



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO
LICENCIATURA EM COMPUTAÇÃO E INFORMÁTICA

ELOIZE CRISPIM DE ANDRADE

**CABEAMENTO ESTRUTURADO SUSTENTÁVEL E COMPUTAÇÃO VERDE:
UMA SOLUÇÃO PARA A ESCOLA MUNICIPAL JOSÉ RIBEIRO DA COSTA NA
CIDADE DE MACAU/RN**

ANGICOS, RN
2024

ELOIZE CRISPIM DE ANDRADE

**CABEAMENTO ESTRUTURADO SUSTENTÁVEL E COMPUTAÇÃO VERDE:
UMA SOLUÇÃO PARA A ESCOLA MUNICIPAL JOSÉ RIBEIRO DA COSTA NA
CIDADE DE MACAU/RN**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
à Universidade Federal Rural do Semi-Árido
como requisito para obtenção do título de
Licenciado (a) em Computação e Informática.

Orientadora: Prof^ª. Dra. Joêmia Leilane
Gomes de Medeiros

Co-orientadora: Prof^ª. Ma. Welliana
Benevides Ramalho

ANGICOS, RN
2024

© Todos os direitos estão reservados à Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

d553c de Andrade, Eloize Crispim.
CABEAMENTO ESTRUTURADO SUSTENTÁVEL E
COMPUTAÇÃO VERDE: UMA SOLUÇÃO PARA A ESCOLA
MUNICIPAL JOSÉ RIBEIRO DA COSTA NA CIDADE DE
MACAU/RN / Eloize Crispim de Andrade. - 2024.
79 f. : il.

Orientadora: Joêmia Leilane Gomes de Medeiros.
Coorientadora: Welliana Benevides Ramalho.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Licenciatura em
Computação, 2024.

1. Ambiente escolar. 2. Cabeamento
estruturado. 3. NBR14565. 4. Computação verde. I.
Gomes de Medeiros, Joêmia Leilane, orient. II.
Ramalho, Welliana Benevides, co-orient. III.
Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade com AACR2 e os dados
fornecidos pelo(a) autor(a).

Biblioteca Campus Angicos
Bibliotecário: Helder Romero Maia Duarte
CRB: 15/673

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

ELOIZE CRISPIM DE ANDRADE

**CABEAMENTO ESTRUTURADO SUSTENTÁVEL E COMPUTAÇÃO VERDE:
UMA SOLUÇÃO PARA A ESCOLA MUNICIPAL JOSÉ RIBEIRO DA COSTA NA
CIDADE DE MACAU/RN**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
à Universidade Federal Rural do Semi-Árido
como requisito para obtenção do título de
Licenciado(a) em Computação e Informática.

Defendida em: 14 / 10/ 2024.

BANCA EXAMINADORA

Joêmia Leilane Gomes de Medeiros, Prof^ª. Dra. (UFERSA)
Orientadora

Welliana Benevides Ramalho, Prof^ª. Ma. (UFERSA)
Co-orientadora

Aislânia Alves de Araújo, Prof.^a Ma. (UFERSA - UERN)
Membro Examinador

Lucia Monique Henrique Câmara, Especialista. Ma. (IFRN)
Membro Examinador

"Pois onde estiver o amor, ali estará
também o nosso coração." - Lucas 12:34

À minha mãe, avó, irmão, amigas e a Deus, cujo amor, apoio, inspiração constante foram fundamentais nesta jornada. Este trabalho é dedicado a todos vocês com profunda gratidão.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos familiares, que ofereceram apoio e carinho nessa etapa decisiva da vida acadêmica. Sou grata aos colegas de sala da instituição, que tornaram o processo mais leve. Gratidão à minha orientadora Joêmia Leilane e à co-orientadora Welliana Benevides, que foram incansáveis desde o primeiro encontro e nunca negaram uma ajuda. Meu muito obrigado à Deus, que alimentou minha alma com força e tornou esse sonho possível. Por fim agradeço a Escola Municipal José Ribeiro da Costa por me permitir realizar o projeto de cabeamento no ambiente escolar.

RESUMO

A evolução dos meios de comunicação tem gerado uma crescente necessidade de organizar o cabeamento dos computadores de forma eficiente. O conceito de cabeamento estruturado foi introduzido para padronizar a organização dos ambientes que requerem controle dos equipamentos. O presente projeto, realizado na Escola Municipal José Ribeiro da Costa, fundamentou-se na norma brasileira de cabeamento estruturado, NBR14565, que oferece uma padronização simplificada, gerenciamento e manutenção eficaz da infraestrutura de cabeamento. Essa abordagem facilita a identificação e solução de problemas, assim como permite modificações e expansões na rede de maneira mais eficiente. O objetivo do projeto é aprimorar o desempenho do ambiente escolar e otimizar a disposição dos computadores visando uma melhor organização espacial. Para isso, o projeto também incorpora o princípio da Computação Verde, que destaca a importância de práticas sustentáveis em tecnologia da informação. Que abrange o uso de materiais recicláveis, a adoção de tecnologias que consomem menos energia e a redução do impacto ambiental em todas as etapas do ciclo de vida da infraestrutura. Ao implementar essas abordagens, o projeto não apenas melhora a eficiência do ambiente escolar e organiza melhor a disposição dos computadores, mas também favorece uma organização espacial mais responsável e sustentável, ajudando na conservação ambiental e no fomento de um ambiente educacional mais consciente.

Palavras Chaves: Ambiente escolar, Cabeamento estruturado, NBR14565, Computação verde.

ABSTRACT

The evolution of communication technologies has generated an increasing need to efficiently organize computer cabling. The concept of structured cabling was introduced to standardize the organization of environments that require equipment control. This project, carried out at Escola Municipal José Ribeiro da Costa, was based on the Brazilian standard for structured cabling, NBR 14565, which offers simplified standardization, effective management, and maintenance of the cabling infrastructure. This approach facilitates the identification and resolution of issues, as well as allows for modifications and expansions of the network more efficiently. The project's objective is to enhance the performance of the school environment and optimize the arrangement of computers, aiming for better spatial organization. Furthermore, this project incorporates the principle of Green Computing, which emphasizes the importance of sustainable practices in information technology. This includes the use of recyclable materials, the adoption of energy-efficient technologies, and the reduction of environmental impact throughout all stages of the infrastructure's life cycle. By implementing these approaches, the project not only improves the efficiency of the school environment and optimizes the computer arrangement but also promotes a more responsible and sustainable spatial organization, contributing to environmental conservation and fostering a more conscious educational environment.

Keywords: School environment, Structured cabling, NBR:14565, Green computing.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Cabo Coaxial.....	24
Figura 2 - Cabo Coaxial.....	25
Figura 3 - Par Trançado.....	26
Figura 4 - Fibra Óptica.....	27
Figura 5 - Backbone Rede Ipê em cada estado do Brasil.....	28
Figura 6 - Topologia da NBR 14565.....	30
Figura 7 - Área de Trabalho típica.....	31
Figura 8 - Exemplo de tomada padrão RJ45 sem blindagem usada na área de trabalho....	32
Figura 9 - Exemplo de tomada padrão RJ45 blindada usada na área de trabalho.....	32
Figura 10 - Configuração reconhecida pela ANSI/TIA-568-C. I, C.2 e NBR- 14565:2007 para área de trabalho(cobre).....	33
Figura 11 - Área de trabalho central do LUCIDCHART.....	39
Figura 12 - Barra de ferramentas do LUCIDCHART.....	40
Figura 13 - Biblioteca de formas do LUCIDCHART.....	40
Figura 14 - Recursos de colaboração do LUCIDCHART.....	40
Figura 15 - E.M.J.R.C.....	42
Figura 16 - Secretaria	44
Figura 17 - Secretaria.....	44
Figura 18 - Secretaria.....	44
Figura 19 - Secretaria.....	44
Figura 20 - Biblioteca.....	46
Figura 21- Biblioteca.....	46
Figura 22 - Biblioteca.....	46
Figura 23- Biblioteca.....	46
Figura 24 - Biblioteca.....	47
Figura 25 - Biblioteca.....	47
Figura 26 - Diretoria.....	48
Figura 27- Diretoria.....	48
Figura 28 - Sala de Música.....	49
Figura 29 - Sala de Música.....	49
Figura 30- Redes sem Fio - WLAN (Wireless Local Area Network).....	53
Figura 31 - Planta 3D da diretoria.....	55

Figura 32 - Planta 3D da diretoria.....	55
Figura 33 - Planta 3D da Secretaria.....	56
Figura 34 - Planta 3D da Secretaria.....	57
Figura 35 - Planta 3D da Sala de Música.....	57
Figura 36 - Planta 3D da Sala de Música.....	58
Figura 37- Planta da biblioteca/laboratório de informática.....	59
Figura 38- Planta 3D da biblioteca/laboratório de informática.....	60
Figura 39- Planta 3D da biblioteca/laboratório de informática.....	60
Figura 40 - Disposição dos aparelhos de rede.....	62

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - equipamentos da secretaria.....	40
Tabela 2 - equipamentos da biblioteca.....	42
Tabela 3 - equipamentos da diretoria.....	48
Tabela 4 - equipamentos da sala de música.....	49
Tabela 5 - Primeira tabela de orçamento.....	64
Tabela 6 - Segunda tabela de orçamento.....	67
Tabela 7 - Softwares essenciais.....	70
Tabela 8 - Soluções sustentáveis.....	72

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANSI - *American National Standards Institute* (Instituto Nacional de Padrões Americanos).

AWG - *American Wire Gauge* (Calibre Americano de Fios).

F/UTP - : "F" em "F/UTP" significa "*Foil*" em inglês, que se traduz para "Folha" em português. Isso indica que o cabo possui uma camada de folha metálica em torno dos condutores internos. UTP : "UTP" significa "Par Trançado Não Blindado".

IEC - Comissão Eletrotécnica Internacional.

ISO - Organização Internacional para Padronização.

NBR - Norma Brasileira Registrada.

RJ45 - *Registered Jack* (Jack Registrado, em português), e o número "45" é uma designação específica para esse tipo de conector.

TIA - Associação da Indústria de Telecomunicações

TI - Tecnologia da Informação

TO - Tomada de Telecomunicação

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	16
1.1. JUSTIFICATIVA.....	17
1.2. OBJETIVOS.....	18
1.2.1. OBJETIVO GERAL.....	18
1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	18
1.3. ESTRUTURA DO TRABALHO.....	19
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	20
2.1. REVISÃO HISTÓRICA - CABEAMENTO ESTRUTURADO.....	20
2.2. MEIOS DE TRANSMISSÃO.....	23
2.2.1 CABO COAXIAL.....	23
2.2.2 PAR TRANÇADO.....	25
2.2.3 FIBRA ÓPTICA.....	27
2.2.4 BACKBONE.....	28
2.3 NORMA BRASILEIRA - NBR 14565.....	29
2.4 COMPUTAÇÃO VERDE E SUSTENTABILIDADE.....	35
2.5 IMPORTÂNCIA DA SUSTENTABILIDADE EM TI.....	37
2.6 LUCIDCHART.....	38
3. ESTUDO DE CASO.....	42
3.1. SITUAÇÃO ATUAL DA ESCOLA MUNICIPAL JOSÉ RIBEIRO DA COSTA....	42
3.1.1 SECRETARIA.....	43
3.1.2 BIBLIOTECA.....	45
3.1.3 DIRETORIA.....	47
3.1.4 SALA DE MÚSICA.....	48
3.2 ESTUDO DE VIABILIDADE PARA A ESCOLA MUNICIPAL JOSÉ RIBEIRO DA COSTA.....	49
3.2.1. ANÁLISE DE SUSTENTABILIDADE.....	50
4. METODOLOGIA.....	51
4.1 MATERIAL.....	51
4.2 MÉTODOS.....	51
4.2.1. PRÁTICAS DE SUSTENTABILIDADE.....	51
5. RESULTADOS.....	53
5.1 PROJETO DE CABEAMENTO ESTRUTURADO PARA A ESCOLA MUNICIPAL JOSÉ RIBEIRO DA COSTA.....	53
5.1.1 DIRETORIA.....	54
5.1.2 SECRETARIA.....	55
5.1.3 SALA DE MÚSICA.....	57
5.1.4 BIBLIOTECA (LABORATÓRIO DE INFORMÁTICA).....	58
5.1.4.1 DESCRIÇÃO DOS EQUIPAMENTOS.....	61
5.1.5 ORÇAMENTOS.....	63
5.1.6. SOLUÇÕES SUSTENTÁVEIS COMO PROPOSTA DE IMPLEMENTAÇÃO.....	70

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	74
REFERÊNCIAS.....	77

1. INTRODUÇÃO

Nos dias atuais, a ubiquidade das tecnologias é evidente. No entanto, essa realidade é um resultado recente. Os computadores, inicialmente caros e volumosos, eram inacessíveis para a maioria da população. O avanço da computação trouxe benefícios significativos, tornando os computadores acessíveis e integrando-os em praticamente todas as áreas. Foi nessa época de desenvolvimento, na década de 80, que surgiu o conceito de cabeamento estruturado como afirma Sadi (2016) “O conceito de cabeamento estruturado surgiu em 1980, período em que as empresas de computação e telecomunicação criaram seus próprios sistemas de transmissão para suprir a procura por serviços.”.

O cabeamento estruturado foi uma resposta ao desenvolvimento de sistemas de transmissão próprios pelas empresas de computação e telecomunicação. A princípio, optar por uma instalação sem cabeamento estruturado pode parecer vantajoso devido ao custo mais baixo. No entanto, essa abordagem improvisada, sem seguir normas e padrões, acarreta problemas a longo prazo.

A maioria dos problemas de rede de computadores decorre da má estruturação do cabeamento, fruto da instalação improvisada de sistemas de cabos, sem a realização de um planejamento e observação técnica adequados.

Consequentemente, como informa Eduardo Nascimento De Arruda (2017. p 09), "As redes não estruturadas são mais suscetíveis a problemas de conexão causados por danos físicos e interferências eletromagnéticas, constituindo-se em um fator limitante para novas tecnologias." A falta de uma estrutura de cabeamento estruturado resulta em baixo desempenho, ineficiência nas operações, aumento nos custos de manutenção e dificuldades para se adaptar às necessidades em constante mudança de uma rede.

Além das questões provenientes da deficiente estruturação do cabeamento, um aspecto relevante se relaciona à ausência de escalabilidade da rede. Tal aspecto refere-se à dificuldade em expandir a infraestrutura de forma simples para atender a um acréscimo na procura por largura de banda ou dispositivos conectados. Essa limitação pode restringir o desenvolvimento da instituição e sua habilidade de se adaptar às transformações tecnológicas.

Portanto, é fundamental investir em uma infraestrutura de cabeamento organizada e padronizada para garantir um ambiente de rede confiável e escalável. Segundo Admir Felipe

(2018. p26) “O cabeamento é muito importante se você deseja uma rede trabalhando adequadamente, com o mínimo de problema.”.

Logo, este projeto propõe um planejamento do cabeamento estruturado sustentável na Escola Municipal José Ribeiro da Costa, no distrito de Diogo Lopes, em Macau, RN. Visando facilitar o funcionamento da rede escolar. A análise da rede atual foi feita, comparando-a com a rede proposta com cabeamento estruturado.

O projeto foi desenvolvido com base em visitas técnicas à escola, onde foram identificadas as necessidades e características específicas do ambiente. A partir dessas informações, foi criada uma planta do projeto, que inclui a distribuição dos equipamentos e a infraestrutura necessária para a possível implementação. Além disso, foi elaborado um orçamento detalhado, considerando os custos de materiais, mão de obra e outros recursos necessários.

Neste trabalho, também foram abordados temas relacionados à computação verde e sustentabilidade, com a sugestão de práticas e materiais que minimizem o impacto ambiental. Foi apresentada uma proposta com práticas totalmente sustentáveis, priorizando o uso de materiais recicláveis, equipamentos de alta eficiência energética, e ações que promovam a redução de resíduos e o consumo consciente de recursos naturais.

Cabe agora à gestão escolar avaliar o projeto e decidir quais partes desejam implementar, considerando suas prioridades e recursos disponíveis. Essa decisão pode ser influenciada por diversos fatores, como o orçamento disponível, a urgência das necessidades identificadas e a viabilidade técnica da implementação.

1.1. JUSTIFICATIVA

Este projeto se justifica pela centralidade da tecnologia na educação contemporânea. É essencial que professores, alunos e funcionários tenham acesso confiável à internet e a recursos digitais para atividades educacionais e administrativas.

O cabeamento estruturado torna-se cada vez mais indispensável, pois abrange que todos os pontos da escola tenham acesso à rede e utilizem a tecnologia de maneira eficaz.

No Brasil, no ano de 2023, foi promulgada a Lei nº 14.533, que estabeleceu a Política Nacional de Educação Digital (PNED). O seu propósito consiste em aprimorar tanto o acesso dos brasileiros aos recursos e ferramentas digitais, quanto às boas práticas no âmbito virtual, ao mesmo tempo em que assegura a integração do ensino digital nos ambientes escolares, em

todos os níveis e modalidades, mediante o estímulo à alfabetização digital informacional e à aprendizagem de computação, programação, robótica e outras habilidades digitais. Como resultado dessa realização, evidencia-se a relevância de as instituições de ensino estarem prontas, em termos de infraestrutura, para a introdução das tecnologias digitais.

Além disso, a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) no Brasil, reforça a importância de adotar práticas sustentáveis em todos os projetos de infraestrutura. No contexto deste projeto, isso significa que a escolha dos materiais e a gestão de resíduos durante a instalação do cabeamento estruturado devem seguir princípios de sustentabilidade, minimizando o impacto ambiental. Dessa forma, além de garantir uma infraestrutura tecnológica de ponta, o projeto também contribui para a preservação ambiental, alinhando-se com as políticas nacionais de resíduos sólidos e promovendo um ambiente escolar mais sustentável e responsável.

Uma infraestrutura de rede adequada permite um compartilhamento eficiente de recursos entre diferentes setores da escola, aumentando a produtividade dos funcionários e a comodidade dos alunos.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. OBJETIVO GERAL

Este trabalho tem por finalidade produzir um projeto de cabeamento estruturado sustentável para a Escola Municipal José Ribeiro da Costa, localizada no distrito de Diogo-Lopes, na cidade de Macau/RN. Proporcionando um ambiente favorável ao ensino e à aprendizagem, além de integrar práticas de computação verde.

1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar um diagnóstico da atual infraestrutura da rede de computadores da escola;
- Definir as premissas para a nova infraestrutura de rede e as necessidades de adequação;
- Implementar práticas de gestão de energia, como o desligamento automático de equipamentos quando não estão em uso e a utilização de softwares de gerenciamento de energia.

- Estabelecer um plano para o descarte adequado de equipamentos eletrônicos ao final de sua vida útil, garantindo a destinação correta dos materiais e a minimização dos impactos ambientais.
- Projetar um modelo de solução para a nova infraestrutura de rede e as adequações necessárias da rede existente, baseada em padrões e normas vigentes;
- Padronizar a infraestrutura;
- Aumentar a estabilidade da rede;
- Facilitar a manutenção e a expansão;
- Fornecer conectividade abrangente;
- Se adequar ao compromisso com a sustentabilidade no projeto de cabeamento estruturado.

1.3. ESTRUTURA DO TRABALHO

O trabalho está organizado da seguinte forma: no primeiro capítulo encontra-se a questão do problema, seguido pela justificativa e objetivos. No Capítulo 2 é apresentado o referencial teórico, incluindo pesquisas científicas que envolvem a revisão e a síntese das teorias, conceitos e estudos relevantes relacionados ao tema. O capítulo 3 detalha a situação atual da escola, enquanto o capítulo 4 apresenta a metodologia usada para realizar o trabalho. O capítulo 5 exibe os resultados e o 6 a conclusão.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

A seção a seguir apresenta o referencial teórico, que busca oferecer uma base sólida para o estudo através da análise de literatura e teorias pertinentes ao tema desta pesquisa. Neste trecho, serão abordados conceitos essenciais, autores de destaque e pesquisas anteriores que ajudam a compreender o problema em pauta.

2.1. REVISÃO HISTÓRICA - CABEAMENTO ESTRUTURADO

A *World Wide Web*, conhecida como "www" antes de qualquer navegação, foi concebida por Tim Berners-Lee com o propósito de auxiliar a Organização Europeia em suas pesquisas nucleares, permitindo que várias pessoas trabalhassem juntas em um mesmo documento. Durante os anos 90, também foi criado o HTTPS, que garantiu o envio de dados criptografados.

Dessa forma, surgiu a internet que conhecemos hoje como afirma Warren (2022 p.15) “As inovações de Berners-Lee abriram caminho para diversos novos navegadores — como *Internet Explorer*, *Netscape*, *Mozilla Firefox*, *Google Chrome*, *Opera*, *Lynx* — e também para o aumento do número de usuários da internet. Diante disso, ocorreu uma grande proliferação de sites, chats e redes sociais. Assim, a internet se tornou a teia global de computadores que conhecemos hoje.”. A partir desse ponto, despertou um grande interesse mundial pelo potencial da internet, o que levou a uma enorme expansão e ao acesso discado à grande rede.

Sabe-se que desde os anos 2000, presenciamos uma grande inovação na web, com a facilidade de adquirir computadores e o acesso à internet para o público em geral. Assim, a tecnologia foi evoluindo e alcançando avanços significativos.

A expansão da internet e o cabeamento estruturado estão intimamente ligados de várias formas. Conforme Eduardo Correia (2015 p.7) afirma: “O cabeamento estruturado tem um papel essencial na construção e manutenção da infraestrutura de rede necessária para suportar uma crescente demanda por conexão à internet.” Com a implementação das normas para smartphones, tablets, laptops, dispositivos *IoT* e a digitalização de diversos aspectos do dia a dia, a necessidade de acesso à internet aumentou consideravelmente e o cabeamento estruturado proporciona uma base física para conectar tais dispositivos a redes de alta velocidade.

O desenvolvimento do cabeamento estruturado é uma jornada grandiosa que acompanha a evolução das tecnologias de comunicação e de rede ao longo do tempo.

Segundo Luiz Curti (2022 p.2) “O cabeamento estruturado refere-se a um sistema padronizado de instalação de cabos de rede, compatíveis entre si, com layout prático e simples para compor uma infraestrutura de TI. Sendo uma forma de padronizar o cabeamento de um tipo de rede, por exemplo, telefonia, internet, entre outros, reduzindo os custos e minimizando prováveis franquezas futuras. Todos os sinais de dados, podem ser transmitidos através do mesmo cabo e da mesma infraestrutura.”

A história do cabeamento estruturado remonta às últimas décadas do século XX, quando a necessidade de redes de comunicação confiáveis e eficientes nas empresas e organizações começou a crescer.

Segundo o Livro Cabeamento Estruturado por Paulo Sérgio Marin, “Antes da quebra do monopólio do Sistema Bell nos Estados Unidos, em 1984, os edifícios eram projetados subestimando-se os serviços de comunicações que viriam a ser operados dentro deles. Embora as companhias telefônicas locais tivessem a oportunidade de instalar o seu cabeamento de voz na etapa da construção, o pessoal de TI normalmente precisava instalar o seu cabeamento após a ocupação do espaço. A infraestrutura era implementada, quase sempre, às custas do usuário final ou do proprietário do edifício.”

Durante esse período, a infraestrutura de cabeamento para comunicação de voz estava no estágio inicial de desenvolvimento.

Ademar Felipe (2022 p.29), explica um pouco como foi o início do cabeamento: “Em um cenário típico de instalação de cabeamento em um prédio comercial, foram utilizados segmentos de cabos de pares trançados não blindados para transmissão de voz, seguindo uma topologia de conexão em estrela. A extensão máxima dos segmentos de cabos e a quantidade de *cross-connects* ou distribuidores eram determinadas de acordo com a escolha do instalador ou conforme especificações do fabricante dos equipamentos de rede ativa (para dados e/ou voz).”

Ainda sobre a revisão histórica do Cabeamento estruturado, podemos considerar:

Os modelos mais antigos de cabeamento de dados utilizados nos anos de 1960 em conexões ponto a ponto de computadores host para terminais de dados consistiam principalmente em transmissão de sinal desbalanceado através de cabeamento de pares trançados de baixa capacidade.

Em meados de 1970, foram introduzidos computadores de grande porte, mainframes que usavam cabos coaxiais mais tarde, a introdução do BALUN (termo derivado de balanceado/desbalanceado) permitiu que equipamentos baseados em cabos coaxiais fossem atendidos pelo mesmo cabeamento de pares trançados usados para voz. O BALUN permitiu a conversão de um sinal balanceado em desbalanceado para sua transmissão por cabos de pares trançados.

Na década de 1980, com a evolução da tecnologia ethernet a então 10BaseT que operava a 10 Mbps passou a ser implementada em cabeamento Categoria 3/Classe C. Em 1985, a EA, agora extinta, e a IA organizaram comitês técnicos para desenvolver um conjunto uniforme de padrões para cabeamento estruturado em edifícios comerciais (Paulo S. Marin. 2013, p. 23)

Eduardo Correia (2015 .10) afirma que: “Na década de 1990, o uso de cabeamento estruturado se reduziu rapidamente à medida que as empresas adotavam redes de computadores em grande escala. Os benefícios da padronização incluem facilidade de gerenciamento, escalabilidade e flexibilidade. Do ano de 2000 em diante, o cabeamento estruturado passou continuamente por evolução para acomodar as crescentes demandas por largura de banda e velocidade de transmissão, incluindo o suporte a redes de alta velocidade, como Gigabit Ethernet, 10 Gigabit Ethernet e além.”

Hoje, o cabeamento estruturado é uma parte essencial das infraestruturas de rede em empresas, instituições educacionais, instituições governamentais e outros locais, como declara Rafael Esmeraldo Lucchesi (2012 p.24) “A importância da normatização, por gerar padrões que devem ser adequados a produtos e serviços. Esses padrões estabelecem diretrizes para a instalação de cabos, conectores e componentes, garantindo a interoperabilidade e o desempenho adequado dos sistemas de cabeamento.”.

Os padrões, como os da série ANSI/TIA-568 e ISO/IEC 11801, que segundo a RNP (2004), surgiram depois do crescimento do uso das redes locais de computadores e a agregação de novos serviços e mídias como voz, dados, teleconferências, telefonia, Internet, multimídia, etc., continuam a ser atualizados para acomodar as tecnologias emergentes e garantir que as redes de comunicação permaneçam confiáveis e eficientes. É uma parte fundamental da conectividade moderna, suportando não apenas redes de dados, mas também voz, vídeo e outros serviços de comunicações em ambientes comerciais e industriais.

2.2. MEIOS DE TRANSMISSÃO

A transmissão de dados em uma organização depende intimamente da relação entre os meios de transmissão e o cabeamento estruturado. Como vimos na seção anterior, o cabeamento estruturado é um conjunto de cabos e componentes padronizados que fornecem a infraestrutura de rede necessária para essa transmissão. Por outro lado, os meios de transmissão se referem aos diversos tipos de cabos e meios físicos utilizados para enviar os sinais.

Segundo Catarina Matos (2015 p.1) “O meio de transmissão serve para transportar fisicamente os sinais codificados entre o transmissor e o receptor. Os meios de transmissão podem ser classificados em duas categorias: Meios com fio e Meios sem fio.” Referindo-se aos recursos físicos ou tecnológicos utilizados para levar ou transmitir dados, sinais, informações ou comunicações de um ponto inicial para um ponto final em sistemas de comunicação.

José Maurício (2003, p. 4) afirma que “O cabeamento e outros elementos componentes utilizados na montagem dos sistemas estruturados são chamados de mídias físicas. Os componentes de cabeamento variam dependendo do tipo de sistema e de mídia utilizado. Um sistema estruturado utilizando cabeamento de par trançado, por exemplo, utiliza componentes diferentes de um sistema de cabeamento utilizando fibra óptica. Atualmente, é muito comum a montagem de sistemas combinando tipos de mídias diferentes para satisfazer às necessidades diferentes de um projeto de cabeamento. Dependendo do projeto, cada mídia de transmissão oferece vantagens e desvantagens. Condições como o comprimento dos segmentos de rede, o número total de dispositivos e as facilidades para instalação dos pontos de acesso devem ser levados em conta na escolha da mídia e no cálculo do custo total do projeto de cabeamento. ”

A escolha da mídia de transmissão adequada depende das necessidades específicas de comunicação, distância, largura de banda e outros fatores técnicos. As seguintes seções irão apresentar os métodos de transmissão.

2.2.1 CABO COAXIAL

Um cabo coaxial é um tipo de cabo de transmissão que consiste em um núcleo condutor central, um isolamento dielétrico, uma malha de blindagem metálica e um revestimento externo. Ele foi projetado especificamente para transmitir sinais de alta

frequência, como sinais de rádio, televisão, Internet a cabo e outras comunicações de banda larga.

Sobre essa tecnologia, José Maurício (2003, p. 9) “Um cabo coaxial consiste em um fio de cobre rígido que forma o núcleo, envolto por um material isolante que, por sua vez, é envolto por um condutor cilíndrico externo na forma de uma malha metálica entrelaçada ou uma lâmina metálica. Esse condutor externo é coberto por uma capa plástica protetora. Inicialmente foi o tipo de mídia mais utilizado nas primeiras redes locais de computadores e para a transmissão a longa distância nos sistemas de transmissão das concessionárias de telefonia fixa.”

Ainda sobre esse meio de transmissão, O Conceitos do Mundo (2022) afirma que “Por um lado, é flexível, mas ao mesmo tempo resistente à atenuação e interferências, uma vez que a blindagem dos fios trançados absorve os sinais perdidos e isola as informações transmitidas dentro do cabo. Além disso, ele suporta grandes quantidades de dados em um sistema físico bastante simples de fabricar. Porém, diante das necessidades de transmissão contemporâneas, típicas da era digital, o cabo coaxial revela suas limitações: ele transmite sinais simples, sem modulação de frequência e, aliás, requer terminais especiais para a conexão física. Por isso, hoje é preferível usar fibra de vidro, com a qual, além disso, não há riscos de curto-circuito quando cabos danificados.”

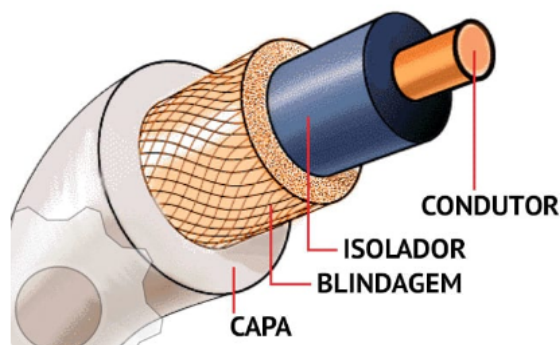
Uma ilustração do cabo coaxial pode ser vista na figura 1 e a demonstração do seu funcionamento na figura 2.

Figura 1 - Cabo Coaxial



Fonte: Redes Tecnologia. Disponível em <<https://redestecnologia.com.br/cabeamento-coaxial/>>

Figura 2 - Cabo Coaxial



Fonte: Oficina Da Net. Disponível em <<https://www.oficinadanet.com.br/post/10155-o-que-e-cabo-coaxial>>

Na figura 2 podemos observar:

Capa: tem a responsabilidade de proteger o cabo do ambiente externo. Normalmente é feita de borracha (às vezes de Cloreto polivinil (PVC), ou raramente de teflon).

Blindagem: é a camada metálica que envolve os cabos e permite proteger todos os dados que são transmitidos contra interferências externas (também chamadas de "ruídos") que podem causar distorção dos dados.

Isolador: envolve a parte central e é formado por um material dielétrico que tem a função de evitar qualquer contato com a blindagem, prevenindo interações elétricas indesejadas, ou seja, um curto-circuito.

Condutor: tem a função de transportar os dados, geralmente constituído por um único fio de cobre ou vários fios entrelaçados.

2.2.2 PAR TRANÇADO

Sobre essa inovação, o Instituto Metr pole Digital (2012) explica que cabos de par trançado, também conhecidos como cabos *twisted pair*, são um tipo comum de cabo de comunicação amplamente usado em redes de computadores, telefonia e outras aplicações de transmissão de dados. Eles consistem em pares de fios de cobre isolados que são entrelaçados em espiral para reduzir a interferência eletromagnética de fontes externas. Existem dois tipos principais de cabos de par trançado.

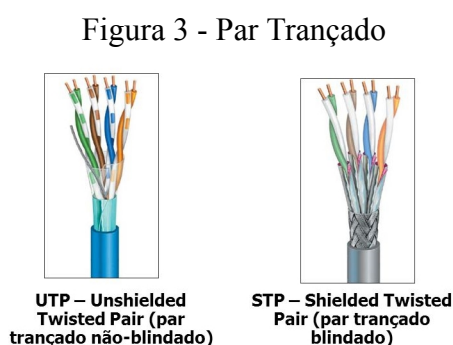
Par Trançado Sem Blindagem (UTP - *Unshielded Twisted Pair*): Nesse tipo de cabo, os pares de fios são entrelaçados, mas não possuem uma camada de blindagem externa. Os cabos UTP são comuns em redes Ethernet, incluindo redes domésticas e empresariais. Eles são categorizados em várias classes, como Cat 5e, Cat 6 e Cat 6a, com cada categoria oferecendo diferentes níveis de desempenho em termos de largura de banda e capacidade de transmissão.

Segundo Elis Carvalho (2015) “Par trançado sem blindagem. É o cabo mais utilizado, pois, é de fácil manuseio, instalação e permite maiores taxas de transmissão.”

Par Trançado Blindado (STP - *Shielded Twisted Pair*): Os cabos de par trançado blindado possuem uma camada de blindagem metálica ao redor dos pares de fios, o que ajuda a reduzir ainda mais a interferência eletromagnética. Eles são frequentemente usados em ambientes onde há um alto nível de interferência elétrica ou magnética, como em instalações industriais.

Elis Carvalho diz: “Par trançado com blindagem. O cabo blindado STP é pouco utilizado sendo basicamente necessário em ambientes com grande nível de interferência eletromagnética. Podem ser encontrados com blindagem simples ou com blindagem par a par.”.

A Figura 3 a seguir mostra um cabo UTP, no qual podemos observar o trançamento dos fios de seus diversos pares e mostra também um cabo STP com detalhe para a blindagem em cada par.



Fonte: Lis Carvalho. Disponível em <<https://liscarvalho.wordpress.com/2015/06/12/cabo-par-trancado/>>

2.2.3 FIBRA ÓPTICA

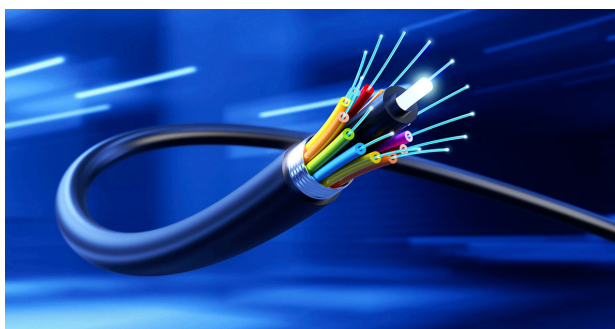
A fibra óptica é um meio de transmissão de dados que utiliza filamentos finos e transparentes de vidro ou plástico para transmitir informações em forma de pulsos de luz. Ela é amplamente utilizada em telecomunicações, redes de computadores e sistemas de transmissão de dados de alta velocidade devido às suas características únicas, como alta largura de banda, velocidade de transmissão rápida e capacidade de transmissão de dados em longas distâncias com pouca perda de sinal.

Segundo José Maurício (2009, p.26) “A fibra óptica é um meio de transmissão que utiliza a luz para transportar informação por meio de uma rede. Constitui-se em uma estrutura cilíndrica composta por material dielétrico, geralmente plástico ou vidro. A transmissão em fibra óptica é realizada pelo envio de um sinal de luz codificado, dentro do domínio de frequência do infravermelho, através de um cabo óptico. A fibra óptica é formada por duas partes: núcleo e casca. O núcleo é a parte por onde se propaga a luz. A casca é responsável por confinar a luz no interior do núcleo. A fibra também possui um revestimento plástico que lhe dá proteção mecânica contra o meio externo.”

Portanto, a fibra óptica desempenha um papel crucial nas comunicações modernas e é uma escolha preferida para redes de alta velocidade e específicas de dados confiáveis em longas distâncias.

Na figura 4 é possível ver uma ilustração da fibra óptica.

Figura 4 - Fibra Óptica



Fonte: Intelbras. Disponível em <<https://blog.intelbras.com.br/qual-a-diferenca-entre-cabo-e-fibra-optica/>>

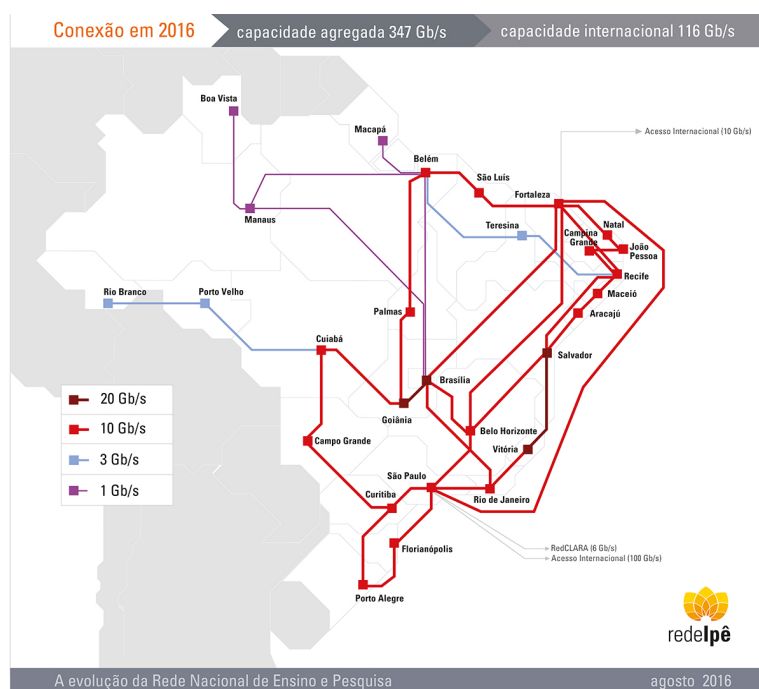
2.2.4 BACKBONE

O *TechTarget* (2021), define *backbone* como “No âmbito local, um *backbone* é uma linha ou conjunto de linhas às quais as redes locais se conectam para ter uma conexão de rede de longa distância (WAN) ou dentro de uma rede de área local (LAN) para cobrir distâncias de forma eficiente (por exemplo, entre edifícios). Na internet ou em outra rede de longa distância, um backbone é um conjunto de caminhos aos quais as redes locais se conectam para ter interconexão de longa distância. Os pontos de conexão são conhecidos como nós de rede ou intercâmbio de comutação de dados de telecomunicações (DSE).”

Ciente desse dado, pode-se dizer que *backbones* são o coração das grandes redes. Geralmente construídos e mantidos por operadoras de telefonia ou empresas especializadas, um *backbone* ou "espinha dorsal" abriga dispositivos como *switches* e, principalmente, roteadores de alta capacidade, que têm a responsabilidade de receber todo o tráfego de uma grande rede e encaminhá-lo ao seu destino, mantendo assim um fluxo contínuo de dados chamado internet.

Um exemplo de rede estrutural no Brasil é o *backbone* ipê, mantido pela Rede Nacional de Pesquisa (RNP), que conecta universidades e seus hospitais, institutos de pesquisa e instituições culturais. Na Figura 5, é possível observar os backbones e suas respectivas velocidades.

Figura 5 - *Backbone* Rede Ipê em cada estado do Brasil



Fonte: Uniaogeek. Disponível em <<https://www.uniaogeek.com.br/voce-sabe-o-que-e-um-backbone/>>

A Figura 5 está demonstrado os *backbones*, esses *backbones* conectam diversas instituições ao redor do país, tais como a Universidade Federal de Santa Maria, Universidade Federal do Pampa, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, entre outras, com velocidades de até 10 Gbps.

2.3 NORMA BRASILEIRA - NBR 14565

Durante a década de 1990, os sistemas de cabeamento estruturado no Brasil se valiam exclusivamente das regulamentações internacionais, ANSI/EIA/TIA-568-A (*Commercial Building Telecommunications Cabling Standard*) e ISO/IEC 11801 (*Information Technology - Generic Cabling for Customer Premises*) para a elaboração dos projetos de sistemas estruturados.

No ano de 1994, um time de estudantes da ABNT deu início ao processo de concepção de uma regulamentação nacional para cabeamento. Em agosto de 2000, a norma NBR-14565, referente ao procedimento básico para elaboração de projetos de cabeamento de telecomunicações para rede interna estruturada, foi divulgada pela ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas, que teve origem no projeto 03:046:05-010:1999.

Segundo a norma 14565, “1.1 Esta Norma estabelece os critérios mínimos para elaboração de projetos de rede interna estruturada de telecomunicações, em edificações de uso comercial, independente do seu porte.” (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2000, p. 2). Aplica-se a edifícios e a conjuntos de edifícios situados dentro de um mesmo terreno em que se deseja a implantação de uma rede estruturada.

Conforme a norma 14565 “Entende-se por rede interna estruturada aquela que é projetada de modo a promover uma infraestrutura que permita evolução e flexibilidade para serviços de telecomunicações, sejam voz, dados, imagens, sonorização, controle de iluminação, sensores de fumaça, controle de acesso, sistema de segurança, controles ambientais (ar-condicionado e ventilação) e outros.”

Destacando a importância de uma rede interna estruturada como base fundamental para a modernização e eficiência de uma infraestrutura de telecomunicações em ambientes comerciais, residenciais e industriais.

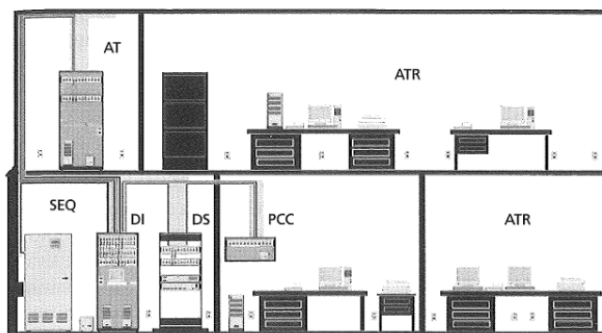
Levando em conta a abundância e a sofisticação desses sistemas, é absolutamente indispensável a adoção de um sistema que atenda tanto às demandas atuais quanto futuras no campo das telecomunicações, e que assegure a viabilidade de reconfigurações ou alterações imediatas sem que sejam necessárias obras civis adicionais.

A estrutura básica proposta pela NBR 14565 para sistema de Cabeamento estruturado define os seguintes pontos:

- **Área de Trabalho (ATR)** - Área interna de uma edificação que possui pontos de telecomunicações e energia elétrica onde estão conectados os equipamentos dos usuários;
- **Armário de Telecomunicações (AT)** - Espaço destinado à transição entre o caminho primário e o secundário, conexão cruzada, podendo abrigar equipamento ativo;
- **Distribuidor Intermediário (DI)** - Distribuidor que interliga cabos primários de primeiro nível e cabos primários de segundo nível;
- **Distribuidor secundário (DS)** - Distribuidor que interliga cabos primários de primeiro ou segundo nível e cabos secundários;
- **Sala de Equipamentos (SEQ)** - Espaço necessário para equipamentos de telecomunicações, sendo frequentemente salas com finalidades especiais. A sala de equipamentos é conectada à facilidade da rede primária e a rede de entrada.
- **Ponto de Consolidação de cabos (PCC)** - Local no cabeamento secundário, sem conexão cruzada, onde poderá ocorrer mudança da capacidade do cabo, visando flexibilidade.

A figura 6 mostra a estrutura básica proposta pela NBR 14565 para um sistema de cabeamento estruturado.

Figura 6 - Topologia da NBR 14565.



Fonte: Pinheiro, José Maurício (2003).

Diante dos fatos, nota-se que a NBR 14565 desempenha um papel crucial na garantia de redes confiáveis e eficientes em edifícios e instalações. Segundo a ABNT (2000 p.27) “A norma estabelece diretrizes e padrões técnicos para o projeto, instalação e manutenção de sistemas de cabeamento, permitindo a interoperabilidade de equipamentos e a flexibilidade para ajustes, mudanças e atualizações futuras.

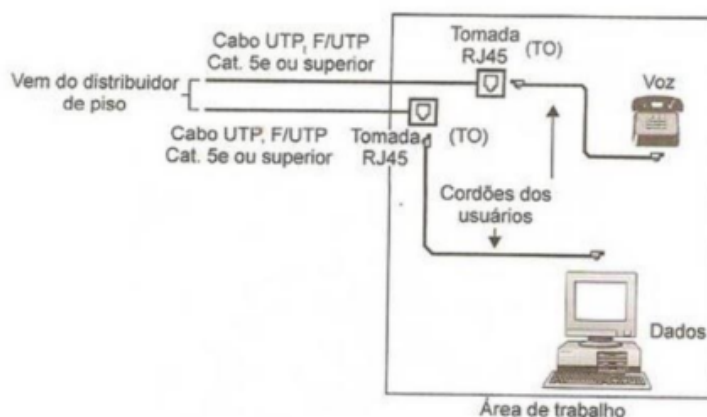
Além disso, ao seguir a NBR 14565, as organizações podem economizar tempo e recursos, reduzir custos operacionais, minimizar falhas de rede e melhorar a segurança, resultando em uma infraestrutura de comunicação mais robusta e adaptável às necessidades em constante evolução.

Considerando que todos os compartimentos a qual o Projeto de Cabeamento estruturado sustentável na Escola Municipal José Ribeiro da Costa será realizado são considerados áreas de trabalho, conforme a NBR 14565, as áreas de trabalho são os locais dentro de um prédio comercial onde os usuários da rede interagem com seus equipamentos terminais. É importante projetá-las e implementá-las de forma a facilitar essa interação, além de proporcionar um ambiente de trabalho agradável, confortável e eficiente para quem as utiliza.

Admar Felipe (2018 p.42) afirma que a região de trabalho é o local dentro de um sistema de fiação para telecomunicações onde os fios vindos do distribuidor de piso ou teto são encerrados em tomadas de telecomunicações que estão prontamente acessíveis aos usuários para que possam conectar seus equipamentos à rede do prédio.

A Figura 7 ilustra uma área de trabalho típica.

Figura 7 - Área de Trabalho típica



Fonte: Marin, Paulo S. (2009).

Paulo Sérgio Marin (2009) deixa claro que cada área de trabalho precisa ter no mínimo duas tomadas de telecomunicações, sendo que uma delas deve ser finalizada com um cabo de quatro pares trançados da categoria 5e ou superior, com impedância de 100Ω , sem blindagem (UTP) ou com blindagem (F/UTP). A outra tomada pode ser finalizada com diversas opções reconhecidas pelas normas ANSI/TIA-568-C. I, NBR-14565:2001, ISO/IEC 11801:2002 2ª edição, entre outras:

Cabo de pares trançados Categoria 5e ou superior de quatro pares, 100Ω UTP/ F/UTP;

- Cabo de pares trançados de categorias superiores, de quatro pares, 100Ω UTP/F/UTP.

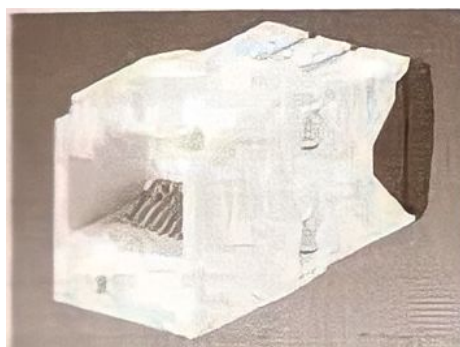
Essas diretrizes consideram as seguintes alternativas de ambientes físicos para o local de trabalho:

- Cabo óptico multimodo de $50/125\mu\text{m}$ e os cabos OM-3(otimizados para *laser*);
- Cabo óptico multimodo de $62,5/125\mu\text{m}$.

Na prática, para a maioria das instalações, é aconselhável que ambas as tomadas de telecomunicações sejam finalizadas utilizando cabos UTP/f/UTP, compostos por quatro pares, com impedância de 100Ω , e que sejam da categoria 5e ou superior.

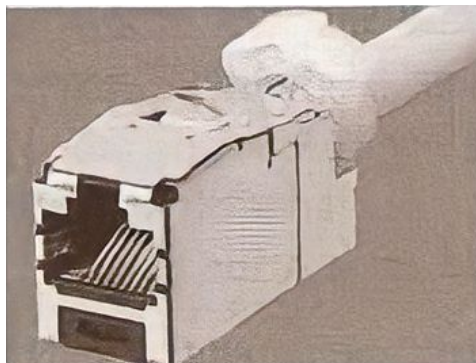
A Figura 8 apresenta um exemplo de tomada de telecomunicação padrão RJ45 sem blindagem usada na área de trabalho. Já a Figura 9 apresenta um exemplo de conector blindado usado na área de trabalho.

Figura 8 - Exemplo de tomada padrão RJ45 sem blindagem usada na área de trabalho.



Fonte: Marin, Paulo S. (2009)

Figura 9 - Exemplo de tomada padrão RJ45 blindada usada na área de trabalho.



Fonte: Marin, Paulo S. (2009).

Sobre a norma padrão da Área de Trabalho, podemos afirmar que:

Portanto, um mínimo de duas tomadas de telecomunicações de oito vias (normalmente padrão RJ45) devem ser instaladas em uma área de trabalho. Adicionalmente, outras tomadas no mesmo padrão ou conectores para cabos ópticos (SC duplex, UC duplex etc.) podem ser instaladas em uma área de trabalho. As tomadas de telecomunicações podem ser instaladas em espelhos padrão 4 x 2" ou 4 x 4" ou ainda em caixas de superfície ou diretamente nos painéis dos mobiliários de escritórios utilizados em ambientes comerciais, desde que os requisitos referentes às práticas de instalação dos meios físicos utilizados sejam atendidos. (Paulo S. Marin, 2009, p.59)

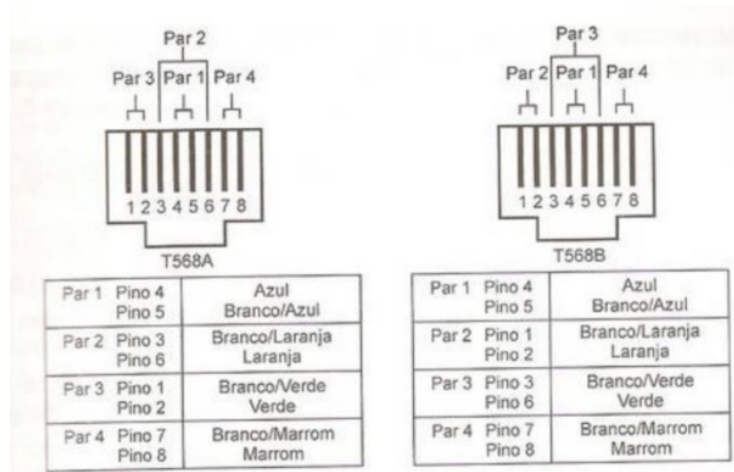
Uma observação relevante, levando em consideração a norma brasileira 14565, é que as tomadas de telecomunicações devem ser posicionadas nas proximidades das tomadas elétricas para que os equipamentos ativos dos usuários possam ser alimentados corretamente.

Reforçando o assunto acima, Paulo Sérgio Marin (2009 p.67), afirma que a passagem dos cabos em um ambiente de trabalho pode ser realizada através do piso, do teto, de compartimentos adequados dentro dos móveis de escritório ou por canaletas visíveis (superficiais). Contudo, as tomadas devem ser instaladas em locais de fácil acesso aos usuários e em componentes apropriados para instalação aparente, sendo necessário o uso de caixas de superfície. Em instalações onde os cabos são direcionados dentro dos móveis, as tomadas devem ser colocadas em recortes apropriados nos painéis e assim por diante.

Ainda sobre as TO, a NBR:14565 afirma que “Na área de trabalho, é importante instalar as tomadas de telecomunicações de forma que evitem danos causados por poeira, água, produtos químicos de limpeza e outros fatores mecânicos. É recomendado utilizar dispositivos com tampas de proteção nos contatos disponíveis no mercado.”

Por fim, os cabos UTP ou F/UTP devem ser conectados às saídas de telecomunicações na área de trabalho, seguindo as configurações aceitas pelas normas vigentes, como demonstra a Figura 10.

Figura 10 - Configuração reconhecida pela ANSI/TIA-568-C. I, C.2 e NBR-14565:2007 para área de trabalho(cobre).



Fonte: Marin, Paulo S. (2009) .

Referente a áreas de trabalho, a NBR- 14565 afirma que “6.7.5 *Patch cord* da área de trabalho e de equipamento: Os *patch cords* de área de trabalho conectam as tomadas de telecomunicações ao equipamento terminal e os de equipamento conectam os equipamentos aos distribuidores do cabeamento. *Patch cords* não são permanentes e podem ser utilizados para aplicações específicas. Nestes casos, devem ser levados em consideração o comprimento e o desempenho de transmissão destes *patch cords*.”

Ainda segundo a norma 14565, o comprimento do *Patch cord* da área de trabalho deve ser limitado para garantir o gerenciamento e deve ser dimensionado pela aplicação da seguinte equação:

$$I = \left(\frac{102 - H}{1 + k} \right) - 5(m)$$

onde,

I é o comprimento máximo do *patch cord*, expresso em metros (m), utilizado na área de trabalho;

H é o comprimento do cabo horizontal, expresso em metros (m);

K é o fator de correção (0,2 para cabos U/UTP 24 AWG e 0,5 para cabos blindados balanceados de 26 AWG.)

O limite máximo do comprimento do *patch cord* na área de trabalho é de 20 m para cabos U/UTP 24 AWG e de 15 m para cabos blindados 26 AWG. A soma dos comprimentos dos *patch cords* e *jumper*s utilizados no distribuidor de piso não pode exceder 5m.

Em Suma, a NBR:14565 define orientações, modelos e cálculos essenciais para a correta concepção de uma área de trabalho, assegurando a instalação adequada dos cabos. Essas diretrizes não só padronizam os processos, como também garantem a eficácia e a proteção das redes, criando um ambiente tecnológico bem estruturado e operacional.

Seguir as orientações da NBR 14565 é fundamental para prevenir desafios futuros e certificar que as infraestruturas de cabos atendam às exigências atuais e futuras da empresa.

A Norma Brasileira de Cabeamento Estruturado:14565, é essencial para criar uma infraestrutura de rede robusta, confiável e escalável em uma área de trabalho. Ela desempenha um papel crítico para garantir que as operações de comunicação sejam eficazes e que a organização possa se adaptar às mudanças tecnológicas e comerciais de forma eficiente, contribuindo para a segurança, a conformidade e a economia de custos a longo prazo.

2.4 COMPUTAÇÃO VERDE E SUSTENTABILIDADE

Segundo Sachuck et al. (2008 p.1), Discussões que abordem os problemas ambientais, a conservação dos recursos naturais, o aquecimento global, a economia de energia e a sustentabilidade vêm sendo alvo de interesse de gestores de empresas na área de tecnologia da informação (TI), devido aos impactos que as atividades desse setor vêm causando ao meio ambiente. E a chamada computação verde ou TI verde vem trazendo respostas para esse contratempo.

IBM Cloud Education (2022) "A computação verde (também conhecida como TI verde ou TI sustentável) é o projeto, a fabricação, o uso e o descarte de computadores, chips, outros componentes de tecnologia e periféricos de uma forma que limita o impacto nocivo sobre o meio ambiente, o que inclui a redução de emissões de carbono e o consumo de energia de fabricantes, data centers e usuários finais. A computação verde também abrange a escolha de matérias-primas de origem sustentável, a redução do lixo eletrônico e a promoção da sustentabilidade por meio do uso de recursos renováveis."

Akoh Atadoga (2024) "A computação verde se refere às práticas e estratégias que visam reduzir o impacto ambiental das atividades de computação. Sendo importante

minimizar o consumo de recursos e as emissões de carbono associadas aos processos de desenvolvimento e computação de software."

A computação verde já está sendo orientada por um conjunto de normas e legislações que visam promover a sustentabilidade no uso e na gestão de tecnologias da informação. Essas diretrizes regulam desde a fabricação de equipamentos eletrônicos até o seu descarte, incentivando práticas que minimizem o impacto ambiental.

Normas internacionais, como a ISO 14001 (2025), afirmam que "O objetivo desta Norma é prover às organizações uma estrutura para a proteção do meio ambiente e possibilitar uma resposta às mudanças das condições ambientais em equilíbrio com as necessidades sócio-econômicas. Esta Norma especifica os requisitos que permitem que uma organização alcance os resultados pretendidos e definidos para seu sistema de gestão ambiental."

Enquanto legislações específicas, como a Diretiva RoHS (*Restriction of Hazardous Substances*) da União Europeia, tem como objetivo "Regular a fabricação, importação e distribuição de equipamentos eletrônicos e elétricos (EEE), restringindo o uso de substâncias perigosas, dentre elas: Cádmio (Cd) Mercúrio (Hg) Chumbo (Pb)"

Além de programas de certificação, como o *Energy Star*, conforme mencionado por Becka Brolinson (2022) "*Energy Star* é uma iniciativa significativa que visa promover a eficiência energética em edifícios, particularmente no setor comercial. Essa certificação é parte de um esforço mais amplo para reduzir o consumo de energia em edifícios por meio de várias políticas e programas."

Essas regulamentações buscam garantir que o avanço tecnológico seja acompanhado de responsabilidade ambiental, impulsionando o desenvolvimento de soluções tecnológicas mais sustentáveis.

Dentro do âmbito do cabeamento estruturado, essa estratégia é crucial, pois abrange a escolha de materiais e técnicas que, além de satisfazerem as demandas precisas, também minimizam a pegada de carbono e o desperdício.

De acordo com Haikan (2024) "O cabeamento estruturado sustentável, como o próprio nome sugere, é aquele que se baseia nos fundamentos da sustentabilidade. Isso significa que ele procura atender às carências vigentes sem prejudicar o que as futuras gerações vão precisar. Esse tipo de cabeamento procura reduzir os impactos no meio ambiente, na sociedade e na economia, enquanto aumenta as vantagens para usuários, clientes e a sociedade como um todo. O sistema abrange desde a seleção dos materiais, o desenho, a

implantação, o funcionamento, a conservação e o descarte do cabeamento estruturado, até a administração e a regulação das redes de comunicação. Além disso, ele também leva em conta o ciclo de vida dos produtos e serviços, buscando aproveitar melhor os recursos e, dessa forma, evitar o desperdício.”

Um exemplo disso é a escolha por cabos de fibra óptica, que são mais eficientes em consumo de energia e apresentam uma durabilidade superior, o que, por sua vez, ajuda a diminuir o impacto ambiental. Cabos de cobre revestidos com materiais recicláveis, sistemas de gerenciamento de cabos que facilitam a reutilização e o uso de fontes de energia *Power over Ethernet* (PoE), que reduzem a necessidade de cabos e consumo de energia adicionais e entre outras escolhas que podem contribuir para uma infraestrutura de rede mais ecológica e eficiente.

A adoção de práticas sustentáveis no cabeamento estruturado abrange também a seleção de fornecedores que utilizam processos de produção ambientalmente corretos, a escolha de materiais recicláveis e a administração adequada do ciclo de vida dos equipamentos. A organização metódica dos cabos, acompanhada de documentação apropriada e manutenção periódica, não só melhora o desempenho das redes, como também previne a produção de resíduos eletrônicos desnecessários.

Conforme afirma Haikan (2024) “Empresas que valorizam essas práticas evidenciam seu comprometimento com a responsabilidade socioambiental, ajudando a construir um futuro mais sustentável e a preservar os recursos naturais para as gerações vindouras.”

2.5 IMPORTÂNCIA DA SUSTENTABILIDADE EM TI

A sustentabilidade se tornou uma preocupação significativa para os consumidores modernos. As empresas que adotam práticas sustentáveis podem atender melhor às expectativas de seus clientes, que cada vez mais preferem produtos e serviços que sejam ecologicamente corretos, segundo Bruno Ordones (2023) “Uma administração empresarial sustentável estabelece as medidas e iniciativas que a organização adotará, levando em conta a ética e o respeito ao meio ambiente, atendo não somente seus clientes mas também a importância da sustentabilidade em TI.”

De acordo com Richard York e Eugene A. Rosa, em seu estudo sobre o impacto ambiental da TI (2003), argumentam que a adoção de práticas sustentáveis pode mitigar os efeitos negativos do crescimento tecnológico. Eles destacam a importância de políticas que promovam o uso eficiente de recursos e a redução de resíduos eletrônicos.

No livro "*Computers and the Environment: Understanding and Managing Their Impacts*" os autores Eric Williams e Ruediger Kuehr, examinam como a TI contribui para problemas ambientais e como práticas sustentáveis podem reduzir esses impactos. Eles argumentam que a sustentabilidade na TI não só é essencial para proteger o meio ambiente, mas também para garantir a viabilidade a longo prazo do próprio setor.

O Qubit Labs explica que “A sustentabilidade em TI envolve desde a fabricação até a gestão e o descarte de equipamentos tecnológicos de maneira a minimizar o impacto ambiental. Empresas como Apple, Dell, e Google são exemplos de organizações que implementam práticas de TI sustentável para melhorar a eficiência energética e reduzir as emissões de carbono, como o uso de energia renovável e a reciclagem de materiais eletrônicos.”

Considerando tais informações, pode-se considerar a importância da sustentabilidade na área de TI na capacidade de auxiliar as organizações a reduzir o impacto ambiental causado pelas tecnologias utilizadas, além de contribuir para a redução de despesas e melhorar a reputação das empresas.

Medidas sustentáveis, como a adoção de fontes de energia limpa, o reaproveitamento de componentes eletrônicos e a implementação de soluções mais eficientes, a exemplo da computação em nuvem, são essenciais para diminuir o consumo de recursos naturais e minimizar a geração de resíduos.

2.6 LUCIDCHART

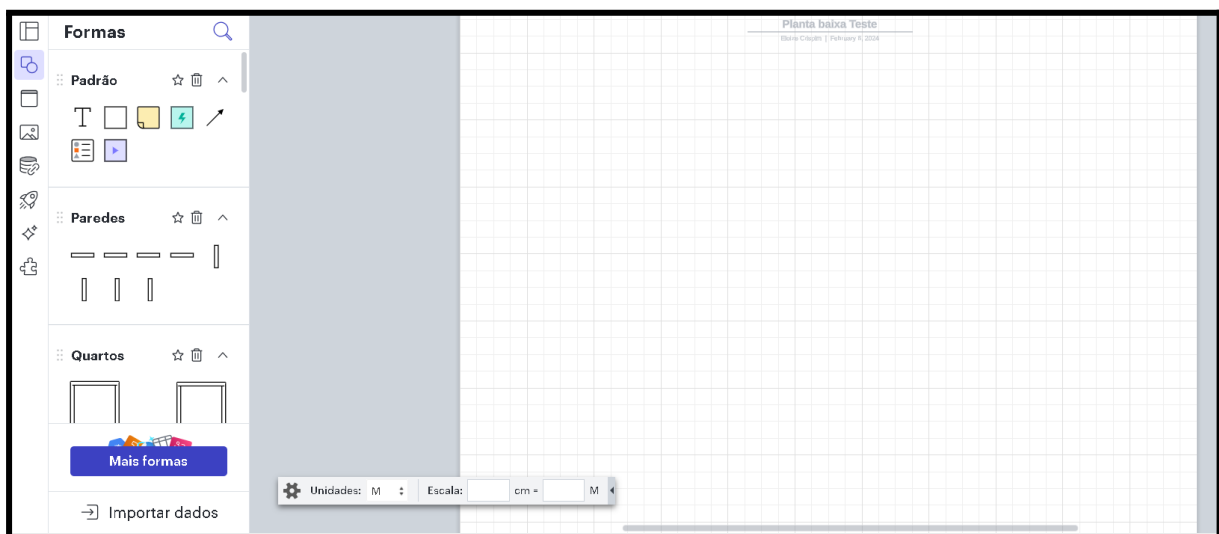
A fim de concretizar o projeto, foi indispensável a utilização de uma plataforma capaz de gerar plantas-baixas, na qual houvesse uma vasta gama de templates e formas, simplificando assim a representação visual das ideias. Dentre diversas opções de plataformas, foi escolhido o *Lucidchart*, que é uma ferramenta de diagramação e visualização que desempenha um papel essencial na criação de plantas-baixas eficientes.

Essa plataforma baseada na nuvem oferece recursos avançados de desenho que simplificam o processo de criação de *layouts* arquitetônicos e plantas baixas detalhadas.

Com uma interface intuitiva e fácil de usar, permitindo aos usuários criar projetos de forma rápida, eficiente e uma ampla variedade de formas e elementos gráficos específicos para arquitetura. O *Lucidchart* facilita a representação visual precisa de espaços, dimensões e disposições de ambientes. O seu *layout* e funcionamento tem as seguintes características:

- **Área de trabalho central:** A área de trabalho é onde os usuários criam e editam seus projetos. É aqui que você arrasta e solta formas, conecta elementos, adiciona texto e personaliza o *layout* do seu projeto, como mostra a figura 11.

Figura 11 - Área de trabalho central do *LUCIDCHAR*



Fonte: Autoria Própria.

- **Barra de ferramentas:** A barra de ferramentas fornece acesso rápido a todas as ferramentas e recursos necessários para criar e editar projetos. Isso inclui ferramentas para adicionar formas, linhas, texto, imagens e muito mais. Também pode incluir opções de formatação, alinhamento e distribuição de elementos, como podemos ver na figura 12.

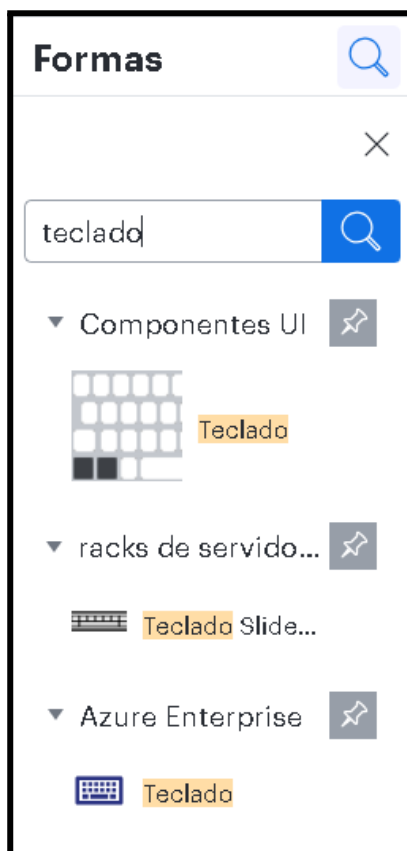
Figura 12 - Barra de ferramentas do *LUCIDCHAR*



Fonte: Autoria Própria.

- **Biblioteca de formas:** O *Lucidchart* oferece uma ampla gama de formas pré-construídas que os usuários podem arrastar e soltar em seus projetos. Essas formas são organizadas em categorias para facilitar a localização e incluem tudo, desde formas básicas como retângulos e círculos até ícones específicos para diferentes tipos de projetos. A figura 13 mostra um exemplo.

Figura 13 - Biblioteca de formas do *LUCIDCHART*



Fonte: Autoria própria.

- **Recursos de colaboração:** O *Lucidchart* oferece recursos robustos de colaboração que permitem que várias pessoas trabalhem em um projeto simultaneamente. Os usuários podem compartilhar projetos com colegas, conceder permissões de edição ou visualização e fazer comentários diretamente no projeto. Como mostra a figura 14.

Figura 14 - Recursos de colaboração do *LUCIDCHART*



Fonte: Autoria própria.

A utilização da ferramenta proporcionou uma maneira mais fácil de observar as diversas fases do projeto e de unir os componentes essenciais, assegurando que todos os requisitos funcionais e estéticos fossem atendidos. Com isso, a utilização do Lucidchart não só melhorou a excelência do planejamento da planta baixa para o projeto na Escola Municipal José Ribeiro da Costa, como também garantiu uma comunicação precisa e eficaz entre todos os participantes do projeto, fazendo com que a observação da planta fosse algo simples.

3. ESTUDO DE CASO

A seguir é apresentado o estudo de caso motivador para o desenvolvimento deste trabalho.

3.1. SITUAÇÃO ATUAL DA ESCOLA MUNICIPAL JOSÉ RIBEIRO DA COSTA

Para dar início ao projeto, foi necessário conhecer a atual situação de rede e seu cabeamento na Escola Municipal José Ribeiro da Costa. A escola possui quatro cômodos com equipamentos de redes e todos eles necessitam de mudanças técnicas. O atual sistema de cabos não possui nenhum planejamento, o que resulta em uma rede desorganizada e mal gerenciada, trazendo problemas e despesas.

Uma rede que foi cuidadosamente planejada tem a finalidade de criar uma fundamentação robusta para o funcionamento eficaz da sua infraestrutura, considerando a durabilidade do sistema e evitando a segregação dos cabos utilizados para a transmissão dos sinais de dados e controle, entre outros aspectos.

Dessa forma, podemos ter consciência de que uma escola que investe no cabeamento estruturado, garante não apenas a segurança e a prevenção contra problemas técnicos, que sem essa precaução pode deixar o sistema ineficaz, mas também, que a infraestrutura a longo prazo seja eficiente e capaz de adaptação em um ambiente tecnológico em constante evolução.

A Figura 15 apresenta a fachada da Escola Municipal José Ribeiro da Costa.

Figura 15 - E.M.J.R.C.



Fonte: Autoria Própria

Nas próximas seções será possível observar o cenário atual dos quatro cômodos que possuem os equipamentos de redes.

3.1.1 SECRETARIA

A secretaria pode-se considerar um dos setores mais significativos para a escola, onde todos os registros, arquivos de documentação dos alunos e dos funcionários são guardados. A Secretaria possui 4 metros de lado e 3,24 metros de base.

No ambiente, estão conectados todos os componentes eletrônicos em uma mesma extensão, a maneira como tais dispositivos têm sido usados não pode ser considerada das mais apropriadas pois não houve critério algum com o que vai ser conectado. O resultado é a sobrecarga, perigo de curtos circuitos, deformações pelo superaquecimento e até o funcionamento anormal. O uso dessas extensões deve ser feito com critério, de modo a não superar a capacidade de fornecimento de corrente da tomada em que ele será.

A Tabela 1 apresenta os equipamentos de rede que compõem a secretaria.

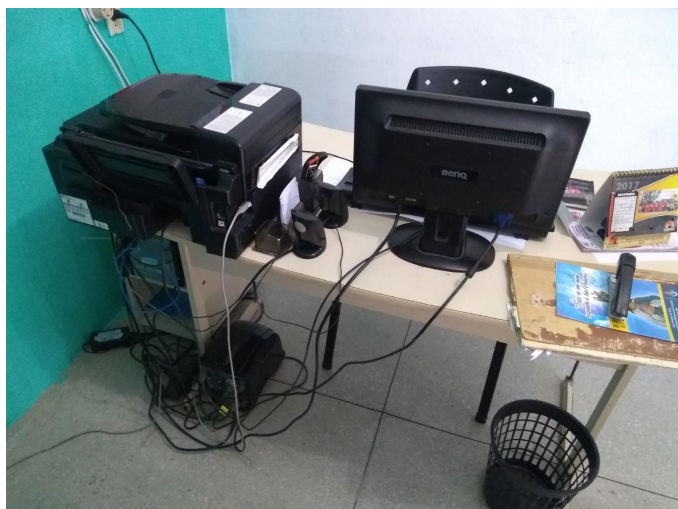
Tabela 1 - equipamentos da secretaria.

EQUIPAMENTOS	QUANTIDADE
Impressora;	1
Computador;	1
Fonte;	1
Roteador;	1
Cabo de rede de 2,20 metros;	1
Tomada;	1
Extensão de dois (2) conectores.	1

Fonte: Autoria Própria.

As figuras 16, 17, 18 e 19 mostram a atual situação da secretaria da escola.

Figura 16 - Secretaria



Fonte: Autoria Própria

Figura 17 - Secretaria



Fonte: Autoria Própria

Figura 18 - Secretaria



Fonte: Autoria Própria

Figura 19 - Secretaria



Fonte: Autoria Própria

3.1.2 BIBLIOTECA

A biblioteca da escola já não é mais um lugar restrito só aos livros, os conteúdos são mais acessíveis on-line e a Escola Municipal José Ribeiro da Costa já se adaptou a este padrão. A biblioteca é um dos maiores cômodos da escola, a sala possui 5,47 metros de lado e 5,68 metros de base, portanto, a área da sala é de aproximadamente 31,0496 metros quadrados.

Durante a visita, foi notório que as mesas onde os computadores estão são de diferentes modelos e algumas não são especificamente para computadores, o que deixa a sala despadronizada e fora de uma estrutura correta. No modelo de biblioteca atual, é usado duas CPU'S para dez computadores, isso foi possível através do programa Buddy, que permite até cinco usuários realizarem independentemente, tarefas em estações de trabalho como se fossem um computador individual, apenas adicionando monitores, teclados, mouses e caixas de som a um computador.

Atualmente, os equipamentos de rede da biblioteca carecem de qualquer forma de organização ou coesão, e essa falta de ordem é claramente perceptível. Todos os meios de transmissão estão despadronizados, sem canaletas que os protejam, expondo-os e sem cumprir qualquer regularidade nos comprimentos dos cabos de rede.

A tabela 2 apresenta os equipamentos que compõem a biblioteca.

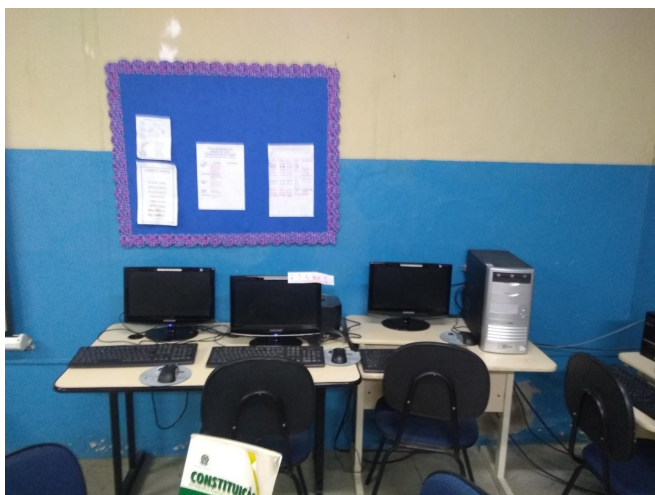
Tabela 2 - equipamentos da biblioteca.

EQUIPAMENTOS:	QUANTIDADE
Monitores;	10
CPU's;	2
Estabilizadores;	2
Impressora;	1
Cabo de rede;	1
Extensão;	1
Tomadas.	4

Fonte: Autoria Própria.

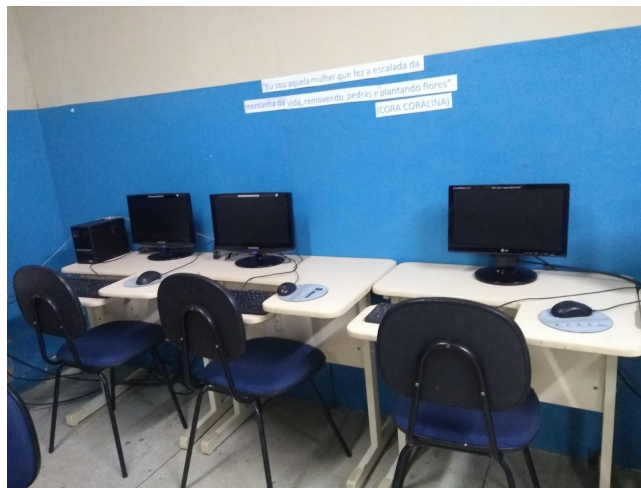
As figuras 20, 21, 22, 23, 24 e 25 mostram a atual situação da biblioteca da escola.

Figura 20 - Biblioteca



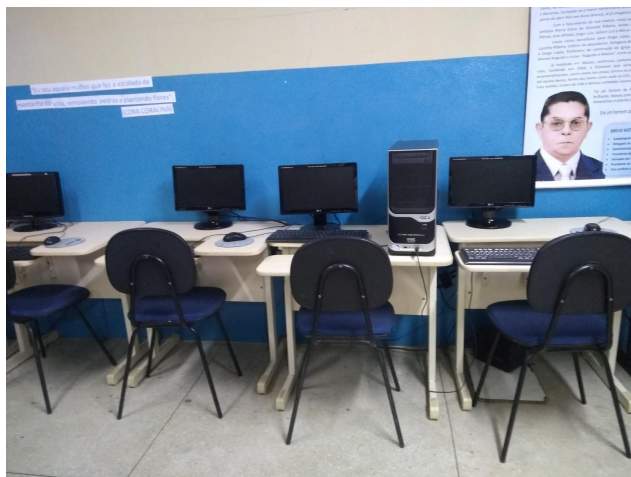
Fonte: Autoria Própria

Figura 21- Biblioteca



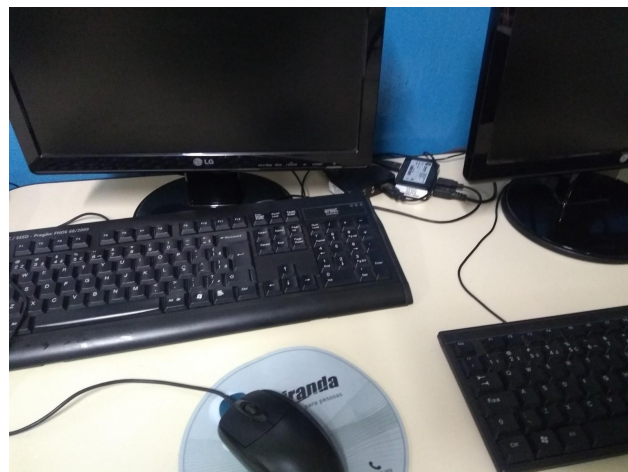
Fonte: Autoria Própria

Figura 22 - Biblioteca



Fonte: Autoria Própria

Figura 23- Biblioteca



Fonte: Autoria Própria

Figura 24 - Biblioteca



Fonte: Autoria Própria

Figura 25 - Biblioteca



Fonte: Autoria Própria

Conforme podemos ver nas imagens 24 e 25, o cabo de rede exclusivo da biblioteca se estende do roteador da secretaria, passando pelo teto sem qualquer tipo de proteção.

3.1.3 DIRETORIA

A diretoria é onde toda a organização pedagógica e tarefas administrativas são realizadas. O setor é fundamental para toda a comunidade escolar, afinal é onde coordena todos os processos da instituição de ensino. A Diretoria possui 4 metros de lado e 3,24 metros de base. Na estrutura atual da diretoria o layout do setor está mal projetado, deixando os equipamentos longe da tomada elétrica resultando no não funcionamento da sala.

A tabela 3 apresenta os equipamentos de rede que compõem a diretoria.

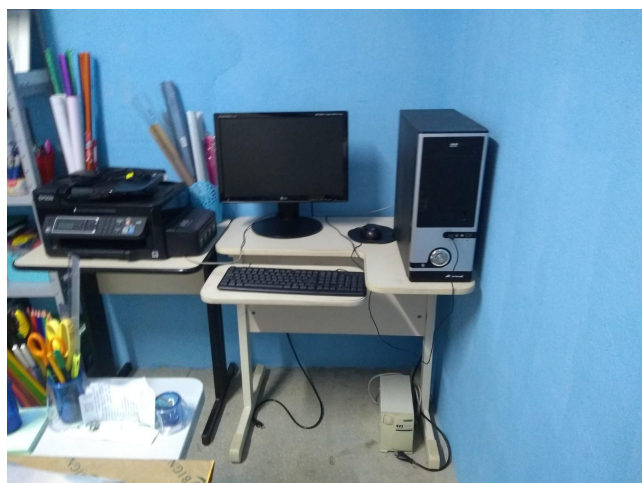
Tabela 3 - equipamentos da diretoria.

EQUIPAMENTOS:	QUANTIDADE
Computador;	1
Impressora;	1
Fonte;	1
Tomada.	1

Fonte: Autoria Própria.

As figuras 26 e 27 mostram a atual situação da diretoria da escola.

Figura 26 - Diretoria



Fonte: Autoria Própria

Figura 27- Diretoria



Fonte: Autoria Própria

3.1.4 SALA DE MÚSICA

A sala de Música possui equipamentos de redes. O ambiente possui 5,30 metros de lado e 6,90 metros de base. O setor não possui internet, os equipamentos são utilizados para recursos básicos.

A tabela 4 apresenta os equipamentos de rede que compõem a sala de música.

Tabela 4 - equipamentos da sala de música

EQUIPAMENTOS	QUANTIDADE
Computador;	1
Impressora;	1
Extensão com três conectores;	1
Tomada.	1

Fonte: Autoria Própria.

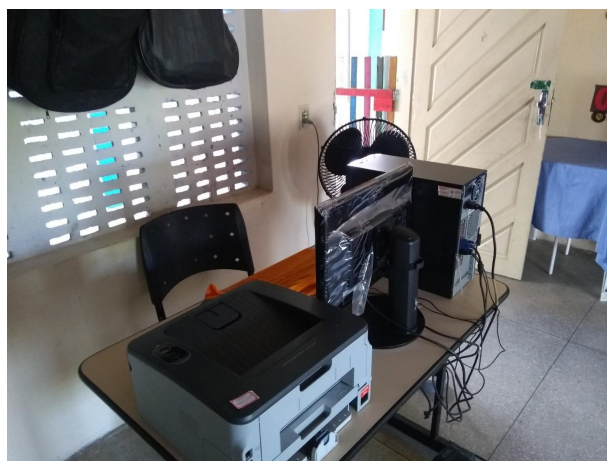
As figuras 28 e 29 mostram a atual situação da sala de música da escola.

Figura 28 - Sala de Música



Fonte: Autoria Própria

Figura 29 - Sala de Música



Fonte: Autoria Própria

3.2 ESTUDO DE VIABILIDADE PARA A ESCOLA MUNICIPAL JOSÉ RIBEIRO DA COSTA

Na seção anterior, foi apresentada a desorganização da estrutura da rede. Além dessa desorganização, a infraestrutura atual causa problemas práticos, como baixa velocidade de conexão, intermitências, falhas na comunicação, dificuldades de manutenção e etc.

O projeto de uma nova estrutura de cabeamento sustentável para a escola irá proporcionar uma série de benefícios significativos, melhorando a conectividade, a eficiência e a capacidade de oferecer serviços de tecnologia educacional de qualidade.

Como exemplo:

1. Conectividade confiável.
2. Melhor desempenho de rede.
3. Suporte para tecnologia educacional.
4. Acesso à Internet mais rápido.
5. Segurança da rede.
6. Redução de custos de manutenção.
7. Facilidade de gerenciamento.
8. Flexibilidade futura.
9. Melhor experiência do aluno.
10. Conformidade com normas.

O projeto de um sistema de cabeamento estruturado sustentável na escola foi cuidadosamente desenvolvido para atender de forma abrangente e eficaz às crescentes necessidades de conectividade e tecnologia da instituição. Com base em uma análise detalhada das demandas atuais e futuras, o projeto é para garantir uma infraestrutura de rede robusta e escalável, capaz de suportar não apenas o acesso à internet de alta velocidade em todas as áreas da escola, mas também a integração de dispositivos e recursos tecnológicos no ambiente educacional.

3.2.1. ANÁLISE DE SUSTENTABILIDADE

Além do projeto de uma nova estrutura de cabeamento para a escola, uma das propostas feitas será toda voltada para a computação verde, com um orçamento completo considerando várias práticas que promovem a sustentabilidade, como:

1. Escolha de Materiais Sustentáveis.
2. Eficiência Energética.
3. Organização e Manutenção.
4. Gestão de Resíduos.
5. Educação e Sensibilização.
6. Benefícios a Longo Prazo.

4. METODOLOGIA

A seguir são apresentados os materiais e métodos utilizados para o desenvolvimento deste trabalho.

4.1 MATERIAL

No desenvolvimento do projeto apresentado neste estudo, empregou-se a ferramenta *Lucidchart* para a elaboração do projeto na Escola Municipal José Ribeiro da Costa. As principais funcionalidades dessa ferramenta foram minuciosamente detalhadas na seção 2.6 deste documento.

4.2 MÉTODOS

Após o estudo e revisão da literatura sobre os principais aspectos envolvendo os conceitos de redes, cabeamento e norma brasileira, foi realizada uma visita na instituição em que o projeto foi proposto. A visita teve como propósito realizar um levantamento das urgências, possibilitando a identificação das necessidades específicas da escola. Isso incluiu a análise da atual capacidade da infraestrutura de TI, verificação das dificuldades de conexão, identificação das áreas que precisam de melhorias tecnológicas e compreensão dos requisitos para a comunicação de dados e voz.

Com base nas pesquisas sobre as normas e a avaliação da escola, foi concebido um projeto de cabeamento para atender às necessidades específicas da escola e garantir sua eficiência e eficácia.

A criação da planta baixa e tridimensional de cabeamento estruturado foi realizada no *software Lucidchart*, com intuito de representar visualmente os espaços físicos e a distribuição dos componentes e sistemas, permitindo que todos os envolvidos compreendam facilmente como o projeto foi feito.

4.2.1. PRÁTICAS DE SUSTENTABILIDADE

No desenvolvimento deste projeto, também foi realizado um estudo aprofundado das leis relacionadas à sustentabilidade, como a Lei nº 12.305/2010, que institui a Política

Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). Essa legislação foi essencial para orientar a implementação de práticas de computação verde e sustentabilidade no projeto.

A partir da compreensão dessas normas, foi elaborada uma tabela com práticas totalmente sustentáveis, priorizando materiais e ações que reduzissem o impacto ambiental. O estudo da PNRS, por exemplo, guiou a escolha de materiais recicláveis e processos que minimizem a geração de resíduos. Essas atividades garantem que o projeto não só atenda às necessidades tecnológicas da escola, mas também contribua para a preservação do meio ambiente e o cumprimento das diretrizes legais.

5. RESULTADOS

Nesta seção, são apresentados os resultados e projetos obtidos por meio da pesquisa realizada. Os resultados proporcionam percepções valiosas sobre o cabeamento estruturado, ajudando a expandir o entendimento nesse campo.

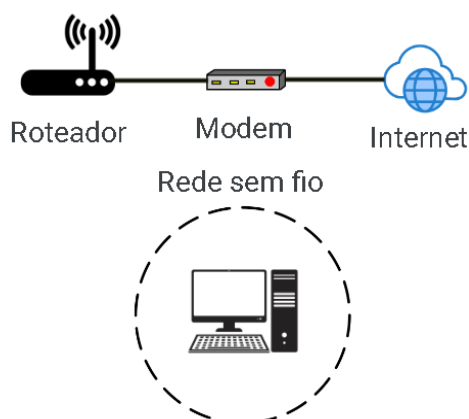
5.1 PROJETO DE CABEAMENTO ESTRUTURADO PARA A ESCOLA MUNICIPAL JOSÉ RIBEIRO DA COSTA

O projeto elaborado para a escola teve como objetivo atender às necessidades específicas de cada ambiente que precisasse de instalação de cabos ou equipamentos de rede.

No projeto para a Escola Municipal José Ribeiro da Costa foi decidido recomendar redes sem fio (*WLAN - Wireless Local Area Network*) nos cômodos da Diretoria, Secretaria e Sala de Música, devido ao tamanho reduzido desses espaços. Essa escolha permite uma infraestrutura mais flexível e adaptável, garantindo uma conexão eficiente e estável para os dispositivos nessas áreas.

A Figura 30 apresenta um típico cenário de rede local (LAN), um computador conectado sem fio a um roteador (roteador sem fio). Independente do meio de conexão ou transmissão, todos os três cômodos compartilham dos mesmos recursos e privilégios da rede.

Figura 30- Redes sem Fio - WLAN (Wireless Local Area Network)



Fonte: Autoria Própria

As conexões sem fio, conhecidas como rede Wi-Fi (no padrão IEEE 802.11), vêm ganhando cada vez mais destaque na sociedade, devido à crescente utilização em variados ambientes.

Na biblioteca, também conhecida como laboratório de informática, optar-se-á pelo cabeamento estruturado devido à sua maior necessidade e pelos benefícios adicionais de segurança, velocidade e conexão estável que o cabeamento estruturado oferece.

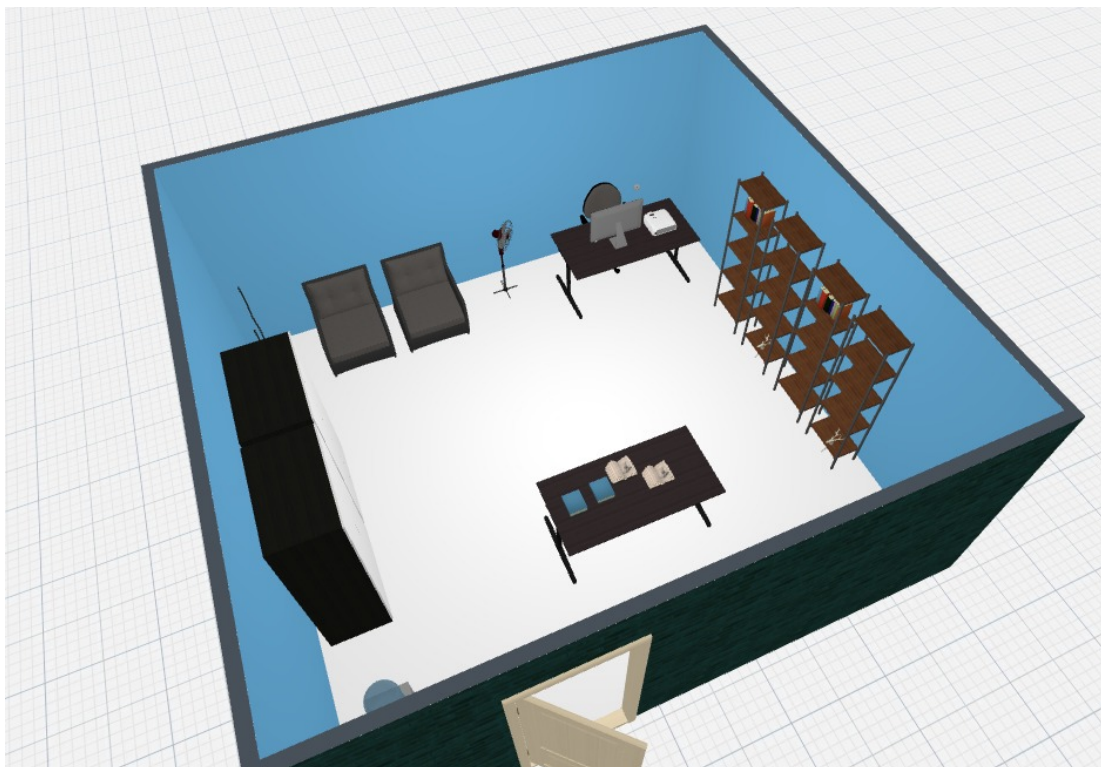
Nas próximas seções, pode-se observar como ficariam os cômodos após a implementação do projeto sustentável.

5.1.1 DIRETORIA

Para a diretoria, além de adotar a rede sem fio no cômodo, também será necessária uma mudança no layout dos móveis, pois, no cenário atual do setor, os equipamentos da área de trabalho estão sem uso pelo mau posicionamento, onde esses equipamentos ficam longe da tomada elétrica. No novo cenário seria modificado, essa alteração seria essencial para uma melhor distribuição das tomadas, garantindo assim um ambiente mais funcional e eficiente para o uso rotineiro da escola.

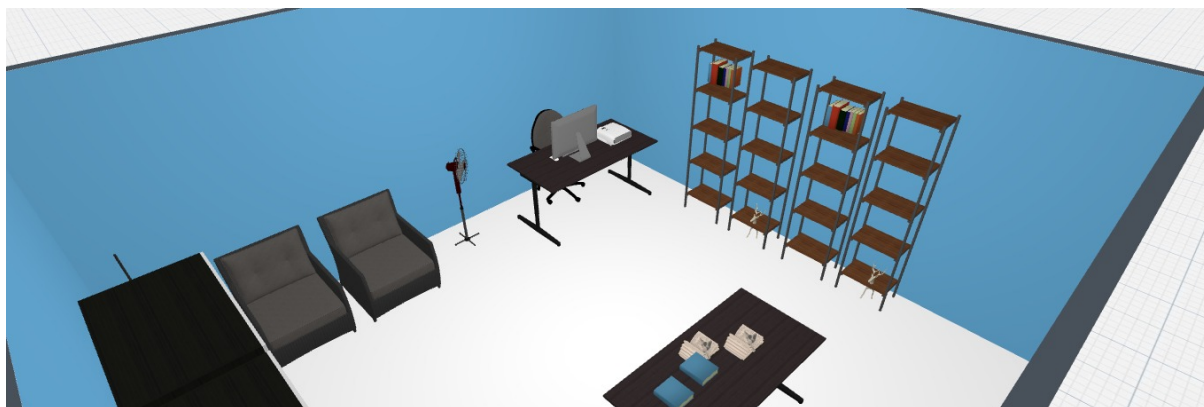
Na figura 31 e 32, podemos ver, de forma tridimensional, como o setor seria afetado pela alteração no layout para o funcionamento dos dispositivos.

Figura 31 - Planta 3D da diretoria



Fonte: Autoria Própria.

Figura 32 - Planta 3D da diretoria



Fonte: Autoria Própria

5.1.2 SECRETARIA

Para a secretaria, estão sendo propostas melhorias significativas para aprimorar o ambiente de trabalho e a conectividade. Como parte destas mudanças, seria instalada uma tomada tripla, visando facilitar o acesso à energia elétrica, o que proporcionará maior praticidade e eficiência no

uso de equipamentos, eliminando assim a confusão de cabos anteriormente existente.

Adicionalmente, a sala será adaptada para acomodar os dispositivos da nova rede wireless, assegurando uma cobertura eficaz e estável para todos os colaboradores no local de trabalho.

Nas imagens 33 e 34, é possível notar que a sala teria uma aparência mais limpa sem a desordem dos fios, o que tornaria o ambiente mais propício para o desempenho das tarefas.

Figura 33 - Planta 3D da Secretaria



Fonte: Autoria Própria.

Figura 34 - Planta 3D da Secretaria



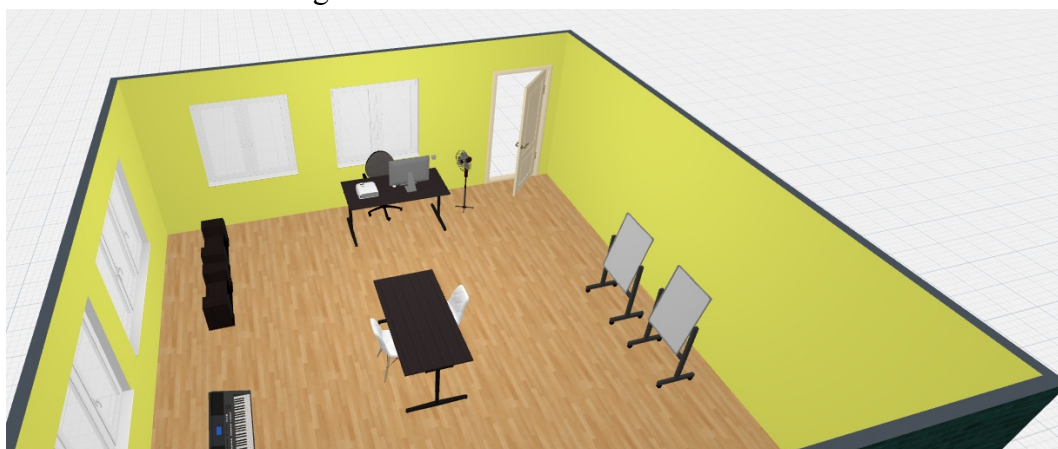
Fonte: Autoria Própria

5.1.3 SALA DE MÚSICA

Nossa proposta para a sala de música envolve alguns aprimoramentos visando estabelecer um ambiente mais ordenado e prático. Uma das melhorias planejadas é a instalação de uma tomada tripla, que permitirá a conexão direta dos equipamentos à parede, eliminando a necessidade de extensões e minimizando a bagunça dos fios.

Além disso, sugerimos uma pequena modificação na disposição dos móveis para otimizar o aproveitamento do espaço e facilitar a circulação, como podemos observar nas figuras 35 e 36.

Figura 35 - Planta 3D da Sala de Música



Fonte: Autoria Própria.

Figura 36 - Planta 3D da Sala de Música



Fonte: Autoria Própria.

5.1.4 BIBLIOTECA (LABORATÓRIO DE INFORMÁTICA)

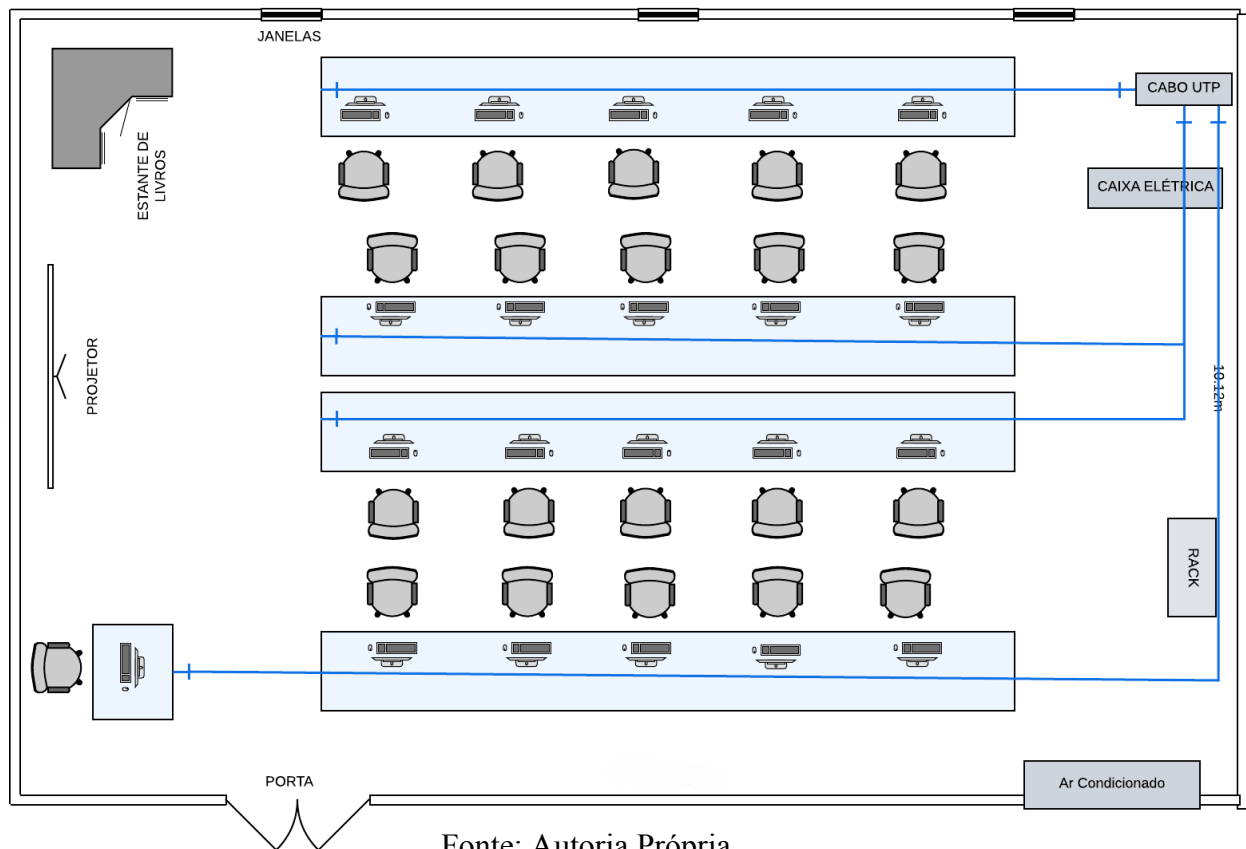
A biblioteca, atualmente cogitada para ser renomeada como laboratório de informática, terá à sua disposição quatro mesas de concreto medindo 4,30 metros cada. A disposição será a seguinte: duas mesas alinhadas em cada parede e outras duas mesas posicionadas uma de frente para a outra, no centro da sala. Cada mesa estará equipada com cinco computadores completos, incluindo mouses, teclados, gabinetes, monitores e estabilizadores. A mesa destinada ao professor será localizada à esquerda da sala, equipada com um computador completo.

Como também se trata de uma biblioteca, no lado esquerdo, próximo a parede, possui uma estante com os livros que a escola possui e ao centro da sala, ao lado esquerdo também, possui um projetor para uso dos professores e estudantes.

O cabeamento de rede estruturada será conduzido do rack até os computadores por meio de eletrodutos, enquanto o cabeamento de energia elétrica seguirá o mesmo trajeto até a caixa elétrica localizada no fundo da sala de aula, com eletrodutos separados.

Para controlar a entrada de calor solar, recomenda-se a instalação de cortinas nas janelas, contribuindo para a eficiência do ar-condicionado - equipamento também obrigatório, a ser dimensionado de acordo com o espaço da sala, conforme demonstrado na Figura 37, que refere-se a planta baixa do *layout* que a sala teria.

Figura 37- Planta da biblioteca/laboratório de informática



Fonte: Autoria Própria.

Para uma análise mais minuciosa e precisa, foi elaborada uma representação tridimensional, possibilitando uma compreensão mais clara de como o projeto se apresentaria. As figuras 37 e 38 exibem esse modelo em 3D, o qual é uma adaptação da planta baixa de acordo com as funcionalidades do software empregado na sua criação.

Figura 38- Planta 3D da biblioteca/laboratório de informática



Fonte: Autoria Própria.

Figura 39- Planta 3D da biblioteca/laboratório de informática



Fonte: Autoria Própria.

É fundamental ter em mente que as plantas apresentadas não foram criadas por profissionais de arquitetura ou engenharia. Por isso, é sugerido que, caso a instituição escolar opte por executar o projeto, solicite a avaliação e o aprimoramento dessas plantas a um arquiteto ou

engenheiro capacitado. Esses especialistas possuem a expertise técnica essencial para assegurar a exatidão, a factibilidade e a segurança do projeto.

5.1.4.1 DESCRIÇÃO DOS EQUIPAMENTOS

Foram realizados cálculos para dimensionar todos os equipamentos levando em conta o comprimento da sala, a quantidade de computadores e os requisitos estabelecidos pela NBR:14565 para a instalação de cabeamento estruturados em edifícios comerciais. Com essa metodologia, assegura-se que o espaço seja otimizado e equipado adequadamente para atender às demandas dos estudantes, criando assim um ambiente de estudo eficaz.

Para equipar o laboratório de informática, será preciso ter 21 computadores disponíveis, um será destinado ao professor e os outros 20 serão utilizados pelos estudantes. Recomenda-se que esses computadores possuam um processador Intel Core i5, 8GB de RAM, 1TB de armazenamento e um monitor de 21 polegadas. Com essa configuração, é garantido um desempenho satisfatório para as atividades educacionais e uso cotidiano, atendendo perfeitamente às demandas dos usuários do laboratório.

Conforme mencionado pela norma brasileira, é necessário implementar um sistema de cabeamento estruturado para suportar voz, dados e imagens, em conformidade com as normas ANSI/TIA-568-C.2 e ISO/IEC 11801, Categoria 5e. Esse cabeamento será utilizado para interligar os painéis de distribuição (*Patch Panels*) aos conectores nas áreas de trabalho, conhecido como cabeamento horizontal ou secundário. As principais características do cabo consistem em condutores sólidos de cobre nu, 24 AWG, isolados com polietileno de alta densidade. A estimativa é que seja necessário utilizar 300 metros de cabos UTP nesse projeto.

Os conectores são peças fundamentais em um laboratório de informática, pois garantem a conexão adequada dos equipamentos de rede. Estes materiais serão conduzidos pela regulamentação ANSI/TIA/EIA-568B.2, referente ao cabeamento horizontal ou secundário, destinado para uso interno, para conexão em pontos de acesso na área de trabalho, visando as tomadas de serviços em sistemas de cabeamento estruturado.

Os conectores macho RJ-45 serão utilizados para conectar os cabos de rede aos computadores, switches, roteadores e outros dispositivos de rede. Já os conectores fêmea RJ-45 serão utilizados nos patch panels, permitindo a conexão dos cabos de rede de forma organizada e de fácil manutenção. Ambos os tipos de conectores são essenciais para garantir uma rede de comunicação eficiente e confiável no ambiente do laboratório.

As 500 anilhas de organização serão utilizadas para fixar os cabos, mantendo-os organizados e evitando emaranhados e as etiquetas de identificação serão aplicadas nos fios para facilitar a identificação, essas etiquetas geralmente contêm informações como o tipo de fio, a função, o destino, ou qualquer outra informação relevante para a identificação rápida e precisa.

Os 315 metros de cabo elétrico de 2,5mm² nas cores vermelho, azul e verde serão utilizados para realizar as conexões elétricas de forma segura e adequada, seguindo as normas técnicas.

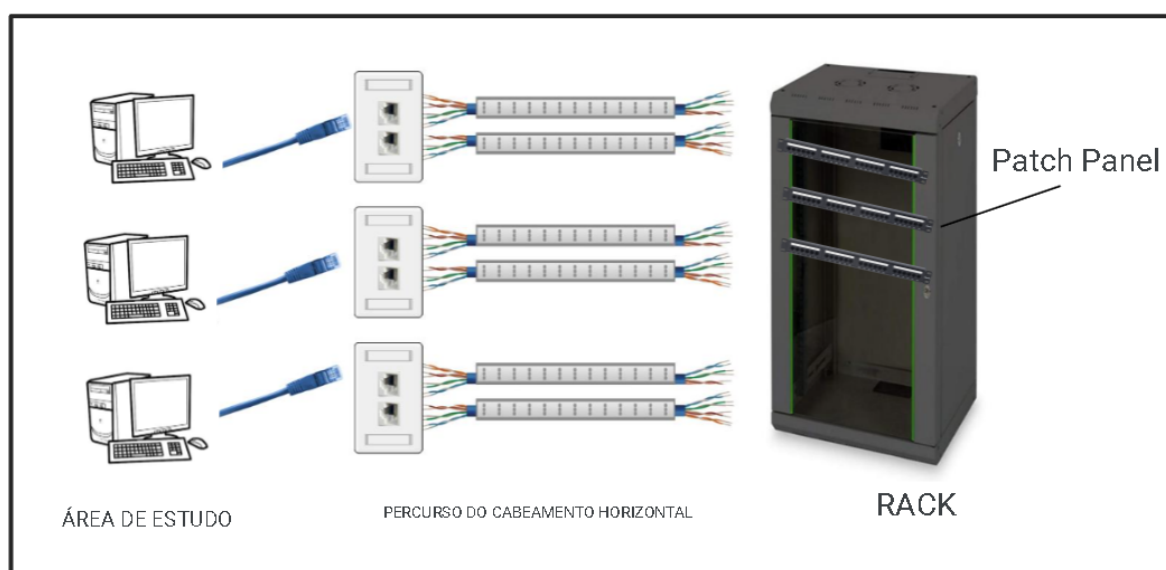
O eletroduto de 100 metros é utilizado para proteger os cabos elétricos de danos mecânicos e garantir a segurança da instalação elétrica, além de garantir a integridade dos fios e reduzir interferências externas. Simultaneamente com eletrotudo, serão instaladas 50 metros de canaletas, que serão responsáveis pela proteção dos cabos por trançado.

As 13 tomadas elétricas de 3 pinos acopladas com TO's, são fundamentais para conectar os equipamentos à rede elétrica de forma segura e padronizada.

O rack será responsável pela acomodação dos dispositivos de rede, garantindo um ambiente de trabalho organizado e seguro. Além disso, o rack também contribui para a estética e a segurança do ambiente, protegendo os equipamentos e os cabos de eventuais danos.

A Figura 39 ilustra, de forma geral, como as disposições dos aparelhos de rede seriam, levando em conta as normas estudadas ao longo deste projeto.

Figura 40 - Disposição dos aparelhos de rede.



Fonte: autoria própria.

Para o projeto do laboratório de informática, o cabeamento horizontal percorrerá pelo teto, garantindo uma instalação limpa e organizada. Essa escolha permite uma distribuição eficiente dos cabos, evitando possíveis interferências e facilitando futuras manutenções.

A sala precisa estar equipada com um aparelho de ar condicionado para manter a temperatura adequada de 22°C e uma umidade máxima de 40%. Considerando o volume de ar do ambiente, a opção mais indicada seria um ar condicionado do tipo Split no teto, com capacidade de 48.000 BTUs, voltagem de 380v trifásico e utilizando gás refrigerante R410A, um gás ecológico.

Para atender aos requisitos do firewall, será necessário um computador de última geração dedicado, equipado com duas placas de rede.

5.1.5 ORÇAMENTOS

Dois esquemas de orçamento foram elaborados de acordo com preços do mercado atual, um levando em conta valores mais acessíveis e o outro com valores mais altos, uma terceira tabela foi feita com práticas sustentáveis, seguindo as normas e leis de sustentabilidade na área de TI. A tabela com práticas sustentáveis encontra-se na seção 5.1.6, onde foi detalhado precisamente sua realização.

A primeira tabela de orçamento traz valores mais econômicos considerando os equipamentos de rede necessários para o projeto, que oferecem um bom custo-benefício. Somando todos os equipamentos básicos, o custo total ficaria em torno de R\$29.773,57.

A segunda tabela de orçamento, para um valor mais elevado, focamos em equipamentos de rede de maior desempenho e recursos adicionais. Considerando essas escolhas mais robustas, o custo total dos equipamentos mais avançados seria de aproximadamente R\$46.250,52.

Tabela 5 - Primeira tabela de orçamento

ITEM	DESCRIÇÃO	QUANTIDADE	PREÇO UNITÁRIO (R\$)	PREÇO TOTAL (R\$)	REFERÊNCIA	DATA DE ACESSO
01	Mão de obra (instalação)	1	750,00	750,00	-	-
02	Mão de obra (manutenção)	1	750,00	750,00	-	-
03	Cabo elétrico	315 M	104,00 (100 M)	312,00	Mercado Livre, disponível em: < produto.mercadolivre.com.br >	25 jul. 2024
04	Patch panel	1	135,00	135,00	EDcabos, disponível em: < edcabos.com >	23 jul 2024
05	Conector Fêmea RJ-45	100	9,99	999,00	Mercado Livre, disponível em: < produto.mercadolivre.com.br >	4 mai. 2024
06	Conector Macho RJ-45	100	0,45	45,00	Casa do Eletricista, disponível em: < casadoeletricistasc.com.br >	4 mai. 2024
07	Cabo UTP Par Trançado	300 M	333,89 (300 M)	333,89	Kabum , disponível em: < kabum.com.br >	4 mai. 2024
08	Tomada Elétrica + TO	13	198,00	2.574,00	dealMax, disponível em: < dealmex.com.br >	23 jul 2024
09	Anilhas de organização	500	31,25 (500 U)	31,25	Mercado Livre, disponível em: < produto.mercadolivre.com.br >	23 jul 2024

ITEM	DESCRIÇÃO	QUANTIDADE	PREÇO UNITÁRIO (R\$)	PREÇO TOTAL (R\$)	REFERÊNCIA	DATA DE ACESSO
10	Switch	1	354,46 (24 portas)	354,46	Mercado Livre , disponível em: mercadolivre.com.br	23 jul. 2024
11	Roteador (WiFi)	2	79,90	159,8	Kalunga, disponível em: kalunga.com.br	4 mai. 2024
12	Eletroduto	100 M	11,56 (3 M)	381,48	Aumatic, disponível em: aumatic.com.br	25 jul. 2024
13	Etiquetas de Identificação	240	29,89 (240 U)	29,89	Shopee shopee.com.br	25 jul. 2024
14	Canaletas	50 M 18 M (chão)	78,99 (20 M) 56,75 (2M)	668,73	Mercado Livre, disponível em: produto.mercadolivre.com.br Casas Bahia, disponível em: casasbahia.com.br	25 jul. 2024
15	Rack	1	406,12	406,12	Central Cabos, disponível em: centralcabos.com.br	4 mai. 2024
16	Nobreak 1Kva	1	645,21	645,21	Gigatec, disponível em: gigatec.com.br	4 mai. 2024
17	Provedor Internet	(mensal)	69,00	69,00	-	-

18	Ar Condicionado	1	859,30	859,30	Dooca Gusto, disponível em: < doocagusto.com >	4 mai. 2024
ITEM	DESCRIÇÃO	QUANTIDADE	PREÇO UNITÁRIO (R\$)	PREÇO TOTAL (R\$)	REFERÊNCIA	DATA DE ACESSO
19	Computadores	11	1.215,00	13.365,00	Kabum, disponível em: < kabum.com.br >	25 de jul. 2024
20	Servidor Central	1	6.904,44	6.904,44	Kabum, disponível em: < kabum.com.br >	25 jul. 2024
Total						R\$29.773,57

Fonte: Autoria Própria

Tabela 6 - Segunda tabela de orçamento

ITEM	DESCRIÇÃO	QUANTIDADE	PREÇO UNITÁRIO (R\$)	PREÇO TOTAL (R\$)	REFERÊNCIA	DATA DE ACESSO
01	Mão de obra (instalação)	1	1.400,00	1.400,00	-	-
02	Mão de obra (manutenção)	1	1.400,00	1.400,00	-	-
03	Cabo elétrico	315 M	184,90 (100 M)	554,7	Aluminosa, disponível em < aluminosa.com.br >	4 mai. 2024
04	Patch panel	1	327,75	327,75	ITcomtech, disponível em < itcomtech.com.br >	4 mai. 2024
05	Conector Fêmea RJ-45	100	14,99	1.424,00	Mercado Livre, disponível em < produto.mercadolivre.com.br >	4 mai. 2024
06	Conector Macho RJ-45	100	1,18	118,00	Magalu, disponível em < magazineluiza.com.br >	25 jul. 2024
07	Cabo UTP Par Trançado	300 M	350,58 (300 M)	350,58	Magalu, disponível em < magazineluiza.com.br >	4 mai. 2024
08	Tomada Elétrica + TO	13	198,00	2.574,00	dealMax, disponível em < dealmex.com.br >	23 jul. 2024
09	Anilhas de organização	500	21,80 (100 U)	109,00	Mercado Livre, disponível em < produto.mercadolivre.com.br >	25 jul. 20204

ITEM	DESCRIÇÃO	QUANTIDADE	PREÇO UNITÁRIO (R\$)	PREÇO TOTAL (R\$)	REFERÊNCIA	DATA DE ACESSO
10	Switch	1	915,03 (24 portas)	915,03	Kabum, disponível em < kabum.com.br >	23 jul. 2024
11	Roteador (WiFi)	2	96,2	192,4	Kabum, disponível em < kabum.com.br >	4 mai. 2024
12	Eletroduto	100 M	16,89 (3 M)	574,26	Mercado Livre, disponível em < produto.mercadolivre.com.br >	25 jul. 2024
13	Rack	1	576,70	576,70	Central Cabos, disponível em < https://www.centralcabos.com.br/mini-rack-de-parede-16u/p >	4 de mai. 2024
14	Nobreak 1Kva	1	1.334,31	1.305,15	Casas Bahia, disponível em < casasbahia.com.br >	4 mai. 2024
15	Etiquetas de Identificação	240	19,90 (60 U)	79,6	Shopee, disponível em < shopee.com.br >	4 mai. 2024
16	Canaletas	50 M 18 M (chão)	78,99 (20 M) 56,75 (2M)	668,73	Mercado Livre, disponível em < produto.mercadolivre.com.br > Casas Bahia < casasbahia.com.br >	25 jul. 2024
17	Provedor Internet	(mensal)	89,00	89,00	-	-
18	Ar Condicionado	1	1.679,97	1.679,97	Mercado Livre, disponível em < produto.mercadolivre.com.br >	4 mai. 2024

ITEM	DESCRIÇÃO	QUANTIDADE	PREÇO UNITÁRIO (R\$)	PREÇO TOTAL (R\$)	REFERÊNCIA	DATA DE ACESSO
19	Computadores	11	2.249,10	24.740,10	Magalu, disponível em < magazineluiza.com.br >	25 jul. 2024
20	Servidor Central	1	7.171,55	7.171,55	Fast Shop, disponível em < fastshop.com.br >	4 mai. 2024
Total						R\$46.250,52.

Fonte: Autoria Própria

A seguir, na tabela 7, encontram-se relacionados todos os softwares essenciais para o adequado funcionamento dessa rede de computadores. É fundamental destacar que as licenças do Microsoft Windows e do Microsoft Office devem ser solicitadas diretamente à Microsoft por meio do Programa *Academic Alliance*, onde são disponibilizadas de forma gratuita para as instituições de ensino.

Tabela 7 - Softwares essenciais

DESCRIÇÃO	QUANTIDADE DE LICENÇAS	VALOR UNITÁRIO	TOTAL
Debian (servidor)	24	Gratuito	Gratuito
Microsoft Office 2021 (Versão Acadêmica)	24	Gratuito	Gratuito
Firewall PfSense	24	Gratuito	Gratuito
Microsoft Windows 11 (Versão Acadêmica)	24	Gratuito	Gratuito

Fonte: Autoria Própria.

5.1.6. SOLUÇÕES SUSTENTÁVEIS COMO PROPOSTA DE IMPLEMENTAÇÃO

A implementação de soluções sustentáveis neste projeto baseia-se na seleção cuidadosa de materiais e componentes que atendem a normas internacionais e legislações nacionais dedicadas à proteção ambiental. Todas as práticas empregadas na tabela 8 de soluções sustentáveis estão alinhadas com a norma ISO 14001, que assegura uma gestão ambiental eficaz, abrangendo desde a extração das matérias-primas até o descarte final dos produtos. Ademais, os componentes certificados pelo *Energy Star* garantem uma elevada eficiência energética, o que ajuda a diminuir o consumo de recursos e a reduzir a emissão de substâncias nocivas.

A implementação de práticas de gestão de energia, como o desligamento automático de equipamentos quando não estão em uso e a utilização de softwares de gerenciamento de energia, reforçam o compromisso deste projeto com a sustentabilidade. Essas medidas não apenas reduzem o consumo desnecessário de recursos, alinhando-se com as normas como a ISO 14001 para gestão ambiental eficaz e certificações Energy Star para eficiência energética, mas também protegem para a preservação ambiental.

O projeto também está em sintonia com a Política Nacional de Resíduos Sólidos, que define orientações para o descarte e a reciclagem responsável de materiais. Seguir essa legislação assegura que os resíduos produzidos sejam tratados de forma apropriada, prevenindo efeitos adversos ao meio ambiente e à saúde da população. Esse empenho em aderir às normas atuais fortalece a responsabilidade social da organização e garante que todas as fases do projeto sejam realizadas de modo sustentável.

É importante destacar que a execução de um projeto voltado para a sustentabilidade vai além da mera diminuição de despesas; ela oferece resultados concretos para a sociedade e para a cidade. A implementação de estratégias que respeitam os recursos naturais e incentivam a economia circular não apenas ajuda na preservação do meio ambiente, mas também favorece o surgimento de uma economia mais ecológica e sustentável. A escolha por soluções sustentáveis pode abrir novas portas no mercado de trabalho e elevar a qualidade de vida da população, gerando um impacto benéfico a longo prazo.

Em resumo, este projeto de realizar um orçamento sustentável reflete um compromisso com a responsabilidade social e ambiental, evidenciando que a sustentabilidade é um pilar essencial.

A seguir, pode-se observar a tabela 8 com soluções sustentáveis, seguindo os requisitos da computação verde e sustentabilidade.

Tabela 8 - Soluções sustentáveis

ITENS	PRÁTICA DE COMPUTAÇÃO VERDE	NORMAS E CERTIFICAÇÕES SUSTENTÁVEIS
Mão de Obra (Instalação e Manutenção)	Minimização do desperdício de materiais e energia; práticas de instalação e manutenção sustentáveis.	ISO 14001 (Gestão Ambiental)
Cabo Elétrico, Cabo UTP Par Trançado, Eletroduto, Canaletas	Uso de materiais recicláveis; fabricação de baixo impacto ambiental.	RoHS (Restrição de Substâncias Perigosas); ISO 14001
Patch Panel, Conector Fêmea/Macho RJ-45, Tomada Elétrica + TO	Componentes recicláveis; minimização do desperdício durante a instalação.	ISO 14001; Conformidade com a Política Nacional de Resíduos Sólidos
Switch, Roteador (Wi-Fi), Nobreak 1Kva	Dispositivos com certificações de eficiência energética; redução do consumo de energia.	Energy Star (Eficiência Energética)
Rack, Anilhas de Organização	Fabricados com materiais recicláveis; projetados para eficiência no uso de espaço e gestão de cabos.	ISO 14001; Materiais recicláveis ou reutilizáveis
Etiquetas de Identificação	Feitas de materiais recicláveis; sem substâncias nocivas ao meio ambiente.	ISO 14001 (Gestão Ambiental)
Provedor de Internet	Provedores que utilizam energia renovável e práticas de eficiência energética.	ISO 50001 (Gestão de Energia)
Ar Condicionado	Unidades de alta eficiência energética; uso de refrigerantes de baixo impacto ambiental.	Energy Star (Eficiência Energética)
Computadores e Servidor Central	Equipamentos com certificações de eficiência energética; fácil reciclagem ou reutilização.	Energy Star; EPEAT (Ferramenta de Avaliação Ambiental de Produtos Eletrônicos); RoHS

Fonte: Autoria própria.

Essa tabela pode ser utilizada para estruturar e fundamentar as seleções de componentes em seu orçamento sustentável. Ela enfatiza as práticas de computação verde, assim como as regulamentações e certificações pertinentes a cada item.

Várias empresas líderes no setor de infraestrutura de redes e tecnologia têm se destacado por integrar práticas sustentáveis em seus produtos e processos. Entre elas, podemos destacar a Isbel Quantik e a Furukawa, que são referências no mercado quando se trata de sustentabilidade.

A Furukawa é uma das pioneiras na integração de práticas sustentáveis em seus processos de produção e desenvolvimento de produtos de infraestrutura de redes. Com o seu Programa Green IT, a Furukawa busca reduzir o impacto ambiental dos seus produtos ao longo de todo o ciclo de vida, desde a produção até o descarte.

A Isbel Quantik é uma empresa reconhecida por sua abordagem inovadora e sustentável no fornecimento de soluções tecnológicas. Ela se empenha em adotar práticas que minimizem o impacto ambiental, desde o desenvolvimento de produtos até a implementação e manutenção de soluções. A Isbel Quantik investe em materiais recicláveis, eficiência energética e gestão responsável de resíduos, alinhando-se com as normas internacionais de sustentabilidade, como a ISO 14001.

Organizações como Isbel Quantik e Furukawa são exemplos de como a sustentabilidade pode ser incorporada em todas as etapas de um projeto de cabeamento estruturado para a Escola Municipal José Ribeiro da Costa. Por meio da implementação de práticas como a utilização de materiais recicláveis, a promoção da eficiência energética e a gestão consciente de resíduos, essas empresas não só ajudam a proteger o meio ambiente, mas também definem um novo padrão para todo o setor.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No contexto da era digital, onde a tecnologia desempenha um papel crucial na educação, o projeto de cabeamento estruturado desenvolvido para a Escola Municipal José Ribeiro da Costa assume um papel de destaque. A infraestrutura de rede é um dos pilares fundamentais para a transformação digital nas instituições de ensino, e este projeto se propôs a modernizar e otimizar a comunicação de dados na escola.

Durante o desenvolvimento, foram identificadas as principais carências e desafios da escola em relação à sua rede de infraestrutura. Por meio de análises detalhadas, foi possível elaborar um plano completo que engloba não apenas a instalação do cabeamento físico, mas também a conformidade com os padrões técnicos e a expansão futura da rede. Foram considerados os padrões e normas técnicas vigentes, bem como as necessidades específicas da escola, visando garantir uma infraestrutura eficiente.

O estudo das normas técnicas ligadas ao cabeamento estruturado foi essencial na criação e evolução do projeto para a Escola Municipal José Ribeiro da Costa. A norma ANSI/TIA-568, que define os requisitos mínimos para sistemas de cabeamento estruturado, teve um papel central na fase de planejamento. Essa norma ofereceu orientações específicas sobre a escolha dos tipos de cabos, a disposição dos pontos de rede e a montagem dos equipamentos, assegurando, desse modo, a qualidade e a eficácia da rede de dados.

Adicionalmente, a regulamentação ISO/IEC 11801, responsável por estabelecer os requisitos amplos referentes aos sistemas de cabeamento estruturado, desempenhou um papel crucial no desenvolvimento do projeto. Essa norma de alcance global definiu diretrizes para a infraestrutura de rede, viabilizando a concepção da escola de acordo com os mais elevados padrões reconhecidos internacionalmente. A conformidade com tais normas não apenas garante a interoperabilidade dos equipamentos de rede, mas também assegura a sustentabilidade e a longevidade da infraestrutura ao longo do tempo.

Outra norma relevante para o projeto foi a NBR 14565, que estabelece os requisitos mínimos para cabeamento estruturado em edificações comerciais e data centers. Embora não seja específica para o ambiente escolar, esta norma brasileira foi uma referência importante para garantir que o projeto da escola estivesse em conformidade com as regulamentações nacionais. A aplicação correta das normas técnicas foi fundamental para assegurar a qualidade e a eficiência do sistema de cabeamento estruturado da escola, garantindo assim um ambiente propício ao aprendizado e à inovação tecnológica.

A execução do projeto trará benefícios concretos e abstratos para a instituição de ensino. Na prática, a nova infraestrutura assegurará uma conexão confiável e de alta velocidade, facilitando o acesso à informação e o uso de recursos tecnológicos em sala de aula. Ademais, a infraestrutura preparada para o futuro possibilitará que a escola atenda às demandas em constante evolução por conectividade.

O projeto não só traz avanços consideráveis na infraestrutura educacional, como também tem como objetivo apoiar práticas sustentáveis. A seleção cuidadosa dos materiais e o planejamento estratégico asseguram a eficiência operacional da rede, ao mesmo tempo em que diminuem o consumo de energia e a pegada de carbono da escola.

Um ponto crucial a ser destacado foi a atenção dada às normas ambientais, que têm como objetivo reduzir o impacto ecológico das instalações. A legislação ambiental, aliada às diretrizes de computação verde, influenciou tanto a seleção dos materiais quanto o planejamento para o descarte correto dos resíduos, o que resultou em um projeto que respeita o meio ambiente e é sustentável.

A incorporação dessas leis ao planejamento foi essencial para garantir que o projeto da Escola Municipal José Ribeiro da Costa não só cumpra os requisitos técnicos, mas também esteja em total conformidade com as normas legais, favorecendo uma infraestrutura de rede que seja segura, eficiente e sustentável.

Com a implementação dessas iniciativas de tecnologia verde, a Escola Municipal José Ribeiro da Costa reforça sua competência tecnológica e se compromete com a responsabilidade ambiental, preparando seus alunos para um futuro mais consciente e sustentável.

Além dos aspectos técnicos, é importante ressaltar o impacto positivo que a modernização da infraestrutura de rede terá na comunidade escolar. A escola se tornará um ambiente mais propício ao aprendizado, estimulando a adoção de novas práticas pedagógicas e promovendo a inclusão digital de alunos e professores.

É relevante ressaltar a importância da cooperação entre a instituição de ensino, os setores responsáveis pela tecnologia e a comunidade. A participação de todos os envolvidos foi fundamental para o êxito do plano, ressaltando a valorização da união e do trabalho conjunto na introdução de ideias educacionais criativas.

Por fim, este projeto representa não somente o término de um projeto acadêmico, mas também o início de uma mudança impactante na Escola Municipal José Ribeiro da Costa, caso o projeto seja implementado pela comunidade escolar. A expectativa é de que os

resultados obtidos sirvam de exemplos para outras escolas investirem na atualização de suas redes e reforçarem a importância da sustentabilidade na área das tecnologias educacionais, colaborando para elevar a qualidade da educação em território nacional.

REFERÊNCIAS

AKOH, A, UCHENNA, J, OLUWASEUN, A, ENOCH, S. **Advancing green computing: Practices, strategies, and impact in modern software development for environmental sustainability. World Journal of Advanced Engineering Technology and Sciences.** 1. ed. EUA: 2024.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14565: Procedimento básico para elaboração de projetos de cabeamento de telecomunicações para rede interna estruturada.** Rio de Janeiro, 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 14001: Sistema de gestão ambiental - Requisitos com orientação para uso.** São Paulo, 2015.

BECKA, B., KAREN, P., MARGARET, W. **Does Energy Star Certification Reduce Energy Use in Commercial Buildings? Journal of the Association of Environmental and Resource Economists.** 1. ed. EUA. 2022.

BRUNO, O., DAVID, C., JOICIANE, F., RAILDO, J., VANESSA, A., WEULER, A. **Sustentabilidade empresarial: como as pequenas empresas podem obter lucro sem comprometer o meio ambiente.** 1. ed. São Paulo. 2023

CREDER, Hélio. **Instalações elétricas.** 14. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2000. xx, 479 p.

DELTA CABLE. **Informática e Telecomunicações.** Curitiba: Copyspress, 2007. 34 p.

ECLYCLE. eClycle: **Você sabe o que é computação verde?** Disponível em: <https://www.ecycle.com.br/computacao-verde/> Acesso em 15 ago. 2024.

FEY, ADEMAR FELIPE; GAUER, RAÚL RICARDO. **Cabeamento Estruturado: da teoria à prática.** 2. ed. Caxias do Sul, 2014.

FOROUZAN, B. A. **Comunicação de Dados e Redes de Computadores.** 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

GIULIANI, Guilherme dos Santos. **Escolas conectadas? um novo modelo estrutural de redes computacionais. Tecnologias Educacionais.** Santa Maria, RS. 2018.

HAIKAN. Hainkan: **Cabeamento Estruturado Sustentável: Práticas e Inovações Verdes.** Disponível em:

<https://www.haikan.com.br/blogs/post/cabeamento-estruturado-sustentavel-praticas-inovacoes-verdes> Acesso em 15 ago. 2024.

HERSENT, Olivier; GURLE, David; PETIT, Jean-Pierre. **Telefonia IP**. São Paulo: Addison-Wesley, 2002. xxii, 451 p.

IBM. Ibm: **Saiba como a computação verde reduz o consumo de energia e as emissões de carbono do design, uso e descarte de produtos de tecnologia**. 2022. Disponível em: [https://www.ibm.com/br-pt/think/topics/green-computing#:~:text=A%20computa%C3%A7%C3%A3o%20verde%20\(tamb%C3%A9m%20conhecida,e%20o%20consumo%20de%20energia](https://www.ibm.com/br-pt/think/topics/green-computing#:~:text=A%20computa%C3%A7%C3%A3o%20verde%20(tamb%C3%A9m%20conhecida,e%20o%20consumo%20de%20energia) Acesso em 15 ago. 2024.

IFRN. Docente IFRN: **Introdução a Redes de Computadores**. 2012. Disponível em: https://docente.ifrn.edu.br/filiperaulino/disciplinas/introducao-redes-de-computadores/aulas/aula-03_meios-de-transmissao Acessado em: 07 set. 2023.

INSTITUTO METRÓPOLE DIGITAL (IMD). Material Public.imd: **Componentes de uma rede**. 2012. Disponível em: <https://materialpublic.imd.ufrn.br/curso/disciplina/4/19/2/7> Acesso em: 07 set. 2023.

ISBEL. Isbel: **Tecnologia sustentável para sua rede de cabeamento estruturado**. 2024. Disponível em: <https://isbel.com/pt-br/tecnologia-sustentable-soluciones-green/> Acesso em 15 ago. 2024.

KUROSE, James F.; ROSS, Keith W. **Redes de computadores e a internet: uma abordagem top-down**. 5. ed. Cidade: São Paulo. Pearson Education do Brasil, 2010.

LIMA FILHO, Eduardo Corrêa (org.). **Fundamentos de redes e cabeamento estruturado**. São Paulo: Pearson, 2015. E-book.

LIMA, Valter. **Telefonia e cabeamento de dados**. 2. ed. rev. São Paulo: Érica, 2001. 194 p.

LISCARVALHO. Elis Carvalho: **Cabo Par Trançado**. 2015. Disponível em: <https://liscarvalho.wordpress.com/2015/06/12/cabo-par-trancado/> Acesso em: 02 set. 2023.

MARIN, PAULO S. **Cabeamento Estruturado: desvendando cada passo: do projeto à instalação**. São Paulo: Érica, 2009.

MORAES, Alexandre Fernandes de. **Segurança em Redes**. São Paulo: Érica, 2010.

MORIMOTO, C. E. **Linux Redes e Servidores Guia Prático**. 2. ed. [s.l]: GDH Press e Sul Editores, 2006.

MORIMOTO, C. E. **Redes Guia Prático**. 2. ed. [s.l]: GDH Press e Sul Editores, 2008.

PINHEIRO, JOSÉ MAURÍCIO DOS S. **Guia completo de cabeamento de redes**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2003.

SANTOS, J. P. B. dos. **Cabeamento Estruturado**. 2012. 68f. Trabalho acadêmico (Graduação) – Faculdade de Tecnologia de Americana, Americana.

SGS. Sgs: **O que são RoHS e REACH? E por que são importantes para sua empresa?**. Disponível em: https://econpapers.repec.org/article/eeeecolec/v_3a46_3ay_3a2003_3ai_3a3_3ap_3a351-365.htm Acesso em 15 ago. 2024.

SHIMONSKI, R. J.; STEINER, Richard T.; SHEEDY, Sean M. **Cabeamento de Rede**. Rio de Janeiro: LTC, 2006.

TANENBAUM, A. S. **Redes de Computadores**. 4. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2003.

TIA/EIA. **Telecommunications Industry Association/Electronics Industry Associations, Comercial Building Telecommunications Cabling – Standard ANSI/TIA/EIA 568 A**, São Paulo-2840, 1993.

TIA/EIA. **Telecommunications Systems Bulletin. Transmission Performance Specifications for Field Testing of Unshielded Twisted Pair Cabling Systems – TSB 67, Global Engineering Documents – October 1995**.

TORRES, G. **Redes de Computadores Curso Completo**. Rio de Janeiro: Axcel Books, 2001.

VASCONCELOS, L. **Hardware na Prática: Construindo e Configurando Micros**. 2. ed. Rio de Janeiro: Laércio Vasconcelos Computação, 2007.

VELLOSO, Fernando de Castro. **Informática: conceitos básicos**. 8. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.

VÍTOR, R., LILIAN, B. **Sustentabilidade nas indústrias químicas brasileiras**. RISUS - Revista de Inovação e Sustentabilidade. 2022.