

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MINAS
GERAIS – *CAMPUS* SÃO JOÃO EVANGELISTA
BACHARELADO EM SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

Debi Junia de Paula
Mário César de Oliveira Neto

**PROJETO DE REDE ESTRUTURADA PARA UM ESCRITÓRIO DE
CONTABILIDADE NA CIDADE DE SÃO JOÃO EVANGELISTA**

São João Evangelista

2025

DEBI JUNIA DE PAULA
MÁRIO CÉSAR DE OLIVEIRA NETO

**PROJETO DE REDE ESTRUTURADA PARA UM ESCRITÓRIO DE
CONTABILIDADE NA CIDADE DE SÃO JOÃO EVANGELISTA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Bacharelado em Sistemas de Informação do Instituto Federal de Minas Gerais – *Campus* São João Evangelista para obtenção do grau de bacharel em Sistemas de Informação.

Orientador: Prof. Me. Fernando Henriques
Mafra

São João Evangelista

2025

P324p Paula, Debi Junia de.
Projeto de rede estruturada para um escritório de contabilidade na cidade de São João Evangelista / Debi Junia de Paula, Mario Cesar de Oliveira Neto – 2025.
51f.: il.

Orientador: Me. Fernando Henriques Mafra..
Trabalho de Conclusão de Curso (bacharelado em Sistemas de Informação) – Instituto Federal Minas Gerais. *Campus* São João Evangelista, 2025.

1. Rede estruturada. 2. Cabeamento. 3. Segurança da informação. 4. Eficiência operacional. 5. Infraestrutura de TI. I. Paula, Debi Junia de. II. Oliveira Neto, Mario César de. III. Instituto Federal de Minas Gerais *Campus* SJE. IV. Título.

CDD 005.1


Catálogo: Esther Soares Cunha - CRB-6/4333

DEBI JUNIA DE PAULA
MÁRIO CÉSAR DE OLIVEIRA NETO


**PROJETO DE REDE ESTRUTURADA PARA UM ESCRITÓRIO DE
CONTABILIDADE NA CIDADE DE SÃO JOÃO EVANGELISTA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Bacharelado em Sistemas de Informação do Instituto Federal de Minas Gerais – *Campus* São João Evangelista para obtenção do grau de bacharel em Sistemas de Informação.


Aprovado em 05/01/2025 pela banca examinadora:

Documento assinado digitalmente
 **FERNANDO HENRIQUES MAFRA**
Data: 27/02/2025 11:54:24-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Me. Fernando Henriques Mafra (Orientador) – IFMG - SJE

Documento assinado digitalmente
 **WESLEY GOMES DE ALMEIDA**
Data: 26/02/2025 18:41:52-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Wesley Gomes de Almeida – IFMG - SJE

Documento assinado digitalmente
 **WALISSON ROSALVO SALVADOR GUIMARAES**
Data: 27/02/2025 06:10:50-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Walisson Rosalvo Salvador Guimarães – IFMG - SJE

Dedicamos esse trabalho a todos aqueles que de alguma forma contribuíram na nossa formação.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos, primeiramente, a Deus, por nos conceder saúde, força e perseverança ao longo desta jornada acadêmica.

Ao nosso orientador, Prof. Me. Fernando Henriques Mafra, por sua dedicação, paciência e por compartilhar conosco seu vasto conhecimento, contribuindo de forma significativa para a construção deste trabalho.

Aos nossos familiares, que com amor e compreensão estiveram ao nosso lado em todos os momentos, oferecendo apoio emocional e incentivo, mesmo diante das dificuldades.

Aos colegas de curso e amigos que fizeram parte desta caminhada, compartilhando experiências, ideias e momentos que enriqueceram nossa trajetória acadêmica e pessoal.

Agradecemos também ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – Campus São João Evangelista, por fornecer os recursos e o ambiente propício ao nosso aprendizado e crescimento profissional.

“A mudança não acontecerá se nós esperarmos por outra pessoa ou se esperarmos por algum outro momento. Nós somos as pessoas pelas quais esperávamos. Nós somos a mudança que buscamos.”

Barack Obama

RESUMO

O foco deste trabalho é o desenvolvimento de um projeto de rede estruturada para um escritório de contabilidade na cidade de São João Evangelista. O objetivo é melhorar a organização e a eficiência da infraestrutura de comunicação, garantindo maior estabilidade e segurança na transmissão de dados. O projeto prevê a substituição da rede predominantemente Wi-Fi por um sistema cabeado utilizando cabos UTP Cat5e, reduzindo interferências e garantindo melhor desempenho. A implementação da nova rede permitirá o compartilhamento seguro de recursos, o controle do acesso à internet e a centralização dos dados em um servidor remoto. Dessa forma, a estrutura proposta busca otimizar a produtividade do escritório e minimizar falhas na comunicação. O projeto elaborou-se considerando a necessidade de flexibilidade, permitindo futuras expansões ou mudanças sem grandes custos. Como resultado, desenvolveu-se uma solução modular e escalável, adequada às demandas atuais do escritório e que pode ser replicada em outros ambientes corporativos.

Palavras-chave: Rede estruturada. Cabeamento. Segurança da informação. Eficiência operacional. Infraestrutura de TI.

ABSTRACT

This study focuses on developing a structured network project for an accounting office in São João Evangelista. The objective is to enhance the organization and efficiency of the communication infrastructure, ensuring greater stability and security in data transmission. The project proposes replacing the predominantly Wi-Fi network with a wired system using UTP Cat5e cables, reducing interference and improving performance. The new network implementation will enable secure resource sharing, internet access control, and data centralization on a remote server. This structured approach aims to optimize office productivity and minimize communication failures. The project was designed with flexibility in mind, allowing future expansions or modifications with minimal costs. As a result, a modular and scalable solution was developed, meeting the office's current demands and serving as a replicable model for other corporate environments.

Keywords: Structured network. Cabling. Information security. Operational efficiency. IT infrastructure.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Topologia em Barramento	20
Figura 2 - Topologia em Anel	20
Figura 3 - Topologia em Estrela	21
Figura 4 - Topologia em Árvore.....	21
Figura 5 - Topologia em Malha.....	22
Figura 6 – Exemplo de Topologia Híbrida.....	23
Figura 7 - Topologia Ponto a Ponto	24
Figura 8 - Imagem de um cabo FTP (Foiled Twisted Pair).....	31
Figura 9 - Imagem de um cabo UTP (Unshielded Twisted Pair)	32
Figura 10 – Cenário atual de cabeamento e organização das máquinas (recepção).....	41
Figura 11 – Cenário atual de cabeamento e organização das máquinas (atendimento) .	41
Figura 12 – Localização atual do roteador na sala de atendimento.....	41
Figura 13 - Cenário atual de cabeamento e organização das máquinas (sala do chefe) .	42
Figura 14 - Cenário atual de cabeamento e organização das máquinas (sala do chefe) .	42
Figura 15 - Mapa de Distribuição do tubo e caixa de passagem	43
Figura 16 - Mapa de distribuição de pontos de acesso de dados e telefônicos.....	44
Figura 17 - Mapa de identificação das salas.....	45

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Sequência de cores - Padrão T568-A e T568-B	37
Tabela 2 – Identificação das salas	45
Tabela 3 - Identificação do cabeamento	46
Tabela 4 - Tabela da lista de materiais com investimento total.....	47

LISTA DE SIGLAS

ANSI - *American National Standards Institute*
BAN - *Body Area Network*
BLE - *Bluetooth Low Energy*
CAN - *Campus Area Network*
CLPs - *Controladores Lógicos Programáveis*
CM – *Cabos Metálicos*
DNS - *Domain Name System*
EIA - *Electronic Industries Alliance*
ELFEXT - *Equal Level Far End Crosstalk*
EMI - *Interferência Eletromagnética em Instalações*
ERP - *Planejamento de Recursos Empresariais*
FEXT - *Far End Crosstalk*
FTP - *File Transfer Protocol*
GAN - *Global Area Network*
HTTP - *Hypertext Transfer Protocol*
IAN - *Industrial Area Network*
IDPS - *Intrusion Detection and Prevention Systems*
IEC - *International Electrotechnical Commission*
IoT - *Internet das Coisas*
IP - *Internet Protocol*
ISO - *International Organization for Standardization*
LAN - *Local Area Network*
LLC - *Logical Link Control*
MAC - *Media Access Control*
MAN - *Metropolitan Area Network*
NAN - *Neighborhood Area Network*
NEXT - *Near End Crosstalk*
NFV - *Network Functions Virtualization*
NIC - *Network Interface Card* ou *Placas de Rede*
OSI - *Open Systems Interconnection*
PAN - *Personal Area Network*

PSELFEXT - *Power Sum*
PSNEXT - *Power Sum Next*
QoS - *Quality of Service*
RFI - *Radio Frequency Interference*
RL - *Return Loss*
SAN - *Storage Area Network*
SDN - *Software-Defined Networking*
SMTP - *Simple Mail Transfer Protocol*
TCP - *Transmission Control Protocol*
TIA - *Telecommunications Industry Association*
UDP - *User Datagram Protocol*
USB - *Universal Serial Bus*
UTP - *Unshielded Twisted Pair*
VLANs - *Virtual Local Area Network*
VoIP - *Voice Over Internet Protocol*
VPN - *Virtual Private Network*
WAN - *Wide Area Network*

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	15
1.1. Objetivos	16
<i>1.1.1. Geral</i>	<i>16</i>
<i>1.1.2. Objetivos específicos</i>	<i>16</i>
<i>1.1.3. Justificativa</i>	<i>16</i>
2. REFERENCIAL TEÓRICO	18
2.1. Redes de computadores	18
2.2. Topologias de redes de computadores	19
<i>2.2.1. Topologia em barramento</i>	<i>19</i>
<i>2.2.2. Topologia em anel</i>	<i>20</i>
<i>2.2.4. Topologia em árvore</i>	<i>21</i>
<i>2.2.5. Topologia em malha</i>	<i>22</i>
<i>2.2.7. Topologia ponto a ponto</i>	<i>23</i>
2.3. Cabeamento de rede	24
<i>2.3.1. Cabeamento metálico</i>	<i>24</i>
<i>2.3.2. Cabeamento coaxial</i>	<i>26</i>
<i>2.3.3. Cabeamento de fibra óptica</i>	<i>26</i>
<i>2.3.4. Universal Serial Bus (USB)</i>	<i>27</i>
2.4. Classificação das redes quanto a sua extensão geográfica	27
2.5. Sistema estruturado	29
2.6. Flamabilidade de cabeamento	30
2.7. Cabos FTP e cabos UTP	30
<i>2.7.1. Cabos FTP</i>	<i>30</i>
<i>2.7.2. Cabos UTP</i>	<i>31</i>
2.8. Equipamentos e elementos de redes	32
<i>2.8.1. Camada física</i>	<i>32</i>
<i>2.8.2. Camadas superiores</i>	<i>34</i>
<i>2.8.3. Novas tecnologias e tendências</i>	<i>35</i>
2.9. Normas e padronização	36
<i>2.9.1. Padrão T568-A e padrão T568-B</i>	<i>36</i>
2.10. Os modelos de referência	37
<i>2.9.2. O modelo de referência OSI/ISS</i>	<i>37</i>
<i>2.9.3. O modelo de referência TCP/IP</i>	<i>39</i>

3. METODOLOGIA	40
3.1. O projeto.....	40
3.2. Cenário atual.....	40
3.2.1. Escritório atual	40
3.2.2. A internet	40
3.2.3. Sistema de cabeamento	41
3.3. Recomendações técnicas para o projeto	42
3.3.1. O projeto	42
3.3.2. Montagem da rede	43
3.3.3. Sala de Processamento de Dados	44
3.3.4. Projeto lógico	45
3.3.4.1. Identificação das salas	45
3.3.4.2. Identificação do cabeamento	46
3.4. Lista de materiais.....	47
4. CONCLUSÃO	48
REFERÊNCIAS	49

1. INTRODUÇÃO

As redes de computadores são fundamentais no cenário tecnológico atual, especialmente em ambientes corporativos, onde a conectividade e a comunicação eficiente entre dispositivos são essenciais para o sucesso operacional. No contexto de escritórios, a implantação de rede de uma rede bem estruturada, desempenha um papel vital, permitindo o compartilhamento de recursos como arquivos, impressoras e serviços de internet, além de facilitar a comunicação interna por meio de e-mails, mensagens instantâneas e videoconferências.

O conceito de rede de computadores, conforme Tanenbaum e Wetherall (2011), refere-se a um conjunto de computadores autônomos interconectados por uma única tecnologia, cuja principal função é promover a comunicação entre os dispositivos. Em ambientes de escritório, isso vai além da simples interconexão de dispositivos, pois envolve a organização e a otimização do fluxo de informações, garantindo que todos os membros da equipe possam acessar os dados e os recursos necessários para a execução de suas atividades diárias.

A implementação de redes de computadores em escritórios, especialmente nos de pequeno porte, traz consigo uma série de benefícios que impactam diretamente a produtividade e a eficiência dos processos internos. Há uma série de vantagens em utilizar a rede para acessar os bancos de dados internos de uma organização. [...] Acessar bancos de dados corporativos pela Web está criando novas eficiências e oportunidades, em alguns casos até mesmo mudando a maneira como os negócios são feitos (LAUDON; LAUDON, 2014, p. 202). Além disso, a redução de custos operacionais é outro benefício significativo, uma vez que o compartilhamento de recursos, como impressoras e servidores, elimina a necessidade de aquisição de equipamentos individuais para cada estação de trabalho.

Contudo, mesmo em redes de pequeno porte, existem desafios que precisam ser enfrentados para garantir que o ambiente de rede seja seguro e eficiente. A segurança da informação é uma preocupação constante, especialmente em um cenário onde a troca de dados sensíveis é frequente. De acordo com Kurose e Ross (2013), a falta de segurança adequada nas redes pode permitir que atacantes comprometam a integridade dos dados e a confidencialidade, colocando em risco as informações da organização.

Outro desafio relevante é a manutenção da rede, que deve ser contínua para evitar problemas que afetam a velocidade e a estabilidade da conexão, prejudicando o fluxo de trabalho. A necessidade de escalabilidade também é um fator a ser considerado, já que a

expansão do escritório pode exigir a atualização da infraestrutura de rede para suportar um número maior de dispositivos e usuários.

Este trabalho propõe uma análise detalhada sobre a aplicação de redes de computadores em ambientes de escritório, com ênfase em redes de pequeno porte. Serão discutidos os principais benefícios proporcionados por essas redes, como o aumento da produtividade, a centralização de dados e a redução de custos.

1.1. Objetivos

1.1.1. Geral

Montar um projeto de rede estruturada que será desenvolvido para um escritório de contabilidade, visando a organização, documentação e gestão eficiente da rede. O objetivo é proporcionar aos membros da rede a utilização da internet por meio de compartilhamento, garantindo ao mesmo tempo um controle preciso sobre os servidores e demais equipamentos da rede.

1.1.2. Objetivos específicos

- Definir os pontos de acesso com base no layout da planta baixa;
- Estabelecer as rotas de cabeamento;
- Especificar e dimensionar os melhores tipos de cabos;
- Dimensionar os equipamentos necessários.

1.1.3. Justificativa

A modernização da infraestrutura de redes de computadores em um escritório de contabilidade se faz necessária para garantir maior eficiência operacional e segurança da informação, requisitos essenciais no contexto atual de qualquer empresa. A conectividade rápida e estável facilita a colaboração interna e o acesso a dados em tempo real, permitindo uma comunicação eficaz entre os membros da equipe. Segundo Tanenbaum e Wetherall (2011), uma rede de computadores bem projetada é essencial para garantir a eficiência na comunicação e no

compartilhamento de recursos, permitindo que diferentes organizações colaborem de maneira eficaz e maximizem seu potencial operacional

Além disso, em ambientes corporativos, como escritórios de contabilidade, as redes de computadores permitem a centralização de dados e a automação de processos, o que contribui para uma significativa redução de custos operacionais. Considerando a natureza sensível das informações financeiras manipuladas em um escritório de contabilidade, é indispensável garantir um alto nível de segurança e integridade dos dados.

Conforme Kurose e Ross (2013), uma infraestrutura de rede bem estruturada não só aumenta a eficiência das operações, mas também protege contra ameaças cibernéticas, como ataques de negação de serviço (DoS) e *malware*, que podem comprometer a segurança e expor informações corporativas.

Portanto, a justificativa para aprimorar a infraestrutura de redes de computadores baseia-se na necessidade de fortalecer a segurança, aumentar a eficiência e a produtividade, ao mesmo tempo em que minimiza os riscos operacionais.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Redes de computadores

As redes de computadores são um dos pilares fundamentais da tecnologia da informação, funcionando como a base que possibilita a comunicação e a troca de informações entre dispositivos em diferentes locais. De maneira geral Tanenbaum e Wetherall (2011) elas são formadas por um conjunto de dispositivos autônomos interconectados, permitindo a troca de informações entre eles.

A evolução das redes de computadores ao longo das últimas décadas tem sido marcada por avanços tecnológicos significativos que impactaram a forma como as organizações operam. Desde a sua criação, têm desempenhado um papel crítico na transformação digital de empresas, permitindo a automação de processos, a centralização de dados e a criação de sistemas integrados que suportam diversas atividades empresariais Tanenbaum e Wetherall (2011) mencionam que as redes de comunicação são responsáveis por permitir a transmissão de informações de forma rápida e segura, conectando não apenas computadores, mas também uma variedade de dispositivos, como impressoras, servidores e dispositivos da Internet das Coisas (IoT).

Kurose e Ross (2013) explicam que as redes de computadores são a base de muitas aplicações e serviços essenciais que permitem o funcionamento de organizações modernas, como o uso de e-mail, Web, e VoIP, evidenciando sua importância no cotidiano corporativo. Elas possibilitam a comunicação interna e externa, o acesso remoto a dados e sistemas, e o compartilhamento de recursos, o que é fundamental para a produtividade e a competitividade empresarial. Além disso, a interconexão de sistemas e dispositivos permite que as empresas implementem soluções mais complexas, como sistemas de gestão integrada (ERP), plataformas de e-commerce, e serviços baseados em nuvem.

A proteção de sistemas de informação é essencial para garantir a segurança dos dados contra ameaças como ataques cibernéticos, malwares e acessos não autorizados. Firewalls, sistemas de detecção de intrusão e softwares antivírus se tornaram ferramentas empresariais essenciais" (LAUDON; LAUDON, 2014, p. 276) .

Também é importante destacar que a gestão eficaz de uma rede de computadores envolve não apenas o planejamento e a implementação, mas também a manutenção contínua e a capacidade de adaptação às mudanças tecnológicas. A evolução constante das tecnologias de

exige que as empresas estejam atentas às novas soluções que surgem no mercado, de modo a manter suas operações otimizadas e seguras.

Em resumo, as redes de computadores são fundamentais para o ambiente corporativo, proporcionando uma infraestrutura que suporta e potencializa as operações diárias das organizações. Compreender a importância e os desafios associados a essas redes é essencial para qualquer empresa que busca se manter competitiva no cenário atual.

2.2. Topologias de redes de computadores

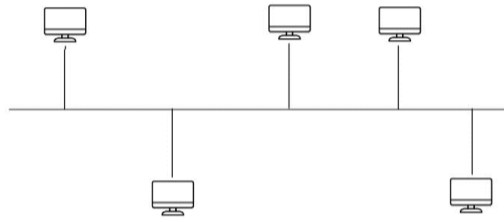
As redes de computadores podem ser classificadas em diversas formas diferentes, entre elas está a topologia de rede que desempenha um papel fundamental, pois define a estrutura e a organização das conexões que sustentam essa rede, influenciando diretamente o desempenho, a confiabilidade e a escalabilidade da rede.

A topologia de rede descreve o modo como todos os dispositivos estão ligados entre si e a forma como se processa a troca de informação entre eles. Essas topologias garantem a redução de custos e o aumento da eficiência do sistema por meio da combinação de recursos.

2.2.1. Topologia em barramento

Topologia em Barramento é uma configuração em que todos os dispositivos da rede são conectados a um único cabo compartilhado, chamado de barramento. Esse tipo de topologia é reconhecido pela sua simplicidade e economia, já que utiliza menos cabeamento em comparação com outras configurações. Nessa estrutura, os dados são transmitidos em sequência ao longo do cabo e são acessíveis por todos os dispositivos conectados. Contudo, essa simplicidade tem seu custo: o barramento central é um ponto crítico de falha, o que significa que, se houver qualquer problema com o cabo principal, toda a rede pode parar de funcionar. Além disso, à medida que mais dispositivos são conectados, o desempenho da rede pode diminuir devido à concorrência pelo mesmo meio de transmissão. A Figura 1 ilustra essa configuração de rede.

Figura 1 - Topologia em Barramento

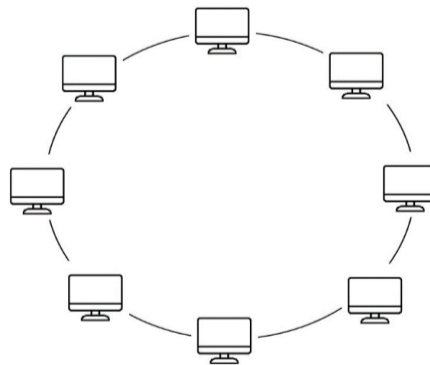


Fonte: Elaborado pelos autores, 2024

2.2.2. Topologia em anel

Na topologia em Anel, cada dispositivo é conectado ao próximo, formando um círculo fechado de conexões. Os dados percorrem o anel em uma direção definida (Figura 2), passando de um dispositivo para o outro até chegar ao destino final. Este tipo de topologia é eficiente em termos de controle de fluxo de dados, já que a passagem ordenada dos dados minimiza colisões. Entretanto, a adição de novos dispositivos pode ser complexa, e a rede inteira pode ser comprometida se um único dispositivo ou conexão falhar, interrompendo o circuito de comunicação.

Figura 2 - Topologia em Anel



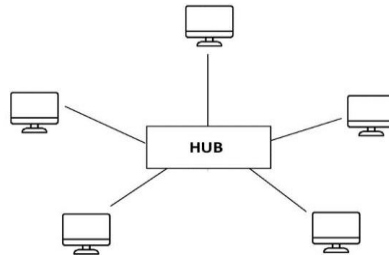
Fonte: Elaborado pelos autores, 2024.

2.2.3. Topologia em estrela

A topologia em estrela conecta cada dispositivo a um ponto central, que pode ser um *switch* ou um *hub*, como mostrado na Figura 3. Este ponto central atua como um mediador que gerencia a transmissão de dados entre os dispositivos. A configuração em estrela é altamente favorecida por sua facilidade de instalação e manutenção. Se um dispositivo ou o

cabo que o conecta ao ponto central falhar, o restante da rede permanece operacional, pois os outros dispositivos não são afetados. No entanto, essa dependência do ponto central é também sua maior fraqueza: se o *hub* ou *switch* central falhar, toda a rede pode ser interrompida.

Figura 3 - Topologia em Estrela

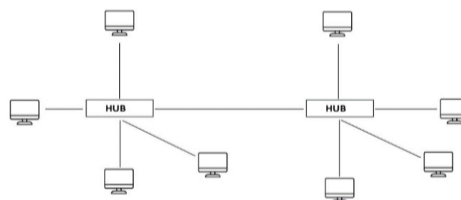


Fonte: Elaborado pelos autores, 2024.

2.2.4. Topologia em árvore

Esta topologia é uma estrutura de rede que se assemelha a uma hierarquia, com dispositivos organizados em níveis, onde cada nível está conectado a um ponto de controle acima dele. Essa topologia é essencialmente uma combinação das topologias em estrela e em barramento, permitindo que a rede se expanda de maneira modular e escalável. Cada nível de dispositivos conecta-se a um dispositivo central, que controla o fluxo de dados para o próximo nível. Essa estrutura é ideal para grandes redes que exigem uma organização clara e eficiente. No entanto, a complexidade da configuração e a possibilidade de falhas em pontos de controle centrais podem representar desafios de manutenção e confiabilidade. A Figura 4 ilustra essa configuração de rede.

Figura 4 - Topologia em Árvore



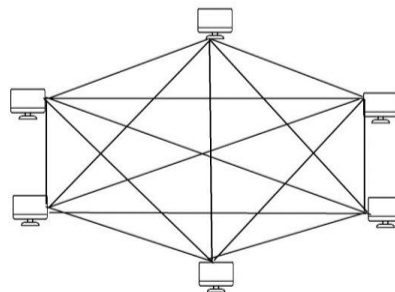
Fonte: Elaborado pelos autores, 2024.

2.2.5. Topologia em malha

A topologia em Malha usa uma configuração de rede em que cada dispositivo é interligado diretamente a vários outros dispositivos, como visto na Figura 5, criando uma rede robusta de conexões. Essa estrutura pode ser comparada a uma teia de aranha, em que cada nó está conectado a vários outros, proporcionando múltiplos caminhos para a transmissão de dados. A sua principal vantagem é a alta confiabilidade e a robustez: se um caminho falhar, os dados podem ser roteados por outros caminhos disponíveis. Isso torna a rede em malha extremamente confiável, especialmente em ambientes importantes onde a falha de comunicação não é uma opção.

Contudo, essa topologia também apresenta desvantagens. O custo e a complexidade de implementação podem ser bastante elevados, devido à necessidade de muitos cabos e portas de rede para conectar todos os dispositivos entre si. Além disso, o gerenciamento de uma rede em malha pode ser desafiador, especialmente quando o número de dispositivos aumenta, exigindo uma configuração e manutenção cuidadosas para evitar conflitos e garantir a eficiência do sistema.

Figura 5 - Topologia em Malha



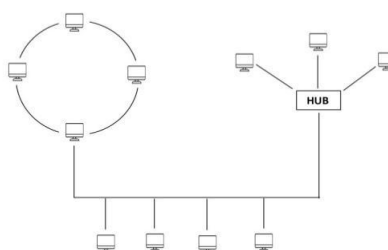
Fonte: Elaborado pelos autores, 2024.

2.2.6. Topologia híbrida

Na topologia Híbrida há uma combinação de duas ou mais topologias diferentes, integrando suas características para atender às necessidades específicas de uma rede. Por exemplo, pode-se ter uma topologia principal de anel, e cada ramificação conectando várias outras estações em uma topologia de barramento (FOROUZAN, 2011, p.13), como visto na Figura 6.

São bastante utilizadas em grandes redes corporativas, onde diferentes setores ou departamentos podem ter necessidades distintas de comunicação. A flexibilidade de combinar diferentes topologias permite que as organizações configurem suas redes de maneira eficiente, garantindo desempenho otimizado para cada parte. No entanto, a complexidade de implementar e manter uma topologia híbrida pode ser um desafio, pois requer uma compreensão detalhada de como cada topologia individual funciona e como elas interagem.

Figura 6 – Exemplo de Topologia Híbrida



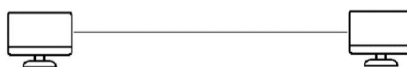
Fonte: Elaborado pelos autores, 2024.

2.2.7. Topologia ponto a ponto

Uma conexão ponto a ponto fornece um link dedicado entre dois dispositivos. Toda a capacidade do link é reservada para a transmissão entre os dois dispositivos. A maioria das conexões ponto a ponto usa um pedaço real de fio ou de cabo para conectar as duas extremidades (FOROUZAN, 2011, p. 8). A sua simplicidade faz com que seja ideal para conexões temporárias ou para redes pequenas, como as usadas em algumas conexões domésticas ou em pequenos escritórios.

As suas vantagens incluem a facilidade de instalação e o baixo custo, já que não requer equipamentos de rede adicionais, como *switches* ou *hubs*. Além disso, a comunicação direta entre os dispositivos pode proporcionar uma transmissão de dados mais rápida e segura, sem os riscos de congestionamento ou interferência que podem ocorrer em redes mais complexas. No entanto, não é escalável, à medida que mais dispositivos precisam ser conectados, a rede pode se tornar difícil de gerenciar, exigindo uma reconfiguração completa para uma topologia mais adequada. A Figura 7 ilustra essa configuração de rede.

Figura 7 - Topologia Ponto a Ponto



Fonte: Elaborado pelos autores, 2024.

2.3. Cabeamento de rede

O cabeamento de rede é o componente responsável por estabelecer a conexão física entre dispositivos em uma rede. Também é conhecido como "meio físico", é fundamental para a transmissão eficiente de dados, seja por meio de sinais elétricos, ópticos ou eletromagnéticos. Conforme Kurose e Ross (2017), a qualidade influencia diretamente a taxa de transferência de dados e a confiabilidade das comunicações na rede. Os tipos incluem metálico, coaxiais e de fibra óptica, cada qual com suas próprias características e aplicações.

2.3.1. Cabeamento metálico

O cabeamento metálico é principalmente formado por cabos de cobre, é amplamente utilizado em redes locais (LANs) devido à sua eficiência e custo-benefício. Dentro desta categoria, o cabo de par trançado é o mais comum, formado por pares de fios de cobre trançados entre si. Esse entrelaçamento reduz a interferência eletromagnética externa e a diafonia (interferência entre os pares), o que é essencial para manter a qualidade da transmissão de dados.

Segundo Franciscatto, Cristo e Perlin (2014), os cabos par trançado são classificados em várias categorias, conforme as normas EIA/TIA, que determinam a capacidade de transmissão e a adequação para diferentes aplicações de rede. Suas principais categorias de cabos incluem:

- **Categoria 3:** Introduzida na década de 1990, amplamente utilizada para telefonia e redes *Ethernet* 10BASE-T, com capacidade de transmitir dados a uma velocidade de até 10 Mbps e frequência de até 16 MHz. Seu uso principal era em redes locais (LANs) e sistemas telefônicos. Esta categoria suporta um comprimento máximo de 100 metros, sendo obsoleta para as demandas atuais de redes de alta velocidade, mas ainda encontrada em alguns sistemas de telefonia;

- **Categoria 4:** Lançada nos anos 1990, a usada principalmente em redes *Token Ring*, suportando uma velocidade de até 16 Mbps com frequência de até 20 MHz. Apesar de ter um comprimento máximo de 100 metros, sua aplicação se mostrou limitada e rapidamente superada por categorias superiores. Hoje, é considerada obsoleta, dada a baixa velocidade que oferece em comparação com as demandas modernas;
- **Categoria 5:** Surgiu em meados dos anos 1990 e tornou-se um dos padrões mais utilizados em redes *Ethernet* (100BASE-TX), permitindo velocidades de até 100 Mbps e frequência de até 100 MHz. Com um comprimento máximo de 100 metros, ela teve grande utilização em redes locais (LAN) até a introdução de categorias mais rápidas. Embora ainda esteja em uso, está sendo gradualmente substituída por padrões mais avançados;
- **Categoria 5e (*Enhanced*):** Introduzida no final dos anos 1990, é uma evolução do Categoria 5, com melhorias no controle de interferência e "*crosstalk*" (interferência entre pares). Este padrão suporta velocidades de até 1 Gbps (*Gigabit Ethernet*) com uma frequência de até 100 MHz, também com um comprimento máximo de 100 metros. Tornando-se uma das mais populares em redes *Gigabit Ethernet*, sendo amplamente utilizada em redes locais e residenciais;
- **Categoria 6:** Lançada em 2002, trouxe um avanço significativo ao oferecer suporte para redes *Gigabit Ethernet* (1 Gbps) em até 100 metros e até 10 Gbps em distâncias mais curtas (55 metros). Com uma frequência de até 250 MHz, essa categoria é ideal para ambientes de trabalho que exigem maior largura de banda e menor interferência eletromagnética, sendo amplamente utilizada em empresas e *data centers*;
- **Categoria 6a (*Augmented*):** Lançada em 2008, aprimorou o desempenho da Categoria 6, permitindo velocidades de até 10 Gbps em distâncias de até 100 metros. Com uma frequência de até 500 MHz, é utilizada em *data centers* e redes de alta performance, sendo especialmente útil em ambientes com alta densidade de cabeamento, onde a interferência externa é uma preocupação;
- **Categoria 7:** Introduzida em 2010, oferece blindagem individual para cada par de cabos, o que aumenta sua resistência a interferências externas. Suporta velocidades de até 10 Gbps com uma frequência de até 600 MHz e um comprimento máximo de 100 metros. Essa categoria é bastante utilizada em ambientes que requerem alta confiabilidade e desempenho, como instalações industriais e *data centers*;
- **Categoria 8:** Lançada em 2016, é a mais recente e voltada para redes de altíssima velocidade em curtas distâncias, suportando até 40 Gbps com uma frequência de até 2000

MHz. Esse padrão tem como foco principal *data centers* e instalações de alta densidade, com um comprimento máximo de 30 metros. A Categoria 8 é ideal para interconexões entre servidores e *racks* em ambientes de data centers, onde a baixa latência e a alta capacidade de transmissão de dados são essenciais.

Resistência e impedância são de fundamental importância na integridade do sinal, entretanto, outros parâmetros técnicos existem e devem ser considerados nele, especialmente em cabos de par trançado, como por exemplo segundo Martins (2015): Atenuação, Paradiafonia ou NEXT (*Near End Crosstalk*), Telediafonia ou FEXT (*Far End Crosstalk*), Atraso de Propagação ou Delay, Perda de Retorno ou RL (*Return Loss*), PSNEXT (*Power Sum Next*), ELFEXT (*Equal Level Far End Crosstalk*) e PSELFEXT (*Power Sum ELFEXT*).

Para medir esses parâmetros e garantir a conformidade com os padrões de desempenho, é necessário utilizar equipamentos especializados, que são essenciais para a certificação de redes.

2.3.2. Cabeamento coaxial

O cabo coaxial é um tipo de cabeamento metálico que possui um núcleo de cobre condutor, uma camada isolante, uma blindagem metálica e uma cobertura externa. De acordo com Franciscatto, Cristo e Perlin (2014), esse tipo de cabo é conhecido por sua resistência a interferências eletromagnéticas, tornando-o ideal para transmissões de longo alcance e ambientes com alta interferência. Ele é amplamente utilizado em redes *Ethernet* e continua a ser comum em alguns sistemas de televisão a cabo e outras aplicações que exigem transmissão confiável de sinais.

2.3.3. Cabeamento de fibra óptica

A fibra óptica é um meio de transmissão que utiliza filamentos de vidro ou plástico para transmitir dados na forma de luz. Esse tipo de cabeamento é preferido em redes de alta velocidade devido à sua alta capacidade de transmissão de dados, imunidade a interferências eletromagnéticas e eficiência em longas distâncias sem perda significativa de sinal. As fibras não desperdiçam luz e dificilmente são interceptadas, por essas razões, a fibra é uma alternativa

com um excelente nível de segurança contra possíveis escutas telefônicas (TANEMBAUM; WETHERALL, 2011, p.89).

Em resumo é essencial para infraestruturas de rede onde alta largura de banda e baixa latência são críticas, como em *backbones* de rede e conexões intercontinentais.

2.3.4. *Universal Serial Bus (USB)*

O USB, embora não seja tradicionalmente considerado um meio de rede no sentido convencional, é amplamente utilizado para conectar dispositivos periféricos a computadores. De acordo com Souza (2023) ele permite a transmissão de dados e energia e pode ser usado para criar pequenas redes entre dispositivos, principalmente em ambientes domésticos ou de pequenos escritórios. Em alguns casos, pode ser utilizado para conectar dispositivos de rede, como adaptadores de rede sem fio, adicionando flexibilidade às configurações de rede.

2.4. **Classificação das redes quanto a sua extensão geográfica**

No contexto das redes de computadores, muito já se discutiu sobre a importância da conectividade e da comunicação eficiente entre dispositivos, as quais são estruturadas para permitir a troca de informações de maneira rápida e segura, desempenhando um papel vital em organizações de todos os tamanhos.

É essencial aprofundar a compreensão sobre a classificação dessas redes quanto à sua extensão geográfica, as principais categorias são:

- ***Local Area Network (LAN)***: são redes que cobrem uma área geográfica limitada, geralmente um único prédio ou um conjunto de edifícios próximos. Elas são amplamente usadas em escritórios, residências e pequenas empresas. Sua vantagem é que reside em sua alta velocidade e baixa latência, permitindo a rápida troca de dados entre dispositivos. As LANs são frequentemente implementadas usando tecnologias como *Ethernet* e *Wi-Fi*. Essas redes geralmente operam em velocidades de 100 Mbps a 1 Gbps, sendo ideais para o compartilhamento de recursos locais, como impressoras e servidores de arquivos;
- ***Metropolitan Area Network (MAN)***: Se estendem por áreas metropolitanas, cobrindo distâncias que podem variar de alguns quilômetros até dezenas de quilômetros. Elas são frequentemente usadas para interligar várias LANs dentro de uma cidade ou campus universitário, oferecendo maior cobertura e conectividade.

Utilizam tecnologias como a fibra óptica para garantir alta velocidade e confiabilidade na transmissão de dados. A sua implementação pode envolver o uso de tecnologias de multiplexação;

- **Wide Area Network (WAN):** Cobrem áreas geográficas extensas, geralmente em países ou continentes inteiros. Elas interconectam várias LANs e MANs, facilitando a comunicação e o compartilhamento de recursos entre diferentes regiões.

Podem ser implementadas utilizando uma variedade de tecnologias, incluindo linhas telefônicas, satélites e redes de rádio. A Internet é o exemplo mais notável de uma WAN, conectando bilhões de dispositivos em todo o mundo;

- **Campus Area Network (CAN):** Ou Rede de Campus, é uma rede que interliga várias LANs dentro de uma área geograficamente confinada, como uma universidade, um complexo de escritórios ou uma grande instalação empresarial. É projetada para fornecer conectividade de alta velocidade e confiabilidade dentro de um campus ou organização com múltiplos edifícios.

Tem cobertura restrita a uma área específica, como um campus. As CANs utilizam tecnologias de rede de alta velocidade, como *Ethernet* e fibra óptica, para garantir a comunicação eficiente entre os edifícios;

- **Personal Area Network (PAN):** Redes que cobrem uma área muito pequena, geralmente em torno de um único indivíduo. São utilizadas para conectar dispositivos pessoais, como smartphones, laptops e *wearables*, muitas vezes usando tecnologias sem fio como Bluetooth e Wi-Fi. As PANs desempenham um papel fundamental para a computação coletiva, permitindo que os dispositivos ao redor do usuário se comuniquem de forma automática e eficiente;

- **Body Area Network (BAN):** Ou Rede Corporal, funciona de curto alcance e é projetada para operar em torno do corpo humano. Essas redes conectam dispositivos médicos ou sensores corporais para monitoramento contínuo da saúde, como medidores de glicose, monitores cardíacos, ou dispositivos vestíveis como *smartwatches*.

São cruciais na área da saúde, pois permitem a coleta e transmissão de dados biométricos em tempo real, oferecendo suporte a diagnósticos remotos e monitoramento de pacientes. As BANs utilizam tecnologias sem fio de baixa potência, como *Bluetooth Low Energy* (BLE), para minimizar o consumo de energia, garantindo que os dispositivos possam operar por longos períodos sem recarga frequente;

- ***Storage Area Network (SAN)***: É especializada de alta velocidade que interliga servidores a dispositivos de armazenamento. Diferente das redes tradicionais ela é usada exclusivamente para gerenciar grandes volumes de dados, permitindo que múltiplos servidores acessem o armazenamento como se estivessem conectados diretamente a ele, melhora a eficiência e a escalabilidade em ambientes de armazenamento centralizado, como *datacenters*;
- ***Industrial Area Network (IAN)***: Projetada para conectar dispositivos e sistemas em ambientes industriais, como fábricas e plantas de manufatura, são essenciais para a automação industrial, permitindo que sensores, controladores lógicos programáveis (CLPs) e outros equipamentos de controle de processos comuniquem-se de maneira eficiente em tempo real. Essas redes são geralmente robustas, com alta tolerância a falhas e resistência a condições adversas, como interferências eletromagnéticas e temperaturas extremas;
- ***Neighborhood Area Network (NAN)***: cobre uma área de vizinhança, como um conjunto de residências ou um pequeno bairro. É usada principalmente para interconectar sistemas residenciais inteligentes, como medidores de energia, dispositivos de segurança e outros equipamentos de automação doméstica. Elas desempenham um papel fundamental em cidades inteligentes, onde a coleta de dados em tempo real pode melhorar a eficiência dos serviços públicos e a qualidade de vida dos moradores;
- ***Global Area Network (GAN)***: Interconecta várias redes amplas (WANs), abrangendo distâncias extremamente grandes, como países e continentes, são usadas para suportar operações globais de grandes organizações, fornecendo conectividade em escala mundial. Elas utilizam uma combinação de tecnologias, incluindo satélites, fibra óptica submarina e conexões de Internet de alta velocidade. Permitem a integração de operações empresariais e comunicações em tempo real, independentemente da localização geográfica, facilitando a globalização das empresas.

2.5. Sistema estruturado

O sistema estruturado refere-se à arquitetura padronizada para a infraestrutura de comunicação de dados em edifícios e campi, proporcionando uma solução organizada, escalável e eficiente para a transmissão de informações. Este sistema integra componentes como cabos, conectores, racks e dispositivos de rede, garantindo a interoperabilidade e a facilidade de manutenção. Pinheiro (2003) afirma que o cabeamento estruturado oferece a

melhor estrutura de cabeamento para as redes locais. Ele tem como principal ideia prever os recursos que serão necessários para as futuras expansões, ou movimentações de pontos de rede que podem ocorrer na infraestrutura física do local.

2.6. Flamabilidade de cabeamento

A flamabilidade dos cabos de rede é um fator crítico na segurança das instalações elétricas e de dados. Os cabos UTP (*Unshielded Twisted Pair*) e FTP (*Foiled Twisted Pair*) possuem diferentes classificações de resistência ao fogo, influenciando sua aplicação em ambientes que exigem padrões rigorosos de segurança. Materiais retardantes de chama são frequentemente utilizados na fabricação desses cabos para minimizar riscos de incêndio e propagação de chamas. Pinheiro (2015) afirma que a conformidade com normas internacionais, como a ISO e a ANSI, é essencial para garantir a segurança e a eficiência das redes em diversas indústrias.

2.7. Cabos FTP e cabos UTP

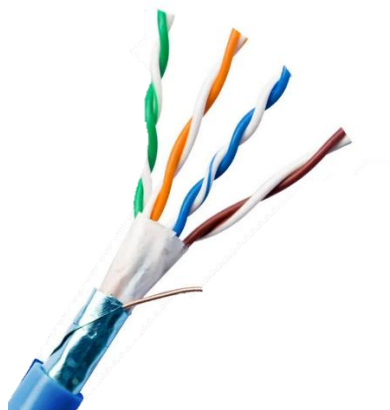
Os cabos de rede, como o FTP (*Foiled Twisted Pair*) e o UTP (*Unshielded Twisted Pair*), desempenham papéis importantes na construção de sistemas de cabeamento estruturado. Cada tipo de cabo tem características distintas que determinam sua aplicação em diferentes ambientes de rede. De acordo com o catálogo de produtos da FCS - Furukawa Cabling System ambos os cabos são reconhecidos e regulados pelo padrão ANSI/EIA/TIA-568A, que especifica os requisitos mínimos para cabeamento de telecomunicações em edifícios comerciais.

2.7.1. Cabos FTP

O cabo FTP, inclui uma camada de blindagem metálica (geralmente alumínio) ao redor de todos os pares trançados. Segundo Pinheiro (2003) indica-se a utilização deste tipo de blindagem para sistemas que necessitem de confiabilidade e uma proteção reforçada contra interferências eletromagnéticas *Electromagnetic Interference* (EMI) e *Radio Frequency Interference* (RFI), como fábricas e escritórios com níveis elevados de ruídos.

O padrão ANSI/EIA/TIA-568A também cobre os requisitos para o cabeamento FTP, garantindo que esses cabos atendam às especificações de desempenho necessárias para aplicações de rede avançadas.

Figura 8 - Imagem de um cabo FTP (Foiled Twisted Pair)



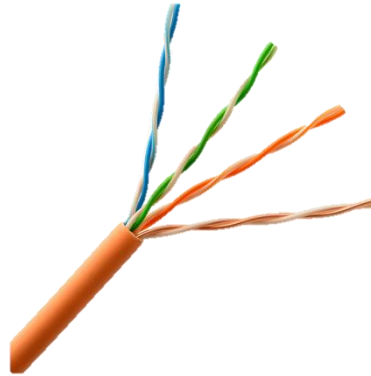
Fonte: <http://www.exccable.com/uploads/b.png>

2.7.2. Cabos UTP

Esse é meio físico mais utilizado atualmente em redes de computadores (PINHEIRO, 2003, p.19). Composto por pares de fios de cobre trançados que não possuem blindagem adicional, o que o torna mais leve, flexível e econômico.

Ainda segundo o autor, pelo fato de não possuir nenhuma blindagem especial a não ser a da capa de PVC, o cabo de par trançado sem blindagem tem um baixo custo, além disso a sua maleabilidade é superior à dos outros tipos de cabos par trançado, por esse motivo tem sido a principal escolha na implantação da maioria das redes de computadores na atualidade, pois mesmo com seu baixo custo, a taxa de transmissão é muito satisfatória.

Figura 9 - Imagem de um cabo UTP (Unshielded Twisted Pair)



Fonte: <http://www.exccable.com/uploads/a.png>

2.8. Equipamentos e elementos de redes

Uma rede de computadores é formada por diversos dispositivos, equipamentos, entre outros, para que a mesma possa funcionar corretamente e cumprir o objetivo geral de uma rede: a troca de informações e o compartilhamento de recursos, sejam eles recursos de hardware ou software (FRANCISCATTO; CRISTO; PERLIN, 2014, p. 22).

Eles podem ser divididos em dois grandes grupos: aqueles que operam na camada física do modelo OSI e aqueles que atuam em camadas superiores.

2.8.1. Camada física

A camada física, a mais baixa do modelo, lida com a transmissão física dos dados através de um meio de comunicação, como cabos, sinais elétricos ou ondas de rádio (SOUSA, 2023, p. 18). Nesta camada, os dispositivos e meios de transmissão lidam diretamente com a movimentação dos dados no ambiente físico, sendo eles:

- **NIC (*Network Interface Card ou Placas de Rede*):** As placas de rede são componentes críticos que permitem que um computador se conecte a uma rede. Elas convertem os dados digitais que o computador processa em sinais elétricos ou de rádio, que podem ser transmitidos através de cabos ou de maneira sem fio. As NICs modernas suportam altas velocidades de transmissão de dados, sendo essenciais para o desempenho de redes locais e de longa distância;
- **Hubs:** São dispositivos simples que operam conectando vários dispositivos em uma rede e retransmitindo os sinais recebidos para todas as portas. Embora sejam menos comuns em

redes modernas devido à sua falta de inteligência para gerenciar o tráfego, os *hubs* ainda são usados em algumas aplicações específicas;

- **Switches Gerenciáveis e Não Gerenciáveis:** São dispositivos que divide a rede em sub-redes menores (*subnetworks*) e operam a nível de quadros de dados (*frames*). Os *switches* gerenciáveis permitem que administradores de rede configurem e monitorem cada porta individualmente, oferecendo funcionalidades como VLANs, QoS (*Quality of Service*) e segurança avançada. Os dispositivos não gerenciados são mais fáceis de lidar e são ideais para redes menores ou menos críticas em que não é preciso fazer configurações avançadas;
- **Roteadores:** Conectam as redes diferentes e decidem a melhor rota para que os dados cheguem ao seu destino. Eles são cruciais para a comunicação entre redes internas e externas, como a Internet, e operam principalmente na camada de rede, mas com interfaces que tocam a camada física;
- **Bridges:** Conectam e segmentam redes diferentes, principalmente na camada de enlace, filtrando o tráfego entre segmentos de rede para reduzir colisões e melhorar o desempenho. Elas são úteis para conectar diferentes tipos de redes ou para dividir uma grande em sub-redes menores e mais gerenciáveis;
- **Modem:** Modula e desmodula sinais, convertendo os dados digitais dos computadores em sinais analógicos para transmissão através de linhas telefônicas ou cabos coaxiais. Este dispositivo é essencial para conexões à Internet, especialmente em áreas onde a infraestrutura digital ainda não é predominante;
- **Cabos:** Os cabos são os meios físicos de transmissão de dados, variando desde o par trançado (frequentemente usados em redes *Ethernet*) até cabos coaxiais e fibras ópticas. A escolha do tipo de cabo depende da distância, velocidade de transmissão e a quantidade de dados que se deseja transmitir;
- **Conversores de mídia:** São dispositivos que permitem a interconexão de diferentes tipos de cabos e meios físicos em uma rede, facilitando a comunicação entre tecnologias que utilizam diferentes padrões de transmissão. Esses conversores são essenciais em ambientes onde se deseja combinar tecnologias tradicionais com modernas, sem a necessidade de substituir completamente a infraestrutura existente.

2.8.2. Camadas superiores

Franciscatto, Cristo e Perlin (2014) afirmam que as camadas superiores do modelo OSI (Rede, Transporte, Sessão, Apresentação e Aplicação) se concentram no processamento de dados, na comunicação entre aplicações e na manutenção da conexão entre dispositivos, sendo eles:

- **Servidores de Rede:** São máquinas potentes projetadas para fornecer serviços a outros computadores na rede, como hospedagem de sites, armazenamento de arquivos, gerenciamento de bancos de dados e e-mail. Eles são fundamentais para a infraestrutura de TI, oferecendo recursos centralizados que aumentam a eficiência e a segurança da rede;
- **Estações de Trabalho:** São computadores que os usuários finais utilizam para executar aplicativos, acessar recursos de rede e realizar tarefas específicas. Em ambientes corporativos, estas estações são configuradas para acessar e utilizar recursos de rede com segurança, geralmente integradas a servidores de arquivos e impressão;
- **Impressoras Corporativas:** Impressoras conectadas à rede permitem a impressão de documentos a partir de qualquer estação de trabalho na rede. Elas são essenciais em ambientes corporativos, onde a capacidade de impressão em massa e a segurança na gestão de documentos são prioridades. Impressoras multifuncionais, que também realizam funções de scanner e copiadora, são comuns em redes corporativas;
- **Firewalls:** Sistemas de segurança que monitoram e controlam o tráfego de rede entre redes internas e externas, protegendo contra acessos não autorizados e ataques. Eles podem ser baseados em *hardware*, *software* ou ambos, e são fundamentais para manter a integridade e a confidencialidade dos dados dentro de uma rede;
- **Wi-Fi:** Permitem que dispositivos móveis e fixos se conectem a uma rede local sem a necessidade de cabos. Operam nas camadas de enlace e física, sendo críticos para a flexibilidade e mobilidade dos usuários em ambientes corporativos, permitindo a conectividade de laptops, smartphones, tablets, e outros dispositivos IoT (Internet das Coisas);
- **VPN (*Virtual Private Network*):** Criam túneis seguros sobre redes públicas, como a Internet, permitindo que dados trafeguem de forma criptografada entre redes privadas. Essa tecnologia é especialmente importante para usuários remotos que precisam acessar recursos internos da empresa de maneira segura;

- **Load Balancers:** Dispositivos ou *softwares* que distribuem o tráfego de rede entre vários servidores, garantindo que nenhum servidor fique sobrecarregado, aumentando a eficiência, desempenho e disponibilidade dos serviços de rede;
- **Intrusion Detection and Prevention Systems (IDPS):** Sistemas que monitoram e analisam o tráfego de rede para detectar atividades suspeitas ou maliciosas. IDPS podem tomar ações para prevenir ataques, como bloquear o tráfego malicioso ou alertar administradores de rede;
- **Controladores de Rede:** Dispositivos ou *softwares* que centralizam o gerenciamento de redes complexas, permitindo configuração, monitoramento e automação de várias funções.

2.8.3. Novas tecnologias e tendências

Com a evolução tecnológica, surgiram novas tecnologias, que se propagaram pelo mundo como formas de difusão de conhecimento e facilitaram a comunicação entre as pessoas, independentemente de distâncias geográficas (RODRIGUES *et al.*, 2014). Algumas delas são:

- **SDN (Software-Defined Networking):** Separa o controle da rede do *hardware* subjacente, permitindo maior flexibilidade e automação na gestão. Com ele, é possível programar a rede de forma dinâmica para responder a diferentes necessidades de negócios, otimizando o uso de recursos.
- **NFV (Network Functions Virtualization):** Permite a virtualização de funções de rede, como *firewalls*, roteadores e balanceadores de carga, que tradicionalmente são executados em *hardware* dedicado. Isso reduz custos e aumenta a escalabilidade, permitindo que as funções sejam implantadas e gerenciadas como serviços virtuais.
- **IoT (Internet das Coisas):** Refere-se à conexão de dispositivos do dia a dia, como eletrodomésticos, veículos, sensores e câmeras, à Internet, permitindo que se comuniquem e compartilhem dados. A IoT está transformando diversas indústrias, desde a automação residencial até a fabricação industrial, criando novas oportunidades e desafios para as redes.
- **5G:** A quinta geração de redes móveis oferece maior velocidade, menor latência e maior capacidade para conectar simultaneamente um grande número de dispositivos. É essencial para suportar a expansão da IoT, aplicativos de realidade aumentada/virtual e outras tecnologias emergentes que exigem alta largura de banda e resposta em tempo real.
- **Edge Computing:** Em vez de enviar todos os dados para serem processados em *data centers* centralizados, o *edge computing* move o processamento para mais perto da fonte dos dados.

Isso reduz a latência e a carga na rede, sendo essencial para aplicações como veículos autônomos, cidades inteligentes e IoT industrial.

2.9. Normas e padronização

A padronização no campo das telecomunicações e redes de computadores é essencial para garantir a interoperabilidade, compatibilidade e eficiência dos sistemas. A história dessas normas remete à crescente necessidade de uniformização nas práticas de instalação e manutenção de infraestruturas, especialmente com o avanço das redes de computadores e a globalização das comunicações. Começou a ganhar força no final do século XX, com a expansão das redes de computadores. A criação de normas unificadas tornou-se vital para assegurar que diferentes equipamentos e tecnologias pudessem se comunicar de maneira eficiente e segura. Como destacado por Stallings (2016), “a padronização é um elemento crítico na evolução das redes de computadores, pois garante que diferentes sistemas possam operar juntos sem problemas de compatibilidade”.

De acordo com Galvão (2023) a norma ANSI/TIA-568, por exemplo, criada para especificar os requisitos de cabeamento estruturado em edifícios comerciais, estabelecendo diretrizes claras para o design, instalação e manutenção das infraestruturas.

O TIA-568 desempenha um papel fundamental na garantia de que as redes sejam construídas de maneira a suportar futuras expansões e a interoperabilidade entre diferentes dispositivos. A ISO/IEC 11801 é uma norma internacionalmente reconhecida que especifica os requisitos para o cabeamento genérico em sistemas de comunicação.

O principal objetivo destas normas é garantir a qualidade, o desempenho e a confiabilidade da infraestrutura de rede, estabelecendo critérios específicos para a instalação, organização e manutenção dos sistemas (GALVÃO, [s.d.]).

2.9.1. Padrão T568-A e padrão T568-B

O padrão de cores do cabo de rede segue sequências estabelecidas para garantir a compatibilidade e o funcionamento correto das redes Ethernet. Os dois padrões mais comuns são o T568-A e o T568-B, que determinam a ordem em que os fios do cabo de par trançado são posicionados dentro do conector RJ45 padrão (GUSE, 2024), sendo eles:

- **T568-A:** Desenvolvido para assegurar a compatibilidade com instalações mais antigas e sistemas de telefonia.
- **T568-B:** Comumente utilizado em instalações na América do Norte e em novas infraestruturas.

Ambos oferecem o mesmo desempenho elétrico, mas a escolha entre T568-A e T568-B muitas vezes depende de fatores regionais ou das práticas adotadas pela instalação. A escolha entre os padrões geralmente se baseia na consistência das instalações e na compatibilidade com infraestruturas preexistentes.

Tabela 1 - Sequência de cores - Padrão T568-A e T568-B

Pino	T-568A	T-568B
1	Branco/Verde	Branco/Laranja
2	Verde	Laranja
3	Branco/Laranja	Branco/Verde
4	Azul	Azul
5	Branco/Azul	Branco/Azul
6	Laranja	Verde
7	Branco/Marrom	Branco/Marrom

Fonte: Elaborado pelos autores, 2024.

2.10. Os modelos de referência

Os modelos de referência são estruturas conceituais que padronizam as funções de rede em camadas, permitindo a interoperabilidade entre diferentes sistemas e tecnologias. Esses modelos fornecem uma base teórica para o desenvolvimento e a implementação de protocolos de comunicação, garantindo que as redes possam operar de maneira integrada e eficiente.

2.9.2. O modelo de referência OSI/ISO

O modelo de referência ISO/OSI não determina uma arquitetura de rede específica, apenas define um modelo ou padrão que pode ser seguido para a construção de uma arquitetura de rede. (FRANCISCATTO; CRISTO; PERLIN, 2014, p. 37). As quais são:

- **Camada 1 - Física:** É a camada mais baixa do modelo, responsável pela transmissão dos sinais brutos (elétricos, ópticos ou de rádio) entre dispositivos de rede. Ela trata das especificações do meio de transmissão, como cabos, conectores, sinais de voltagem e frequência;
As principais funções dessa camada incluem a definição de características físicas como o layout dos pinos, o *design* dos cabos e a especificação das frequências de transmissão. Sendo essencial para a determinação das características do meio de transmissão e para a forma como os dados são fisicamente transmitidos ao longo da rede;
- **Camada 2 - Enlace de Dados:** Tem a função de garantir a transmissão confiável dos dados através da camada física, gerenciando erros e controlando o fluxo de informação. Esta camada é dividida em duas subcamadas:
 - **Subcamada LLC (*Logical Link Control*):** Gerencia as conexões lógicas e controla o fluxo de dados;
 - **E subcamada MAC (*Media Access Control*):** Controla o acesso ao meio físico, gerenciando o uso compartilhado de um meio de transmissão.
- **Camada 3 - Rede:** Responsável pelo endereçamento e pelo encaminhamento dos pacotes de dados entre diferentes redes. Ela determina o caminho que os dados seguirão até o destino final, gerenciando questões como o roteamento, a comutação de pacotes e o congestionamento de rede. Lida com a entrega de pacotes de forma eficaz em redes complexas, garantindo que os dados cheguem ao seu destino correto;
- **Camada 4 - Transporte:** Garante que os dados sejam transferidos de forma confiável e ordenados entre os sistemas finais. Oferece serviços como controle de fluxo, correção de erros e segmentação de dados. Dois dos principais protocolos operando nessa camada são o TCP (*Transmission Control Protocol*) e o UDP (*User Datagram Protocol*). É fundamental para garantir que as comunicações entre dispositivos sejam realizadas de forma eficiente e confiável, independentemente dos problemas que possam ocorrer nas camadas inferiores;
- **Camada 5 - Sessão:** Gerencia e controla as conexões (sessões) entre computadores, responsável por estabelecer, gerenciar e encerrar as sessões entre as aplicações em diferentes dispositivos. Também oferece serviços como sincronização e controle de diálogo. Atua como um mediador entre as aplicações, garantindo que a comunicação seja mantida até a conclusão de uma tarefa;
- **Camada 6 - Apresentação:** Atua como o tradutor dos dados entre a camada de aplicação e as outras camadas, responsável pela tradução de dados, criptografia e compressão. Esta

camada assegura que os dados transmitidos de um sistema possam ser compreendidos pelo sistema receptor, independentemente das diferenças no formato de dados. Desempenha um papel importante na preparação dos dados para serem exibidos ou processados por aplicativos, convertendo-os em um formato compreensível;

- **Camada 7 - Aplicação:** É a mais alta, fornece serviços diretamente ao usuário final, inclui protocolos e interfaces que permitem a comunicação entre aplicativos, como HTTP, FTP, SMTP, entre outros. É o ponto de interação entre o usuário e a rede, permitindo que aplicativos e processos acessem serviços de maneira direta.

2.9.3. O modelo de referência TCP/IP

Também conhecido como modelo de protocolo da Internet, é a base para a comunicação na Internet e em muitas redes privadas. Desenvolvido pelo Departamento de Defesa dos Estados Unidos, é mais simples e prático do que o modelo OSI, com apenas quatro camadas. São elas:

- **Camada de Acesso à Rede:** Lida com a transmissão dos dados entre o dispositivo e a rede, incluindo detalhes como o controle de acesso e a forma como os bits são representados durante a transmissão. É responsável por todos os aspectos relacionados à transmissão física dos dados em uma rede específica;
- **Camada de Internet:** Responsável pelo endereçamento, roteamento e empacotamento dos dados para que eles possam ser transmitidos através de diferentes redes. O protocolo IP (*Internet Protocol*) é o principal protocolo desta camada, tem como função encaminhar pacotes de dados entre redes. Ela é fundamental para a conectividade global, pois define a maneira como os pacotes são endereçados e roteados através de múltiplas redes heterogêneas;
- **Camada de Transporte:** Seu foco é dois protocolos principais: o TCP e o UDP. O TCP oferece comunicação confiável e orientada à conexão, enquanto o UDP oferece um serviço de transporte leve e sem conexão, adequado para aplicações que precisam de alta velocidade e toleram alguma perda de dados;
- **Camada de Aplicação:** Sua função é fornecer serviços de rede diretamente aos aplicativos do usuário, protocolos como HTTP, FTP, SMTP e DNS operam nesta camada, facilitando a comunicação e a transferência de dados entre os sistemas. É a interface entre o usuário e a rede, onde diferentes serviços são implementados e utilizados pelos aplicativos finais.

3. METODOLOGIA

3.1. O projeto

Este projeto visa modernizar a infraestrutura de redes de computadores de um escritório de contabilidade. O objetivo principal é melhorar a eficiência operacional e fortalecer a segurança das informações, elementos fundamentais em qualquer ambiente corporativo. A proposta inclui a revisão completa do sistema de cabeamento e a otimização da conectividade, garantindo que todos os equipamentos possam se comunicar de forma estável e segura. A implementação de uma rede robusta permitirá a centralização de dados, o compartilhamento eficiente de recursos, e a automação de processos, aspectos essenciais para a produtividade e a competitividade do escritório.

3.2. Cenário atual

3.2.1. Escritório atual

O escritório conta com quatro computadores distribuídos em diferentes ambientes: um na recepção, dois no setor de atendimento, e um na sala do chefe. Destes, apenas o computador da sala do chefe está conectado diretamente ao cabeamento de rede, enquanto os demais dependem exclusivamente de conexão Wi-Fi, o que pode comprometer a estabilidade e a velocidade da rede, especialmente em tarefas que demandam maior largura de banda. Além dos computadores, há duas impressoras no ambiente: uma no setor de atendimento e outra na sala do chefe, ambas conectadas via Wi-Fi.

3.2.2. A internet

O escritório utiliza uma conexão de internet que, embora suficiente para navegação básica e tarefas cotidianas, segundo os usuários da rede não oferece a estabilidade e a velocidade necessárias para suportar um ambiente de trabalho eficiente e seguro. A dependência exclusiva do Wi-Fi em grande parte dos equipamentos contribui para oscilações na conexão, impactando negativamente a produtividade e a qualidade do serviço prestado.

3.2.3. Sistema de cabeamento

O sistema de cabeamento existente é limitado, atendendo apenas ao computador localizado na sala do chefe. Não há um planejamento estruturado para o cabeamento que contemple os demais equipamentos do escritório, resultando em uma infraestrutura de rede insuficiente para as demandas atuais e futuras do escritório. A ausência de uma rede cabeada para todos os dispositivos compromete não só a estabilidade da conexão, mas também a segurança dos dados, uma vez que o Wi-Fi, por ser mais suscetível a interferências e vulnerabilidades, oferece menor proteção contra possíveis ameaças cibernéticas.

Figuras 10 e 11 – Cenários atuais de cabeamento e organização das máquinas (recepção e atendimento)



Fonte: Elaborado pelos autores, 2024.

Figura 12 – Localização atual do roteador na sala de atendimento



Fonte: Elaborado pelos autores, 2024.

Figuras 13 e 14 - Cenários atuais de cabeamento e organização das máquinas (sala do chefe)



Fonte: Elaborado pelos autores, 2024.

3.3. Recomendações técnicas para o projeto

O escritório atual está localizado em uma instalação alugada, o que implica que sua permanência no local não é garantida. Portanto, a proposta para o projeto será desenvolvida considerando a necessidade de mobilidade e flexibilidade. A rede não será implementada como uma solução permanente, permitindo que o escritório possa ser transferido para outro local futuramente sem grandes custos ou complicações técnicas. A ênfase estará em soluções temporárias, contudo, eficazes, que atendam às demandas atuais de conectividade.

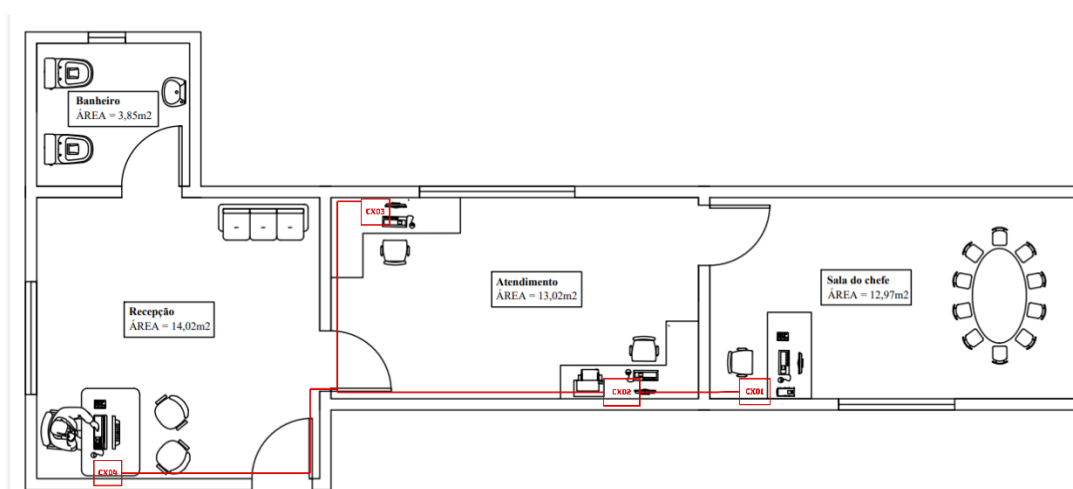
3.3.1. O projeto

De acordo com o planejamento atual, o projeto será implementado nas instalações do escritório alugado, considerando as características do espaço disponível. O foco será a organização eficiente da infraestrutura de rede no ambiente atual, garantindo funcionalidade e suporte adequado às operações diárias, mesmo com a possibilidade de futuras mudanças. As soluções propostas levarão em conta a flexibilidade necessária para adequar a estrutura a novos locais, caso seja necessário realocar o escritório.

3.3.2. Montagem da rede

Toda a parte de informática será centralizada na sala do chefe, que servirá como o ponto de origem para a distribuição da rede. A escolha desse local visa garantir a segurança e o controle dos equipamentos, evitando o acesso por pessoas não autorizadas. Da sala do chefe, será instalado um tubo para facilitar a passagem e a organização dos cabos necessários para conectar os equipamentos de informática do escritório.

Figura 15 - Mapa de Distribuição do tubo e caixa de passagem



Fonte: Elaborado pelos autores, 2025.

A distribuição da rede será realizada a partir da sala do chefe, utilizando tubos eletroduto de 1” (uma polegada) com caixas de passagem 4x4 para encaminhar os cabos até as caixas de conexão internas das salas. A passagem do tubo será completamente externa, iniciando na sala do chefe e permitindo a distribuição dos cabos exclusivamente por essa tubulação até os pontos de destino.

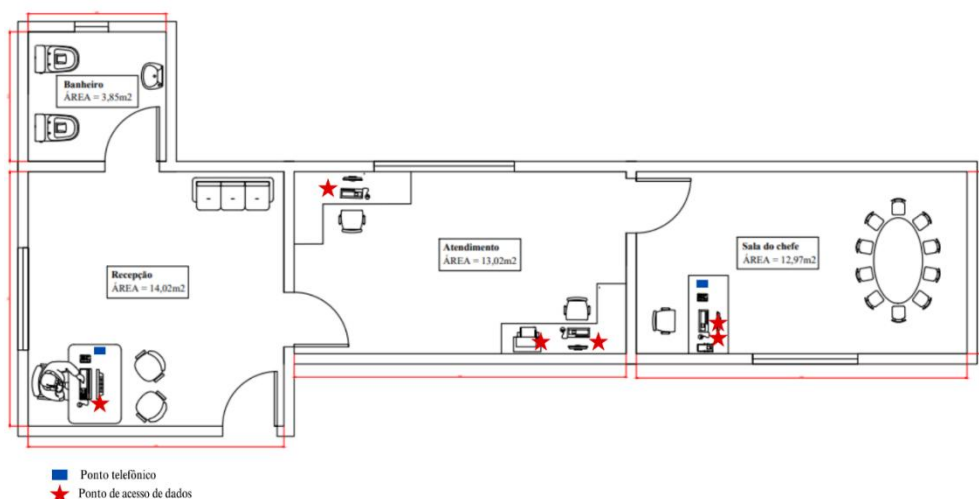
O projeto utilizará cabos metálicos UTP da marca Furukawa, rígidos, Cat5e com critérios de flamabilidade CM, além de terminais de conexão de dados RJ45, codificados conforme o padrão EIA/TIA 568-A. Considerando que o escritório se encontra em um imóvel alugado, decidiu-se que toda a distribuição será realizada pelo lado externo, garantindo uma instalação funcional e preservando a integridade das estruturas.

O tubo que saiu da sala do chefe recebeu o nome de Tubo “A”, nele estará conectado quatro caixas de passagem e de distribuição nomeadas “A1”, “A2”, “A3”, “A4” elas alimentaram todo o escritório.

A caixa “A1” ficará na “Sala do Chefe” onde serão instalados três (03) pontos de acesso. A caixa “A2” e a “A3” ficaram na “Sala de Atendimento”, onde serão distribuídos dois (02) pontos de acesso para a “A2” e um (01) ponto de acesso para a “A3”. A caixa “A4” ficará na “Recepção”, lá serão distribuídos quatro (04) pontos de acesso.

De acordo com a distribuição dos equipamentos e do arranjo físico dos funcionários identificaram-se dez (10) pontos de acesso, sendo estes dois (02) para uso do sistema telefônico e oito (08) para uso da rede de dados, sendo que serão usados inicialmente apenas seis (06) pontos de acesso, os outros dois (02) serão usados posteriormente se houver necessidade de expansão da rede.

Figura 16 - Mapa de distribuição de pontos de acesso de dados e telefônicos



Fonte: Elaborado pelos autores, 2025.

3.3.3. Sala de Processamento de Dados

O escritório atual não possui nenhuma sala destinada para a instalação de um servidor.

Na sala do chefe terá um servidor onde será acessado apenas por meio remoto, para evitar o acesso por pessoas não autorizadas. Assim aumentando o nível de segurança tanto do equipamento quanto das informações contidas nele.

3.3.4. Projeto lógico

3.3.4.1. Identificação das salas

Para aprimorar a gestão da infraestrutura de rede da empresa, uma prática eficaz é etiquetar os cabos de conexão. Identificar e categorizar os cabos de rede não apenas contribui para uma melhor organização, mas também simplifica significativamente eventuais manutenções ou expansões futuras. Com o auxílio de uma tabela de pontos, torna-se viável localizar um ponto específico no escritório, além de rastrear o percurso do cabo, identificando o tubo ou as caixas de passagem que ele utiliza até alcançar o destino final.

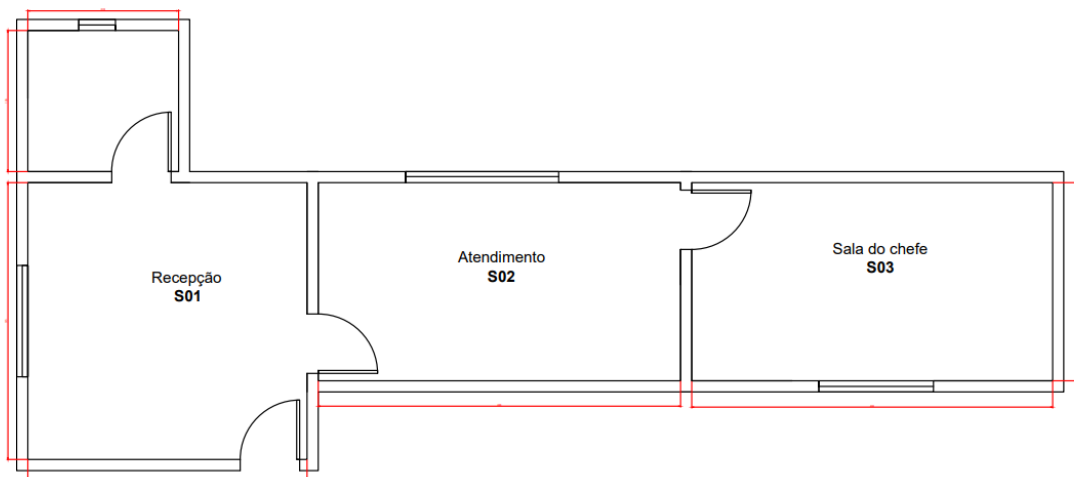
Tabela 2 – Identificação das salas

Sala	Cód.
Recepção	S01
Atendimento	S02
Sala do chefe	S03

Fonte: Elaborado pelos autores, 2025.

De acordo com a tabela mostrada acima (Tabela 02), cada sala recebeu um código de identificação, o que facilitará na hora de criar uma etiqueta para ser afixada ao cabo e identificá-lo.

Figura 17 - Mapa de identificação das salas



Fonte: Elaborado pelos autores, 2025.

3.3.4.2. Identificação do cabeamento

Para facilitar a identificação do cabeamento, foi elaborada uma tabela contendo informações detalhadas sobre os pontos de rede. Cada ponto é identificado por um código único, composto pela sigla "PTXX", em que "PT" indica que se trata de um ponto, e "XX" representa números sequenciais que diferenciam os pontos. No campo "Tipo", especifica-se a finalidade do ponto, que pode ser destinado a Dados ou Telefone.

Adicionalmente, os campos "Switch", "PABX", "Tubo" e "Caixas" descrevem o percurso do cabo ou os dispositivos aos quais ele estará conectado. No caso do Switch, além de registrar o número do dispositivo, também é necessário indicar a porta exata de conexão. O código para o switch segue o padrão "SWXXYY", em que "XX" representa o número do switch de forma sequencial, e "YY" identifica a porta correspondente.

Como as salas já estão previamente catalogadas, é possível realizar a identificação dos cabos de forma precisa. Para isso, cada cabo deve ser rotulado com um código padronizado no formato "SX.X.SXX.PTXX", onde são representados: a sala de origem, o tubo que conduz o cabo, a sala de destino e o número do ponto. Essa organização permite um gerenciamento eficiente e facilita futuras manutenções ou expansões.

Tabela 3 - Identificação do cabeamento

Ponto	Tipo	Switch	PABX	Tubo	Cx.01	Cx.02	Cx.03	Cx.04	Etiqueta
Serv01	Dados	SW01.01	-	-	A1	-	-	-	-
PT01	Dados	SW01.01	-	-	A1	-	-	-	S1.A.S03.PT01
PT02	Dados	SW01.01	-	-	A1	-	-	-	S1.A.S03.PT02
PT03	Tel.	-	PX01	-	A1	-	-	-	S1.A.S03.PT03
PT04	Dados	SW01.01	-	A	A1	A2	-	-	S1.A.S02.PT04
PT05	Dados	SW01.01	-	A	A1	A2	-	-	S1.A.S02.PT05
PT06	Dados	SW01.01	-	A	A1	-	A3	-	S1.A.S02.PT06
PT07	Tel.	-	PX02	A	A1	-	-	A4	S1.A.S01.PT07
PT08	Dados	SW01.01	-	A	A1	-	-	A4	S1.A.S01.PT08
PT09	Dados	SW01.01	-	A	A1	-	-	A4	S1.A.S01.PT09
PT10	Dados	SW01.01	-	A	A1	-	-	A4	S1.A.S01.PT10

Fonte: Elaborado pelos autores, 2025.

3.4. Lista de materiais

Tabela 4 - Tabela da lista de materiais com investimento total

Descrição	Qty.	R\$ Unt.	R\$ Total
Caixa de Passagem PVC 4x4 1"	4	R\$ 4,24	R\$ 16,96
Espelho 4x4 Com Conectores Fêmea Rj45 Rj11	4	R\$ 12,21	R\$ 48,84
Eletrodubo PVC 1"	70	R\$ 9,66	R\$ 676,20
Condutele Tipo T 1"	1	R\$ 43,40	R\$ 43,40
Curva Eletroduto Roscavel 90° Pvc 1 "	7	R\$ 13,00	R\$ 91,00
Switch TP-Link Gigabit 10/100/1000 Mbps	1	R\$ 532,50	R\$ 532,50
Cabo De Rede 30m Furukawa Cat5e	70	R\$ 4,06	R\$ 284,20
RJ45 Fêmea Keystone Furukawa Cat5e	9	R\$ 14,52	R\$ 130,68
RJ45 Macho Furukawa Cat5e	30	R\$ 0,90	R\$ 27,00
Investimento Total:			R\$ 1.850,78

Fonte: Elaborado pelos autores, 2025.

4. CONCLUSÃO

Durante o desenvolvimento do projeto, percebeu-se a dificuldade em encontrar, na região, redes que atendam aos padrões mínimos necessários para garantir uma utilização ideal. Muitas redes existentes não são adequadas para suportar uma expansão futura de forma eficiente, o que muitas vezes leva à necessidade de um novo projeto e, conseqüentemente, a custos elevados e ao desperdício de tempo e recursos. Este cenário torna a viabilização de projetos complexa e cara, prejudicando o desenvolvimento de soluções de longo prazo.

No entanto, este projeto superou esses obstáculos ao adotar uma abordagem estratégica e bem planejada. A solução proposta permite a expansão da rede de forma econômica, sem a necessidade de novos projetos, assegurando que os custos se mantenham baixos e os recursos sejam otimizados. A estrutura proposta oferece flexibilidade para ajustes futuros, mantendo a rede eficiente e sem a necessidade de reformulações significativas.

Com todos os aspectos analisados e as soluções implementadas, este projeto se encontra pronto para ser colocado em execução, atendendo às necessidades imediatas e oferecendo uma base sólida para futuras melhorias e expansões. Além disso, o projeto proporciona um modelo replicável que pode ser utilizado em outras situações semelhantes, agregando ainda mais valor à área de redes e infraestrutura.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, Danilo R. *et al.* **Projeto De Cabeamento Para Uma Rede De Telecomunicações Estruturada**. 2013. 78 p. TCC. Centro Universitário de Brasília (UniCEUB), [S. l.], 2013.
- ANDERSON, David P. **Redes de computadores e internet**; tradução: José Valdeni de Lima, Valter Roesler. 6. ed. Porto Alegre: Bookman, 2016.
- ELETRIC, Furukawa. **Catalago de Produtos**. FURUKAWA. Disponível em: www.furukawatam.com/pt-br/catalogo-de-produtos.
- FERNÁNDEZ, Marcio P. *et al.* **Rede de Computadores**. 2º. ed. [S. l.]: Universidade Estadual do Ceará – EdUECE, 2019. 194 p.
- FLUKE NETWORKS. **Ferramentas de rede**. Disponível em: www.flukenetworks.com.
- FOROUZAN, Behrouz A. **Comunicação de dados e redes de computadores**. 4. ed. Porto Alegre: AMGH, 2010.
- FRANCISCATTO, Roberto; CRISTO, Fernando de; PERLIN, Tiago. **Redes de Computadores**. Frederico Westphalen: Universidade Federal de Santa Maria, Colégio Agrícola de Frederico Westphalen, 2014.
- GALVÃO, Luiz E. **A Importância das Redes de Computadores e suas Classificações quanto à Abrangência**. A3A - Engenharia de Sistemas. Disponível em: <https://a3aengenharia.com.br/blog/classificacao-de-redes-quanto-a-abrangencia/>.
- GUSE, Rosana. **Padrão RJ45: funcionamento, cores e crimpagem. Prototipagem**, 26 ago. 2024. Disponível em: <https://www.makehero.com/blog/padrao-rj45-funcionamento-cores-e-crimpagem>.
- KUROSE, J. F.; ROSS, K. W. **Redes de computadores e a internet: uma abordagem top-down**. 6. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2013.
- LAUDON, Kenneth C.; LAUDON, Jane P. **Sistemas de Informação Gerenciais**. 11. ed. São Paulo: Pearson, 2014.
- MARTINS, Ramon Mayor. **CAB – Cabeamento Estruturado e Redes Telefônicas**. São José: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina (IFSC), 2015.
- MENDES, Douglas *et al.* **Redes de Computadores Teoria e Prática**. 2º. ed. [S. l.]: Novatec Editora Ltda, 2016. 659 p.
- OLIVEIRA, João Paulo. **Redes de Computadores: Princípios e Prática**. 3. ed. São Paulo: Editora Ciência Moderna, 2020.
- PINHEIRO, José Maurício dos Santos. **Redes Ópticas Passivas Em Substituição Ao Cabeamento Metálico No Ambiente Industrial**, p. 1-10. In: 20th. Industrial IT and Automation Seminar, Rio de Janeiro, 2016.

PINHEIRO, M. J. S. **Guia Completo de Cabeamento de Redes. -2.ed.** Rio de Janeiro: Elsevier, 2015.

PINHEIRO, M. J. S. **Guia Completo de Cabeamento de Redes.** Rio de Janeiro: Elsevier, 2003.

RODRIGUES, R. C. **Cabeamento estruturado para redes locais.** Americana, 2014. 51 f. Monografia (Graduação em Tecnologia da Informação) - FATEC Americana, CETEPS.

RODRIGUES, Ricardo B. *et al.* **A cloud-based recommendation model.** In: Euro American Conference On Telematics and Information Systems, 7., 2014. Proceedings... 2014.

RUBENS, Tallis Deyvide Maia. **Projeto de rede de computadores para o Centro Administrativo da Prefeitura Municipal de Ibicuitinga.** 2013.

SOUSA, Carlos Eduardo de Mattia de. **Desenvolvimento de um conversor do protocolo de comunicação USB (Universal Serial Bus) para CAN (Controller Area Network).** 2023. TCC (Bacharelado em Engenharia Elétrica) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2023.

STALLINGS, William. **Redes e sistemas de comunicação de dados: teoria e aplicações corporativas.** 5ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.

TANENBAUM, Andrew S.; WETHERALL, David. **Redes de Computadores.** 5ª ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2011.