

Universidade Federal de Campina Grande - UFCG
Centro de Engenharia Elétrica e Informática - CEEI
Departamento de Engenharia Elétrica - DEE



RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO

Âncora Telecom Ltda

Campina Grande - PB
26 de novembro de 2019

Bruno Rafael Da Silva Santos

RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO

Relatório de Estágio Supervisionado submetido à Coordenação do Curso de Graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Bacharel em Ciências no Domínio da Engenharia Elétrica.

Área de Concentração: Telecomunicações

Orientador: Edmar Candeia Gurjão, Dr.

Campina Grande

26 de novembro de 2019

Agradecimentos

Agradeço primeiramente a minha família por terem tornado esse sonho possível. Em especial á minha mãe Ivete por todo incentivo e preocupação que sempre teve comigo.

Agradeço a minha amiga e companheira Bervylly por ter sempre sido presente e por sempre ter sido capaz de me fazer sorrir á cada semestre. Agradeço à ÂNCORA telecom pela oportunidade me dada, em especial aos diretores Sérgio e Cristiano por terem confiado nas minhas habilidades.

Agradeço ao Professor Edmar por ter aceitado me orientar durante o estágio, por todos os conselhos valorosos e pela enorme influência que teve na minha escolha pela área de telecomunicações.

Agradeço aos meus amigos que estiveram presentes em minha vida em Campina Grande. Enfim, agradeço a todos que estiveram presentes em minha vida.

Resumo

Este relatório contém a descrição das atividades realizadas pelo aluno Bruno Rafael da Silva Santos na empresa ÂNCORA TELECOM LTDA relativas ao estágio supervisionado exercido durante o período de 29/08/2019 até 21/11/2019. As atividades em questão serviram para consolidar e ampliar os conhecimentos obtidos durante a graduação. Tais atividades foram realizadas quase que exclusivamente no escritório central, localizado no município de Marechal Deodoro – AL. A principal atividade desenvolvida pelo aluno foi a de documentação da rede de fibra-óptica da empresa bem como projeto de expansão da rede FTTH e a substituição da rede FTTC pela FTTH.

Palavras-chaves: Comunicações ópticas, Redes de Comunicações

Abstract

This report contains a description of the activities performed by student Bruno Rafael da Silva Santos in the company ÂNCORA TELECOM LTDA., including the supervised internship during the period from 29/08/2019 to 21/11/2019. The activities in question served to consolidate and expand the knowledge during the graduation. These activities were carried out almost exclusively at the central office, located in the municipality of Marechal Deodoro - AL. The main activity developed by the student was the creation of the company's fiber optic network, as well as the expansion project of the FTTH network and the replacement of the FTTC network by FTTH.

Keywords: optical communications. Communication networks.

Lista de ilustrações

Figura 1 – Modelo de rede PON	10
Figura 2 – OLT	12
Figura 3 – ONU	12
Figura 4 – Splitter Óptico 1:4	15
Figura 5 – Modelo de caixa de emenda	16
Figura 6 – Modelo de CTO	16
Figura 7 – Conectores UPC e APC	17
Figura 8 – Modelo de reflexão nos conectores	17
Figura 9 – OLT - Treinamento Furukawa	18
Figura 10 – OLT, Roteador e ONU - Treinamento Furukawa	19
Figura 11 – Mapeamento Geosite	19
Figura 12 – Gerenciamento Geosite	20
Figura 13 – Software de gerenciamento	21
Figura 14 – Software de gerenciamento WinBox	22
Figura 15 – Roteador de núcleo da rede	22

Lista de abreviaturas e siglas

APC	<i>Conector de Contato Físico Angular</i>
ARQ	<i>Automatic repeat request</i>
CTO	<i>Caixa de Terminação Óptica</i>
CXE	<i>Caixa de Emenda Óptica</i>
EPON	<i>Ethernet-PON</i>
FEC	<i>Forward Error Correction</i>
FTTH	<i>Fiber to the Home</i>
FTTN	<i>Fiber to the Node</i>
GPON	<i>Gigabit-PON</i>
ODN	<i>Rede de Distribuição Óptica</i>
OLT	<i>Terminal de Linha Óptica</i>
ONU	<i>Unidade de Rede Óptica</i>
OTDR	<i>Reflectômetro de Domínio do Tempo</i>
PACPON	<i>Ponto de Acesso Cabeado-PON</i>
PON	<i>Rede Óptica Passiva</i>
PPP	<i>Point-to-Point Protocol</i>
PPPoE	<i>Point-to-Point Protocol over Ethernet</i>
SC	<i>Standard Conector</i>
SM	<i>Single Mode</i>
STP	<i>Spanning-Tree Protocol</i>
TDMA	<i>Acesso Múltiplo por Divisão de Tempo</i>
UPC	<i>Conector Ultra Polido</i>
VLAN	<i>Rede de Área Local Virtual</i>
WDM	<i>Multiplexação por divisão em comprimento de onda</i>

Sumário

1	INTRODUÇÃO	9
1.1	Objetivos	9
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	10
2.1	GPON	10
2.2	FTTx	13
2.3	ODN	15
3	ATIVIDADES DESENVOLVIDAS	18
3.1	Treinamento em redes ópticas	18
3.2	Documentação de Redes	19
3.3	Projeto De Redes de Acesso	20
3.4	Gerenciamento de Rede	20
4	CONSIDERAÇÕES FINAIS	23

1 Introdução

O estágio supervisionado reportado por este trabalho foi realizado pelo aluno Bruno Rafael Da Silva Santos, do curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande, na empresa ÂNCORA TELECOM LTDA durante o período de 29/08/2019 até 21/11/2019, com uma carga horária de 20 horas semanais, totalizando assim, 242 horas. O estágio foi realizado no Departamento Técnico sob supervisão do diretor técnico Sérgio Vieira e orientação do professor Dr. Edmar Candeia Gurjão do DEE da UFCG.

As atividades desenvolvidas durante o estágio foram de documentação e projeto de redes *fiber to the home* (FTTH), incluindo sua viabilidade técnica, escolha dos componentes mais adequados e o levantamento de custos. Atividades também foram desenvolvidas no sentido de auxílio à equipe técnica na resolução de incidentes de rede.

1.1 Objetivos

Este relatório tem por objetivo principal descrever as atividades desenvolvidas no período de Estágio Supervisionado, onde foi possível consolidar muitos dos conhecimentos adquiridos durante a graduação, bem como adquirir novos conhecimentos.

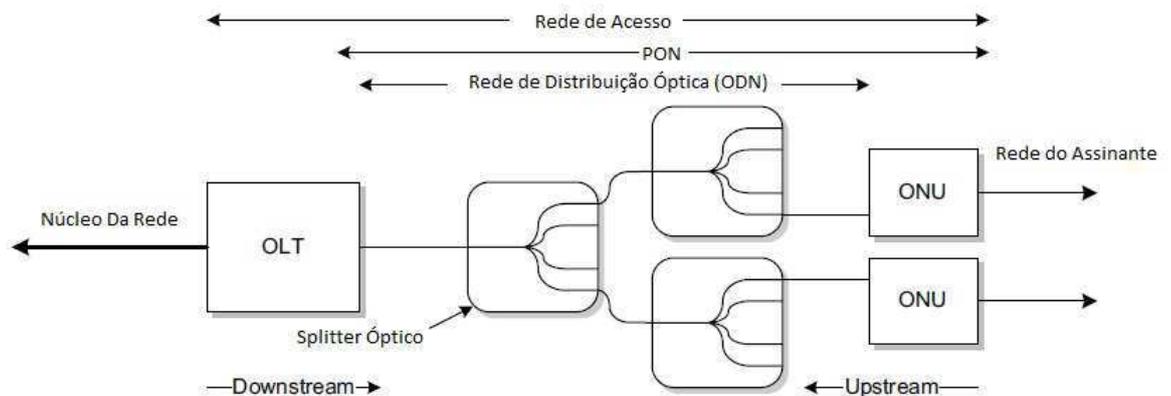
2 Fundamentação Teórica

2.1 GPON

Rede de acesso é a parte da rede que liga um provedor ao usuário final. Historicamente a tecnologia que mais foi utilizada era a *Digital subscriber line* (DSL), pois utilizava a estrutura das linhas telefônicas. No entanto, na última década as redes de fibra óptica de acesso têm ganhado força devido a sua alta taxa de transmissão, maior largura de banda e confiabilidade na transmissão da informação (PINHEIRO, 2017).

O modelo de rede que mais ganhou força no que se trata de rede de acesso óptica foi a rede óptica passiva (PON) e suas variantes. A característica mais atrativa nesse tipo de arquitetura é o fato de que os únicos elementos ativos do enlace se encontram na casa do assinante e na central de distribuição, com a rede de distribuição óptica (ODN) sendo completamente passiva, aumentando assim o tempo entre falhas na ODN (PINHEIRO, 2017).

Figura 1 – Modelo de rede PON



Fonte: HOOD, 2012

A Figura 1 mostra o esquema de uma rede PON. Do lado do provedor se encontra terminal de linha óptica (OLT) ilustrada na Figura 2, este é o equipamento responsável pela conversão dos sinais elétricos em sinais ópticos bem como a agregação para distribuição de tráfego entre os clientes. Do lado oposto tem-se a unidade de rede óptica (ONU), ilustrada na Figura 3, que é responsável pela conversão do sinal óptico em elétrico novamente, naturalmente, no caso de redes em que a fibra chega até a casa do assinante (FTTH) a ONU pode agregar outras funções como de roteador, *switch* e cliente *Point-to-point protocol over ethernet* (PPPoE).

O protocolo PPPoE é um protocolo da camada de enlace, camada dois do modelo OSI, que agrega as funcionalidades de dois protocolos bem conhecidos, o *Ethernet* e o *Point-to-point* (PPP). Um *frame* PPP é encapsulado dentro de um *frame ethernet*, permitindo tirar vantagem das funcionalidades dos dois protocolos. Como o nome sugere, o PPP é um protocolo adequado para links ponto a ponto, no entanto a estrutura da rede PON é em árvore, estando a OLT na raiz e as ONU's nos galhos. O *ethernet* permite então criar um túnel virtual entre o núcleo da rede e um usuário final, criando um enlace ponto a ponto de modo virtual.

No caso da ODN, fazem parte *splitters* ópticos, como mostrado na figura 1 e central de terminação óptica, que são as caixas que alocam os *splitters*. Isso quando se fala em redes FTTH, caso a rede se caracterize pela fibra indo até um ponto de distribuição, usualmente um poste, e posteriormente distribuída utilizando uma rede de *switches*.

As redes baseadas na arquitetura PON possuem algumas variantes, sendo a mais utilizada a Gigabit passive optical network (G-PON) sendo o padrão definido pelo Setor de Normatização das Telecomunicações (ITU-T G.984). O padrão G-PON permite em cada uma de suas portas uma taxa de *downstream* 2,5Gb/s e uma taxa de *upstream* de 1,25Gb/s. A evolução do padrão G-PON é o XG-PON, definido pelo ITU-T G987, que permite velocidades de *downstream* 10Gb/s e 2,5Gb/s de *upstream*. Outro padrão que já foi bastante popular, mas começa a cair em desuso é o *ethernet-PON* (EPON), definido pelo padrão IEEE 802.3ah, no qual são utilizados *frames ethernet* na rede PON, que permite taxas de 1Gb/s simétricas (HOOD, 2012).

O padrão utilizado na empresa na qual foi realizado o estágio é o GPON. Tal padrão define uma única fibra por porta da OLT. Para que haja a comunicação full-duplex utilizasse Multiplexação por divisão em comprimento de onda (WDM), onde o sentido de *downstream* utiliza o comprimento 1490nm e o *upstream* utiliza o comprimento de 1310nm, existe ainda o comprimento de onda de 1550nm que é reservado ao uso de transmissões de vídeo como IPTV. Como definido no padrão ITU-T G984, cada porta GPON suporta até 64 ONUs a uma distância de até 20 km, entretanto vários fabricantes permitem, por meio de atualizações de firmware, a utilização de até 128 ONUs por porta GPON (PINHEIRO, 2017).

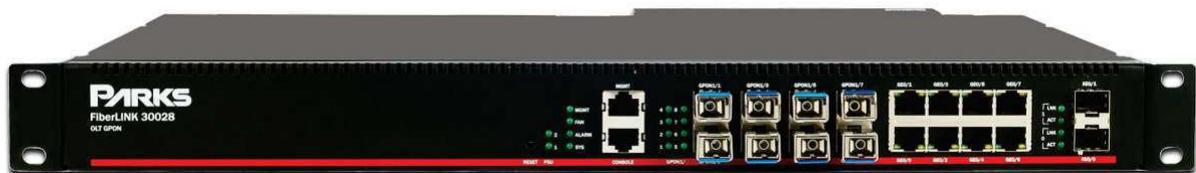
A comunicação em *downstream* é feita em *broadcast*, já no sentido de *upstream*, como várias estações vão partilhar o mesmo canal, é utilizado uma técnica conhecida como acesso múltiplo por divisão no tempo (TDMA) onde cada ONU transmite suas informações em instantes de tempo predefinido pela OLT, esta por sua vez transmite continuamente o bandwidth map, que justamente determina os instantes nos quais cada ONU deve transmitir. OLT também tem autonomia para priorizar tráfego de uma ONU que esteja sobrecarregada, caso outras estejam ociosas (PINHEIRO, 2017).

A rede formada da OLT até a ONU é essencialmente uma rede de camada dois, ambas são vistas como um todo pela rede como sendo bridges, embora funções de gerenciamento e

multicast da camada três sejam aplicadas.

Vale salientar que o GPON tem uma estrutura própria de *frame* na qual o *frame* PPPoE é encapsulado, talvez a maior vantagem que o *frame* GPON traga sobre o *ethernet* tradicional é a possibilidade do uso de *forward error correction* (FEC), ao passo que o *ethernet* prevê somente o uso de *automatic repeat request* (ARQ), tornando assim a arquitetura GPON ainda mais robusta.

Figura 2 – OLT



Fonte: PARKS,2019

Figura 3 – ONU



Fonte: PARKS,2019

2.2 FTTx

O nome Fiber to the X (FTTx) é um termo genérico que designa o alcance da ODN de uma rede óptica de acesso. Sendo fiber to the home (FTTH), caso onde a fibra chega até a residência do usuário final, o mais popular.

- FTTA: *Fiber to the apartment*
- FTTB: *Fiber to the building*
- FTTC: *Fiber to the curb*
- FTTD: *Fiber to the desk*
- FTTH: *Fiber to the home*
- FTTN: *Fiber to the node*

Na lista acima consta as variações da rede FTTx, além da FTTH, como a rede FTTN é a mais utilizada na ÂNCORA telecom LTDA. As redes FTTH possuem inúmeros benefícios, como capacidade para suprir uma alta demanda e o fato de serem redes completamente passivas até a residência do usuário final entretanto têm um alto custo de implantação, podendo tornar inviável seu uso principalmente para provedores em início de operação.

Uma alternativa é a rede FTTN, na qual a ODN chega a região central de um bairro, uma ONU converte o sinal óptico para elétrico, e o restante da rede é feito utilizando alguma outra forma de transmissão, podendo ser através de antenas ou cabeamento metálico. No caso utilizado na empresa em questão era feito com a utilização de *switches* para distribuição de acesso através de cabos UTP, tal rede também é conhecida como Ponto de acesso cabeado-PON (PACPON).

Este tipo de arquitetura também apresenta várias vantagens como diminuição do custo em relação a rede FTTH, aumento na capacidade de usuários ligados a uma porta GPON, é especialmente indicado para locais com planos de atendimento de mais baixa velocidade.

Entretanto as redes FTTN também possuem desvantagens. Como explicado a distribuição em ultimo nível é feito através de *switches*, que são elementos ativos, essa necessidade de alimentação além de diminuir o alcance da rede, também torna a rede como um todo mais susceptível a oscilações na rede elétrica, além de tornar a rede vulnerável a surtos, por exemplo, caso um raio atinja um dos cabos UTP, o surto se propaga por toda a rede metálica, podendo danificar toda a rede. Existe ainda o fato de que, como os cabos UTP não são blindados, estes estão sujeitos a interferência de natureza eletromagnética.

Outra preocupação com redes PACPON é a respeito da lógica de encaminhamento dos *switches*. Para garantir mais segurança na rede, cada porta do *switch* deveria ser incapaz de enxergar as outras, exceto a porta de *upstream*, no entanto para isso é necessário que o *switch* tenha capacidade de usar Redes locais virtuais (VLAN) para impedir o tráfego entre portas de acesso. A lógica de encaminhamento também está relacionada com outro problema, este bem mais comum, que são os loops em camada dois.

Caso duas portas de um *switch* consigam se comunicar uma com a outra, e caso uma delas receba um *frame* em *broadcast*, elas iniciam uma tempestade de *broadcast*, no qual uma fica encaminhando *broadcast* para a outra interminavelmente, inundando a rede com *frames*. Uma tempestade de *broadcast* pode facilmente deixar um provedor impossibilitado de funcionar pois estes podem esgotar os recursos dos mais potentes roteadores. Para evitar tal problema, o IEEE definiu um protocolo chamado *spanning-tree* (STP), definido no padrão 802.1aq, justamente para detectar e tratar de loops, no entanto *switches* capazes de rodar este protocolo tornam-se muito custosos, e por vezes são usados na rede PACPON *switches* sem tal funcionalidade.

2.3 ODN

A rede óptica de distribuição é composta por *splitters* Ópticos, Centrais de terminação óptica e caixas de emenda óptica.

Um divisor óptico passivo, ou *splitter* (figura 4), segundo Pinheiro(2017): "é um divisor óptico, bidirecional, no qual o sentido da luz é dividido ou combinado nas fibras ópticas". Como dito anteriormente, nenhum elemento presente na ODN necessita de alimentação elétrica. Os *splitters*, no caso das redes FTTH, são usadas como portas de acesso entre a unidade consumidora e a central do provedor. No sentido de *downstream* ela divide o sinal proveniente da entrada para todas as saídas, permitindo assim que a OLT alcance todas as ONUs, no sentido *upstream* ela combina o sinal proveniente das ONUs para a OLT. Tais *splitters* podem ser balanceados, caso a potência seja distribuída igualmente entre as saídas, ou desbalanceados caso a distribuição de potência seja assimétrica entre as saídas.



Figura 4 – Splitter Óptico 1:4

A caixa de terminação óptica (figura 6) é utilizada para acomodação e proteção necessária para a construção da rede óptica FTTH. Comporta a terminação do cabo backbone para conectar com o cabo de atendimento na rede. Possibilitam emendas, divisão e distribuição de fibras. As caixas de emenda óptica (figura 5) foram Desenvolvidas para proteger a fusão, distribuição e concentração de fibras ópticas. Abriga emendas diretas e derivadas de cabos ópticos em redes aéreas e subterrâneas(PINHEIRO, 2017).

Um ponto de grande importância em redes ópticas diz respeito aos conectores utilizados nas junções entre fibras, *splitters* e ONU. Naturalmente a junção entre fibras e splitter pode ser feita através de fusões, o que diminuiria a perda de potência nessas junções, entretanto demandam muito tempo para serem realizadas, aumentando o tempo de ativação de uma fibra e dificultando mudanças na rede óptica. Sendo assim é recomendado o uso de conectores. Tais elementos são identificados pelo tipo de polimento da sua junção, tipo de fibra aos quais são aplicados e o padrão físico dos conectores.

A Figura 7 mostra os dois tipos de conectores mais utilizados em redes PON, o co-



Figura 5 – Modelo de caixa de emenda



Figura 6 – Modelo de CTO

conector da esquerda é o SC-UPC-SM, o SC é de standard conector, o UPC é de conector ultra polido e o SM significa que este é adequado para uso em fibras *single mode*.

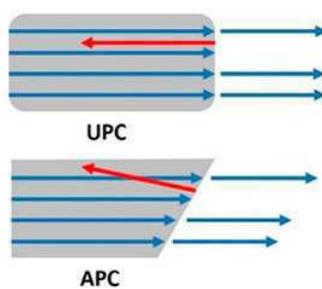
O conector da direita é o SC-APC-SM, onde a diferença entre eles é que o APC significa contato físico angular. Em resumo, no primeiro o polimento é feito completamente perpendicular à fibra, com algum arredondamento nas bordas, enquanto o contato do segundo é feito com ângulo de 8° . A diferença no resultado dos dois se dá quando se compara a perda de retorno da luz para a fonte emissora. O conector APC apresenta perdas de retorno maiores que 60dB, enquanto o UPC apresenta na faixa de 50dB(PINHEIRO, 2017).

Figura 7 – Conectores UPC e APC



Fonte:HOOD,2012

Figura 8 – Modelo de reflexão nos conectores



Fonte:FIBERWAN, 2019

3 Atividades Desenvolvidas

Durante o estágio, o aluno foi apresentado ao ambiente de datacenter do provedor, seus principais equipamentos (figura 15), bem como a familiarização com seus softwares de gerenciamento. Também foram feitos estudos e treinamentos no campo de redes ópticas.

3.1 Treinamento em redes ópticas

Durante as primeiras semanas do estágio, foi feito um treinamento com as equipes de campo no qual o aluno também teve a oportunidade de participar. Este treinamento inicial serviu para suprir ao aluno a falta de contato durante o curso com equipamentos usados em redes de fibra óptica. Aqui foi possível criar familiaridade com os cabos ópticos usados em projetos e suas especificações, utilizar máquinas de fusões para fazer emendas em fibras ópticas e usar o reflectômetro óptico no domínio do tempo (OTDR) para teste de atenuação em fibras.

O aluno também teve oportunidade de participar de um treinamento realizado pela FURUKAWA(figuras 9 e 10) a respeito de desenvolvimento de soluções em redes FTTx onde foram apresentados os conceitos a respeito de redes ópticas de acesso, principais etapas em um projeto de rede, além de ser um contato com uma OLT e sua interface de configuração.

Figura 9 – OLT - Treinamento Furukawa



Fonte: Autoria própria

Figura 10 – OLT, Roteador e ONU - Treinamento Furukawa

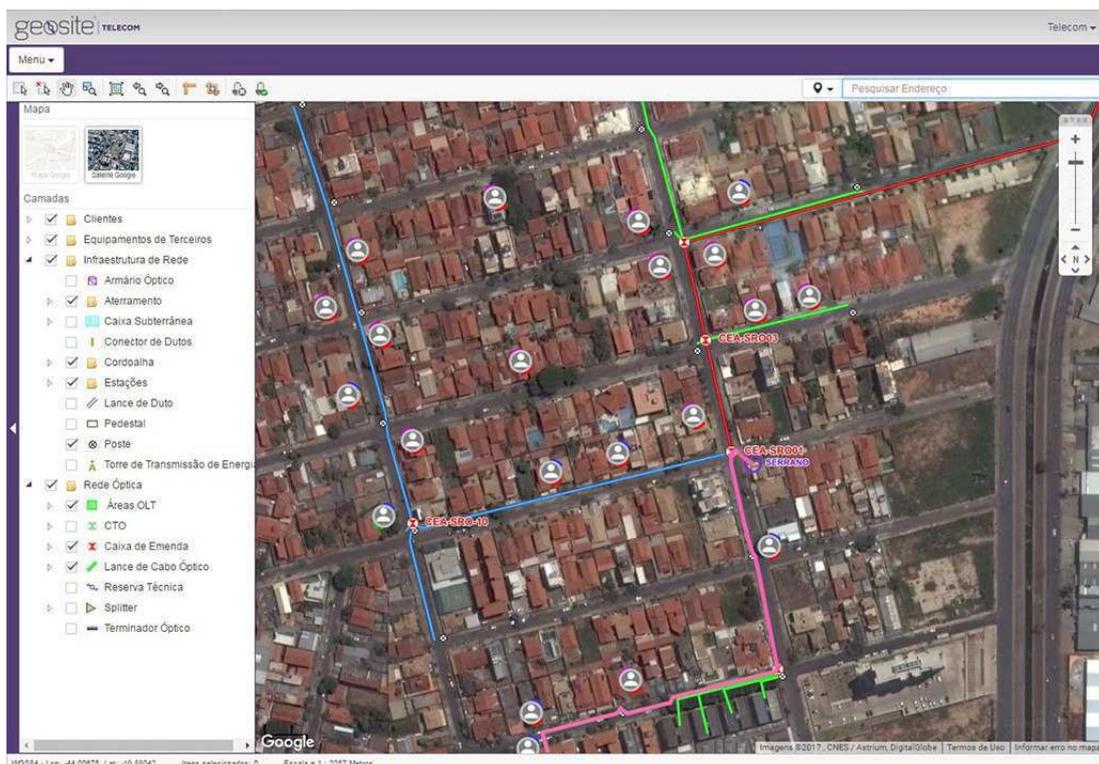


Fonte: Autoria própria

3.2 Documentação de Redes

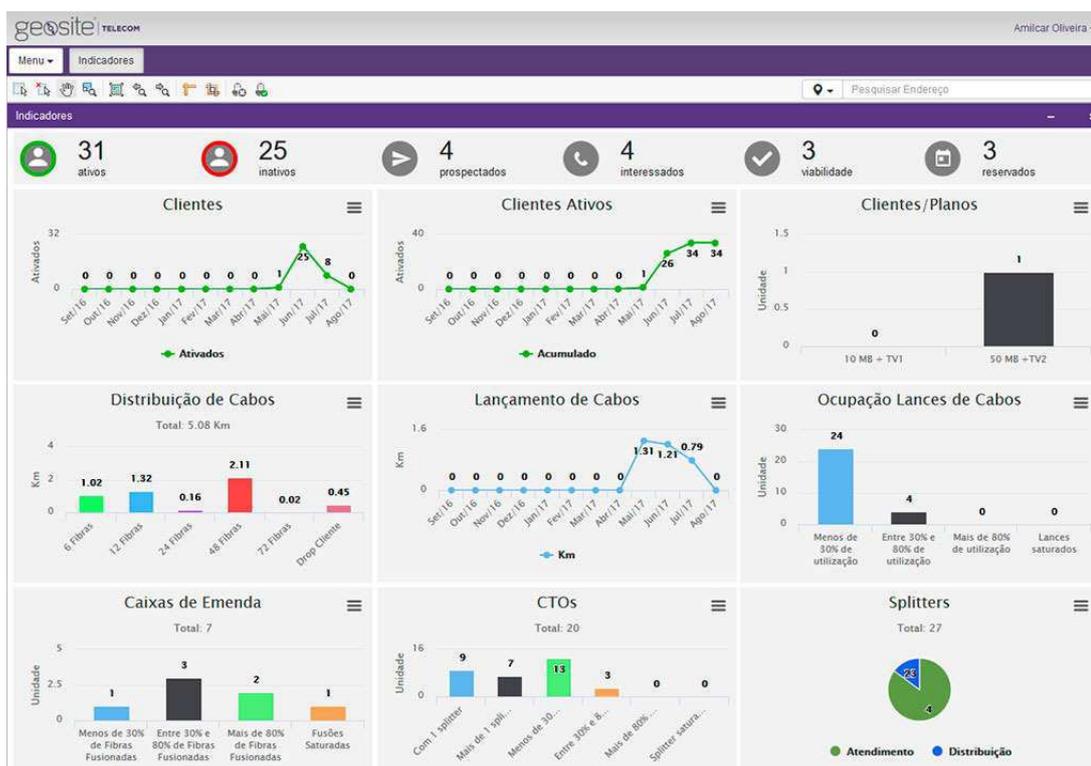
Após os treinamentos foi delegado ao aluno a documentação da rede óptica de acesso já existente. Aqui foram apresentados ao aluno softwares de gerenciamento de redes como o GEOSITE (figuras 11 e 12) e o GEREMAP. Foram feitos os levantamentos dos cabos ópticos, splitters e CTO's.

Figura 11 – Mapeamento Geosite



Fonte: DIGICADE, 2019

Figura 12 – Gerenciamento Geosite



Fonte: DIGICADE, 2019

3.3 Projeto De Redes de Acesso

Grande parte do tempo de estágio foi destinado ao projeto de novas redes FTTH, tanto para locais novos como para substituir as redes PACPON que ainda existiam na empresa. Tais projetos, no entanto, não podem ser documentados neste relatório pois são de natureza confidencial. Pode-se salientar, entretanto, que para tais projetos foram considerados as potências dos lasers presentes na rede GPON, foi analisado a viabilidade técnica da implantação bem como a possibilidade de aumento da capacidade da rede. Foram utilizados também técnicas até então ainda não utilizadas na empresa, como o uso de redes feitas com *splitters* desbalanceados, que reduzem os custos de implementação, mas requerem mais perícia técnica, pois problemas nesse tipo de rede podem levar a uma falha completa da rede.

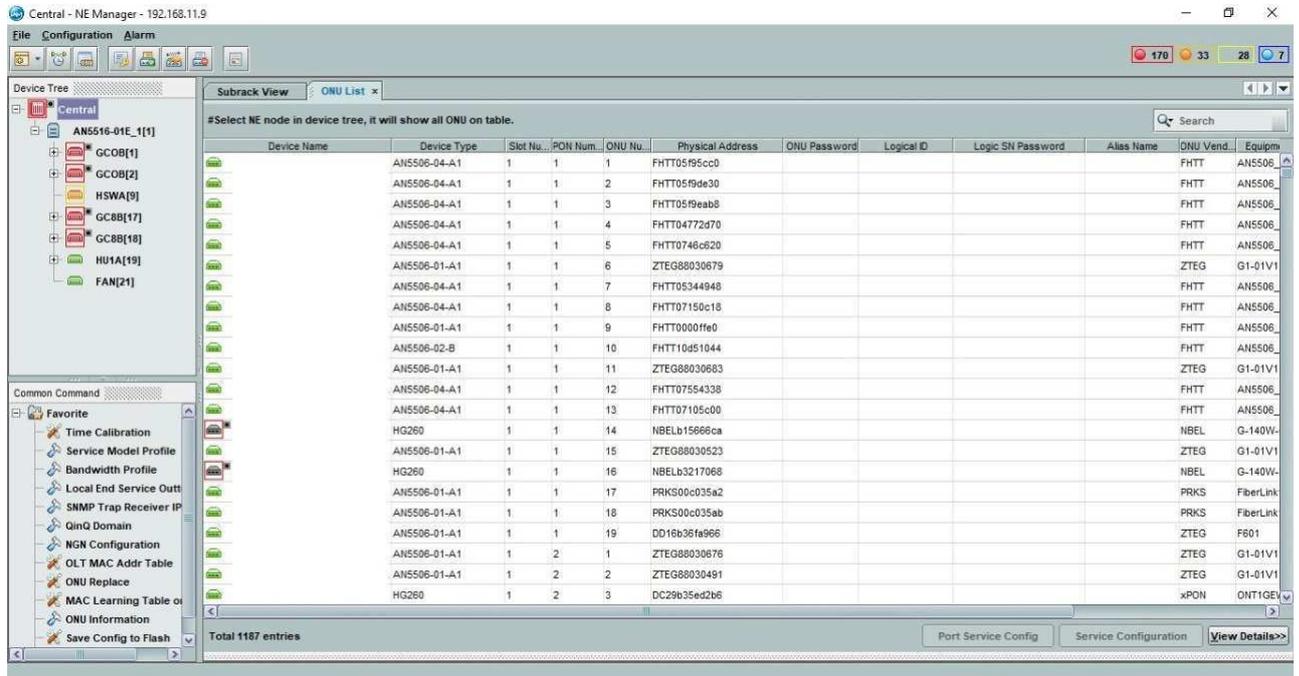
3.4 Gerenciamento de Rede

No que diz respeito ao núcleo da rede, o aluno teve a oportunidade de se familiarizar e utilizar os softwares de gerencia do núcleo da rede. Também participou da resolução de incidentes na rede de acesso e no *backbone*.

A Figura 13 mostra o software de gerenciamento da OLT, o UNM2000, onde se tem o registro e controle de todas as ONUs na rede, onde se tem acesso também a informações de

gerenciamento como as potências transmitidas e recebidas pela ONU.

Figura 13 – Software de gerenciamento

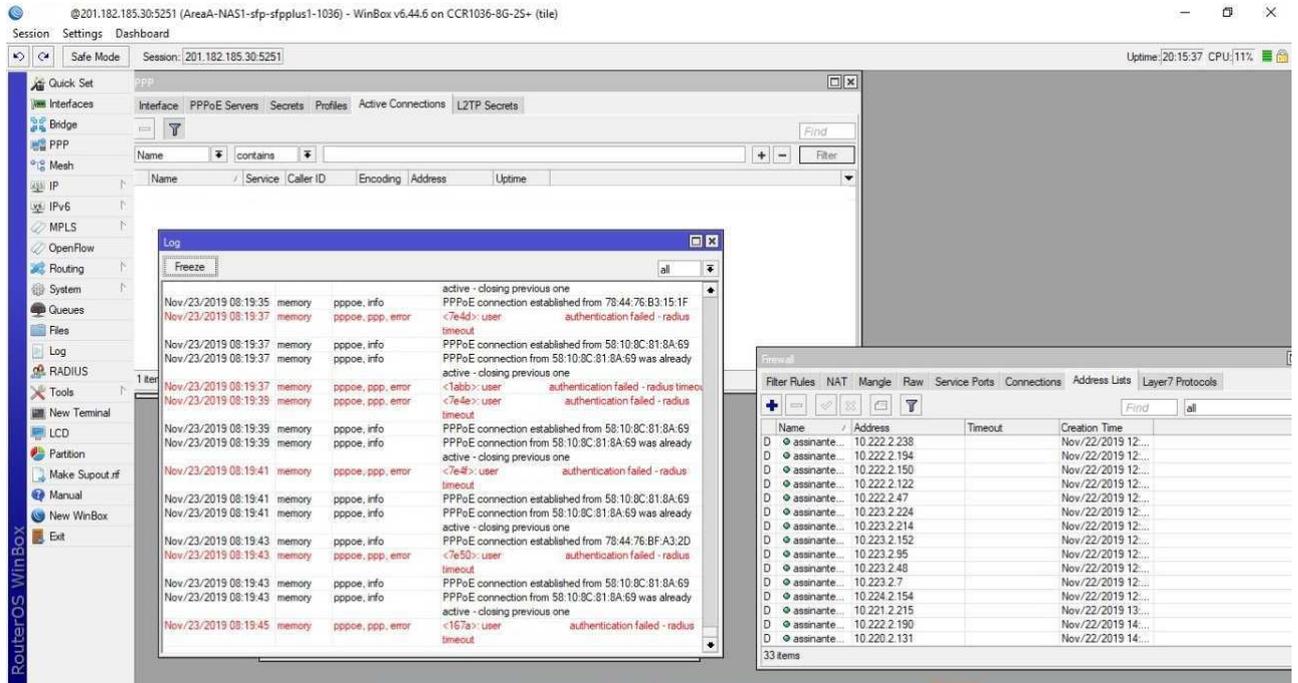


UNM2000

Fonte: Autoria própria

A Figura 14 mostra o software utilizado para gerência e controle dos roteadores presentes no núcleo da rede (figura 15), onde é possível verificar taxas de transmissão, servidores PPPoE e DHCP, bem como todo o funcionamento dos protocolos de roteamento, interfaces virtuais utilizadas para transmissão em VLANs e controle de distribuição de rotas.

Figura 14 – Software de gerenciamento WinBox



Fonte: A autoria própria

Figura 15 – Roteador de núcleo da rede



Fonte: MIKROTIK, 2019

4 Considerações Finais

O estágio é uma etapa importante ao final do curso de graduação, permitindo o primeiro passo no desenvolvimento da carreira de todo profissional. Mais do que ganhar experiência, ele possibilita para os estudantes o ganho de conhecimento, competências e uma relação prática da teoria vista em sala de aula.

Não diferente disto, o estágio relatado neste trabalho possibilitou o aprofundamento dos conhecimentos adquiridos durante a graduação, além de suprir algumas lacunas de conhecimento por parte do aluno. Tudo isso mostrando mais uma vez a importância do estágio para a vida profissional do aluno.

Referências

1. HOOD,D.;TROJER,E.. GIGABIT-CAPABLE PASSIVE OPTICAL NETWORKS: 1. ed. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 2012.
2. PINHEIRO,J.. Redes ópticas de acesso em telecomunicações: 1. Ed. Rio de Janeiro: Elsevier,2017
3. FIBERWAN. UPC ou APC? Disponível em:< <http://www.fiberwan.com.br/apc-ou-upc/>> Acesso em 24/11/2019
4. PARKS. Produtos Disponível em :< <https://parks.com.br/produtos.html>> Acesso em 23/11/2019
5. MIKROTIK. Products Disponível em :< <https://mikrotik.com/products>> Acesso em 23/11/2019
6. FURUKAWA. Produtos Disponível em :< <https://www.furukawatam.com/pt-br/catalogo-de-produtos>> Acesso em 23/11/2019
7. DIGICADE. Funicionalidades Disponível em: < <https://digicade.com.br/produtos/geosite-telecom/>> Acesso em 24/11/2019