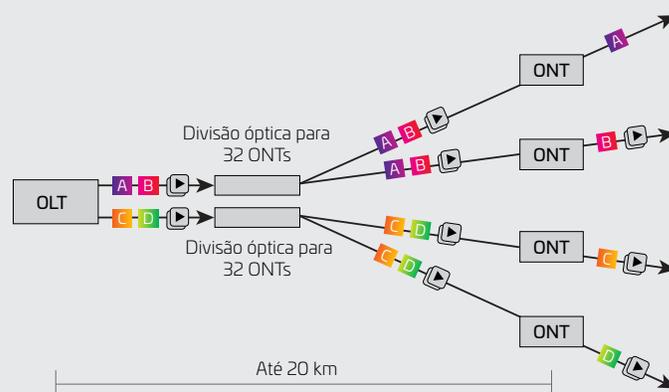
Uma decisão inicial de planejamento deve passar pela escolha de um tipo de rede: ativa ou passiva.

### Rede óptica ativa (AON)



= Dados ou voz para um único cliente

### Rede óptica passiva (PON)



= Vídeo para vários clientes

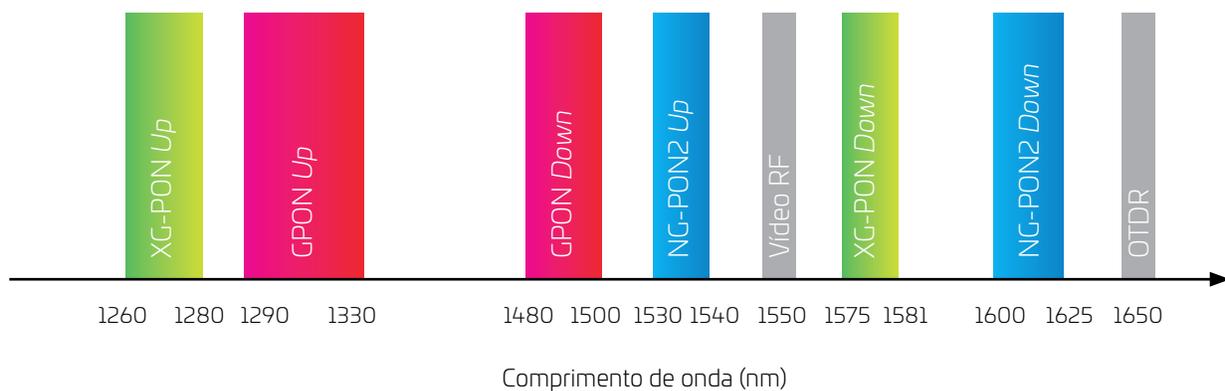
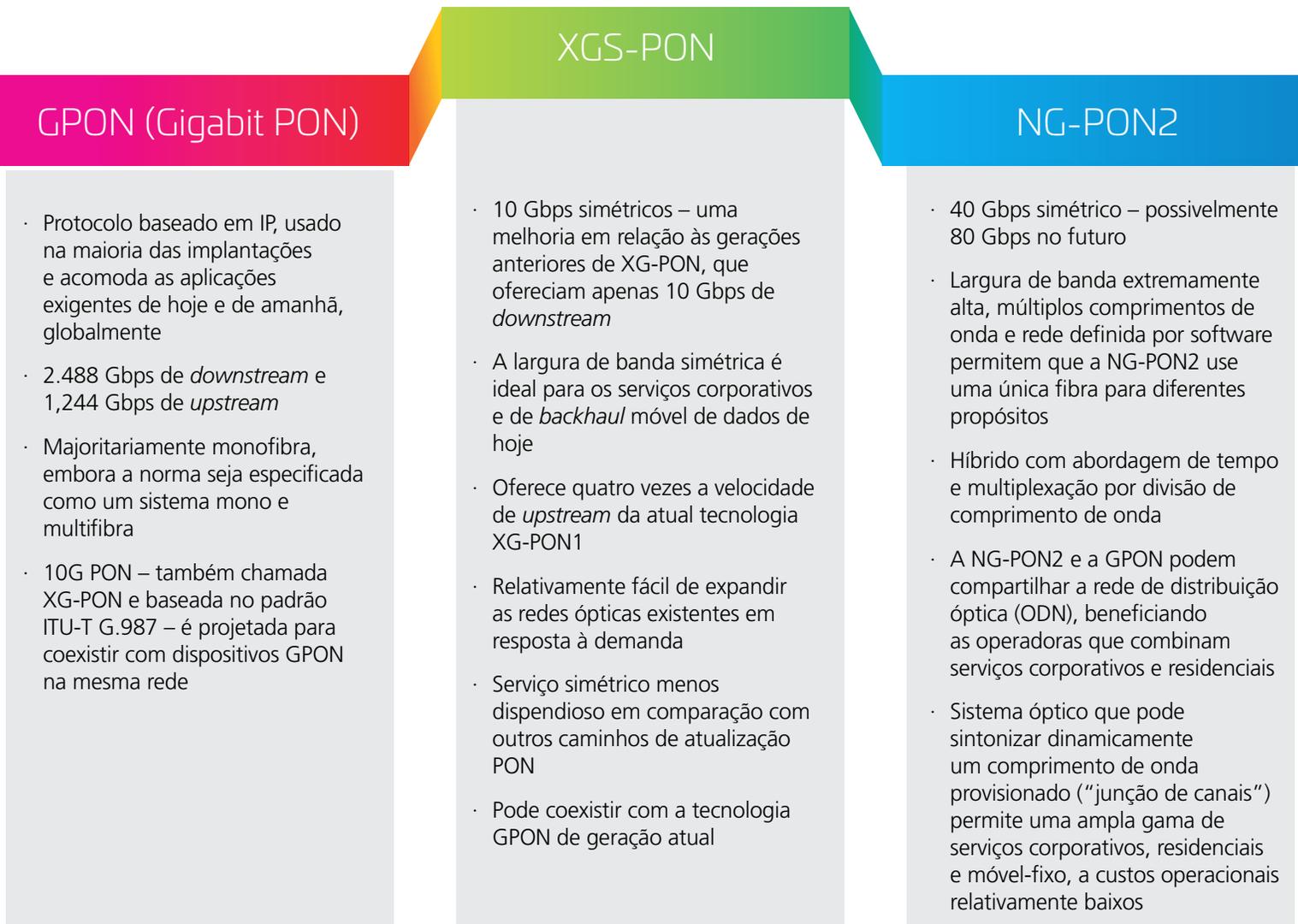
- Arquitetura ponto a ponto, em que uma conexão de fibra “home run” é estabelecida entre o *central office* e o usuário final
- Um transceptor a laser é colocado no *central office* enquanto o outro está na localização do assinante
- Cobrem distâncias maiores e oferece alta largura de banda a qualquer ponto
- Dado o custo mais alto para manter a eletrônica necessária, esse tipo de rede traz complexidades associadas e é inerentemente mais caro para operar

- Arquitetura ponto a multiponto
- Os divisores de fibra óptica permitem que uma única fibra óptica sirva a vários pontos finais
- Consiste em um terminal de linha óptica (OLT) no *central office* e unidades de rede óptica (ONUs) ou terminais de rede óptica (ONTs) na localizados no usuário final
- Comparada com arquiteturas ponto a ponto, a PON reduz a quantidade de fibra e equipamentos necessários no *central office*

# Um olhar mais atento aos PONs

Dois grandes grupos normativos – o Instituto de Engenheiros Elétricos e Eletrônicos (IEEE) e o Setor de Padronização de Telecomunicações da União Internacional de Telecomunicações (ITU-T) – estão na vanguarda do desenvolvimento de normas.

Existem vários tipos de tecnologias PON comumente utilizadas:



espectro NG-PON2

Fonte: Rec. ITU-T G.982.2 (12/2014)

# Um olhar mais atento aos PONs

.... continuação

## WDM PON

(PON de divisão de comprimento de onda multiplexada)

- Tipo não padrão de PON, desenvolvido por empresas específicas
- 10 Gbps simétricos
- Cada comprimento de onda pode ser executado em uma velocidade e um protocolo diferentes para que haja uma fácil atualização *pay-as you-grow*
- Converte serviços *wireless* e *wireline* para distribuição
- A reutilização da infraestrutura de FTTH existente pode ser limitada
- O controle de temperatura é um desafio, em função de como os comprimentos de onda tendem a se desviar com as temperaturas ambientais

## GEAPON

(Rede óptica passiva de Gigabit Ethernet)

- 1-10 Gbps simétricos
- Utiliza protocolos e componentes Ethernet nativos, trazendo economias de escala
- Altamente escalonável e flexível, com um sistema de gerenciamento único e econômico
- Pode realizar redes muito densas e atender milhares de assinantes
- Suporte integrado para Triple Play (internet, televisão e telefone), QoS (qualidade de serviço), IPTV (internet protocol television) e VoIP (voz sobre IP)
- Menor custo do que o equipamento GPON anterior
- 10G EPON simétrico suporta 10G de *downstream* e *upstream*.
- 10G EPON assimétrico suporta 10G de *downstream* e 1G de *upstream*.



# Redes de fibra primárias

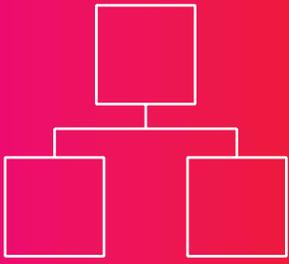
Mais fibra na rede provê às operadoras de cabo e banda larga largura de banda adicional juntamente com outros benefícios importantes, como menores custos operacionais, uso de energia e emissão de carbono. As redes de fibra primárias usam uma fibra para um ponto da rede e, em seguida, fazem a transição para cabos de cobre em pares coaxiais ou trançados. Com o passar do tempo, esses pontos de transição aproximaram-se dos clientes. No entanto, o caminho de migração da infraestrutura de fibra híbrida coaxial (HFC) ou de cobre para fibra total precisa ser cuidadosamente avaliado, analisando os prós e contras, de curto a longo prazo. As tecnologias de rede atuais oferecem várias opções.

## DSL (linha de assinante digital)

- O mais novo protocolo DSL, o G.fast (que significa "acesso rápido aos terminais de assinantes), está sendo implantado em ambientes de MDU *brownfield* para minimizar os transtornos aos residentes
- Aumenta as velocidades de conexão nas linhas de cobre por par trançadas existentes usando frequências mais altas e multiplexação por divisão de tempo, em oposição à tecnologia ADSL e VDSL, que usam multiplexação por frequência
- Equipamento ativo localizado próximo às dependências dos clientes
- Menos eficaz se as distâncias excederem 100-500 metros
- Caixas de junção e terminais adicionais necessários

## DOCSIS® (especificação da interface de serviço de dados via cabo)

- Opção prática na ausência de conexões de fibra para edifícios
- Desenvolvido pela primeira vez em 1997, o padrão está atualmente na versão DOCSIS® 3.1 e evoluiu para suportar velocidades mais altas de internet usando cabos coaxiais existentes
- O DOCSIS® 3.1 *full-duplex* em constante desenvolvimento promete taxas de dados simétricos de 10G



## Principais topologias e arquiteturas PON

A arquitetura dita os custos em redes FTTH e há diferentes tipos para escolher: ponto a ponto, divisão centralizada ou divisão distribuída, estrela ou *daisy chain* e conectividade multifacetada ou predeterminada. Uma PON típica cobre uma área de 20 quilômetros de comprimento.

Vamos avaliar os benefícios de abordagens diferentes.

### Rede ponto a ponto

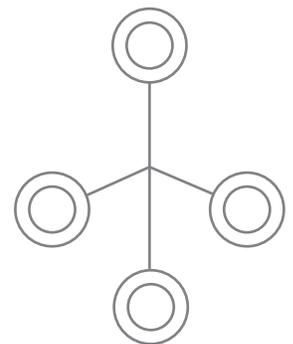
Em uma rede ponto a ponto, os *nodes* são conectados diretamente a uma única linha de conexão. Nenhum *node* funcional adicional é necessário e não há redundância, mas essa é uma solução econômica e confiável. Essa abordagem é normalmente utilizada para serviços de nível comercial ou *backhaul* para redes convergentes. A largura de banda não é compartilhada. Portanto, cada porta em oferece velocidades altas ininterruptas para cada empresa-edifício. Instalação, manutenção e reparos são relativamente fáceis. No entanto, não há opção para ramificar e adicionar mais conexões. A implantação pode levar mais tempo e ser mais cara (e a abordagem é abaixo do ideal para regiões rurais).



### Rede ponto a multiponto

Os seguintes tipos de rede de redes de acesso FTTH são todos ponto a multiponto. O divisor óptico usado em redes ponto a multiponto baseadas em PON pode ser colocado em locais diferentes na rede.

- 1 Arquitetura de divisão centralizada
- 2 Arquitetura de divisão distribuída (em cascata)
- 3 Arquitetura *daisy chain*
- 4 Arquitetura estrela
- 5 *Tapping* de fibra óptica
- 6 Indexação de fibra

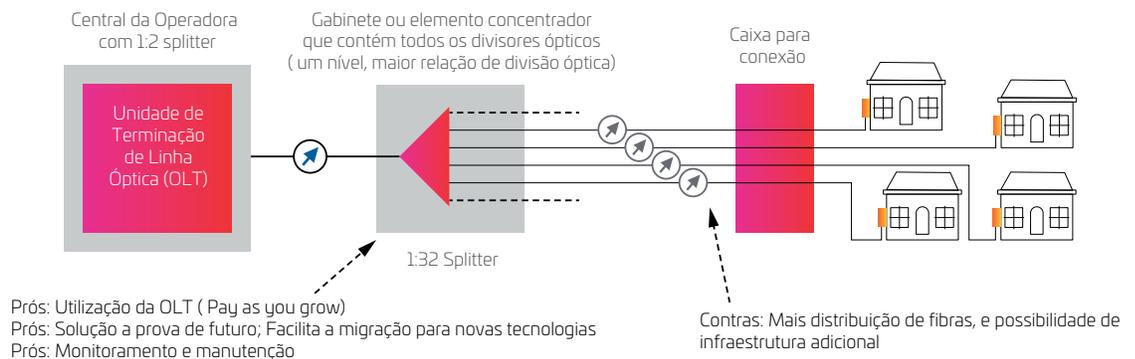


## 1 Arquitetura de divisão centralizada

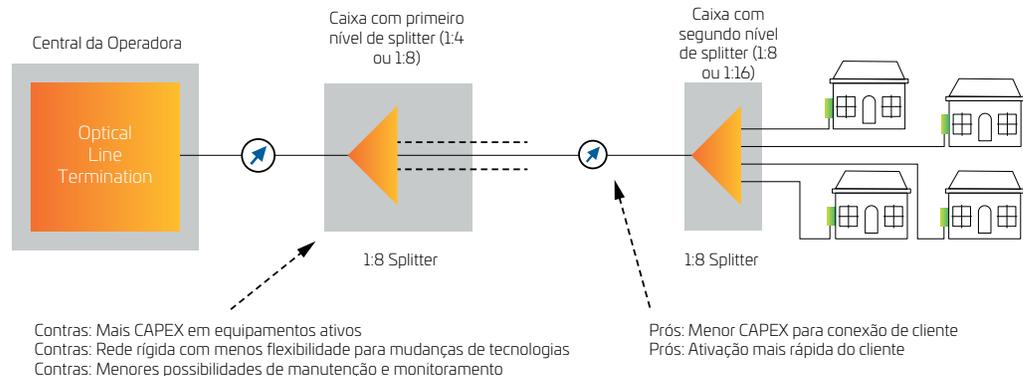
A abordagem centralizada usa divisores de primeiro nível em um hub central em uma topologia em estrela ou em cadeia. Isso proporciona flexibilidade ideal no gerenciamento de conexões de assinantes e na utilidade de equipamentos conectados — e a vantagem de ter um ponto de teste de fácil acesso. No entanto, requer uma rede “rica em fibras” da localização do divisor para as instalações.

A arquitetura de divisão centralizada tem sido usada extensivamente para alcançar assinantes nas implantações iniciais de FTTH. Essa abordagem geralmente usa vários divisores de 1x32 localizados em um hub de distribuição de fibra (FDH), que podem estar localizados em qualquer lugar da rede. O divisor de 1x32 é conectado diretamente através de uma única fibra a um terminal de linha óptica GPON (OLT) na central telefônica. Do outro lado do divisor, 32 fibras são encaminhadas através de painéis de distribuição, portas de clientes.

### Arquitetura CENTRALIZADA



### Arquitetura EM CASCATA



## 2 Arquitetura de divisão distribuída (em cascata)

Uma arquitetura em cascata utiliza vários divisores em série para atingir a taxa de divisão desejada. Por exemplo: um divisor de 1x4 que instalado em uma caixa na rede externa é conectado diretamente a uma porta OLT na central telefônica. Cada uma das quatro fibras que saem desse divisor de Fase 1 é roteada para um terminal de acesso que abriga um divisor 1x8, Fase 2.

Nesse cenário, um total de 32 fibras (4x8) chegaria a 32 residências. É possível ter mais de dois estágios de divisão em um sistema em cascata e a taxa de divisão geral pode variar (1x16 = 4x4; 1x32 = 4x8 ou 8x4; 1x64 = 4x4x4).

Essa abordagem reduz a quantidade de fibra na área de distribuição movendo parte do processo de divisão para o ponto de acesso onde os cabos *drop* do assinante são conectados.

Aqui, eles estão conectados a um terminal de rede óptica. Dessa forma, a arquitetura PON centralizada conecta uma porta OLT a 32 ONTs.

O recurso de conexão cruzada no FDH possibilita a conexão de qualquer porta de saída do divisor a uma porta no *patch panel*, o que pode gerar economia nos custos de mão de obra e material. A divisão centralizada também introduz uma localização física no centro da rede de distribuição óptica, que pode ser usada convenientemente para testes. No entanto, em áreas com taxas de captação mais baixas, a construção por casa torna-se mais dispendiosa. Para reduzir custos e acelerar as implantações, é preciso considerar alternativas. A conectividade predeterminada é uma maneira de reduzir o tempo de implantação. A outra solução-chave é usar a divisão distribuída.

Há, no entanto, uma compensação: uma rede PON em cascata normalmente tem uma utilização de porta OLT mais fraca do que uma arquitetura dividida centralizada. As arquiteturas em cascata também são altamente dependentes da “taxa de adoção” e do número de clientes alimentados pela PON.

Pesquisas mostram que a capacidade de FDH pode ser reduzida em 75%, permitindo gabinetes menores, posicionamento mais fácil e a perspectiva de passar de um gabinete para uma caixa de emenda. As fibras de distribuição necessárias também foram reduzidas em 75%, provocando redução do CapEx para cabos, caixas de emenda e mão de obra especializada. O ponto de acesso agora inclui um divisor, portanto, uma mudança modesta aqui permite uma economia significativa em toda a abordagem.

### 3 Arquitetura *daisy chain*

A topologia *daisy chain* pode acelerar as implantações. Um cabo multifibra – conectado por meio de uma cascata de terminais de acesso de fibra – resulta em um uso mais eficiente dos cabos e da mão de obra de implantação. No entanto, essa abordagem pode exigir mais emendas do que uma arquitetura em estrela (veja abaixo), bem como habilidades especiais de emendas. Esse trabalho é um fator de custo fundamental nas implantações de FTTH.

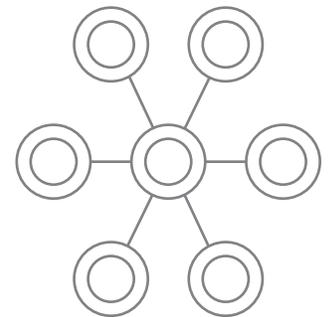
Em uma topologia *daisy chain*, o cabo de fibra é passado pelas ruas e um terminal endurecido é unido ao cabo em cada ponto de acesso. Esse design força comprometimentos no tempo de implantação, enquanto aumenta os custos devido à necessidade de mão de obra especializada e cara. Os custos de emenda para a divisão centralizada – seja arquitetura em estrela ou em *daisy chain* – geralmente serão mais altos do que para divisão distribuída, já que as saídas de divisão são finalizadas na fábrica. O número de fibras a serem unidas em cada local é maior (uma fibra por assinante); enquanto em uma rede dividida distribuída, essa proporção pode ser reduzida montando-se saídas finalizadas em fábrica nos divisores.



### 4 Arquitetura estrela

Uma arquitetura em estrela puxa os cabos de volta para um local central usando cabeamento predeterminado. Isso faz com que seja muito eficiente perspectiva de junção, pois a junção ocorre no *hub*. No entanto, usa cerca de 35% a 45% mais cabos que as arquiteturas em *daisy chain* – e pode haver maior quantidade de peças devido a diferentes comprimentos de cabo. Embora o cabo seja muitas vezes visto como uma parte relativamente barata do custo total de uma rede FTTH, o cabo extra necessário na configuração estrela tem custos adicionais de mão de obra para implantação, bem como requisitos de espaço físico, que podem ser particularmente problemáticos com dutos ou montagem em poste.

A arquitetura em estrela pode usar um terminal de serviço multiportas (MST), um componente de linhas de conectividade predeterminadas. As fibras tipo *drop* não precisam ser combinadas no ponto de distribuição. Cada terminal é trazido de volta a um local de emenda (daí o nome “estrela”). Quando usado com divisão centralizada, cada cabo que passa entre o MST e o gabinete de emenda terá uma fibra por porta de terminal.



Com a divisão distribuída, é usada uma única fibra entre o terminal e a caixa de emenda e o terminal incorpora um divisor 1x4 ou 1x8. As arquiteturas de divisão distribuídas usam aproximadamente a mesma quantidade de cabo que as centralizadas, mas as contagens de fibras são menores, assim como, conseqüentemente, os custos de emenda.

### 5 Tapping de fibra óptica

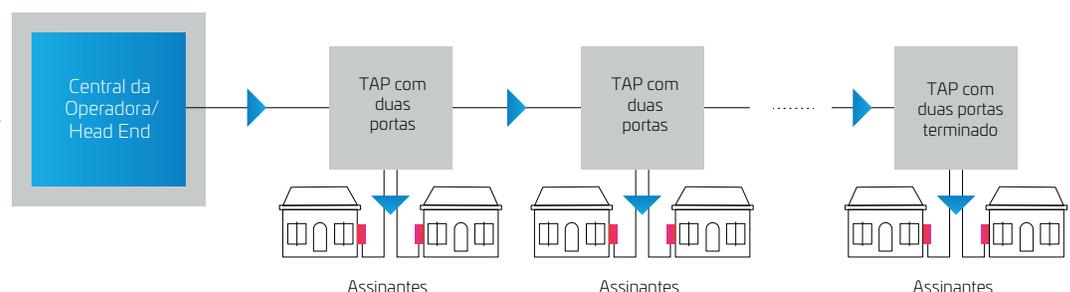
A arquitetura de *tap* distribuída usa *taps* de fibra ótica, em vez de divisores, em uma topologia linear.

Imagine pegar a fibra em um cabo de fibra ótica, cortá-la no meio e encaixar uma *tap* entre as partes. O sinal óptico passa pela *tap* e continua pela fibra, enquanto a *tap* “solta” (ou transmite) uma parte do sinal para assinantes conectados localmente. Dessa forma, o alcance típico da PON – geralmente um raio de 20 quilômetros da OLT – pode ser ampliado. A arquitetura de *tap* é extremamente útil em aplicações do tipo rural, onde a densidade da habitação é baixa e as distâncias são normalmente longas.

Várias *taps* podem ser colocadas ao longo da linha até que o orçamento do link óptico seja esgotado ou o número máximo de assinantes por porta OLT (normalmente 32, embora 64 ou mais possam ser suportados) tenha sido atingido. A *tap* final “terminada” na corrente não possui fibra de saída.

As *taps* estão disponíveis nos modelos de duas portas, quatro portas e oito portas, dependendo do número de portas *drop* necessárias. Para cada modelo, diferentes valores de *tap* (variando de -4 dB a -21 dB) estão disponíveis, dependendo da quantidade de potência óptica que deve ser transmitida em cada local. As portas *drop* (de transmissão) da *tap* são pré-conectadas para facilitar a conexão e a desconexão do cabo *drop* do cliente.

#### TAPPING DE FIBRA ÓPTICA



## 6 Indexação de fibra

A indexação de fibra usa cabos e terminais com conectores e permite que os instaladores usem uma abordagem *cookie-cutter* para construir a rede. Um conjunto reduzido de comprimentos de cabo é encadeado em série (*daisy chain*), limitando a necessidade de montagens de cabos personalizados ou emendas. O bloco de construção básico, que é repetido em toda a área de serviço, pode ser um cabo de 45 metros (para a maioria dos terminais), um terminal com um divisor integrado, entradas e saídas predeterminadas de 12 fibras e quatro ou oito *drops* (transmissões) para as casas.

A indexação de fibra tem o potencial de reduzir os custos de construção e engenharia na rede de distribuição em até 70% e, no processo, reduzir significativamente os tempos de implantação e acelerar o tempo de entrada no mercado. Uma das principais vantagens está no comprimento reduzido do cabo necessário, possibilitado pela alteração da topologia da rede e pela consolidação das funções de vários elementos da rede no terminal de serviço. As demais economias resultam da redução da mão de obra nas emendas, minimizando *sites survey* e reduzindo os custos de gerenciamento de inventário.

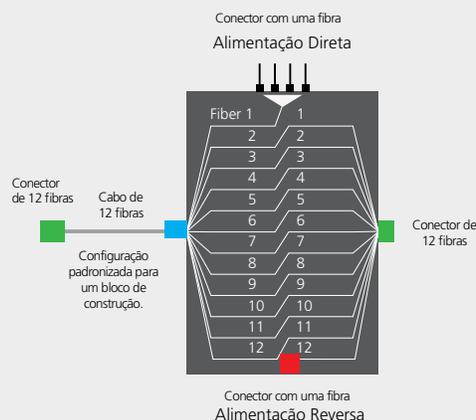


Os sinais do hub de distribuição de fibra geralmente viajam do primeiro terminal para o último. No entanto, conectar um segundo cabo ao terminal final permite que o sinal seja enviado de volta ao primeiro terminal. Essa "alimentação reversa" permite que as operadoras se conectem aos cabos *drop* do assinante ou forneçam outros serviços naquele local do terminal, tornando possível responder às novas demandas de serviço quase instantaneamente.

## Indexação de fibra

A indexação de fibra é o deslocamento da posição de uma fibra de um conector multifibra para outro, dentro de cada terminal.

- 1 O processo começa com um cabo de 12 fibras do *hub* de distribuição de fibra (FDH) que entra no primeiro terminal de indexação.
- 2 Dentro do terminal, as fibras se dividem e o sinal da fibra na primeira posição é direcionado para um divisor de 1:4 ou 1:8 para atender os clientes locais.



- 3 As fibras restantes estão "indexadas" – avançaram uma posição na ordem – e combinadas por meio de um HF-MOC de 12 fibras.
- 4 O cabo conectorizado de 12 fibras é conectado ao próximo terminal, onde o processo de indexação é repetido.



Quer saber mais sobre indexação de fibra?

[ASSISTA AO VÍDEO](#)

# Tendências globais e regionais

## Observações gerais e tendências

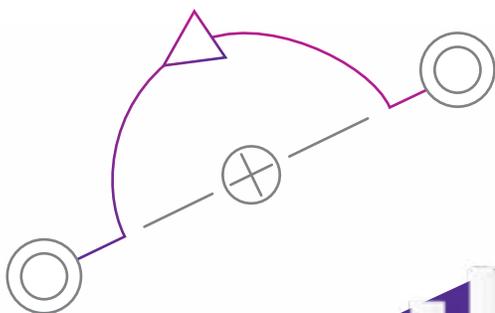
À medida que as tecnologias de rede atuais avançam, as operadoras podem escolher entre diferentes estratégias e abordagens para levar a fibra mais fundo à sua rede. No geral, estamos percebendo uma mudança em direção à flexibilidade e à confiabilidade projetadas.

A flexibilidade de rede é cada vez mais crítica, à medida que as operadoras precisam ser capazes de responder a demandas e requisitos de serviço em rápida evolução. Com que facilidade as instalações podem ser atualizadas de 1G para 10G e mais, por exemplo?

Dada a demanda crescente para aumentar a capacidade da fibra e reduzir os custos futuros de engenharia, mais fibra é instalada na rede do que o necessário, atualmente, para acomodar necessidades vindouras. A quantidade de excesso de fibra e sua localização na rede dependem das regulamentações e da concorrência locais. No entanto, além de reduzir os custos de engenharia, essa abordagem fornece conectividade mais rápida, às vezes, fundamental para conquistar novos clientes.

Com a dependência atual da conectividade permanente, a confiabilidade na rede ultra-alta deixou de ser apenas um recurso adicional e precisa ser projetada a partir do zero.

Normalmente, veríamos clientes como bancos, bolsas de valores ou parques industriais querendo operar mais de uma linha e ter duas linhas separadas – a “principal” e a “redundante” – para garantir a continuidade dos negócios. Se a linha principal parar de funcionar, todo o tráfego é redirecionado através da linha redundante, sem interrupção. No entanto, devido à necessidade de mais segurança – como a exigida por veículos autônomos – o uso de duas linhas se torna cada vez mais importante, o que, prevemos, devem pressionar cada vez mais a rede.



# Desenvolvimentos e tendências regionais

## AMÉRICA DO NORTE

- A divisão centralizada é mais comumente usada nos EUA, devido ao uso otimizado de equipamentos ópticos no escritório central.
- Há uma alta adoção de instalações *plug-and-play* usando conectividade reforçada, devido ao aumento dos custos e à escassez de mão de obra.
- A arquitetura de *tap* óptica está se tornando popular em aplicações onde a densidade da habitação é baixa e as distâncias são tipicamente longas, como as áreas rurais.

## EUROPA

- Em resposta às regulamentações que estipulam que vários provedores de serviços devem receber acesso compartilhado à rede, algumas operadoras estão instalando várias fibras por cliente para que possam manter uma planta dedicada para suas operações. Outra tendência são os locais comuns de interface em que o cliente pode ser transferido entre diferentes redes.
- Há uma nova tendência em usar fibras pré-terminadas para aumentar a velocidade de implantação e reduzir o tempo de provisionamento.
- Nas áreas urbanas, o licenciamento está se tornando cada vez mais complicado, com as operadoras procurando opções para minimizar o impacto visual e, ao mesmo tempo, fornecer a funcionalidade necessária.
- Nas áreas rurais, arquiteturas mistas estão sendo introduzidas para otimizar os custos.

## AMÉRICA LATINA E CENTRAL

- No geral, a FTTH é a principal tecnologia atualmente implantada na região, sendo a GPON o tipo de rede mais popular.
- Implantações aéreas em arquiteturas distribuídas e divisão de dois níveis estão se tornando mais comuns, tirando proveito dos benefícios de menor custo e implementação mais rápida.
- Há novas iniciativas públicas, mas as operadoras privadas lideram de longe.

## ÁSIA

- Com alta densidade populacional – levando a alto congestionamento em um polo ou dentro da infraestrutura subterrânea – redes PON em cascata são mais comuns, com vários divisores de primeiro nível localizados dentro de uma solução tipo gabinete para fornecer um grau de flexibilidade e o divisor de segundo nível oferecendo, então, uma conexão direta com as edificações.
- Particularmente dentro das áreas metropolitanas – onde as residências multifamiliares são extremamente populares – tanto a PON centralizada quanto a distribuída são aplicáveis. No entanto, considerações sobre a capacidade de acessar as fibras nos andares e a taxa de adoção dentro do edifício determinarão se uma rede em estrela ou *daisy chain* é mais aplicável.

# A abordagem da CommScope

## Estudo de caso: concessionária pública adota a banda larga

*Uma rede previamente construída pode ser expandida de maneiras diferentes, cada uma trazendo benefícios e desafios específicos.*

*As considerações e as compensações são demonstradas no estudo de caso a seguir.*

*Uma empresa pública implantando a banda larga enfrentou desafios de planejamento e picos de orçamento. Como eles colocaram os níveis de execução e custo do projeto de volta nos trilhos?*



Baixar  
Estudo de caso

Uma concessionária de energia elétrica europeia decidiu construir uma infraestrutura FTTH de acesso aberto que oferecesse acesso à internet de alta velocidade a residências e empresas em todo o país. A rede poderia ser alugada a parceiros, que ofereceriam aos assinantes serviços de internet de varejo e outros. A primeira fase de implantação cobriu cerca de meio milhão de dependências.

A concessionária contava com uma extensa infraestrutura de rede elétrica, direitos de passagem, experiência com implantações de plantas externas e um *backbone* de fibra que suportava serviços de fibra alugados. No entanto, a FTTH era uma tecnologia nova. A CommScope identificou vários desafios específicos, relacionados à construção de FTTH por cima de um sistema de distribuição elétrica ativo. Alguns mapas de rede estavam desatualizados. A chuva e a propensão a inundações também significavam que o equipamento tinha de estar bem vedado. Os transtornos precisavam ser minimizados e a segurança dos instaladores que trabalhavam perto de equipamentos de alta tensão precisava ser assegurada. O escopo dessas questões elevou os custos de instalação bem acima das estimativas orçamentárias.

Soluções econômicas eram necessárias para corresponder à infraestrutura de rede existente, ao mesmo tempo que acomodassem flexibilidade e crescimento máximos. A CommScope realizou pesquisas de campo detalhadas para otimizar a arquitetura de rede e a seleção de produtos. Vários gabinetes menores foram substituídos por caixas e divisores. O uso de produtos de conectividade preestabelecidos foi ampliado, minimizando a necessidade de treinamento e acelerando a velocidade de implantação.

Um redesenho da rede, um conjunto de produtos otimizado e um foco na economia de mão de obra ajudaram a trazer o projeto de volta ao orçamento e, até o fim do ano, o serviço foi implantado em sete cidades do país.



## CAPÍTULO 3 RESUMO

### A importância de escolhas sábias

Arquiteturas de redes são escolhidas no início do processo de planejamento, proporcionando impacto duradouro.

#### As principais decisões incluem:

- Redes ópticas passivas ou ativas? Isso é determinado, em grande parte, por fatores como distâncias e orçamento dos equipamentos.
- Qual tecnologia é mais apropriada: GPON, GEAPON, WDM PON, XGS PON, NGPON2, DOCSIS®, DSL...? Isso depende dos requisitos de distância, largura de banda, simetria e escalabilidade, disponibilidade de fibra em diferentes locais da rede, taxas de adoção e tipos de usuários.
- Qual tipo de arquitetura é mais apropriado? Ponto a ponto ou multiponto, centralizada ou distribuída, estrela ou *daisy chain* e conectividade multifacetada ou pré-determinada. As escolhas estão relacionadas ao tamanho da rede, aos requisitos de uso pretendido, orçamento e flexibilidade.
- Finalmente, as arquiteturas de redes, em cada região, podem variar significativamente, dependendo, por exemplo, do uso pretendido no curto ou longo prazo, da legislação local e das melhores práticas.

Para evitar descuidos e erros, é essencial definir requisitos, determinar orçamentos e considerar outros fatores antes de decidir sobre as especificações. Decisões tomadas em uma área afetarão várias outras. Quando em dúvida, **pergunte aos especialistas!**

# CAPÍTULO 4

Como fazer um plano de negócios de FTTX funcionar?



# Como fazer um plano de negócios de FTTX funcionar

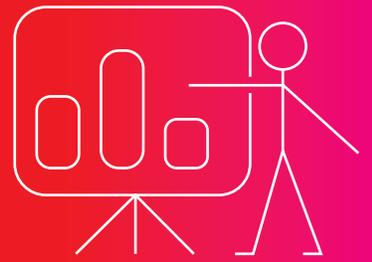
## Por que este capítulo?

Quando se trata de redes, o horizonte de planejamento pode, facilmente, chegar a 20 ou 30 anos – o que significa que cada escolha feita no início tem implicações de longo prazo. Hoje, à beira de toda uma nova era em inovação, os requisitos e as tecnologias estão evoluindo rapidamente e impondo complexidades muito maiores ao planejamento de negócios.

Os especialistas da CommScope passaram milhares de horas, em mais de quatro décadas, dando suporte aos clientes na concepção, construção e manutenção de suas redes, em regiões do mundo todo. Neste capítulo, compartilharemos essas ideias com você.

O escopo deste capítulo abrange:

- Elementos essenciais de um plano de negócios
- Tendências da indústria e do mercado que podem afetar os planos de negócios
- Conselhos práticos, com intuições e novas perspectivas



# 1 Receitas – fontes de receita tradicionais e novas e clientes

Tradicionalmente, as operadoras obtêm receitas de serviços de telefonia, internet e vídeo, atendendo a clientes residenciais, empresariais, governamentais e sem fio. Atualmente, um número cada vez maior de provedores de serviços de comunicação, de maior ou menor porte, está expandindo suas fontes de receita para atender melhor às novas necessidades de seus clientes relacionadas à conectividade sempre ativa.

Uma **pesquisa global** de 2017 com provedores de serviços mostrou que monetizar a banda larga de alta velocidade é a chave para uma estratégia de negócios bem-sucedida.

## Novos fluxos de receita

**Pacotes de conteúdo premium** podem ser desenvolvidos com parceiros de conteúdo, com base nos interesses do público-alvo. A “convergência de conteúdo” está trazendo uma onda de fusões e aquisições entre empresas de telecomunicações e empresas de mídia, bem como o desenvolvimento de estratégias de aquisição de direitos esportivos na TV.



## Estratégias de diferenciação

**Serviços personalizados** podem ser oferecidos para segmentar grupos de clientes (por exemplo, *gamers*) dispostos a pagar por simetria, latência e tempo de atividade de alto desempenho.



## Inovação

### Telemática:

Uma combinação de serviços de telecomunicação, transporte e IoT está trazendo novas oportunidades de atendimento aos segmentos de gestão de frotas, logística da cadeia de suprimentos e outras áreas relacionadas a transporte e tráfego.



### Quarta Revolução Industrial e IoT:

Tecnologias conectivas, como IoT, robótica, inteligência artificial (IA), realidade virtual e aumentada e impressão 3D, exigem grande capacidade de largura de banda e análise de dados e um grau sem precedentes de interconectividade e convergência.



Estar na vanguarda da inovação – e desenvolver soluções para atender às necessidades desses clientes – não apenas gerará novos fluxos de receita, mas também posicionará as empresas para serem as primeiras a colherem os benefícios de aprender e desenvolver o ecossistema.

## Receitas – dicas práticas

# A

### Defina um objetivo claro de receita de rede

O caso de negócios e os cálculos são computados quando os objetivos da receita são determinados. O resultado pode variar, dependendo da escolha da rede. Você estará construindo um modelo somente para serviços residenciais? Uma rede residencial e empresarial? Uma rede de negócios e atacado?

# B

### Prepare expectativas realistas em torno das taxas de adoção

Chegar a uma avaliação realista das conexões em projetos residenciais ou comerciais é fundamental. Qual nível penetração e adoção é realmente possível conseguir em determinado mercado? O que acontece se você oferecer seus serviços a 100 residências, mas apenas 30 contratarem? As previsões de taxas de penetração excessivamente otimistas ou, ao contrário, cautelosas são igualmente problemáticas. Na América Latina, por exemplo, as pessoas geralmente podem escolher entre várias operadoras – que, por sua vez, não devem esperar atingir mais de 25% de participação no mercado. Mas, se a solução de uma operadora atingir 25% das residências, não será possível expandir facilmente em caso de crescimento de demanda, o que pode significar ter de fazer novos investimentos consideráveis ou recusar clientes.

# C

### Considere uma rede multiuso *versus* redes individuais

As redes são, normalmente, de “propósito único”, projetadas para fornecer serviços residenciais, serviços de negócios ou *backhaul* sem fio, por exemplo. Em grande parte, essas funções influenciam as decisões de negócios e custos. Funcionalidades antes individuais estão, agora, sendo agrupadas – possibilitando que a infraestrutura execute várias tarefas.

## CONVERGÊNCIA: A FUSÃO DO WIRELINE AO WIRELESS



### As redes convergentes variam de ativos compartilhados a sistemas totalmente integrados

#### Convergência de infraestrutura de rede

- Impulsionar localizações (colocalização)
- Impulsionar mídias (potência, fibra)
- Planejar e construir simultaneamente (mão de obra)

#### Convergência de plataformas

- Aplicações executadas em COTS (soluções prontas para uso)
- Hardware comum para SDN/NFV
- Processos similares

#### Convergência total: rede de hardware, software e física

- Funções de rede convergem (todos os IPs)
- Credenciais e políticas comuns
- Containerização

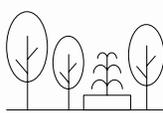
### Ofertas de serviços:



Residências



Empresas

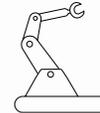


Móvel

### Clientes:



Pessoas



Máquinas

## 2 Custos

Normalmente, os provedores de comunicação têm visualizado seus custos exclusivamente através do CapEx (custo de implantação, materiais e instalação – ativos e passivos) e OpEx (custo de manutenção de rede, aluguel e franquia, juntamente com custo de fornecimento e licenciamento de conteúdo ou desenvolvimento de serviços).

No ambiente cada vez mais competitivo de hoje, as operadoras estão percebendo que os modelos de custo não devem se concentrar apenas em colocar a rede no lugar e passar por residências ou empresas, mas que também devem levar em conta o custo e a velocidade de fazer conexões individuais. Os custos de oferecer serviços, equipamentos, mão de obra, permissões, manutenção e potência também precisam ser considerados.

### Dicas práticas

Ao desenvolver um modelo de negócios, é importante olhar além da comparação de elementos de custo individuais, como materiais e instalação, mas considerar o custo total de propriedade. À primeira vista, pode fazer sentido minimizar o CapEx ao tomar uma decisão de compra; no entanto, não considerar o custo potencialmente alto de operar e atualizar a rede (OpEx) pode afetar negativamente a rentabilidade da operação, em geral. Vemos que organizações bem-sucedidas são aquelas nas quais o orçamento interno e outros fatores que influenciam o resultado geral são bem alinhados e otimizados para o ciclo de vida futuro da rede.

#### Avalie o custo de oportunidade

A

O custo de oportunidade é a perda de ganho potencial de outras alternativas quando uma alternativa é escolhida. Por exemplo, atrasos na obtenção de licenças de “direito de passagem” impactam negativamente o tempo até a geração de receita. Portanto, a escolha de uma solução que minimize o tempo até a geração de receita terá um impacto positivo no resultado geral, embora possa ser uma alternativa de primeiro custo mais alta.

#### Avalie as opções de custos diferidos

B

Diferir (parcialmente) o CapEx pode ser altamente benéfico – especialmente ao lidar com incertezas do negócio e pressão de CapEx. Escolher uma arquitetura de rede e soluções que permitam a flexibilidade de construir a rede à medida que a demanda e a receita se tornem disponíveis proporciona um enorme benefício para as operadoras.

#### Calcule o consumo de energia

C

O consumo de energia é um fator de custo frequentemente negligenciado. Isso não é um problema em uma rede totalmente passiva, e sim quando é introduzida uma quantidade relativamente grande de equipamentos ativos. Ter uma avaliação completa do consumo de energia pode ajudar a tomar decisões inteligentes antecipadamente.

#### Avalie a segurança da rede

D

A segurança é uma preocupação cada vez maior, com impacto no acesso à rede e com impacto negativo potencialmente enorme na receita e na retenção de clientes. Além disso, em países como os Estados Unidos, os desafios legislativos em diferentes áreas também podem afetar as opções de tecnologia de rede, pois certas decisões devem obedecer aos requisitos governamentais de segurança – especialmente quando as operadoras solicitam ou recebem financiamento do governo.

#### Avalie o custo da má qualidade

E

A [pesquisa global de 2017 com provedores de serviços em todo o mundo](#) mostrou que, em todos os setores, a satisfação e a retenção de clientes são as principais prioridades de negócio. Como o mercado hoje enfrenta acirrada concorrência, oferecer aos clientes velocidade, atendimento e um pacote de serviços é crucial para o sucesso e as prioridades no mais alto nível.

### 3 Financiamento

As redes de fibra podem ser atraentes para investidores dos mercados público e privado. Várias operadoras de fibra em todo o mundo foram totalmente financiadas por meio de **capital privado**.

Além disso, **o financiamento de governos federais e locais** desempenha um papel muito importante no estímulo ao desenvolvimento de infraestrutura de rede, intimamente ligado ao crescimento do PIB (ver Capítulo 1). Além disso, hoje, vemos um número crescente de países e regiões em rápido desenvolvimento seguindo o exemplo das economias desenvolvidas – e fornecendo apoio federal para financiamento.

Os requisitos para cada programa são muito específicos – e alguns programas dependem do foco da entidade durante o período de planejamento. Por exemplo, o CAF II (“Connect America Fund”, nos EUA) visa a acelerar o desenvolvimento de banda larga para aqueles que não têm acesso à banda larga fixa para download de 10 Mbps. Na Europa, a estratégia para o Mercado Único Digital, anunciada pela Comissão Europeia, em maio de 2015, substituirá, em grande parte, a Agenda Digital como a principal estratégia digital da UE de 2015 e em diante. Tal estratégia inclui 16 novas iniciativas – das quais uma é uma revisão ambiciosa das regras de telecomunicações da UE, incluindo a criação de incentivos para investimento em banda larga de alta velocidade e, particularmente, em áreas rurais, onde a densidade populacional pode não ser grande o suficiente para justificar custos de implantação.

Modelos emergentes de **parcerias público-privadas (P3)** apresentam uma alternativa promissora aos modelos tradicionais de “banda larga municipal” para muitas comunidades que não têm capital ou experiência para implantar e operar redes de fibra, ou para atuar como provedores de serviços de Internet (ISPs). Dependendo da lei estadual, os governos locais têm muitas ferramentas que podem usar para financiar projetos e/ou estimular o investimento privado. Ao assumir o risco de construção de fibra e encontrar um parceiro para estabelecer a rede e prestar serviços, uma localidade pode aumentar o potencial de desenvolvimento universal de fibra.

Projetos de parceria público-privada de banda larga são complexos, pois envolvem, necessariamente, pelo menos duas partes que vêm de mundos diferentes e têm diferentes missões, objetivos, conjuntos de habilidades e obrigações legais e políticas.

Uma concessionária pública pode transferir parcialmente a propriedade de um ativo para uma empresa privada, ou uma entidade pode se candidatar para participar de um empreendimento privado. No caso de alienação total (privatização), os interesses do governo em um bem público ou em um setor são (quase) totalmente transferidos para partes privadas.

Embora o número de parcerias público-privadas de banda larga ainda seja bastante limitado nos EUA, o Google Fiber, por meio de suas implantações até o momento, alertou outras empresas para a oportunidade de negócios na construção e operação de redes de banda larga locais e o número de potenciais investidores e parceiros está aumentando.

Prometendo levar a banda larga a 100% das dependências da Austrália com um custo de serviço comum, independentemente da tecnologia utilizada, a Rede Nacional de Banda Larga (NBN) é um excelente exemplo de parceria público-privada. Construída, mantida e operada pelo governo, fornece banda larga de acesso aberto por atacado em termos iguais a todos os provedores de serviços de varejo (RSPs). A NBN não vende diretamente ao público, mas é um elo na cadeia de valor que fornece conectividade do provedor de conteúdo ao usuário final. Os RSPs têm acesso a dependências por meio de circuitos virtuais de acesso e circuitos virtuais de conectividade de compra com base em suas próprias estratégias internas.

**Acreditamos que esse modelo tem vantagens, especificamente, porque permite dividir o risco do modelo geral de negócios da rede para facilitar o financiamento e oferece futura implementação potencial em outros países e regiões.**

	MODELO 1 facilitação pública investimento privado	MODELO 2 financiamento público execução privada	MODELO 3 investimento e risco compartilhados
RISCO	BAIXO	ALTO	MODERADO
BENEFÍCIO	POTENCIAL MAS NÃO ASSEGUADO	ALTO	ALTO
CONTROLE	NENHUM	MODERADO	MODERADO

Compensações entre riscos, benefícios, e controle em modelos de parcerias público-privadas

## 4 Análises

Uma vez que a receita e os custos são totalmente avaliados, os indicadores de negócios, como ROI (retorno sobre o investimento), fluxo de caixa e VPL (valor presente líquido) são usados para avaliar a atratividade do investimento. Hoje, as operadoras estão ajustando os planos de negócios para reduzir o tempo de retorno e melhor se alinharem com a natureza dos projetos.

### Dicas práticas

# A

#### Execute o ROI para diferentes arquiteturas de redes

No Capítulo 3, analisamos várias arquiteturas de redes, cada uma com seus prós e contras. Recomendamos avaliar o ROI da empresa usando duas ou três arquiteturas diferentes, pois os resultados podem ser muito diferentes. Além disso, essa análise pode revelar várias maneiras de otimizar o caso de negócios (por exemplo, a implantação mais rápida pretendida em um ambiente muito competitivo).

# B

#### Faça uma análise de sensibilidade profunda

Uma análise de sensibilidade mapeia incertezas para fontes específicas no modelo de negócios. Isso ajuda as partes interessadas a ver o impacto potencial de situações da vida real que podem ocorrer durante a fase de implementação e preparar planos de contingência. O que acontece se um determinado segmento não atingir suas metas de receita? Como isso afetará o resto do projeto? Como outras áreas podem compensar? Embora as incertezas da vida real não possam ser totalmente eliminadas, uma análise minuciosa e completa de sensibilidade prepara para um futuro de sucesso.



# A abordagem da CommScope

## O que é certo para o cliente?

*Em todas as regiões, ouvimos os clientes e descobrimos o que eles realmente precisam. Como estamos presentes em todo o mundo, podemos coletar, trocar e alavancar conhecimento para facilitar a tomada de decisões. Além disso, como oferecemos uma ampla gama de soluções passivas, podemos trabalhar em estreita colaboração com os clientes, explicando os prós e contras em relação a suas necessidades e parâmetros que devem ser observados.*

Como oferecemos um portfólio tão amplo de produtos de rede, podemos ser mais objetivos – fornecendo uma solução realmente melhor para o cliente, seja baseada em fibra, DSL ou coaxial. Ninguém sabe quais desenvolvimentos os próximos anos trarão, ou como estes podem afetar direta ou indiretamente as redes. Como trabalhamos em muitas áreas diferentes, estamos atentos a toda a variedade de desenvolvimentos tecnológicos e temos uma boa ideia de para onde as redes estão se dirigindo, em geral. Não podemos prever a “próxima grande novidade” depois do 5G, da nuvem ou da IoT, mas podemos oferecer conselhos sobre como preparar sua rede para o futuro – outro fator de custo, mas essencial para o plano de negócios. Podemos ajudar as pessoas a entender o que podem fazer para se preparar para os requisitos futuros e criar flexibilidade, especificamente para a arquitetura escolhida, de maneira econômica.



## CAPÍTULO 4 RESUMO

Horizontes de planejamento de rede podem se estender por décadas. As escolhas feitas no início têm sérias implicações no longo prazo. Um plano de negócios que não fica obsoleto leva vários fatores em conta:

- Fontes tradicionais e inovadoras de receita, definindo claramente os objetivos da rede, pesquisando o potencial de adoção e escolhendo entre redes de uso único ou multiuso.
- Analisar o custo total de propriedade geral e equilibrar o CapEx e o OpEx de maneira inteligente e flexível. As organizações mais bem-sucedidas são aquelas em que o orçamento interno e outros fatores que influenciam o resultado geral são bem alinhados e otimizados para o ciclo de vida futuro da rede. No que diz respeito ao custo, os custos de oportunidade, os custos diferidos, o consumo de energia, a segurança e os custos de baixa qualidade devem ser levados em conta.
- Diferentes modelos de financiamento também devem ser investigados, juntamente com os vários fatores que determinam qual seria o mais apropriado para a sua implantação. Projetos de parceria público-privada de banda larga podem ser vantajosos.
- Finalmente, o investimento das empresas precisa ser cuidadosamente analisado. Realizar uma análise de sensibilidade – mapear incertezas para fontes específicas no modelo de negócios – é recomendável, pois prepara melhor as empresas para responder às incertezas futuras.

***Entre em contato com os especialistas da CommScope*** para discutir suas necessidades futuras e saber como podemos ajudá-lo a realizar o potencial de sua futura rede.

A CommScope expande os limites da tecnologia das comunicações com ideias revolucionárias e descobertas inovadoras, que possibilitam grandes conquistas à humanidade. Colaboramos com nossos clientes e parceiros para projetar, criar e construir as redes mais avançadas do mundo. É nossa paixão e compromisso identificar as próximas oportunidades e propiciar, com isso, um melhor amanhã. Veja mais em [commscope.com](http://commscope.com).

**COMMSCOPE®**

---

[commscope.com](http://commscope.com)

Visite nosso site ou entre em contato com o representante local da CommScope para obter mais informações.

© 2018 CommScope, Inc. All rights reserved.

Salvo indicação em contrário, todas as marcas comerciais identificadas por ® ou ™ são marcas registradas, respectivamente, da CommScope, Inc. Este documento é apenas para fins de planejamento e não tem a intenção de modificar ou complementar quaisquer especificações ou garantias relacionadas aos produtos ou serviços da CommScope. A CommScope está comprometida com os mais altos padrões de integridade empresarial e sustentabilidade ambiental, com várias instalações da CommScope em todo o mundo certificadas de acordo com os padrões internacionais, incluindo ISO 9001, TL 9000 e ISO 14001.

Mais informações sobre o compromisso da CommScope podem ser encontradas em [www.commscope.com/About-Us/Corporate-Responsibility-and-Sustainability](http://www.commscope.com/About-Us/Corporate-Responsibility-and-Sustainability).

EB-112495-PTBR (06/18)