



DOCSIS 4.0 and PON comparados

Informativo

Índice

Introdução	3
Velocidade	4
Largura de banda simétrica	4
Escalabilidade	5
Qualidade do sinal, latência e jitter	6
Confiabilidade	6
Despesa de capital	7
Despesa operacional	7
Ambiental	8
Conclusão	9

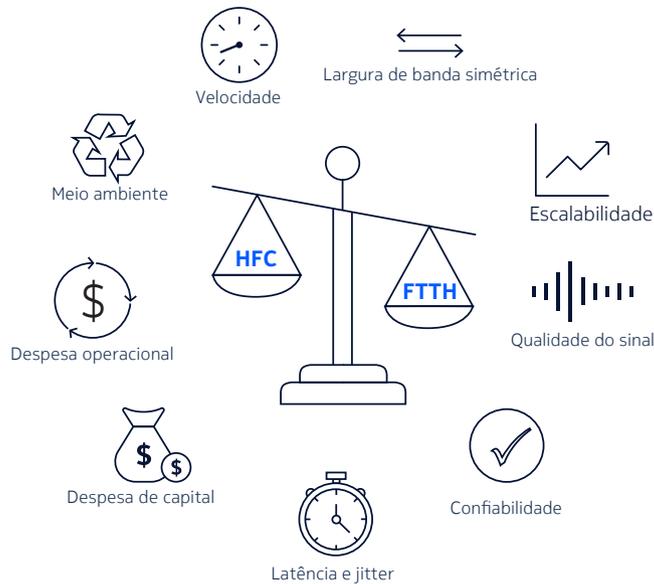
Introdução

Durante décadas, as operadoras de cabo confiaram com sucesso em suas redes híbridas de fibra coaxial e DOCSIS para satisfazer os requisitos de banda larga de seus clientes. Desde o DOCSIS 1.0 em 1997, os fornecedores e operadores da indústria evoluíram continuamente a tecnologia, adicionando capacidade e recursos para atender às necessidades crescentes e em constante mudança do mercado. As versões mais recentes e futuras do DOCSIS não são exceção, levando as capacidades para gigabit e multigigabit.

Mas à medida que os desejos e necessidades dos clientes aumentam, e à medida que as pressões competitivas dos provedores de serviços que implantam redes de fibra para casa (FTTH) aumentam, isso será suficiente? Como uma rede híbrida de fibra coaxial (HFC) DOCSIS 4.0 (D.4.0) se compara a uma rede de fibra para casa (FTTH) PON? Qual é o melhor para a rede de última geração de uma operadora de cabo?

Há muitos aspectos a serem considerados na avaliação de tecnologias e arquiteturas de rede, e há muitas variáveis que entram em jogo, portanto, não há uma resposta única e absoluta. No entanto, em quase todas as métricas - velocidade, largura de banda simétrica, escalabilidade, qualidade do sinal, latência, jitter, confiabilidade, CAPEX, OPEX e impacto ambiental - uma rede PON FTTH é superior ao DOCSIS 4.0.

Figura 1. Características da rede



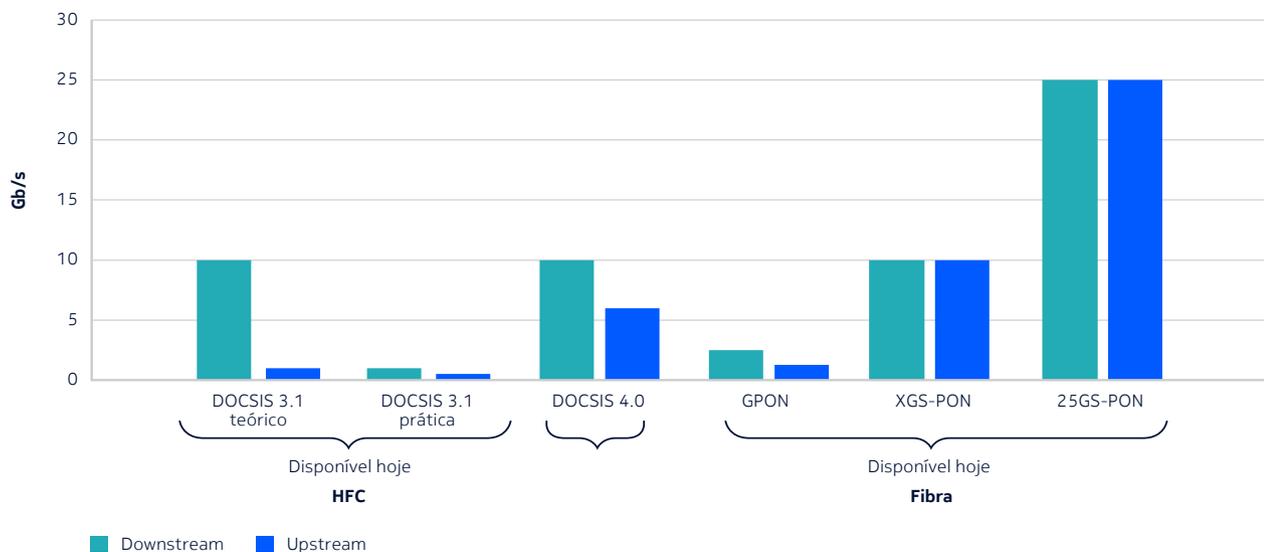
Velocidade

A DOCSIS 3.1 especifica largura de banda downstream de até 10 Gb/s e largura de banda upstream de 1 Gb/s. Na realidade, nenhum operador de cabo está entregando nada parecido com isso. Praticamente falando, ele fornecerá até 1 Gb/s a downstream e 100 Mb/s a 1 Gb/s upstream, dependendo da divisão e se a planta externa é capaz. A maioria das redes de cabo hoje está no máximo em cerca de 100-300 Mb/s a downstream e 35-50 Mb/s a upstream. A especificação para DOCSIS 4.0 mantém a velocidade máxima a downstream em 10 Gb/s e aumenta o upstream para 6 Gb/s, mas amplas implantações comerciais provavelmente ainda estão a alguns anos de distância.

Por outro lado, hoje, o GPON fornece 2,5 Gb/s downstream e 1,25 Gb/s upstream, e o XGS-PON fornece 10 Gb/s simétricos (ou seja, tanto downstream quanto upstream). Também disponível hoje, e capaz de operar na mesma rede de fibra, é a PON de 25 Gb/s.

Em outras palavras, em alguns anos, uma rede DOCSIS pode ser capaz de fornecer largura de banda que se aproxima do que a XGS-PON oferece, mas 2,5 vezes menos do que o que a 25GS-PON oferece hoje.

Figura 2. Velocidades da tecnologia

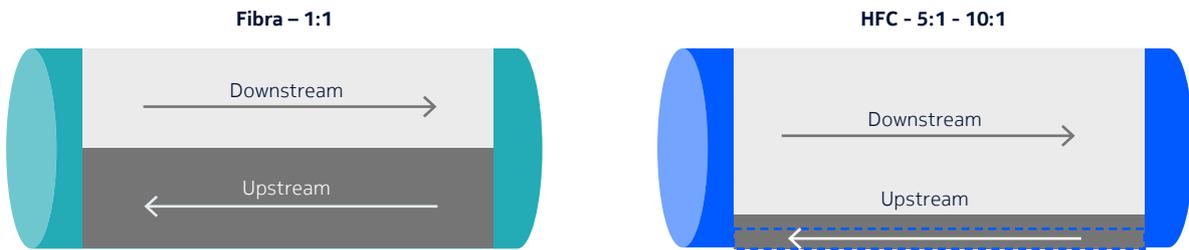


Largura de banda simétrica

Historicamente, as redes de cabo alocaram a grande maioria de sua largura de banda ao tráfego downstream. As redes de fibra adotam uma abordagem simétrica, com a maioria das ofertas de serviço fornecendo desempenho upstream/ downstream igual. Isso ocorre porque a fibra inerentemente tem significativamente mais capacidade do que o coaxial e pode ser mais facilmente projetada para fornecer velocidades simétricas. Numericamente falando, onde a fibra tem tipicamente uma taxa downstream/ upstream de 1:1, as redes DOCSIS de cabo estão mais na faixa de 5:1 ou 10:1.

No passado, essas velocidades assimétricas não eram um grande problema para a maioria dos usuários; elas refletiam o uso típico do consumidor. No entanto, isso está mudando. À medida que mais pessoas trabalham remotamente, participam de videochamadas e participam de eventos e aulas virtuais, a rede upstream passa por períodos mais prolongados e frequentes de alta demanda. Conseqüentemente, é cada vez mais importante configurar redes com largura de banda simétrica. A largura de banda simétrica é ainda mais crítica para empresas que fazem upload de arquivos cada vez maiores, além de dependerem mais da computação em nuvem.

Figura 3. Largura de banda simétrica



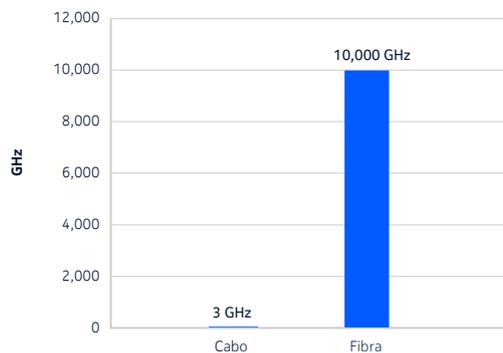
Escalabilidade

A velocidade máxima entregue através de uma rede é limitada pela física do meio. Uma rede HFC tem bastante fibra, mas a última parte da conexão com o cliente é o cabo coaxial. Hoje, as porções coaxiais da maioria das redes de cabo são geralmente limitadas a menos de 1 GHz de espectro utilizável no total. Mesmo o DOCSIS 4.0 Extended Spectrum atingirá apenas 1,8-3,0 GHz. Em comparação, a capacidade disponível do cabo de fibra óptica é superior a 10.000 GHz: 5.000 a 10.000 vezes maior. Isso permite uma escalabilidade praticamente ilimitada no futuro.

O processo de dimensionamento de uma rede HFC pode ser muito mais complexo do que para uma rede de fibra. Por exemplo, ao precisar alavancar mais espectro, como no caso do DOCSIS 4.0, as operadoras de cabo provavelmente terão que substituir ou atualizar os nós existentes, adicionar nós adicionais, adicionar energia, substituir as derivações, reduzir o número de amplificadores e substituir os restantes, possivelmente atualizar partes do próprio coaxial e muito mais.

Por outro lado, as redes de fibra exigem apenas a atualização dos componentes eletrônicos da rede.

Figura 4. Largura de banda e escalabilidade



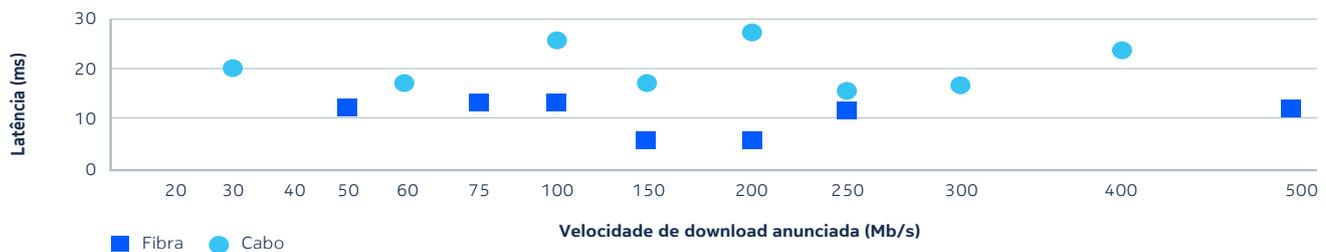
Qualidade do sinal, latência e jitter

As implantações DOCSIS exibem maior latência e jitter do que as redes de fibra. Existem várias razões relacionadas para isso. Primeiro, a degradação no cabo mais antigo resulta em taxas de ruído mais altas e maior atenuação do sinal. Para lidar com isso, o DOCSIS usa esquemas de codificação avançados que resultam em latência adicional. Os operadores de cabo podem usar esquemas de codificação mais simples para minimizar o impacto, mas isso resultará em menor redução de ruído, o que, por sua vez, leva a mais pacotes descartados e maior jitter.

Um novo desenvolvimento chamado “Low Latency DOCSIS” (LLD) saiu com o DOCSIS 3.1. O LLD visa reduzir a latência, visando fluxos/aplicativos específicos (por exemplo, jogos, vídeo) que são muito afetados pela latência. Não é uma redução de latência sistêmica abrangente, não aborda os atrasos causados pela codificação e decodificação de tráfego e é complicada. A LLD requer vários componentes de hardware e software para trabalhar em conjunto, portanto, a implementação bem-sucedida dependerá de vários fornecedores.

Os sinais na fibra, por outro lado, contêm muito pouco ruído, portanto, os protocolos de fibra exigem menos sobrecarga para correção de erros, o que significa menor latência e jitter. O gráfico, parte de um estudo da FCC, mostra as latências medianas ponderadas, por tecnologia e por velocidade de download anunciada para tecnologias terrestres. Em todas as velocidades, a fibra proporcionou menor latência.

Figura 5. Latência para ISPs terrestres, por tecnologia e por velocidade de download anunciada



Source: Comissão Federal de Comunicações dos EUA, janeiro de 2021

Confiabilidade

As redes HFC têm eletrônicos significativamente mais ativos, como nós e amplificadores, na planta externa do que as redes de fibra. À medida que as redes DOCSIS atualizam e aprofundam a fibra, haverá mais nós instalados. Esses elementos ativos dependem da energia da rede elétrica ou, no caso de uma queda de energia, das baterias de reserva. Estando na planta externa, esses componentes correm o risco de danos causados pela chuva e neve. Elementos passivos também podem ser fisicamente danificados. Além disso, como discutido acima, as redes HFC estão sujeitas a considerável ruído e degradação de sinal, e a rede precisa de manutenção regular para preservar os níveis de desempenho. Todos esses fatores reduzem a confiabilidade da rede HFC.

As redes FTTH não têm componentes externos ativos, exceto no caso de uma rede que inclui OLTs remotos. O único risco físico real é a quebra da fibra se, por exemplo, alguém atingir a fibra durante a escavação (por exemplo, durante a construção). A fibra inerentemente tem menos ruído e não requer manutenção regular. A Verizon descobriu que as taxas de reparo caíram até 50% em comparação com suas redes baseadas em cobre. A fibra é durável; uma vez no solo, uma fibra durará mais de 75 anos.

Despesa de capital

O argumento mais comum contra a adoção do FTTH, pelo menos em um ambiente brownfield, é a despesa de capital. Em uma implantação greenfield, não há muita diferença. Os maiores custos estão na instalação da infraestrutura de rede e, em uma rede HFC moderna, a fibra seria quase tão profunda quanto em uma rede FTTH. Nesse caso, a maioria das operadoras optará pelo FTTH por todos os motivos discutidos neste artigo.

Em um ambiente brownfield, é muito provável que uma operadora possa atualizar sua rede HFC para DOCSIS 3.1 com uma razão de divisão média ou alta por menos de uma sobreconstrução e transição para FTTH. Embora isso possa levar uma operadora a serviços gigabit, ela não tem um futuro multigigabit de longo prazo. Levar a rede HFC atual para multi-gigabit envolveria ir para o DOCSIS 4.0. Além das alterações e adições de nós, os operadores de cabos provavelmente terão que substituir ou atualizar placas de derivação, caixas de derivação, cabos suspensos, usina de energia, amplificadores e possivelmente infraestrutura de tronco de fibra. Neste ponto, dependendo da densidade de implantação, a despesa de capital é provavelmente comparável a uma transição FTTH, se não mais.

Despesa operacional

Enquanto a despesa de capital é um custo único, a despesa operacional está em andamento. Consequentemente, ao longo da vida de uma rede, um OPEX significativamente menor pode compensar um CAPEX mais alto, levando potencialmente a um custo total de propriedade mais baixo. E esse é indiscutivelmente o caso das redes FTTH vs HFC.

Evidências anedóticas de operadoras de cabo, bem como um estudo detalhado publicado em meados de 2020, mostram que o OPEX para redes FTTH é cerca de 50% do de uma rede HFC.

Analisando isso com um pouco mais de detalhes, existem vários componentes para o OPEX. Alguns deles incluem itens explícitos, como energia e manutenção, mas itens relacionados, como rotatividade de clientes, também devem ser considerados.

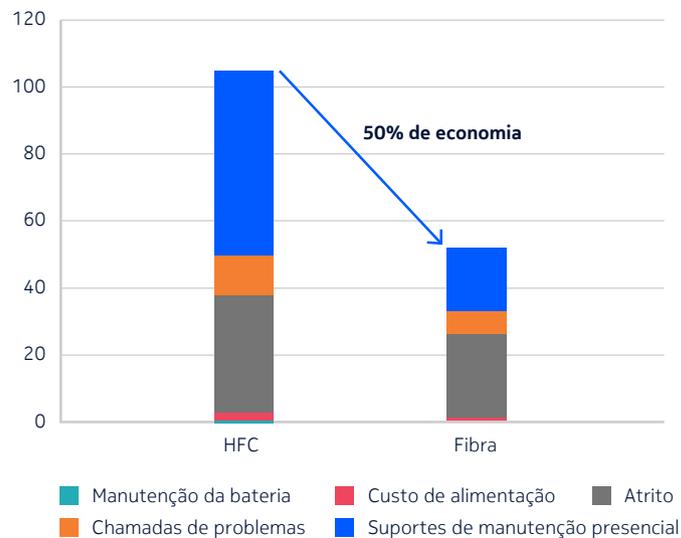
As redes HFC normalmente têm eletrônicos muito mais ativos na planta externa do que as redes FTTH. Os componentes eletrônicos ativos de HFC incluem um grande número de nós e múltiplos amplificadores de linha coaxial por nó. Os nós também requerem baterias de reserva em caso de falha de energia da rede. Como as operadoras de cabo oferecem serviços de maior velocidade, elas precisarão aumentar o número de nós (ou seja, diminuir o número de domicílios em cada nó) e, assim, aumentar o consumo de energia na rede.

Uma rede PON centralizada não tem componentes eletrônicos ativos na planta externa. Se os OLTs remotos forem usados, eles exigirão energia e energia em espera.

As redes HFC exigem um monitoramento cuidadoso da qualidade do sinal e da detecção de vazamentos. A rede HFC também está sujeita a danos causados por chuva ou neve. Problemas de qualidade de sinal ou danos aos elementos externos da planta podem levar a uma chamada de problema de um cliente e, se não puderem ser resolvidos remotamente, a uma rolagem de caminhão. Em última análise, mais problemas levam a uma menor satisfação do cliente e a uma maior taxa de rotatividade.

Com muito menos componentes externos ativos, as redes FTTH têm requisitos de manutenção muito mais baixos. Em combinação com a qualidade de sinal superior fornecida pela fibra, as redes FTTH também desfrutam de um nível mais alto de satisfação do cliente.

Figura 6. Despesa operacional anual total por casa aprovada



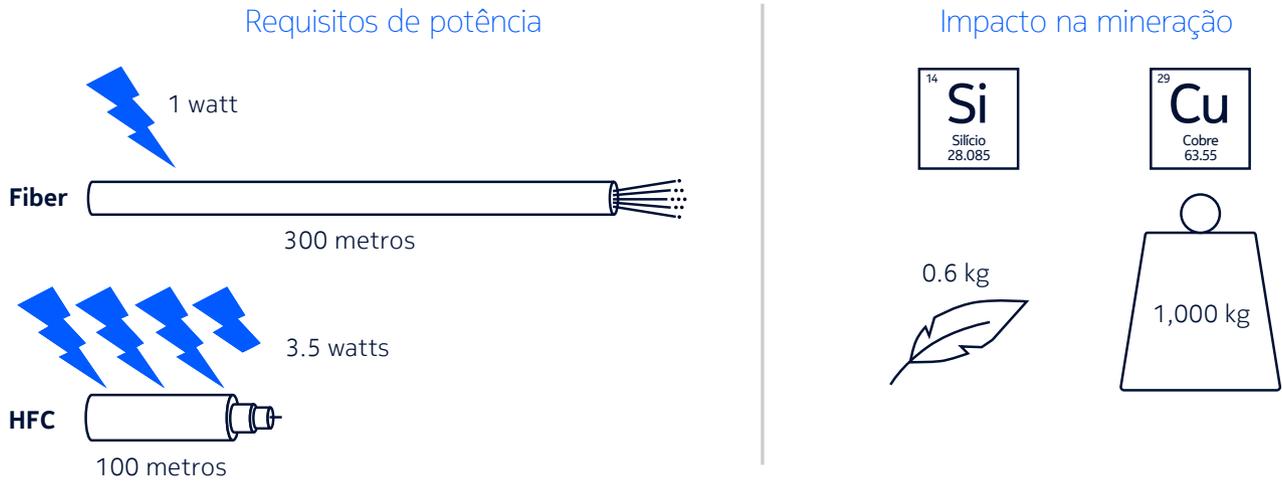
Ambiental

À medida que a preocupação global com o meio ambiente aumentou, indústrias inteiras fizeram movimentos e compromissos para se tornarem neutras em carbono. A indústria de tecnologia da informação e comunicação (TIC) deu um passo à frente e reconheceu a importância de tornar a sustentabilidade um item-chave da agenda. Estima-se que o setor de TIC seja responsável por 2% das emissões globais de CO₂, o mesmo que o setor de aviação.

O consumo de energia é uma parte importante disso, e é geralmente aceito que a fibra usa menos energia do que o cobre, com cálculos variando de sete a doze vezes menos. Uma rede de fibra requer apenas 1 watt para transmitir dados a 300 metros, enquanto uma rede de cabo usa 3,5 watts para enviar os mesmos dados a apenas 100 metros.

Como discutido acima, a fibra requer muito menos manutenção e menos rolos de caminhão, o que reduz as emissões totais de carbono. Mesmo a maior largura de banda e velocidade da fibra contribuem para uma pegada reduzida, pois permite um teletrabalho mais eficaz e a escola em casa. Talvez o maior de tudo seja que o COAX usa cobre, que deve ser extraído da terra - um enorme impacto ambiental. A fibra é criada a partir de dióxido de silício (SiO₂). O silício é o segundo elemento mais comum na terra, ocorrendo naturalmente em areia, argila e rochas, e extraído sem danos ao meio ambiente ou subprodutos nocivos. De acordo com a Corning, um dos principais produtores de fibra, “a mineração necessária para fornecer dois quilos de fio de cobre (aproximadamente a quantidade necessária para um cabo de cobre de 60 metros de comprimento) se traduz em cerca de 1.000 quilos de impacto ambiental. A criação desse mesmo comprimento de fibra requer apenas cerca de 0,06 de um quilograma de impacto ambiental.”

Figura 7. Impacto ambiental



Conclusão

A fibra oferece vantagens claras sobre o HFC em velocidade, largura de banda simétrica, escalabilidade, qualidade do sinal, latência, jitter, confiabilidade, CAPEX, OPEX e impacto ambiental. Dada a crescente capacidade da rede e as demandas de desempenho, bem como as crescentes pressões competitivas, as operadoras de cabo devem considerar uma estratégia de curto e longo prazo. Em implantações greenfield, o FTTH é geralmente aceito como a abordagem padrão. Em muitas redes brownfield, mesmo quando uma atualização DOCSIS é suficiente a curto prazo, é um trampolim para uma eventual implantação de FTTH. Assim, o FTTH é quase sempre a escolha certa.

CID: 213774

Sobre a Nokia

Na Nokia, criamos tecnologia que ajuda o mundo a agir em conjunto.

Como líder em inovação tecnológica B2B, somos pioneiros no futuro em que as redes se encontram com a nuvem para realizar todo o potencial do digital em todos os setores.

Por meio de redes que sentem, pensam e agem, trabalhamos com nossos clientes e parceiros para criar os serviços e aplicativos digitais do futuro.

Nokia é uma marca registrada da Nokia Corporation. Outros nomes de produtos e empresas aqui mencionados podem ser marcas comerciais ou nomes comerciais de seus respectivos proprietários.

© 2023 Nokia