UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS - UFAL
CAMPUS ARAPIRACA
CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO - BACHARELADO

ADRIANO JORGE VITORINO MELO JÚNIOR

PROJETO DE REDE DE ACESSO FTTH COM TECNOLOGIA GEPON NO BAIRRO SANTA LUZIA – BATALHA/AL

ARAPIRACA
2021

Adriano Jorge Vitorino Melo Júnior

Projeto de rede de acesso FTTH com tecnologia GEPON no bairro Santa Luzia – Batalha/AL

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), apresentado como requisito parcial para conclusão do Curso de Bacharelado em Ciência da Computação da Universidade Federal de Alagoas – UFAL, Campus Arapiraca.

Orientador: Prof. Me. Rômulo Nunes de Oliveira

Arapiraca

2021

Universidade Federal de Alagoas – UFAL
Biblioteca Campus Arapiraca - BCA
Bibliotecário Responsável: Nestor Antonio Alves Junior

CRB - 4 / 1557

M528p Melo Júnior, Adriano Jorge Vitorino de
Projeto de rede de acesso FTTH com tecnologia GEPON no bairro Santa Luzia – Batalha / AL / Adriano Jorge Vitorino de Melo Júnior. – Arapiraca, 2021.
37 f.: il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciência da Computação) - Universidade Federal de Alagoas, *Campus* Arapiraca, Arapiraca, 2021.

Orientador: Prof. Me. Rômulo Nunes de Oliveira.

Referências: f. 35-36.
Apêndice: f. 37.

1. Fibra ótica. 2. Fiber to the Home (FTTH). 3. Gigabit Ethernet Passive Optical Network (GEPON). 4. Rede urbana. 5. Provedor de internet. I. Oliveira, Rômulo Nunes de. II. Título.

CDU 004

Adriano Jorge Vitorino de Melo Júnior

Projeto de rede de acesso FTTH com tecnologia GEPON no bairro Santa Luzia - Batalha/AL

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), apresentado como requisito parcial para conclusão do Curso de Bacharelado em Ciência da Computação da Universidade Federal de Alagoas – UFAL, Campus Arapiraca.

Data de Aprovação: 26/02/2021.

Banca Examinadora

Prof. Me. Rômulo Nunes de Oliveira
Universidade Federal de Alagoas
Campus Arapiraca
(Orientador)

Prof. Dr. Thiago Bruno Melo de Sales
Universidade Federal de Alagoas
Campus Arapiraca
(Examinador)

Téc. Cárlisson Borges Tenório Galdino
Universidade Federal de Alagoas
Campus Arapiraca
(Examinador)

“Dedico este trabalho aos meus pais. Sem eles nada seria possível.”

AGRADECIMENTOS

A minha mãe, Maria Vieira da Silva, meu pai Adriano Jorge Vitorino Melo e meu irmão Hotaviano Victor da Silva Melo, pelos ensinamentos e esforços, com a ajuda de vocês foi possível chegar até aqui, amo vocês.

A minha família pelo apoio nas horas difíceis e de angústia, especialmente a minha tia Quitéria, a Celso e meu primo Henrique, que durante a graduação fizeram de sua casa meu segundo lar, o que me deu possibilidade de continuar os estudos.

A minha namorada Carolayne por estar ao meu lado em momentos felizes e dias tristes, sempre me apoiando a enfrentar os desafios.

Aos amigos que tive a honra de conhecer no tempo em que estive no Núcleo de Tecnologia da Informação (NTI), em especial ao Davi, Itamar, Dewison, Evertton, Luan, Kamilla, Pedro, Diogo, Cárlisson, Ítalo e o Marcelo.

Aos meus amigos que fiz no curso para vida toda, que sempre estiveram por perto: Diógenes, João Vitor, Pedro, Arnóbio, Lucas, Wanne e todos da turma de 2012.

A todos os colaboradores da Nativa Telecom que ajudaram a tornar esse projeto em realidade: Daniel Carlos, Valdemir, Isabelle e Daniel Jesus.

Agradeço em especial ao Mestre Rômulo Nunes, pela paciência e conselhos durante o curso e também por ter aceitado a orientação em um tema que me identifico.

Por fim a todos que me ajudaram nessa jornada diretamente ou indiretamente.

O sucesso é a soma de pequenos esforços repetidos dia sim, e no outro dia também.

Robert Collier

RESUMO

O consumo de banda de Internet está em constante crescimento em decorrência de novos usuários e de serviços digitais criados ao longo dos anos. Dessa forma são necessárias infraestruturas de rede com alta capacidade de transmissão, para suportar planos com maiores larguras de banda para o consumidor. Nesse contexto, redes de acesso baseadas em fibra ótica vêm entregando altas velocidades e suprindo essa demanda, entretanto nem toda localidade tem essa infraestrutura disponível, o que favorece a desigualdade social, uma vez que algumas localidades têm infraestrutura superiores comparadas a localidades subdesenvolvidas. O presente artigo mostra um projeto de implantação de uma rede de acesso baseada em fibra ótica, realizado no bairro Santa Luzia na cidade de Batalha-AL, com objetivo de entregar uma opção de provedor regional de Internet banda larga, ofertando um serviço convergente ao de outros bairros da região. Tendo como resultado a melhoria no acesso e o aumento da velocidade de conexão com Internet, contribuindo com a inclusão digital da localidade.

Palavras-chave: Fibra ótica; Fiber to the Home (FTTH); Gigabit Ethernet Passive Optical Network (GEPON); Rede urbana; Provedor de internet.

ABSTRACT

The consumption of Internet bandwidth is constantly growing due to new users and digital services created over the years. Thus, network infrastructures with high transmission capacity are mandatory for plans with higher bandwidths for the consumer. In this context, access networks based on high optical fiber delivering high needs and supplying this demand, however, not every location has this infrastructure available, which favors social inequality, since some locations have superior infrastructures compared to underdeveloped locations. This article shows a project to implement an access network based on optical fiber, carried out in the Santa Luzia neighborhood in the city of Batalha-AL, with the objective of delivering an option of a regional broadband Internet provider, offering a convergent service to the from other neighborhoods in the region. As a result of an improvement in access and an increase in Internet connection, contributing to the digital inclusion of the locality.

Keywords: Optical fiber; Fiber to the Home Fiber to the Home (FTTH); Gigabit Ethernet Passive Optical Network (GEPON); Urban network; internet provider.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Tráfego IX-Brasil 17
Figura 2 – Fibra Ótica 18
Figura 3 – Componentes Rede (PON) 19
Figura 4 – Arquiteturas FTTx 20
Figura 5 – Área pretendida de atendimento 23
Figura 6 – Mapa Localidade do projeto 24
Figura 7 – Dimensionamento de Componentes 25
Figura 8 – Montagem de DIO com Máquina de Fusão fujikura 22s 27
Figura 9 – Lançamento de Fibra Ótica 28
Figura 10 – Ancoragem em poste - NBR-15214 28
Figura 11 – Montagem da CEO 29
Figura 12 – Montagem da CTO para atendimento FTTh 29
Figura 13 – Medição de potência de sinal ótico com OPM 30
Figura 14 – Topologia Unifiliar do projeto 30
Figura 15 – Tráfego de dados no bairro Santa Luzia 32
Figura 16 – Gráfico de distribuição percentual dos horários que os clientes acessam à Internet 33
Figura 17 – Comparativo de serviços de Internet 33

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Perda de potência da CTO 17 26

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Comparação dos Trabalhos Relacionados.....16
Quadro 2 – Comparação GEPON e GPON.....19
Quadro 3 – Cronograma 2020.....21

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANATEL Agência Nacional de Telecomunicações
CEBRAP Centro Brasileiro de Análise e Planejamento
CEO Caixa de Emenda Óptica
CTO Caixa de Distribuição Óptica
Db Decibel
DIO Distribuidor Interno Óptico
FTTH Fiber to the Home
GEPON Gigabit Ethernet Passive Optical Network
GPON Gigabit Passive Optical Network
IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatistica
IEEE Institute of Electrical and Electronic Engineers
ITU-T Telecommunication Standardizattion Sector
IX Internet Exchange
NBR Norma Brasileira
OLT Optical Line Terminal
ONU Optical Network Unit
OPM Optical Power Meter
PON Passive Optical Network
QoS Qualidade de Serviço

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 13
1.1 METODOLOGIA 13
2 TRABALHOS RELACIONADOS 15
3 REFERENCIAL TEÓRICO 17
3.1 REDE ACESSO **17**
3.2 FIBRA ÓTICA **17**
3.3 REDE PON **18**
3.3.1 Arquitetura FTTx 20
4 PROJETO 21
4.1 CRONOGRAMA **21**
4.2 ELABORAÇÃO DO PROJETO **21**
4.2.1 Localidade 22
4.2.2 Àrea de atendimento 22
4.2.3 Viabilidade de infraestrtutura 23
4.2.4 Taxa pretendida de assinantes 24
4.2.5 Dimensionamento de rede 24
4.2.6 Cálculo de potência 25
4.3 IMPLANTAÇÃO E CERTIFICAÇÃO **26**
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES 31
6 CONCLUSÃO 34
REFERÊNCIAS 35
APÊNDICE A – PLANILHA ORÇAMENTÁRIA DE EQUIPAMENTOS 37

1 INTRODUÇÃO

Segundo o IBGE, 8 a cada 10 casas no Brasil têm acesso à Internet (IBGE, 2018). Esse crescente número de usuários, junto com o aumento exponencial no consumo de dados, exige das infraestruturas de redes maior capacidade de tráfego para entregar a velocidade contratada. Segundo dados da ANATEL (Agência Nacional de Telecomunicações), a Internet banda larga fixa no Brasil cresceu 20.1% entre 2016 e 2020 (ANATEL, 2020).

Ao longo dos anos novas tecnologias foram inventadas para dar conta da demanda de tráfego da Internet, principalmente na rede de acesso que faz a ponte de comunicação entre prestadora de serviço e usuário final. A utilização de fibra ótica passiva (PON) em redes de acesso vem ganhando espaço pela sua versatilidade e aplicabilidade, podendo ser utilizada em serviços *tripleplay* (dados, voz e vídeo), que aliado a arquitetura FTTh (Fiber To The Home) leva a fibra ótica até a casa do usuário final, garantindo estabilidade e escalabilidade dos serviços contratados.

A expansão de infraestrutura de redes de alta capacidade vêm se tornando realidade no Brasil. "Mas essa expansão não é uniforme, apresentando desigualdades regionais no acesso e no uso da Internet, especialmente entre as áreas urbanas e rurais e de acordo com as diferentes classes sociais" (CETIC, 2019). Existe uma grande diferença na velocidade de banda larga entre zonas urbanas e zonas rurais. Um dos fatores dessa diferença é a capacidade das redes de acesso da região, podendo ter velocidades baixas e instabilidade na conexão, o que contribui ainda mais para a desigualdade social entre as localidades.

As redes de acesso do bairro Santa Luzia em Batalha-AL, que já foi considerado um povoado, eram obsoletas, entregando velocidades incompatíveis com a realidade atual. Tendo em vista uma oportunidade de negócio e querendo mudar o cenário atual desse bairro foi construído um projeto de implantação de uma rede de acesso baseada em fibra ótica para oferecer um serviço de Internet banda larga, com velocidade de conexão superiores as existentes na localidade.

1.1 METODOLOGIA

A elaboração deste projeto teve como base referenciais bibliográficos de assuntos relacionados a projetos de infraestrutura de rede, livro sobre redes óticas e

sites de fornecedores. Seguindo o cronograma no Quadro 3, projetado e aprovado, seguiu para etapa de implantação da rede de acesso, foram observadas as normas técnicas vigentes da ABNT para infraestruturas de rede. Por fim, um questionário foi aplicado para coletar informações de satisfação do serviço.

2 TRABALHOS RELACIONADOS

Foram encontrados diversos trabalhos relacionados na literatura, que implementaram redes de acesso baseadas em fibra ótica, para melhorar a qualidade do acesso do usuário ao provedor de serviços.

O trabalho de Silva e Lima (2020) relata a implantação de uma rede FTTh para substituir uma rede de cabeamento de cobre, em um bairro com alto número de reclamações. Com a finalidade diminuir este índice foi elaborado um projeto, inicialmente utilizando ferramentas de mapeamento da localidade, para dimensionar a nova rede, seguindo as normas técnicas da ABNT. Como resultado obteve-se uma diminuição no número de chamados técnicos na localidade.

Já o trabalho de Araújo (2019), demonstra as vantagens e desvantagens da fibra ótica em relação a outras tecnologias de comunicações (Via rádio, cabo coaxial e cabo UTP), onde relata um projeto de implantação de uma infraestrutura baseada em fibra ótica com arquitetura FTTh, com estudos feitos na localidade para mapear os ramais, escolher a taxa pretendida de adesão e localização das caixas de atendimento, com a preocupação de montar uma infraestrutura para suportar a crescente demanda de clientes e velocidade, junto com a qualidade da conexão já que a fibra ótica é imune a interferências externas, com durabilidade de 20 anos.

Os dois trabalhos apresentaram projetos de implantação de rede de acesso baseada em fibra ótica, para melhoria no serviço oferecido aos usuários, com ênfase em estabilidade, velocidade e durabilidade. Por se tratar de tecnologias baseada na fibra ótica que não sofre interferências eletromagnéticas e que pode transportar mais dados, ambos os trabalhos trouxeram resultados satisfatórios em relação a possibilidade de entregar planos com velocidades superiores a tecnologias anteriores. A experiência relatada nesses trabalhos relacionados, contribuiu como informações de apoio na escolha da taxa de adesão pretendida e dimensionamento da rede que foram desenvolvidas nesse trabalho, comparados no Quadro 1.

Quadro 1 – Comparação dos Trabalhos Relacionados

Trabalho	Portas FTTh	Tecnologia	Topologia
Marcos e Demosthenis	64	GEPON	Barramento
Francisco Araújo	1.512	GPON	Árvore
Adriano Jorge	192	GEPON	Árvore

Fonte: O autor (2021).

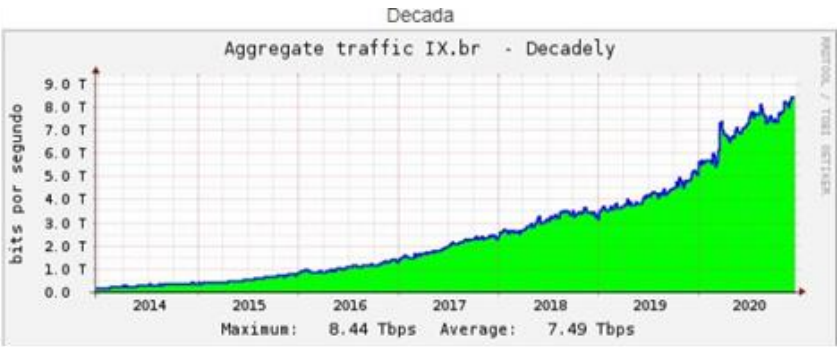
3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 REDE DE ACESSO

As redes de acesso são infraestruturas responsáveis pela última milha de conexão dos usuários a sua prestadora de serviços, existem vários tipos: sem fio, cabeada ou de fibra ótica. Sendo que a fibra ótica representa um meio de transmissão com grande potencial de crescimento.Segundo Pinheiro (2016) “a rede de acesso é parte integrante de qualquer sistema de telecomu- nicações e deve ser economicamente viável para o provedor de serviços”. Uma rede de acesso viável economicamente, deve considerar a localidade, equipamentos, capacidade de tráfego, manutenção e custo de implantação.

Apesar da crescente na demanda de consumo de dados (banda de Internet) ao longo dos últimos anos, em 2020 com o isolamento social causado pelo coronavírus houve um aumento inesperado no consumo de dados no Brasil (TELETIME, 2020), como mostra a Figura 1. Verificamos que esse aumento exponencial é de grande importância para o planejamento da capacidade das redes de acesso, com vista à previsão de demanda crescente.

Figura 1 – Tráfego IX-Brasil



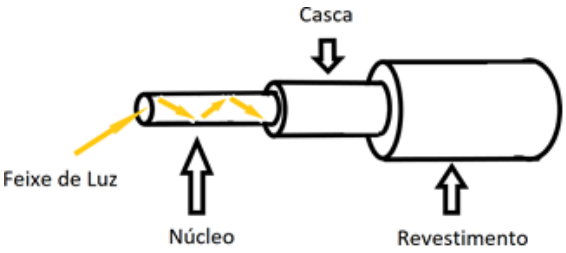
Fonte: NICBR (2020).

3.2 FIBRA ÓTICA

A fibra ótica é um meio de propagação da luz entre o transmissor e o receptor através do seu núcleo de vidro ou plástico, a partir de faixas de comprimentos de ondas chamadas janelas óticas. A Figura 2 demostra o feixe de luz sendo conduzido entre o núcleo e casca. A luz projetada a uma certa distância vai perdendo potência ao longo do percurso, isso é denominado atenuação. “A maioria das redes de

telecomunicações existentes utiliza, como meio físico de transmissão, cabos de cobre (par entrançado de cobre). No entanto, com os desenvolvimentos feitos no estudo da fibra óptica, descobriu-se que esta apresenta várias vantagens relativamente ao cobre e começou-se a considerar possíveis aplicações da fibra nas redes de acesso e na transmissão de dados" (COELHO, 2009). Com altas taxas de transmissão, imune a interferências eletromagneticas e alta durabilidade a fibra ótica vem sendo viável para projetos de redes a longo prazo.

Figura 2 – Fibra Ótica



Fonte: O autor (2020).

3.3 REDE PON

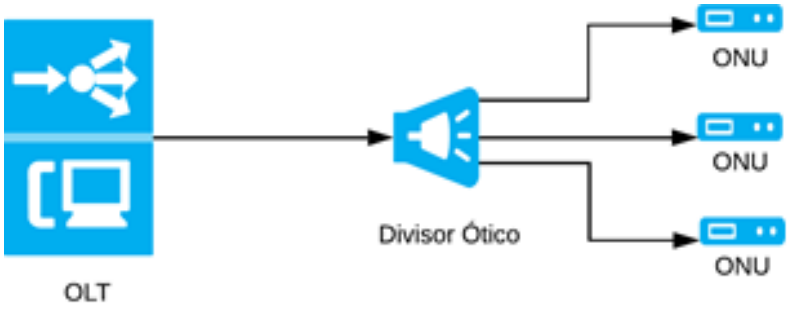
Redes PON (*Passive Optical Network*) estão baseadas na centralização do gerenciamento em um único ponto, a partir do qual se faz a distribuição das conexões através de cabo ótico e divisores óticos (SILVA; LIMA, 2020). A arquitetura ponto-multiponto das redes (PON) potencializa a infraestrutura ótica, com uma única via de fibra ótica. Junto com o divisor ótico é possível atender vários usuários sem a necessidade de instalação de novos cabos. Se destacam por não utilizarem energia no meio de transmissão, os ativos ficam nas extremidades da rede, por isso são definidas como redes passivas (CIANET, 2019). Os 3 principais componentes de uma rede (PON) são ilustrados na Figura 3 e são eles:

- OLT (*Optical Line Terminal*): É o primeiro ativo da rede, fazendo uma ponte entre a rede de acesso e o núcleo da rede, sua função é concentrar e controlar todos os fluxos de dados e serviços das ONU, atráves das suas portas (PON).
- Divisor ótico (*Splintter*): É um componente passivo, onde sua função é receber o sinal ótico e dividir na saida entre uma determinada quantidade de fibras, podendo ser balanceado (pesos diferentes na saída) ou desbalanceado (pesos

iguais na saída).

- ONU (*Optical Network Unit*): É o último ativo da rede, responsável por receber o sinal ótico e transformar em sinal elétrico (Ethernet) no usuário final.

Figura 3 – Componentes Rede (PON)



Fonte: O autor (2020).

Existem várias tecnologias que utilizam a rede (PON). As mais usadas em provedores são a GEPON (Gigabit Ethernet Passive Optical Network) padronizada pela IEEE e a GPON (Gigabit Passive Optical Network) normatizada pelo órgão ITU-T G.984. Ao se comparar as duas tecnologias no Quadro 2, observa-se que as 2 tecnologias têm semelhança na distância máxima de atendimento que são 20km. Também sendo observado que a tecnologia GPON suporta 128 usuários e têm o dobro de Downstream[1] comparado com a tecnologia GEPON, e vêm sendo uma boa opção para fornecer altas velocidades.

Quadro 2 – Comparação GEPON e GPON

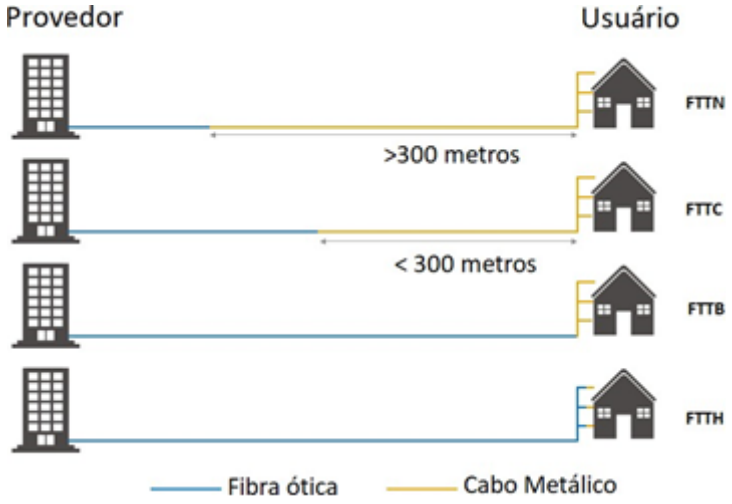
CARACTERÍSTICAS	GEPON	GPON
Padrão e protocolo	IEEE 802.3ah e TDM	ITU-T G.984,ATM TDM e Ethernet
Velocidades de transmissão	Simétrica Downstream - 1,25 Gbps Upstream -1,25 Gbps	Assimétrica Downstream - 2,5 GbpsUpstream - 1,25 Gbps
Comprimento de onda	Downstream - 1490nm Upstream - 1310nm	Downstream - 1490nm Upstream - 1310nm
Distâncias	Permite até 20km	Permite até 20km
Capacidade por porta PON	Até 64	Até 128
Tamanho dos pacotes	1518 bytes Padrão Ethernet	Variável, de 53 bytes a 1518 bytes Padrão ATM

Fonte: Ferraudo (2019).

3.3.1 Arquitetura FTTx

O termo genérico FTTx (Fiber to the X), quer dizer fibra para algum lugar, é um conjuntode arquiteturas baseada em rede (PON), a letra final X é trocada de acordo com a aplicação designada, ilustrado na Figura 4 podendo ser: FTTn (*Fiber to the node*) - Fibra ótica até um nó,para atender via cabo metálico superior a 300 metros. FTTc (*Fiber to the curb*) - Fibra ótica até caixa de armario ou poste, para atendimento via cabos metálico até 300 metros. FTTb (*Fiber to the building*) - Utilizada em prédios onde a fibra ótica chega no local é distribuidas através de cabos metálicos. FTTh (*Fiber to the home*)- É a arquitetura que entrega a fibra ótica até a casa.

Figura 4 – Arquiteturas FTTx



Fonte: MARGARET (2014).

4 PROJETO

A elaboração desse projeto teve como principio buscar uma solução empresarial com boa relação custo-beneficio, considerando as têndencias do mercado, custos com manutenção e implantação. Como segundo impulso, foi observado que a localidade em questão (bairro Santa Luzia) é uma região carente, que precisava de um provedor de internet para oferecer meios e minimizar a desigualdade digital em relação aos bairros mais ricos. Foi elaborado um cronograma para organizar as etapas do projeto.

4.1 CRONOGRAMA

Para organizar as atividade e prazos do projeto foi utilizado como ferramenta de gestão um cronograma, com as etapas a serem seguidas com a finalidade a conclusão do projeto. No Quadro 3 , está selecionado a etapa e o prazo previsto, podendo ser alterado se necessário ao decorrer do projeto.

Quadro 3 – Cronograma 2020

Etapas	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Pesquisa Bibliográfica	X	X	X	X				
Elaboração do Projeto		X	X	X				
Implantação				X	X			
Certificação					X			
Pesquisa de Satisfação							X	X

Fonte: O autor (2020).

A primeira etapa foi a pesquisa bibliográfica, que deu inicio ao projeto com embasamento nos trabalhos relacionados, que serviu para tomar primeiras decisões na elaboração do projeto.

4.2 ELABORAÇÃO DO PROJETO

A segunda etapa para elaboração do projeto, deu-se em coletar informações para a conclusão do estudo a fim de verificar a viabilidade de implantação de rede de acesso baseada em fibra ótica, seguindo o roteiro:

- Localidade.
- Área de atendimento.
- Viabilidade de Infraestrutura
- Dimensionamento da rede.
- Cálculo de potência.
- Taxa pretendida de assinantes.

4.2.1 Localidade

O bairro Santa Luzia está localizado na cidade de Batalha-AL às margens do Rio Ipanema(rio temporário), que separa o bairro do centro. Ao longo dos anos este rio tem um histórico de enchentes, causando rompimentos de cabeamento metálico que atende a região. Com isso,a população sofria com instabilidade na internet através de rede cabeada e via rádio. Sendo o único bairro urbano com velocidades de conexão abaixo da média do município.

4.2.2 Área de atendimento

Foi mapeada a cobertura pretendida de atendimento utilizando o *software Google Earth Pro*[1], uma área de 3,914 m², verificado na Figura 5, o primeiro passo para avaliar a quantidade de caixas de atendimento necessárias para o bairro.

[1] Google Earth Pro: É um programa desenvolvido e distribuído pelo Google, onde possui imagens via satélite de todo globo terrestre.

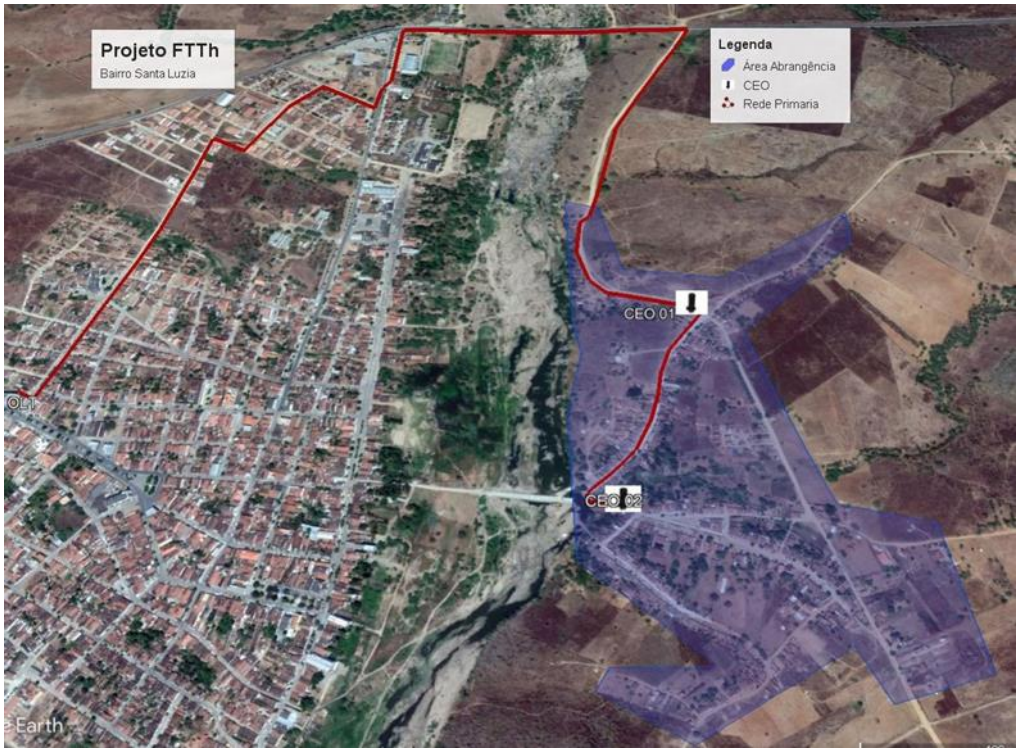
Figura 5 – Área pretendida de atendimento

Fonte: O autor (2020).

4.2.3 Viabilidade de infraestrutura

Um estudo de viabilidade de infraestrutura da rota da fibra ótica foi realizado, levando em conta as ruas menos movimentadas por veículos, para evitar rompimentos acidentais e também buscando um novo trajeto que evitasse passar pelo percurso problemático do rio temporário. Uma nova rota foi planejada, sendo necessário o uso da infraestrutura de postes da companhia energética, mais a implantação de 10 postes de concreto até o bairro. Apesar de mais segura, a rota é mais longa. Mas a segurança compensa o investimento extra, uma vez que se espera um número menor de incidentes de manutenção. O percurso total até o bairro foi de 3.7KM, declarado a rede primária na legenda da Figura 6.

Figura 6 – Mapa Localidade do projeto



Fonte: O autor (2020).

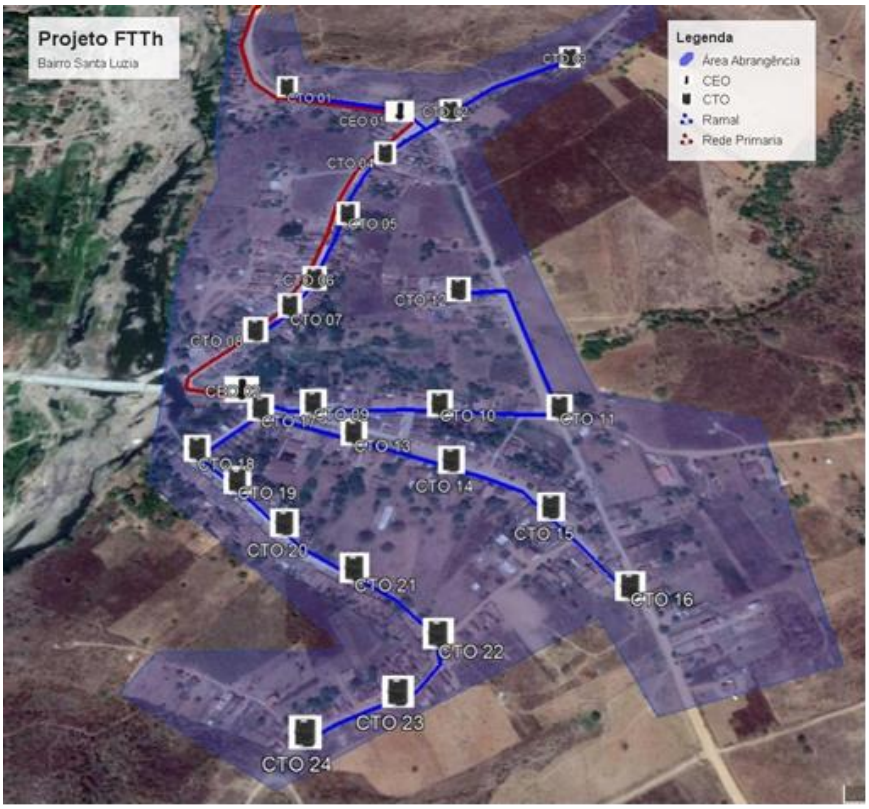
4.2.4 Taxa pretendida de assinantes

A taxa de penetração é um número que se espera alcançar de assinantes, foi fixado em 50% de toda capacidade das portas (PON) dedicada para região.

4.2.5 Dimensionamento da rede

A razão de divisão ótica do projeto ficou em 1:64, 1 porta (PON) para 64 usuários, no total foram reservadas 3 portas (PON) da OLT para o bairro. Os componentes passivos são descritos a seguir: caixa de emenda ótica (CEO), caixa de terminação ótica (CTO), rede primária(fibra ótica que alimenta as CEO) e ramal (fibra ótica que alimenta CTO). Para atender toda área do bairro foi necessário dimensionar a rede com a topologia de rede árvore, por contadas irregularidades das ruas alguns ramais ficaram mais extensos. Conforme a Figura 7 a rede primária foi derivada em 6 ramais utilizando 3 *Splintter* (desbalanceado) 1x8, o 1º *Splintter* ficou na CEO 01 encarregado das CTO (1 a 8), e os outros 2 *Splintter* na CEO 02, encarregado da CTO (9 a 24). Com a rede derivada em 24 CTO com configuração 1:8, totalizando 192 portas de atendimento.

Figura 7 – Dimensionamento de Componentes



Fonte: O autor (2020).

4.2.6 Cálculo de Potência

Após o mapeamento da rota de rede primária e dimensionamento dos componentes, pode-se fazer o cálculo de potência do sinal teórico que chegará nas caixas de atendimento (CTO). Esse sinal é de grande importância para garantir o melhor funcionamento da rede, e também utilizado para detecção de algum problema de atenuação. Demostrado na Tabela 1 a perda de potência dos componentes passivos, entre a OLT e CTO 17. Onde o sinal final se dá pela equação: $P_{CT\ O} = P_{OLT} - P_{COP}$. Onde $P_{CT\ O}$ é a potência prevista na CTO, a potência de transmissão da OLT é P_{OLT} , sendo subtraído pelo P_{COP} . que é o total de perda dos componentes do percurso da rede ótica. A potência de saída aceitável na CTO fica entre -17dB a -22 dB, para garantir uma margem de segurança de sinal.

Tabela 1 – Perda de potência da CTO 17

Componente	*Quantidade*	*Perda dB*	*Perda total*
Conector	4,00	0,5	2,0
Fusão	4,00	0,1	0,4
Splintter 1x8	2,00	10,5	21,0
Fibra Ótica	3,70	0,37	1,36
Total			= 24,76dB

Fonte: O autor (2020).

4.3 IMPLANTAÇÃO E CERTIFICAÇÃO

A terceira etapa do projeto teve como objetivo a implantação da infraestrutura de rede, conforme os equipamentos descritos no Anexo A, iniciando pela instalação de 10 postes de concreto para viabilizar o lançamento da fibra ótica áerea entre o centro e o bairro. Posteriormente a montagem interna do DIO (Distribuidor Interno Óptico) para conectar a OLT com a fibra óticavista na Figura 8. O próximo passo foi o lançamento das fibras óticas mostrado na Figura 9, passando por 132 postes e 1 ponte ancorado com alças via aérea com identificação visto na Figura 10, totalizando um lançamento de 6.1KM. Posteriormente foram instaladas as caixas de emenda ótica (CEO) para dá continuidade no sinal ótico visto na Figura 11, e por fim a instalação das caixas de atendimento (CTO) conforme a Figura 12. Para realização das das fusões óticas [2] entre os componentes foi seguindo o diagrama unifiliar na Figura 14.

As normas técnicas aplicadas no projeto e implantação foram de grande importância parapadronização e qualidade da infraestrutura, em especial foram utilizadas as seguintes normas técnicas da ABNT:

- NBR-15214 - Rede de distribuição de energia elétrica - Compartilhamento de infraestruturacom redes de telecomunicações.
- NBR-15688 - Redes de distribuição aérea de energia elétrica com condutores nus.
- NBR-14565 - Procedimento básico para elaboração de projetos de cabeamento de teleco-municações para rede interna estruturada.

[2] Fusão ótica é o procedimento de emenda entre 2 fibras através de alinhamento entre casca e núcleo e aquecimento para fazer a junção.

O último passo para liberação da rede para uso comercial foi a certificação. Foram utilizados na caixa de atendimento (CTO), o equipamento OPM (Medidor de Potência Ótica) visto na Figura 13, para verificar alguma anomalia no sinal. A potência de sinal saindo da porta (PON) na OLT em +4.5dB, em direção ao bairro passando pelos conectores, fusões e divisores óticos. Sendo que cada componente tem um porcentual na atenuação do sinal e a previsão do cálculo de potência nas (CTO) do projeto ficaram entre (-20,06dB e -21,09dB). A potência mínima para a comunicação da ONU com a OLT é -27dB. Logo após as medições a rede foi liberada para uso comercial, pois manteve uma margem de segurança de atenuação superior a 5dB.

Figura 8 – Montagem de DIO com Máquina de Fusão fujikura 22s

Fonte: O autor (2020).

Figura 9 – Lançamento de Fibra Ótica

Fonte: O autor (2020).

Figura 10 – Ancoragem em poste - NBR-15214

Fonte: O autor (2020).

Figura 11 – Montagem da CEO

Fonte: O autor (2020).

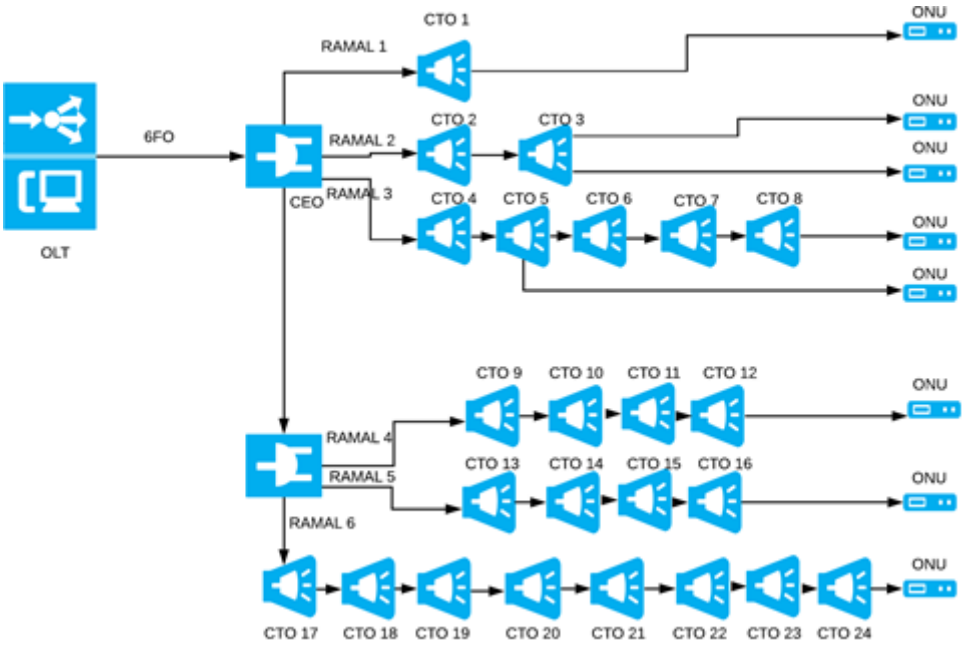
Figura 12 – Montagem da CTO para atendimento FTTh

Fonte: O autor (2020).

Figura 13 – Medição de potência de sinal ótico com OPM

Fonte: O autor (2020).

Figura 14 – Topologia Unifiliar do projeto



Fonte: O autor (2020).

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O Projeto cumpriu o cronograma no prazo previsto, mesmo com as dificuldades encon- tradas na etapa de implantação, pois envolvia conhecimento técnico especializado e também houve escassez de alguns equipamentos no mercado causada pela pandemia do coronavírus. Oportunamente, vale destacar que o uso de máscara e álcool em gel foi indispensável para assegurar a segurança dos profissionais envolvidos na execução do projeto.

A taxa de adesão da nova rede de acesso FTTh foi considerada satisfatória para a empresa, alcançando 69.27% da capacidade de 192 portas de atendimento disponíveis, ultrapassando a taxa de penetração fixada em 50%. Vale ressaltar que esse resultado foi alcançado ainda favorecendo uma capacidade para dobrar a quantidade de portas, sem a necessidade de adicionar novos ramais de fibra ótica.

Os planos ofertados na região foram definidos conforme a taxa máxima de download para o cliente, que ficaram em valores fixos de 10Mbps, 15Mbps, 20Mbps e 35Mbps. O plano mais básico ficou ao custo de R$50,00 (Cinquenta Reais). E a instalação consignada[3] no valor de R$70,00 (Setenta Reais).

Uma pesquisa[4] foi aplicada através de um questionário eletrônico para coletar dados de satisfação do novo serviço, realizada entre novembro e dezembro de 2020, em um público de 133 pessoas, conseguindo a resposta de 57, atingindo uma amostra com confiança de 95% com margem de erro de 10% (FONSECA; MARTINS, 1996). Obtendo uma nota de satisfação do novo serviço de 4.66 tendo como base 1 para ruim e 5 muito bom.

Na análise dos dados da pesquisa, foi observado que os dispositivos utilizados para o acesso à Internet foram: Smartphone (86.44%) Tv (9.03%) Computador (3.3%) Outros (1.1%). O resultado vem de encontro com outra pesquisa (CETIC, 2020), onde as classes DE concentram 85% o uso exclusivo do smartphone para acessar à Internet.Entre os entrevistados, 56,1% escolheram o plano de 10Mbps, enquanto 40,4% o plano de 15Mbps, 1,8% optaram pelo plano de 20Mbps e 1,8% o plano de 35Mbps. A velocidade média entre os usuários ficou em 12.35Mbps, contra 5.06Mbps do serviço prestado anteriormente, representando um aumento de 144.07%. Em

---

[3] Instalação consignada - É um contrato entre a empresa e o cliente, onde o equipamento pertencente a empresa fica emprestado enquanto os serviços estiverem em uso, sob responsabilidade do cliente.
[4] Pesquisa de satisfação - Questionário eletrônico aplicado para conhecer a satisfação do novo serviço, o resultado da pesquisa está disponível em: https://bit.ly/3xV4SM3. Acesso em: 15 abr. 2020.

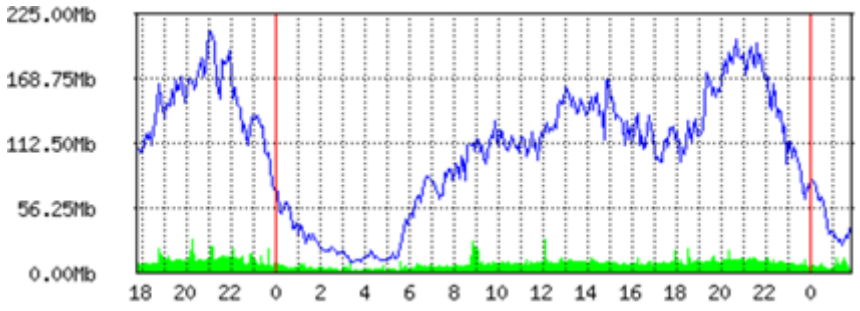
comparação com as melhorias da rede baseada em fibra ótica, foi percebido uma satisfação com velocidade em 79,6% e estabilidade em 92,6% ilustrada na figura 17.

Foi notado na pesquisa que houve reclamações de *Jitter* (atraso na entrega de dados)percebido em ligações ip e videoconferência. Essa anomalia não estava relacionado a rede de acesso, e sim ao uso total da velocidade contratada, sendo necessário a implantação de configurações de QoS (Qualidade de Serviço) para priorizar alguns serviços de voz e vídeo.

A capacidade instalada no bairro foi de 3 portas (PON) de 1,25Gbps, totalizando 3,75Gbps, o consumo diário do bairro com 133 usuários chegou a 220Mbps visto na Figura 15, uma margem de folga de 3.53Gbps para garantir estabilidade no crescimento do consumode dados no bairro. A variação no consumo está correlacionado ao horário de maior acesso na Figura 16 respondida na pesquisa.

As maiores limitações do projeto foram ofertas de planos inferiores a 100Mbps para localidade, mesmo a infraestrutura sendo *gigabit*, tendo como um dos motivos o alto preço do link dedicado[5] da operadora, que é compatilhado com os usuários, futuramente com o aumento da demanda de link o preço será negociado com valores menores, e assim ofertar planos maioresque os atuais.

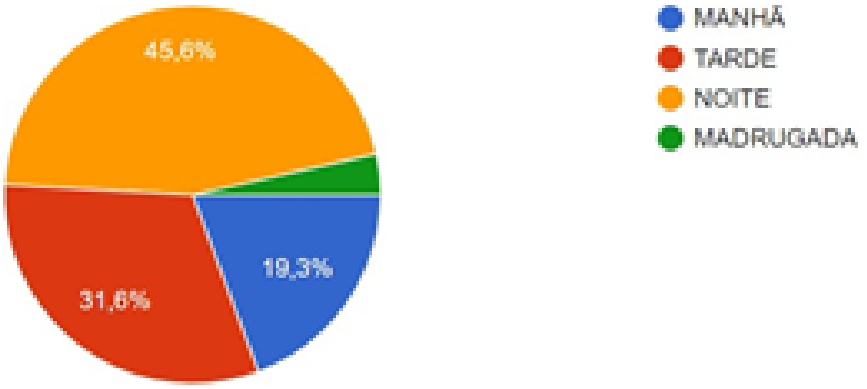
Figura 15 – Tráfego de dados no bairro Santa Luzia



Fonte: O autor (2020).

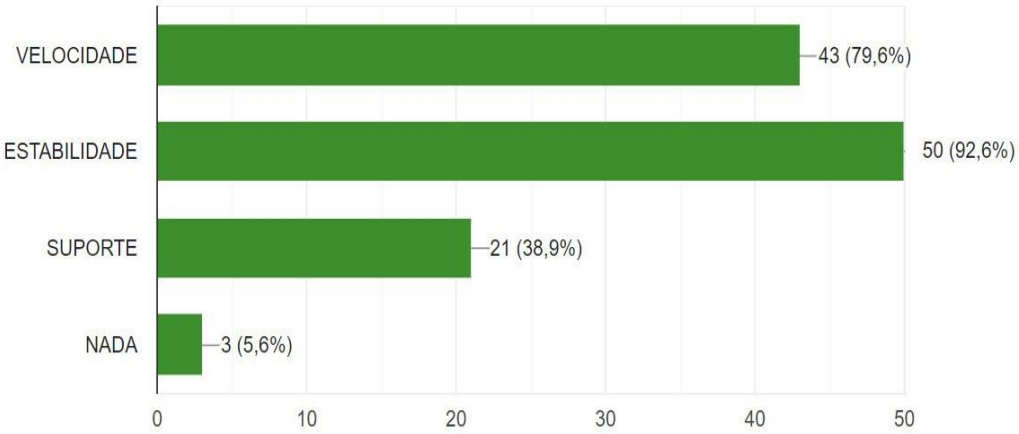
[5] Link Dedicado é o serviço de conexão com a internet, com garantia de velocidade, baixa latência, qualidade e estabilidade.

Figura 16 – Gráfico de distribuição percentual dos horários que os clientes acessam à Internet



Fonte: O autor (2020).

Figura 17 – Comparativo de serviços de Internet



Fonte: O autor (2020).

6 CONCLUSÃO

A tecnologia escolhida nesse projeto foi a GEPON por motivos de demanda de velocidade a curto prazo e custo-benefício comparado ao GPON. Futuramente pode-se utilizar outras tecnologias como GPON, já que foram instaladas ONU com tecnologia híbrida (GEPON e GPON).

A importância do projeto foi de grande relevância para a empresa na questão financeira e social. Para comunidade, a infraestrutura de rede proporcionou uma opção para diminuir uma desigualdade digital a respeito de velocidade e qualidade no acesso à Internet. Os resultados notados pela pesquisa mostraram a necessidade de Internet como um serviço essencial, também definido pelo governo federal em decreto[6]. Onde foi observado uso constante de serviços como: comunicação, estudo a distância (EAD), lazer (Filmes, Jogos).

Para trabalhos futuros baseados na experiência desse projeto, pretende-se aumentar os pacotes de Internet oferecidos aos clientes anualmente para acompanhar a média nacional. Também existe o planejamento para ampliar a rede de acesso para um povoado, localizado a 3.1km do bairro Santa Luzia, também proporcionando uma nova opção de acesso à Internet.

[6] Decreto 10.282/2020 - estabelece que telecomunicações e internet são considerados serviços de natureza essencial durante o período de crise do Coronavírus.

REFERÊNCIAS

ANATEL. **Paronama.** Brasília, DF: Anatel, 2020. Disponível em: https://www.anatel.gov.br/paineis/qualidade/panorama. Acesso em: 21 dez. 2020.

AMARAL, Bruno. Tráfego da Internet no Brasil aumenta com impacto da covid-19 e IX.br passa de 11 Tbps. **Teletime**, 12 maio 2020.Disponível em: https://teletime.com.br/12/05/2020/trafego-da-internet-no-brasil-aumenta-com-impacto-da-covid-19-e-ix-br-passa-de-11-tbps/. Acesso em: 02 fev. 2021.

ARAÚJO, H. V. **Projeto de uma rede GPON FTTh implantada na cidade de Santana do Acaraú.** 2019. Monografia (Bacharelado em Engenharia Elétrica) - Universidade Federal doCeará, Sobral, 2019

CETIC**. TIC Domicílios**: pesquisa sobre o uso de tecnologias de informação e comunicação nos domicílios brasileiros: 2018. São Paulo: CETIC Brasil, 2019. Disponível em: https://cebrap.org.br/wp-content/uploads/2019/10/tic_dom_2018.pdf. Acesso em: 16 dez. 2020.

CETIC**. TIC Domicílios 2019**: principais resultados. São Paulo: CETIC Brasil, 2020. Disponível em: https://cetic.br/media/analises/tic_domicilios_2019_coletiva_imprensa.pdf. Acesso em: 20 dez. 2020.

COELHO, S. C. R. **Fibra óptica na rede de acesso**: tecnologias e soluções. 2009. Dissertação (Mestrado em Engenharia Electrônica e Telecomunicações) - Universidade de Aveiro, Aveiro, Portugal, 2009.

FERRAUDO, Gabriel. Diferença GPON e EPON: em qual tecnologia investir? *In*: **Blog Cianet**, Palhoça, SC, 20 set. 2019. Disponível em: https://www.cianet.com.br/blog/infraestrutura-e-tecnologia/diferenca-gpon-e-epon-em-qual-tecnologia-investir. Acesso em: 16 dez. 2020.

FONSECA, J. S. M, G. A. **Curso de estatística.** 6. ed. São Paulo: Atlas,1996.

IBGE. **Internet chega a oito em cada dez domicílios do país**. Rio de Janeiro: IBGE, 2018. Disponível em: https://educa.ibge.gov.br/jovens/materias-especiais/20787-uso-de-internet-televisao-e-celular-no-brasil.html. Acesso em: 21 dez. 2020.

MARGARET. Comprehensive understanding of FTTx Network. **FS**, 17 dec. 2014. Disponível em: https://community.fs.com/blog/a-comprehensive-understanding-of-fttx-network.html. Acesso em: 09 fev. 2021.

NICBR. **Tráfego total (Todos IX.br)**. São Paulo: NICBR, 2020. Disponível em: https://ix.br/agregado/. Acesso em: 17 dez. 2020.

PINHEIRO, J. M. S. **Redes ópticas de acesso em telecomunicações.** São Paulo:Elsevier Brasil, 2016.

SILVA, D. L. D. ; LIMA, M. A. **A implantação de uma infraestrututa de fibra ótica na empresa Âncora Telecom para uma melhor prestação de serviço aos clientes de Marechal Deodoro-AL**. 2020. Monografia (Bacharelado em Sistemas da Informação - EaD) - Universidade Federal de Alagoas, Campus Arapiraca, Arapiraca, 2020.

APÊNDICE A – PLANILHA ORÇAMENTÁRIA DE EQUIPAMENTOS

ORÇAMENTO DE EQUIPAMENTOS					
ITEM	DESCRIÇÃO DO MATERIAL	UN.	QUANT.	P.UNIT. R$	P. TOTAL R$
1	EQUIPAMENTOS				
1.1	ONU Hibrida (XPON)	UN.	133	R$ 129,00	R$ 17.157,00
1.2	Caixa de Atendimento	UN.	24	R$ 173,00	R$ 4.152,00
1.3	Fibra Asu80 6fo	M	4100	R$ 1,44	R$ 5.904,00
1.4	Fibra Asu80 12fo	M	2000	R$ 1,88	R$ 3.760,00
1.5	Caixa Emenda Óptica	UN.	3	R$ 160,00	R$ 480,00
1.6	Conector APC Fibra	UN.	280	R$ 4,50	R$ 1.260,00
1.7	Esticador Cunha C/ Anti-uv	UN.	1000	R$ 0,60	R$ 600,00
1.8	Roteador Mikrotik 3011	UN.	1	R$ 900,00	R$ 900,00
1.9	OLT GEPON 8P	UN.	1	R$6.000,00	R$ 6.000,00
1.10	Mini Rack De Parede 8u	UN.	1	R$ 350,00	R$ 350,00
1.11	Distribuidor Óptico (DIO)	UN.	1	R$ 550,00	R$ 550,00
1.12	Suporte Dielético	UN.	150	R$ 5,50	R$ 825,00
1.13	Fita Bap	UN.	3	R$ 30,00	R$ 90,00
1.14	Fibra Drop 1fo	M	13.000	R$ 0,35	R$ 4.550,00
1.15	Nobreak APC 600va	UN.	1	R$ 319,99	R$ 319,99
1.16	Poste Concreto 6M	UN.	9	R$ 150,00	R$ 1.350,00
1.17	Poste Concreto 8M	UN.	1	R$ 285,00	R$ 285,00
1.18	Suporte Reserva Técnica	UN.	3	R$ 27,00	R$ 81,00
1.19	Power Meter	UN.	1	R$ 164,90	R$ 164,90
TOTAL					R$48.778,89

Fonte: O autor (2020)