

REDES DE COMPUTADORES*COMPUTER NETWORK*

Alexandre Correa da Silva; Igor Patrick Paray; Marcelo da Silva Pessoa, Rafael Alexandre Thibes, Marco Antonio Piloto.

SILVA, Alexandre Correa da; PARAY, Igor Patrick; PESSOA, Marcelo as Silva; THIBES, Rafael Alexandre; PILOTO, Marco Antonio. Redes de computadores. Revista Tecnológica da FATEC-PR, Edição Especial, p. 47-56, jan/dez, 2020.

RESUMO

O trabalho foi realizado com o objetivo de abordar a tecnologia de fibra óptica PON (*Passive óptica network*) que está sendo muito utilizada atualmente, tecnologia que usa fibra óptica como meio de transmissão funcionando por meio de luz, excluindo a utilização da tensão elétrica por meio de seus cabos diminuindo a perda de sinal e maximizando o sinal e a largura de banda, esta tecnologia passiva traz grandes benefícios e vantagens na implantação de uma rede, ela é superior a tecnologias de par metálico, por possuir alcances maiores e não fica limitada a pequenas distâncias, será abordado o funcionamento desta tecnologia os diferentes tipos de redes PON topologias e arquiteturas FTTx existentes no mercado nos dias atuais, mostrando o percurso de uma rede e equipamentos utilizados em uma rede óptica até um usuário final, mostrando suas vantagens com relação a outras tecnologias metálicas mais antigas que estão sendo substituídas por tecnologias de fibra óptica por trazerem grandes vantagens de implantação e alta taxa de transmissão e flexibilidade. Dentro das vantagens estão benefícios como menor consumo de energia elétrica, otimização de espaço, facilidade de manutenção, maior alcance, escalabilidade, qualidade de conexão, redução de ruídos na rede, etc. Há muitas demandas que uma rede PON pode suprir, sendo a principal, a melhoria do serviço de internet, mas há possibilidade de integrar projetos como: monitoramento eletrônico, automação, TV por assinatura, sistemas de interfone, jogos, etc. Será mostradas vantagens e desvantagens deste produto como exemplo os valores de equipamentos que por ventura se torna superior devido a sua alta complexibilidade de atuação e conversão do sinal luz para o sinal digital e analógico, e suas múltiplas formas de aplicação de fibras monomodo para longas distâncias e multimodo para distâncias inferiores porém com maior largura de banda devido aos seus múltiplos sinais passivos dentro de seu núcleo mais robusto, assim mostrando no projeto as aplicações infinitas deste produto, que vem inovando o mercado de trabalho no século XXI tornando possível conexões entre continentes de maneira quase que instantânea devido a sua alta taxa de velocidade.

Palavras chave: Tecnologia de fibra óptica, Arquitetura FTTx, Rede óptica passiva.

ABSTRACT

The work was carried out with the objective of addressing the PON (Passive optical network) optical fiber technology that is being used a lot, technology that uses optical fiber as a transmission medium working through light, excluding the use of electrical voltage through of its cables reducing signal loss and maximizing signal and bandwidth, this passive technology brings great benefits and advantages in the implantation of a network, it is superior to metallic pair technologies, because it has greater ranges and is not limited to short distances, the operation of this technology will be approached the different types of PON networks topologies

and FTTx architectures existing in the market today, showing the path of a network and equipment used in an optical network to an end user, showing its advantages in relation to other older metallic technologies that are being replaced by fiber optic technologies because they bring great advantages implantation and high rate of transmission and flexibility. Among the advantages are benefits such as lower electricity consumption, space optimization, ease of maintenance, greater reach, scalability, connection quality, reduction of network noise, etc. There are many demands that a PON network can supply, the main one being the improvement of the internet service, but there is the possibility of integrating projects such as: electronic monitoring, automation, pay TV, intercom systems, games, etc. Advantages and disadvantages of this product will be shown as an example the values of equipment that perhaps becomes superior due to its high complexity of operation and conversion of the light signal to the digital and analog signal, and its multiple ways of applying single-mode fibers over long distances and multimode for lower distances but with greater bandwidth due to its multiple passive signals within its more robust core, thus showing in the project the infinite applications of this product, which has been innovating the labor market in the 21st century making possible connections between continents of almost instantaneous due to its high rate of speed.

Keywords: Fiber optic technology, FTTx architecture, passive optical network.

1 INTRODUÇÃO

Este estudo irá apresentar a tecnologia de fibra óptica PON (*passive optical network*) que vem evoluindo e substituindo as redes de par metálico que estão deixando o mercado por tecnologias de fibra óptica, essa tecnologia tem mostrado grandes vantagens de implementação comparadas a redes metálicas por possuírem menor perdas e altas taxas de transmissão de dados, não sofrendo interferências eletromagnéticas e estando cada vez mais acessível a implementação desta tecnologia no mercado. Com o avanço da tecnologia e a procura por altas taxas de transmissão as redes ópticas passivas é uma ótima opção para a comunicação por possuírem flexibilidade e facilidade, serão abordados arquitetura FTTx de uma rede PON, e os diferentes tipos de rede PON como: GPON, EPON, BPON, APON.

A tecnologia GPON (*Gigabit Passive Optical Network*) é a tecnologia de rede óptica que tem crescido muito no Brasil, que tem capacidade *gigabit* permitindo assim maior transmissão e recebimento de dados em uma única fibra. Desta forma é uma tecnologia que traz alta velocidade de transmissão de dados, sendo assim muito procurada na área de telecomunicações, atendendo tanto clientes residenciais quanto corporativos que utilizam maior velocidade de banda.

1.1 OBJETIVO GERAL

Desenvolver um estudo demonstrativo sobre a tecnologia de fibra óptica PON.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Funcionamento de uma rede PON

- b) Arquiteturas FTTx
- c) Tipos de redes PON
- d) Elementos principais da rede PON
- e) Aplicação da fibra óptica na rede FTTx

2 JUSTIFICATIVA

A importância da pesquisa acadêmica, sobre a infraestrutura de comunicações existentes, que está diretamente vem evoluindo a cada dia e está relacionada com o curso de Rede de Computadores e Sistemas de Telecomunicações. No desenvolvimento será abordado temas como: equipamentos utilizados em uma rede PON, cabeamento, distribuidores de sinal etc. E estes assuntos estão relacionados a várias disciplinas do curso, agregando assim maior conhecimento sobre os assuntos que serão abordados.

3 DESENVOLVIMENTO

A tecnologia PON se inicia na Inglaterra através do trabalho pioneiro de Keith Oakley e Chris Tood em 1986. Como disse Intelbras (2018) A tecnologia PON ou Rede Ótica Passiva, funciona através da transmissão e recebimento de luz entre o terminal OLT, ONU (Optical Network Unit) ou entre o concentrador de rede não existe nenhum equipamento energizado. Esta tecnologia passiva traz grandes vantagens nas redes, em casos de ausência de luz a queima ou surtos de aparelhos é zero. Também com o tráfego de luz é possível atingir distancias grandes que dependendo do aparelho podem chegar até a 100km sem a utilização de equipamentos amplificadores.

Segundo Teleco (2019) Fibra Óptica é composta basicamente de material dielétrico (sílica ou plástico) e possui o seu diâmetro menor que um fio de cabelo. A composição entre casca e núcleo encontra diferença entre o índice de refração, sendo o núcleo maior que a casca com a finalidade de promover condições de propagação de luz com reflexão total, ou seja, transmissão aparentemente sem perdas. Segundo Teleco a fibra possui 2 tipos:

Multimodo: constituídas de tamanhos de núcleo de 50, 62,5, 82,5 ou 100 micrometros. São usadas principalmente em redes LAN's, pois tem baixo custo e apresentam alto índice de refração, por ter um núcleo mais largo que a monomodo a luz se propaga de forma mais dispersa tendo uma menor taxa de transmissão, por esse motivo é mais adequada para distancias mais curtas de até 2 km.

Monomodo: possui o diâmetro do seu núcleo de 3 a 8 micrometros muito menor comparado com a fibra multimodo devido a isso tem alta taxa de transmissão superiores a

Gigabits é adequada a longas distancias, pois, a propagação de luz ocorre de forma direta. A principal desvantagem desse tipo de fibra é o custo.

3.1 APON

De acordo com Teleco (2019) a rede APON (Rede óptica Passiva sobre Modo de transferência Assíncrona) era uma rede barata e rápida, ela foi o primeiro padrão para redes PON que o ITU-T padronizou a partir de 1993. Ela utilizava o protocolo ATM (Asynchronous Transfer Mode-modo assíncrono de transferência) e fibra monomodo em sua versão inicial foi desenvolvida para uso residencial que não incluía serviço de vídeo. Também era chamada de ATM PON. Transmite velocidades de 155 Mbps de download e upload com transmissão simétrica.

3.2 BPON

O BPON (Rede Óptica Passiva Banda Larga) surgiu devido a necessidade de atender maiores taxas de transferência e a inclusão de serviços de transmissão de vídeo, dados, voz. Possibilitado o atendimento de clientes residenciais como empresariais através de uma única fibra, o BPON foi regulamentado em 2004 pela ITU-T. Taxas, downstream 622 Mbit/s e 155 Mbit/s para Upstream. Com a evolução das redes PON surgiu a EPON (Ethernet PON) que trabalha com Ethernet. Foi criada por um grupo de estudos chamado Ethernet na primeira milha (EFM-ethernet in the first mile), com o objetivo de criar uma rede Ethernet de acesso aos usuários.

3.3 EPON

O EPON apresenta muitas vantagens comparado com APON e BPON por ter menor custo, maiores taxas de transmissão que chega a 1Gbits e menor complexidade.

Foi desenvolvido um protocolo específico para a tecnologia EPON, pois o protocolo Ethernet não atendia todos os requisitos desta tecnologia, ele foi baseado em MPCP (Multi-Point Control Protocol) aonde a comunicação é transportada por OAM (Operation Administration and Maintenance) que garante manutenção com qualidade. O MGCP permite uma conexão com a OLT (Optical Line Terminal) de maneira individual para os registros das ONU (Optical Network Unit). Posteriormente em 2004 foi aprovado pelo IEEE o G-EPON que proporciona capacidades de transmissão acima de 1Gbps e uma grande largura de banda ela utilizada duas classes, PX10 e PX20, que se difere pelo alcance de transmissão de cada um que vai de 10 até 20 km. O GEAPON também utiliza o protocolo ethernet, e é mais cara sua aplicação comparada com o EPON. Possui taxas de 1,25 Gbps de download e upload.

De acordo com Núcleo do Conhecimento (2019) NG-PON (Novas geração PON) que faz uso de uma tecnologia híbrida que usa WDM e TDM (Time Division Multiplexing-Wavelength-division Multiplex). O NG-PON se divide em dois: o NG-PON 1 e o NG-PON 2 que foi aprovado pelo ITU-T G.987 em 2010, o NG-PON 2 é uma evolução do GPON, que futuramente irá substituir as tecnologias atuais.

3.5 GPON

Segundo Teleco, 2008 a PON tem se popularizado por diversos fatores, em diferentes meios de aplicações e serviços. Ela pode fazer parte de diferentes arquiteturas de rede, como a exemplo, a VDSL2 (Very-high speed Digital subscriber Line 2) e FTTC (Fiber to the curb), ou FTTH (Fiber to the home).

Serviços que demandam maior largura de banda, como os de vídeo, fazem operadoras serem forçadas a renovarem suas redes de acesso de cobre legada. Redes PON (Passive Optical Network) abrem oportunidades novas para os fabricantes quanto paras as operadoras.

A Tecnologia PON têm sido adicionada por grandes fabricantes, e operadoras em todo o mundo a qual gera interesse na implantação da tecnologia combinada com o VDSL2 (VDSL2 + FTTC) ou ao acesso residencial (FTTH). Existem três principais normas PON são elas: GPON, EPON e BPON. O BPON e o seu sucessor GPON são recomendações da ITU-T (International Telecommunication Union Standardization Sector) patrocinadas pela FSAN (Full Service Acces Network) através do FSAN muitas operadoras tem influenciado na padronização do GPON.

Como disse Intelbras (2018) A tecnologia PON (Passive Optical Network) ou Rede Ótica Passiva, funciona através da transmissão e recebimento de luz entre o terminal OLT, ONU (Óptical Network Unit) ou entre o concentrador de rede não existe nenhum equipamento energizado. Esta tecnologia passiva traz grandes vantagens nas redes, em casos de ausência de luz a queima ou surtos de aparelhos é zero. Também com o tráfego de luz é possível atingir distancias grandes que dependendo do aparelho podem chegar até a 100km sem a utilização de equipamentos amplificadores.

Uma Grande vantagem é encontrada na tecnologia GPON, pois possui capacidade de tráfego assimétrica por conta da taxa de dados no sentido downstream (ou download) alcançando até a casa do cliente 2.5Gbps, e no sentido inverso upstreamm (ou upload) 1.25Gbps, a maior parte do trafego que acontece na internet acontece no sentido downstream. O usuário solicita o acesso a um endereço na internet como um filme por exemplo, logo recebe várias informações daquele site de filmes, É por isso que a navegação da internet acontecerá de forma muito mais rápida no sentido downstreamm.

4. PERDAS NAS FIBRAS ÓPTICAS

Vários fatores acabam prejudicando a propagação do sinal da fibra óptica como absorção, espalhamento e curvaturas. As fibras de plásticos atenuam mais do que as de vidro que são utilizadas em enlaces longos. “Existe a atenuação devido à limitação da distância entre a origem e o fim da transmissão, a mesma define características de aprovação do enlace ou realização de novo estudo. A atenuação do sinal em potência ao longo da fibra é medida em dB/km” (Teleco,2018).

4.1 REDES FTTX

Segundo Fibracem (2019) em redes FTTx ou Fiber To The x, onde x é um termo genérico para designar algumas tecnologias de rede PON (Passive Optical Network), a característica principal é o atendimento aos clientes através da fibra óptica, podendo ser em sua totalidade, ou seja, até a casa do cliente ou até determinado ponto. Possuindo várias variações que serão citadas abaixo.

Segundo Furukawa (2019) FTTA (é composta basicamente por 3 tipos de caixas de distribuição óptica: na base do edifício, nos andares e dentro dos apartamentos. Cada uma delas possui versões conectorizadas e por fusões. Em geral, para pequenos edifícios, é possível remover as caixas de andares e conectar os apartamentos diretamente a partir da caixa principal na base.

Segundo Teleco (2019) esta solução permite a implantação de uma fibra óptica ponto-a-ponto e ponto-multiponto. Na sala apropriada do estabelecimento a ser atendido por FTTB é instalada uma ONT que é conectada a um switch para a distribuição dos serviços aos diversos andares de forma que as conexões entre o switch e equipamento do cliente podem ter terminações óptico – óptico ou óptico – elétrico. Normalmente o atendimento interno a partir do switch é através de uma rede metálica de cabeamento estruturado, onde se tem a aplicação mais comum de tecnologias ADSL2+, VDSL2, 10/100Base-T.

Realizado o atendimento até um distribuidor intermediário (exemplo: uma caixa outdoor instalada no auto de um poste de energia na rua) e a partir do mesmo é realizado o atendimento a um edifício ou residência se utilizando de cabos coaxiais, cabos metálicos, fibra óptica ou algum outro meio para a transmissão das informações. Muito similar ao FTTN, mas à distância da ONU ao usuário final não deve ultrapassar 300 metros de distância. Este equipamento deve possuir elementos robustos que suportem grandes variações de temperatura e demais intempéries climáticas no meio em que for instalado, visto que pode haver uma dificuldade com a refrigeração do mesmo, devido as suas instalações.

Segundo Teleco (2019) FTTD indica aplicações em conexões de fibra óptica são distribuídos a partir do escritório central para estações de trabalho individuais ou computadores dentro de uma estrutura, habitação, edifício.

Segundo Teleco (2019) a rede FTTH (fibra óptica é instalada diretamente da Central (OLT) até a Residência do Cliente (ONU). Este atendimento é o que gera maior custo para os prestadores de serviços, pois um novo cabeamento é realizado por ser atendimento óptico e não elétrico - nenhuma estrutura da rede metálica existente é utilizada.

Segundo Teleco (2019) refere-se a uma arquitetura de atendimento PON em que as ONTs se distanciam a aproximadamente 1 km (quilometro) do usuário final. Normalmente instaladas em um distribuidor intermediário (Armário) disponibilizam o serviço ao usuário por meio de cabos coaxiais, cabos metálicos, fibra óptica ou algum outro meio para a transmissão das informações.

4.2 ELEMENTOS PRINCIPAIS DE UMA REDE PON

De acordo com Silva (2012) uma rede óptica passiva é composta de três equipamentos principais: OLT (Optical Line Terminator), ONU (Optical Network Unit) também chamado de ONT (Optical Network Terminal) e o SPLITTER. A OLT é um equipamento que vai localizado na central de uma empresa de telecomunicações. Já a ONU ou ONT é um equipamento que fica instalado aonde o serviço será utilizado pelo usuário. O splitter é um elemento utilizado na rede óptica que fica inserido entre a OLT e a ONU, é um elemento passivo, que serve para fazer a distribuição primária de vários usuários na utilização da rede de forma compartilhada.

Segundo Carvalho e Addabe (2016) ONU/ONT é um elemento da rede óptica, que fica localizado dentro da estrutura do usuário. Que tem por principal função decodificar o sinal do seu respectivo cliente, convertendo o sinal óptico passivo que sai da OLT para um sinal elétrico. Alguns modelos existentes somente fazem a conversão do sinal passivo para elétrico outros, dependendo da sua proposta de utilização fazem também roteamento de terceira camada e até mesmo transmitem sinal wifi.

Como cita Silva, (2012) em sua monografia as principais funções da ONU/ONT são: processar os dados recebidos viabilizando a aplicação de algoritmos de priorização de Quality of Service (QoS), disponibilizar interfaces para serviços de comunicação de dados Time Division Multiplex (TDM), telefonia POTS (Serviço de telefonia), Televisão Rádio frequência (TV RF), conforme a configuração fornecida pelo fabricante. Para que isso ocorra, ela deve ter a velocidade de comunicação de dados equivalente a velocidade do OLT, mas disponibilizando ao usuário apenas a fração da velocidade alocada a ele. (SILVA, 2012, p.18).

Equipamento que possui a função de fazer a transmissão de dados no sentido da operadora para o usuário(cliente), destinados aos usuários que estão conectados a mesma rede de acesso. Controla o gerenciamento da comunicação de dados, no sentido inverso, usuário para operadora, afim, de gerenciar a largura de banda designada para cada cliente. Caso necessário, ela controla a alocação dinâmica de largura de banda, processa os sinais GPON, sincroniza ONUs e realiza verificações de segurança. Se comunica com *switchs*, por

meio de interfaces em direção core da rede e realiza a comunicação com assinantes através de interface GPON (SILVA, 2012, p.17).

De acordo com Furukawa (2018) splitters ópticos, são componentes passivos inseridos em uma rede óptica (PON), que realiza a divisão do sinal desta rede. São constituídos de diferentes maneiras por exemplo: uma fibra de entrada e várias fibras de saída, dividindo assim a potência do sinal óptico de forma igual a cada um deles, chamados de splitters balanceados. Já os desbalanceados se constituem de maneira diferente a exemplo: uma fibra de entrada e duas fibras de saída, as quais dividem o sinal óptico de forma assimétrica entre elas. Desta forma, essa relação da potência do sinal óptico pode ser dividida em diferentes proporções de acordo com cada aplicação necessária.

Um Sistema de transmissão por fibras ópticas, de um modo geral, é constituída basicamente por um transmissor óptico, um receptor óptico e um cabo de fibra óptica.

A fibra óptica, corresponde ao meio onde a potência luminosa, é guiada e transmitida. Formada por um núcleo de material dielétrico (em geral vidro) e por uma casca de material dielétrico (vidro ou plástico) a fibra óptica propaga a luz por reflexões sucessivas. Esta estrutura básica da fibra óptica, é envolta por plástico de proteção mecânica e ambiental, formando um cabo óptico que pode conter, uma ou mais fibras.

A junção ponto-a-ponto de dois ou mais segmentos de fibra óptica pode ser realizada de modo permanente através de emendas ou, por meio de conectores mecânicos de precisão de diversos tipos. Os sistemas de longa distância são utilizados principalmente na interligação ponto-a-ponto de centrais ou sistema telefônico, em nível nacional e internacional. As distancias envolvidas, que podem ser intercontinentais, como no caso dos cabos submarinos, porem o sistema de longa distância tem um desempenho limitado principalmente pela atenuação da fibra óptica.

5 CONCLUSÃO

O presente trabalho teve como objetivo principal, analisar a tecnologia PON com embasamento em pesquisas baseadas em livros, materiais online e aplicações em empresas atuais de telecomunicações. Conclui-se que, a tecnologia PON é uma tecnologia muito eficaz, por possuir altas taxas de transmissão de dados comparados com redes metálicas, por ser mais antigas existias muitos problemas que foram superados pela tecnologia que usa fibra óptica PON, pois ela utiliza cabos ópticos passivos que não causa interferência e nem sofre com ruídos externos como sinais elétricos. Desta forma vê-se que os meios que se utilizam de fibra óptica são melhores e estão evoluindo muito nas empresas de telecomunicações em geral.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CARVALHO, Rafael Nobrega e ADDABE, André Luís da Rocha. Rede Local Passiva Óptica versus Rede Local Metálica Ativa. Seminário de Redes e Sistemas de Telecomunicações, **Anais...** [s. l.] INATEL, set. 2016.

FIBRACEM. **Entenda o que é uma rede FTTX.** Disponível em: <https://www.fibracem.com/curiosidades/entenda-o-que-e-uma-rede-fttx/> Acesso em 3 jun 2018.

FURUKAWA. **Fiber To the Apartment.** Disponível em: <<https://www.furukawalatam.com/pt-br/solucao-furukawa-detalhes/ftta-fbs>> Acesso em 1 mar 2018.

FURUKAWA. **Splitter óptico modular.** 2018. Disponível em: <<https://www.furukawalatam.com/pt-br/versao-et-pdf/splitter-optico-modular>> Acesso em: 8 mar 2018.

INOVAX. **O que é a Tecnologia GPON?** 2018. Disponível em: <<http://inovax.com.br/portuguese/novidades/o-que-e-a-tecnologia-gpon.html>> Acesso em: 14 mar 2018.

INTELBRAS. [s. l.] **O que é GPON.** 2018. Disponível em: <<http://blog.intelbras.com.br/conteudo-tecnico/redes-conteudo-tecnico/o-que-e-gpon/>> Acesso em: 12 mar 2018.

NÚCLEO do conhecimento. Disponível em: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/tecnologia/futuro-das-redes#3227-NGPON1> Acesso em: 29 fev 2018.

SILVA, Eron. **Implantação de uma rede de acesso GPON.** Monografia (Especialização) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curso de especialização em configuração e gerenciamento de servidores e equipamentos de redes, Curitiba, 2008.

TELECO. **Fibra Óptica I: Conceitos.** Disponível em: <http://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialsolfo1/pagina_2.asp> Acesso em: 22 mar 2018.

TELECO. **Fibra Óptica I:** Rede de Acesso.
<https://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialmodelotmn/pagina_3.asp> Acesso em: 29 fev 2018.

TELECO. **Redes PON I:** Tecnologias Atuais. Disponível em:
<https://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialpontec1/pagina_3.asp> Acesso em: 29 fev 2018.

TELECO. **Fibra Optica 2:** Soluções Opticas: FTTX. Disponível em:
<https://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialsof2/pagina_3.asp> Acesso em 29 fev 2018.