



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO
AMAZONAS – IFAM
CAMPUS MANAUS DISTRITO INDUSTRIAL
CURSO TECNOLOGIA EM SISTEMAS DE TELECOMUNICAÇÕES**

GEORGE LUCAS DOS SANTOS COSTA

Tecnologia FTTH - proposta de sistema de teste para medir a taxa de transferência de dados em demoduladores ópticos ONT com comprimento de onda do canal ascendente de 1310 nm.

**MANAUS/AM
2023**

GEORGE LUCAS DOS SANTOS COSTA

Tecnologia FTTH - proposta de sistema de teste para medir a taxa de transferência de dados em demoladores opticos ONT com comprimento de onda do canal ascendente de 1310 nm.

Trabalho de Conclusão de curso apresentado ao curso de graduação em Tecnologia em Sistemas de Telecomunicações do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, como requisito para obtenção do Título de Tecnólogo em Sistemas de Telecomunicações.

Orientador: Prof. Esp. Celso Souza Cordeiro

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

C837t	<p>Costa, George Lucas dos Santos. Tecnologia FTTH: proposta de sistema de teste para medir a taxa de transferência de dados em demoduladores ópticos ONT com comprimento de onda do canal ascendente de 1310nm / Elton John Carvalho dos Santos. — Manaus, 2023. 31f.: il. color.</p> <p>Monografia (Graduação) — Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, <i>Campus</i> Manaus Distrito Industrial, Curso de Tecnologia em Sistemas de Telecomunicações, 2023. Orientador: Prof.º Celso Souza Cordeiro, Esp.</p> <p>1. Fibra óptica. 2. Tecnologia FTTH. 3. Equipamento ONT. 4. Equipamento ONU. I. Cordeiro, Celso Souza. II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas. III. Título.</p> <p style="text-align: right;">CDD 621.382</p>
-------	--

Elaborada por Oziane Romualdo de Souza (CRB11/ nº 734)

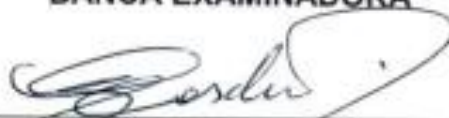
GEORGE LUCAS DOS SANTOS COSTA

**FTTH - PROPOSTA DE SISTEMA DE TESTE PARA MEDIR A TAXA DE
TRANSFERÊNCIA DE DADOS EM DEMODULADORES ÓPTICOS ONT COM
COMPRIMENTO DE ONDA DO CANAL ASCENDENTE DE 1310 nm.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Tecnologia em Sistemas de Telecomunicações do Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas como requisito parcial para obtenção do Título Tecnólogo em Sistemas de Telecomunicações.

Aprovado em 09 de março de 2023.

BANCA EXAMINADORA



Presidente: Orientador: Prof. Esp. Celso Souza Cordeiro.



1º Examinador: Prof. Me. José Geraldo de Pontes e Souza.



2º Examinador: Prof. Esp. Ewerton Andrey Godinho Ribeiro.

*Dedico com sublime carinho à minha mãe,
Sra. Valéria Silva dos Santos que sonhou
intensamente com isso, pois sem a ajuda
dela isso não seria possível.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus e minha família, por todo apoio e ajuda. Aos amigos que fiz nessa longa caminhada de estudos, que mesmo em dificuldades financeiras e psicológicas, não me deixaram desistir e sempre me apoiaram para seguir em frente.

RESUMO:

Conforme podemos perceber que o crescimento gradativo da tecnologia da Internet em centros urbanos, a sociedade de um modo geral está cada vez mais conectada, seja pela necessidade de informação, lazer, educação ou trabalho. As redes GPON vem se destacando como uma opção atrativa para ter acessos a uma variedade de serviços na rede mundial de computadores.

Dentro desse contexto, foi observado que há uma grande necessidade em executar a validação dos funcionamentos de todos os requisitos que compõem os funcionamentos do dispositivo do tipo ONU, principalmente no que diz respeito aos testes relacionados a velocidade de taxa de transferência de dados através do meio físico da fibra óptica (BOSA). Aos quais sejam capazes de garantir a qualidade de serviço para redes de alta velocidade de transferência de dados. A Metodologia aplicada nesta pesquisa, ocorreu a partir de uma revisão bibliográfica, realizada através de pesquisas em artigos científicos, bancos de dados de bases eletrônicas e revistas especializadas na área de telecomunicações. Após a busca e seleção de artigos e documentos literários, houve a tabulação das informações encontradas meios de Inclusão e Exclusão. Dentro desse contexto, o desenvolvimento de um sistema de teste para validar a qualidade de serviço do throughput em fibras ópticas têm bastante relevância e auxilia no melhor entendimento desse fenômeno dentro de um ambiente controlado (laboratório) que permitirá um estudo aprofundado e melhor observação da tecnologia FTTH.

Palavra-Chave: Fibra Óptica, FTTH, BOSA, ONU.

ABSTRACT:

As we can see with the gradual growth of Internet technology in urban centers, society in general is increasingly connected, whether for information, leisure, education, or work needs. The GPON networks have been standing out as an attractive option to have access to a variety of services in the world wide web.

Within this context, it was observed that there is a great need to perform the validation of the operation of all requirements that compose the operation of the ONU device, especially with regard to the tests related to the speed of data transfer rate through the physical medium of optical fiber (BOSA). These tests should be able to guarantee the quality of service for high speed data transfer networks. The methodology applied in this research was based on a bibliographic review, carried out through research in scientific articles, electronic databases and specialized magazines in the area of telecommunications. After the search and selection of articles and literary documents, there was the tabulation of the information found means of Inclusion and Exclusion. Within this context, the development of a test system to validate the throughput quality of service in optical fibers has a lot of relevance and helps in the better understanding of this phenomenon within a controlled environment (laboratory) that will allow a sunk study and better observation of the FTTH technology.

Key-words: Fiber Optical, FTTH, BOSA, ONU

LISTA DE TABELAS E FIGURAS

Figura 01 – Espectro de radiação eletromagnética.....	15
Figura 02 - Estrutura de uma fibra convencional de sílica.....	16
Figura 03 - Comparação entre fibra monomodo e multimodo.....	17
Figura 04 - BOSA – SC/LC 1310/1550nm.....	18
Figura 05 - Figura 05 – Diagrama elétrico da BOSA.....	19
Figura 06 – Topologia de sistema de calibração em ambiente de teste.....	22
Figura 07 - Fluxo do processo de sistema de teste.....	23
Figura 08 - Ambiente de teste.....	25
Figura 09 – Cabo ethernet e Fibra.....	26
Figura 10 – Power led, PON LAN.....	27
Figura 11 – Produto acabado.....	28
Figura 12 – Led acesos.....	29

LISTA DE TABELAS E FIGURAS

Tabela 01 – Tabela 01 – Especificações de tipos de fibra.....	17
Tabela 02 – Lista de materiais utilizados.....	26

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ADSL - *Assymetrical Digital Subscriber Line*
ANSI - *American National Standards Institute*
BNC - *Bayonet Neill Concelman*
BPON - *Broadband Passive Optical Network*
CCIA - *Computer Communication Industry Association*
DOCSIS - *Data Over Cable Service Interface Specification*
DSL - *Digital Subscriber Line*
DSLAM - *Digital Subscriber Line Access Multiplexer*
EIA - *Eletronics Industries Alliance*
EPON - *Ethernet Passive Optical Network*
ERB - *Estação Rádio Base*
FTTH - *Fiber To The Home*
GPON - *Gigabit Passive Network*
HDSL - *High-bit-rate DSL*
HFC - *Hybrid Fiber Coax*
IEC - *International Electrotechnical Commission*
IoT - *Internet of Things*
IP - *Internet Protocol*
ISO - *International Standards Organization*
ITU - *Telecommunication Standardization Sector*
LAN - *Local Area Network*
MAN - *Metropolitan Area Network*
MCM - *Multicarrier Modulation*
OLT - *Optical Line Terminal*
ONU - *Optical Network Unit*
PAM - *Pulse-Amplitude Modulation*
PON - *Passive Optical Network*
RADSL - *Rate-adaptive DSL*
RF - *Radiofrequência*
SDSL - *Symetric DSL*
TCP - *Transmission Control Protocol*
TIA - *Telecommunications Industries Association*
UTP - *Unshielded Twisted Pair*
VDSL - *Very-High-Bit-Rate Digital Subscriber Line*
VLAN - *Virtual Local Area Network*
WAN - *Wide Area Network*

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	13
1.2 METODOLOGIA	14
2. Objetivos.....	15
2.1. Geral.....	15
2.2. Específico	15
3. Problema	15
4 REFERENCIAL TEÓRICO	16
4.1 REDES GPON – FTTH – Dados através da propagação da luz.	16
4.2 Estruturas Física Fibras Monomodo e Multimodo.....	17
4.2.1 B.O.S.A (Bi-directional Optical Sub Assembly).....	18
4.2.2 OLT – Optical Line Terminal	20
4.2.3 ONU - Optical Network Unit	20
5. Redes GPON - Rede Ópticas Passiva Gigabit	21
5.1 FTTH – Fiber To The Home.....	21
6 Procedimentos Metodológicos.....	22
6.1 Sistema - BOB TX/RX Calibration Test.....	22
6.2 Procedimento.....	23
7. SISTEMA DE ESTAÇÃO DE TESTE BOB TX/RX Calibration Test	24
7.1 O que são estação de teste?	25
7.2 Cenário de teste - BOSA	26
7.3 Equipamentos utilizados no Modelo proposto	27
7.4 Procedimento de uso da estação	30
CONCLUSÃO	32
REFERÊNCIAS	33

1. INTRODUÇÃO

Em uma sociedade que cada vez vem se desenvolvendo tecnologicamente e culturalmente de maneira exponencial, o acesso a informação se torna algo tão essencial a vida como o ato de respirar. Atingindo todos os campos da sociedade, não havendo diferenciação de credo, raça ou até mesmo gênero.

As estradas que proporcionam essa integração em escala global são as infovias, as quais são capazes de reduzir distâncias em segundos e transportar em tempo real Zetta bytes de informação, sendo transportada por redes híbridas ou puras (fibra ópticas).

Nesse contexto as redes *Fiber To The Home* (FTTH) são as mais indicadas para estabelecer a conexão e fornecer maior largura de banda ao cliente. Isso ocorre, pois, sua estrutura é composta de equipamento óptico que permite a transferência de grande quantidade de informação em distâncias extremamente longas e sem risco de perda de dados ou queda de sistemas (CASTILLO, 2013). Em pesquisas feitas por Saltos (2011) sinalizam que as redes FTTH possuem inúmeras vantagens com a tecnologia vigente, pois possuem alta capacidade de transmissão de dados e também tem imunidade à interferências eletromagnéticas, destacando uma baixa atenuação em longas distâncias. Seguindo a mesma linha de raciocínio, Calle. et al, (2015) afirma que a fibra óptica é um dos meios de transmissão de informações mais importante, eficiente e seguro. Uma vantagem competitiva que podemos citar, seria a relação ao peso e tamanho de sua estrutura utilizadas nos projetos de infraestrutura que facilitam a manipulação e instalação em diversos ativos e acessórios na infraestrutura de comunicações ópticas.

As redes ópticas passivas (PON), são altamente eficazes quando se trata de comunicação entre pontos de longas distâncias, indicadas conforme normatização da ITU-T G.984.6 da União Internacional de Telecomunicação (ITU), que indicar ser possível projetar redes até 60km de distância com a tecnologia GPON (*Gigabit Passive Optical Network*), sem precisar de equipamentos para amplificar o sinal ao longo do seu percurso. Em estudos realizados por Chacón. et al, (2014) são mencionadas que estruturas GPON, como sendo considerada das tecnologias emergentes uma das mais atraentes na área de telecomunicações, haja vista que os equipamentos ópticos possuem

em sua infraestrutura a capacidade de tráfego superiores a 1 Gbit/s, permitindo também o compartilhamento de apenas uma única fibra, uma variedades de aplicações multimídia, como, por exemplo aplicação de serviços *triple play* (Ethernet, Voip e *Internet Protocol Television* - IPTV).

Ao longo dessa pesquisa, vamos explorar como medir as taxas de transferências de dados desses serviços afins de quantificar a qualidade dos serviços utilizados por eles.

1.2 METODOLOGIA

A Metodologia que aplicaremos nesta pesquisa, se dá a partir da revisão bibliográfica, realizada através de pesquisas em artigos científicos e bancos de dados de bases eletrônicas, como google acadêmico. Após a busca e seleção de artigos e documentos literários, houve a necessidade de realizar dos meios de Inclusão e Exclusão para delimitar os conteúdos a serem inclusos na pesquisa.

O estudo caracteriza-se por uma pesquisa do tipo exploratória e qualitativa, obtida a partir de buscas em bases de dados no Banco do Brasil e no exterior, como o repositório da Teleco, auxiliam para compor a proposta de modelo de teste para medir a taxa de transferência de dados através de demoduladores ópticos ONT com comprimento de onda do canal ascendente de 1310 nm em laboratório, a fim de medir a confiabilidade e o QoS desse serviço em fibras ópticas.

Dentro dessa vertente, Garcia (2015 apud GALLIANO, 1986, p. 26) explica que o processo científico é dado através de metodologia de pesquisa cuja finalidade é explicar e discutir um fenômeno (modelo de estudo) baseado na verificação de uma ou mais hipóteses. Deste modo, nossa pesquisa está diretamente vinculada a questões específicas que estão voltadas para tecnologia de FTTH, na qual trata de explicá-las e relacioná-las dessa tecnologia emergente. Ao avaliarmos o fato que o conhecimento científico não apenas trata de explicá-lo, mas também ir em busca de descobrir suas relações com os outros fenômenos existentes e expor os fatos ou comprovações científicas desses estudos.

Dentro de contexto, o desenvolvimento de uma estação de teste para validar a qualidade de serviço do throughput em dispositivo ONT utilizando fibra

monomodo em um comprimento de canal de 1310nm tem bastante relevância e auxilia no melhor entendimento desse fenômeno dentro um ambiente controlado (laboratório) que permitirá um estudo aprofundado e melhor observação da confiabilidade de QoS em taxa de transferência de dados em fibra ópticas.

2. Objetivos

2.1. Geral

Estudar os aspectos de transmissão das redes FTTH de modo a entender as características que garantem o desempenho da qualidade de serviço durante o momento da conexão.

2.2. Específico

Montar e desenvolver sistema de teste que possa mensurar a qualidade de serviço do sinal de transferência de dados em fibra ópticas em dispositivos demoduladores do tipo ONT dentro de um ambiente controlado.

3. Problema

Dentro da área de teste, o grande desafio é saber o que medir e como medir, principalmente no que diz respeito a tecnologia GPON. Devem ser consideradas algumas variáveis que são de suma importância no momento de verificar a qualidade de serviços de uma infraestrutura de rede ou o desempenho de DUT (Teste de Unidade de dispositivo).

As variáveis em questão são elementos que garantem o bom funcionamento do sistema e especificações estabelecidas no escopo de desenvolvimento do produto, sendo esses a latência, a conectividades e o throughput (taxa de transferência).

Diante do exposto, o desenvolvimento de um sistema de teste de BOSA em uma rede GPON em um ambiente controlado se faz bastante eficiente, principalmente no que diz respeito para diminuir as “impurezas “(interferências externas) durante a elaboração de ensaios de teste, garantindo assim a melhor confiabilidade dos resultados esperados.

No decorrer dessa pesquisa, vamos propor um modelo sistema de teste de rede GPON que se adapte a infraestrutura existente no Laboratório de

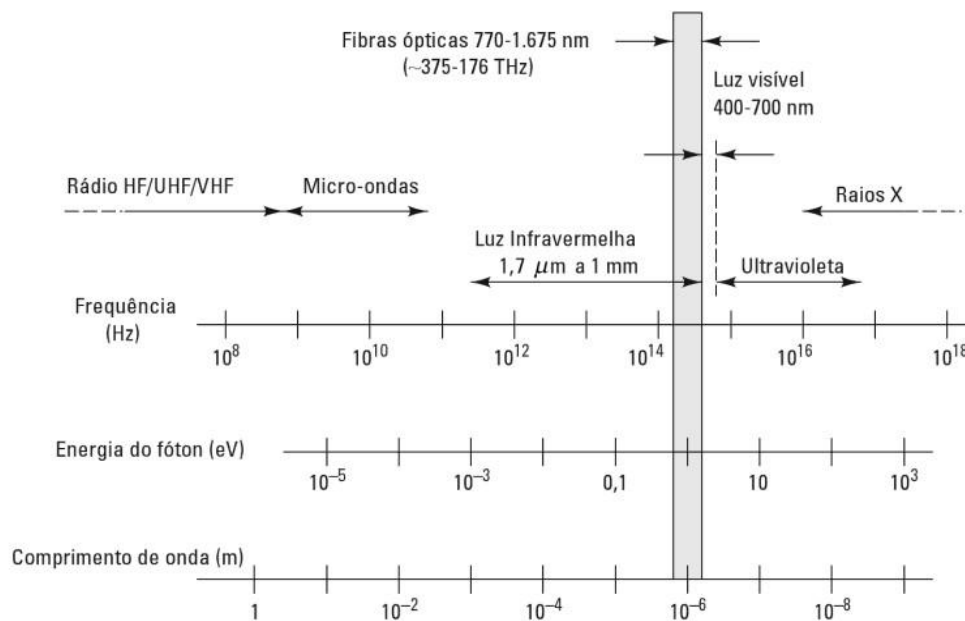
Telecomunicações do Instituto Federal de Educação e Ciência Tecnologia do Amazonas, Campus Distrito Industrial – Manaus.

4 REFERENCIAL TEÓRICO

4.1 REDES GPON – FTTH – Dados através da propagação da luz.

Afim de entender e aprofundarmos no estudo das fibras ópticas, se faz necessário compreender os princípios físicos do material de desse meio transmissão. Sendo assim, de acordo com Keiser (2020), afirmar que qualquer meio de telecomunicação que faz uso de energia relacionado ao espectro eletromagnético para transmitir sinais. Podemos lembrar que a combinação dos campos elétricos e magnéticos, constituem a energia eletromagnética, que agregam ondas de rádio, micro-ondas, luz infravermelha, luz visível, luz ultravioleta, raios X e também raios gama. A faixa do espectro eletromagnético locado para comunicação por fibras ópticas, é a região da luz infravermelha, como podemos observar na Figura 1.

Figura 1 - Espectro de radiação eletromagnética.



Fonte: Keiser (2020)

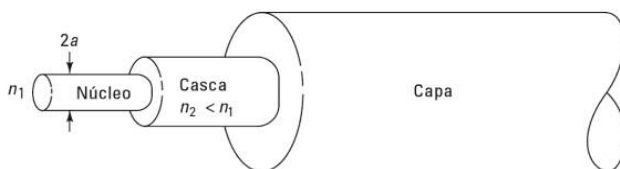
Como foi observado na figura acima, a propagação de um feixe de luz se dá através de um meio dielétrico, se fazendo do pelo princípio da reflexão e

refração. A velocidade da luz no vácuo tem sua mediação aferida aproximadamente de 3×10^8 m/s, todavia podemos notar que todo material condutor de luz é dotado de um índice de refração, no qual o mesmo implica na diminuição da velocidade dessa propagação.

4.2 Estruturas Física Fibras Monomodo e Multimodo

Dentro desse universo das fibras ópticas, por via de regra, o material dielétrico reina predominante, onde nos modelos mais comuns seu núcleo é de vidro composto por sílica com alta pureza. Muito embora havia diversos tipos de fibra óptica, a sua estrutura geral é constituída por um núcleo envolvido por uma casca cuja finalidade é justamente diminuir os efeitos de dispersão da luz e também maximizar a resistência mecânica (KEISER, 2020). Na parte externa há também uma capa de proteção e sustentação para facilitar sua instalação, conforme Figura 2.

Figura 2 - Estrutura de uma fibra convencional de sílica.



Fonte: Keiser (2020)

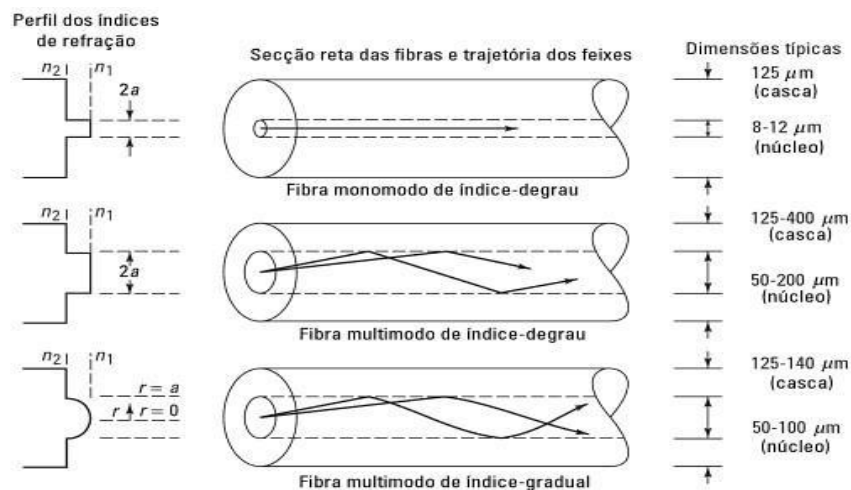
Comercialmente, são utilizados dois tipos de núcleo de fibra, um deles é visto na fibra monomodo, que propaga o feixe de luz em apenas um modo (single mode), e é empregado para comunicação entre longas distâncias e alto tráfego de dados. A fonte de luz utilizada para esse modelo de fibra é o diodo laser, que tem como característica uma maior potência luminosa, porém sua vida útil é menor se comparada com diodos emissores de luz (LEDs), (KEISER,2020). Suas dimensões conforme padrão G.984.1, são 125 μm na casca e 8-12 μm no núcleo. Devido ao seu núcleo pequeno, requer técnicas mais complexas para realizar conexões e uso de equipamentos mais caros, agregando aumento de custo em sua implementação.

Outro tipo de núcleo é encontrado nas fibras multimodo. Esse modelo é usado para transportar baixo tráfego de dados, já que permite comunicação por

apenas algumas centenas de metros. Além de sofrer dispersão intermodal, dada pela consequência da diferença de velocidade entre os vários modos de incidência dos raios luminosos na fibra. As vantagens em seu uso, são dadas pela facilidade de conexões e o emprego de LEDs como fonte de luz, influenciando em baixo custo de implementação.

O modo de propagação da luz em cada modelo de fibra óptica e tamanho físico é visto na Figura 3. Nota-se que as diferenças entre as fibras monomodo e multimodo são dadas pela espessura do núcleo e do índice de refração (KEISER,2020).

Figura 3 - Comparação entre fibra monomodo e multimodo.



Fonte: Keiser (2020)

4.2.1 B.O.S.A (Bi-directional Optical Sub Assembly)

Os componentes BOSA é a sigla para Submontagem Óptica Bidirecional, esse componente consiste tipicamente num único Díodo Laser (LD), um Multiplexador de Divisão de Comprimento de Onda, filtro WDM e um único Fotodiodo (PD) Um isolador óptico pode ser usado juntamente com o díodo laser para melhorar o desempenho.

Comercialmente no mercado, estão disponíveis tipos de recipientes padrão, como SC e LC, mas também tipos de adaptadores para montagem direta na placa frontal, na imagem a seguir podemos ter um exemplo do aspecto físico do componente BOSA. Como pode ser visto na Figura 04 abaixo.



Figura 04 - BOSA – SC/LC 1310/1550nm

CARACTERÍSTICAS GERAIS DO COMPONENTE.

Em uma visão geral de alto nível do que está a oferecer de opções de range de BOSA. As aplicações incluem SONET/SDH, Canal Ethernet/Fibra, Sensores de Fibra Óptica, Teste e Medição (T&M), e Instrumentação, Redes Ópticas Passivas (PON) e HDMI. Dentre a possibilidade de incluir PD analógica para utilização na recepção de sinais a jusante numa aplicação CATV

Para aplicações com restrições de espaço, o pacote mini-BOSA, que é tipicamente utilizado em produtos como o SCFP e o CSFP+, pode ser disponibilizado range de temperaturas de funcionamento de -40 a 85 °C para aplicações industriais.

Estão disponíveis combinações triplas, e quádruplas de transmissores e receptores dentro de um pacote de específicas de aplicação, portanto personalizadas com base no comprimento de onda e taxas de dados específicos. Embalagem com configurações de pinos padrão ou usando flex-PCBs, especialmente com taxas de dados mais elevadas, ambos os tipos de Modo Único (SM) e Multi-Modo (MM) disponíveis conforme tabela 01.

Tipo de BOSA	Comprimento de onda (nm)	Taxa de dados	Tipos de fibra	Aplicação
LC / SC Receptacle	1310/1550, 1270/1577, 1577/1310, 1610/1550	100 Mb/s to 10 Gb/s	SM, MM	FTTX, PON, CATV, Instrumentation, T&M, HDMI
SC Adaptor	1310/1550, 1310/1490	100 Mb/s to 2.5 Gb/s	SM	FTTX, PON, CATV
LC Mini Receptacle	1310/1490, 1270/1330	100 Mb/s to 10 Gb/s	SM	CSFP, Sensing, T&M

Tabela 01 – Especificações de tipos de fibra.

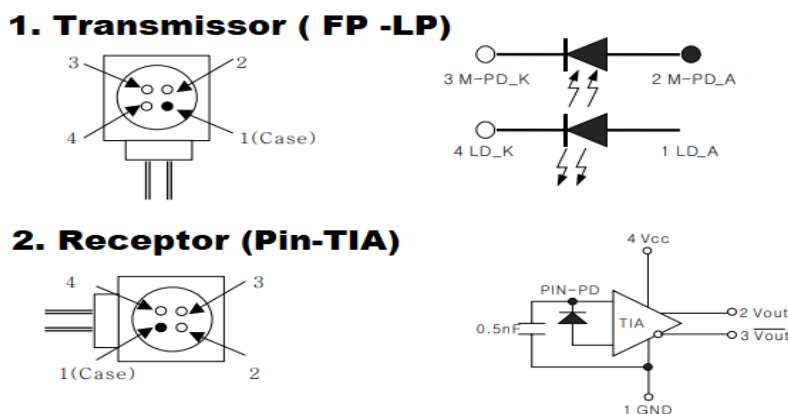


Figura 05 – Diagrama elétrico da BOSA

4.2.2 OLT – Optical Line Terminal

O Optical Line Terminal (OLT), podemos traduzir livremente como, o Terminal de Linha Óptica, este terminal é responsável pela conexão de equipamentos terminais de fibra óptica e proporciona o gerenciamento do sistema de uma rede GPON.

Esse equipamento também funciona como uma espécie de plataforma de fornecimento de diversos serviços que suporta IP e TDM tradicionais.

Segundo Silva (2018), o OLT é considerado com um o ponto de conexão entre a rede de acesso e o núcleo (core) da rede, faz a conversão do sinal elétrico-óptico e óptico-elétrico. A OLT também controla e administra todo o tráfego da rede, disponibiliza serviços para usuários finais, controla a qualidade de serviço (*Quality of Service - QoS*), entre outras tarefas.

4.2.3 ONU - Optical Network Unit

ONU – Unidade de rede óptica - Este equipamento simplesmente converte o sinal óptico das OLT em sinal elétrico para ser utilizado por dispositivos eletrônicos através de portas Ethernet convencionais, localizado na terminação da rede (cliente) (SILVA, 2018).

Esses equipamentos são mecanismos ópticos utilizados para captar o sinal de rede transferido pela Optical Line Terminal (OLT). Sendo responsáveis por encaminhar sinal de internet até a casa ou empresa do cliente.

No caso das unidades ONU, o sinal da rede do provedor é obtido através de aparelhos que ficam localizados em dependências externas, como vias públicas, pedestais, armários ou bastidores.

5. Redes GPON - Rede Ópticas Passiva Gigabit

As redes GPON (Gigabit Passive Optical Network) são baseadas em uma tecnologia PON usando fibras do tipo monomodo (PARKS, 2012), que tem a capacidade de prover transmissões Gigabit. Mais especificamente, na velocidade média de 2,488 Gbit/s de downstream e 1,244 Gbit/s de upstream. Os projetos industriais de fabricação de dispositivos de conexão ONUs, se utilizam de hardware e software permitem que cada terminal óptico de linha (OLT) atenda até 128 terminais ópticos de usuários (UNOs).

Contudo, a maior limitação está nas interfaces ópticas e na topologia da rede. A transmissão é bidirecional em uma única fibra. O comprimento de onda do canal descendente é de 1490 nm e o comprimento de onda do canal ascendente é de 1310 nm.

A tecnologia GPON oferece eficiência do protocolo, o que quer dizer que a tecnologia transmite dados, empacotados em bytes, que transitam desde a sua origem até o destino. Entretanto, de acordo a ITU-T G.984, a comunicação acontecer, é preciso sincronismo em todo o protocolo, tendo uma taxa de eficiência dessa informação de 92%, pois seu protocolo prevê que o pacote de dados pode ser variável, de 64 até 1518 bytes, esse processo agiliza na transmissão de pacotes em tamanhos reduzidos.

5.1 FTTH – Fiber To The Home

A FTTH (fibra para casa) é uma arquitetura de rede de transmissão de dados por fibra óptica, onde a cabo drop sai da rede pública e termina na residência do assinante, no qual, é servido por uma fibra óptica exclusiva para este acesso.

Normalmente entre o cabo drop e a rede interna do assinante é utilizado um mini-DIO ou um bloqueio óptico, tendo a finalidade de realizar a transição do sinal óptico para o interior da residência. Após essa transição, o sinal estará disponível através de uma extensão ou corão óptico para o receptor óptico (UNO) do assinante. (PARKS, 2012)

Em projetos de rede GPON, a arquitetura FTTX é um termo utilizado para designar arquiteturas de redes de transmissão de elevado desempenho, totalmente passivas, baseadas em tecnologia óptica. Podemos notar cada vez mais é crescente a integração de provedores de telefonia, TV a cabo e serviços de internet em nível mundial, este fato tem sido possível devido a introdução das fibras ópticas e à convergência da tecnologia Protocolo Internet (IP). Por isso, as tecnologias como Voz sobre IP (Voip), Televisão IP (IPTV), navegação em banda larga, videoconferência e Home-Office tornam-se cada vez mais presentes muitos lares da atualidade (PARKS, 2012).

Uma banda Larga de alta velocidade viabiliza o transporte de grandes volumes de dados, com baixa latência (tempo de retardo baixo). Sabemos que quaisquer atrasos de transporte de dados são praticamente imperceptíveis, garantindo que as aplicações sejam executadas sem problemas e sem interrupção (COOMSCOPE, 2018).

6 Procedimentos Metodológicos

6.1 Sistema - BOB TX/RX Calibration Test

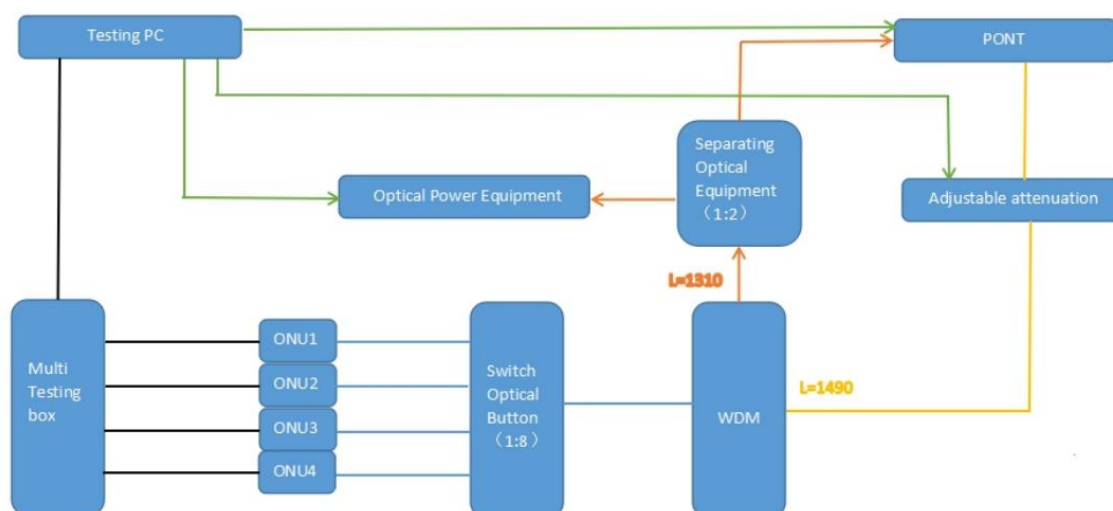
A sigla BOB é o termo em inglês para Board Optical Bidirectional, há literatura que também citam como BOB on Board, em uma tradução livre ficaria como placa óptica bidirecional.

O sistema de teste de calibração da BOB TX/RX seria um método para calibrar automaticamente a potência de recepção e transmissão da BOB, e visando resolver os problemas de operação complexa, baixa precisão(perda de potência) e alto custo de mão de obra na forma de calibração do módulo (ONU).

O sistema de teste BOB é composto um computador de alto desempenho e um terminal de linha óptico, um módulo BOB e um sistema de autenticação integrado com um atenuador óptico que estão todos conectados ao computador e a um divisor óptico, ao qual esta conectado de forma síncrona ao terminal de linha óptico e o atenuador óptico através de uma fibra óptica monomodo, em que o divisor óptico é conectado ao módulo BOB através da fibra óptica. Dessa forma, todo o sistema de teste BOB possui design fácil de operar. De modo permitir a combinação da eficácia do software e hardware,

calibrando automática a potência de recepção da BOSA; a automatização e a precisão da calibração taxam de transferência de dados através desse sistema, permite o ganho de alto volume de produção no chão de fábrica. Assim, o sistema de teste BOB e o método têm valores de aplicação muito altos em qualquer projeto fabril que visa o teste fibra ópticas.

Na figura acima, temos um diagrama em bloco de como o sistema de teste da BOB está montado, nesse diagrama podemos ter uma ideia de como cada componente esta interligado. Na figura 06, vamos mostrar a topologia do sistema de teste da BOB.



Topologia do sistema de calibração de teste BOB - Fonte: o Autor.

Figura 06

6.2 Procedimento

Teste de calibração BOB TX/RX

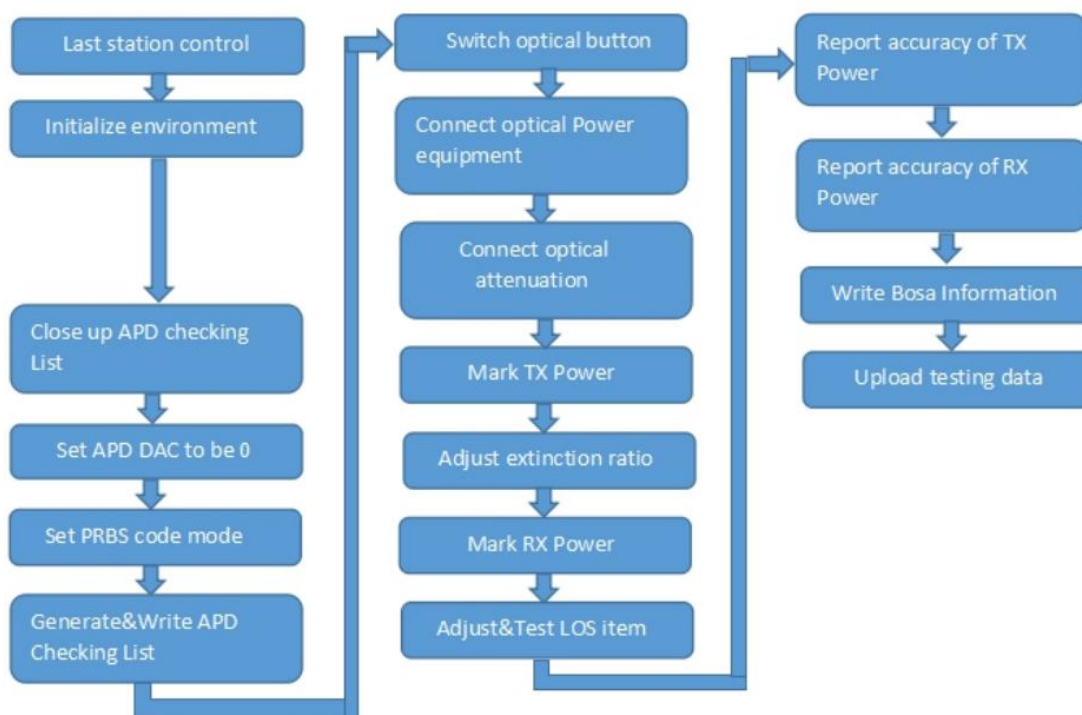
- 1: Retire o produto acabado da linha de montagem e verifique se evidencias de não conformidade, como pontos de contatos sujos ou trincados.
- 2 : Ligue todos os cabos correspondentes a cada ONU de acordo com a sequência de teste.
- 3 Coloque a placa que veio na esteira no dispositivo de teste (portas na parte de trás próximo ao conector de energia em uma porta LAN da ONU).

4 : Quando a inicialização do produto for concluída e selecione DUT que deseja calibrar (ping 192.168.1.1 -t), e a luz PON sempre brilhante é verde;

5: Após a conclusão do teste mostra o resultado para o verde "PASS", (produto Aprovado), desconecte o interruptor de alimentação, coloque os produtos na linha de montagem para o próximo procedimento de trabalho.

6 : Se após a finalização do teste mostrar o resultado em vermelho "FALL", (produto Reprovado), identifique com etiqueta a falha e coloque o produto em área de não conforme para posterior reparo pela área técnica

Figura 07 – Fluxo do processo de sistema de teste



Fluxo de processo do sistema de teste de calibração da BOB Tx/ Rx - Fonte: O autor

7. SISTEMA DE ESTAÇÃO DE TESTE BOB TX/RX Calibration Test

Neste de campo de estudo, não há muita literatura abundante, a existente está restrita a manuais técnicos e boletins de serviços, pois seu capô de atuação é limitado aos centros de pesquisa, laboratórios de calibração ou no chão de fábrica de grandes indústrias.

Com advento da indústria 4.0, este ramo de estudo vem crescente rapidamente ao longo do tempo, pois é emergente o desenvolvimento equipamentos e sistemas que sejam capazes de atestar a eficiência e qualidade de serviços no âmbito do rede GPON, como: 5G, 6G e 7G e internet da coisas (IoT).

Estes ambientes de simulação são um campo fértil e propício para o desenvolvimento de novas tecnologias e inovação para fomentar o estudo novos conceitos e modelos que resultaram produtos que possam atender as necessidades advindas do público consumidor. Haja vista isto que é possível testar em ambiente controlado, sendo possível alterar variáveis em vez de criar testes reais, reduzindo custos, evitando erros de projetos, prevendo erros de processo, erros de produção e garantindo a qualidade do produto final.

7.1 O que são estação de teste?

Considerando que o desenvolvimento de novas tecnologias, para que haja uma simulação que permita expressar todos os cenários que compõem uma situação de campo, se faz necessário a realização experimentos em ambientes controlados baseados em nossa proposta de estudo, esse simulador deve ter capacidade de simular eventos discretos de redes de computadores, como por exemplo, conexão FTTH entre dois computadores para atestar a eficiência da latência e a taxa de transferências entre eles. Assim é possível medir como está sendo qualidade da comunicação entre os elementos observados, identificando possíveis falhas e também pontos de melhorias no QoS dos DUT avaliados.

Como podemos observar que isso é possível através de equipamentos simuladores que permitam com o máximo de fidelidade e uma fiel demonstração dos eventos apresentados ao logo do ensaio, os equipamentos viabilização essa análise são conhecidos como estações de teste.

As estações de teste são sistemas computacionais que agregam hardware e software que possuem objetivo atestar a qualidade de serviços de dispositivos em ambientes controlados usando parâmetros de validação preestabelecidos, esses critérios vão variar de acordo com processo produtivo que está envolvido. No decorrer do estudo vamos nos aprofundar mais nesse tema afim de lucidar e enriquecer com conceitos e exemplos práticos que podem ser aplicados e que podem agregar valor ao estudo.

7.2 Cenário de teste - BOSA

Dentro de um contexto baseado em um processo produtivo que fabricação de roteadores de rede GPON, utilizando um tipo de sistema de teste e calibração automática da BOB no que diz respeito a potência recebida, principalmente resolve o problema de alto custo de mão de obra especializada e precisão de calibração do módulo BOB.

Esse tipo de equipamento de rede para medição da taxa de transferência de dados por fibra óptica, pode produzir, aplicar, viabilizar acesso investigativo do comportamento da BOSA dentro de um ambiente controlado. A BOSA é uma tecnologia empregada na placa BOB. A tecnologia BOB é então soldada diretamente na placa ONU por módulo óptico, o método para este teste de calibração automática da BOB necessitará de uma potência recebida, que deve ser ajustada a possíveis perdas que possam ocorrer (cable loss), por exemplo, ajustar as perdas que os elementos passivos que são seriam inseridos ao enlace, como splitters, conectores e emendas. Além disso, há atenuação da fibra óptica pela distância que devem ser consideradas durante o procedimento de teste, sendo simulados em ambiente controlados, exemplo de sistema de teste pode ser visto na figura 08.

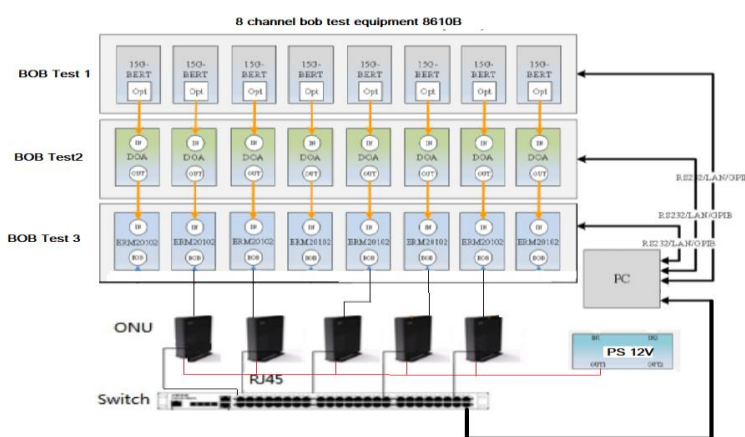



Diagrama de Blocos do Esquema de Teste BOB

Figura 08: Ambiente de teste - Fonte: Produzida pelo próprio autor







7.3 Equipamentos utilizados no Modelo proposto

Para montagem da estação será necessário a aquisição de itens que irão permitir a integração do hardware e software de teste.

Tabela 02 - Lista de materiais utilizados.

Qunt	Descrição	Foto
2	Computador Fácil Intel Core i7 9700F (Nona Geração) 16GB DDR4 ssd 480GB Geforce 2GB	
2	Placa De Rede Gigabit Tp-link Tg 3468 10/100/1000, mini pci	
3	Power meter óptica de 16 canais	
1	Power Meter de teste de Fibra optica	

4	Microscópio de Inspeção de Fibra Óptica.	 A white rectangular device with a screen displaying a blue circular image. The screen is labeled 'INTEGRATED OPTICAL FIBER END FACE INSPECTION EXPERTS'. To the right of the screen is a circular port with a yellow fiber cable plugged into it. Below the screen are several buttons and a small display. A coiled yellow fiber cable is shown below the device.
1	Fonte Estabilizada Bivolt 110/220 12v 1a	 A black rectangular power adapter with a two-prong AC power cord on the left and a black connector cable on the right. The adapter has some text on it, including '12V 1A'.
5	Cabo de rede UTP cat 6. 1M	 A yellow UTP network cable with RJ45 connectors on both ends. The cable is coiled and has a yellow plastic RJ45 patch panel or connector block attached to one end.
10	SC/APC-SC/PC-SM-SX-2.0mm-0.5M	 A yellow fiber optic cable with green SC/APC connectors on both ends. The cable is coiled and has a green plastic SC/APC connector block attached to one end.
10	SC/UPC Adaptador	 A yellow fiber optic cable with a blue SC/UPC connector on one end and a green SC/UPC connector on the other. The cable is coiled.

10	SC/PC-SC/PC-SM-SX-2.0mm-1.5M	
10	FC/UPC-FC/UPC(3.0M)	
10	FC/UPC-SC/UPC(0.5M)	
16	Acoplador Fibra Óptica Adaptador Passante Sm Sc/apc	
16	Acoplador Óptico Emenda Fibra Óptica Sc/upc	
1	Switch GigaLan 24 portas Gerenciável.	

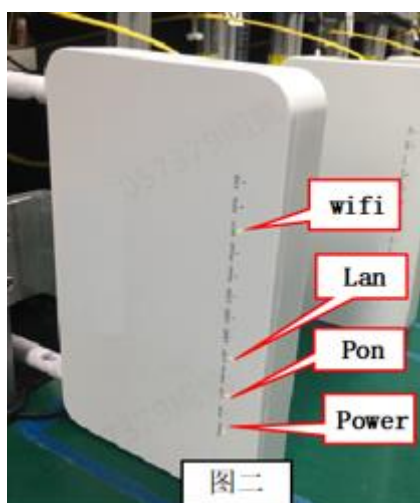
7.4 Procedimento de uso da estação

a) Abra o programa de teste.

Pegue um produto e insira o cabo de alimentação, o cabo ethernet e a fibra fig 09

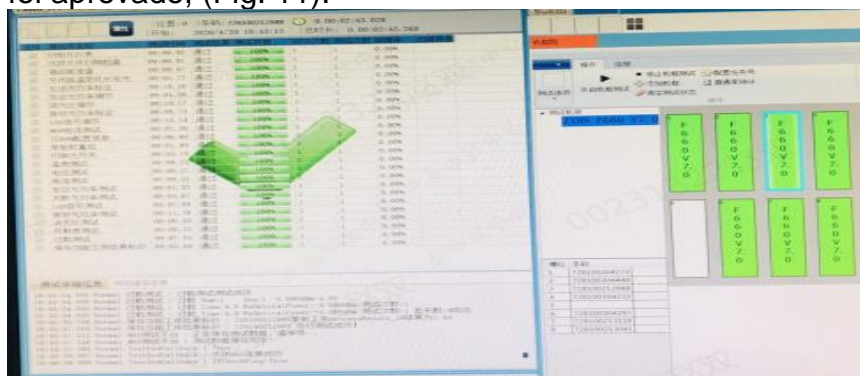


Pressione a tecla "Enter" para iniciar o teste, após acender os LEDs Power, PON, Lan e Wi-Fi. (Fig.10),

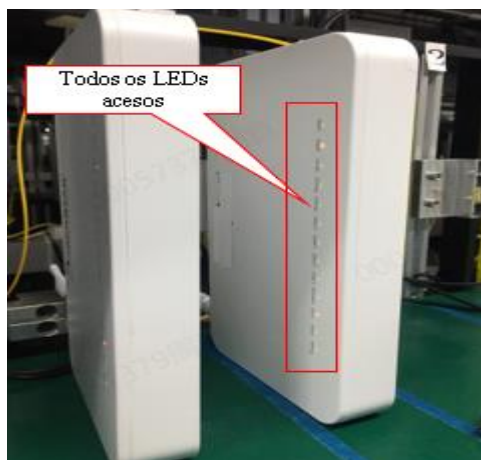


Coloque outro produto para pré-carga.

"Se o sinal ""√"" verde aparecer na janela do teste, significa que o produto foi aprovado, (Fig. 11).



Caso aparecer o sinal "x" vermelho quer dizer que o produto foi reprovado. Os produtos precisam ser testados novamente se houver falha. "Verifique se todos os LEDs estão acesos, conforme Fig. 12.



Retire a fibra e retire o produto do suporte multi-teste. Identifique o produto caso falhe, ou se ele precise ser testado novamente ou "reparado."

CONCLUSÃO

Conforme foi apresentado nas etapas preliminares deste trabalho, compreende-se que o crescimento gradativo da tecnologia da Internet em centros urbanos. As redes GPON vem se destacando como uma opção atrativa para ter acessos uma variedade de serviços na rede mundial de computadores.

Dentro desse contexto, foi observado que há uma grande necessidade em executar a validação dos funcionamentos de todos os requisitos que compõem os funcionamentos do dispositivo do tipo ONU, principalmente no que diz respeito aos teste relacionados a velocidade de taxa de transferência de dados através do meio físico da fibra óptica (BOSA). Aos quais sejam capazes de garantir a qualidade de serviço para redes de alta velocidade

Contribuição do trabalho

Este trabalho de pesquisa contempla uma análise bibliográfica de conceitos técnicos relacionados à redes de fibra óptica, onde as principais contribuições são:

- Estudo da bibliografia de comunicações através da fibra óptica;
- Apresentar arquiteturas de redes FTTH e seus benefícios;
- Análise da tecnologia GPON, apresentando suas vantagens e limitações em sua aplicação.

REFERÊNCIAS

- CALLE MÉNDEZ, C. A., & MACHADO TAPIA, D. G. **Estudo de viabilidade para a implementação da rede FTTH na empresa.** Puntonet sucursal Cuenca. Cuenca. 2015.
- CASTILLO, J. e TORRES, F. **Determinação da demanda, dimensionamento e projeto de uma rede de serviços de telecomunicações, através de Tecnologia de acesso FTTH no cantão de Gualaceo para a empresa CNT EP.** Gualaceo. 2013.
- CHACÓN JIMBO, J.V., y VILLAVICENCIO FERNÁNDEZ, S.A. **Procedimento para a extensão e implementação dos head-ends GPON na rede de telecomunicações de ETAPA EP.** Cuenca. 2014.
- GARCIA, Gustavo Filipe Barbosa. **Manual de direito do trabalho.** 7ª ed. rev., atual. e ampl. - Rio de Janeiro: Forense; São Paulo: MÉTODO, 2015.
- GALLIANO, Alfredo Guilherme. **O método científico: teoria e prática.** São Paulo: Harbra, 1986.
- ITU-T G.984.4. **Gigabit-capable Passive Optical Networks (GPON): ONT management and control interface specification,** 2004.
- KEISER, Gerd. **Comunicações por fibras ópticas.** Porto Alegre: AMGH, 2020.
- PARKS. **Certificações parks - Treinamento GPON.** 2012. Disponível em: <https://www.passeidireto.com/arquivo/58652790/apostila-gpon>. Acesso em: 28 nov. 2021.
- SALTOS MONTAÑO, A. P. **Concepção de uma rede de base de fibra óptica ligando as aldeias ao longo do Ibarra. Estrada de San Lorenzo, com o nó central a ser a cidade de Lita, para fornecer serviços de IP e Pay TV.** Quito: QUITO/EPN. 2011.
- SILVA, Marco Aurélio. **Redes ópticas passivas e as redes LAN.** 2018. Monografia de Especialização (Curso de Especialização em Redes de Computadores e Teleinformática) - Departamento Acadêmico de Eletrônica – DAELN. Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Curitiba, 2018