



ESCOLA DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS

Cap Com ANDERSON LUIZ DO NASCIMENTO ALVES

**UTILIZAÇÃO DE FIBRA ÓTICA EM CAMPANHA: VIABILIDADE
ECONÔMICA DA SUBSTITUIÇÃO DO CABO DE PAR TRANÇADO
POR FIBRA ÓTICA NUMA ÁREA DE PC MONTADA POR UMA
COMPANHIA DE COMUNICAÇÕES.**

Rio de janeiro

2023

Cap Com ANDERSON LUIZ DO NASCIMENTO ALVES

**UTILIZAÇÃO DE FIBRA ÓTICA EM CAMPANHA: VIABILIDADE
ECONÔMICA DA SUBSTITUIÇÃO DO CABO DE PAR TRANÇADO
POR FIBRA ÓPTICA NUMA ÁREA DE PC MONTADA POR UMA
COMPANHIA DE COMUNICAÇÕES.**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Escola de
Aperfeiçoamento de Oficiais como
requisito parcial para a obtenção do
grau especialização em Ciências
Militares.

**Orientador: Cap Com ROGÉRIO
GOMES BARBOSA JUNIOR**

Rio de Janeiro

2023

Cap Com ANDERSON LUIZ DO NASCIMENTO ALVES

**UTILIZAÇÃO DE FIBRA ÓTICA EM CAMPANHA: VIABILIDADE
ECONÔMICA DA SUBSTITUIÇÃO DO CABO DE PAR TRANÇADO
POR FIBRA ÓPTICA NUMA ÁREA DE PC MONTADA POR UMA
COMPANHIA DE COMUNICAÇÕES.**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Escola de
Aperfeiçoamento de Oficiais como
requisito parcial para a obtenção do
grau de especialização em Ciências
Militares.

Aprovado em ____/____/____

COMISSÃO DE AVALIAÇÃO

ANDERSON GUSTAVO LIMA DOS SANTOS – Maj
Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais do Exército
Presidente

ROGÉRIO GOMES BARBOSA JUNIOR – Cap
Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais do Exército
Membro

GLAUCO GONÇALVES DA SILVA – Cap
Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais do Exército
Membro

RESUMO

O ser humano, como único animal racional do planeta, sempre está à procura de melhorar sua vida e procurar novos métodos de se comunicar. Foi assim que surgiu a Tecnologia da Informação (TI). A velocidade com a qual o Homem aprimora esse tipo de tecnologia é muito alta, necessitando assim, de uma atualização constante de material e conhecimento. No início, para integrar os meios de comunicações eram utilizados fios metálicos e esses eram suficientes para as ligações a curta distância e pouco tráfego de informações, porém, nos dias atuais, as distâncias aumentaram, e o tráfego de informações passaram de poucos bits para Gigabits e até Terabytes. A criação da fibra óptica veio para revolucionar a velocidade de comunicação entre os meios e assim suprir a necessidade atual. A presente pesquisa tem por objetivo verificar se é viável economicamente a substituição dos cabos de par trançados, atual meio físico de ligação mais utilizado pelas Companhias de Comunicações, pela fibra óptica, tecnologia mais moderna. A metodologia utilizada para o desenvolvimento foi um estudo descritivo realizado por meio de sites, artigos científicos e outros trabalhos de conclusão de curso.

Palavras chaves: Fibra Óptica. Custos. Companhia de Comunicações. UTP.

ABSTRACT

Human beings, as the only rational animals on the planet, are always seeking to improve their lives and find new methods of communication. This is how Information Technology (IT) emerges. The speed at which humans improve this type of technology is very high, requiring constant updating of materials and knowledge. Initially, metallic wires were used to integrate communication media, and these were sufficient for short-distance connections and low information traffic. However, nowadays, distances have increased, and information traffic has gone from a few bits to gigabytes and even terabytes. The creation of fiber optics came to revolutionize the speed of communication between media and thus meet current needs. The present research aims to verify if the substitution of twisted pair cables, the most widely used physical connection medium by Communication Companies, for fiber optics, the most modern technology, is economically viable. The methodology used for the development was a descriptive study carried out through websites, scientific articles, and other undergraduate and graduate final papers.

Key words: Optical fiber. Costs. Communications Company. UTP

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	08
1.1 PROBLEMA.....	09
1.1.1 Antecedentes do Problema.....	09
1.1.2 Formulação do Problema.....	10
1.2 OBJETIVOS.....	11
1.2.1 Objetivo Geral.....	11
1.2.2 Objetivos Específicos.....	11
1.3 QUESTÕES DE ESTUDO.....	12
1.4 JUSTIFICATIVA.....	12
2. REVISÃO DA LITERATURA	13
2.1 CABO DE PAR TRANÇADO.....	14
2.2 FIBRA ÓPTICA.....	17
2.2.1 Fibra óptica multimodo.....	19
2.2.2 Fibra óptica monomodo.....	20
2.2.3 Fibra óptica para emprego militar.....	22
2.2.4 O emprego de fibra óptica na guerra da Ucrânia.....	23
2.2.5 Operação Acolhida.....	24
2.2.6 Posto de Comando de Brigada.....	27
3. METODOLOGIA	29
3.1 OBJETO FORMAL DE ESTUDO.....	29
3.2 AMOSTRA.....	29
3.3 DELINEAMENTO DA PESQUISA.....	29
3.4 PROCEDIMENTOS PARA REVISÃO DA LITERATURA.....	30
3.5 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	30

3.6 INSTRUMENTOS.....	30
3.7 ANÁLISE DOS DADOS.....	31
4. RESULTADOS.....	32
4.1 CALCULO DE UTILIZAÇÃO DE CABOS.....	32
5. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	34
5.1 VANTAGENS DA FIBRA ÓPTICA EM COMPARAÇÃO COM O CABO DE PAR TRANÇADO.....	34
5.2 COMPARATIVO DE PREÇOS.....	36
6. CONCLUSÃO.....	39
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	40

1. INTRODUÇÃO

A internet teve início nos anos 90 nos Estados Unidos com objetivo de interligar laboratórios de pesquisa, o qual teve uma proporção tão grande que acabou se expandindo para outros países. O que antes era chamado arpanet passou a se chamar internet, e atualmente é o meio de comunicação mais utilizado no mundo, fazendo parte das nossas vidas. O uso da tecnologia vem aumentando em proporções gigantescas e nosso dia-a-dia começou a se basear no uso da internet, por exemplo, nossos estudos, trabalho, diversão e até nossas interações sociais começaram a se tornar cada vez mais dependentes de uma conexão segura, estável e rápida (OLHAR DIGITAL, 2016, apud VARGAS, 2020).

A necessidade da implementação de sistemas que permitissem muitas comunicações simultâneas começou já nas primeiras décadas do século XX. Por volta de 1926, foram criados os equipamentos telefônicos com onda portadora para transmissão de dois ou quatro canais de voz. Os primeiros modelos sofreram rápida evolução, ampliando de forma significativa a capacidade de transmissão (RIBEIRO, 2003, apud MELO et al, 2011).

Com o advento da globalização e a expansão do desenvolvimento tecnológico, cada vez mais, a necessidade de comunicação por longas distâncias aumentou. Nessa direção, as comunicações por fibras ópticas constituem uma revolução no sistema de comunicações, propiciando uma alta transmissão de dados, que são realizados de modo seguro e com uma taxa mínima de perdas de sinais (RODRIGUES, 2018).

De modo geral, as principais vias de comunicações são realizadas por telefones fixos, telefones móveis, internet e televisão que transmitem informações, em sua maioria, por fios de cobre. No entanto, os cabos convencionais têm sido substituídos por fibras ópticas, pois estas aumentam a velocidade de transmissão de informação digital (TECNOBLOG, 2020).

A Anatel divulgou os dados de acessos de telecomunicações referente a janeiro de 2020, e pela primeira vez as conexões de internet por fibra óptica superam cabos metálicos, coaxiais e conexões via rádio. Das 32,5 milhões de assinaturas de banda larga, 10,3 milhões utilizam tecnologia FTTH (fiber to the home), que leva fibra até a casa do cliente (TECNOBLOG, 2020).

Uma das aplicações pioneiras no uso da tecnologia de fibras ópticas consiste na simples substituição de suportes de transmissão metálicos nos sistemas de comunicação de voz e dados de baixa velocidade em instalações militares. Além de um melhor desempenho em termos de alcance, banda passante e imunidade ao ruído, as fibras ópticas oferecem a esses sistemas vantagens exclusivas. Por exemplo, a informação transportada pela fibra óptica é dificilmente violada ao longo do sistema de transmissão, em razão do isolamento eletromagnético e pelas facilidades de localização de derivações de potência óptica ao longo do cabo, garantindo assim um alto grau de privacidade na transmissão de dados “sensíveis”. A fibra óptica pode ser lançada em locais de alta periculosidade como postos de combustíveis ou explosivos; o reduzido volume e peso dos cabos ópticos proporcionam importantes facilidades operacionais no transporte e instalação dos sistemas (FIBRACEM, 2016).

Por fim, o presente estudo possui como objetivo analisar a viabilidade da utilização de fibra óptica em campanha pelo Exército Brasileiro (EB), propondo se for considerada viável, economicamente, a substituição do tão utilizado cabo de par trançado na montagem de um Posto de Comando (PC) de uma brigada (Bda). O tema proposto carrega grande relevância visto que esse meio de transmissão que sabidamente é o presente e o futuro das transmissões é pouco utilizado pelas tropas de Comunicações do Exército Brasileiro em ambiente de conflito.

1.1 PROBLEMA

1.1.1 Antecedentes do Problema

A comunicação sempre foi uma parte essencial da estratégia militar. A capacidade do comandante de manter a consciência situacional e emitir ordens aos seus subordinados é um desafio para aqueles que não possuem habilidades de comunicação e uma vantagem para aqueles que dominam essa habilidade. No passado, com poucas opções tecnológicas, os comandantes dependiam de tambores, bandeiras, gestos e sons para orientar suas tropas em batalha. Com a invenção do rádio na Primeira Guerra Mundial, as comunicações militares iniciaram

uma expansão exponencial. No início, os rádios eram utilizados apenas para a comunicação entre pequenas frações, mas posteriormente foram incorporados em veículos militares, como carros de combate e aviões.

Com o surgimento da internet, houve uma revolução no modo como o comando interage com a tropa. Equipamentos cada vez mais avançados tornaram-se disponíveis, e o tráfego de dados aumentou consideravelmente. O que antes era uma tecnologia revolucionária, como o rádio analógico de comunicação por voz, agora se tornou obsoleto. A consciência situacional do comandante moderno deve ser capaz de transmitir imagens, documentos e localizar as tropas no terreno em alta velocidade para que o comando possa agir rapidamente.

Atualmente, os avanços tecnológicos na comunicação estão mudando a forma como as operações militares são conduzidas. As soluções de comunicação integradas permitem que as forças armadas tenham acesso a informações em tempo real, o que aumenta a eficiência e a precisão nas operações. A comunicação eficaz é fundamental em qualquer operação militar, e com o desenvolvimento constante de novas tecnologias, o futuro da comunicação militar promete ser ainda mais inovador e eficiente, fazendo com que o exército necessite se atualizar para acompanhar tais evoluções.

1.1.2 Formulação do Problema

Considerando a atual conjuntura de crescente demanda por serviços de banda larga, streaming, jogos e tráfego intenso de dados, surgiu a seguinte questão de pesquisa: será que é necessário e viável, do ponto de vista econômico, utilizar fibra óptica durante campanhas militares ou os meios de transmissão atuais são suficientes para atender às demandas de um PC montado por uma Companhia de Comunicações do Exército Brasileiro?

Devido à crescente informatização dos meios de comunicação do Exército Brasileiro, incluindo a transmissão de dados pelos rádios utilizados atualmente, a necessidade de meios físicos capazes de atender essa demanda é cada vez mais premente. Nesse contexto, a utilização de fibra óptica pode ser uma opção viável para garantir uma comunicação mais rápida e eficiente durante campanhas militares.

Assim, a pergunta central que norteia esta pesquisa é: qual é a viabilidade econômica da utilização de fibra óptica em campanha, considerando o crescente tráfego de dados e as demandas de um PC montado por uma Companhia de Comunicações do EB? Essa questão é crucial dentre outros motivos para determinar se a adoção de fibra óptica pode ser uma solução viável e necessária para melhorar a eficiência e eficácia da comunicação em operações militares e para servir de base para criação de manuais e linhas de pesquisas na área militar, visto que, diante das pesquisas realizadas, poucas são as fontes de consultas que abordam esse tema.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Realizar uma análise de viabilidade econômica para avaliar a substituição dos cabos de par trançado por fibras ópticas na montagem de PC por uma Companhia de Comunicações. Essa análise tem como objetivo determinar se a troca dos cabos é um investimento financeiramente vantajoso para o Exército Brasileiro, considerando os custos de implementação e os possíveis benefícios em termos de desempenho e durabilidade do equipamento.

1.2.2 Objetivos Específicos

Com a finalidade de delimitar e alcançar o desfecho esperado para o objetivo geral, foram levantados objetivos específicos que conduziram à consecução do objetivo deste estudo, os quais são transcritos abaixo:

- Conhecer os principais empregos das fibras ópticas em campanha.
- Verificar a viabilidade do uso de fibra óptica em campanha;

- Estudar sobre as melhorias que podem ser incrementadas no EB a respeito da utilização de fibra óptica.

1.3 QUESTÕES DE ESTUDO

Considerando-se o caráter qualitativo da pesquisa, este pesquisador buscou substituir os itens de hipóteses pela produção de questões de estudos a fim de proporcionar um balizamento de maneira mais didática ao desenvolvimento do conhecimento ao problema apresentado nesta pesquisa, conforme abaixo:

a) Primeira Questão: Quais as características, finalidades e estrutura do cabo de par trançado e da fibra óptica?

b) Segunda Questão: Qual o melhor tipo de cabeamento para ser empregado em uma área de PC de um Brigada montada por uma companhia de comunicações?

c) Terceira Questão: Qual a quantidade de material necessário para realizar a montagem da área de PC supracitada?

d) Quarta Questão: Quanto custaria a aquisição desse material para substituir o já empregado?

1.4 JUSTIFICATIVA

Com a evolução constante das tecnologias de comunicação, a transição da tecnologia analógica para a tecnologia digital transformou profundamente os sistemas de comunicação existentes. Isso exigiu uma atenção especial dos pesquisadores e profissionais da área para a aquisição e criação de meios de transmissão capazes de atender às necessidades atuais. Foi nesse contexto que surgiu a fibra óptica, que se tornou um meio de transmissão de destaque por oferecer alta capacidade de largura de banda, menor custo associado e economia de energia.

No campo militar, a fibra óptica também tem um importante papel a desempenhar. De acordo com o site fishmancorp, publicado em fevereiro de 2022, a tecnologia de fibra óptica tem muitas aplicações em vários setores, incluindo

comunicações, manufatura e defesa. Além disso, em comparação com outras tecnologias, a fibra óptica é capaz de atender às necessidades do setor militar, oferecendo maior capacidade de largura de banda e eficiência energética.

Com isso em mente, este estudo visa avaliar a viabilidade da substituição dos meios de transmissão atualmente utilizados pelo Comando e Controle do Exército Brasileiro pela fibra óptica. Essa substituição não só pode contribuir para melhorar a eficiência dos sistemas de comunicação, como também pode ajudar a evitar o sucateamento dos meios empregados atualmente. Assim, o objetivo deste trabalho é investigar a viabilidade econômica da adoção da fibra óptica pelo setor militar, bem como os possíveis impactos dessa transição.

2. REVISÃO DA LITERATURA

A nova forma de consumo e mudança de comportamento da população tem revelado novas necessidades que impactam a vida das pessoas todos os dias. O aumento dos recursos tecnológicos para residências e indústrias, potencializado pela automação industrial, internet das coisas, comunicação em nuvem e outros meios faz ampliar a necessidade de conexão potente de rede. É aí que a fibra óptica destaca-se das outras formas de acesso à internet (DICOMP, 2020).

Os cabos são compostos por feixes de vidro, tão finos quanto um fio de cabelo humano, revestidos de plástico reflexivo e isolante. Com o auxílio de conversores integrados aos transmissores, todo o sinal de dados é transformado em luz, que será transmitida por meio de reflexões ao longo de todo o cabo, sem nenhuma interferência. Por isso, a grande rapidez, estabilidade e qualidade, o que está tornando a internet fixa 70% mais rápida no Brasil (INTELBRASBLOG, 2021).

A velocidade de transmissão de dados por fibra óptica pode ser até um milhão de vezes maior que o cabo metálico ou coaxial. Essa tecnologia permite carregar a informação digital ao longo de grandes distâncias. São transportados, em média, de 109 a 1010 bits por segundo, o que dá uma velocidade de cerca de 40 Gbps. Tudo isso torna a fibra uma das tecnologias de transmissão mais modernas do mundo (INTELBRASBLOG, 2021).

Assim sendo. Como foi publicado por Hajafibra em 09 de fevereiro de 2010, os militares também se utilizam dessa tecnologia em diversas aplicações incluindo, desde sistemas de comunicações de voz e dados a baixa velocidade, onde as fibras ópticas simplesmente substituem suportes metálicos convencionais, até aplicações específicas envolvendo sistemas de navegação e controle de mísseis ou torpedos guiados por cabo. Os sistemas sensores com fibras ópticas também encontram uma boa gama de aplicações militares em navios e aeronaves de um modo em geral, ou em aplicações específicas, por exemplo, de defesa submarina.

Além disso. Como publicado por techtudo em 06 de maio de 2018, a tecnologia óptica começou a se popularizar com o tempo. Antes, os fios ópticos eram muito mais caros que os cabos de cobre comuns. Porém, com o aumento da demanda, os custos caíram e hoje um circuito de fibra óptica pode até sair mais barato. Outra forma de economia, é que o uso de luz para transmitir sinais, no lugar da eletricidade, reduz o uso de energia elétrica. Com maior durabilidade, a necessidade de manutenção é também menor. Assim, os gastos a longo prazo compensam, mesmo que o material seja mais caro. Popularizando assim seu emprego.

2.1 CABO DE PAR TRANÇADO

Conforme é dito por Tanenbaum (2003) o par trançado é o meio de transmissão mais antigo e comum. constituído por dois fios de cobre encapados com cerca de 1mm de espessura, enrolados em formato helicoidal, semelhante a uma molécula de DNA. O trançado dos fios é feito porque dois fios paralelos formam uma antena simples. Quando os fios são trançados, as ondas de diferentes partes dos fios se cancelam, o que significa menor interferência.

É possível entender observando o que foi dito por Torres (2001) que o par trançado é o tipo de cabo de rede mais utilizado atualmente, com dois tipos básicos: o sem blindagem, também conhecido como UTP (unshielded Twisted Pair), e o com blindagem, também chamado de STP (Shielded Twisted Pair), que tem como diferença a existência de uma malha em volta do cabo para protegê-lo contra interferências eletromagnéticas. O par trançado sem blindagem é o mais popular (Figura 1.1) e utiliza o conector RJ-45 (Figura 1.2), sendo amplamente utilizado na

maioria das redes atualmente.



Figura 1.1 — Cabo UTP
Fonte: Torres, 2001



Figura 1.2 — RJ-45
Fonte: Torres, 2001

Para entendermos melhor o funcionamento deste tipo de cabo podemos observar o que foi dito por Torres (2001). O par trançado sem blindagem é capaz de proteger contra ruídos por meio de uma técnica chamada cancelamento, que envolve a circulação repetida das informações em dois fios, sendo que no segundo fio a informação possui a sua polaridade invertida (Figura 1.3). Todo fio produz um campo eletromagnético ao seu redor durante a transmissão de dados e se esse campo for forte o suficiente, pode gerar ruído e corromper os dados no fio ao lado. Essa interferência é conhecida como cross-talk. A direção do campo eletromagnético gerado pelo fio depende do sentido da corrente que está circulando, seja positiva ou negativa. No entanto, o par trançado gera um campo eletromagnético de mesma intensidade, mas em sentido contrário, para cada par que transmite a mesma informação, anulando assim o campo eletromagnético gerado por um dos fios com o campo gerado pelo outro.

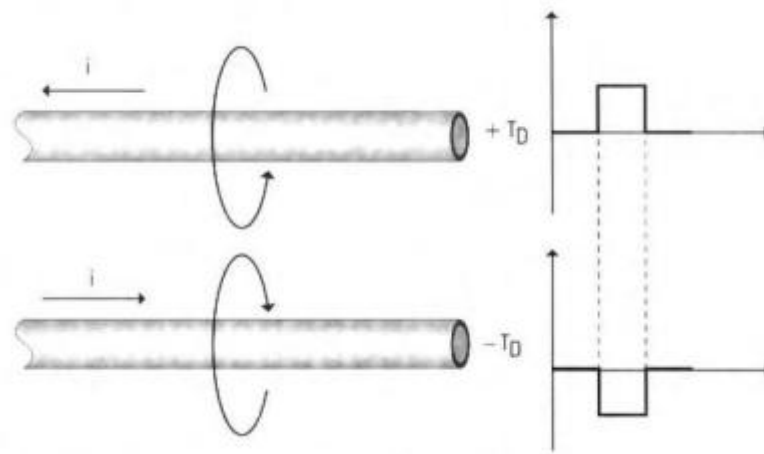


Figura 1.3 — Proteção contra ruídos do par trançado
 Fonte: Torres, 2001

O cabo de par trançado tem suas vantagens e desvantagens quanto a utilização. O material utilizado neste cabo é mais maleável e flexível, sendo assim, mais fácil de empregar em construções e locais de difícil acesso, pois facilmente é empregado em calhas e conduites. Além disso, seu preço é bastante acessível mesmo para projetos menos elaborados, que utilizam cabos mais simples, até para projetos mais sofisticados, que utilizam cabos de maior categoria e maior preço.

Como desvantagens podemos indicar o que foi falado por Torres (2001). O par trançado é um tipo de cabo que apresenta como principal desvantagem o limite de comprimento (100 metros por trecho) e a baixa imunidade contra interferências eletromagnéticas. No entanto, em situações cotidianas, como em escritórios e prédios comerciais, esses fatores não costumam ser um problema, uma vez que a distância entre um micro e o concentrador geralmente não ultrapassa os 100 metros e a interferência eletromagnética não é significativa. Por outro lado, em ambientes industriais, nos quais há muitos motores, geradores e outros equipamentos que geram interferência, a utilização de fibra óptica é mais recomendada. Além disso, quando for realizada a instalação do cabo, este não deve passar de 90 metros, visto que, é reservado 10 metros para plugs, tomadas e patch cords.

Sobre interferência eletromagnética é sabido que:

Avoid close proximity to power cables or other electrical equipment
A distance of 30.5 cm (12 inches) is recommended between horizontal cables and fluorescent lighting fixtures. A distance of 1.02 m (40 inches) is recommended for transformers and electrical motors. If the horizontal cable is in a metal conduit, then a distance of 6.4 cm (2.5 inches) is recommended for unshielded power lines carrying less than 2,000 volts. If the horizontal cable is in an open or non-metal pathway, then a distance of 12.7 cm (5 inches) is recommended for unshielded power lines carrying less than 2,000 volts. (SPURGEON, 2000, p. 230¹)

Então, se formos utilizar o cabeamento em locais com muita interferência, devemos verificar se essa é a melhor opção existente no mercado.

2.2 FIBRA ÓPTICA

Observando o nome do material já é possível deduzir do que se trata. A fibra óptica é um meio de transmissão que utiliza como transmissor o meio mais rápido conhecido pelo homem, a luz e como é citado por Tanenbaum (2003), um sistema de transmissão óptica é composto por três elementos principais: fonte de luz, meio de transmissão e detector. A fibra de vidro ultrafina é utilizada como meio de transmissão, e um pulso de luz representa um bit 1, enquanto a ausência de luz indica um bit zero. O detector gera um pulso elétrico quando é exposto à luz, e quando um sistema de transmissão de dados unidirecional é instalado com uma fonte de luz em uma extremidade e um detector na outra, o sinal elétrico é convertido em pulsos de luz, transmitido e posteriormente reconvertido em um sinal elétrico na extremidade de recepção.

Conforme Torres (2001) O uso da fibra óptica em redes de computadores é uma solução tecnológica com a possibilidade de realizar comunicações full-duplex, utilizando uma fibra para transmissão de dados e outra para recepção, essa é uma de suas principais possibilidades. Além disso, a fibra óptica é muito fina e flexível, permitindo que os mesmos dutos, racks e dispositivos utilizados no cabeamento

¹ Evite estar em locais próximos a cabos de energia ou outro equipamento elétrico. É recomendada uma distância de 30,5 cm (12 polegadas) entre cabos horizontais e luminárias fluorescentes. Uma distância de 1,02 m (40 polegadas) é recomendada para transformadores e motores elétricos. Se o cabo horizontal estiver em um conduíte de metal, é recomendada uma distância de 6,4 cm (2,5 polegadas) para linhas de energia sem blindagem que transportam menos de 2.000 volts. Se o cabo horizontal estiver em um caminho aberto ou não metálico, é recomendada uma distância de 12,7 cm (5 polegadas) para linhas de energia sem blindagem que transportam menos de 2.000 volts.

estruturado sejam aproveitados sem grandes modificações. Com uma espessura semelhante à do cabo par trançado sem blindagem, a fibra óptica é capaz de oferecer um desempenho superior, garantindo maior velocidade e estabilidade na transmissão de dados. Figura 2

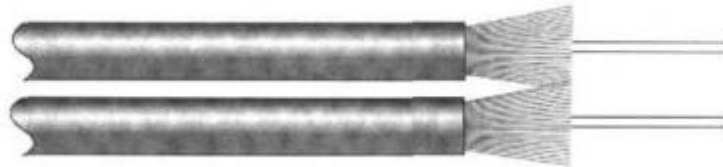


Figura 2 — Cabo usado em redes
Fonte: Torres, 2001

Segundo Tanenbaum (2003) Os cabos de fibra óptica são parecidos como os cabos coaxiais apresentam algumas diferenças, sendo que a principal é a ausência de uma malha metálica. Na ilustração representada pela Figura 2.1, é possível observar que o núcleo de vidro é o elemento central do cabo, responsável pela propagação da luz. Nas fibras multimodo, o diâmetro do núcleo é de aproximadamente 50 micrômetros, o que equivale à espessura de um fio de cabelo humano. Já nas fibras monomodo, o diâmetro do núcleo é mais reduzido, variando entre 8 e 10 micra.

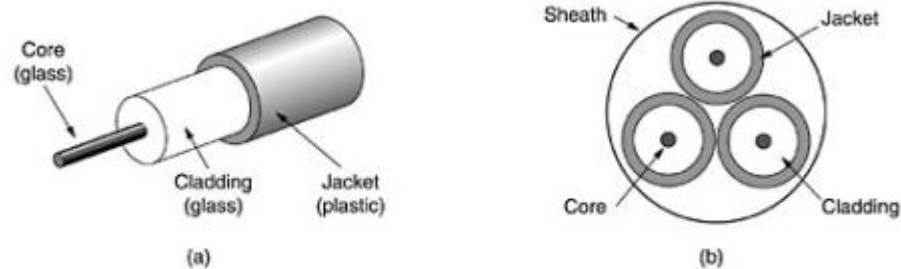


Figura 2.1 — Vista lateral de uma única fibra e vista da extremidade de um cabo com três fibras
Fonte: Tanenbaum, 2003

2.2.1 Fibra óptica multimodo

Fibra multimodo é um tipo de fibra óptica que permite a propagação de múltiplos modos de luz em seu núcleo, ou seja, os raios de luz se propagam por caminhos diferentes dentro da fibra, conforme figura 2.2. De acordo com Lima, Chaves e Franco (2014), o núcleo de uma fibra multimodo pode variar entre 50 μm e 100 μm de diâmetro, o que é consideravelmente maior do que o núcleo de uma fibra monomodo.

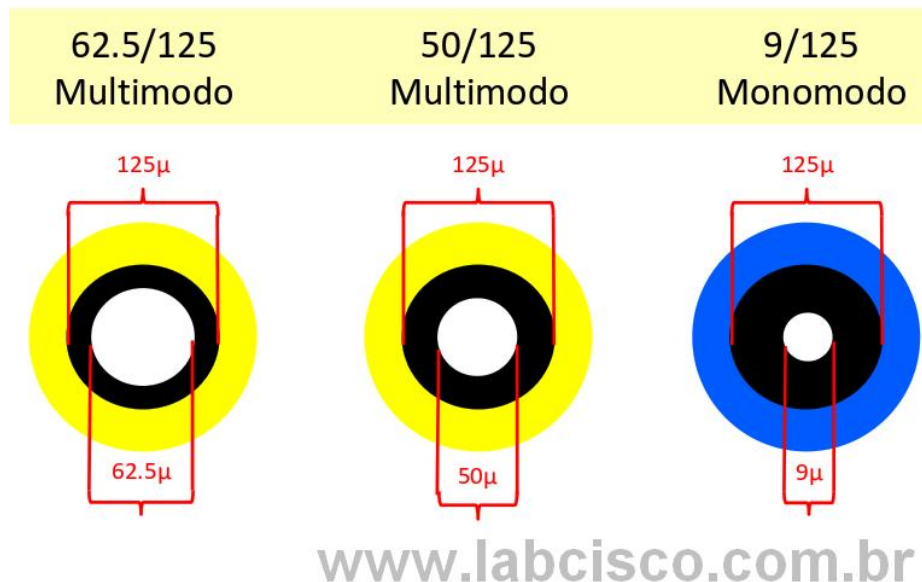


Figura 2.2 — Seção de fibra óptica
Fonte: Brito, 2014

Segundo Preedy (2016), a fabricação de fibras multimodo é mais simples e mais barata do que a de fibras monomodo, pois requer um núcleo maior e um revestimento mais espesso para reduzir a interferência entre os modos de luz. Isso torna as fibras multimodo mais adequadas para aplicações de curta distância, como em prédios, redes locais de computadores (LANs) e aplicações médicas e industriais.

No entanto, a velocidade de transmissão de dados em fibras multimodo é limitada em comparação com as fibras monomodo, devido à dispersão modal, que ocorre porque os diferentes modos de luz percorrem caminhos ligeiramente diferentes dentro da fibra, resultando em uma distorção do sinal. Como explicado por Gomes, Rodrigues e Siqueira (2019), a dispersão modal limita a largura de banda da fibra

multimodo e, portanto, a taxa de transmissão de dados.

Além disso, de acordo com Dias, Moreira e Marins (2017), a atenuação (perda de sinal) em fibras multimodo é maior do que em fibras monomodo, devido a efeitos como dispersão cromática e absorção. Esses efeitos são mais pronunciados em fibras multimodo devido à presença de múltiplos modos de luz que viajam em diferentes velocidades.

No entanto, as fibras multimodo ainda são amplamente utilizadas em aplicações de curta distância, como em redes locais de computadores (LANs) e em sistemas de comunicação em prédios. Como explicado por Lima, Chaves e Franco (2014), as fibras multimodo são mais baratas e mais fáceis de instalar do que as fibras monomodo, o que as torna uma opção viável para muitas aplicações.

Assim sendo, a fibra multimodo é um tipo de fibra óptica que permite a propagação de múltiplos modos de luz em seu núcleo. Embora a velocidade de transmissão de dados seja limitada em comparação com as fibras monomodo, as fibras multimodo ainda são utilizadas em aplicações de curta distância devido à sua facilidade e baixo custo de fabricação. No entanto, devido ao aumento da necessidade de velocidade e de a fibra monomodo possuir tecnologia muito superior a multimodo, cada vez mais esta vem sendo substituída pela aquela.

2.2.2 Fibra óptica monomodo

A fibra óptica monomodo é um tipo de fibra óptica que permite a transmissão de informações em longas distâncias e com alta capacidade de transmissão de dados. De acordo com Almeida (2016), a fibra óptica monomodo é constituída por um núcleo de vidro muito fino, com cerca de 9 micrômetros de diâmetro, e um revestimento de vidro que a protege contra danos mecânicos.

Segundo Santos e Martinez (2014), a fibra óptica monomodo foi desenvolvida para superar as limitações da fibra óptica multimodo, que é capaz de transmitir informações em curtas distâncias e com baixa capacidade de transmissão de dados. A fibra óptica monomodo, por sua vez, utiliza um único modo de propagação da luz, o que permite uma transmissão mais eficiente de informações em longas distâncias.

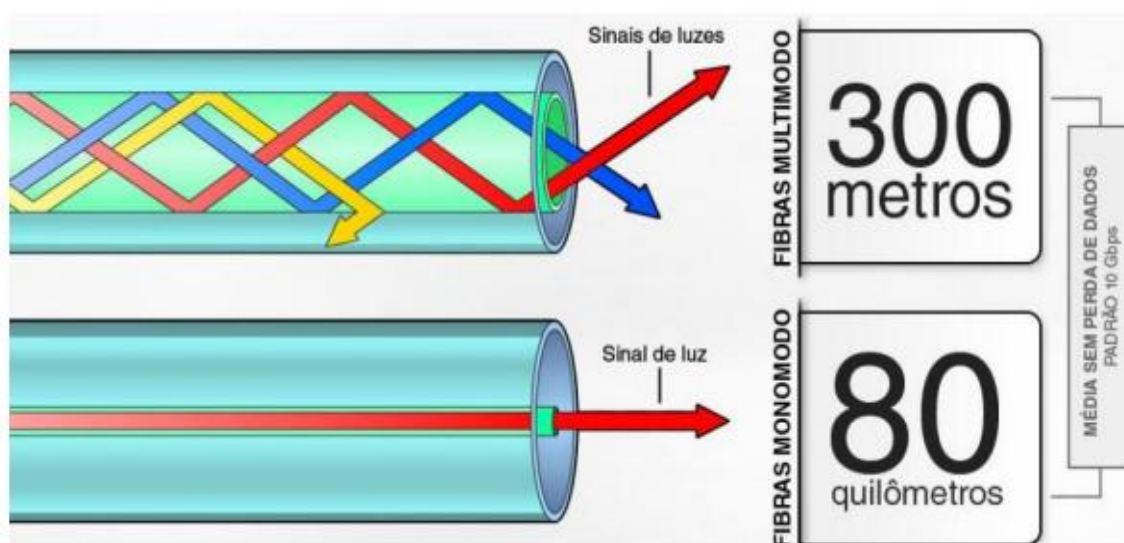


Figura 3 — Cabos ópticos (comparativo)
 Fonte: onlinetelecom²

Lima (2019) destaca que a fibra óptica monomodo é a tecnologia mais utilizada atualmente em sistemas de comunicação óptica, como redes de telecomunicações e internet de alta velocidade. Além disso, o autor destaca que a fibra óptica monomodo é capaz de transmitir informações em taxas de gigabits por segundo, o que a torna uma tecnologia essencial para a transmissão de grandes volumes de dados.

Além disso, a fibra óptica monomodo tem uma resistência maior a interferências eletromagnéticas, o que também a torna uma boa escolha para uso em ambientes militares. Conforme descrito por Behrouz A. Forouzan, a fibra óptica monomodo pode ser utilizada em sistemas de comunicação em que a segurança e a confiabilidade dos dados são de extrema importância, tais como sistemas de defesa, vigilância e inteligência.

Em resumo, a fibra óptica monomodo é uma tecnologia essencial para a transmissão de informações em longas distâncias e com alta capacidade de transmissão de dados. Seu uso é cada vez mais comum em todos os setores da sociedade. Além disso, a fibra óptica monomodo oferece vantagens em relação a outros meios de transmissão, como a resistência a interferências eletromagnéticas e a capacidade de transmissão de grandes volumes de dados.

² Disponível em: <<https://onlinetelecom.com.br/varjota/blog/1>> acesso em: 13 de maio de 2023.

2.2.3 Fibra óptica para emprego militar

A fibra óptica utilizada para emprego militar e civil é basicamente a mesma, ou seja, trata-se de um filamento de vidro ou plástico que é capaz de transmitir informações por meio de pulsos de luz. No entanto, existem algumas diferenças importantes entre as fibras ópticas utilizadas em cada uma dessas aplicações.

A principal diferença entre as fibras ópticas utilizadas para emprego militar e civil está relacionada à resistência mecânica. Conforme destacado por Lacombe (2012), as fibras ópticas utilizadas em aplicações militares são geralmente mais resistentes a impactos e a ambientes hostis do que as fibras ópticas utilizadas em aplicações civis. Isso ocorre porque as fibras ópticas utilizadas em aplicações militares precisam ser capazes de suportar condições extremas, como vibrações, variações de temperatura, umidade, além de serem capazes de resistir a danos físicos.

Além disso, as fibras ópticas utilizadas em aplicações militares também podem ser projetadas para operar em comprimentos de onda diferentes das fibras ópticas utilizadas em aplicações civis. Isso pode ser importante em situações em que a interferência eletromagnética pode ser uma ameaça, como em ambientes de guerra ou de espionagem. Conforme destaca Gomes (2014), as fibras ópticas utilizadas em aplicações militares geralmente operam em frequências mais baixas do que as fibras ópticas utilizadas em aplicações civis, o que aumenta a imunidade a interferências eletromagnéticas, além de elas possuírem maior blindagem.

Por fim, também é importante destacar que as fibras ópticas utilizadas em aplicações militares geralmente possuem requisitos de desempenho mais rigorosos do que as fibras ópticas utilizadas em aplicações civis. Isso ocorre porque as aplicações militares exigem alta confiabilidade, segurança e capacidade de operar em ambientes hostis, enquanto as aplicações civis podem ter requisitos de desempenho menos rigorosos.

2.2.4 O emprego de fibra óptica na guerra da Ucrânia

A guerra eletrônica tem sido um elemento importante na guerra Rússia-Ucrânia. Tanto a Rússia quanto a Ucrânia têm usado uma variedade de sistemas de guerra eletrônica para atacar as comunicações, sistemas de defesa e sistemas de comando e controle de seus oponentes.

Conforme Stashevskiy e Bajak (2022) A Rússia tem usado a guerra eletrônica para interromper as comunicações ucranianas. Os russos têm usado sistemas de interferência para bloquear as redes de rádio e celulares ucranianas. Isso tem dificultado a comunicação entre as forças ucranianas e também tem impedido que os civis recebam informações precisas sobre o conflito.

Os russos também têm usado a guerra eletrônica para atacar os sistemas de defesa ucranianos. Eles têm usado sistemas de interferência para bloquear os radares ucranianos e para confundir os mísseis antiaéreos ucranianos. Isso tem permitido aos russos realizar ataques aéreos com mais sucesso.

A Ucrânia também tem usado a guerra eletrônica para atacar as forças russas. Os ucranianos têm usado sistemas de interferência para bloquear os radares russos e para confundir os sistemas de navegação russos. Isso tem dificultado a coordenação das operações russas.

A guerra eletrônica tem tido um impacto significativo na guerra Rússia-Ucrânia. Ela tem dificultado a comunicação e a coordenação das forças de ambos os lados e também tem permitido aos russos realizar ataques com mais sucesso.

Para fugir da guerra eletrônica russa, a Ucrânia tem usado a fibra óptica. Este meio de comunicação demonstra ser muito mais resistente à interferência eletrônica do que as ondas de rádio ou as ondas de celular. Isso ocorre porque a fibra óptica usa luz para transmitir dados, e a luz é menos suscetível à interferência do que as ondas eletromagnéticas.

A Ucrânia tem usado a fibra óptica para manter suas comunicações militares e civis funcionando durante a guerra. Um dos principais usos é para conectar suas bases militares, seus centros de comando e controle e suas redes de inteligência. Entretanto também têm sido usado para fornecimento de serviços de internet aos civis ucranianos. BARROS (2022) explica que:

O Serviço Especial de Comunicações da Ucrânia apontou que desde o início da guerra, mais de quatro mil estações-base pertencentes a provedores de telecomunicações ucranianos foram apreendidos ou destruídos por soldados russos, e mais de 60 mil quilômetros de linhas de fibra óptica foram capturados ou danificados.

Os russos têm usado a guerra eletrônica para tentar interromper as comunicações ucranianas. Eles têm usado sistemas de interferência para bloquear as redes de rádio e celulares ucranianas. No entanto, a fibra óptica tem sido mais resistente a essas tentativas de interferência.

Conforme BAELE (2023), a Rússia consegue facilmente detectar sinais de ondas, como rádio e telefonia, e que para fugir da detecção e ataque russo os ucranianos estão tendo que utilizar cabeamento e sistemas de com satelitais (Starlink), pois estes são de difícil detecção e só assim a Ucrânia tem conseguido manter o mínimo de sigilo perante as tropas inimigas.

2.2.5 Operação Acolhida

A Operação Acolhida representa uma resposta humanitária ao expressivo aumento do fluxo migratório em Boa Vista, Roraima, composto principalmente por refugiados de nações em crise, com destaque para os venezuelanos em busca de um novo começo no Brasil.

Desde o início desta operação, o Exército Brasileiro estabeleceu uma base nas instalações da 1ª Brigada de Infantaria de Selva, garantindo todas as infraestruturas necessárias para coordenar eficazmente essa missão. Para interligar os diversos elementos dispersos na base, tornou-se imperativo criar um servidor central com acesso aos sistemas corporativos e civis, visando atender às demandas do comando. A partir desse servidor, foram estabelecidas conexões através de cabos de par trançado para interconectar as várias células.

Devido às consideráveis distâncias entre o servidor e as instalações que necessitavam de suporte, a instalação de múltiplos switches entre os pontos de conexão tornou-se essencial. Isso se deu devido ao limite máximo de 100 metros de alcance do cabo de par trançado, e algumas distâncias ultrapassavam essa marca.

Como ilustrado na imagem 4.1 abaixo, um cabo foi instalado para ligar o

servidor à célula D10, responsável por assuntos civis. A distância entre os pontos é de aproximadamente 160 metros. No entanto, ao levar em conta a necessidade de manter uma folga no cabeamento para futuras manobras, calculou-se uma margem de 20%, resultando em uma quantidade de cabo necessária próxima a 190 metros.



Figura 4.1 — Ligação servidor-D10
Fonte: Google Earth

Seguindo a mesma linha de raciocínio, na imagem 4.2, é possível observar a conexão entre o servidor e a célula de Operações Psicológicas (Op Psc) com uma distância real de 115 metros, que, com o acréscimo de 20%, totaliza aproximadamente 140 metros.



Figura 4.2 — Ligação servidor-Op Pac
Fonte: Google Earth

Por fim, na imagem 4.3, a conexão entre o servidor e o switch de distribuição da internet social dos contêineres de alojamento tem uma distância real de 144 metros, que, com o acréscimo de 20%, atinge cerca de 173 metros.



Figura 4.3 — Ligação servidor-Switch social
Fonte: Google Earth

Essa solução, escolhida na fase de estabelecimento da base da Operação Acolhida, revelou-se apropriada dadas as limitações dos materiais disponíveis e o know-how dos militares envolvidos na configuração da rede. No entanto, enfrentou desafios significativos, como a degradação da velocidade da rede ao chegar ao usuário final, devido ao cabo utilizado não atender plenamente à demanda, além de problemas causados pelas condições climáticas, que exigiam substituições frequentes tanto no cabo quanto nos switches.

Portanto, a implementação de fibra óptica em substituição ao cabo de par trançado ofereceria uma solução para mitigar esses problemas. Isso se deve ao fato de que, com a fibra óptica, não haveria necessidade de dispositivos intermediários entre o servidor e o cliente final, garantindo uma velocidade praticamente inalterada, mesmo em face de intempéries.

2.2.6 POSTO DE COMANDO DE BRIGADA

Os Postos de Comandos como definido em BRASIL (2018) é o órgão de comando e controle voltado particularmente para o planejamento e coordenação das operações táticas correntes e futuras. Recebe todas as informações relativas ao combate.

A montagem e o desdobramento de uma área de PC depende de diversos fatores para se obter sua real dimensão, como: local, efetivo que irá ocupar, disponibilidade de material e principalmente, da missão ou operação, pois esta dita se será necessário que todos os elementos irão ou não serem empregados. Graças a isso, poucas são as fontes de consulta que demonstram como realmente é desdobrado o PC. Entretanto, como é descrito em BRASIL (2017) a área necessária para instalação de um Posto de Comando de uma Brigada é de 2 a 4 Km². E conforme ilustra a figura abaixo, podemos verificar quais são os órgãos desdobrados e as distâncias entre eles descritos em BRASIL (1981). Assim é possível deduzir quanto de cabo de par trançado e fibra óptica será utilizado nesta instalação.

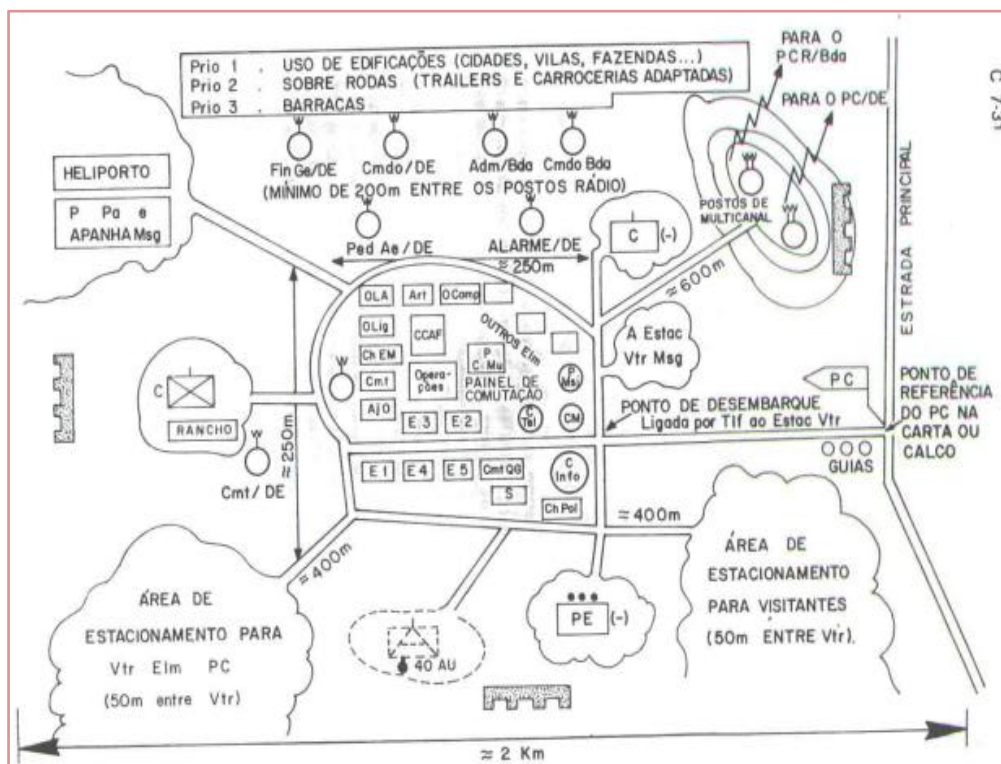


Figura 5 — Desdobramento de PC de uma Bda
 Fonte: BRASIL (1981)

BRASIL (1981) também descreve a composição do Posto de Comando, da seguinte forma:

- a. Um PC de brigada de infantaria é constituído, normalmente, do comandante e de seu estado-maior pessoal, do chefe de estado-maior, das seções de estado maior geral, das seções de estado-maior especial necessárias às operações táticas, do centro de coordenação de apoio de fogo (CCAF) - constituído de elementos do estado-maior geral e de ligação - dos oficiais de ligação e de outros elementos vindos do escalão superior.
- b. A 1ª, a 2ª, a 3ª, a 4ª e a 5ª seções do estado-maior da brigada, normalmente engajadas de forma direta nas operações táticas, operam geralmente, como um todo no PC.
- c. Na área do PC, para apoiar o comandante da brigada e seu estado-maior, encontram-se a companhia de comando da brigada, o pelotão PE da Bda, com a totalidade ou a maior parte de seus elementos, e outros elementos julgados necessários. Encontra-se, ainda, a Bia Aae para a defesa antiaérea do local do PC da Brigada.

3. METODOLOGIA

Todos os processamentos dos dados serão realizados através da leitura de cada um dos artigos inicialmente por título e resumo e em seguida por critérios de inclusão e exclusão previamente definidos. Os estudos selecionados após esta avaliação serão relacionados em um quadro em ordem decrescente de ano de publicação, autores e título. Para a análise dos dados será utilizado o quadro construído contendo os estudos que relatam sobre a utilização de fibra óptica em campanha.

3.1 OBJETO FORMAL DE ESTUDO

Este trabalho tem por objetivo verificar se é economicamente viável a substituição dos cabos de par trançado por fibra óptica na montagem de um PC de Brigada por uma Companhia de Comunicações.

3.2 AMOSTRA

Como amostra desta monografia será utilizado como parâmetro uma área de Posto de Comando (PC) montada por uma Companhia de Comunicações do Exército Brasileiro, com todas as suas estruturas e com o máximo de ligações cabeadas.

3.3 DELINEAMENTO DA PESQUISA

A coleta de dados aconteceu nas plataformas LILACS, Cochrane Library, Google Scholar e SCIELO, utilizando as palavras-chave: militar; fibra óptica; custo. Não há período específico selecionado para a pesquisa. Após levantamento das

publicações, serão identificados aqueles que estão contemplando a temática central deste estudo e em seguida a identificação dos critérios de inclusão e exclusão.

3.4 PROCEDIMENTOS PARA REVISÃO DA LITERATURA

Os critérios de inclusão que guiaram a pesquisa foram: estudos de publicações sobre fibra óptica; com temática central em conformidade com o objetivo desta pesquisa e artigos, livros, manuais ou outros que estejam completos. Os critérios de exclusão serão os estudos fora do perfil desta pesquisa e resumos.

3.5 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Trata-se de uma revisão da literatura, a qual possui como objetivo reunir materiais da literatura disponíveis, de cunho semelhante ao tema trabalhado, de diversos autores e realizar uma análise. Apresenta um caráter descritivo qualitativo exploratório, a qual consiste em uma pesquisa secundária, com finalidade de sintetizar informações de pesquisas previamente existentes quanto ao tema, de maneira ordenada e sistemática.

3.6 INSTRUMENTOS

O instrumento para coleta de dados será a análise de materiais e documentos de conteúdos já existentes como livros, manuais, artigos, revistas e outros documentos de acesso ao público em geral.

3.7 ANÁLISE DOS DADOS

Para definir a solução da questão principal desta pesquisa, será levantado os custos de cabo de par trançado utilizado por uma Cia Com para montagem de um PC de Brigada e verificaremos a possibilidade de substituição do cabeamento utilizado por fibra óptica. Para que seja feita a comparação e assim definir se o que foi proposto é verdadeiro ou não.

4. RESULTADOS

4.1 CALCULO DE UTILIZAÇÃO DE CABOS

Analisando o que foi descrito no ítem 2.2.6 podemos deduzir a quantidade de cabo que será necessário para a montagem plena do PC. É importante considerar, que para atender princípios básicos de comunicações, como confiabilidade, é preponderante o lançamento de duas fibras para cada elemento atendido, pois conforme BRASIL (2018) A confiabilidade do apoio de comunicações é assegurada pelo estabelecimento de enlaces de comunicações alternativos. O calculo das distancias para lançamento seguem na tabela abaixo:

Elemento	Distância
Posto Multicanal	1200 metros
Postos-rádio rede externa	400 metros
Área de estacionamento de Vtr de visitantes	800 metros
PE	400 metros
Artilharia antiaérea	800 metros
Área de estacionamento de Vtr de Elm PC	800 metros
Rancho	400 metros
Sítio de antenas	1200 metros
Postos-rádio rede interna	1000 metros
PC Cia Cndo	400 metros
Total	7400 metros

Assim sendo, para calcularmos o valor que será empregado para a integração da região de PC utilizando fibra óptica é possível utilizar um simples cálculo.

$$V_t = 7400 \times V_m$$

Onde V_t é o valor total em reais, V_m é o valor do metro e 7400 é o valor em metros que foi deduzido a partir do manual C 7-31, Companhia de Comando de Brigada de Infantaria. Esse cálculo pode ser utilizado tanto para ser calculado o valor que será gasto para fibra óptica quanto para UTP.

5. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

5.1 VANTAGENS DA FIBRA ÓPTICA EM COMPARAÇÃO AO CABO DE PAR TRANÇADO

Tecnologicamente a fibra óptica o uso de fibra óptica é mais vantajoso por diversos motivos Torres (2001) afirma A fibra óptica é uma tecnologia superior aos cabos tradicionais por duas razões principais: em primeiro lugar, ela é completamente imune a interferências eletromagnéticas, tornando a comunicação mais rápida e reduzindo a necessidade de retransmissão de dados. Em segundo lugar, o sinal transmitido sofre menos atenuação, o que permite que os cabos de fibra óptica sejam muito mais longos sem a necessidade de repetidores. Comparado ao cabo coaxial fino (limitado a 185 metros) e ao par trançado (limitado a 100 metros), o segmento mais utilizado de fibra óptica, monomodo, tem um limite máximo de distância de 2 km. No entanto, é importante destacar que existem diferentes tipos de fibra óptica, alguns dos quais permitem segmentos maiores, enquanto outros possuem limites menores de distância.

Torres (2001) também indica que a fibra óptica apresenta uma vantagem significativa em relação a outros tipos de cabos, já que ela não conduz corrente elétrica. Isso garante que não haja problemas com raios ou diferença de potencial elétrico, o que pode ser especialmente relevante em situações em que um cabo está suspenso entre dois prédios, por exemplo. Enquanto outros tipos de cabos podem ser facilmente danificados por um raio, a fibra óptica permanece intacta.

Já Tanenbaum (2003) apresenta outras informações ao comparar a fibra com o cobre, pois é possível notar que a fibra apresenta diversas vantagens, sendo a principal delas a capacidade de gerenciar larguras de banda muito mais altas do que o cobre. Além disso, devido à baixa atenuação, a fibra requer repetidores apenas a cada 50 quilômetros de distância em linhas longas, enquanto o cobre requer repetidores a cada 5 km, o que representa uma economia significativa. Outra vantagem da fibra é que ela não é afetada por picos de voltagem, interferência eletromagnética ou quedas no fornecimento de energia, além de ser resistente à ação corrosiva de alguns elementos químicos presentes no ar, o que a torna uma opção

ideal para ambientes industriais desfavoráveis.

Tanenbaum (2003) também destaca que a fibra é uma tecnologia altamente segura contra possíveis interceptações, devido ao fato de que ela não desperdiça luz. Contudo, é importante ressaltar que o uso da fibra requer conhecimentos especializados e cuidados na sua instalação, pois estas podem ser danificadas se forem encurvadas além do permitido. Ademais, é preciso considerar que a transmissão óptica é basicamente unidirecional, exigindo duas fibras ou duas bandas de frequência em uma única fibra para permitir a comunicação bidirecional. Além disso, as interfaces de fibra são mais caras que as interfaces elétricas. Apesar dessas desvantagens, a comunicação fixa de dados para distâncias maiores que alguns metros depende cada vez mais da fibra, o que a torna uma tecnologia fundamental para o futuro da comunicação.

Em relação aos custos, a fibra óptica está cada vez mais barata, pois ao longo dos anos, o preço dos materiais de Tecnologia da Informação (TI) tende a diminuir significativamente, tornando esses produtos mais acessíveis para um número maior de pessoas. Isso se deve, em parte, aos avanços tecnológicos que permitem que os processos de fabricação sejam mais eficientes e econômicos. Além disso, a competição acirrada entre os fabricantes desses materiais resultem em preços cada vez mais competitivos para seus produtos. A demanda crescente também desempenha um papel importante na redução dos preços, já que o aumento da produção em massa permite aos fabricantes aproveitar economias de escala e, conseqüentemente, diminuir o custo unitário de produção. Como resultado, os preços dos produtos de TI diminuiram constantemente, tornando a tecnologia mais acessível para consumidores em todo o mundo.

The rapid evolution of new capabilities in Ethernet has also been accompanied by a rapid decrease in the cost of Ethernet equipment. The widespread adoption of Ethernet technology created a large and fiercely competitive Ethernet marketplace, which drives down the cost of networking components. As a result, the consumer wins out in the process, with the marketplace providing a wide range of competitively priced Ethernet components to choose from.(SPURGEON, 2000, p.12)³

³ A rápida evolução das novas capacidades do Ethernet também foi acompanhada por uma rápida redução no custo do equipamento Ethernet. A adoção generalizada da tecnologia Ethernet criou um grande e intensamente competitivo mercado de Ethernet, que reduz o custo dos componentes de rede. Como resultado, o consumidor sai ganhando no processo, com o mercado oferecendo uma ampla variedade de componentes Ethernet com preços competitivos para escolher.

5.2 COMPARATIVO DE PREÇOS

Para realizar uma comparação lógica da economicidade da substituição de cabo UTP para fibra óptica foi necessário realizar uma pesquisa de preço online, em lojas confiáveis. Tal pesquisa foi realizada em três sites diferentes para ser verificado a média geral de preços e o valor mais baixo que pode ser realizado. Após realizada a pesquisa de preço, foi necessário verificar quanto custaria para a montagem da área de PC já dimensionada no item 4.1 deste mesmo trabalho. O resultado da pesquisa se encontra na tabela abaixo:

a. Fibra Óptica

Loja	Descrição	Marca	Valor	Valor total
Kabum ⁴	Cabo Fibra Óptica Opfibra Drop Flat 1 Km 1fo Ftth Anatel	Opfibra	R\$ 567,08	R\$ 4196,40
Amazon ⁵	FIBRA OPTICA ACESSO DROP A.S.BOBINA 1KM	Elgin	R\$ 445,00	R\$ 3293,00
Magazine Luiza ⁶	Bobina De Fibra Elgin Drop 1fo 1km	Elgin	R\$ 569,00	R\$ 4210,60
			Média	R\$ 3.900,00
			Menor valor	R\$ 3.293,00

⁴ Disponível em: <https://www.kabum.com.br/produto/409437/cabo-fibra-optica-opfibra-drop-flat-1-km-1fo-ftth-anatel>. Acesso em: 08 de agosto de 2023

⁵ Disponível em: https://www.amazon.com.br/FIBRA-OPTICA-ACESSO-DROP-S-BOBINA/dp/B085S871XL/ref=sr_1_3?keywords=fibra%2B%C3%B3tica%2Bbobina&qid=1693790857&sr=8-3&ufe=app_do%3Aamazn1.fos.e05b01e0-91a7-477e-a514-15a32325a6d6. Acesso em: 08 de agosto de 2023.

⁶ Disponível em: <https://www.magazineluiza.com.br/bobina-de-fibra-elgin-drop-1fo-1km/p/hk45g4d8e8/pi/bfop/>. Acesso em: 08 de agosto de 2023.

a. Cabo UTP

Loja	Descrição	Marca	Valor	Valor total
Kabum ⁷	Cabo de Rede CAT.6 Furukawa, 305 Metros, Azul - 62154	Furukawa	R\$ 899,99	R\$ 21.833,64
Amazon ⁸	100 Metros De Cabo Rede Cat6 SohoPlus Furukawa 100% Cobre COR:AZUL		R\$ 428,96	R\$ 31.743,04
Magazine Luiza ⁹	Cabo Rede Cat6 100m Cinza Furukawa Soho Plus + 30 Conectores		R\$ 371,75	R\$ 27.509,50
			Média	R\$ 81.086,18
			Menor valor	R\$ 21.833,64

Como é possível observar, o valor da fibra óptica se encontra inferior ao valor do cabo de rede UTP, o que antes parecia ser algo impossível de acontecer, e que hoje é realidade. Tal fato se deu principalmente devido a ampla utilização da tecnologia mais recente, o que fez com que os preços desse material fosse reduzido. Assim sendo, é possível, hoje, pensarmos em uma estrutura militar dispersa no terreno integrada completamente por fibra óptica.

É importante, também, observar que o cabo UTP utilizado como comparativo é o de melhor qualidade e o mais avançado, para que a comparação, mesmo que quantitativa, seja também qualitativa, pois se fossem utilizados cabos de categorias inferiores, o valor seria muito menor, porém a comparação da velocidade atingida pela fibra e pelo cabo UTP seria muito díspare.

⁷ Disponível em: https://www.kabum.com.br/produto/92088/cabo-de-rede-cat-6-furukawa-305-metros-azul-62154?gclid=CjwKCAjw3dCnBhBCEiwAVvLcu-kfppwK-QL8FKZxKI-7UOGWOIKXGAtNX-cncuE90uxbub9X0ryqkxoclAgQAvD_BwE. Acesso em: 08 de agosto de 2023.

⁸ Disponível em: https://www.amazon.com.br/Metros-Cabo-SohoPlus-Furukawa-Cobre/dp/B09MNKXKYR/ref=sr_1_3?crd=3JDYJYFVZP6N2&keywords=cat%2B6&qid=1693792448&refinements=p_n_feature_six_browse-bin%3A23949220011&rnid=23949202011&s=computers&sprefix=cat%2B%2Ccomputers%2C330&sr=1-3&ufe=app_do%3Aamzn1.fos.db68964d-7c0e-4bb2-a95c-e5cb9e32eb12&th=1. Acesso em: 08 de agosto de 2023.

⁹ Disponível em: <https://www.magazineluiza.com.br/cabo-rede-cat6-100m-cinza-furukawa-soho-plus-30-conectores/p/hgcd8cca4g/cj/mael/>. Acesso em: 08 de agosto de 2023.

A pesquisa se ateve apenas ao comparativo entre valores do cabeamento, não sendo estudado outros equipamentos e materiais que necessitam serem empregados juntos com a fibra óptica para que haja conectividade, como roteadores, switches, conectores dentre outros ativos e passivos de redes. Esses materiais podem fazer uma grande diferença no valor total do projeto, porém não o objetivo deste trabalho realizar esta comparação.

6. CONCLUSÃO

Com base no que foi apresentado neste trabalho foi possível verificar se a substituição do cabo de par trançado, mais usado atualmente para montagem de PC de Brigada pelas Companhias de Comunicações do Exército Brasileiro, pela fibra óptica, meio mais moderno, é economicamente viável.

Após uma ampla pesquisa bibliográfica e pesquisa de preços, foi possível verificar que é sim a melhor solução em relação a custo benefício a substituição, pois com a ampla utilização de fibra óptica, o aumento da produção da mesma e a crescente disputa de mercado, este meio de transmissão se tornou de mais fácil aquisição que um cabo de par trançado de alta qualidade.

Outros aspectos importantes que vieram a tona tendo em vista ao estudo do caso ocorrido na Operação Acolhida, são as longas distâncias que podemos lançar a fibra óptica sem incluir algum ativo de rede em seu meio, sendo superior a 1 quilometro em detrimento dos 90 metros do cabo de par trançado, e a não atenuação do sinal da fibra óptica por campo eletromagnético nem a detecção pela guerra eletrônica em detrimento do cabo de par trançado, que sofre atenuação e pode ser detectado.

Devido a estas informações, os militares das Companhias de Comunicações necessitam serem adestrados para emprego desse meio de transmissão. Por conseguinte, deve ser iniciada a aquisição desses materiais pela cadeia de suprimento, para que os militares possam se adestrar e iniciar a utilização desse material pois como foi provado nessa pesquisa, sai mais barato a estruturação da rede ser realizada pela fibra do que pelo UTP.

Dessa forma, estaremos preparados para a nossa missão principal que é a defesa da pátria e se tomarmos os ensinamentos tirados da guerra da Ucrânia, veremos que existe a necessidade urgente do Exército Brasileiro se adaptar as conjunturas atuais e assim, aprendendo com o exemplo de outras nações em conflito, estar preparado com o que há de mais moderno.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

50 Metros De Cabo Rede Cat6 SohoPlus Furukawa 100% Cobre COR:CINZA. Amazon. 2023. Disponível em: https://www.amazon.com.br/Metros-Cabo-SohoPlus-Furukawa-Cobre/dp/B09MNXKXKYR/ref=sr_1_3?crd=3JDYJYFVZP6N2&keywords=cat%2B6&qid=1693792448&refinements=p_n_feature_six_browse-bin%3A23949220011&rnid=23949202011&s=computers&prefix=cat%2B%2Ccomputers%2C330&sr=1-3&ufe=app_do%3Aamzn1.fos.db68964d-7c0e-4bb2-a95c-e5cb9e32eb12&th=1. Acesso em: 08 de agosto de 2023.

ALMEIDA, L. S. S. de. **Caracterização e Análise da Atenuação de Fibras Ópticas Monomodo.** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Telecomunicações) - Faculdade de Engenharia de Telecomunicações, Universidade Federal do Pará, Belém, 2016.

Aplicações das Fibras Ópticas. HAJAFIBRA. 09 fev. 2010 Disponível em: <https://hajafibra.blogs.sapo.pt/3376.html>. acesso em: 15 nov. 2022.

Beale, Jonathan . **A tecnologia da Primeira Guerra Mundial que está ajudando a Ucrânia a enganar a Rússia.** BBC News Brasil. 2023. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/articles/c168zd53616o>. Acesso em: 05 de junho de 2023.

BRAGA, Lucas. **Fibra óptica ultrapassa cabo e xDSL na banda larga do Brasil.** TecnoBlog. 05 mar. 2020 Disponível em: <https://repositorio.pgsskroton.com/handle/123456789/22680>. acesso em: 1 nov. 2022.

BRASIL. Exército. Departamento De Educação E Cultura Do Exército. **Manual De Ensino Dados Médios De Planejamento Escolar.** EB60-ME-11.401. 1. ed. Rio de Janeiro, RJ: Comando Do Exército, 2017.

BRASIL. Exército. Comando de Operações Terrestres. **As Comunicações na Força Terrestre.** EB70-MC-10.241. 1. ed. Brasília, DF: Comando Do Exército, 2018.

BRASIL. Exército. C 7-31. **Companhia de Comando de Brigada de Infantaria**. 1. ed. Brasília, DF, EME, 1981.

BRASIL. Exército. Estado-Maior do Exército. **Glossário de Termos e Expressões para Uso no Exército**. EB20-MF-03.109. 5. ed. Brasília, DF, EME, 2018.

BRITO, Samuel. **Especificações Técnicas das Fibras Ópticas**. Labcisco. 2014. Disponível em: <http://labcisco.blogspot.com/2014/10/especificacoes-tecnicas-das-fibras.html>. Acesso em: 25 de maio de 2023.

Bobina De Fibra Elgin Drop 1fo 1km. Magazine Luiza. 2023. Disponível em: <https://www.magazineluiza.com.br/bobina-de-fibra-elgin-drop-1fo-1km/p/hk45g4d8e8/p/bfop/>. Acesso em: 08 de agosto de 2023.

Cabo Rede Cat6 100m Cinza Furukawa Soho Plus + 30 Conectores. Magazine Luiza. 2023. Disponível em: <https://www.magazineluiza.com.br/cabo-rede-cat6-100m-cinza-furukawa-soho-plus-30-conectores/p/hgcd8cca4g/cj/mael/>. Acesso em: 08 de agosto de 2023.

Cabo de Rede CAT.6 Furukawa, 305 Metros, Azul - 62154. Kabum. 2023. Disponível em: https://www.kabum.com.br/produto/92088/cabo-de-rede-cat-6-furukawa-305-metros-azul-62154?gclid=CjwKCAjw3dCnBhBCEiwAVvLcu-kfppwK-QL8FKZxKI-7UOGWOIKXGAtNX-cncuE90uxbub9X0ryqkxoClagQAvD_BwE. Acesso em: 08 de agosto de 2023.

Cabo Fibra Óptica Opfibra Drop Flat 1 Km 1fo Ftth Anatel. Kabum. 2023. Disponível em: <https://www.kabum.com.br/produto/409437/cabo-fibra-optica-opfibra-drop-flat-1-km-1fo-ftth-anatel>. Acesso em: 08 de agosto de 2023.

DIAS, R. S.; MOREIRA, E. H.; MARINS, L. F. **Perda por absorção em fibras ópticas multimodo**. In: Simpósio Brasileiro de Telecomunicações e Processamento de Sinais (SBRT), 2017. Anais... Santa Maria: IEEE, 2017. p. 1-4.

FIBRA OPTICA ACESSO DROP A.S.BOBINA 1KM. Amazon. 2023. Disponível em: https://www.amazon.com.br/FIBRA-OPTICA-ACESSO-DROP-S-BOBINA/dp/B085S871XL/ref=sr_1_3?keywords=fibra%2B%C3%B3tica%2Bbobina&qid=1693790857&sr=8-3&ufe=app_do%3Aamzn1.fos.e05b01e0-91a7-477e-a514-15a32325a6d6. Acesso em: 08 de agosto de 2023.

Fibra óptica: o que é?. dicomp. 21 ago. 2020 Disponível em: <https://www.dicomp.com.br/noticia/152/fibra-optica-o-que-e>. acesso em: 5 nov. 2022.

FOROUZAN, Behrouz A. **Redes de Comunicação de Dados e Redes de Computadores**. 4. ed. Porto Alegre: AMGH Editora, 2008.

GOMES, A. L.; RODRIGUES, W. L.; SIQUEIRA, J. P. **Dispersão Modal em Fibras Ópticas Multimodo**. In: XXXVIII Simpósio Brasileiro de Telecomunicações e Processamento de Sinais (SBrT), 2019. Anais... João Pessoa: IEEE, 2019. p. 1-5.

GOMES, Paulo Sérgio Rodrigues. **Fibra Óptica: Tecnologia, Instalação e Manutenção**. São Paulo: Érica, 2014.

How Fiber Optics Improves Shore Line Defense. Fishman Corporation. 25 fev. 2022 Disponível em: <https://www.fishmancorp.com/fiber-optics-defense/>. acesso em: 1 nov. 2022.

LACOMBE, Geraldo. **Tecnologia da Fibra Óptica**. São Paulo: Érica, 2012.

LIMA, L. S. **Fibra Óptica: Tecnologia e Projetos**. São Paulo: Érica, 2019.

LIMA, F. A.; CHAVES, W. C.; FRANCO, R. M. **Fibra óptica: fundamentos e aplicações**. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna, 2014.

MAZUCATO, T. et al. **Metodologia da pesquisa e do trabalho científico**. Penápolis: Funep, 2018.

O que é internet via fibra óptica?. Intelbras blog. 29 jul. 2021 Disponível em: <https://blog.intelbras.com.br/o-que-e-internet-via-fibra-optica/>. acesso em: 5 nov. 2022.

Peterson, Larry L. **Redes de computadores : uma abordagem de sistemas**. Rio de Janeiro. Elsevier. 2013.

PREEDY, K. **Fibre Optic Communication. In: An Introduction to Network Engineering Concepts**. Nova York: Springer, 2016. p. 215-251.

Projeto de rede via fibra óptica – FTTH. Orientador: TRAVESSA, Sheila Santisi. 2011. 16 f. Monografia – Engenharia Elétrica, Universidade do Sul de Santa Catarina, 2011. Disponível em: <https://repositorio.animaeducacao.com.br/handle/ANIMA/11221>. acesso em: 1 nov. 2022.

RODRIGUES, Fabio Diniz Moraes. **Transmissão por fibra óptica: a evolução nos sistemas de comunicação**. Orientador: Carlos. 2018. 8 f. TCC – Engenharia Elétrica, Universidade Norte Paraná 2018. Disponível em: <https://repositorio.pgsskroton.com/handle/123456789/22680>. acesso em: 1 nov. 2022.

SANTOS, J. A. S. e MARTINEZ, M. A. **Fibra Óptica: Tecnologia e Aplicações**. São Paulo: Novatec Editora, 2014.

SILVA, Leandro Pereira da. **Segurança em Redes de Comunicação Ópticas**. 2015. 54f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Telecomunicações) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2015.

SPURGEON, Charles E. **Ethernet: The Definitive Guide**. California. O'Reilly & Associates, Inc. 2000

Stashevskiy, Oleksandr e Bajak, Frank. **Como a guerra eletrônica molda o conflito Rússia-Ucrânia**. Portalbids. 2022. Disponível em: <https://portalbids.com.br/2022/06/07/como-a-guerra-eletronica-molda-o-conflito-russia-ucrania/>. Acesso em: 05 de junho de 2023.

TANENBAUM, Andrew S. **Redes de Computadores**. 4. ed. Rio de Janeiro. Campos. 2003.

TORRES, Gabriel. **Rede de computadores curso completo**. 2. ed. Rio de Janeiro: Axcel book do Brasil. 2001.

VARGAS, Alex Vicentini. **Fibra óptica e um estudo dirigido aos planos de internet disponíveis no Brasil e em outros países**. Orientador: GONÇALVES, George. 2020. 01 f. TCC (Graduação) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha, 2020. Disponível em: <https://arandu.iffarroupilha.edu.br/handle/itemid/142>. acesso em: 1 nov. 2022.