

Análise do crescimento da infraestrutura de redes FTTH no Brasil e seus impactos: Uma investigação sobre a expansão do uso da arquitetura de fibra óptica para o fornecimento de serviços de internet de alta velocidade.

José Irinaldo Gomes de Farias Júnior

Faculdade de computação – Universidade Federal do Pará (UFPA)
Castanhal – PA – Brasil

Departamento de Sistemas e Computação
Universidade Federal do Pará – Castanhal, PA – Brasil

juniiorfarias86@gmail.com

Co-autor: Prof Dr. José Jailton Henrique Ferreira Júnior

***Resumo.** Neste artigo, é apresentada uma avaliação sobre o desempenho e crescimento das redes FTTH (Fiber To The Home) no Brasil nos últimos anos, com ênfase na influência da pandemia de COVID-19. Os resultados apontam para um considerável aumento na implementação das redes FTTH durante o período pandêmico, impulsionado pelo aumento da demanda por serviços de internet de alta velocidade e pela maior capacidade de investimento em tecnologias FTTH, que oferecem maior estabilidade e velocidade às empresas de telecomunicações. Ademais, o artigo enfatiza o funcionamento e vantagens da conexão FTTH, e ainda discute os desafios e oportunidades para o desenvolvimento futuro dessas redes no Brasil.*

***Abstract.** In this article, an evaluation is presented on the performance and growth of FTTH (Fiber To The Home) networks in Brazil in recent years, with emphasis on the influence of the COVID-19 pandemic. The results point to a considerable increase in the implementation of FTTH networks during the pandemic period, driven by the increased demand for high-speed internet services and greater investment capacity in FTTH technologies, which offer greater stability and speed to telecommunications companies. Additionally, the article emphasizes the operation and advantages of FTTH connection, and also discusses the challenges and opportunities for the future development of these networks in Brazil.*

1. Introdução

A evolução da tecnologia possibilitou o surgimento de diversas formas de acesso à internet, desde as conexões discadas até as conexões de alta velocidades oferecidas pelas redes de fibra óptica chamada de redes FTTx (Fiber To The x). Assim, diante de diversas arquiteturas, as redes FTTH surgiram como uma solução para a melhoria da qualidade dos serviços de banda larga, permitindo a transmissão de dados de voz e vídeo em alta qualidade e com maior largura de banda, além de possibilitar a expansão do atendimento para longas distâncias com baixa latência.

As redes FTTH levam a fibra óptica diretamente até a residência do usuário, oferecendo alta velocidade de transmissão de dados, baixa latência e estabilidade de conexão. Essas características fazem com que as redes FTTH, se comparada com redes antigas como xDSL, rádio e etc, sejam ideais para uso em aplicações que exigem grande largura de banda e baixa latência, como videoconferências, jogos online, streaming de vídeos em alta resolução e transferência de grandes arquivos.

Tais informações quando analisadas tem como justificativa, o crescimento da infraestrutura de redes FTTH (Fiber to the Home) no Brasil, bem como explorar a expansão do uso dessa arquitetura para a disponibilização de serviços de internet de alta velocidade para residências e empresas.

Serão investigados os fatores impulsionadores e os desafios enfrentados pelas operadoras e provedores de serviços nessa expansão, levando em conta aspectos regulatórios, econômicos, técnicos e sociais. Além disso, o levantamento das informações abordará o impacto da adoção da arquitetura FTTH no acesso à internet, qualidade da conexão e oportunidades para os usuários finais. A análise comparativa com outras tecnologias de banda larga também será realizada, e discutirá iniciativas globais que influenciam o crescimento das redes FTTH no país e no mundo. Espera-se que os resultados contribuam para o desenvolvimento sustentável e eficiente da infraestrutura de banda larga no Brasil.

Ademais, a pandemia de COVID-19 acelerou ainda mais a demanda por conexões de internet de alta velocidade e qualidade aumentando assim o uso de tal arquitetura, com muitas pessoas trabalhando e estudando em casa. Diante desse cenário, no Brasil e no mundo as redes FTTH têm se mostrado uma solução eficiente para atender a essa demanda, oferecendo maior capacidade de transmissão de dados e uma conexão mais estável e confiável. Por esses motivos, a internet aplicada a redes FTTH tem se tornado cada vez mais relevante e importante para a sociedade.

2. Referencial teórico

2.1. Conceituando redes FTTH

Redes FTTH (Fiber to the Home ou Fibra Até a Residência) são redes de telecomunicações que levam fibras ópticas diretamente para a residência do usuário, permitindo conexões de alta velocidade e grande capacidade de transmissão de dados. Essa tecnologia é considerada a evolução das redes de acesso de banda larga, pois oferece uma infraestrutura capaz de atender às demandas cada vez maiores de tráfego de dados e serviços online.

As redes de fibra até a residência, está diretamente ligada com a variação de redes PON (Passive Optical Network) e GPON (Gigabit Passive Optical Network), sendo as duas as técnicas mais utilizadas para atender o cliente final.

2.2. Conceituando arquitetura de rede PON

A arquitetura PON é uma rede óptica passiva com capacidade de transmissão na faixa de gigabits por segundo e sua arquitetura é baseada em ponto-multiponto. Essa rede é mais destacada nos modelos que implementam a topologia de repartição de rede FTTH, pois utiliza apenas uma fibra óptica com transmissão bidirecional por Wavelength Division Multiplexing (WDM) conforme a figura 1 traz como exemplo.

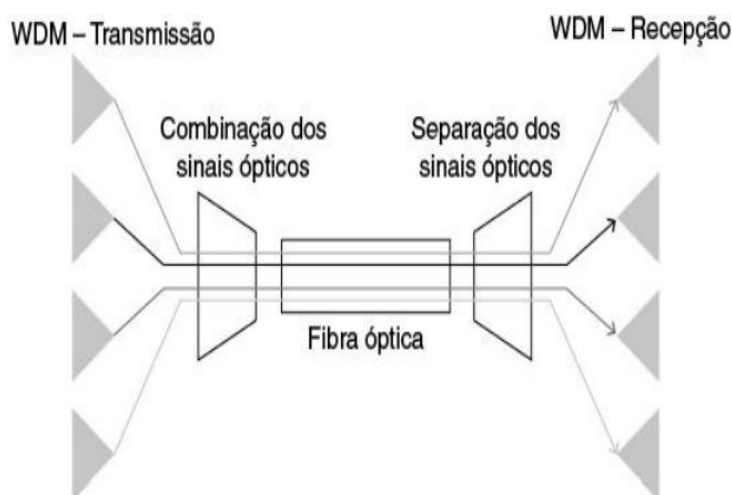


Figura 1. Multiplexação por Divisão do Comprimento de Onda (WDM).

Fonte: PINHEIRO, 2017.

A principal vantagem da arquitetura PON, é exatamente o custo benefício de implantação e de manutenção, haja vista que os elementos de rede, que tem a função de distribuir o sinal aos usuários, são passíveis, ou seja, não necessitam de energia elétrica para o funcionamento [Pinheiro 2017].

2.3. Conceituando arquitetura de rede GPON

A maioria das redes FTTH residenciais utiliza-se a GPON (Gigabit Passive Optical Network) que permite a divisão dos sinais transmitidos em downstream para vários usuários com taxas de transmissão de gigabits por segundo.

A arquitetura GPON pode ter várias configurações de repartição, como 1:16, 1:32, 1:64, 1:128 ou até 1:256. Entretanto, segundo a ITU (International Telecommunication Union), numa normativa ITU-T G.984, publicada em 2003 recomenda de 32 a 64 clientes por PON, levando em consideração a melhor taxa de up e down stream para o usuário final.

A velocidade de uma rede GPON pode variar, mas em geral é capaz de fornecer taxas de transferência de dados muito altas, com até 2,5 Gbps para downstream e 1,25 Gbps para upstream, compartilhados por várias unidades habitacionais. Essa variação de rede possibilita serviços de internet de alta velocidade, streaming de vídeo de alta qualidade e outras aplicações intensivas em dados aos usuários.

3. Elementos essenciais na FTTH

A rede FTTH é composta por quatro principais elementos: a OLT (Optical Line Terminal), que fica na central de telecomunicações e gerencia a rede; a ONU (Optical Network Unit), que fica na casa do usuário e converte o sinal óptico em sinal elétrico para ser usado pelos dispositivos; o cabo de fibra óptica que liga a OLT à ONU; e o splitter que faz a distribuição de ponto-multiponto entre cliente e provedor.

O sinal óptico em uma fibra única é transmitido de forma bidirecional e pode ser dividido em uma estrutura de rede entre a OLT e a ONU para vários assinantes. A topologia da rede PON é composta apenas por componentes passivos que permitem o tráfego de sinais ópticos com valores específicos de comprimento de onda.

No entanto, também é necessário ressaltar que são usados alguns acessórios que também fazem parte da estrutura de uma rede de atendimento FTTH, como por exemplo um SFP (Small Form-factor Pluggable) que geralmente é conectado na OLT, e tem como principal característica converter o sinal óptico vindo do cliente para elétrico dentro da OLT e vice versa no cliente final [Pinheiro 2017].

3.1. OLT

OLT (Optical Line Terminal) é um equipamento utilizado em redes de fibra óptica para fornecer serviços de internet, TV e telefonia por meio de tecnologias como a GPON (Gigabit Passive Optical Network). Dentre suas funcionalidades estão a conversão dos sinais ópticos para elétrico e vice-versa, controle de transmissão bidirecional, multiplexação e demultiplexação, a conexão cruzada de sinais e serviços, além das funções de operação, administração, manutenção e conversão de interfaces na rede passiva [Pinheiro 2017].

Na figura 2 é possível ver um exemplo de uma OLT com seu chassis completo pronto para uso.

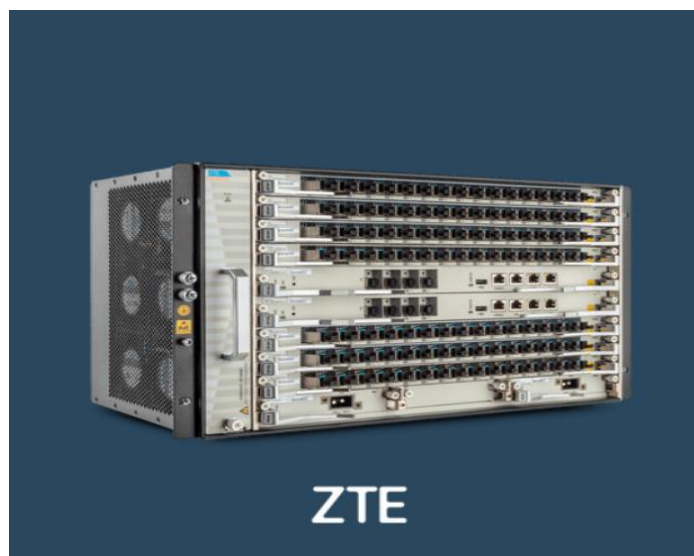


Figura 2. OLT TITAN C650.

Fonte: ZTE, 2023.

3.2. ONU

ONU (Optical Network Unit) é um equipamento instalado nas residências ou empresas dos usuários finais em uma rede de fibra óptica. A ONU é responsável por converter o sinal de luz enviado pela OLT em sinais elétricos que podem ser compreendidos pelos dispositivos dos usuários finais, como telefones VoIP (Voice over Internet Protocol) e televisores. A ONU é conectada à rede por meio de um cabo de fibra óptica e pode ter várias portas Ethernet, portas telefônicas e interfaces Wi-Fi, dependendo do tipo de serviço fornecido. A ONU é considerada o ponto de terminação da rede de fibra óptica e sua capacidade determina a quantidade de serviços que podem ser suportados em cada residência ou empresa.

Conforme ilustrado na figura 3, que traz a estrutura física de um equipamento ONU que vai na residência do cliente final.



Figura 3. HG6143D ONU GPON.

Fonte: FiberHome Brasil, 2023.

3.3. Cabo de fibra óptica

A fibra óptica é um método de transmissão de informações que utiliza um cabo composto por fios extremamente finos e flexíveis de vidro ou plástico. Essas fibras são capazes de transmitir informações por meio de pulsos de luz que são enviados através do cabo. Assim, a informação é transmitida em forma de luz e não de eletricidade, o que permite uma transmissão mais rápida, estável e com menos perdas de sinal. A luz é emitida por um transmissor na extremidade de um cabo de fibra óptica e é conduzida através da fibra até um receptor na outra extremidade do cabo, que converte a luz em sinais elétricos.

A fibra óptica é capaz de transmitir grandes quantidades de informação a velocidades muito altas, tornando-a ideal para aplicações como transmissão de dados, televisão de alta definição e telefonia de alta qualidade. Na figura 4 traz o exemplo da variação de drop que geralmente se é utilizado na casa do cliente final para atendimento. Além disso, a fibra óptica é imune a interferências eletromagnéticas e tem uma perda de sinal muito baixa em relação a outros meios de transmissão, como o cobre e o rádio. [Pinheiro 2017].



Figura 4. Drop Circular Pré-Conectorizado SlimConnector.

Fonte: FUROKAWA SOLUTIONS, 2023.

3.4. Splitter

O splitter ou caixa de atendimento, como é popularmente conhecido, é um componente importante em uma rede de fibra óptica, especialmente em redes FTTH. Sua principal função é dividir o sinal óptico que vem da OLT para distribuí-lo para vários usuários. O splitter é um dispositivo passivo, ou seja, não requer energia elétrica para funcionar. Ele simplesmente divide o sinal em várias direções, permitindo que ele seja distribuído para diferentes pontos de acesso na rede. O splitter é geralmente instalado em uma caixa de distribuição de fibra óptica para facilitar o acesso e manutenção, conforme ilustrado na figura 5.



Figura 5. Caixa de Atendimento Óptico FTTH P/ Cordoalha C/ Splitter 1x16 APC.

Fonte: RDL Network, 2023.

4. Metodologia

Para o presente estudo, foram utilizados dados fornecidos pela Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL) e Teleco Inteligência em Telecomunicações por meio de seus sites, referentes a implantação de redes de fibra ópticas FTTH no Brasil. Os dados foram coletados a partir de relatórios divulgados pela ANATEL entre os anos de 2019 e 2023, em um período de 5 anos.

Os dados selecionados foram referentes à quantidade de acesso FTTH, as tecnologias de acesso mais utilizadas, velocidades médias e cobertura geográfica. A seleção dos mesmos foi realizada com o objetivo de identificar as principais tendências e características da implantação de redes fibra até a residência no Brasil.

Como metodologia de pesquisa para esse estudo, utilizamos Severino (2013) e a abordagem quantitativa. Assim, a partir dos dados coletados utilizando foram realizadas análises estatísticas descritivas para identificar o crescimento do uso da tecnologia em anos pandêmicos no Brasil, trazendo assim à tona uma curva acentuada devido à alta demanda presente no país visando uma melhor estabilidade e velocidade para os

clientes finais que necessitam de internet seja para fins de estudos, trabalhos ou recreativos.

Além disso, foi utilizada sob metodologia qualitativa o livro “REDES ÓPTICAS DE ACESSO EM TELECOMUNICAÇÕES” de José Maurício S. Pinheiro, publicado em 2017 pela editora Elsevier, para embasamento teórico referente ao funcionamento de redes baseadas em fibra óptica relacionando também com os dados apresentados.

5. A implementação de uma rede FTTH

A implementação de uma rede FTTH envolve diversos processos essenciais, como o planejamento da rede, a seleção dos equipamentos necessários, a instalação da infraestrutura de fibra óptica, a ativação do serviço de internet e a manutenção da rede. Todo esse processo, tem como objetivo final o funcionamento completo da topologia FTTH, assim como demonstra a figura 6.

Por ser um processo complexo, todos os detalhes são importantes, desde os mais básicos, como a aquisição de equipamentos passivos, até a compra de equipamentos ativos mais caros. Uma vez que a vantagem de tal arquitetura, é sua expansão em projetos futuros.

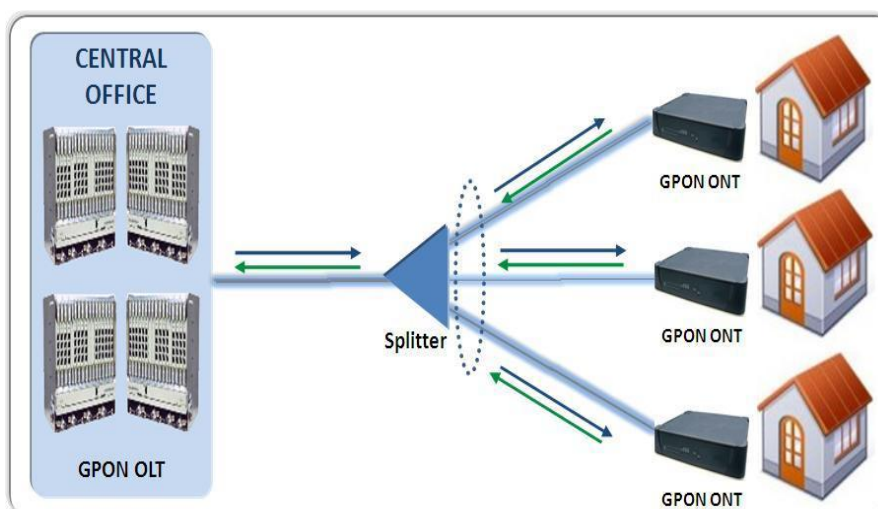


Figura 6. Topologia GPON.

Fonte: GPON & FTTH - Como Funciona? - Blog ENTELCO TELECOM, 2016.

No Brasil, a ANATEL (Agência Nacional de Telecomunicações) é a responsável por fiscalizar os projetos e a implementação de internet nas localidades escolhidas para sua implantação. Suas principais atividades incluem conceder licenças, definir padrões técnicos, fiscalizar e resolver conflitos entre empresas e usuários. Além disso, a ANATEL promove o desenvolvimento e a expansão dos serviços de telecomunicações em todo o país e é responsável por garantir sua utilização adequada.

6. O impacto do COVID-19 no uso de redes FTTH no Brasil

O crescimento das redes FTTH no Brasil, no final do ano de 2019, foi motivado por uma série de fatores alinhados ao surgimento do coronavírus, trazendo assim uma necessidade por serviços de internet de alta velocidade, além do surgimento de novas tecnologias e expansão de infraestrutura de fibra óptica em áreas rurais.

A pandemia do novo coronavírus impulsionou a tecnologia GPON, juntamente com a crescente necessidade de serviços de internet de alta qualidade nas residências, decorrente do aumento do trabalho remoto e do ensino a distância, gerando uma demanda maior por essa tecnologia de fibra óptica. A figura 7 indica que de 2019 para o ano de 2020 houve um crescimento de 11,4%, equivalente a 638 novos municípios aderindo ao uso da fibra óptica em suas localidades convergindo exatamente com o surgimento da pandemia no mundo.

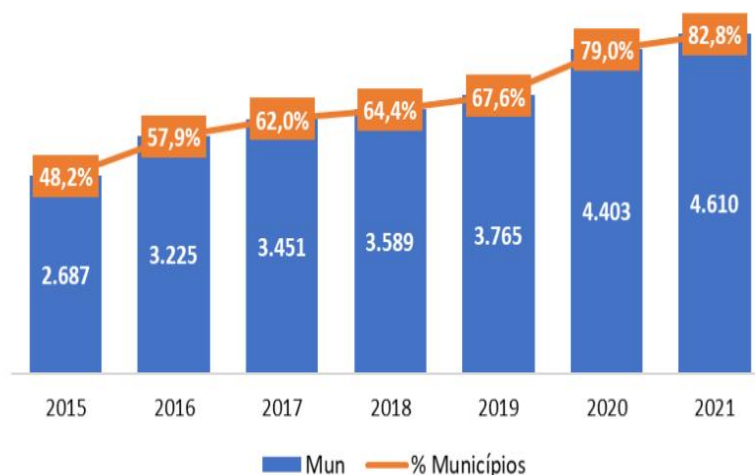


Figura 7. Municípios atendidos com backhaul de fibra.

Fonte: Teleco Inteligência em Telecomunicações, 2023.

O backhaul é uma rede de fibras ópticas que possibilita a troca de informações e acesso à internet para o usuário final em uma determinada área urbana ou rural. É importante monitorar constantemente o desempenho da rede óptica, uma vez que é compartilhada e qualquer dano à fibra pode afetar o desempenho de todos os clientes conectados. Isso ocorre porque tanto os clientes quanto os provedores de internet valorizam muito o acesso constante à internet sem interrupções, para evitar prejuízos aos usuários do serviço.

No Brasil, segundo dados divulgados pela ANATEL e apresentado na figura 8, até meados de janeiro de 2023, incluindo diversas tecnologias não somente fibra óptica, estão presentes cerca de 44,4 milhões de usuários que fazem o uso de internet banda larga fixa no país. Em média, a cada 100 habitantes consultados, cerca de 21 pessoas utilizam internet fixa em suas casas, sem se levar em conta qual tecnologia é fornecida ao cliente.

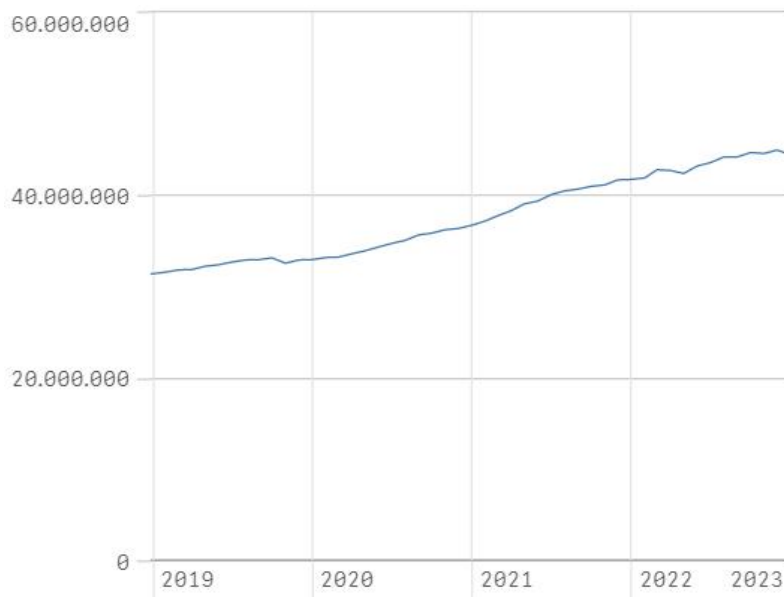


Figura 8. Evolução dos acessos/densidade de Banda Larga Fixa.

Fonte: ANATEL, 2023.

No âmbito desse contexto, a incorporação da tecnologia de fibra ótica para atendimento tem alcançado a notável marca de trinta milhões de acessos, de acordo com dados divulgados pela empresa Teleco na figura 9. Em consonância com este avanço, constata-se que tal tecnologia configura-se como a mais proeminente do país, suplantando outras tecnologias anteriormente em vigência, tais como o LTE, o Cabo Coaxial, Satélite etc.

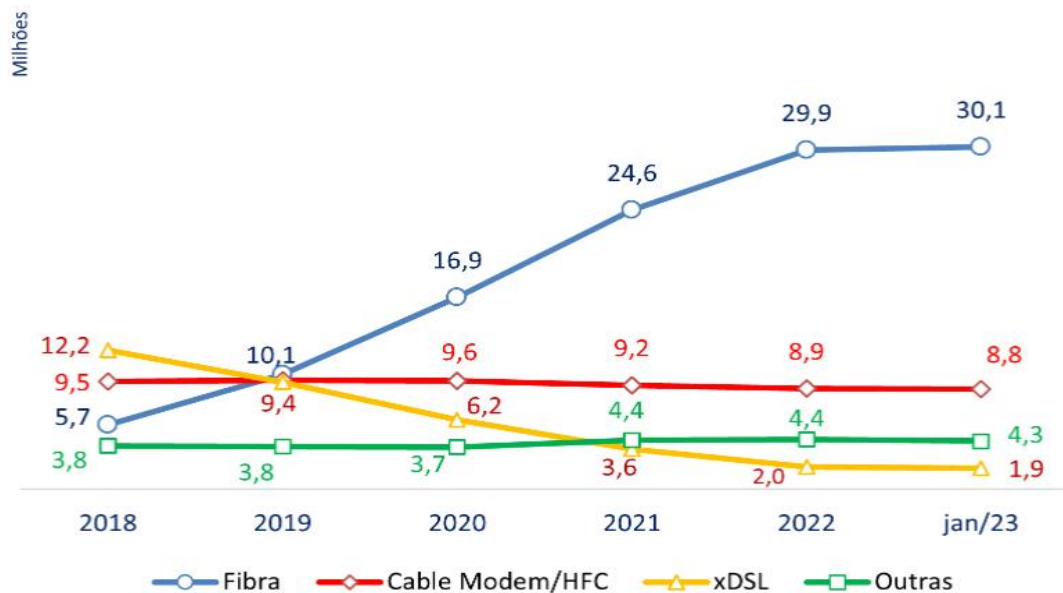


Figura 9. Acesso Banda Larga Fixa por Tecnologia.

Fonte: Teleco Inteligência em Telecomunicações, 2023.

A tecnologia GPON é a melhor opção quando se busca alto desempenho para o usuário final. Regida pela ITU-T G.984, foi desenvolvida para oferecer maiores taxas de

transmissão, maior eficiência de banda e uma maior variedade de serviços em comparação com outras tecnologias disponíveis [Pinheiro 2017].

Conforme demonstra a figura 10, verificamos que a GPON aplicado a FTTH em comparação com arquiteturas que vieram antes, traz maiores benefícios principalmente quando se fala em velocidade. O custo em relação a outros tipos de abordagens anteriores acaba se tornando maior, entretanto vale ressaltar que as taxas de transmissão no DSL e HFC são por assinante, ou seja, a cada novo assinante será necessário a implantação de um novo projeto até o local desejado. Em contra partida, na arquitetura GPON, para cada novo assinante, assim que implantado a arquitetura em um ponto fixo, todos naquela região conforme alcance físico poderá ser atendido, sem a necessidade da criação de um novo projeto, somente o lançamento do cabo de fibra óptica ao ponto desejado, tornando assim mais viável, lucrativo e benéfico ao detentor do serviço vendido ao cliente final levando em consideração final também a velocidade a ser fornecida ao mesmo.

SERVIÇO	MEIO DE TRANSMISSÃO	DOWN (MBPS)	UP (MBPS)	ALCANCE FÍSICO (km)	RECOMENDAÇÃO
ADSL	Par trançado	8	0,64	2,4	Série ITU G.992
VDSL	Par trançado	40	6,4	0,4	ANSI T1E1
ADSL2+	Par trançado	16	1	1,5	ITU G.992.5
HFC	Coaxial	57	9,2	25	DOCSIS 2.0
BPON	Fibra óptica	155 ou 622	155	20	Série ITU G.983
EPON	Fibra óptica	1250	1250	20	IEEE 802.3ah
GPON	Fibra óptica	1244/2488	155/2488	20	Série ITU G. 984

Figura 10. Comparação de várias formas de DSL, modems a cabo e redes ópticas passivas.

Fonte: Adaptado de GREEN, 2006.

De acordo com informações publicadas pela ANATEL, a velocidade média contratada pelos usuários de provedores de internet no Brasil é de 280,44Mbps, sendo o estado do Pará com a média mais elevada com 658,09Mbps para cada cliente banda larga, conforme demonstra a figura 11. Vale ressaltar que esses valores são uma média nacional e podem variar significativamente de acordo com o provedor de internet, a tecnologia de conexão utilizada e a localização geográfica do usuário. Além disso, esses valores podem mudar com frequência, conforme novas tecnologias e serviços de internet são implementados.

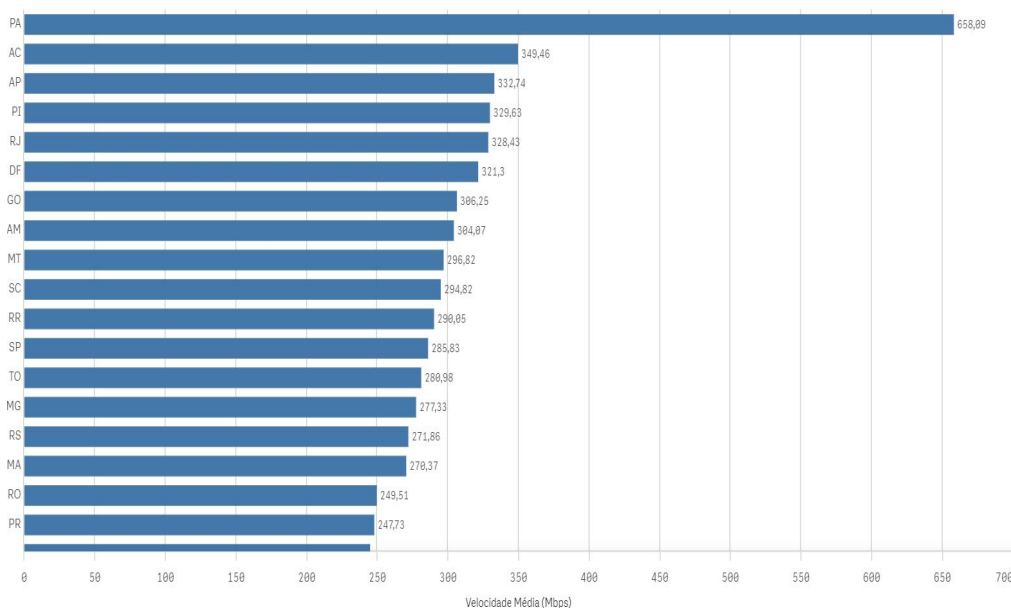


Figura 11. Velocidade Média por UF.

Fonte: ANATEL, 2023.

7. Conclusão

A partir dos estudos já criados para redes com atendimento de fibra óptica no Brasil e no mundo, pode-se constatar que a solução FTTH é a que mais se encaixa em padrões que beneficiam tanto o cliente final quanto a empresa de telecomunicação que fornece o serviço.

Vale ressaltar que a alta demanda impulsionado devido pandemia do COVID-19, traz à tona a necessidade de expansão, bem como o aprimoramento da tecnologia que já se encontra em andamento com redes XG-PON1 (10-Gigabit-capable Passive Optical Network 1) que trazem a capacidade de 10 Gbps downstream e 2.5 Gbps upstream por conexão PON para os clientes finais [Pinheiro 2017]. Porém, até o momento, esbarra no alto custo para compra de equipamentos, bem como também para sua manutenção, fazendo assim com que a GPON seja a mais adotada atualmente.

Com o avanço da tecnologia no mundo, e com a competitividade de mercado constantemente se alterando, muitas empresas de telecomunicações estão sendo obrigadas a investir em tecnologias mais avançadas e com custo benéficos. Por isso, é esperado que redes de fibra até a residência possam se expandir cada vez mais, tornando-se mais acessível a todos os públicos de diferentes faixas financeiras e localidades. Nesses projetos, também se é sugerido que o usuário faça laboratórios virtuais que oferecem uma maneira eficiente de comparar tecnologias anteriores à FTTH com seu melhor desempenho. Por meio de simulações realistas e controladas, é possível obter resultados valiosos sobre a eficiência, estabilidade e capacidade de banda larga, auxiliando na tomada de decisões para investimentos em infraestrutura e melhorias na experiência do usuário.

8. Referências

ANATEL. Painel de Acessos. Disponível em: <https://informacoes.anatel.gov.br/paineis/acessos>, Acesso em: 17 abr. 2023.

- ENTELCO. (2016) GPON & FTTH - Como funciona ?. Disponível em: <http://www.entelco.com.br/blog/gpon-ftth-como-funciona/>. Acesso em: 12 abr. 2023.
- FIBERHOME BRASIL. HG6143D ONU GPON. Disponível em: <https://fiberhomebrasil.com.br/produtos/hg6143d/>. Acesso em: 22 abr. 2023.
- FURUKAWA. Catálogo de produtos: Detalhes - Drop circular pré-conectorizado SlimConnector. Disponível em: <https://www.furukawatam.com/pt-br/catalogo-de-produtos-detalhes/drop-circular-preconecorizado-slimconnector>. Acesso em: 22 abr. 2023.
- GREEN, Paul Eliot. Fiber to the home: the new empowerment. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, 2006. 144 p.
- ITU-T. G.984.1: Gigabit-capable passive optical networks (GPON): General characteristics. Disponível em: <https://www.itu.int/rec/T-REC-G.984.1>. Acesso em: 22 abr. 2023.
- MULTILASER PRO. OLT Titan C650 ZTE RE918. Disponível em: <https://www.multilaserpro.com.br/olt-titan-c650-zte-re918/p>. Acesso em: 22 abr. 2023.
- PINHEIRO, José Maurício S. (2017). Redes ópticas de acesso em telecomunicações. 1. ed. Rio de Janeiro: Elsevier.
- RDL NETWORK. Caixa de Atendimento Óptico FTTH p/ Cordoalha c/ Splitter 1x16 APC. Disponível em: <https://www.rdlnetwork.com.br/caixa-de-atendimento-optico-ftth-p-cordoalha-c-splitter-1x16-apc>. Acesso em: 23 abr. 2023.
- SEVERINO, Antônio Joaquim. Metodologia do trabalho científico. Cortez editora, 2013.
- TELECO. Banda Larga: Tecnologias. Disponível em: https://www.teleco.com.br/blarga_tec.asp. Acesso em: 22 abr. 2023.