

Aplicação de Uma Rede Didática Simplificada de Comunicações Ópticas na Tecnologia FTTH (Fiber to the Home)

Resumo—As aplicações de fibra óptica nas de redes de acesso de telecomunicações vêm sendo utilizadas de uma forma cada vez mais abundantes no Mercado tanto para aplicações corporativas, como para atendimento residenciais, estas redes vem passando por transformações constantes e dinâmicas, avaliando o volume de aplicações que as redes ópticas possuem no mundo contemporâneo e identificando que dentro do ambiente acadêmico existe uma carência relacionada a atividades práticas para estudantes da graduação, provavelmente pelo alto custo que os ativos de redes ópticas possuem. Pensando nisto este artigo busca demonstrar que com todas as mudanças e evoluções já aplicadas é possível introduzir conceitos básicos de projeto e distribuição de redes ópticas no ambiente acadêmico de uma forma simples e de baixo custo que definitivamente irá complementar e fortalecer o conteúdo teórico.

Palavras-Chave—Redes Ópticas, FTTH, GPON, Equipamentos Ópticos

I. INTRODUÇÃO

No mercado atual de telecomunicações, a utilização de fibra óptica vem crescendo fortemente, esse meio de acesso que anteriormente era utilizado apenas para interligação de estações rádio base, grandes centrais de telefonia ou clientes com alta necessidade de transmissão de dados, agora já é aplicado para todas as necessidades, tendo um aumento expressivo no uso para atendimento ao cliente residencial [6]. No Brasil entre 2017 e 2022 ocorreu um aumento de mais de 1200% nos domicílios atendidos pela tecnologia de fibra óptica, apresentando um crescimento de 2.161.863 para 26.071.880 domicílios.

Baseado em todo esse movimento do mercado em relação ao atendimento a banda larga fixa e ao que ainda está por vir com a entrada do 5G, ocorrerá um grande investimento por parte da telefonia móvel no tocante a necessidade de ampliação de fibra óptica para atender as interligações das novas torres de telecomunicações. Diante disso se faz necessário a busca por alternativas que insiram atividades práticas em um maior volume desse segmento no ambiente acadêmico e pensando nisto este artigo busca uma alternativa de baixo custo para atividades práticas de distribuição de uma rede FTTH.

Essas atividades práticas serão feitas através de uma rede didática simplificada que possibilitará testar conceitos teóricos, assim como demonstrar conceitos básicos de comunicações ópticas, distribuição de uma rede óptica FTTH e noções de projetos de uma rede FTTH.

II. NOÇÕES BÁSICAS DE REDE ÓPTICA

As fibras ópticas são geralmente compostas por plástico ou sílica, que naturalmente são materiais dielétricos e conseqüentemente não apresentam interferências eletromagnéticas e possuem uma maior capacidade de transmissão de dados entre os meios físicos existente no mercado, onde as perdas estão presentes, principalmente nos equipamentos e nos elementos construtivos. Em relação a arquitetura de transmissão as mesmas apresentam as seguintes classificações:

- FTTA (*Fiber to the Apartment*): Transmissão óptica para edifícios, onde a distribuição interna é feita através de divisores ópticos (splitters) e encaminhado via fibra óptica para cada apartamento ou sala;
- FTTB (*Fiber to the Building*): Transmissão originada de uma central até a entrada do edifício, a distribuição interna é feita através de uma rede Ethernet, através de cabo metálico;
- FTTC (*Fiber to the Curb*): Transmissão originada através de uma central via fibra óptica até um armário de distribuição, a partir do armário distribuição é utilizado outro meio de distribuição;
- FTTH (*Fiber to the Home*): Arquitetura de rede com origem em uma central chegando até a residência através de uma fibra exclusiva.

Um conceito teórico explorado bastante dentro da visão prática com o uso da rede didática simplificada são as questões das perdas ópticas através do uso aplicação de elementos passivos, ou seja, as perdas nestes mecanismos não significam que houve eliminação ou conversão da energia óptica, apenas que parte do sinal óptico é desvanecido em segmentos de derivação ou acoplamento existente dentro do caminho a ser percorrido.

A intensidade do espalhamento é proporcional a $1/\lambda^4$, de maneira que maiores comprimentos de onda exibem atenuação menor que comprimentos de onda pequenos. A Equação 1 abaixo mostra uma relação empírica simples entre a perda por espalhamento Rayleigh α_s e o comprimento de onda λ em fibras ópticas:

$$\alpha_s = \frac{(0,76 + 0,51 \cdot \Delta n)}{(\lambda/cm)^4} \left[\frac{dB}{Km} \right] \quad (1)$$

Em que Δn é a diferença entre o índice de refração do núcleo

da fibra e do divisor óptico. Dentro da rede didática proposta é possível realizar medições do sinal óptico e validar as perdas e cada elemento inserido na rede de acesso. No nosso estudo proposto de caso será utilizar uma rede óptica passiva, conhecida como rede PON (Passive Optical Network).

A rede PON utilizada desde 1995 na época duas opções surgiram para protocolo e transmissão: ATM (Asynchronous Transfer Mode) e PON (Passive Optical Network), gerando suas derivações como APON (Passive Optical Network over Asynchronous Transfer Mode) utilizada para transmissão em rede ATM, BPON (Broadband Passive Optical Network) usada para transmissões de vídeo, EPON (Ethernet Passive Optical Network), utilizado para transmissão com protocolo Ethernet até chegar aos modelos atuais que são GEPON (Gigabit Ethernet Passive Optical Network) baseado em redes ethernet gigabit e GPON (Gigabit Passive Optical Network) baseado em redes ATM.

As duas tecnologias PON mais utilizadas são a GPON e a EPON, sendo a GPON a mais adotada no Brasil, devido a apresentar mais eficiência de banda, como o nome propõe ela não utiliza componentes elétricos para distribuir o sinal óptico, utiliza de elementos passivos, divisores ópticos, comercialmente conhecidos como plotters. A nossa rede didática irá simular uma rede GPON com arquitetura FTTH. A Figura 1 a seguir sinaliza todo um arranjo esquemático com a sinalização de todos os elementos e equipamentos de uma rede óptica, que são eles:

- OLT (Optical Line Terminal) – Equipamento que injeta sinal na rede de distribuição, para efeitos didáticos e redução de custos iremos utilizar um gerador de sinal;
- SP (Splitter) – Elemento passivo que realizam a divisão do sinal óptico em uma rede PON;
- CTO (Caixa de terminação óptica) – Equipamento que distribui o sinal para atendimento ao cliente final;
- ONU (Optical Network Unit) – Equipamento responsável por converter o sinal e protocolos ópticos em sinal elétrico gerando navegação de internet banda larga.

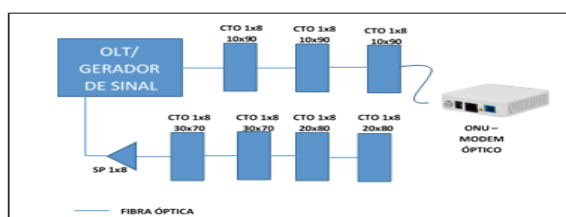


Fig. 1. Diagrama da rede didática simplificada.

III. EQUIPAMENTOS DE MEDIÇÃO ÓPTICOS

O Reflectômetro óptico no domínio do tempo (OTDR) é um instrumento utilizado para avaliar as características de um enlace óptico. Além da identificação e localização de defeitos ou anomalias no enlace, o instrumento é capaz de determinar os valores de atenuação da fibra, comprimento, perdas nos conectores e emendas e níveis de reflectância de luz [3]. O OTDR é, basicamente, um radar óptico e seu funcionamento está baseado no retro espelhamento da luz que ocorre ao longo da fibra. Medindo um pulso de luz refletido (pulso de

Fresnet) ao longo de uma fibra óptica, é possível avaliar a distância que ele se encontra da fonte. [3]

O OTDR permite obter uma representação gráfica do desempenho do sinal óptico, chamado de traçado ou traço, ao longo da extensão da fibra, desde o ponto de conexão do equipamento até a extremidade oposta do enlace. [4]

Atualmente os OTDR's possuem várias aplicações e funções agregadas, inclusive a possibilidade de realizar leituras em fibras ativas, sem causar interrupções nos clientes. No caso da rede didática proposta, a leitura do OTDR, já identifica todos os elementos passivos inseridos em uma rede FTTH, que no caso é do fabricante ANRITSU – Modelo MT9090A, demonstrado na Figura 2 abaixo.



Fig. 2. OTDR ANRITSU – Modelo MT9090A

Power Meter é um medidor da potência do sinal da fibra óptica, ferramenta esta, é de custo mais baixo que o OTDR e para trechos menores da rede a mesma realiza a medição e identifica qual elemento está gerando a maior perda, diferente do OTDR ele realiza leituras pontuais do circuito, enquanto o OTDR mede todo o barramento indicando as oscilações e atenuações do sinal. Quanto ao *Power Meter*, faz-se inseri-lo manualmente em cada ponto para medir o sinal de forma individual, ou seja, a maioria dos medidores de potência óptica do mercado têm um range dinâmico permitindo a medição de potência em muitas variações de tipos de rede. O equipamento que será utilizado na rede didática está demonstrado na figura 3 a seguir:



Fig. 3. *Power Meter* Evus EV-60

IV. REDE DIDÁTICA SIMPLIFICADA

O projeto proposto apresenta os seguintes custos conforme mostrado na Tabela I e a Figura 4 demonstra a rede proposta.

TABELA I. CUSTO DOS EQUIPAMENTOS

Quantidade	Descrição	Custo
10	Cordões ópticos 1 metro	R\$ 67,35
10	Cordões ópticos 3 metros	R\$ 78,94

Quantidade	Descrição	Custo
8	CTO 1x8	R\$ 440,00
1	ONU GPON	R\$ 79,90
1	Gerador de Sinal (Fonte de Luz) Jilong TI-512	R\$ 749,00
1	Compensado de Madeira 1x1	R\$ 60,00
1	Medidor de Potência (Power Meter)	R\$ 199,00
	<i>Custo Total</i>	R\$ 1.674,19

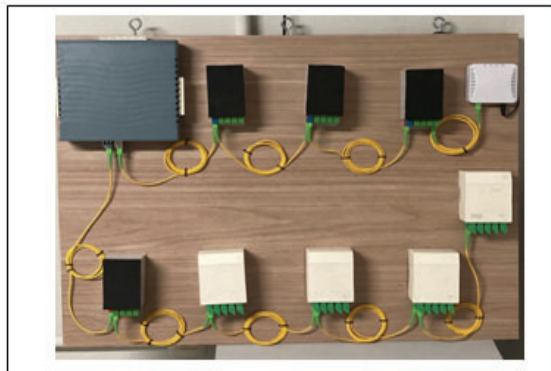


Fig. 4. Rede didática simplificada

V. RESULTADOS

Com relação aos resultados e a partir da concepção e construção da rede didática FTTH faz-se necessário exemplificar os principais itens:

- A ferramenta permitir a simulação de falhas em uma rede de telecomunicações FTTH, efetuando a demonstração de forma tangível, diversas situações de atenuação no sinal óptico, demonstrar o que ocasiona o não alinhamento de um modem no assinante etc.;
- Evidenciar a importância de uma construção adequada para o bom funcionamento, através da correta acomodação da fibra óptica, através da demonstração de instalação de cordões ópticos de medidas diferentes, fazendo com que haja a percepção da acomodação dos cordões em função da atenuação do sinal e conseqüentemente maior perda do sinal óptico;
- A rede didática possibilita a realização de medição de sinal óptico em vários segmentos da rede, gerando uma visão crítica de como ocorre na prática a distribuição do sinal óptico e trazendo noções básicas de um projeto de rede FTTH;
- Será possível através da ferramenta uma melhor compreensão das etapas da rede óptica, como geração, distribuição e recepção do sinal óptico;
- O discente conseguirá presenciar a diferença de emendas mecânicas e emendas por fusão e seus impactos na rede;

Nesta etapa foram realizadas várias a medições das potências em todas as caixas de terminações ópticas da rede didática nos dois barramentos e os resultados estão descrita na Figura 5 e 6.

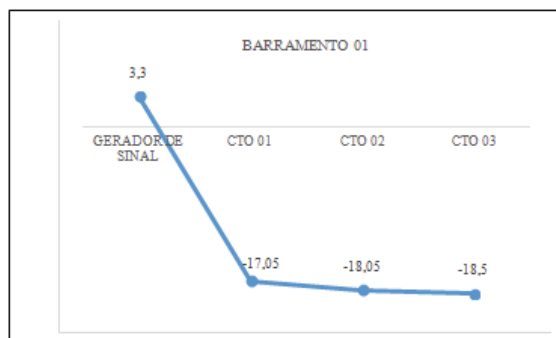


Fig. 5. Medição de Potência Barramento 01 da Rede Didática

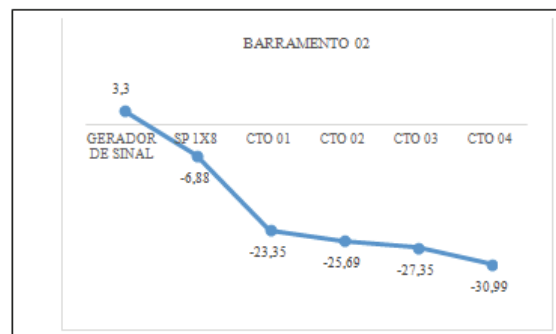


Fig. 6. Medição de Potência Barramento 02 da Rede Didática

Nas Figuras 5 e 6, são demonstradas uma visualização de forma didática de como funciona uma distribuição de uma rede óptica, que quanto mais elementos passivos, mais perda de sinal será gerado, assim como comparando os barramentos o tipo de caixa de terminação óptica utilizada pode definir o sucesso do projeto, considerando que a recomendação das ONU's do mercado é que elas consigam alinhar com sinal entre -13 e -28 dB, ou seja, é possível visualizar que um cliente localizado na CTO 04 do Barramento 02, não conseguiria navegar e teria um grande risco de ter problemas na sua operação. Como forma de validação, foi realizado um teste em uma rede real utilizando um OTDR Anritsu – Modelo MT9090A, e o resultado esta sendo mostrado na Figura 7.

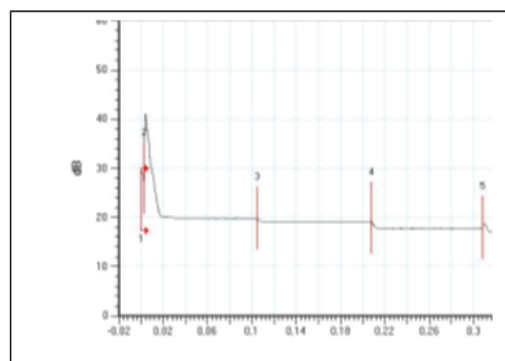


Fig. 7. Medição de Potência em Uma Rede Real.

VI. CONCLUSÕES

Diante de toda a pesquisa realizada, no tocante aos dados explorados em relação ao tipo de tecnologia empregada, é notório a importância da utilização da rede didática para aplicações práticas no ambiente acadêmico, possibilitando o

aluno a verificar uma série de fatores que possuem relação tanto com a fundamentação teórica como tecnologias empregadas no mercado de trabalho, tais como: Distribuições de redes ópticas, simulação de falhas em redes ópticas, impactos de projetos ópticos no funcionamento da rede, diferenciação de topologias e arquiteturas ópticas e tipos de emendas ópticas (por fusão ou mecânicas).

Além de possibilitar a familiarização do aluno com as redes e comunicações ópticas a rede didática apresenta uma opção de baixo custo para a inserção do aluno no universo prático das comunicações ópticas.

REFERÊNCIAS

- [1] Amazonas, José Roberto de Almeida, Projeto de Sistemas de Comunicações Ópticas, 1ª ed. vol. 1, Barueri/SP, Ed. Manole, 2005, pp. 479–574.
- [2] Lima, Fabio, Um Modelo Eficiente Para o Projeto Completo de Redes Óptica, Dissertação Apresentada ao Programa de Pós-Graduação de Engenharia Elétrica do Centro Tecnológico da Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória/ES, 2010, pp. 31–59.
- [3] Pinheiro, José Mauricio dos Santos, Redes Ópticas de Acesso em Telecomunicações, 1ª ed. vol. 1, Rio de Janeiro/RJ, Ed. Elsevier, 2017, pp. 479–574.
- [4] Santos, Ingrid Pereira dos, Lima, Rayane Araújo, Oliveira, Bruno Quirino de, Medeiros, Antonio Marcos de, Melo, Sousa, Marcos Antonio de “Projeto de Implantação de Rede GPON com FTTH, XVI Congresso de Estudos em Engenharia Elétrica, Uberlândia/MG, Universidade F Estudos em Engenharia Elétrica, Uberlândia/MG, Universidade Federal de Uberlândia 2018, ISSN 2178-8208.
- [5] Keiser, Gerd, Comunicações por Fibra Óptica, 4ª ed, Porto Alegre/RS, Ed. AMGH, 2014.
- [6] Base de dados ANATEL, Brasília, 10 de junho de 2022. Disponível em <https://informacoes.anatel.gov.br/paineis/aceessos/banda-larga-fixa>. Acesso em 10 de junho de 2022.
- [7] Ribeiro, José Antonio Justino, Comunicações Ópticas, 4ª ed, São Paulo/SP, Ed. Érica, 2009.