

FTTH EM REDES OPTICAS PASSIVAS

Gustavo Mariani Gomes Daniel Filgueiras¹, Cláudio Roberto Magalhães Pessoa²

RESUMO

Esse artigo apresenta uma fundamentação teórica para elaboração de um projeto redes ópticas, cuja tecnologia gera uma maior disponibilidade de acesso à internet banda larga e aos serviços agregados simultaneamente. O projeto segue uma metodologia que tem por finalidade reduzir o custo para o usuário final, usando uma topologia de redes ópticas FTTH (*Fiber to the Home*) e tecnologia de redes ópticas passivas (PON – *Passive Optical Network*). Esta arquitetura de rede permite a obtenção de redes de acesso, através do uso de fibras ópticas, com taxas adequadas para multimídia com a qualidade necessária.

Palavras-chave: Internet, FTTH (*Fiber to the Home*), redes ópticas passivas (PON – *Passive Optical Network*), plataforma multisserviços.

1 – INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, várias empresas de telecomunicações e provedores de internet banda larga de pequeno porte, em cidades de interior, utilizam novas formas de abordagem aos seus clientes. Esta abordagem tem por objetivo fazer com que suas redes, em fibra ópticas, sejam mais otimizadas com uma redução de custos significativa no ato da instalação dos equipamentos nos clientes.

Nas redes onde se trabalha com sistema em cabeamento metálico, o tipo de abordagem é feita ponto-a-ponto, fazendo com que o custo de implantação de *backbone* (o núcleo da rede) exija uma alta disponibilidade de cabos de cobre com centenas de pares, um custo elevado e dificuldade de implantação (OLIVEIRA, 2010).

As redes ópticas, por sua vez, já possibilitam uma aplicabilidade em redes de *backbone* interestaduais e intermunicipais. As novas tecnologias e topologias de acesso, com cabos ópticos, vem conquistando o seu espaço rapidamente no mercado das operadoras e provedores. O que ainda as afasta do mercado é, em sua maioria das vezes, a falta de um conhecimento mais profundo do quê este tipo de rede e serviços pode oferecer.

Este trabalho tem o intuito de contribuir com o referencial teórico sobre esse serviço. Resultado de um projeto realizado na Universidade Fumec de uma rede óptica passiva para o município de São José da Lapa, o projeto utiliza a topologia de rede Ponto Multiponto FTTH (*Fiber to the Home*) com a tecnologia GPON (*Gigabit Pasisve Óptical Network*).

¹ Engenheiro de Telecomunicações pela Universidade FUMEC, gmgdfilgueiras@gmail.com

² Professor Mestre da Universidade FUMEC, cpessoa@fumec.br

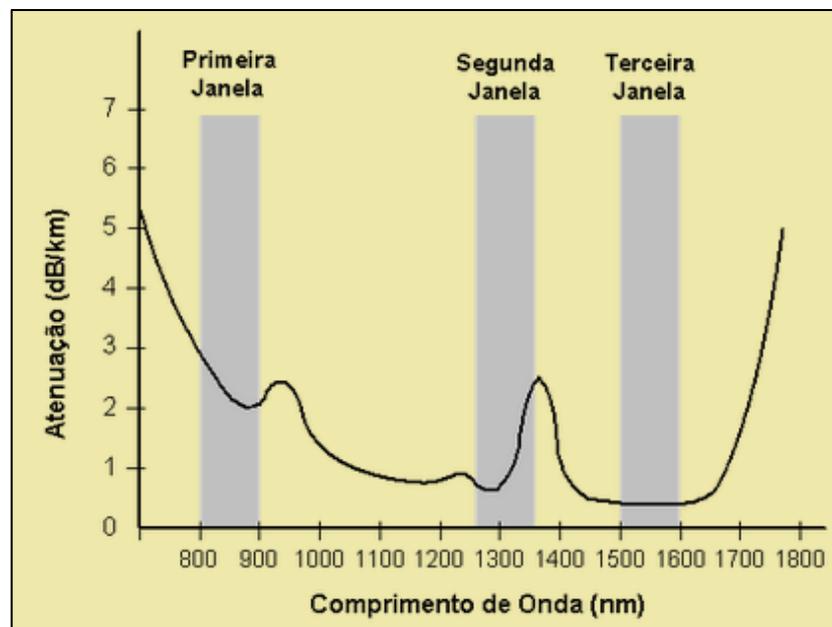
2 – Referencial Teórico

2.1 – FIBRA ÓPTICA

Em um sistema de transmissão que utiliza cabeamento óptico, utiliza-se um sinal eletromagnético cujas faixas de frequências, conseqüentemente os comprimentos de onda, utilizados se encontram nas faixas do infravermelho, da luz visível e ultravioleta, no espectro eletromagnético (JESZENSKY, 2004).

Segundo Coelho (2009), com o aperfeiçoamento da transmissão óptica ao longo do tempo, verificou-se, empiricamente, que a atenuação na fibra óptica era notória. Foi possível perceber três zonas que possuíam valores muito baixos de atenuação. A estas zonas foi dado o nome de janelas de transmissão, sendo elas 850nm, 1310nm e 1550nm, que são as mais utilizadas nos sistemas ópticos, conforme ilustrado no gráfico 1.

Gráfico 1 – Janelas de Transmissão



Fonte: Museu das Comunicações (2015).

Segundo Pereira (2008), atualmente, no mercado, existem dois tipos de cabos ópticos: os cabos Monomodo e os Multimodo.

O cabo multimodo possui núcleo de fibra que difere significativamente no diâmetro em relação ao núcleo da fibra monomodo. Normalmente, o diâmetro do núcleo da fibra monomodo está entre 8-10 micrômetros, enquanto que na multimodo é de 62,5 ou 50 micrômetros. Em ambos os casos, o diâmetro típico do revestimento é de 125 micrômetros (PEREIRA, 2008).

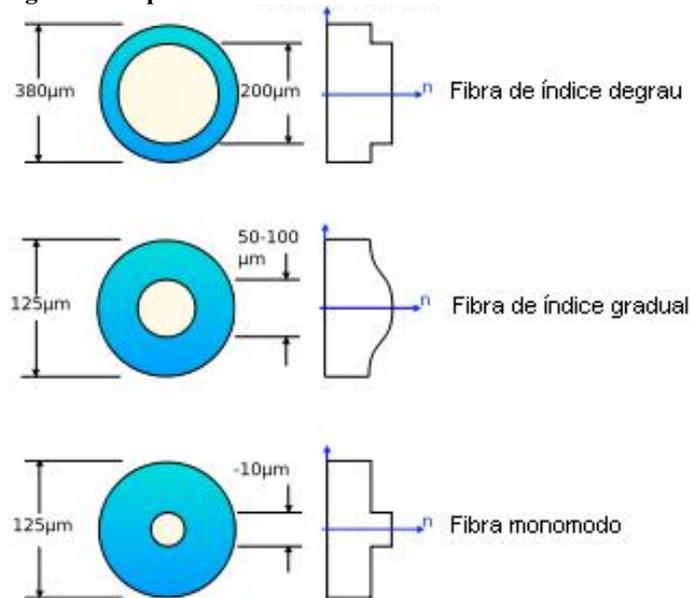
A fibra óptica é, essencialmente, composta de um dielétrico (sílica ou plástico) que compõe um fio cilíndrico transparente, flexível e com uma secção transversal de dimensões extremamente pequenas. Além disso, existe uma espécie de invólucro de proteção, chamado de capa de revestimento, geralmente, feito de material de PVC (Policloreto de polivinila). A casca da fibra óptica é produzida com material de índice de refração levemente menor ao do núcleo, oferecendo as premissas necessárias para

que ocorra a propagação da luz com reflexão total, ou seja, uma transmissão aparentemente sem perdas (AMAZONAS, 2005)

Aparentemente, não existe nenhum tipo de diferença entre os dois tipos de fibra devido ao fato de os diâmetros estarem com dimensão da ordem de micrômetros; porém, apresentam diferenças. A fibra monomodo permite a utilização da fibra com enlaces maiores e por essa razão são usadas no projeto.

As fibras Multimodo apresentam dois tipos: os cabos de índice Degrau e os de índice Gradual conforme mostra a figura 1 abaixo (PEREIRA, 2008).

Figura 2 - Tipos de fibras



Fonte: PEREIRA, 2008

Segundo Pereira (2008), a escolha pelo tipo de fibra trará vantagens e desvantagens na sua utilização. De uma forma geral, as fibras ópticas apresentam, em relação aos cabos de cobre, as seguintes vantagens e desvantagens:

- Vantagens

- Pequena atenuação;
- Maior capacidade de transmissão;
- Redução das dimensões e peso dos cabos;
- Condutividade elétrica nula;
- Imunidade eletromagnética;
- Alta qualidade de transmissão;
- Facilidade na obtenção da matéria prima;
- Sigilo na transmissão.

- Desvantagens

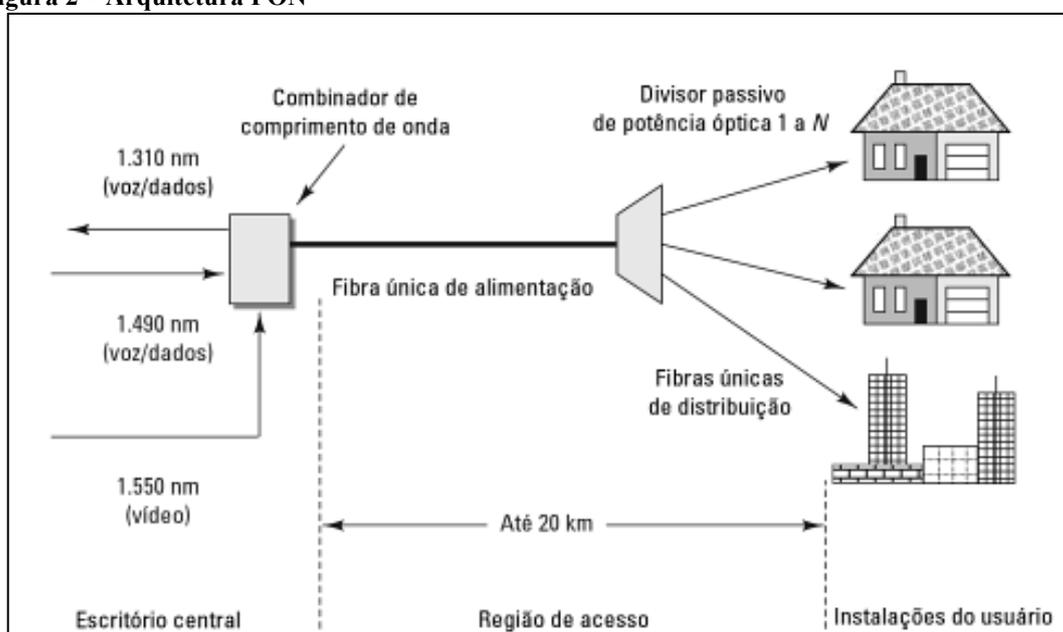
- Custo elevado de manutenção;
- Dificuldade nas emendas e conectores;
- Dificuldade para ramificações;

2.2 REDES ÓPTICAS PASSIVAS (PON – *Passive Optical Network*)

De acordo com Keiser (2014), as redes PON são redes modeladas para utilização de apenas uma fibra óptica, com uma transmissão em duas direções (*Upstream/Downstream*) utilizando componentes passivos ao longo do enlace, ou seja, sem a necessidade de utilização de componentes que dependem de energia ao longo do enlace óptico. Isso traz o benefício de economia de energia e espaço na instalação dos equipamentos e, conseqüentemente, facilita a manutenção da rede.

A Figura 2 ilustra como é feito o atendimento dos clientes finais e os tipos de serviços que podem ser oferecidos utilizando os três comprimentos de onda distintos (1310nm, 1490nm e 1550nm) para fornecimento de serviços de dados, voz e imagem no mesmo meio de transmissão (KEISER, 2014).

Figura 2 – Arquitetura PON



Fonte: Keiser (2014)

Segundo Oliveira (2010), para o atendimento a um conjunto de usuários finais, é necessário efetuar divisão da potência, aumentando assim a capilaridade da rede. Conforme ilustrado na Figura 2, essa divisão é feita utilizando o Divisor Passivo de Potência Óptica, também conhecido como *splitter*, conforme figura 3.

Figura 3 - Splitter



Fonte: SENKO (2015).

Sendo assim, este sistema permite a instalação de uma rede do tipo ponto-multiponto, utilizando fibras monomodo com a utilização de divisores de potência óptica, que permitem a divisão da potência em vários pontos. Esta divisão fará com que uma fibra se divida em 1:4, 1:8, 1:16, 1:32 ou 1:64, dependendo do tipo de projeto proposto ou necessidade da demanda, fechando enlaces ópticos de até 20km de distância (OLIVEIRA, 2010).

Com a divisão da potência, cada *splitter* possui uma queda de potência distinta e, conforme sua utilização, essa queda será diretamente proporcional a divisão feita por ele. Ou seja, quanto mais se dividir o sinal óptico, maior será a perda de potência no enlace conforme visto na tabela 1 (FURUKAWA, 2015).

Tabela 1 – Queda de Potência do *Splitter*

Modelos	1x2	1x4	1x8	1x16	1x32	1x64
Perda de Inserção Máxima	3,7dB	7,1dB	10,5dB	13,7dB	17,1dB	20,5dB

Fonte: O autor (2015).

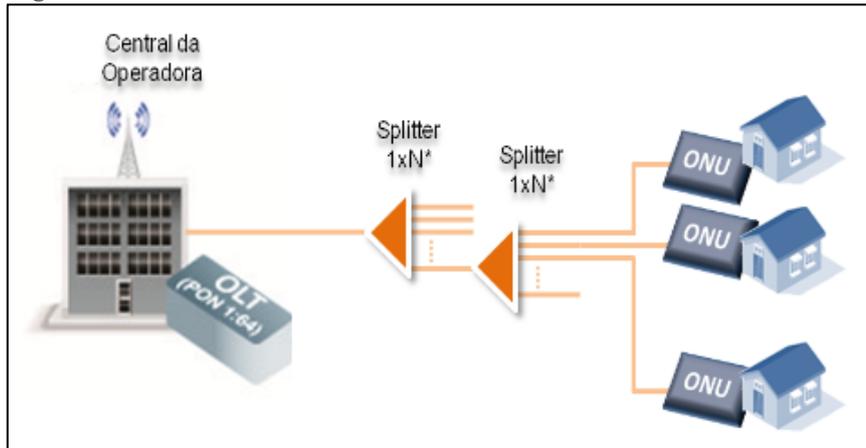
Segundo Keiser (2014), os equipamentos ativos que compõem um sistema PON consistem em dispositivos com emissores ópticos que exigem a utilização de energia elétrica para que coloquem em funcionamento os enlaces ópticos. Esses enlaces são alocados, geralmente, nas estações mais próximas de grande concentração de usuários. Os equipamentos de uma rede PON são: OLT (*Optical Line Termination*) e ONU (*Optical Network Unit*), sendo a ONU também reconhecida como ONT (*Optical Network Terminal*).

Conforme o fabricante de equipamento Furukawa (2015), a OLT possui uma das principais funções da rede PON que é concentrar todos os assinantes da rede de forma que a mesma gerencie todos os acessos de cada cliente final e é instalada na estação do fornecedor de serviços. E por sua vez a ONU, que se encontra instalada no ambiente do cliente, tem por finalidade efetuar a conversão do sinal óptico em sinal elétrico e interagir com a rede interna do usuário.

2.3. GPON (*Gigabit Passive Optical Network*)

A rede Gigabit PON (GPON) (Figura 4) combina as características de uma rede ATM com características da rede Ethernet visando proporcionar uma utilização mais eficiente e flexível. O GPON oferece velocidades no *downstream* de 2,5 Gb/s e velocidades no *upstream* de 1,25 Gb/s. A rede baseia-se nas recomendações G 984.1 e G.984.6 da ITU-T fornecendo serviços de Internet de banda larga, tráfego ATM, TDM e Ethernet. Normalmente, a largura de banda é compartilhada por até 128 usuários, dependendo do tipo de equipamento escolhido (KEISER, 2014).

Figura 4 – Rede GPON

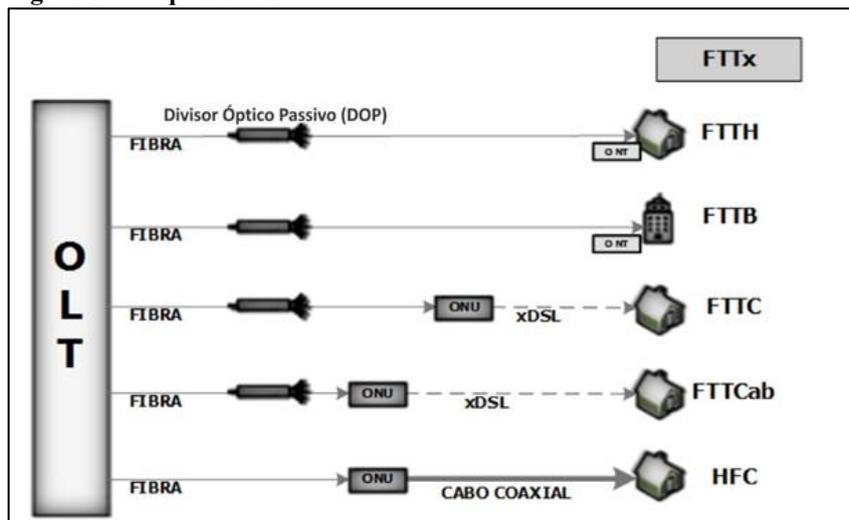


Fonte: Furukawa (2015)

3 – FTTH (Fiber to the home)

Segundo Silva (2013), o FTTH é uma das várias topologias FTTx (*Fiber to the "X"* – termo genérico), escolhidas para efetuar atendimento de clientes com a utilização de fibras ópticas diretamente no cliente final, possibilitando acesso a vários serviços utilizando apenas um equipamento (Figura 5).

Figura 5 – Arquiteturas FTTx



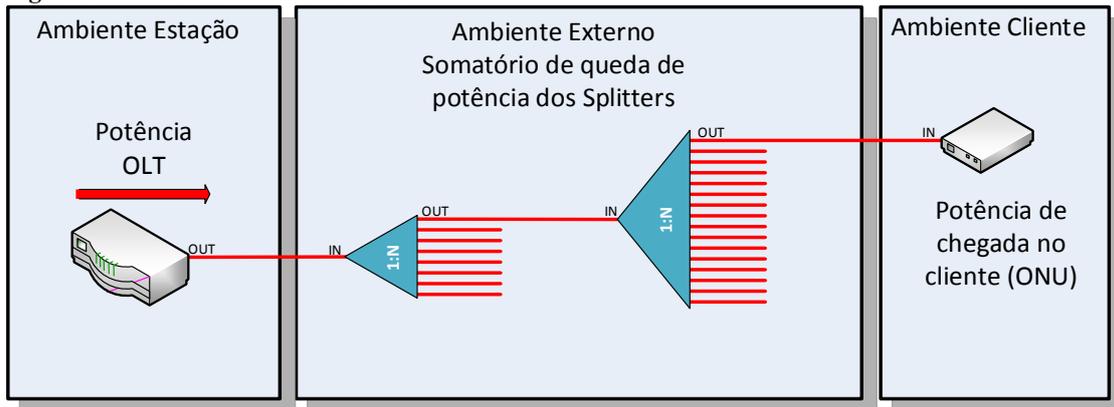
Fonte: Teleco (a) (2015).

Na aplicação direta do FTTH, os equipamentos ativos da rede ficam no ambiente da estação e diretamente na casa do cliente final, ou seja, a OLT fica na estação e a ONU fica no cliente final entregando os serviços contratados.

4. Cálculo de atenuação na rede PON

Para execução de um projeto de atendimento do tipo FTTH, a rede de acesso apresenta nos splitters as subdivisões do sinal até o cliente final. Quanto mais divisões forem feitas, maior será a queda de potência do sinal até o cliente final, conforme ilustrado na Figura 6.

Figura 6 – Transmissão a rede GPON



Fonte: O autor (2015)

Abaixo ilustra-se o cálculo da potência do sinal recebido em uma ONU, em um enlace GPON. Utilizam-se as seguintes premissas:

- Utiliza-se uma agregação de 2 *splitters* distintos ligados diretamente, 1:8 e 1:32;
- OLT, com potência de saída de 3dBm.

Com os dados acima e segundo visto na tabela 1 deste trabalho, tem-se:

$$P_{ONU} = P_{OLT} - P_{Splitter}$$

$$P_{ONU} = 3dBm - (10,5dB + 17,1dB)$$

$$P_{ONU} = -24,6 dBm \text{ na chegada do cliente projetado}$$

Onde:

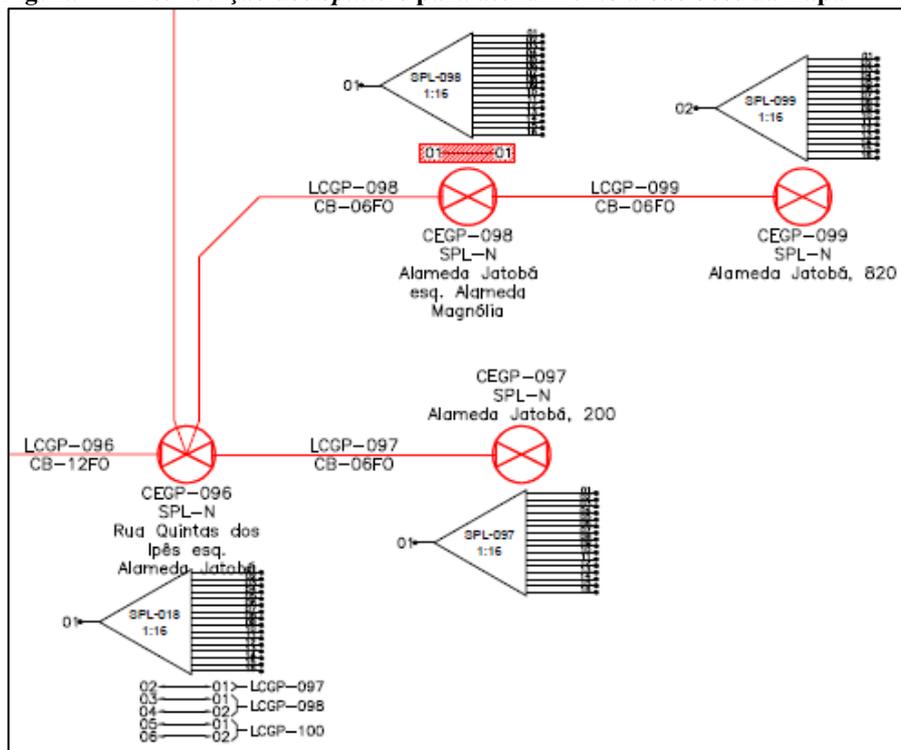
- P_{ONU} : Potência de chegada da ONU.
- P_{OLT} : Potência de saída da OLT.
- $P_{Splitter}$: Potência perdida nos *splitters* conforme a tabela 1.

Assim é possível mensurar uma estrutura de rede PON com as perdas de potência projetada em uma dimensão ideal.

Porém cabe ressaltar que o mundo ideal não é empírico, sendo assim, no momento que o técnico efetuar as medições em campo com o equipamento adequado, os valores reais devem estar próximos ao projetado para garantir o bom funcionamento dos equipamentos nas pontas dos clientes finais. Caso contrário, faz-se necessário um estudo mais minucioso da rede para encontrar ponto de divergência. (FURUKAWA, 2015)

Em Filgueiras et al (2015) foi realizado um projeto para implantação dessa solução para o município de São José da Lapa. A figura 7 demonstra a utilização de *splitters* distribuídos conforme a necessidade apresentada para a aplicação da solução no município.

Figura 7 – Distribuição dos *Splitters* para atendimento à São José da Lapa



Fonte: Filgueiras et al (2015)

5. Conclusão

O principal intuito deste artigo é contribuir com o enriquecimento do referencial teórico sobre a tecnologia de implantação de redes ópticas através da topologia de rede passiva.

As redes ópticas passivas (PON) apresentam taxa de dados suficiente para sistema multisserviços com a convergência da Voz, Dados e Imagem em alta qualidade dentro dos lares e empresas. (SANCHEZ, 2015)

É de conhecimento que as tecnologias em redes de telecomunicações apresentam uma defasagem com relação a outros países desenvolvidos. Porém, o Brasil ganhou um impulso de caráter significativo em redes convergentes, devido ao aumento da demanda, aumentando a necessidade de investimentos em infraestrutura com mais qualidade e capacidade.

As redes passivas têm a capacidade de prover altas taxas ao usuário final e gradualmente vêm propiciando o atendimento à crescente demanda por serviços multimídias de alta qualidade.

Este artigo faz um resumo de um projeto completo (FILGUEIRAS et al, 2015), realizado na disciplina de TFC da Universidade Fumec.

6. Bibliografia

AMAZONAS, José Roberto de Almeida. Projeto de Sistemas de Comunicações Ópticas. Barueri. Editora Manole Ltda, 2005.

COELHO, Sara Catarina Rasteiro. Fibra Óptica na Rede de Acesso: Tecnologias e Soluções. 2009. Aveiro – Portugal. Disponível em <<http://hdl.handle.net/10773/7435>>. Acesso em: 14 de out. 2015.

FILGUEIRAS, Gustavo. et al. ANTEPROJETO DE BACKBONE E REDE ÓPTICA PASSIVA PARA OS BAIROS JARDIM ENCANTADO, PARQUE JARDIM ENCANTADO E GRANJAS REUNIDAS SÃO VICENTE, NO MUNICÍPIO DE SÃO JOSÉ DA LAPA – MG, Trabalho realizado na Disciplina de Trabalho de Final de Curso do curso de Engenharia de Telecomunicações da Universidade Fumec, 2015 – disponível em <file:///Users/ClaudioPessoa1/Downloads/T%20100%20TFC%20JUN%202015.pdf> - acessado em 15/11/2015.

FURUKAWA (a). OLT GPON. Disponível em: <<http://www.furukawa.com.br/ao/produtos/equipamentos/olt-gpon-fk-olt-g2500-883.html>>. Acesso em: 16 de out. 2015.

JESZENSKY, Paul Jean Etienne. Sistemas Telefônicos. Barueri. Editora Manole Ltda, 2004.

KEISER, Gerd. Comunicações Por Fibras Ópticas. Quarta Edição. Brasil. Editora McGraw Hill Brasil, 2014.

MUSEU DAS COMUNICAÇÕES. Fibras Ópticas. Disponível em: <http://macao.communications.museum/por/exhibition/secondfloor/moreinfo/2_8_3_OpticalFibres.html>. Acesso em: 22 de out. 2015.

OLIVEIRA, Patrícia Beneti de. TUTORIAL DE SOLUÇÕES DE ATENDIMENTO EM FIBRA ÓPTICA I. 2010. Disponível em <<http://www.teleco.com.br/pdfs/tutorialsolfo1.pdf>>. Acesso em: 22 de nov. 2015.

PEREIRA, Rafael José Gonçalves, Fibras Ópticas e WDM, Rio de Janeiro, 2008. Disponível em: <http://www.gta.ufrj.br/grad/08_1/wdm1/index.html> Acesso em 17 nov. 2014.

RIBEIRO, José Antonio Justino Comunicações Ópticas. 4ª edição, São Paulo, 2009.

SANCHEZ, Wiliam Penha. TUTORIAL PON: REDES ÓPTICAS DE ACESSO DE BAIXO CUSTO DE SOLUÇÕES DE ATENDIMENTO. 2010. Disponível em <<http://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialpon/default.asp>>. Acesso em: 17 de set. 2015.

SILVA, André Felipe Rodrigues da. Redes PON I: Novas Tecnologias e Tendências. 2013. Disponível em: <<http://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialpontec1/default.asp>>. Acesso em: 18 de set. 2015.