



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO
TOCANTINS
***CAMPUS* DIANÓPOLIS**
CURSO DE LICENCIATURA EM COMPUTAÇÃO

ONÉSIMO RAPOSO DA SILVA JÚNIOR

ESTUDO DO IMPACTO FINANCEIRO E TÉCNICO DE REDES
NEUTRAS NA CIDADE DE DIANÓPOLIS

DIANÓPOLIS, 2023

ONÉSIMO RAPOSO DA SILVA JÚNIOR

**ESTUDO DO IMPACTO FINANCEIRO E TÉCNICO DE REDES
NEUTRAS NA CIDADE DE DIANÓPOLIS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação do Curso de Licenciatura em
Computação do *Campus* Dianópolis Instituto
Federal do Tocantins, como exigência à obtenção
do título de licenciado em Computação.

Orientador: Lucas Arruda Ramalho

**DIANÓPOLIS
2023**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Bibliotecas do Instituto Federal do Tocantins**

J95e Júnior, Onésimo Raposo da Silva
ESTUDO DO IMPACTO FINANCEIRO E TÉCNICO DE REDES
NEUTRAS NA CIDADE DE DIANÓPOLIS / Onésimo Raposo da Silva
Júnior. – Dianópolis, TO, 2023.
38 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Computação) –
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins, Campus
Dianópolis, Dianópolis, TO, 2023.

Orientador: Dr. Lucas Arruda Ramalho

1. ESTUDO DO IMPACTO FINANCEIRO E TÉCNICO DE REDES
NEUTRAS NA CIDADE DE DIANÓPOLIS. I. Ramalho, Lucas Arruda. II.
Título.

CDD 004

A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio, deste documento é autorizada para fins de estudo e
pesquisa, desde que citada a fonte.

**Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica do IFTO com os dados fornecidos pelo(a)
autor(a).**

ONÉSIMO RAPOSO DA SILVA JÚNIOR

REDES NEUTRAS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso de Licenciatura em Computação do *Campus* Dianópolis Instituto Federal do Tocantins, como exigência à obtenção do título de licenciado em Computação.

Aprovado em: _____ / _____ / _____

BANCA AVALIADORA

Prof. Dr^o Lucas Arruda Ramalho - Presidente
IFTO – *Campus Dianópolis*

Prof. Valber Sardi Lopes – Examinador 1
IFTO – *Campus Dianópolis*

Prof. Lucas Alves Batista – Examinador 2
IFTO – *Campus Dianópolis*

DIANÓPOLIS-TO

2023

AGRADECIMENTOS

Dedico este trabalho a todos que iluminaram o caminho da minha jornada acadêmica e pessoal, e que, de uma forma ou de outra, moldaram o meu percurso

À minha família, por seu amor incondicional, apoio constante e pela crença inabalável no meu potencial. Este trabalho é o resultado da nossa jornada juntos. Especialmente à minha mãe, Roseli Aparecida Minghini, por ser fonte constante de inspiração e suporte.

À minha noiva, Magda Regina Bley, cujo amor e compreensão tornaram esta jornada acadêmica mais significativa. Este trabalho é também uma expressão do nosso compromisso compartilhado com o crescimento e a realização mútua.

Ao meu filho, Guilherme Alves Minghini da Silva, que trouxe uma nova dimensão de propósito à minha vida. Este trabalho é dedicado a você, símbolo do meu comprometimento com o futuro.

Aos meus amigos, Júlio Jurema de Souza e Matheus Felipe Silva Dias Soares, que estiveram ao meu lado, compartilharam alegrias e desafios, e me lembraram da importância de um equilíbrio saudável entre estudos, trabalho e diversão.

Aos professores e orientadores que investiram tempo e conhecimento em minha formação, incentivando meu crescimento intelectual e me desafiando a alcançar o melhor de mim. Em especial, agradeço ao professor Lucas Arruda Ramalho, meu orientador, pela orientação valiosa e apoio ao longo deste processo.

Aos colegas de classe, cuja colaboração e amizade trouxeram minha experiência acadêmica mais rica e significativa.

Às pessoas que participaram das pesquisas e levantamento de campo deste estudo, cujas valiosas contribuições foram essenciais para a realização deste trabalho.

A todos aqueles que, de uma forma ou de outra, contribuíram para a realização deste TCC, este é o meu gesto de agradecimento e apreço pelo seu apoio inestimável. Vocês são parte fundamental do meu sucesso.

Com gratidão,

Onésimo Raposo da Silva Junior

RESUMO

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) tem como escopo investigar a pertinência da implementação de redes neutras em contextos urbanos de médio porte, com foco na cidade de Dianópolis, Tocantins. O estudo emprega uma metodologia de pesquisa de campo abrangente, examinando cinco provedores de internet na região para elucidar a infraestrutura existente, identificar desafios e delinear oportunidades. A pesquisa destaca a importância paradigmática das redes neutras, enfocando os ganhos derivados de uma abordagem ecumênica e colaborativa em contraste com os paradigmas tradicionais de desenvolvimento de infraestrutura de rede. Ao adotar uma perspectiva neutra, busca-se viabilizar o compartilhamento da infraestrutura entre diversos provedores de serviços, propiciando um ambiente competitivo e expandindo as opções disponíveis para os usuários finais. Um elemento central deste TCC reside na avaliação da viabilidade financeira intrínseca às redes neutras em comparação com os modelos de implementação convencionais. A análise pormenorizada dos custos envolvidos na construção, manutenção e atualização das infraestruturas de rede neutras expõe potenciais economias e eficiências operacionais. Tal abordagem não apenas reduz os dispêndios iniciais, mas também contribui para a sustentabilidade econômica a longo prazo dos provedores de serviços de internet, repercutindo beneficentemente nos consumidores finais. Ao concluir, este trabalho ressalta a relevância das redes neutras como uma alternativa inovadora e sustentável para cidades de médio porte, exemplificada em Dianópolis. Os resultados da pesquisa de campo e as análises econômicas apresentadas são destinados a prover discernimentos significativos para gestores públicos, empresas de telecomunicações e demais interessados na otimização da conectividade em áreas urbanas de médio porte.

Palavras-chave: Cabeamento. Infraestrutura. Inovação. Rede Neutras.

ABSTRACT

This Undergraduate Thesis aims to investigate the relevance of implementing neutral networks in medium-sized urban contexts, focusing on the city of Dianópolis, Tocantins. The study employs a comprehensive field research methodology, examining five internet service providers in the region to elucidate existing infrastructure, identify challenges, and outline opportunities. The research emphasizes the paradigmatic importance of neutral networks, highlighting the benefits derived from an inclusive and collaborative approach in contrast to traditional paradigms of network infrastructure development. By adopting a neutral perspective, the goal is to facilitate infrastructure sharing among various service providers, fostering a competitive environment and expanding options for end-users. A central element of this thesis lies in the assessment of the intrinsic financial viability of neutral networks compared to conventional implementation models. A detailed analysis of the costs involved in the construction, maintenance, and upgrading of neutral network infrastructures reveals potential savings and operational efficiencies. This approach not only reduces initial expenditures but also contributes to the long-term economic sustainability of internet service providers, positively impacting end-users. In conclusion, this work emphasizes the relevance of neutral networks as an innovative and sustainable alternative for medium-sized cities, exemplified in Dianópolis. The results of the field research and economic analyses presented are intended to provide meaningful insights for public administrators, telecommunications companies, and other stakeholders interested in optimizing connectivity in medium-sized urban areas.

Keywords: Cabling. Infrastructure. Innovation. Neutral Network.

Sumário

1 INTRODUÇÃO	6
2 REVISÃO DA LITERATURA	9
2.1 Embasamento teórico	9
2.2 Importância do acesso à internet	10
2.3 História dos provedores de internet no Brasil	11
2.4 Funcionamento tradicional do provedor de internet.....	13
2.5 Benefícios da internet de fibra óptica	19
2.6 Redes Neutras	20
3 METODOLOGIA DA PESQUISA.....	21
4 OBJETIVOS	22
4.1 Objetivo Geral:	22
4.2 Objetivos Específicos:	22
5 PESQUISA DE CAMPO	23
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	33

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, há no mercado diversas tecnologias que desempenham o papel de uma rede de telecomunicação, cada uma delas com características específicas e com suas aplicabilidades pontuais dentro de cada âmbito. Pode-se destacar então, como exemplos de redes de transmissão de dados, as tecnologias de transmissão via cabos metálicos, via rádio, e a principal entre elas a fibra óptica, a tecnologia que vem se destacando em relação às demais (ALVES, 2020). O município de Dianópolis, localizado no estado de Tocantins a 350 quilômetros da capital Palmas, assim como quaisquer cidades de médio porte do país, depara-se com desafios de extrema relevância no que tange a implementação de redes de fibra óptica por parte dos provedores de internet.

Um problema comumente enfrentado nos provedores em ascensão são os grandes custos necessários para a implementação de uma rede FTTH (Fiber to the home) que envolvem desde a aquisição de equipamentos de infraestrutura até a instalação física da rede nas residências dos usuários. Além disso, a manutenção contínua e a expansão dessa rede exigem recursos financeiros substanciais, representando um desafio significativo para empresas em estágio inicial. A necessidade de captar investimento e gerenciar as finanças de forma eficaz é crucial para o sucesso e a sustentabilidade desses negócios.

Outro entrave que frequentemente obstrui o caminho das empresas em seus estágios iniciais é a concorrência feroz que impera no saturado mercado de serviços de internet. Empresas já estabelecidas, por vezes, ostentam recursos financeiros substancialmente superiores e possuem um alcance de mercado notoriamente mais extenso, o que complica sobremaneira a capacidade das empresas iniciantes em concorrer tanto em termos de precificação como na oferta de serviços diferenciados.

Adicionalmente, um fator que merece atenção nesse complexo panorama é a questão do aluguel de postes, juntamente com a restrição de espaço disponível para o acondicionamento de cabos e fios necessários à transmissão de sinal de internet. A concorrência por espaço em postes já ocupados por outras redes e o custo associado ao aluguel dessas infraestruturas podem representar mais um desafio considerável para empresas em ascensão no setor de telecomunicações.

Rede Neutra, como o nome antecipa, é um conceito de operação de redes de Telecomunicações, que pode ser via cabos ou por equipamentos, cuja utilização é de uso independente e compartilhada. Esta modalidade se difere do modelo tradicional de construção,

operação e propriedade das redes de telecomunicações, no qual cada operadora tem a propriedade da rede e utiliza-a unicamente para atender seus próprios clientes. No caso da rede neutra, a infraestrutura pode ser compartilhada entre várias operadoras onde cada uma destas operadoras utiliza a rede para atender seus clientes, permitindo a existência de concorrência entre eles, na prestação dos serviços de Telecomunicações e serviços de valor agregado. O conceito pressupõe uma neutralidade da operação e propriedade da infraestrutura, não havendo preferência na utilização ou nos serviços prestados pelo detentor da propriedade da rede, entre os vários utilizadores da rede, nem concorrência do detentor da rede com os clientes utilizadores desta rede. (MELLO, 2021).

No cenário permeado por desafios expressivos, sobressai de forma inconteste a imperatividade de priorizar soluções e estratégias inovadoras, com destaque para a figura preeminente das redes neutras, como o meio por excelência capaz de propiciar a viabilidade e a afirmação de empresas em seus estágios iniciais no universo das telecomunicações. Por meio da redução de custos e de tempo de início das atividades, uma vez que não existirão gastos com planejamento e construção de uma rede do zero. De um lado as redes neutras abrem oportunidades para novos entrantes e a criação de empresas nacionais de nicho, as operadoras tradicionalmente estabelecidas, sejam elas grandes ou pequenas, têm uma grande oportunidade de ampliar o valor agregado de suas soluções a partir do foco no desenvolvimento e agregação de serviços desenhados para a satisfação das demandas de seus clientes (PINTO, 2022). Essa alternativa não apenas sinaliza um caminho promissor para transpor os obstáculos tradicionais, mas também se erigem como a pedra angular que permite a oferta de serviços de padrões superlativos aos consumidores, ao passo que garantem a robustez e a sustentabilidade econômica das iniciativas embrionárias.

O presente trabalho de conclusão de curso propõe uma investigação aprofundada concernente a redes neutras, buscando uma compreensão aprofundada desse conceito e apresentar os benefícios de sua implementação no contexto atual. No presente momento o segmento de telecomunicações apresenta um ambiente onde diversos provedores de internet regionais realizam operações, enfrentando a necessidade de projetar e desenvolver uma estrutura própria que possibilite a boa prestação de serviço ao cliente. Conduzir um planejamento preciso e executar a construção de uma rede requisita tempo e um investimento inicial alto, tal etapa pode ter seus custos reduzidos e tempo poupado com a possibilidade do uso da rede neutra.

Esta pesquisa dispõe uma abordagem histórica da oferta do serviço no Brasil, a conceituação de sua aplicabilidade e seus impactos no nicho de telecomunicações. Discorrendo

sobre a importância do alcance desse serviço em todo o Brasil, desde as grandes metrópoles aos pequenos centros populacionais. A pesquisa de campo teve como cenário a cidade de Dianópolis, e o funcionamento dos provedores de internet na região foram analisados e estudados com o intuito da coleta de dados e a partir deles, a fundamentação da tese do uso da rede neutra em cidades de pequeno e médio porte, como solução para problemáticas comuns nos provedores e progressão na rentabilidade financeira.

Este estudo almeja estabelecer uma fundamentação substancial para a compreensão e consideração da implementação das redes neutras como uma alternativa tecnicamente viável dentro do panorama das telecomunicações. Em consonância com o crescente imperativo da internet no cenário contemporâneo, seja em suas implicações cotidianas ou nos aspectos corporativos, a otimização da eficiência, redução de custos iniciais e de manutenção na prestação de serviços de conectividade emergem como aspectos de máxima relevância.

Por meio de uma diligente coleta de dados e uma análise rigorosa na região, este estudo ambiciona somar à literatura corrente, enriquecendo o entendimento e a discussão em torno do inexplorado tópico das redes neutras no domínio das telecomunicações, especialmente em regiões onde a infraestrutura de telecomunicações se torna um fator determinante no desenvolvimento socioeconômico e no bem-estar dos cidadãos.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Embasamento teórico

Com o aumento significativo da demanda de uso da internet, houve a necessidade de expandir as redes de telecomunicações, principalmente através do uso de fibra óptica, realizada por operadoras e provedores regionais de internet. Esse crescimento contínuo na utilização do serviço de internet, o mercado de provedores de internet se tornou um cenário competitivo, com o surgimento de novos provedores constantemente, causando problemáticas variadas, podendo-se citar como uma problemática presente no contexto de telecomunicações contemporâneo o congestionamento dos espaços reservados para a alocação de fios de telecomunicações nos postes, espaços limitados que se apresenta cada dia mais escasso. Cada poste pode ter até seis pontos para a instalação de cabos de telecomunicação. Só que, na prática, segundo a concessionária de energia de São Paulo, chega a ter bem mais, muitas vezes quase 20, tudo misturado, amarrado, bagunçado mesmo. (GLOBO, 2015)

Através do crescimento da demanda, as redes neutras ganharam uma importância essencial. Para que consigam atender seus clientes, os provedores de serviços de telecomunicações necessitam de uma estrutura para isso (PACHECO, 2022).

Para que se usem as redes neutras é fundamental que se leve em consideração alguns fatores, que são cruciais na solicitação da implementação do serviço, assim como para a manutenção. Sendo eles, a popularização da tecnologia e a acessibilidade, ambos os fatores podem ser alcançados com o investimento e aplicação de capital em empreendimentos que tenham como estrutura central o uso da rede neutra, que é lucrativo para todas as partes envolvidas. O provedor que irá alugar a estrutura, o provedor contratante e para o cliente final, uma vez que os custos de operação serão reduzidos, todas as partes sentem o impacto da nova tecnologia de maneira positiva no âmbito financeiro.

O ponto em que tivemos dificuldade é justamente o acesso a crédito. O dinheiro do BNDES não chegou na ponta. Há dificuldade de aprovação, o banco intermediador exige garantia real e fica difícil acessar os recursos (ALBANESI,). Sabe-se que o acesso ao capital no Brasil é complicado e caro, ou seja, existe uma dificuldade e pouco fôlego financeiro para que se cresça construindo a sua própria rede, em virtude dessa problemática as redes neutras se apresentam como alternativa viável e acessível para os provedores de pequeno porte e ainda sem espaço no mercado.

A tecnologia carrega a atrativa possibilidade de se economizar recursos financeiros, tempo e mão de obra na construção de uma rede do princípio. Tendo esses gastos e tempo poupado, a velocidade de implementação de um provedor numa nova localidade é maior e o capital necessário é reduzido. Os impactos dessas alterações chegam até o consumidor final no preço da sua fatura de internet, uma vez que as redes neutras tornam o mercado mais competitivo e abre espaço para que os pequenos provedores possam se desenvolver com valores atrativos e ganhar espaço neste mercado tão competitivo no período atual.

Quando se exclui essa alternativa, os pequenos provedores irão se deparar com problemas no início de suas operações e na sustentação dela. Uma vez que o investimento inicial será altíssimo, e o preço para que se consiga capital é elevado e o acesso ao mesmo é complicado. O retorno se apresenta baixo, uma vez que a conquista de espaço no mercado com preços competitivos perante os grandes provedores é complexa, visando o investimento inicial, os preços de manutenção da rede e a captação de clientes são engrenagens do processo que necessitam estar funcionando em perfeita simetria

2.2 Importância do acesso à internet

A partir dos anos 1980, a internet se consolida e ganha mecanismos que foram essenciais para formatar a rede como a conhecemos hoje. Mas já na década de 1970, havia surgido um conjunto de protocolos chamado de TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol) que hoje é responsável por permitir a comunicação entre os computadores e a transmissão de dados. O TCP garante que as informações cheguem inteiras do emissor ao receptor. Já o IP é a identificação do computador, um endereço único de cada máquina para que ela possa enviar e receber informações. (ADABO, 2014). Modificou de modo profundo a maneira como interagir, sendo no meio familiar ou até mesmo nos outros grupos sociais que o indivíduo pertence.

Além do mais, modificou como se aprende, como vive, trabalha, diverte e consome. A internet conseguiu trazer benefícios no uso das tecnologias com fácil acesso se tratando do conhecimento, além da organização e na colaboração entre as pessoas (QUINTÃO, 2018).

A utilização da internet foi se alterando desde seu surgimento, onde o intuito inicial através da ARPANET, na década de 1960 era um plano de pesquisa militar americano cujo intuito era a comunicação e a troca de dados entre distintos locais de pesquisa e universidades. O propósito posterior a esse que se evidenciou como consequência da expansão da internet foi a troca de arquivos e de e-mails, a cooperação com a pesquisa e a disseminação de informação.

Contudo, nos últimos anos, tudo isso se alterou de maneira radical. Muitas ferramentas foram criadas para que ajudasse na criação de conteúdo e no compartilhamento de modo mais simples, uma vez que para que pudesse adicionar algo a internet necessitava-se de uma mão de obra extremamente especializada e ainda escassa no período.

O uso da internet desenvolveu forte papel para a qualidade de vida na contemporaneidade, uma vez que diversas ferramentas na sociedade atual partem da ferramenta. Pode-se citar como exemplo a vasta biblioteca de informação que há disponível da internet para acesso para qualquer usuário, um conhecimento vasto que antes da popularização da internet não era possível. A internet tem um papel fundamental na sociedade, pois, traz novas maneiras de comunicação, dando possibilidade de explorar as novas oportunidades, cultura, inclusão social, educação e descentralização da informação (SILVA, 2018).

A população brasileira evidencia um notável avanço na sua integração às tecnologias de informação e comunicação, conforme corroborado pela Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) de 2019, conduzida pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Os resultados deste estudo expõem que a taxa de adoção da Internet nos domicílios brasileiros alcançou a cifra de 82,7%, denotando um aumento de 3,6 pontos percentuais em comparação ao ano antecedente.

Este substancial incremento na conectividade residencial repercute de maneira significativa em diversos domínios da sociedade, abarcando aspectos de natureza socioeconômica, educacional e cultural. A disseminação da conectividade à internet nos lares brasileiros não apenas viabiliza o acesso à informação e ao acervo de conhecimento, mas também propicia um ambiente fértil para o desenvolvimento de economias digitais, a promoção da inclusão social e o fomento à inovação.

2.3 História dos provedores de internet no Brasil

Consoante a obra escrita por Érico Guizzo, *Internet: o que é, o que oferece*, como conectar-se (editora Ática, 1999) pode-se apontar o início da operação da internet no Brasil no segundo semestre do ano de 1988, no mês de setembro. Primordialmente as conexões eram de uso exclusivo e dedicado ao setor acadêmico, o seu uso doméstico e corporativo se manifestou um período posterior as suas manifestações primárias no Brasil.

A maioria predominante dos serviços executados na internet em um largo período desde seu surgimento era de cunho acadêmico e científico, voltado para a troca de informações entre universidades e pesquisas. Onde a tecnologia foi se desenvolvendo e se aprimorando cada vez

mais no Brasil. O primeiro serviço de internet a surgir no Brasil de maneira desvinculada ao círculo acadêmico foi a Alternex, um programa internacional de mensagens e conferências eletrônicas que surgiu como precursor no país. O programa da alternex possibilitava a troca de mensagens e informações entre os mais alternados sistemas de correio eletrônico, em um cenário que permitia a interação com a internet. Em virtude dessa situação "O Alternex foi, portanto, o primeiro serviço brasileiro de acesso à Internet fora da comunidade acadêmica" (MULLER, 2023).

Essa utilização da internet no Brasil se manteve dessa forma até o ano de 1994, quando a internet sofreu um novo impacto positivo no que tange a sua evolução alterando seu patamar de usabilidade. Foi quando sua divulgação alcançou uma grande massa de brasileiros. No dia 17 de julho do ano de 94, o renomado Jornal Folha de São Paulo publicou uma marcante edição dominical no seu caderno mais! há "superinfolvia do futuro". E anunciava: "nasce uma nova forma de comunicação que ligará por computador milhões de pessoas em escala planetária", tal publicação chamou a atenção de milhares de Brasileiros e colaborou para a popularidade da internet se disseminar pelo país.

Na fração final do ano de 1994 a EMBRATEL de início ao serviço de distribuição do acesso a internet de forma experimental. O número de usuários alcançados com esse protótipo, foi cinco mil. Posteriormente, com o êxito da operação inicial a Embratel começou oferecer o serviço em definitivo. Contudo essa exclusividade descontentou as empresas privadas, uma vez que a EMBRATEL era a única empresa que poderia fornecer o serviço, o tornando, portanto, muito mais caro e inviabilizando outras empresas de investir na disseminação da tecnologia. Mediante essa situação que causou agitações no mercado o Ministério das Comunicações tornou pública a posição do governo de que não haveria monopólio e que o mercado de serviços da Internet no Brasil seria transparente e aberto para que não perdurasse nenhuma imperatividade desleal no mercado da tecnologia emergente.

Após as definições primárias o cenário não disparou uma evolução imediata, o cenário era de um mercado travado em virtude do fato de que a estrutura necessária para um bom funcionamento da internet no Brasil ainda não estava implementada e as definições sobre os preços a serem cobrados ainda não estavam concretas. Mas mesmo nesse cenário incerto e sem projeções das proporções que o serviço tomaria nas décadas seguintes, já existiam dez provedores que operavam conectados à internet por meio da Embratel.

O grande salto no uso da internet aconteceu no ano de 1996, em virtude das melhorias efetuadas na prestação dos serviços da EMBRATEL, e pelo crescimento espontâneo do mercado que crescia tanto em número de usuário quanto em número de provedores do serviço.

2.4 Funcionamento tradicional do provedor de internet

Inicialmente, é fundamental destacar o conceito de provedor de serviços de internet. Um provedor de internet é peça fundamental para que a internet chegue até os usuários. Ele é responsável por mediar a conexão com a rede mundial de computadores, além de garantir a manutenção e a estabilidade da rede (ROCHA, 2022). Do ponto de vista comercial, tal entidade corresponde a uma organização cuja estrutura operacional se concentra na comercialização de planos de conectividade à internet, almejando a provisão contínua e ininterrupta de acesso à rede para seus clientes. Sob uma perspectiva técnica, um provedor de serviços de internet é encarregado de efetuar o transporte dos dados gerados pelos usuários finais, estabelecer a conexão destes últimos com a infraestrutura global da internet e, de maneira fundamental, manter a fluidez e a robustez dessa comunicação por meio de sua infraestrutura tecnológica.

No panorama atual, é notável a predominância quase que absoluta do emprego da fibra óptica como o meio de escolha para o transporte de dados nos ambientes de provedores de serviços de internet. Essa eleição se deve às inerentes vantagens técnicas oferecidas pela fibra óptica, a qual se destaca por sua notável capacidade de transmissão de dados, baixa latência e considerável resistência a interferências eletromagnéticas. A fibra óptica foi inventada na década de 1970. Inicialmente, era utilizado para comunicação telefônica, o que não explorava todas as suas possibilidades. Foi somente com o advento da era da Internet e a descoberta de que a fibra óptica poderia ser usada para transmissão instantânea de dados que a popularidade da fibra óptica cresceu significativamente (PCC GROUP, 2021). Consequentemente, a fibra óptica se erige como a alternativa prioritária para a implementação das redes de infraestrutura dos provedores de serviços de internet, alinhando-se com os requisitos de alto desempenho e qualidade que caracterizam essa indústria.

O estabelecimento de um provedor de serviços de internet em uma nova localidade se inicia com a aquisição de links dedicados de alta capacidade, com a finalidade de atender integralmente a demanda de conectividade do referido provedor. Estes links dedicados são adquiridos junto a operadoras de telecomunicações, as quais se encarregam de fornecer o serviço de transporte de dados e a velocidade contratada, disponibilizando tais recursos na central office da empresa contratante.

Conforme as melhores práticas observadas no setor de telecomunicações, é recomendada a adoção de dois links dedicados de alta capacidade para provedores em ascensão, provedores de grande porte com alto número de cliente trabalham com uma segurança ainda

maior na operação, usando a partir de três links dedicados. Esta medida visa garantir a resiliência da infraestrutura, possibilitando que um dos links funcione como redundância para o outro. Em cenários nos quais se verifique uma eventual contingência que impeça a operadora de prover o serviço de transporte de dados, decorrente de fatores como intempéries climáticas ou incidentes de natureza humana que comprometam a infraestrutura física, esta abordagem visa assegurar que os clientes do provedor não se vejam frustrados devido à ausência de conectividade.

Todas essas conexões são estabelecidas por meio de variados protocolos de internet, podendo-se citar como um dos protocolos participantes do funcionamento da infraestrutura da internet o Transmissão/Protocolo da Internet (TCP/IP). É correto afirmar que TCP/IP é um conjunto de protocolos e um modelo de comunicação de rede. Ele serve para, principalmente, viabilizar a troca de informações entre ORIGEM e DESTINO. (SYOZI, 2022). O conceito pode ser apresentado da seguinte forma, a partir do momento que existe uma requisição do usuário para acessar um site que está hospedado em um país estrangeiro, é incumbência do provedor de internet garantir a transmissão da solicitação. Isso ocorre por meio de uma série de dispositivos que garantem um percurso seguro, assegurando que a requisição alcance o servidor de destino.

O fornecedor de internet é responsável diretamente por uma parte da rota, que é a rota entre o local que o cliente está estabelecido e a operadora de telecomunicações, a partir do momento que o pacote sai da central office a partir do momento que o pacote de dados sai da central de telecomunicações, ele entra na infraestrutura global da internet. Nesse ponto, os dados seguem um caminho complexo e frequentemente passam por vários roteadores e servidores interligados, que são mantidos por diferentes organizações ao redor do mundo.

A continuidade da rota de transmissão dos dados envolve interconexões entre redes de diferentes provedores de internet e infraestruturas de *backbone* de internet, criando uma rede global altamente interdependente. Cada salto de rede representa uma etapa na jornada dos dados em direção ao seu destino, que é o servidor hospedando o site desejado. Dentro da central office do provedor, existe um data center, com diversos equipamentos que trabalham em conjunto para um bom funcionamento da rede, pode se citar dentro desses equipamentos os principais sendo eles o servidor que atua como cérebro do data center, responsável por hospedar os aplicativos, bancos de dados e serviços que mantêm o bom gerenciamento da rede. Ele garante que os sistemas internos, como a administração do provedor e as ferramentas de monitoramento, estejam sempre disponíveis. Já ligado ao tráfego de dados pode-se apontar como a espinha dorsal do bom funcionamento do tráfego da rede o roteador de borda, que atua como responsável por todo o transporte de dados do provedor, onde o protocolo BGP se faz

presente atuando no direcionamento inteligente do tráfego entre as diferentes rotas, nesse caso os links das operadoras contratadas.

O Protocolo de Gateway da Borda (BGP) é um conjunto de regras que determinam as melhores rotas de rede para transmissão de dados na Internet (AWS, 2023). O BGP viabiliza a capacidade de um roteador de borda anunciar múltiplas rotas para um destino específico. Isso significa que, em caso do mal funcionamento ou de falha total em uma das rotas, o tráfego pode ser redirecionado automaticamente por meio de uma rota alternativa.

Ademais, é necessário ressaltar que o protocolo BGP, processado no roteador de borda, trabalha à mitigação de congestionamentos que impactam na experiência do usuário final se manifestando como lentidão no uso da internet o mesmo atua constantemente na otimização dessa comunicação, por boas rotas. Com base em informações em tempo real relativas à condição da rede, o BGP capacita o roteador a direcionar o tráfego pelo caminho mais adequado, garantindo assim a eficiência e a minimização da latência na transmissão de dados levando em consideração uma série de fatores, como a qualidade da conexão, a capacidade da rede e as políticas de roteamento estabelecidas.

O BNG atua como borda da rede IP, sendo o elemento responsável por controlar as sessões de usuário, terminando qualquer túnel utilizado na rede de agregação. O BNG deve interagir com o AN através de protocolos que implementem o controle de políticas de tráfego Ethernet (BBF, 2008). Além de ser a contraparte de serviços iniciados por este, como OAM e segurança. Também atua como um ponto de replicação de tráfego Multicast (SOUZA, 2017). Sendo uma engrenagem do processamento de dados, operada na central office do provedor o BNG é a operação incumbida por realizar a gerência dos acessos dos clientes, aplicando os filtros onde é efetuada a autenticação dos usuários, as credenciais do mesmo são verificadas e seu acesso é autorizado ou não com base nas diretrizes adotadas no provedor, tal funcionalidade garante que apenas os clientes autorizados possam se conectar e usufruir da conexão. O BNG é a espinha dorsal do gerenciamento da rede, tendo em vista que o monitoramento das atividades dos clientes gerenciando as sessões ativas dos clientes tendo o registro e os log's das conexões ativas e desconexões dos clientes dessa forma, o BNG garante a segurança e a qualidade dos serviços de banda larga. Ele é a peça-chave que possibilita o acesso controlado, a aplicação de políticas de serviço, a tradução de endereços, a segurança contra ameaças cibernéticas e a interconexão com outras redes, tudo isso enquanto monitora e registra as atividades dos clientes.

A OLT (Optical Line Terminal) é o equipamento responsável por gerir e distribuir o acesso aos serviços de dados e streaming (INTELBRAS, 2022). Sua função principal é servir como o ponto de conexão principal entre a rede de fibra e os locais onde os usuários, como

residências e empresas, se conectam à internet. A OLT é como a "porta de entrada" da rede de fibra óptica, assegurando uma transmissão eficiente de dados para os locais finais onde os serviços de internet são utilizados. Ela desempenha um papel fundamental na entrega de conectividade de alta velocidade em redes de fibra óptica. A conexão física estabelecida regida pelos cabos ópticos entre a OLT e as unidades de rede óptica (ONUs) situadas nas residências e estabelecimentos comerciais dos assinantes viabiliza a oferta de serviços de alta velocidade, notadamente o acesso à internet de banda larga.

As ONUs, localizadas nas instalações dos clientes, atuam permitindo a conversão de sinais ópticos em sinais eletrônicos, que podem ser interpretados e utilizados pelos dispositivos dos clientes, tais como roteadores e computadores.

Portanto, a OLT representa o ponto de transição onde a infraestrutura de fibra óptica se integra com o ambiente digital dos clientes, possibilitando a entrega de uma experiência de conectividade rápida, confiável e de alta qualidade nas residências e estabelecimentos comerciais atendidos pelo provedor de serviços de Internet. Pois a qualidade do sinal transportado na infraestrutura do provedor causa impacto direto na experiência de uso do cliente, uma rede bem estruturada evita inúmeros problemas e transtornos a empresa prestadora de serviço.

O DIO, ou "Dispositivo de Interface Óptica", exerce a função de conectar o backbone da rede à OLT (Optical Line Terminal), estabelecendo uma interconexão que segue um arranjo organizacional específico. Cada porta da OLT é emparelhada com uma porta do DIO, e cada porta do DIO corresponde a uma fibra óptica do backbone que se estende pela cidade, ramificando-se para atender às áreas planejadas e, por conseguinte, fornece conectividade aos clientes residentes naquela região.

Descrevendo detalhadamente a rota percorrida pelo backbone, é comum utilizar os postes compartilhados com a concessionária de energia local na região. Espaço nos postes é reservado para essa finalidade, e a documentação relativa a essa utilização é formalizada por meio de contrato, incluindo a cobrança de uma taxa pelo uso desse espaço aéreo.

O conjunto de emenda óptica é um equipamento utilizado para abrigar e proteger fibras ópticas e suas emendas. É um produto à prova d'água e de poeira, utilizada externamente pendurada ou montada em poste (NETPLUS, 2022). É a estrutura onde o backbone começa a se ramificar se distribuindo em ramais, a caixa de emenda óptica é o ponto de transição entre a rede primária e secundária, onde são instalados os Splitters de segundo nível. Essas caixas de emenda óptica são fundamentais para a instalação e manutenção da rede, pois permitem o acesso às fibras para emendas ou derivações.

Durante o processo de construção da rede, após a instalação dos cabos, as equipes encarregadas das emendas ópticas iniciam o procedimento de instalação das Caixas de Emenda Óptica (CEOs). A documentação das interconexões dos cabos e a localização das CEOs são detalhadamente registradas em diagramas unifilares, que funcionam como resumos concisos, destinados a fornecer informações essenciais de maneira simplificada às equipes de acompanhamento e de campo. Assim, a Caixa de Emenda Óptica desempenha um papel fundamental na organização e operação eficaz de uma rede FTTH (Fiber to the Home, fibra até a residência). Ela desempenha um papel crucial na facilitação da distribuição segura e eficiente dos cabos ópticos, assegurando que o sinal chegue ao usuário final de maneira confiável.

Na infraestrutura que antecede a residência do cliente, encontramos um componente passivo chamado CTO, ou Caixa Terminal Óptica. Sua função principal é a subdivisão do sinal óptico, de modo a servir até 16 assinantes simultaneamente. Dentro da CTO, estão instalados divisores ópticos projetados para particionar o sinal em várias saídas. Este projeto assegura que cada assinante receba um sinal óptico de alta qualidade, independentemente do número total de assinantes conectados à mesma CTO, garantindo, dessa forma, uma conectividade confiável para o atendimento ao cliente.

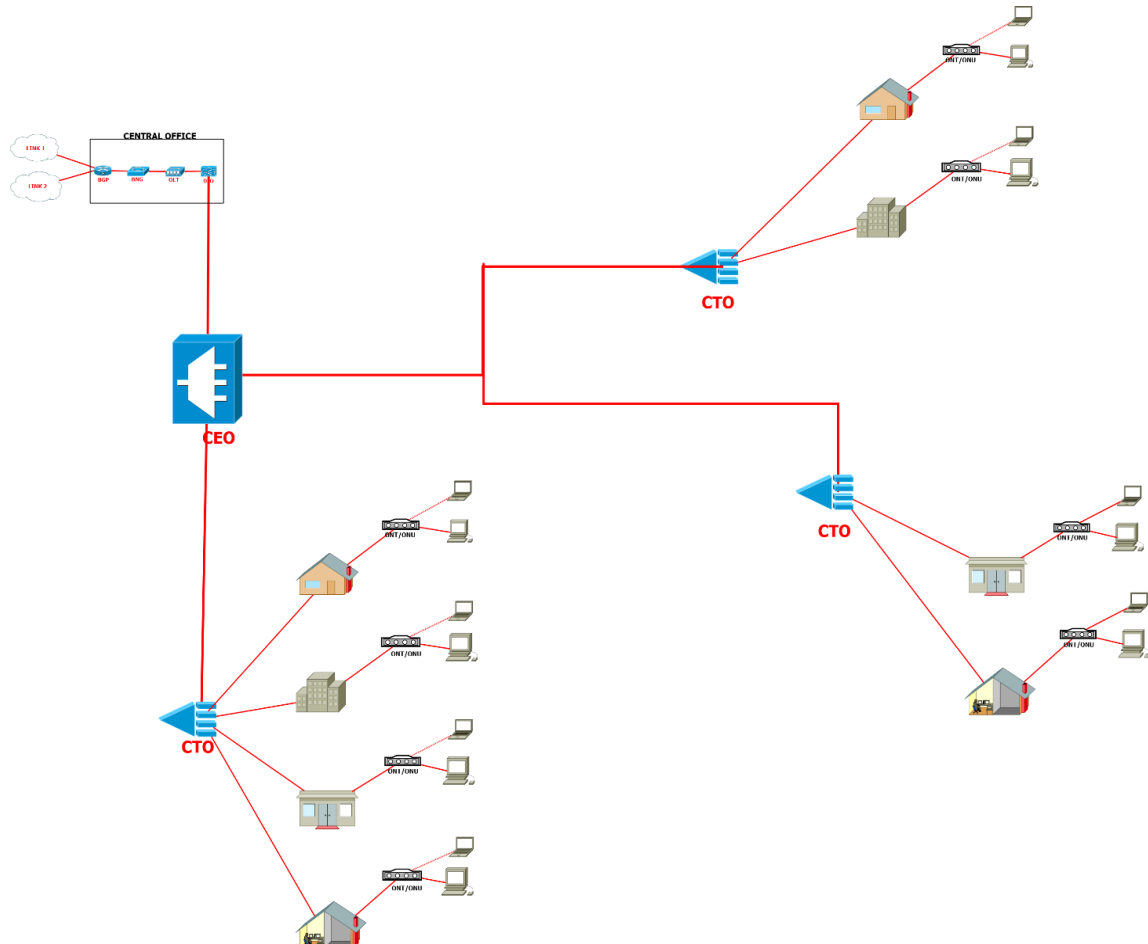
Além disso, as Caixas Terminais Ópticas dispõem de derivações destinadas a manter a continuidade dos cabos ópticos, preservando, assim, a integridade da rede. Tais CTOs podem ser configuradas para suportar oito ou dezesseis clientes, adaptando-se às necessidades específicas de conectividade da infraestrutura óptica.

Após a Caixa de Terminação Óptica (CTO), surge o derradeiro componente passivo da infraestrutura, conhecido como a ONT, ou Terminal de Rede Óptica. Este equipamento é alocado no interior da residência do cliente, operando na transformação do sinal óptico em um sinal elétrico. Tal conversão possibilita a conectividade dos dispositivos do cliente com a rede de internet. Importa notar que as ONTs são concebidas com a finalidade de serem compactas e de fácil instalação.

Dentro desse contexto, é pertinente observar que a etapa potencialmente mais complexa desse processo, que culmina com a disponibilização dos serviços ao cliente final, consiste na instalação do "drop" - o trecho de cabo que percorre o trajeto da CTO até a residência do cliente. Este é o ponto onde a infraestrutura de fibra óptica da tecnologia FTTH (Fiber to the Home, fibra até a residência) encontra sua conclusão e viabiliza o acesso aos serviços para o usuário final.

Pode se observar na figura 1, um desenho que representa de maneira didática o funcionamento de um provedor de internet e a distribuição de seus equipamentos no decorrer da rede.

Figura 1. Representação didática de rede FTTH



Fonte: Próprio autor

2.5 Benefícios da internet de fibra óptica

A Fibra Óptica foi destinada para a substituição das redes de micro-ondas e os fios de cobre, seu grande marco foi no ano de 1970, nos Estados Unidos na empresa Cornig, onde os cientistas tiveram como transmitir a luz com baixo calor e sem grande perda (FERREIRA, 2013). Contudo, eram dois problemas que atrapalhavam a Fibra Óptica nessa época. O primeiro cabo submarino sob o oceano só foi implantado no ano de 1982, nas Ilhas Canárias e posteriormente, alguns anos mais tarde construíram o cabo que liga a cidade de Tuckerton nos Estados Unidos à Widemouth localizada na Inglaterra e Penmarch no país da França. A distância entre elas passava de 7.500km. No cotidiano os cabos no fundo do mar interligam todos os continentes do mundo. Com o decorrer do tempo a internet de Fibra Óptica teve um espaço muito relevante, tornando-se uma alternativa mais acessível no Brasil.

Atualmente, vários prestadores de serviço de internet fixa, já tem acesso a toda estrutura fundamental para a transmissão da velocidade de internet que a fibra óptica consegue fornecer. As fibras ópticas consistem em filamentos de vidro altamente puro, a luz viaja pelo núcleo da fibra através de múltiplas reflexões internas totais, o que permite uma transmissão eficaz de sinais ópticos. Isso torna as fibras ópticas ideais para comunicações de alta velocidade e diversas outras aplicações.

Essas fibras são fios flexíveis dos diâmetros de um fio de cabelo, na qual é composta de uma região central, constituída de materiais dielétricos, existe o núcleo, que é por onde percorre a luz, na casa, é uma região periférica, que envolve de modo completo o núcleo.

O princípio de propagação no interior da fibra óptica fundamenta-se na reflexão total da luz, no momento em que um raio de luz propaga-se em um meio cujo índice de refração é o núcleo (n_1) e alcança a superfície de outro meio com a refração de índice na casca (n_2), ou seja, sendo $n_1 > n_2$, acontecerá no ângulo a incidência sendo ela maior ou igual ao ângulo crítico, desse modo acontece a reflexão total da luz, ocasionando então no retorno do raio de luz para o meio com índice de refração n_1 (FURUKAWA, 2008)

Dessa maneira, a luz é injetada em uma das extremidades da fibra óptica através de um cone de aceitação, para que consiga se propagar no decorrer dela mesma. As fibras ópticas carregam consigo características nas quais originam em benefícios quando se trata aos meios convencionais, como o cabo coaxial, par metálico e o rádio frequência em micro-ondas.

Mediante (VIEIRA, 2002), o meio de transmissão da fibra óptica acontece pelo envio de um sinal de luz que é codificado, dentro do domínio de frequência do infravermelho, através do cabo óptico, 10^{14} a 10^{15} Hz, dessa maneira o mínimo superior 10.000 vezes ao sistema

utilizando o cabo coaxial com a banda passante no máximo de 400MHz e quiçá com a rádio frequência em micro-ondas com banda passante sendo útil de 700MHz. A partir do momento em que a demanda por dados da internet acelera, em todo o mundo a infraestrutura digital necessita ser atualizada. As redes de fibra óptica são importantes para os ambientes FTTx e a tecnologia que já chegou ao Brasil recentemente, a 5G.

Contudo, a fibra óptica é o principal caminho para a largura de banda quase ilimitada, companhias telefônicas, comunicação de longa distância entre as organizações e os outros vários aplicativos de comunicação existentes para a comunicação de longa distância. Vale ressaltar que a fibra óptica sempre estará no centro do ecossistema digital.

Muito se pensa que para instalar a fibra óptica pode parecer uma iniciativa de CAPEX alto intensivo. Porém, se for bem planejado e executado de modo correto, a longevidade da rede de fibra óptica, menos hardware e menor manutenção tem como significado que as operadoras investem no capital antecipado com enormes recompensas ao longo prazo.

2.6 Redes Neutras

A concepção da rede neutra representa uma prática já em andamento no mercado, embora ainda não seja difundida entre a maioria dos investidores no setor de telecomunicações no Brasil. A disseminação do modelo de rede FTTH (Fiber to the Home, fibra até a residência) nesse contexto é incipiente, o que suscita a necessidade de elucidar e promover essa tecnologia. Tal esclarecimento visa fomentar a credibilidade e a adesão a essa abordagem, que se propõe a solucionar desafios enfrentados por diversos provedores de serviços de internet. A ideia central é que o operador neutro possa permitir que as empresas usem a mesma infraestrutura de rede. Este modelo facilita a expansão de redes de fibra óptica e, conseqüentemente, leva a um grande avanço na área de telecomunicações no país. E com a entrada de mais empresas no setor, o consumidor final passa a contar com mais opções para contratar serviços de internet. (EBDS, 2022)

A rede neutra é caracterizada pela implementação de uma única rede FTTH (Fiber to the Home, fibra até a residência) compartilhada por diversos provedores, com vistas a alcançar consideráveis economias em termos de recursos materiais, mão de obra e planejamento. Essa abordagem se mostra especialmente vantajosa em situações nas quais um provedor opta por expandir sua rede em uma nova localidade ou no início de suas operações como empreendimento. “Através desse modelo, reduzimos investimentos redundantes nas redes de transporte. Com isso, os prestadores de serviço podem focar seus investimentos e atenção no

seu serviço." (TAKAYANAGI, 2020). Nessa fase inicial, as organizações enfrentam restrições de acesso ao capital e lidam com desafios significativos em relação aos custos associados à construção de uma rede FTTH, o que, por vezes, impacta negativamente a rapidez com que podem obter retorno sobre o investimento e a forma como o custo final é repassado ao cliente. Isso, por sua vez, pode prejudicar sua competitividade no mercado, especialmente diante de provedores já estabelecidos com uma ampla base de clientes na região.

O conceito de neutralidade surgiu há mais de 150 anos, mais precisamente em 1860, quando uma lei norte-americana definiu que o serviço de telégrafos atenderia a todos de maneira igualitária, priorizando somente serviços do governo (MELLO, 2021). Embora o contexto no qual as redes neutras operam hoje tenha evoluído consideravelmente com a modernização dos meios de comunicação e o avanço da tecnologia, o propósito fundamental da neutralidade persiste, ou seja, garantir que o acesso à conectividade a todos.

3 METODOLOGIA DA PESQUISA

A metodologia adotada no presente Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) se concentrou primeiramente na condução de uma investigação histórica abrangente sobre a origem da Internet e no exame do histórico da prestação de serviços de Internet no contexto brasileiro. Subsequentemente, foi realizada uma análise aprofundada do funcionamento de um provedor de acesso à Internet por meio de tecnologia de fibra óptica, abrangendo todos os seus aspectos, desde a instalação na residência do cliente até a infraestrutura da central de operações. As questões e desafios inerentes à implementação convencional de redes de fibra óptica até o domicílio foram identificadas e minuciosamente examinadas.

Em seguida, apresentou-se o conceito de redes neutras, destacando sua aplicabilidade efetiva e exemplificando sua relevância por meio de uma pesquisa de campo realizada na cidade de Dianópolis, no estado de Tocantins. Nessa pesquisa de campo, foram coletados dados relativos aos investimentos e à infraestrutura dos provedores de serviços de Internet que atuam na região da Avenida Sete de Setembro.

A condução do estudo de campo permitiu uma comparação detalhada dos investimentos realizados, da eficácia das redes neutras e de sua capacidade de alcance, contribuindo para a validação da tese que preconiza a implementação de redes neutras como uma solução mais eficiente e economicamente viável.

4 OBJETIVOS

4.1 Objetivo Geral:

Analisar a viabilidade do uso de redes neutras em cidades de porte semelhante a cidade de Dianópolis

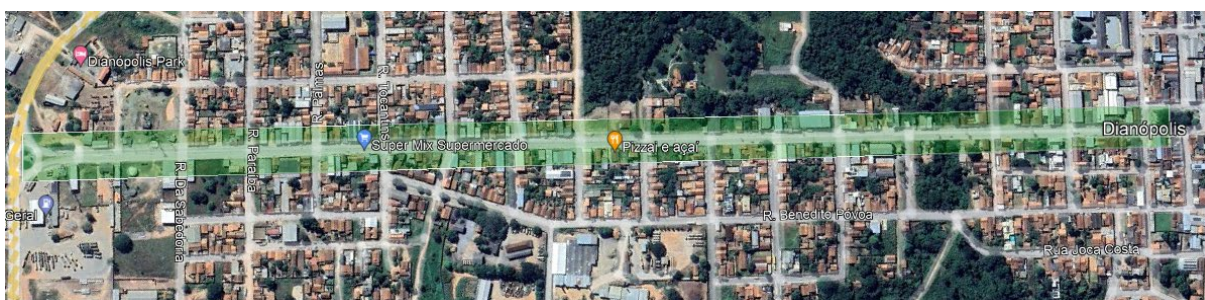
4.2 Objetivos Específicos:

- Fazer um histórico da oferta do serviço de internet no Brasil;
- Conceituar como funciona um provedor de fibra óptica
- Abordar o histórico de prestação de serviço dos provedores de internet
- Benefícios da utilização da fibra óptica
- Conceituar redes neutras e demonstrar como o conceito mitiga problemas relativos à abordagem convencional

5 PESQUISA DE CAMPO

A pesquisa de campo foi feita com o intuito de mostrar a aplicabilidade e o real impacto que a adoção da infraestrutura de redes neutras na cidade de Dianópolis Tocantins, tendo como objeto de estudo e análise os cinco provedores de internet atuantes na cidade. A pesquisa foi arquitetada com o levantamento e mapeamento das estruturas já existentes na cidade no percurso da Avenida 7 de Setembro, como mostra a figura 2:

Figura 2. Área alvo da pesquisa de campo



Fonte: Próprio autor

A pesquisa de campo foi conduzida com a finalidade de elencar os investimentos realizados pelos diferentes provedores na implantação da infraestrutura de rede de fibra óptica até o domicílio e seus investimentos complementares destinados ao adequado funcionamento da referida rede. Neste escopo, foram abarcados aspectos relacionados aos desembolsos referentes à edificação da central de operações e seus dispositivos correlatos, a rede primária de alimentação, a rede de distribuição, bem como os equipamentos empregados no processo de construção e infraestruturas pertinentes, além dos custos mensais relativos à locação de postes utilizados para o acometimento dos cabos de fibra óptica e os custos laborais associados.

Concomitantemente à análise desses custos elencados, procedeu-se à mensuração da taxa de penetração da rede, um indicador que denota a extensão da cobertura alcançada por um projeto FTTH, delimitando a área geográfica abrangida pelo projeto, o número de clientes potenciais na respectiva região e o número de clientes efetivamente alcançados. A taxa de penetração desempenha um papel de relevância significativa na alocação estratégica das caixas de atendimento ao cliente ao longo da rede. O estudo contemplou a avaliação da taxa de penetração de todos os provedores investigados e discutiu como a implementação de uma rede neutra poderia otimizar substancialmente a eficiência desta taxa, caso a adoção desse modelo fosse efetivada, culminando em uma taxa de penetração de 100%.

Um somatório de 176 pontos de atendimento na zona de estudo foi identificado por meio de pesquisa de campo, implicando, assim, na representação de 176 consumidores distribuídos dentre os cinco provedores operantes na localidade. A disposição geográfica e organizacional desses pontos encontra-se devidamente cartografada, sendo possível visualizá-la na figura 3, disponibilizada adiante.

Figura 3. Disposição dos pontos de atendimento



Fonte: Próprio autor

No que tange ao provedor A, sua arquitetura de rede se apresenta da seguinte maneira: cinco caixas de atendimento estão dispostas ao longo da rota de estudo, com uma taxa de penetração de 45%. Os custos totais incorridos para a implementação de toda a infraestrutura somaram um montante de R\$135.317,52. Importa ressaltar que esses valores correspondem aos recursos necessários para o estabelecimento da referida infraestrutura, que demanda, ademais, custos mensais de manutenção, incluindo despesas associadas à locação de postes e uma equipe encarregada da manutenção da rede e da realização de novas instalações, quando necessário. O valor mensal correspondente a tais custos foi apurado e fixado em R\$5.448,80, considerando a soma de ambas as categorias de despesas mencionadas. Para referência e análise mais detalhada, os quadros relacionados aos investimentos efetuados pelo provedor A e à disposição de suas caixas de atendimento no percurso sob analisado encontram-se na figura 4 e 5.

Figura 4. Disposição das caixas de atendimento ao cliente do provedor A



Fonte: Próprio autor

Figura 5. Planilha com levantamento de dados do provedor A

PAINEL GERAL DE INVESTIMENTOS PROVEDOR A	
INVESTIMENTOS	TOTAL
Central	R\$ 44.016,00
Rede Primária de Alimentação	R\$ 16.090,52
Rede de Distribuição	R\$ 2.970,00
Equipamentos	R\$ 72.241,00
TOTAL GERAL INVESTIMENTOS	R\$ 135.317,52

CUSTO MENSAL	QUANTIDADE	PREÇO UNITÁRIO	TOTAL
Postes alugados (Valor mensal)	32	R\$ 10,90	R\$ 348,80
Custo Equipe (Técnico + Ajudante)	1	R\$ 5.100,00	R\$ 5.100,00
TOTAL MENSAL			R\$ 5.448,80

CAPACIDADE DA REDE	TOTAL
Total de pontos (possíveis clientes)	176
Quantidade de CTO's	5
Capacidade da CTO (Nº portas)	16
Capacidade total de Portas disponíveis	80
TAXA DE PENETRAÇÃO (%)	45%

Fonte: Próprio autor

No contexto do provedor B, a configuração de sua rede se desdobra de maneira distinta: três caixas de atendimento estão estrategicamente posicionadas ao longo do percurso sob estudo, exibindo uma taxa de penetrabilidade de 27%. O investimento total referente à implementação de toda a infraestrutura atingiu o montante de R\$139.939,54. Cumpre ressaltar que esses valores representam os recursos alocados para a construção da mencionada infraestrutura, que incorre, igualmente, em custos mensais de manutenção. Esses custos englobam despesas associadas à locação de postes, bem como a remuneração da equipe encarregada da manutenção da rede e da realização de novas instalações, quando necessário. O valor mensal correspondente a essa categoria de despesas foi devidamente apurado e estipulado em R\$5.481,50, contemplando a agregação de ambos os componentes mencionados. Esses dados e informações, essenciais para análises posteriores, encontram-se apresentados nas figuras 6 e 7.

Figura 6. Disposição das caixas de atendimento ao cliente do provedor B



Fonte: Próprio autor

Figura 7. Planilha com levantamento de dados do provedor B

PAINEL GERAL DE INVESTIMENTOS PROVEDOR B	
INVESTIMENTOS	TOTAL
Central	R\$ 49.662,00
Rede Primária de Alimentação	R\$ 16.254,54
Rede de Distribuição	R\$ 1.782,00
Equipamentos	R\$ 72.241,00
TOTAL GERAL INVESTIMENTOS	R\$ 139.939,54

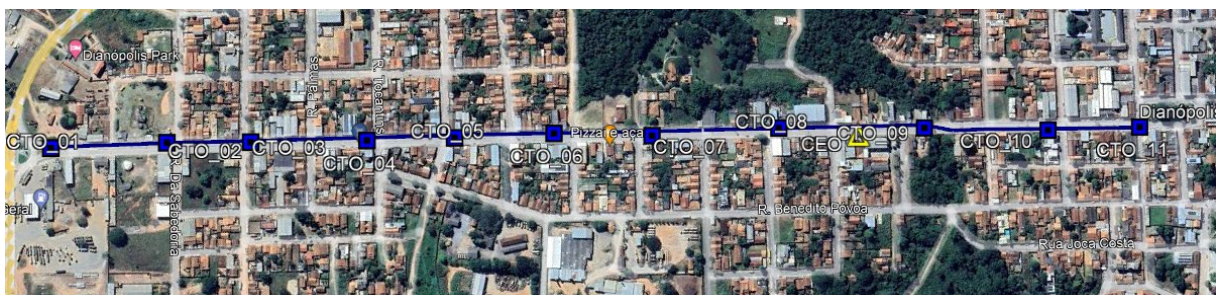
CUSTO MENSAL	QUANTIDADE	PREÇO UNITÁRIO	TOTAL
Postes alugados (Valor mensal)	35	R\$ 10,90	R\$ 381,50
Custo Equipe (Técnico + Ajudante)	1	R\$ 5.100,00	R\$ 5.100,00
TOTAL MENSAL			R\$ 5.481,50

CAPACIDADE DA REDE	TOTAL
Total de pontos (possíveis clientes)	176
Quantidade de CTO's	3
Capacidade da CTO (Nº portas)	16
Capacidade total de Portas disponíveis	48
TAXA DE PENETRAÇÃO (%)	27%

Fonte: Próprio autor

No caso do provedor C, sua rede conta com onze caixas de atendimento, uma taxa de penetração de 50%, um investimento total de R\$145.830,44 e custos mensais de R\$5.470,60. Podendo se observar a estruturação da rede e dos investimentos na figura 8 e figura 9.

Figura 8. Disposição das caixas de atendimento ao cliente do provedor C



Fonte: Próprio autor

Figura 9. Planilha com levantamento de dados do provedor C

PAINEL GERAL DE INVESTIMENTOS PROVEDOR C	
INVESTIMENTOS	TOTAL
Central	R\$ 49.662,00
Rede Primária de Alimentação	R\$ 16.683,44
Rede de Distribuição	R\$ 6.244,00
Equipamentos	R\$ 72.241,00
TOTAL GERAL INVESTIMENTOS	R\$ 144.830,44

CUSTO MENSAL	QUANTIDADE	PREÇO UNITÁRIO	TOTAL
Postes alugados (Valor mensal)	34	R\$ 10,90	R\$ 370,60
Custo Equipe (Técnico + Ajudante)	1	R\$ 5.100,00	R\$ 5.100,00
TOTAL MENSAL			R\$ 5.470,60

CAPACIDADE DA REDE	TOTAL
Total de pontos (possíveis clientes)	176
Quantidade de CTO's	11
Capacidade da CTO (Nº portas)	8
Capacidade total de Portas disponíveis	88
TAXA DE PENETRAÇÃO (%)	50%

Fonte: Próprio autor

No âmbito do provedor D, quatro caixas de atendimento estão estrategicamente distribuídas, alcançando uma taxa de penetração de 36%. O investimento total foi de R\$140.533,54, com custos mensais de R\$5.481,50. Podendo se observar a estruturação da rede e dos investimentos na figura 10 e figura 11.

Figura 10. Disposição das caixas de atendimento ao cliente do provedor D



Fonte: Próprio autor

Figura 11. Planilha com levantamento de dados do provedor D

PAINEL GERAL DE INVESTIMENTOS PROVEDOR D	
INVESTIMENTOS	TOTAL
Central	R\$ 49.662,00
Rede Primária de Alimentação	R\$ 16.254,54
Rede de Distribuição	R\$ 2.376,00
Equipamentos	R\$ 72.241,00
TOTAL GERAL INVESTIMENTOS	R\$ 140.533,54

CUSTO MENSAL	QUANTIDADE	PREÇO UNITÁRIO	TOTAL
Postes alugados (Valor mensal)	35	R\$ 10,90	R\$ 381,50
Custo Equipe (Técnico + Ajudante)	1	R\$ 5.100,00	R\$ 5.100,00
TOTAL MENSAL			R\$ 5.481,50

CAPACIDADE DA REDE	TOTAL
Total de pontos (possíveis clientes)	176
Quantidade de CTO's	4
Capacidade da CTO (Nº portas)	16
Capacidade total de Portas disponíveis	64
TAXA DE PENETRAÇÃO (%)	36%

Fonte: Próprio autor

No contexto do provedor E, sua rede é composta por seis caixas de atendimento, uma taxa de penetração de 55%, um investimento total de R\$141.511,54 e custos mensais de R\$5.481,50. A estruturação da rede e dos investimentos pode ser visualizada nas Figuras 12 e 13.

Figura 12. Disposição das caixas de atendimento ao cliente do provedor E



Fonte: Próprio autor

Figura 13. Planilha com levantamento de dados do provedor E

PAINEL GERAL DE INVESTIMENTOS PROVEDOR E	
INVESTIMENTOS	TOTAL
Central	R\$ 49.662,00
Rede Primária de Alimentação	R\$ 16.044,54
Rede de Distribuição	R\$ 3.564,00
Equipamentos	R\$ 72.241,00
TOTAL GERAL INVESTIMENTOS	R\$ 141.511,54

CUSTO MENSAL	QUANTIDADE	PREÇO UNITÁRIO	TOTAL
Postes alugados (Valor mensal)	35	R\$ 10,90	R\$ 381,50
Custo Equipe (Técnico + Ajudante)	1	R\$ 5.100,00	R\$ 5.100,00
TOTAL MENSAL			R\$ 5.481,50

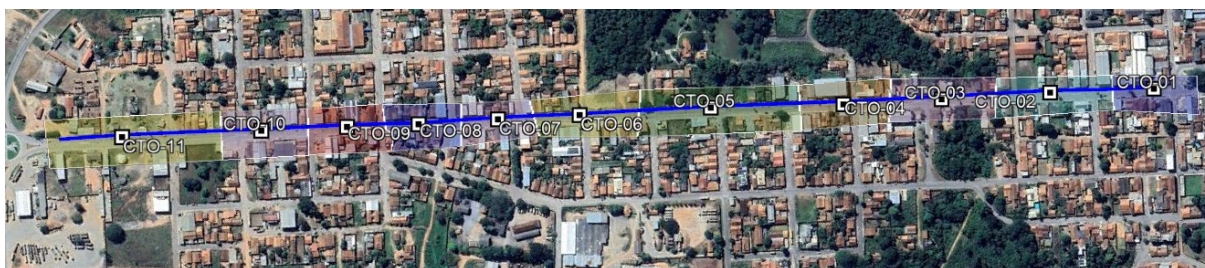
CAPACIDADE DA REDE	TOTAL
Total de pontos (possíveis clientes)	176
Quantidade de CTO's	6
Capacidade da CTO (Nº portas)	16
Capacidade total de Portas disponíveis	96
TAXA DE PENETRAÇÃO (%)	55%

Fonte: Próprio autor

Após elencadas as estruturas existentes na região e um investimento total no valor de R\$702.132,58 somando os valores investidos por parte das cinco empresas pode se apresentar o cenário projetado na aplicação da rede neutra, onde o investimento inicial aplicado é significativamente menor e os custos de manutenção acompanham a redução desses valores investidos. Ademais, a taxa de penetração se apresenta com uma maior precisão, uma vez que as portas de atendimento disponíveis na região, por parte dos cinco provedores se totaliza em 376 portas, que representa 213% de penetração, número próximo ao dobro de clientes possíveis na região, concluindo-se como uma redundância desnecessária e investimentos que podem ser reduzidos com o uso da rede neutra.

A concepção de uma rede neutra, minuciosamente planejada após extensas pesquisas e análises da área em estudo, apresenta-se como uma inovação que supera as infraestruturas de telecomunicações já consolidadas em diversos aspectos. Em destaque, encontram-se os custos iniciais, notoriamente inferiores em comparação com as alternativas preexistentes. Além disso, a taxa de penetração atinge a cifra precisa de 100%, refletindo uma eficiência inigualável. Pode se observar na figura 14, como a rede neutra se distribuiria no mesmo cenário.

Figura 14. Rede neutra aplicada no cenário estudado



Fonte: Próprio autor

Uma das vantagens mais prementes dessa abordagem é a economia substancial que ela proporciona. A rede neutra, devidamente concebida e organizada, tem a capacidade de atender às demandas dos cinco provedores existentes, resultando em significativas economias de capital. No contexto atual, a implementação de uma rede neutra acarretaria uma economia expressiva, estimada em R\$557.168,04, uma vez que os custos para construir uma rede neutra é de R\$ 144.964,54. Essa vantagem financeira é irrefutável, conferindo à proposta da rede neutra não somente eficácia, mas também vantagens econômicas para os empreendimentos em análise. A análise detalhada e especificações dos gastos podem ser observados com clareza na figura 15.

Figura 15. Planilha com levantamento de dados da rede neutra

SIMULAÇÃO DO PAINEL GERAL DE INVESTIMENTOS REDE NEUTRA	
INVESTIMENTOS	TOTAL
Central	R\$ 49.662,00
Rede Primária de Alimentação	R\$ 16.527,54
Rede de Distribuição	R\$ 6.534,00
Equipamentos	R\$ 72.241,00
TOTAL GERAL INVESTIMENTOS	R\$ 144.964,54

CUSTO MENSAL	QUANTIDADE	PREÇO UNITÁRIO	TOTAL
Postes alugados (Valor mensal)	35	R\$ 10,90	R\$ 381,50
Custo Equipe (Técnico + Ajudante)	1	R\$ 5.100,00	R\$ 5.100,00
TOTAL MENSAL			R\$ 5.481,50

CAPACIDADE DA REDE	TOTAL
Total de pontos (possíveis clientes)	176
Quantidade de CTO's	11
Capacidade da CTO (Nº portas)	16
Capacidade total de Portas disponíveis	176
TAXA DE PENETRAÇÃO (%)	100%

Fonte: Próprio Autor

A eficácia da rede neutra proposta, resultante de cuidadosos estudos e análises da área-alvo, é inquestionável. Ela representa um marco na otimização da infraestrutura de telecomunicações, superando significativamente as redes já estabelecidas em diversos aspectos cruciais, podendo, por conseguinte, ser aplicada em variados cenários.

Em primeiro plano, destaca-se a notável redução dos custos iniciais dessa rede neutra, conferindo-lhe uma atratividade singular. Tal circunstância se traduz em uma menor demanda por recursos financeiros na fase de implementação, permitindo que os investimentos iniciais sejam alocados com maior eficiência. Os valores consideravelmente inferiores contribuem para a viabilidade econômica do projeto. Na figura 16 há o comparativo das despesas calculadas em ambos os cenários. Onde é evidente a redução significativa nos custos aplicados pelos provedores caso optasse pela utilização da rede neutra e não pelo desenvolvimento de uma rede FTTH do princípio.

Figura 16. Comparativo de valores investidos

COMPARATIVO DE INVESTIMENTO INICIAL			Pontos de atendimento = 176
PROVEDORES	REDE INDIVIDUAL	PORTAS DE ATENDIMENTO	
EMPRESA 1	R\$ 135.317,52	80	
EMPRESA 2	R\$ 139.939,54	48	
EMPRESA 3	R\$ 144.830,44	88	
EMPRESA 4	R\$ 140.533,54	64	
EMPRESA 5	R\$ 141.511,54	96	
TOTAL GERAL INVESTIMENTOS	R\$ 702.132,58	376	SOBREPOSIÇÃO 113%

COMPARATIVO DE INVESTIMENTO INICIAL	
PROVEDORES	REDE NEUTRA
EMPRESA 1	R\$ 28.992,91
EMPRESA 2	R\$ 28.992,91
EMPRESA 3	R\$ 28.992,91
EMPRESA 4	R\$ 28.992,91
EMPRESA 5	R\$ 28.992,91
TOTAL GERAL INVESTIMENTOS	R\$ 144.964,54

Fonte: Próprio autor

A taxa de penetração de 100% constitui um dos elementos mais preponderantes. A habilidade de atingir a totalidade dos clientes potenciais na área de estudo representa um feito notável, assegurando que nenhum local fique desprovido de cobertura. Essa abordagem de cobertura integral reflete uma notável eficiência, beneficiando, simultaneamente, a população local, que passa a desfrutar de acesso aos serviços de telecomunicações em alto padrão.

Resumidamente, a proposta da rede neutra não somente revoluciona a infraestrutura de telecomunicações na região, mas também se destaca como uma solução economicamente

vantajosa para os provedores. “Com várias operadoras dividindo os mesmos cabos de fibra óptica, seria possível remover diversos fios dos postes de energia. Por sinal, essa é a sugestão da Superintendência de Competição da Anatel, que sugere um operador neutro para lidar com ocupação desses postes. Caso contrário, a agência estima um custo de R\$ 20 bilhões para reordenar os cabos de telecomunicações em 1,4 mil cidades do Brasil.” (BRAGA, Lucas). Adicionalmente, resolve de maneira eficaz o problema de superlotação dos postes preexistentes, uma vez que reduz substancialmente a quantidade de cabos dispostos nos mesmos, otimizando a infraestrutura física e elevando a eficiência da rede

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A concepção e implementação de redes neutras emergem como uma solução inovadora e eficaz para os desafios enfrentados pelos Provedores de Serviços de Internet, em localidades de médio porte, como evidenciado por um estudo de caso na cidade de Dianópolis, Tocantins. O modelo de rede de Fiber To The Home neutra compartilhada entre diferentes provedores destaca-se como uma estratégia promissora para atingir economias substanciais em termos de recursos materiais, mão de obra e planejamento, conferindo vantagens competitivas e propiciando um ambiente propício ao avanço do setor de telecomunicações no Brasil.

A disseminação inicial deste modelo no mercado brasileiro destaca a necessidade de elucidar e promover esta tecnologia, não apenas para fortalecer a credibilidade e aceitação, mas também para instaurar um ambiente competitivo mais robusto. A viabilidade financeira, evidenciada pela significativa economia de recursos e pela atratividade para novos investidores, sugere que as redes neutras detêm o potencial de transformar a dinâmica da indústria.

A análise histórica ressalta que, embora as redes neutras operem em um contexto evoluído relativamente às suas origens no serviço telegráfico, o propósito básico da neutralidade persiste, assegurando a igualdade de acesso à conectividade para todos. Ao adotar uma abordagem de estudo de caso, este trabalho contribui para a compreensão prática da implementação de redes neutras e serve como um guia exemplar para cidades de porte semelhante.

A metodologia abrangente deste Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), englobando investigação histórica, análise aprofundada do funcionamento de fornecedores de acesso à internet por fibra óptica, identificação de desafios na implementação convencional de FTTH, apresentação do conceito de redes neutras e levantamento detalhado no terreno, proporcionou uma base sólida para as conclusões apresentadas.

Em síntese, este estudo destaca não apenas a eficiência técnica e econômica das redes neutras, mas também sua contribuição para a promoção da equidade no acesso à conectividade. Ao direcionar a atenção para esta abordagem inovadora, a pesquisa sugere uma mudança de paradigma no setor de telecomunicações brasileiro, apontando para um futuro onde a colaboração e o compartilhamento de infraestrutura se erigem como alicerces do progresso sustentável.

REFERÊNCIAS

- ALVES, H, P. **Fibra óptica com perfil D: fabricação e aplicações em sensoriamento.** 2020. Disponível: <https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/39369/1/TESE%20Henrique%20Patriota%20Alves.pdf> Acesso em: 10 de set. 2023.
- ADABO, G. **A pesquisa em divulgação científica. ComCiência.** Disponível em: http://comciencia.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S151976542014000400002&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt Acesso em: 10 de set. 2023.
- ALBANESI, G. **Demanda por capital de giro cresce, mas acesso é difícil. Valor Econômico.** Disponível em: <https://valor.globo.com/publicacoes/suplementos/noticia/2020/06/09/demanda-por-capital-de-giro-cresce-mas-acesso-e-dificil.ghtml>.
- ARAKAWA, P. **Redes Neutras, um modelo de negócio inclusivo e sustentável.** Disponível em: <https://teletime.com.br/28/04/2022/redes-neutras-um-modelo-de-negocio-inclusivo-e-sustentavel/> Acesso em: 13 de jun. 2022.
- AWS. **O que é BGP?** Disponível em: <https://aws.amazon.com/pt/what-is/border-gateway-protocol/> Acesso em: 11 de nov. 2023.
- CARVALHO, L. **Redes Neutras.** Disponível em: <https://diariodonordeste.verdesmares.com.br/negocios/redes-neutras-qual-a-importancia-da-expansao-da-internet-em-regioes-rurais-1.3227414> Acesso em: 13 de jun. 2022.
- EBDS. **O Que São e Como Funcionam as Redes Neutras?** Disponível em: <https://ebds.com.br/o-que-sao-e-como-funcionam-as-redes-neutras/> Acesso em: 12 de nov. 2023.
- ELETRONET. **Rede de Fibra Óptica Cresce no Brasil e já contempla 89% das cidades brasileiras.** Disponível em: <https://www.eletronet.com/blog/rede-de-fibra-optica-cresce-no-brasil-e-ja-contempla-89-das-cidades-brasileiras/> Acesso em: 17 de jun. 2022.
- FLORÊNCIO, Paulo. **A Tecnologia Fiber to the Home (FTTH) e os Serviços em Fibra Óptica.** Disponível em: <http://blog.targetso.com/2018/12/28/fiber-to-the-home/> Acesso em: 10 de jun. 2022.
- FURUKA, Instituição. **MF 101: Introdução à tecnologia de redes.** 5. Ed. 2008.
- GLOBO (2015). **Congestionamento de fios nos postes põe em risco população. G1 Globo.** Disponível em: <https://g1.globo.com/jornal-nacional/noticia/2015/10/congestionamento-de-fios-nos-postes-poe-em-risco-populacao.html>. Acesso em: 10 de jun. 2022.

INTELBRAS. **OLT: Ideal para Seu Projeto**. Disponível em: <https://blog.intelbras.com.br/olt-ideal-para-seu-projeto/> Acesso em: 12 de nov. 2023.

INTELBRAS. **Soluções Completas para a Infraestrutura do Provedor**. Disponível em: <https://www.intelbras.com/pt-br/provedores-infraestrutura-do-provedor> Acesso em: 15 de nov. 2022.

LIMA, I, C; JÚNIOR, M, A; CARVALHO, S, S. **Fibra Óptica: vantagens da sua utilização como meio de transmissão em sistemas de segurança eletrônica**. Disponível em: <https://semanaacademica.org.br/system/files/artigos/revistasemanaacademicafibraoptica.pdf> Acesso em: 18 de nov. 2020.

MARQUEZ, R. **Redes Neutras: qual a importância da expansão da internet em regiões rurais**. Disponível em: <https://diariodonordeste.verdesmares.com.br/negocios/redes-neutras-qual-a-importancia-da-expansao-da-internet-em-regioes-rurais-1.3227414> Acesso em: 10 de jun. 2022.

MELLO, C. **Fala Eletronet: Redes Neutras**. Disponível em: <https://www.eletronet.com/blog/fala-eletronet-redes-neutras/> Acesso em: 11 de nov. 2023.

MULLER, N. **O começo da Internet no Brasil**. Disponível em: https://www.oficinadanet.com.br/artigo/904/o_comeco_da_internet_no_brasil. Acesso 15 de out. 2023.

NETPLUS. **Datasheet Caixa de Emenda Óptica - FOSC 48 CEO**. Disponível em: <https://www.netplus.com.br/fosc-48-ceo> Acesso em: 12 de nov. 2023.

PACHECO, H. **Redes neutras: Entenda a situação atual no mercado**. Disponível em: <https://www.objective.com.br/insights/redes-neutras/> Acesso em: 10 de jun. 2022.

PCC GROUP. **Fibra Óptica: Uma Revolução na Tecnologia de Transmissão de Dados**. Disponível em: <https://www.pro/ducts.pcc.eu/pt/blog/fibra-otica-uma-revolucao-na-tecnologia-de-transmissao-/de-dados/> Acesso em: 09 de jul. de 2023.

PINTO, Hermano. **Redes Neutras são inevitáveis**. Disponível em: <https://www.convergenciadigital.com.br/Opinioao/Redes-neutras-sao-inevitaveis-61639.html?UserActiveTemplate=mobile> Acesso em: 04 de jun. de 2022.

ROCHA, B. **Provedor de internet: como faz e o que ele faz?** Disponível em: <https://www.reitec.net.br/provedor-de-internet-como-funciona/> Acesso em: 11 de nov. 2023.

SALES, G. **Aprenda como montar um provedor de internet em 9 passos**. Disponível em: <https://lecupon.com/blog/como-ser-provedor-de-internet/>. Acesso em: 09 de nov. 2022.

SOUZA, A, S. **Modelo de avaliação de redes de acesso banda larga baseadas no paradigma SDN**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Disponível em:

<https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/159178/001023037.pdf?sequence=1> Acesso em: 12 de nov. 2023.

SYOZI, R. **O que é TCP/IP**. Disponível em: <https://tecnoblog.net/responde/o-que-e-tcp-ip/> Acesso em: 11 de nov. 2023.

TAKAYANAGI, R; BRAGA, L. **As redes neutras podem mudar a internet no Brasil**. Disponível em: <https://tecnoblog.net/especiais/as-redes-neutras-podem-mudar-a-internet-no-brasil/> Acesso em: 11 de nov. 2023.