

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO AMAPÁ  
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM REDES DE COMPUTADORES  
CAMPUS MACAPÁ

ADEMIR RODRIGUES PINHEIRO JÚNIOR  
ELOIANE ALVES DE LIMA

**CABEAMENTO ESTRUTURADO EM EMPRESAS DE TECNOLOGIA:** Boas práticas  
em projetos de redes de computadores

MACAPÁ  
2023

ADEMIR RODRIGUES PINHEIRO JÚNIOR

ELOIANE ALVES DE LIMA

**CABEAMENTO ESTRUTURADO EM EMPRESAS DE TECNOLOGIA:** Boas práticas  
em projetos de redes de computadores

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a coordenação do curso Superior de Tecnologia em Redes de Computadores como requisito avaliativo para obtenção do título de Tecnólogo em Redes de Computadores.

Orientador: Esp. Jairo de Kássio Siqueira Barreto.

MACAPÁ

2023

Biblioteca Institucional - IFAP  
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

---

- P654c      Pinheiro Júnior, Ademir Rodrigues  
              Cabeamento estruturado em empresas de tecnologia: boas práticas em projetos de redes de computadores / Ademir Rodrigues Pinheiro Júnior, Eloiane Alves de Lima. - Macapá, 2023.  
              67 f.: il.
- Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -- Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amapá, Campus Macapá, Curso de Tecnologia em Redes de Computadores, 2023.
- Orientador: Jairo de Kássio Siqueira Barreto.
1. Cabeamento estruturado. 2. Boas práticas. 3. NBR 14565. I. Lima, Eloiane Alves de. I. Barreto, Jairo de Kássio Siqueira, orient. II. Título.

ADEMIR RODRIGUES PINHEIRO JÚNIOR  
ELOIANE ALVES DE LIMA

**CABEAMENTO ESTRUTURADO EM EMPRESAS DE TECNOLOGIA:** Boas práticas  
em projetos de redes de computadores

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a coordenação do curso Superior de Tecnologia em Redes de Computadores como requisito avaliativo para obtenção do título de Tecnólogo em Redes de Computadores.

BANCA EXAMINADORA



---

Esp. Jairo de Kássio Siqueira Barreto

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amapá



---

Me. Olavo Nylander Brito Neto

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amapá

Documento assinado digitalmente  
**gov.br** ANDREW HEMERSON GALENO RODRIGUES  
Data: 07/02/2024 19:36:28-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Me. Andrew Hemerson Galeno Rodrigues

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amapá

Aprovado em: 20/12/2023

Nota: 9,8.

A minha família que sempre me apoiou,  
especialmente aos meus pais Ademir Rodrigues  
Pinheiro e Iracema Silva dos Santos Costa.

(PINHEIRO JÚNIOR, 2023)

A minha querida tia Keila Maria Santos de  
Souza.

(LIMA, 2023)

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, pelas nossas vidas, e por nos permitir ultrapassar todos os obstáculos encontrados ao longo da realização desta monografia.

Aos familiares por todo o apoio e pela ajuda, que muito contribuiu para a realização deste trabalho.

Ao nosso orientador pelo apoio, pelas orientações e correções que nos permitiu apresentar um melhor desempenho e que seus ensinamentos foram imprescindíveis na elaboração desta pesquisa.

A todos os professores, especialmente do curso de Tecnologia em Redes de computadores, que foram de grande importância em nosso processo de formação profissional ao longo do curso.

A todos aqueles que contribuíram, de alguma forma, para a realização deste trabalho, pelas convivências ao longo do curso, pelos incentivos que de certa forma impactaram em nossa formação acadêmica.

“Posso todas as coisas naquele que me fortalece.”

(FILIPENSES, cap. 4º, ver. 13º).

## RESUMO

O cabeamento estruturado é uma prática essencial para o sucesso de qualquer projeto de rede de computadores, garantindo uma infraestrutura organizada e segura para a transmissão de dados. No entanto, problemas em boas práticas de cabeamento estruturado podem prejudicar a performance da rede, aumentar o risco de falhas e comprometer a segurança dos dados. O objetivo geral desta pesquisa consistiu em apontar boas práticas de cabeamento estruturado em projetos de redes de computadores em empresas de tecnologia, tendo como objetivos específicos investigar na literatura de tecnologia em redes de computadores as normas técnicas sobre cabeamento estruturado; selecionar boas práticas no contexto atual sobre cabeamento estruturado em empresas de tecnologia; e explicar os padrões de cabeamento estruturado com exemplos de implementação em empresas de tecnologia. A metodologia da pesquisa enquanto sua natureza é foi do tipo básica, com abordagem qualitativa. Os procedimentos metodológicos da pesquisa incluem uma revisão literária integrativa, ou seja, buscou-se repertório científico em bases de dados relevantes, como IEEE Xplore, ACM Digital Library, ScienceDirect, Google Scholar, entre outras, identificando artigos e publicações relevantes sobre o tema escolhido. A sequência dos procedimentos envolveu: selecionar os artigos mais relevantes e recentes sobre o tema, levando em consideração o objetivo da pesquisa e a metodologia adotada. Ao realizar uma análise crítica dos estudos de casos disponíveis na literatura, concluiu-se que a adoção de boas práticas de cabeamento estruturado não apenas atende às normas do setor, mas também contribui para a criação de ambientes de trabalho mais eficientes, seguros e adaptáveis às crescentes demandas tecnológicas, enfatizando a necessidade de priorizar a conformidade, o treinamento e a liderança eficaz das empresas de tecnologia para que possam fornecer uma base sólida em relação às boas práticas de cabeamento estruturado conforme a norma técnica NBR 14565:2013.

Palavras-chave: cabeamento estruturado; boas práticas; empresas tecnológicas; NBR 14565.

## **ABSTRACT**

Structured cabling is an essential practice for the success of any computer network project, ensuring an organized and secure infrastructure for data transmission. However, issues in structured cabling best practices can compromise network performance, increase the risk of failures, and compromise data security. The overall aim of this research was to identify structured cabling best practices in computer network projects within technology companies. Specific objectives included investigating technical standards on structured cabling in the technology network literature, selecting current best practices within technology companies, and explaining structured cabling standards with examples of implementation in technology companies. The research methodology, characterized as basic with a qualitative approach, involved methodological procedures such as an integrative literature review. Scientific literature was sought in relevant databases, such as IEEE Xplore, ACM Digital Library, ScienceDirect, Google Scholar, among others, identifying articles and publications relevant to the chosen topic. The procedural sequence involved selecting the most relevant and recent articles on the topic, considering the research objectives and the adopted methodology. Through a critical analysis of available case studies in the literature, it was concluded that adopting structured cabling best practices not only aligns with industry standards but also contributes to the creation of more efficient, secure, and adaptable work environments amid growing technological demands. Emphasis was placed on the need for technology companies to prioritize compliance, training, and effective leadership, providing a solid foundation for structured cabling best practices in accordance with the technical standard NBR 14565:2013.

**Keywords:** structured cabling; best practices; technology companies; NBR 14565.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Representações dos 6 subsistemas do cabeamento estruturado.....	22
Figura 2 – Ilustração de hacks de diferentes tamanho. ....	23
Figura 3 – Diferentes tipos de switches.....	24
Figura 4 – Diferentes tipos de UPS. ....	25
Figura 5 – Esquema de três patch panel concentrando equipamentos diferentes.....	26
Figura 6 – Alguns tipos de patch cords. ....	27
Figura 7 – Cabo de redes e os dois principais padrões.....	28
Figura 8 – Cabos utilizados em cabeamento estruturado conforme NBR 14565.....	30
Figura 9 – Componentes do cabo de fibra óptica. ....	31
Figura 10 – Componentes do cabo de fibra óptica. ....	31
Figura 11 – Conectores de rede RJ-45 e LC.....	33
Figura 12 - Tomada de redes RJ-45 de (a) um ponto e (b) dois pontos. ....	35
Figura 13 – Sistema de cabeamento genérico. ....	37
Figura 14 – Estrutura hierárquica do cabeamento genérico. ....	39
Figura 15 – Estruturas para cabeamento genérico centralizado. ....	39
Figura 16 – Localização dos elementos funcionais no edifício.....	40
Figura 17 – Cabeamento genérico com distribuidor de edifício combinados.....	42
Figura 18 – Inter-relação dos elementos funcionais em uma instalação com redundância.....	43
Figura 19 – Topologia Ponto-a-ponto. ....	48
Figura 20 – Topologia de Barramento.....	48
Figura 21 – Topologia de Anel.....	49
Figura 22 – Topologia Estrela. ....	49
Figura 23 – Topologia em Estrela Estendida. ....	50
Figura 24 – Topologia em Malha. ....	50
Figura 25 – Topologia Hierárquica. ....	51
Figura 26 – Topologia Backbone. ....	51
Figura 27 – Topologia de Wires. ....	51
Figura 28 – Topologia Híbrida. ....	52
Figura 29 – Equipamentos ligados diretamente ao ativo.....	56
Figura 30 – Instalação inadequada. ....	57
Figura 31 – Cabeamento exposto. ....	58
Figura 32 – Passagem improvisada do cabeamento. ....	59

Figura 33 – Encaminhamentos do cabeamento atual. ....	60
Figura 34 – Terminação em conector macho de oito posições.....	61
Figura 35 – (a) TO sem identificação; (b) Cabos sem identificação. ....	61

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1– Principais pontos da norma ANSI/EIA/TIA-568. ....	18
Quadro 2– Principais pontos da norma ISO/EIC 11801. ....	19
Quadro 3 – Os tipos de subsistemas conforme NBR 14565. ....	38
Quadro 4 – Interfaces conforme NBR 14565.....	40
Quadro 5 – Distribuição e configuração conforme NBR 14656. ....	41
Quadro 6 – Cabos, cordões da área de trabalho e equipamento, patch cords e jumpers. ....	43
Quadro 7 – Tomadas de telecomunicações conforme a NBR 14565. ....	44
Quadro 8 – Ponto de consolidação. ....	45
Quadro 9 – Sala de telecomunicações e sala de equipamentos. ....	46
Quadro 10 – Infraestrutura de entrada Cabeamento de serviços externos. ....	46
Quadro 11 – Soluções para problemas de instalação de cabos em dispositivos.....	57
Quadro 12 – Soluções para TOs expostas e sem identificação. ....	58
Quadro 13 – Soluções para problemas que envolvem instalação inadequada dos cabos.....	59
Quadro 14– Proposta de Cabeamento Estruturado apresentada por Dantas (2022).....	62

## LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANSI	Associação Nacional de Padrões dos Estados Unidos
BD	Distribuidor de edifício
CAT	Categoria
CD	Distribuidor de campus
CDI	Centro de Desenvolvimento de Informática
CDI	Centro de Diagnóstico por Imagens
COBEI	Comitê Brasileiro de Eletricidade
CP	Ponto de consolidação
DDR	Double Date Rate
DIO	Distribuidor Interno Óptico
EIA	Electronic Industry Association/Telecommunication Industry Association
FD	Distribuidor de piso
FTP	Foiled Twisted Pair
IEC	Comissão Eletrotécnica Internacional
IEEE	Instituto de Engenheiros Eletricistas e Eletrônicos
ISO	Organização Internacional para Padronização
LAN	Rede local
LC	Lucent Connector
MUTO	Tomada de telecomunicações multiusuário
NBR	Norma Brasileira
PVC	Policloreto de vinilo
PBX	Private Branch Exchange
RJ	Registered Jack
SFTP	Screened Foil Twisted Pair
STP	Shielded Twisted Pair
TCC	Trabalho de Conclusão de Curso
TI	Tecnologia da Informação
TIA	Associação de Indústrias de Telecomunicações da América
TO	Tomada de telecomunicações
TR	Telecommunications room – Sala de Telecomunicações
UPS	Uninterruptible Power Supply

UTP	Unshielded Twisted Pair
WA	Workspace Area – Área de Trabalho
WAN	Rede de longa distância
WI-FI	Wireless Fidelity
WiMAX	Worldwide Interoperability for Microwave Access

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	15
<b>2</b>	<b>LITERATURA EM REDES DE COMPUTADORES</b>	17
<b>2.1</b>	<b>As organizações de padronização em cabeamento</b>	17
<b>2.2</b>	<b>Normas de cabeamento estruturado no Brasil</b>	18
<b>2.3</b>	<b>Conceitos e componentes do cabeamento</b>	21
2.3.1	Racks	22
2.3.2	Switches	23
2.3.3	Fonte de Alimentação Ininterrupta ou Uninterruptible Power Supply - UPS	24
2.3.4	Patch panel	25
2.3.5	Patch cables e adapter cables (Patch cords)	27
2.3.6	Cabos de rede	28
2.3.7	Conectores	32
2.3.8	Tomadas de rede	34
<b>2.4</b>	<b>Tipos de cabeamento</b>	35
2.4.1	Cabeamento total	35
2.4.2	Cabeamento genérico	36
2.4.3	Cabeamento não estruturado	36
2.4.4	Cabeamento estruturado	36
<b>2.5</b>	<b>Análise da NBR 14565:2013</b>	36
<b>2.6</b>	<b>Boas práticas de cabeamento estruturado</b>	47
2.6.1	Topologias	48
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA</b>	53
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	55
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	63
	<b>REFERÊNCIAS</b>	64

## 1 INTRODUÇÃO

A disposição organizada de conectores, meios de transmissão de redes de dados, voz, internet, redes internas e telefonia é definida como Cabeamento Estruturado. Este método de organização surgiu na década de 1980 e, nos anos 1990, evoluiu significativamente, tornando-se imperativo estabelecer normas para padronizar procedimentos, cabos e conectores (FEY; GAUER, 2014).

O sistema de cabeamento possibilita a transmissão de diversos sinais elétricos, abrangendo dados, telefonia, áudio, vídeo, segurança e controles ambientais. Independentemente do fornecedor ou produto escolhido, pode ser tanto convencional quanto não convencional, de baixa ou alta intensidade.

O cabeamento estruturado, conforme Fey e Gauer (2014), é um sistema composto por subsistemas, cada um com suas especificações próprias de instalação e desempenho. Um projeto eficaz deve facilitar a conexão entre esses sistemas, ao mesmo tempo em que mantém flexibilidade para alterações ágeis, com controle e sem perda de qualidade. Isso implica que todas as modificações devem ser viáveis, seguindo sempre padrões de documentação, identificação e flexibilidade.

O papel primordial do cabeamento estruturado é simplificar procedimentos administrativos, de manutenção e resolução de problemas internos e externos de rede. Quando as instalações são realizadas corretamente e em conformidade com as especificações necessárias, sua durabilidade é de, no mínimo, 10 anos. Adicionalmente, a confiabilidade da rede experimenta uma melhoria significativa com a implementação desse método estruturado.

O cabeamento estruturado é uma prática essencial para o sucesso de qualquer projeto de rede de computadores, pois garante uma infraestrutura organizada e segura para a transmissão de dados. Vale ressaltar que problemas de cabeamento estruturado podem prejudicar a performance da rede, aumentar o risco de falhas e comprometer a segurança dos dados. Desse modo, quais são as boas práticas de cabeamento estruturado que a literatura apresenta atualmente para projetos de redes de computadores?

A justificativa da temática remete a importância de profissionais responsáveis pela instalação de redes de computadores para que sigam as normas técnicas e as melhores práticas de cabeamento estruturado, além de utilizar equipamentos de alta qualidade e realizar testes de desempenho para garantir a eficiência da rede.

Uma empresa que almeja o sucesso profissional dentro do seu segmento, precisa contar com um excelente trabalho em equipe e flexibilidade. As organizações, independente do porte,

sofrem constantes mudanças, que invariavelmente contam com a reorganização ou movimentação de pessoas, juntamente com seus espaços de trabalho e serviços.

Nesse sentido, o objetivo geral deste trabalho consistiu em apontar boas práticas de cabeamento estruturado em projetos de redes de computadores em empresas de tecnologia, tendo como objetivos específicos investigar na literatura de tecnologia em redes de computadores as normas técnicas sobre cabeamento estruturado; selecionar boas práticas no contexto atual sobre cabeamento estruturado em empresas de tecnologia; e explicar os padrões de cabeamento estruturado com exemplos de implementação em empresas de tecnologia.

## 2 LITERATURA EM REDES DE COMPUTADORES

A literatura em redes de computadores sobre boas práticas de cabeamento estruturado é essencial para garantir o desempenho, segurança e confiabilidade da rede, além de ajudar as empresas a reduzir custos e se manterem atualizadas em relação às mais recentes tendências e tecnologias. Nesse sentido, o ponto inicial nesse percurso é compreender a função das organizações de padronização em cabeamento estruturado.

### 2.1 As organizações de padronização em cabeamento

As organizações de padronização em cabeamento são responsáveis por estabelecer as normas e padrões técnicos para a instalação, configuração e manutenção de redes de cabeamento estruturado. Essas organizações ajudam a garantir que as redes de comunicação de dados sejam confiáveis, seguras e interoperáveis em diferentes ambientes e aplicações.

Algumas das principais organizações de padronização em cabeamento (FEY; GAUER, 2014; CORÁ, 2021) incluem:

1. ANSI/TIA/EIA – A Associação Nacional de Padrões dos Estados Unidos (ANSI), A Associação de Indústrias de Telecomunicações da América (TIA) e a Electronic Industry Association/Telecommunication Industry Association (EIA) estabelecem as normas para cabeamento estruturado, incluindo a família de padrões TIA-568-C para cabos de cobre e TIA-568-D para cabos de fibra óptica.
2. ISO/IEC - A Organização Internacional para Padronização (ISO) e a Comissão Eletrotécnica Internacional (IEC) estabelecem as normas internacionais para cabeamento estruturado, incluindo a ISO/IEC 11801 para cabos de cobre e de fibra óptica.
3. IEEE - O Instituto de Engenheiros Eletricistas e Eletrônicos (IEEE) estabelece padrões para a área de rede local (LAN), incluindo as normas IEEE 802.3 para Ethernet e IEEE 802.11 para Wi-Fi.

Essas organizações de padronização em cabeamento ajudam a garantir a interoperabilidade entre diferentes dispositivos e sistemas de rede, o que é fundamental para o bom funcionamento da rede de comunicação de dados em qualquer ambiente. Assim, cada organização estabelece seus próprios padrões técnicos e especificações para o cabeamento estruturado em seus respectivos países ou regiões. Esses padrões permitem a qualidade da

infraestrutura de cabeamento, além de fornecer orientações para instalação e manutenção adequadas do cabeamento estruturado.

## 2.2 Normas de cabeamento estruturado no Brasil

No Brasil, as normas mais conhecidas são: (1) ANSI/EIA/TIA-568 (2001) para cabeamento estruturado para edifícios comerciais; (2) ISO/IEC 11801 (2017) para cabeamento estruturado em redes de telecomunicações (CORÁ, 2021).

A norma ANSI/EIA/TIA-568 é uma das mais importantes normas internacionais para cabeamento estruturado. Ela define os requisitos e as especificações técnicas para a infraestrutura de cabeamento de telecomunicações em edifícios comerciais e residenciais, incluindo salas de telecomunicações, pontos de telecomunicações e o cabeamento em si. No Quadro 1 consta um resumo dos principais pontos da norma ANSI/EIA/TIA-568.

Quadro 1– Principais pontos da norma ANSI/EIA/TIA-568.

<b>Topologia:</b> a norma estabelece a topologia do sistema de cabeamento estruturado, incluindo o uso de salas de telecomunicações, salas de equipamentos e áreas de trabalho.
<b>Meios de transmissão:</b> a norma especifica os meios de transmissão que podem ser usados no sistema de cabeamento estruturado, incluindo cabo de cobre, fibra óptica e cabo coaxial.
<b>Categoria de cabos:</b> a norma estabelece as categorias de cabos de cobre que podem ser usadas no sistema de cabeamento estruturado, incluindo Cat5e, Cat6 e Cat6a.
<b>Testes e certificação:</b> a norma estabelece os requisitos para testes e certificação do sistema de cabeamento estruturado, garantindo que ele esteja em conformidade com os padrões estabelecidos.
<b>Gerenciamento de cabos:</b> a norma estabelece os requisitos para o gerenciamento de cabos, incluindo a organização e identificação dos cabos e o uso de racks e bandejas de cabos.
<b>Normas de segurança:</b> a norma também inclui diretrizes para a segurança dos trabalhadores envolvidos na instalação e manutenção do sistema de cabeamento estruturado, incluindo requisitos de aterramento e proteção contra riscos elétricos.

Fonte: ANSI/EIA/TIA-568, 2001.

Com isso, a implementação da norma ANSI/EIA/TIA-568 (2001) traz benefícios para as empresas de tecnologia, uma vez que, a norma estabelece padrões técnicos para o cabeamento estruturado, o que ajuda a garantir que a infraestrutura seja compatível com os equipamentos de rede e de telecomunicações. Ainda, a infraestrutura de cabeamento estruturado pode ser facilmente adaptada para suportar novas tecnologias e necessidades, o que é importante para empresas que estão em constante evolução.

Nesse fluxo, a norma estabelece requisitos rigorosos para a instalação e o teste do cabeamento estruturado, o que ajuda a garantir que a infraestrutura seja confiável e de alta qualidade. Assim, a infraestrutura de cabeamento estruturado pode ser instalada de forma mais

eficiente e rápida do que outras soluções de cabeamento, o que pode levar a uma redução de custos para as empresas.

Ademais, lançando análise sobre a norma ISO/IEC 11801 (2017), é uma das principais normas internacionais para cabeamento estruturado, pois estabelece os requisitos técnicos e as especificações para a infraestrutura de cabeamento de telecomunicações em edifícios comerciais e residenciais, incluindo salas de telecomunicações, pontos de telecomunicações e o cabeamento em si. No Quadro 2 estão os principais pontos da norma ISO/IEC 11801.

Quadro 2– Principais pontos da norma ISO/EIC 11801.

<b>Topologia de rede:</b> a norma estabelece a topologia de rede para cabeamento estruturado, que é geralmente uma topologia em estrela.
<b>Meios de transmissão:</b> a norma especifica os tipos de cabos e conectores que devem ser utilizados para o cabeamento estruturado, como o cabo UTP, o cabo STP e o cabo de fibra óptica.
<b>Distâncias máximas:</b> a norma define as distâncias máximas permitidas para o cabeamento estruturado, que variam de acordo com o tipo de cabo e a velocidade de transmissão.
<b>Identificação dos cabos:</b> a norma estabelece requisitos para a identificação dos cabos, que devem ser etiquetados de forma clara e padronizada.
<b>Testes de desempenho:</b> a norma especifica os testes de desempenho que devem ser realizados no cabeamento estruturado, incluindo testes de continuidade, de resistência e de diafonia.

Fonte: ANSI/EIA/TIA-568, 2001.

Ao fazer implementação da norma ISO/IEC 11801 (2017), os benefícios para as empresas de tecnologia compreender a padronização pelo motivo da norma estabelecer padrões técnicos para o cabeamento estruturado, o que ajuda a garantir que a infraestrutura seja compatível com os equipamentos de rede e de telecomunicações. Ainda, a infraestrutura de cabeamento estruturado pode ser facilmente adaptada para suportar novas tecnologias e necessidades, o que é importante para empresas que estão em constante evolução.

Outro fator é que a norma estabelece requisitos rigorosos para a instalação e o teste do cabeamento estruturado, o que ajuda a garantir que a infraestrutura seja confiável e de alta qualidade. Adicionalmente, a infraestrutura de cabeamento estruturado pode ser instalada de forma mais eficiente e rápida do que outras soluções de cabeamento, o que pode levar a uma redução de custos para as empresas.

Portanto, a norma ISO/IEC 11801 (2017) é uma norma importante para garantir a qualidade e a eficiência da infraestrutura de cabeamento estruturado em empresas de tecnologia. A implementação da norma pode trazer benefícios significativos para as empresas, como a padronização, a flexibilidade, a confiabilidade e a redução de custos.

Sobre o percurso histórico das normas de cabeamento estruturado, na década de 1990, o Brasil praticamente utilizava somente os padrões internacionais ANSI/EIA/TIA-568 (2001) e ISO/IEC 11801 (2017). Esse cenário muda em 1994, pois a Associação Brasileira de Normas

Técnicas (ABNT), iniciou o processo de elaboração de uma norma brasileira para cabeamento. Linearmente, em agosto de 2000, foi publicada a NBR 14565, um procedimento básico para elaboração de projetos de cabeamento para telecomunicações para rede interna estruturada. Em 2007 foi publicada a 1ª revisão da NBR 14565 (FEY; GAUER, 2014).

Em 2012, a nova versão da NBR 14565 entrou em vigor, atualizando o país em relações às normas internacionais. Em 2013, segundo o site da ABNT, a NBR 14565, na sua terceira revisão, é editada. A NBR 14565 envolve serviços de aplicações de voz, dados, imagens, sonorização, sensores diversos, controles de acesso, sistemas de segurança, controles ambientais, entre outros (FEY; GAUER, 2014). Ainda de acordo com os autores, eles apontam resumidamente sua leitura da NBR 14565:2013.

**Aplica-se a prédios comerciais, envolvendo:** (a) Os pontos de telecomunicações nas áreas de trabalho; (b) Os armários de telecomunicações (salas de telecomunicações); (c) Salas de equipamentos e sala de entrada de telecomunicações (entrada de facilidades); **Meios de transmissão utilizados:** (a) Caminhos e vias do cabeamento e terminações; (b) Visa a correta aplicação dos conceitos de rede primária e secundária, envolvendo seus elementos constitutivos. (1) Rede interna primária é aquela que tem a função de interconectar o distribuidor geral de telecomunicações (sala de equipamentos) com os armários de telecomunicações (salas de telecomunicações) dos pavimentos. **A rede interna primária contém:** (a) Dispositivos de conexão (blocos, patch panel, etc.); (b) Cabos, vias de passagem, barras de aterramento, etc.; (2) Rede secundária é aquela que interliga os armários de telecomunicações (sala de telecomunicações) num determinado andar às áreas de trabalho. O Cabeamento Estruturado, com seus subsistemas, forma um conjunto de orientações técnicas e administrativas que possibilitam uma instalação adequada para uso de forma segura, por mais de dez anos. A certificação no cabeamento, por sua vez, comprova que o instalador utilizou material e técnicas dentro das normas vigentes, garantindo para o proprietário da instalação que tudo está dentro do definido nas normas e padrões nacionais e internacionais, para poder se iniciar a utilizar o Cabeamento Estruturado propriamente dito (FEY; GAUER, 2014, p. 30-31).

Contribuindo nessas discursiva, as normas de cabeamento estruturado no Brasil são estabelecidas pela ABNT e pelo Comitê Brasileiro de Eletricidade (COBEI). As principais normas que regulamentam o cabeamento estruturado no Brasil, conforme Fey e Gauer (2014) são:

a) ABNT NBR 14565, esta norma estabelece as diretrizes para o projeto, instalação e certificação de sistemas de cabeamento estruturado em edificações comerciais e residenciais. Ela abrange aspectos como a infraestrutura de telecomunicações, o cabeamento, os conectores e as tomadas de telecomunicações.

b) ABNT NBR 16415, esta norma estabelece as diretrizes para a certificação de sistemas de cabeamento estruturado, que deve ser realizada por meio de testes de desempenho em campo.

Ela define os critérios de aceitação para as características de transmissão do cabeamento, como a impedância, a atenuação e a diafonia.

c) ABNT NBR 14565-2, esta norma estabelece as diretrizes para o projeto e a instalação de sistemas de cabeamento estruturado em data centers, abrangendo aspectos como a topologia da rede, o cabeamento, os equipamentos ativos e a infraestrutura de energia e refrigeração.

d) ABNT NBR 14565-3, esta norma estabelece as diretrizes para a instalação de sistemas de cabeamento estruturado em ambientes externos, como em postes, torres e dutos subterrâneos.

Além dessas normas, existem outras normas relacionadas ao cabeamento estruturado que são importantes no Brasil, como a ABNT NBR 5410, que estabelece as diretrizes para instalações elétricas de baixa tensão, e a ABNT NBR 15715, que estabelece as diretrizes para a gestão e a manutenção de sistemas de cabeamento estruturado (FEY; GAUER, 2014).

Portanto, adotar as normas brasileiras de cabeamento estruturado traz benefícios para empresas de tecnologia, incluindo padronização, confiabilidade, facilidade de manutenção, flexibilidade e economia.

### 2.3 Conceitos e componentes do cabeamento

Assimilar conceitos e componentes do cabeamento estruturado é de extrema importância para aplicação em empresas de tecnologia, pois a infraestrutura de cabeamento é a base para o funcionamento da rede de computadores e sistemas de comunicação de uma empresa.

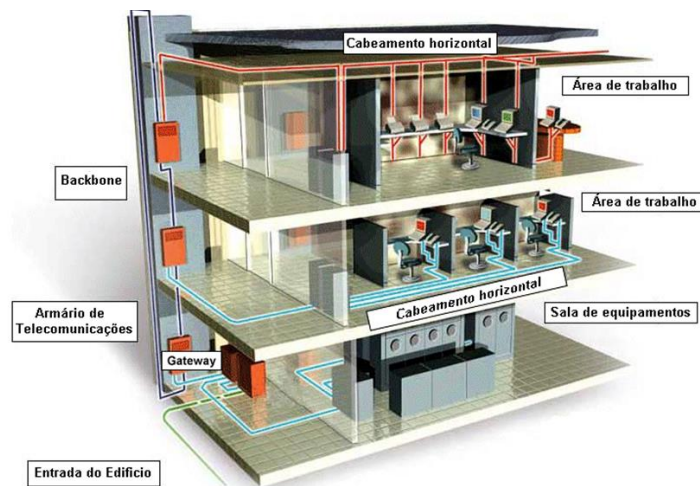
O cabeamento estruturado é uma infraestrutura de telecomunicações que permite a conexão de dispositivos de rede em uma estrutura organizada e padronizada, garantindo um desempenho adequado da rede e facilitando a manutenção e o gerenciamento. Fey e Gauer (2014) mostram os seis subsistemas que o sistema de cabeamento estruturado se divide.

**Entrada de Facilidades (Entrance Facilities)** é o local físico no prédio que interfaceia com o mundo externo. **Sala de Equipamentos (Equipment Room)** hospeda os equipamentos de telecomunicações que servem todos os usuários dentro do prédio. **Cabeamento Vertical (Backbone ou Backbone Cabling)** conecta os subsistemas de Entrada de Facilidades, Sala de Equipamentos e Salas de Telecomunicações entre si. **Salas de Telecomunicações (Telecommunications Rooms)** hospedam os equipamentos de telecomunicações que interligam o subsistema do Cabeamento Vertical (backbone) com o subsistema de Cabeamento Horizontal. Nelas também estão alocados equipamentos de interconexão que se interligam ao cabeamento horizontal. Também chamado de Armários de Telecomunicações. **Cabeamento Horizontal (Horizontal Cabling)** conecta as salas de Telecomunicações a uma tomada de telecomunicação individual numa área de

trabalho num andar do prédio. **Área de Trabalho (Work Area Components)** conecta os equipamentos do usuário final até as tomadas do sistema de cabeamento horizontal (FEY; GAUER, 2014, p. 20).

Esses seis subsistemas juntos formam um sistema de cabeamento estruturado que permite uma conexão organizada e eficiente de dispositivos de rede em uma empresa. Conforme apresentados nas Figuras 1.

Figura 1 - Representações dos 6 subsistemas do cabeamento estruturado.



Fonte: Google, 2023.

Além dos seis subsistemas, vale ressaltar que recentemente foi adicionado um outro chamado “Administração”, no qual é responsável pela documentação e identificação do cabeamento estruturado, sendo deste modo um total de sete subsistemas (FEY; GAUER, 2014).

Nesse sentido, para implementar um sistema de cabeamento estruturado de forma eficiente é necessário conhecer alguns dos componentes principais.

### 2.3.1 Racks

O rack é um dos equipamentos mais importantes em um sistema de cabeamento estruturado, conforme a NBR 14565:2013. Ele é uma estrutura metálica que serve como suporte para os equipamentos de rede e para acomodar os cabos (MARIN, 2013).

Os racks devem ser dimensionados de acordo com as necessidades do projeto, levando em consideração o número de equipamentos que serão instalados e o espaço disponível no ambiente. Eles devem ser construídos com materiais de alta resistência, como o aço, e possuir acabamento anticorrosivo para garantir sua durabilidade (ALMEIDA, 2013).

Eles podem ser classificados de acordo com sua altura e largura (Figura 2). A altura padrão é de 42U (Unidades de Rack), que corresponde a uma altura de 1,95 metros, mas também existem racks de outras alturas, como 24U e 36U. Já a largura padrão é de 19 polegadas, mas existem racks com larguras maiores ou menores dependendo do projeto (ALMEIDA, 2013).

Figura 2 – Ilustração de racks de diferentes tamanho.



Fonte: Google, 2023.

Ainda de acordo com o autor, os racks devem ser projetados de forma a permitir a ventilação adequada dos equipamentos e a passagem dos cabos. Eles devem possuir aberturas para a entrada e saída de ar, além de escovas ou tampas que evitam a entrada de poeira e sujeira nos equipamentos. Além disso, é importante que o rack tenha um sistema de organização de cabos, que evite emaranhados e facilite a manutenção.

Os racks podem ser instalados em salas de telecomunicações, data centers, salas de equipamentos e em outros locais onde há necessidade de armazenamento e gerenciamento de equipamentos de rede. Eles são essenciais para garantir a organização e a segurança dos equipamentos, além de facilitar a manutenção e a expansão da rede (MARIN, 2013).

### 2.3.2 Switches

Os switches são projetados para transmitir dados de forma rápida e eficiente, otimizando a comunicação na rede. Eles possuem várias portas de rede, que permitem a conexão de dispositivos como computadores, servidores, impressoras e telefones IP. Alguns switches também possuem portas de uplink, que permitem a conexão de outros switches, permitindo a expansão da rede (REY; GAUER, 2014).

Os switches podem ser classificados de acordo com a velocidade de transmissão dos dados e o número de portas de rede (Figura 3). Os switches mais comuns possuem velocidades de 10/100/1000 Mbps e 24 ou 48 portas de rede. Existem também switches com velocidades superiores, como 10 Gbps e 40 Gbps, para atender a demandas de alta performance em data centers e redes empresariais (ALMEIDA, 2013).

Figura 3 – Diferentes tipos de switches.



Fonte: Google, 2023.

Os switches devem ser instalados em um rack ou em uma sala de equipamentos, junto com outros equipamentos de rede. Eles devem ser configurados corretamente para garantir a segurança da rede e a otimização do tráfego de dados. É importante escolher um switch de qualidade, com recursos de segurança avançados, como controle de acesso, autenticação de usuários e detecção de intrusão (ALMEIDA, 2013).

Alguns switches também possuem recursos avançados de gerenciamento, tal como as Virtuais LANs (VLANs), Qualidade de serviço (ou Quality of Service – QoS) e protocolos de roteamento, que permitem a segmentação da rede e a priorização do tráfego de dados. Isso é especialmente útil em ambientes corporativos, onde é necessário garantir a disponibilidade e a qualidade do serviço em tempo real (MARIN, 2013).

### 2.3.3 Fonte de Alimentação Ininterrupta ou Uninterruptible Power Supply - UPS

A Fonte de Alimentação Ininterrupta ou UPS (Uninterruptible Power Supply) é um equipamento essencial em um sistema de cabeamento estruturado conforme a NBR 14565:2013. Ela é responsável por fornecer energia elétrica de forma ininterrupta para os equipamentos de rede em caso de falha na energia elétrica (MARIN, 2013).

A UPS é composta por uma bateria interna e armazena energia elétrica e um circuito eletrônico que monitora a qualidade da energia da rede elétrica. Quando ocorre uma interrupção no fornecimento de energia elétrica, a UPS entra em ação e fornece energia para os equipamentos conectados a ela, evitando a perda de dados e danos aos equipamentos, (BEZERRA, 2019). A Figura 4 mostra alguns modelos de UPS para empresas de tecnologia.

Figura 4 – Diferentes tipos de UPS.



Fonte: Google, 2023.

A UPS deve ser dimensionada de acordo com a carga elétrica dos equipamentos que serão conectados a ela. É importante escolher uma UPS de qualidade, com recursos de gerenciamento avançados, como monitoramento remoto, controle de temperatura e status da bateria (BEZERRA, 2019).

A UPS, ainda conforme o autor, deve ser instalada em um rack ou em uma sala de equipamentos, próxima aos equipamentos que serão protegidos por ela. Ela deve ser conectada a uma tomada elétrica protegida por um disjuntor e um sistema de aterramento adequado.

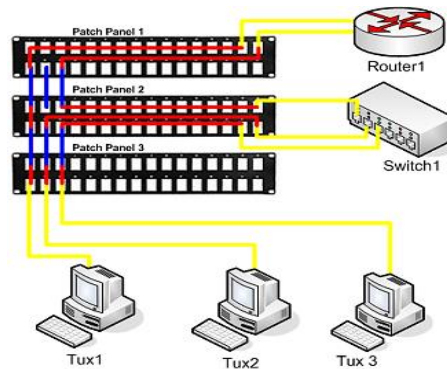
#### 2.3.4 Patch panel

O Patch Panel, conforme Rey e Gauer (2014) é um painel que centraliza a conexão dos cabos de rede em um único ponto, facilitando a identificação e a manutenção dos pontos de rede. Tem a função de facilitar oferecendo uma forma mais flexível de se montar o layout da rede e caso seja necessário realizar alterações no layout lógico dos pontos de rede ele age como um agente facilitador. Ele trabalha realizando a interconexão entre o cabeamento horizontal e outros dispositivos da rede, desta maneira é muito utilizado em cabeamento estruturado.

No Patch Panel, ainda de acordo com o autor, são conectados todos os cabos da rede e sua montagem deve ser realizada em local seguro e com acesso restrito. É muito importante elaborar documentação que registre a instalação de todos os recursos da rede para facilitar futuras manutenções garantindo desta maneira o bom funcionamento da rede pelo maior tempo possível de disponibilidade.

A Figura 5 mostra que se pretendêssemos ligar um novo equipamento no patch panel 3, por exemplo uma nova máquina e pretendêssemos ligá-la diretamente ao router1 estaríamos limitados pelas ligações entre o patch panel 1 e 2. Apesar de entre o patch panel 2 e 3 existir recursos livres.

Figura 5 – Esquema de três patch panel concentrando equipamentos diferentes.



Fonte: Google, 2023.

O Patch Panel é formado por terminais de conexão que podem ser interligados nas portas de equipamentos de rede como por exemplo o switch, onde estas interligações são realizadas por patch cables, que atendem todas as especificações das normas vigentes com a intenção de oferecer uma melhor qualidade de transmissão para as diversas aplicações que por ele são transmitidas (BEZERRA, 2019).

Possuem fileiras de conectores de um lado e de seu lado oposto existem portas, que são parecidas com as portas dos espelhos utilizados pelas tomadas de telecomunicações das áreas de trabalho, sendo estas no formato RJ-45 onde os patch cables fazem a ligação entre as portas do concentrador de cabos e o painel.

De acordo com a norma NBR 14565:2013, os patch panels devem ser instalados de forma adequada, seguindo as normas técnicas e as boas práticas de instalação. Isso inclui a escolha de um local adequado, de acordo com a demanda de pontos de rede, e a utilização de ferramentas e equipamentos adequados para realizar a instalação (BEZERRA, 2019).

A norma estabelece que os patch panels devem ser testados após a instalação, para garantir que estejam funcionando corretamente e atendendo às especificações técnicas do sistema de cabeamento estruturado. Os testes devem ser realizados de acordo com os procedimentos recomendados pelas normas técnicas e devem incluir a verificação da continuidade, da polaridade e do desempenho dos cabos.

A NBR 14565:2013 também estabelece que os patch panels devem ser compatíveis com os cabos de rede utilizados no sistema de cabeamento estruturado, de forma a garantir o melhor desempenho possível. Além disso, eles devem possuir características técnicas adequadas, como suporte a altas taxas de transmissão de dados e capacidade de suportar a inserção e remoção dos cabos sem causar danos aos mesmos (ROSS, 2007).

### 2.3.5 Patch cables e adapter cables (Patch cords)

Os adapter cables são cabos utilizados para fazer a conexão entre os dispositivos e o patch panel. O Patch Cables ou também conhecido como Patch Cords, é utilizado na interligação entre os patch panels e os concentradores de rede, proporcionando uma grande flexibilidade caso seja necessário efetuar alterações lógicas de layout nos pontos de rede. Ele é formado por um cabo UTP de quatro pares trançados com dois conectores RJ-45 macho instalados nas extremidades do cabo. O Comprimento dependerá de cada aplicação o comprimento padrão varia de 1,0 m, 1,5 m, 2,5 m (REY; GAUER, 2014).

O Adapter Cables possuem a mesma formação física do patch cables a diferença é que possuem capas de PVC que envolvem os conectores RJ-45 macho, e são utilizados para ligar as placas de comunicação das estações de trabalho as tomadas com conectores RJ-45 fêmea. O comprimento vai depender da distância da estação de trabalho e a tomada que ela será conectada, o comprimento padrão pode ser de 1,0 m e 2,5 m.

A norma NBR 14565:2013 estabelece os requisitos para projetar, instalar e manter sistemas de cabeamento estruturado em edificações comerciais e residenciais. O uso de patch cords é comum nesse tipo de sistema, pois eles são usados para conectar equipamentos à rede.

Observa-se, na Figura 6, que Patch Cords são cabos curtos com conectores nas extremidades que são usados para conectar dispositivos à rede, como computadores, impressoras, switches, entre outros. Eles são projetados para suportar altas velocidades de transmissão de dados e podem ser encontrados em diferentes comprimentos e tipos de conectores, como RJ-45, LC, SC, ST, entre outros.

Figura 6 – Alguns tipos de patch cords.



Fonte: Google, 2023.

A norma NBR 14565:2013 estabelece os requisitos para a seleção, instalação e teste de patch cords. Ela estabelece que os patch cords devem ser selecionados de acordo com as

especificações técnicas do sistema de cabeamento estruturado e que devem ser instalados de acordo com as boas práticas de instalação (RODRIGUES, 2014).

Além disso, a norma NBR 14565:2013 estabelece que os patch cords devem ser testados após a instalação para garantir que estão funcionando corretamente e atendendo às especificações técnicas do sistema de cabeamento estruturado (CUNHA, 2021).

### 2.3.6 Cabos de rede

Os cabos de rede são responsáveis pela transmissão de dados entre os dispositivos conectados. O cabo é o meio mais utilizado para a conexão em rede de computadores e continua sendo o melhor meio de transmissão de dados, o cabo é meio mais adequado para a transmissão de dados (SHIMONSKI; STEINER; SHEEDY, 2006).

Segundo Forouzan (2006) para os nobres propósitos das telecomunicações, as transmissões podem ser divididas em duas grandes categorias: guiadas e se sem fio. Uma transmissão guiada utiliza uma guia de 28 onda como suporte de sinais eletromagnéticos.

A Figura 7 mostra que o padrão 568A utiliza a seguinte sequência de cores: branco-verde, verde, branco-laranja, azul, branco-azul, laranja, branco-marrom, marrom. Já o padrão 568B utiliza a seguinte sequência de cores: branco-laranja, laranja, branco-verde, azul, branco-azul, verde, branco-marrom, marrom. Ambos os padrões são aceitos e utilizados em sistemas de cabeamento estruturado, e a escolha entre eles vai depender da preferência do instalador ou das especificações técnicas do projeto.

Figura 7 – Cabo de redes e os dois principais padrões.



Fonte: Google, 2023

O padrão EIA/TIA 568A e 568B são dois padrões utilizados para definir a disposição dos fios dos cabos de rede em um sistema de cabeamento estruturado. Eles foram criados pela

Electronic Industries Alliance (EIA) e pela Telecommunications Industry Association (TIA) para estabelecer uma padronização que facilitasse a instalação e a manutenção de sistemas de cabeamento estruturado (MAIA; RODRIGUES, 2014).

O padrão EIA/TIA 568A e 568B definem as cores dos fios e a disposição dos pares trançados nos cabos UTP (Unshielded Twisted Pair) e STP (Shielded Twisted Pair), que são utilizados em sistemas de cabeamento estruturado. O objetivo é garantir que a conexão dos cabos seja feita de forma padronizada, de modo a facilitar a identificação e a manutenção dos pontos de rede (TORRES, 2014).

A escolha entre o padrão 568A ou 568B deve ser seguida em todo o sistema de cabeamento estruturado, desde a conexão dos cabos nos patch panels até a conexão dos dispositivos nos pontos de rede. A mistura dos dois padrões pode levar a problemas de conexão e interferências na transmissão de dados (CUNHA, 2021).

A norma NBR 14565:2013 define os tipos de cabos de rede que podem ser utilizados em sistemas de cabeamento estruturado, como cabos UTP (Unshielded Twisted Pair), FTP (Foiled Twisted Pair), STP (Shielded Twisted Pair) e fibra óptica, Conforme (Figura 6). Ela também estabelece as categorias de cabos UTP, que são a CAT5e, CAT6, CAT6A e CAT7 ilustrado na Figura 8, e define as características técnicas que devem ser atendidas por cada uma delas (MARIN, 2013).

Os cabos UTP, FTP, STP e Fibra óptica são tipos de cabos utilizados em sistemas de cabeamento estruturado para conectar dispositivos em uma rede de computadores. Cada tipo de cabo tem características específicas que o tornam mais adequado para determinadas aplicações e ambientes (MARIN, 2013).

O Cabo UTP, é um cabo de par trançado não blindado, composto por pares de fios de cobre entrelaçados. Ele é amplamente utilizado em redes locais (LANs) e em sistemas de cabeamento estruturado. O cabo UTP é leve, fácil de instalar e é indicado para redes com distâncias curtas (até 100 metros) e baixas taxas de transmissão de dados, conforme apresentado na Figura 9.

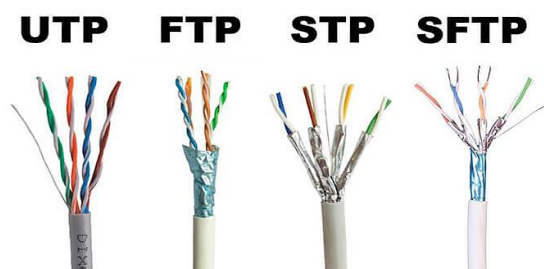
O Cabo FTP, é um cabo de par trançado com blindagem de folha de alumínio. Ele oferece uma proteção extra contra interferências eletromagnéticas, o que o torna adequado para ambientes com alta interferência, como hospitais, aeroportos e fábricas. O cabo FTP é mais caro que o cabo UTP e é recomendado para redes com distâncias curtas (até 100 metros) e taxas de transmissão médias (Figura 8).

O Cabo STP, é um cabo de par trançado com blindagem metálica em torno de cada par de fios. Ele oferece maior proteção contra interferências eletromagnéticas do que o cabo

FTP e é indicado para ambientes com altas interferências, como data centers e ambientes industriais. O cabo STP é mais pesado e rígido do que o cabo UTP e FTP, e é recomendado para redes com distâncias curtas (até 100 metros) e taxas de transmissão médias (Figura 8).

O SFTP (Screened Foil Twisted Pair) (Figura 8) é um cabo blindado que combina as características de blindagem do STP e do FTP. Ele contém uma folha de alumínio que envolve cada par trançado de fios de cobre, bem como uma malha de blindagem metálica ao redor de todos os pares.

Figura 8 – Cabos utilizados em cabeamento estruturado conforme NBR 14565.



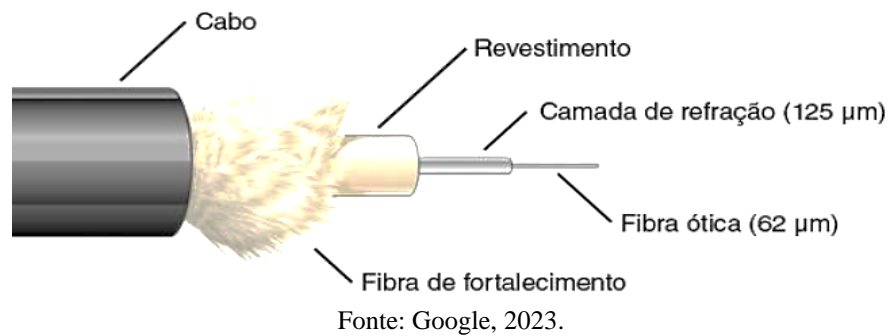
Fonte: Randeno, 2023.

O SFTP é geralmente usado em redes que exigem alta segurança e desempenho, como em data centers e instalações militares. Na norma brasileira NBR 14565:2013, ele é definido como um cabo de par trançado protegido por uma blindagem eletrostática (com um invólucro de metal ou folha de alumínio) e uma camada de folha de alumínio para reduzir a interferência eletromagnética.

O Cabo de Fibra Óptica é um cabo composto por filamentos de vidro ou plástico que transmitem sinais de luz. É usado em redes de longa distância (WANs) e em ambientes que requerem alta largura de banda e velocidades de transmissão de dados, como data centers e provedores de internet. Ele é mais caro e delicado do que os cabos de par trançado, mas oferece maior largura de banda, maior distância (40 km ou mais) de transmissão e maior imunidade a interferências eletromagnéticas (BEZERRA, 2019).

A Figura 9 mostra que o cabo de Fibra Óptica possui geralmente cinco partes: proteção plástica, fibra de fortalecimento, revestimento interno, camada de refração e núcleo.

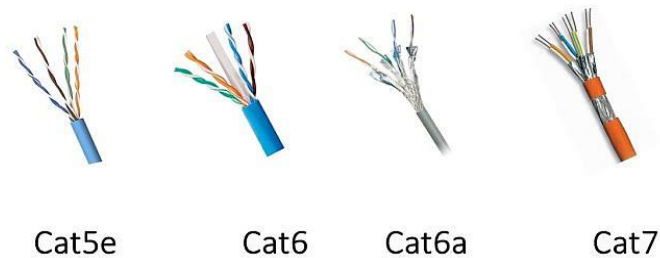
Figura 9 – Componentes do cabo de fibra óptica.



Fonte: Google, 2023.

Consonante as categorias de cabos UTP definidas pela norma NBR 14565:2013 são baseadas na capacidade de transmissão de dados, largura de banda e frequência de transmissão. A figura 10 apresenta as categorias CAT5e, CAT6, CAT6A e CAT7.

Figura 10 – Componentes do cabo de fibra óptica.



Fonte: Google, 2023.

A CAT5e é a categoria mais antiga dos cabos UTP, e é capaz de transmitir dados a velocidades de até 1 Gbps com uma largura de banda de 100 MHz. O cabo CAT5e é indicado para redes locais (LANs) de baixa a média complexidade, amplamente utilizado em residências, pequenos escritórios e empresas (BEZERRA, 2019).

A CAT6 é uma categoria de cabo UTP mais avançada do que o CAT5e, capaz de transmitir dados a velocidades de até 10 Gbps com uma largura de banda de 250 MHz. O cabo CAT6 é indicado para redes locais (LANs) de alta complexidade, como data centers, empresas de grande porte e provedores de serviços de internet (CUNHA, 2021).

A CAT6A é a categoria mais avançada dos cabos UTP, sendo capaz de transmitir dados a velocidades de até 10 Gbps com uma largura de banda de 500 MHz. O cabo CAT6A é indicado para redes locais (LANs) de alta complexidade, com alta demanda de largura de banda e distâncias de transmissão mais longas. Ele é frequentemente utilizado em data centers, hospitais, universidades e grandes empresas (MARIN, 2013).

Embora o cabo CAT6 seja capaz de transmitir dados a 10 Gbps, a distância máxima de transmissão é de 55 metros. Já o cabo CAT6A pode transmitir dados a 10 Gbps em distâncias de até 100 metros. Portanto, a escolha da categoria de cabo UTP deve ser feita com base nas necessidades de largura de banda e distância de transmissão da rede, levando em consideração também o orçamento disponível (FEY; GAUER, 2014).

A CAT7 é a categoria mais avançada de cabo de par trançado definida pela NBR 14565:2013. Suporta velocidades de até 10 Gbps e frequências de até 600 MHz. O cabo CAT7 é mais adequado para aplicações de rede que exigem transmissão de dados de alta velocidade em distâncias muito longas. Além disso, ele oferece maior proteção contra interferência eletromagnética, graças à sua construção especial com pares de fios blindados e uma camada externa de proteção (FEY; GAUER, 2014).

Além disso, a norma estabelece que os cabos de rede devem ser selecionados de acordo com as especificações técnicas do sistema de cabeamento estruturado e devem ser instalados de acordo com as boas práticas de instalação. Isso inclui a utilização de ferramentas e equipamentos adequados para realizar a instalação, a escolha de um caminho adequado para os cabos e a garantia de que os cabos estejam devidamente identificados (BEZERRA, 2019).

A NBR 14565:2013 também estabelece que os cabos de rede devem ser testados após a instalação para garantir que estão funcionando corretamente e atendendo às especificações técnicas do sistema de cabeamento estruturado.

Os testes devem ser realizados de acordo com os procedimentos recomendados pelas normas técnicas e devem incluir a verificação da continuidade, da polaridade e do desempenho dos cabos. A norma estabelece que os cabos devem ser protegidos contra danos mecânicos, elétricos e ambientais, para garantir a sua durabilidade e desempenho (CUNHA, 2021).

### 2.3.7 Conectores

Os conectores, por sua vez, são componentes essenciais para garantir uma conexão adequada e segura entre os cabos de rede e os dispositivos. É importante conhecer os tipos de conectores existentes, como o RJ-45, que é o mais comum, e o LC, utilizado em redes de fibra ótica.

Santos (2012) explica que um conector é um dispositivo que efetua a ligação entre dois meios distintos, onde cada lado recebe uma parte deste conector e quando estão juntos ele serve como uma ponte de transmissão de dados, transmitindo desta maneira o sinal de um dispositivo para o outro.

Ao se referir a redes de computadores é necessário a utilização de conectores para interligar os cabos que transmitem os sinais nos dispositivos de rede. Para cada tipo de cabo deve-se utilizar um conector diferente, de acordo com a necessidade de cada ambiente e arquitetura da rede.

A Figura 11 apresenta o conector RJ-45 esquerdo, um tipo de conector de rede utilizado para conectar cabos de par trançado a dispositivos de rede, como computadores, switches, roteadores e outros equipamentos de rede. Ele possui oito pinos ou contatos, o que o torna adequado para uso com cabos de par trançado de oito vias (FEY; GAUER, 2014).

O conector LC ao lado direito da Figura 11 é um tipo de conector óptico utilizado para conexão de cabos de fibra óptica. Ele é projetado para ser pequeno e compacto, permitindo que vários conectores sejam instalados em uma placa de rede, switch ou outro dispositivo de rede. O conector LC é comumente usado em redes de fibra óptica para conectar equipamentos de rede, como roteadores, switches e servidores.

Figura 11 – Conectores de rede RJ-45 e LC.



Fonte: Google, 2023.

O conector RJ-45 é projetado para ser crimpado ou pressionado no final do cabo de par trançado. Ele é um conector macho, o que significa que é projetado para ser inserido em uma porta fêmea correspondente em um dispositivo de rede. Ele é compatível com cabos de rede de diferentes categorias, como CAT5e, CAT6, CAT6A e CAT7 (CUNHA, 2021).

O conector RJ-45 é geralmente feito de plástico e tem um tamanho padrão que permite sua inserção em uma variedade de dispositivos de rede. Ele também tem uma aba de travamento que impede que o conector seja desconectado acidentalmente do dispositivo de rede (MARIN, 2013). Além disso, o conector RJ-45 é projetado para fornecer uma conexão segura e confiável para garantir a transmissão de dados de alta velocidade em uma rede de computadores.

O conector LC possui um design de travamento, o que significa que ele é projetado para encaixar e travar no lugar para garantir uma conexão segura e confiável. Ele tem um formato retangular, com dimensões de 10,75 mm x 4,5 mm x 2,5 mm, tornando-o um dos conectores mais compactos disponíveis (MARIN, 2013).

O conector LC possui uma única fibra óptica e é usado para conexões de fibra de modo único, o que significa que ele é ideal para aplicações de longa distância que exigem transmissão de dados de alta velocidade (BEZERRA, 2019). Ele também tem um baixo custo e baixa perda de inserção, tornando-o uma opção popular para redes de fibra óptica de alta velocidade.

De acordo com a NBR 14565:2013, os conectores de telecomunicações devem possuir as seguintes características: a) Serem compatíveis com o tipo de cabo utilizado na rede (UTP, FTP, STP, etc.); b) Possuir terminações adequadas para os condutores do cabo; c) Serem capazes de suportar a quantidade de ciclos de inserção e remoção especificados na norma; d) Possuir resistência elétrica e impedância compatíveis com a rede; e) Serem capazes de garantir a continuidade elétrica e o isolamento entre os condutores.

Além disso, a norma estabelece que os conectores devem ser testados para atender aos requisitos de desempenho, incluindo a resistência elétrica, a capacidade de suportar tensão elétrica e a atenuação do sinal. Esses testes são realizados para garantir a qualidade do cabeamento e a transmissão de dados de forma confiável (CUNHA, 2021).

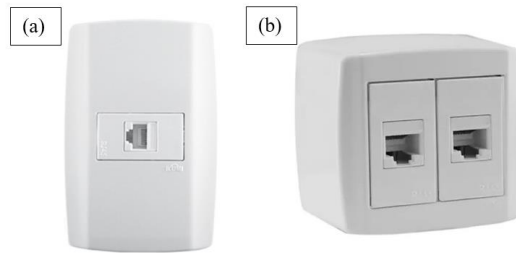
Portanto, assimilar os conceitos e componentes do cabeamento estruturado é fundamental para implementar e manter uma rede de computadores eficiente e organizada em uma empresa de tecnologia, garantindo um desempenho adequado da rede e facilitando a manutenção e o gerenciamento.

### 2.3.8 Tomadas de rede

As tomadas de rede devem ser projetadas para suportar as tecnologias de rede utilizadas, como Ethernet, Fast Ethernet, Gigabit Ethernet, e outras. Elas devem ser instaladas em pontos estratégicos, como paredes e dutos de piso, para facilitar o acesso aos dispositivos de rede (BEZERRA, 2019).

As tomadas de rede podem ser classificadas de acordo com a quantidade de pontos de conexão. As mais comuns são as tomadas com um ponto de conexão (RJ-45) para a conexão de um único dispositivo, e as tomadas com dois pontos de conexão para a conexão de dois dispositivos (Figura 12).

Figura 12 - Tomada de redes RJ-45 de (a) um ponto e (b) dois pontos.



Fonte: Google, 2023.

As tomadas de rede devem ser instaladas de acordo com as normas técnicas, para garantir a qualidade e a segurança da rede. Elas devem ser conectadas ao cabeamento estruturado através de conectores adequados, como o conector RJ-45.

É importante escolher tomadas de rede de qualidade, com recursos avançados de segurança, como bloqueio de portas e detecção de intrusão. Alguns modelos também possuem recursos de gerenciamento, como identificação automática de dispositivos e gerenciamento remoto.

## 2.4 Tipos de cabeamento

Segundo Pinheiro (2003), o cabeamento é que faz a ligação entre os dispositivos e todos os acessórios que possui a rede. O cabeamento pode ser implementado de várias maneiras, cada com suas características particulares, estes tipos são definidos quando se defini a necessidade de se construir uma rede, os tipos podem ser: cabeamento total, cabeamento genérico, cabeamento não estruturado e cabeamento estruturado.

### 2.4.1 Cabeamento total

O Cabeamento Total (ou Full Cabling) é um termo utilizado para descrever a infraestrutura completa de cabeamento de uma rede, incluindo o cabeamento horizontal, vertical, backbone, conectores, patch panels, racks, entre outros componentes necessários para a transmissão de dados. Esse tipo de cabeamento é usado em grandes instalações e normalmente requer uma equipe especializada para sua instalação e manutenção (MARIN, 2013).

#### 2.4.2 Cabeamento genérico

O Cabeamento Genérico (ou Generic Cabling) é um termo utilizado para descrever o tipo de cabeamento que não foi projetado especificamente para atender às necessidades de uma determinada rede. Em outras palavras, é um cabeamento que foi instalado de forma geral e que pode ser utilizado para diferentes tipos de redes. Esse tipo de cabeamento é normalmente encontrado em pequenas instalações, como escritórios e residências (FEY; GAUER, 2014).

#### 2.4.3 Cabeamento não estruturado

O Cabeamento Não Estruturado (ou Non-Structured Cabling) é um termo utilizado para descrever uma rede que não segue uma organização específica ou padrão de cabeamento. Esse tipo de cabeamento geralmente é utilizado em redes pequenas e com poucos dispositivos (BEZERRA, 2019).

#### 2.4.4 Cabeamento estruturado

O Cabeamento Estruturado (ou Structured Cabling) é um termo utilizado para descrever uma rede que segue um padrão específico de cabeamento. Esse padrão de cabeamento é definido por normas internacionais e inclui o cabeamento horizontal, vertical, backbone, conectores, patch panels, racks, entre outros componentes. Esse tipo de cabeamento é utilizado em instalações maiores e complexas, como prédios comerciais, data centers e indústrias, e permite maior flexibilidade e escalabilidade para a rede, além de facilitar a manutenção e o gerenciamento (MARIN, 2013).

Portanto, entender os diferentes tipos de cabeamento é fundamental para empresas de tecnologia que desejam implantar redes de comunicação de alta qualidade e confiabilidade. Cada tipo de cabeamento tem características específicas e atende a requisitos diferentes. Conhecer essas diferenças ajuda a dimensionar corretamente a capacidade da rede, evitar problemas de desempenho e garantir a conformidade com as normas e padrões estabelecidos.

### **2.5 Análise da NBR 14565:2013**

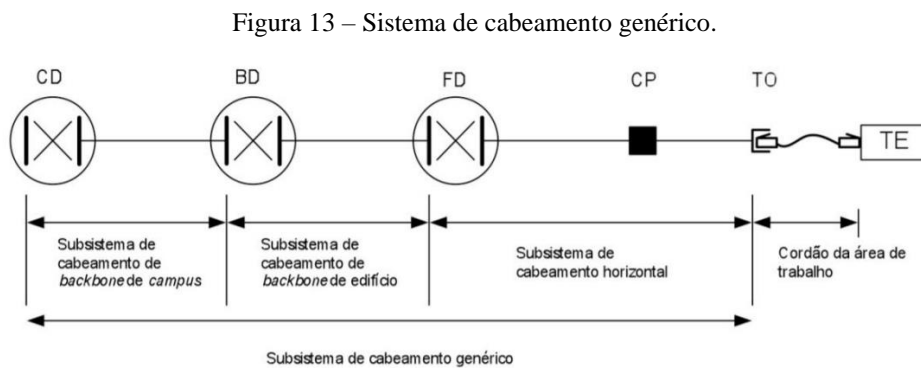
A NBR 14565:2013 estabelece os requisitos mínimos para o projeto, instalação e manutenção de sistemas de cabeamento de telecomunicações em edifícios comerciais, visando

à transmissão de voz, dados e imagens. Adiante, aborda-se uma análise dos principais pontos desta norma para entendimento posterior das boas práticas relacionadas às empresas de tecnologia.

A norma especifica um cabeamento genérico para uso nas dependências de um único ou um conjunto de edifícios em um campus. Ela cobre os cabamentos metálico e óptico. Além disso, aplica-se a redes locais (LAN) e redes de campus. O cabeamento especificado nesta norma suporta uma ampla variedade de serviços, incluindo voz, dados, texto, imagem e vídeo.

Dessa forma, os elementos funcionais do cabeamento genérico conforme a NBR 14565:2013 são: a) distribuidor de campus (CD); b) backbone de campus; c) distribuidor de edifício (BD); d) backbone de edifício; e) distribuidor de piso (FD); f) cabeamento horizontal; g) ponto de consolidação (CP); h) cabo do ponto de consolidação (Cabo do CP); i) tomada de telecomunicações multiusuário (MUTO); j) tomada de telecomunicações (TO).

Os sistemas de cabeamento genérico contêm no mínimo três subsistemas: backbone de campus, backbone de edifício e cabeamento horizontal. Os subsistemas de cabeamento são interconectados para formar um sistema de cabeamento genérico com a estrutura mostrada na Figura 13. Os distribuidores oferecem os meios de configurar o cabeamento para suportar diferentes topologias, como barramento, estrela e anel.



Fonte: NBR 14565, 2013.

As conexões entre subsistemas de cabeamento podem ser ativas, necessitando de equipamentos para aplicações específicas ou passivas. As conexões de equipamentos para aplicações específicas adotam a abordagem tanto de interconexão como a de conexão cruzada.

As conexões passivas entre subsistemas de cabeamento são geralmente executadas usando conexões cruzadas por meio de patch cords ou jumpers. No caso de um cabeamento centralizado, as conexões passivas nos distribuidores são executadas por conexões cruzadas ou interconexões. Além disso, para cabeamento óptico centralizado, é possível criar conexões nos

distribuidores usando emendas, apesar de isto reduzir a possibilidade do cabeamento de suportar reconfigurações.

O Quadro 3 a seguir apresenta os subsistemas de cabeamento backbone de campus, de edifícios e horizontal.

Quadro 3 – Os tipos de subsistemas conforme NBR 14565.

<b>Subsistema de cabeamento de backbone de campus</b>	<b>Subsistema de cabeamento de backbone de edifício</b>	<b>Subsistema de cabeamento horizontal</b>
a) os cabos de backbone de campus; b) qualquer componente de cabeamento dentro da infraestrutura de entrada; c) jumpers e patch cords no distribuidor de campus; d) o hardware de conexão no qual os cabos de backbone de campus são terminados (tanto no distribuidor de campus como no distribuidor de edifício).	a) os cabos de backbone de edifício; b) os jumpers e patch cords no distribuidor de edifício; c) o hardware de conexão nos quais os cabos do backbone de edifício são terminados (em ambos os distribuidores, de piso e de edifício).	a) os cabos horizontais; b) os jumpers e patch cords no distribuidor de piso; c) as terminações mecânicas dos cabos horizontais nas tomadas de telecomunicações; d) as terminações mecânicas dos cabos horizontais nos distribuidores de piso, incluindo o hardware de conexão, por exemplo: as interconexões ou as conexões cruzadas; e) um ponto de consolidação (opcional); f) as tomadas de telecomunicações.

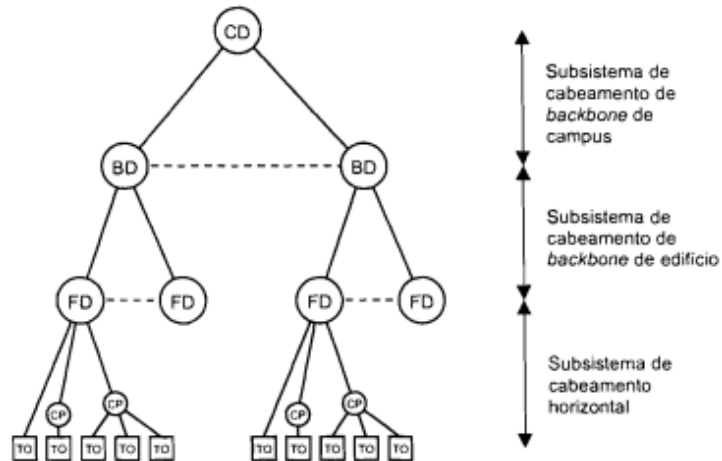
Fonte: NBR 14565, 2013.

O backbone de edifício deve ser projetado para suportar a vida útil do sistema de cabeamento genérico. Entretanto, é comum adotar-se soluções provisórias para suportar aplicações correntes ou previstas, particularmente onde o acesso físico aos encaminhamentos é fácil. A seleção do cabeamento de backbone de campus podem necessitar de uma solução mais duradoura que a adotada no cabeamento de backbone de edifício, particularmente se o acesso físico aos encaminhamentos for mais limitado.

O cabeamento horizontal deve ser projetado para suportar a maior parte das aplicações existentes e emergentes e deve fornecer uma longa vida operacional. Isto minimiza as interrupções e o alto custo de recabeamento nas áreas de trabalho.

Em cabeamento genérico, os elementos funcionais dos subsistemas de cabeamento são interconectados para formar uma estrutura hierárquica (Figura 14). Em instalações de dois ou mais distribuidores utilizem o mesmo espaço físico, não são necessárias interligações entre si.

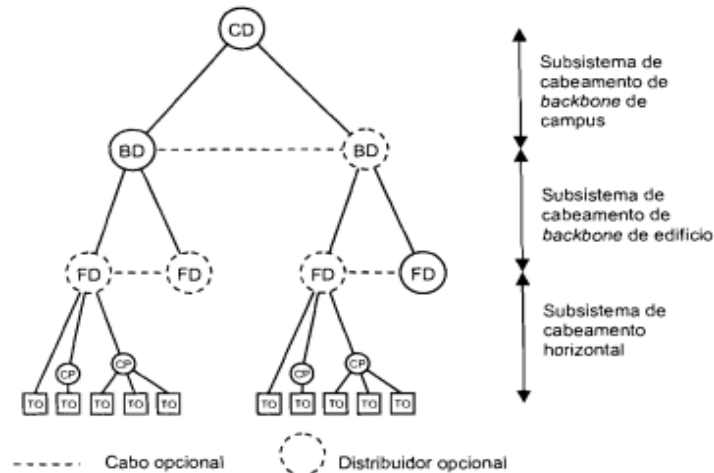
Figura 14 – Estrutura hierárquica do cabeamento genérico.



Fonte: NBR 14565, 2013.

As estruturas de cabeamento centralizado, como mostrado na Figura 15, criam backbone/canais horizontais combinadas. Os canais são formados por conexões passivas nos distribuidores. As conexões são obtidas utilizando-se tanto interconexões como conexões cruzadas. Além disso, para cabeamento óptico centralizado, é possível criar conexões nos distribuidores usando emendas, apesar de isto reduzir a capacidade do cabeamento de suportar reconfigurações.

Figura 15 – Estruturas para cabeamento genérico centralizado.

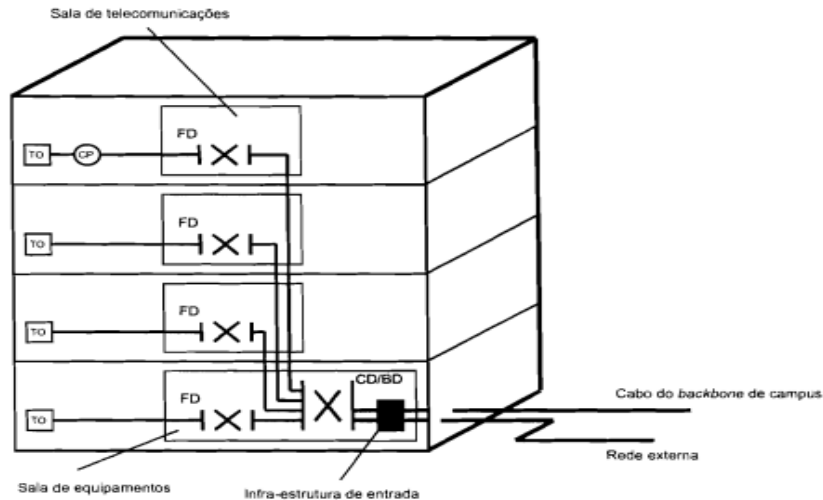


Fonte: NBR 14565, 2013.

Distribuidores podem ser colocados na sala de equipamentos ou nas salas de telecomunicações (Figura 16). As diretrizes para a posicionamento dos distribuidores estão descritas na ISO/IEC TR 14763-2. Os cabos são lançados usando-se encaminhamentos que podem ser canaletas, eletrodutos, bandejas, entre outros ou simplesmente rotas definidas. Os

requisitos para os encaminhamentos e os sistemas de organização de cabos são descritos na ISO/IEC 18010. As tomadas de telecomunicações são localizadas na área de trabalho.

Figura 16 – Localização dos elementos funcionais no edifício.



Fonte: NBR 14565, 2013.

No Quadro 4, apresenta-se as interfaces de equipamentos e ensaio, canal e enlace permanente, e interfaces externas da rede.

Quadro 4 – Interfaces conforme NBR 14565.

**Interfaces de equipamentos e interfaces de ensaio**

As interfaces de equipamento para cabeamento genérico são localizadas nas extremidades de cada subsistema. Os distribuidores podem ter uma interface de equipamento para um serviço externo em qualquer porta e usar tanto interconexões, como conexões cruzadas, o ponto de consolidação não oferece uma interface de equipamentos para a sistema de cabeamento genérico. As interfaces de ensaio para a cabeamento genérico são localizadas nas extremidades de cada subsistema e no ponto de consolidação, quando presente.

**Canal e enlace permanente**

O canal é o caminho de transmissão entre o equipamento, como um hub/switch de rede e o equipamento terminal. Um canal típico consiste em um subsistema horizontal com uma área de trabalho e com cordões de equipamento. Para serviços de longa distância o canal pode ser construído pela conexão de dois ou mais subsistemas (incluindo a área de trabalho e os cordões de equipamento). O desempenho do canal exclui as conexões dos equipamentos de aplicação específica. O enlace permanente é o caminho de transmissão de um subsistema de cabeamento instalado incluindo o hardware de conexão nas extremidades do cabo instalado. No subsistema de cabeamento horizontal o enlace permanente consiste na tomada de telecomunicações, no cabo horizontal, em um ponto de consolidação opcional e na terminação do cabo horizontal no distribuidor de piso. O enlace permanente inclui as conexões nas extremidades do cabo instalado.

**Interfaces externas a rede**

Conexões com redes públicas para o fornecimento de seus respectivos serviços de telecomunicações são feitas nas interfaces externas à rede

Fonte: NBR 14565, 2013.

A interface de equipamentos refere-se à conexão física entre os equipamentos de rede, como switches, roteadores e servidores, e o cabeamento genérico. É importante que essas interfaces sejam compatíveis com os padrões de cabeamento genérico especificados na NBR 14565:2013 para garantir a operação adequada da rede.

Já a interface de ensaio refere-se ao ponto onde é realizada a medição e verificação dos parâmetros elétricos e ópticos do cabeamento genérico. É importante que essa interface seja especificada na norma para garantir que os ensaios e testes sejam feitos de forma correta e padronizada.

A norma NBR 14565:2013 também estabelece requisitos para o canal e enlace permanente, que são as partes do sistema de cabeamento genérico responsáveis pela transmissão de dados. O canal permanente é composto pelos cabos e conectores que vão da sala de telecomunicações até o ponto de conexão no usuário final.

Em relação ao enlace permanente, ele é composto pelo canal permanente mais os cabos e conectores no ponto de conexão do usuário final. É importante que essas partes do sistema estejam em conformidade com as especificações da norma para garantir a integridade dos dados transmitidos.

As interfaces externas à rede, que são os pontos de entrada e saída do cabeamento genérico no edifício, como o ponto de demarcação entre a rede interna e a rede externa. Essas interfaces devem ser especificadas na norma para garantir a interoperabilidade entre diferentes sistemas de cabeamento genérico e entre diferentes operadoras de telecomunicações.

No Quadro 5, mostra os distribuidores e configuração de acordo com a NBR 14565:2013.

Quadro 5 – Distribuição e configuração conforme NBR 14656.

**Distribuidores**

O número e tipo de subsistemas que estão na implementação de um cabeamento genérico dependem da geografia e do tamanho do campus ou edifício e sobretudo da estratégia do usuário. Usualmente há um único distribuidor de campus para cada campus, um distribuidor de edifício para cada edifício e um distribuidor de piso para cada piso. O projeto dos distribuidores de piso deve assegurar que os comprimentos de patch cords / jumpers e cordões de equipamento seja mínimo e a administração deve assegurar que estes comprimentos sejam suficientes para a operação.

Canal: Horizontal / Comprimento: (100 m)

Canal: Horizontal + Backbone de edifício + backbone de campus / Comprimento: (2000 m)

Pelo menos um distribuidor de piso deve ser instalado para cada piso; para áreas superiores a 1000m<sup>2</sup>, no mínimo um distribuidor de piso deve ser instalado para cada 1000m<sup>2</sup> de áreas reservadas para escritórios. Se a área de piso for pouco populosa (por exemplo, um saguão), é permitido servir este piso por meio de um distribuidor localizado em um piso adjacente.

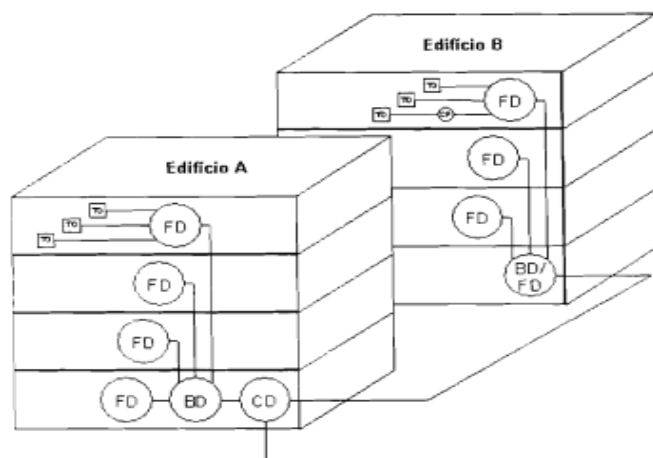
Fonte: NBR 14565, 2013.

A norma estabelece que os distribuidores devem ser instalados em locais estratégicos e de fácil acesso, de forma a facilitar a manutenção e a ampliação da rede. Eles também devem ser projetados para permitir a identificação e o acesso fácil aos diferentes elementos da rede, como cabos e conectores. Os distribuidores devem ser instalados em ambientes seguros e protegidos contra riscos como fogo, umidade e poeira, de forma a garantir a integridade e a durabilidade dos componentes da rede. Além disso, os distribuidores devem ser configurados de acordo com a topologia da rede e os requisitos de desempenho estabelecidos na norma.

A configuração dos distribuidores deve levar em consideração a distância máxima permitida entre os diferentes componentes da rede, bem como a capacidade de suportar diferentes tipos de cabos e conectores. Isso garante a eficiência, a segurança e a qualidade da rede, além de facilitar a manutenção e a ampliação da infraestrutura de telecomunicações.

Na Figura 17, o edifício A mostra um exemplo de cada distribuidor localizado separadamente e o edifício B mostra um exemplo onde as funções de um distribuidor de piso e de um distribuidor de edifício foram combinadas em um único distribuidor.

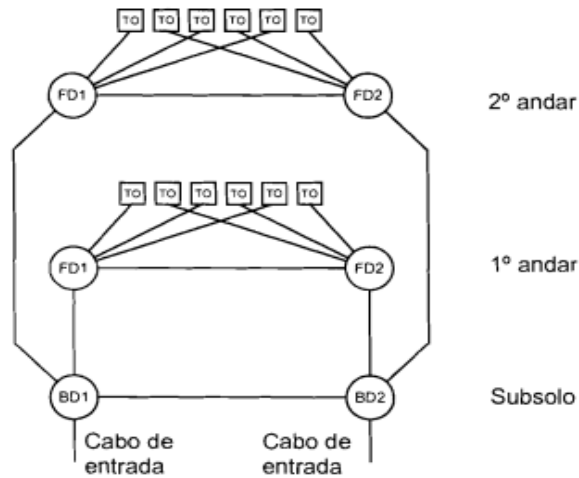
Figura 17 – Cabeamento genérico com distribuidor de edifício combinados.



Fonte: NBR 14565, 2013.

Em certas circunstâncias, por exemplo no caso de razões de segurança ou confiabilidade, redundâncias podem ser projetadas no cabeamento. A Figura 18 apresenta um dos possíveis exemplos de conexão dos elementos funcionais dentro da estrutura, para oferecer proteção contra falhas em uma ou mais partes da infraestrutura de cabeamento. Esta pode ser a forma básica para um projeto de cabeamento genérico em edifícios, oferecendo alguma proteção contra danos como fogo ou falhas nos cabos da rede pública.

Figura 18 – Inter-relação dos elementos funcionais em uma instalação com redundância.



Fonte: NBR 14565, 2013.

O Quadro 6 a seguir explica sobre os cabos, cordões da área de trabalho e cordões de equipamento, e patch cords e jumpers de acordo com a NBR 14565:2013.

Quadro 6 – Cabos, cordões da área de trabalho e equipamento, patch cords e jumpers.

<p><b>Cabos</b> Para detalhes da utilização dos tipos recomendados de cabos, ver a ABNT NBR 14703. O hardware de conexão de cabos deve oferecer a conexão direta para cada condutor e não deve permitir contatos entre mais de um condutor (por exemplo, derivações não devem ser usadas).</p>
<p><b>Cordões da área de trabalho e cordões de equipamento</b> Os cordões da área de trabalho conectam as tomadas de telecomunicações ao equipamento terminal. Os cordões de equipamento conectam equipamentos aos distribuidores do cabeamento genérico. Não são permanentes e podem ser para aplicações específicas. Devem ser levados em consideração o comprimento e o desempenho de transmissão destes cordões; as considerações devem ser identificadas quando relevantes. A contribuição destes cordões para o desempenho deve ser levada em consideração no projeto do canal.</p>
<p><b>Patch cords e jumpers</b> Os patch cords e os jumpers são utilizados nas implementações de conexões cruzadas nos distribuidores. A contribuição destes cordões para o desempenho deve ser levada em consideração quando do projeto do canal</p>

Fonte: NBR 14565, 2013.

Os cabos são componentes fundamentais do cabeamento genérico, responsáveis por transportar os dados entre os diferentes elementos da rede. A norma estabelece requisitos específicos para a qualidade dos cabos, como a impedância, a atenuação e a diafonia, que devem ser mantidos dentro de valores especificados para garantir a eficiência da rede.

Os cordões da área de trabalho e cordões de equipamento são cabos curtos que conectam os equipamentos de rede às tomadas de telecomunicações. Esses cabos devem ser instalados de acordo com as especificações da norma, que estabelece requisitos específicos para a distância máxima permitida entre o equipamento de rede e a tomada de telecomunicações.

Os patch cords e jumpers são cabos curtos utilizados para conectar os diferentes componentes da rede, como switches, roteadores e servidores. Esses cabos devem ser projetados e instalados de acordo com as especificações da norma, que estabelece requisitos específicos para a qualidade e a impedância dos cabos, bem como para o comprimento máximo permitido.

Os cabos, cordões da área de trabalho e cordões de equipamento, patch cords e jumpers são elementos fundamentais do cabeamento genérico, e devem ser cuidadosamente selecionados, instalados e configurados de acordo com as especificações da norma NBR 14565:2013.

No Quadro 7 estão dispostos os requisitos gerais, tomada de telecomunicações de usuários únicos e tomadas de telecomunicações multiusuário, como determina a NBR 14565:2013.

Quadro 7 – Tomadas de telecomunicações conforme a NBR 14565.

<p><b>Requisitos gerais</b></p> <p>O projeto de um cabeamento genérico deve assegurar que as tomadas de telecomunicações são instaladas em toda a parte da área utilizável do piso. Uma alta densidade de tomadas de telecomunicações melhora a habilidade do cabeamento de acomodar mudanças. As tomadas de telecomunicações podem estar presentes individualmente ou em grupos. Cada área de trabalho deve ser servida por um mínimo de duas tomadas de telecomunicações. Para diretrizes do tamanho da área de trabalho, ver a ISSO/IEC TR 14763-2.</p> <p>A primeira tomada de telecomunicações deve ser para terminação de um cabo balanceado de quatro pares. A segunda tomada deve ser para: fibra óptica; ou terminação de um cabo de quatro pares balanceado. Cada tomada de telecomunicações deve ter um meio permanente de identificação que seja visível ao usuário. Dispositivos como baluns, splitters (conector Y) e casadores de impedância, se usados, devem ser externos ao hardware de conexão.</p>
<p><b>Tomada de telecomunicações de usuário único</b></p> <p>Em uma implementação geral de um cabeamento genérico, uma tomada de telecomunicações serve a uma única área de trabalho a comprimento dos cordões da área de trabalho deve ser o menor possível. A tomada de telecomunicações deve ser conhecida como uma tomada de telecomunicações de usuário único e deve ser instalada em local acessível.</p>
<p><b>Tomada de telecomunicações multiusuário (MUTO)</b></p> <p>Em um ambiente de escritórios abertos, um conjunto de tomadas de telecomunicações pode ser usado para servir a mais de uma área de trabalho. Onde são usadas as tomadas de telecomunicações multiusuário: a) uma tomada de telecomunicações multiusuário deve ser instalada em uma área de trabalho aberta, onde cada grupo de áreas de trabalho seja servido por no mínimo uma tomada de telecomunicações multiusuário; b) uma tomada de telecomunicações multiusuário deve ser limitada a servir um máximo de 12 áreas de trabalho; c) uma tomada de telecomunicações multiusuário deve ser instalada em local de fácil acesso, como colunas do edifício ou paredes permanentes; d) uma tomada de telecomunicações multiusuário não deve ser instalada em áreas obstruídas; e) a contribuição dos cordões da área de trabalho, dos patch cords e dos cordões de equipamento para o desempenho do canal deve levar em consideração os requisitos de (cabos balanceados) e (cabos ópticos), a fim de garantir o desempenho; f) o comprimento do cordão da área de trabalho deve ser limitado para garantir o gerenciamento.</p>

Fonte: NBR 14565, 2013.

A norma também estabelece requisitos específicos para a qualidade e a impedância das tomadas de telecomunicação, que devem ser mantidos dentro de valores especificados para garantir a eficiência da rede. Além disso, a norma estabelece requisitos para a instalação e o dimensionamento das caixas de tomadas de telecomunicação, de forma a garantir a segurança e a durabilidade dos componentes da rede.

As tomadas de telecomunicação de usuário único e multiusuário são elementos fundamentais do cabeamento genérico, e devem ser cuidadosamente selecionadas, instaladas e configuradas de acordo com as especificações da norma NBR 14565:2013. O Quadro 8 explica sobre o ponto de consolidação.

Quadro 8 – Ponto de consolidação.

A instalação de um ponto de consolidação no cabeamento horizontal, entre o distribuidor de piso e a tomada de telecomunicações, pode ser útil no ambiente de escritórios abertos, onde a flexibilidade de realocação das tomadas de telecomunicações é uma exigência. Um ponto de consolidação entre o distribuidor de piso e a tomada de telecomunicações é permitido. O ponto de consolidação deve conter unicamente componentes de conexão passivos e não deve utilizar conexões cruzadas. Onde são utilizados pontos de consolidação: a) O ponto de consolidação deve ser instalado de maneira que cada grupo de áreas de trabalho possa ser atendido por no mínimo um ponto de consolidação; b) O ponto de consolidação deve ser limitado a atender no máximo 12 áreas de trabalho; c) O ponto de consolidação deve ser instalado em locais que possibilitem o acesso para manutenção; d) para cabos balanceados, o ponto de consolidação deve ficar a uma distância de no mínimo 15 m do distribuidor de piso; e) o ponto de consolidação deve ser parte do sistema de administração.

Fonte: NBR 14565, 2013.

A norma NBR 14565:2013 estabelece requisitos específicos para essas salas com o objetivo de garantir a qualidade e a integridade dos dados transmitidos. A sala de telecomunicações é o local onde se concentram as conexões do cabeamento genérico com as redes externas, como as redes de operadoras de telecomunicações. É também o local onde se instalam os equipamentos ativos da rede, como switches, roteadores e servidores. Além disso, também estabelece requisitos específicos para a localização e o dimensionamento da sala de telecomunicações, levando em consideração fatores como o tamanho da rede, o tipo de equipamentos utilizados e a acessibilidade da sala.

A sala de equipamentos, por sua vez, é o local onde se instalam os equipamentos de suporte à rede, como geradores de energia, sistemas de refrigeração e sistemas de monitoramento e controle. A norma estabelece requisitos específicos para a localização e o dimensionamento da sala de equipamentos, levando em consideração fatores como a segurança, a ventilação e a acessibilidade da sala. Ambas as salas devem ser projetadas e construídas de acordo com as especificações da norma, de forma a garantir a segurança, a eficiência e a qualidade da rede. Isso inclui aspectos como o piso elevado, a iluminação, o sistema de climatização, as portas e janelas, a iluminação de emergência, entre outros.

O Quadro 9 enfatiza sobre a sala de telecomunicação e sala de equipamentos, conforme estabelece a NBR 14565:2013.

Quadro 9 – Sala de telecomunicações e sala de equipamentos.

As salas de telecomunicações devem oferecer todas as facilidades (espaço, alimentação elétrica, controle ambiental etc.) para os componentes passivos, dispositivos ativos e interfaces com o backbone do sistema de cabeamento que estejam nelas instalados. Cada sala de telecomunicação deve ter acesso direto ao subsistema de cabeamento de backbone. Uma única sala de equipamentos e a área dentro do edifício ou para um complexo de edifícios onde os equipamentos de uso comum de todos os usuários da rede são instalados. A sala de equipamentos recebe um tratamento diferente das salas de telecomunicações por causa da natureza ou complexidade dos equipamentos (por exemplo: PBX, servidores, roteadores, switches principais etc.). Mais de um distribuidor (de campus, de edifício ou de piso) pode ser instalado na sala de equipamentos.

Fonte: NBR 14565, 2013.

A infraestrutura de entrada é composta pelos elementos que se encontram entre o ponto de entrada dos serviços da operadora e a sala de telecomunicações, como o poste ou a caixa de distribuição externa. É importante que esses elementos sejam de qualidade e estejam em conformidade com as especificações da norma NBR 14565:2013, para garantir a segurança e a integridade da rede.

O cabeamento de serviços externos é responsável por conectar a infraestrutura de entrada à sala de telecomunicações, por meio de cabos de fibra óptica ou cabos de cobre. Esses cabos devem ser instalados de acordo com as especificações da norma, levando em consideração fatores como o comprimento, o tipo de cabo, a proteção mecânica, a identificação dos cabos, entre outros.

Tais dados estão apresentados de acordo com a NBR 14565:2013 no Quadro 10 a seguir.

Quadro 10 – Infraestrutura de entrada Cabeamento de serviços externos.

<b>Infraestrutura de entrada</b>
Compreende o único ponto de interface com os serviços externos ao edifício ou complexo de edifícios e o encaminhamento dos cabos dos distribuidores de campus ou edifício. A infraestrutura de entrada é necessária quando o backbone de campus e os cabos de redes públicas e privadas (incluindo antenas) entram no edifício e necessitam de uma transição para cabos internos. Regulamentos locais podem requerer infraestruturas especiais onde os cabos externos são terminados. Neste local de terminação, a mudança de cabos externos para cabos internos pode ser feita.
<b>Cabeamento de serviços externos</b>
A distância dos serviços externos ao distribuidor pode ser significativa. O desempenho do cabo entre estes pontos deve ser considerado parte do projeto inicial e da implementação das aplicações do cliente.

Fonte: NBR 14565, 2013.

Além disso, a norma NBR 14565:2013 estabelece requisitos específicos para a localização e o dimensionamento da infraestrutura de entrada e do cabeamento de serviços externos, com o objetivo de garantir a eficiência e a qualidade da rede. Isso inclui aspectos

como o tipo de cabo utilizado, a proteção contra intempéries e interferências eletromagnéticas, a segurança e a facilidade de acesso para manutenção e reparos.

## **2.6 Boas práticas de cabeamento estruturado**

O cabeamento estruturado é a espinha dorsal de uma infraestrutura de rede eficiente, desempenhando um papel crucial na conectividade e comunicação em ambientes empresariais modernos. Para garantir um desempenho ideal e uma manutenção fácil, é imperativo seguir boas práticas estabelecidas por especialistas na área.

De acordo com Oliviero e Woodward (2009) a necessidade de um planejamento cuidadoso é essencial para as boas práticas de cabeamento estruturado. Em seu livro "Cabling: The Complete Guide to Copper and Fiber-Optic Networking" ele ressalta a importância de um projeto bem concebido, considerando as necessidades presentes e futuras da infraestrutura. Isso inclui a previsão de espaço para expansões e mudanças na tecnologia.

Barnett, Groth e McBee (2006) enfatizam a importância de aderir aos padrões industriais. Seguir normas reconhecidas, como as estabelecidas pela TIA/EIA (Telecommunications Industry Association/Electronic Industries Association), assegura uma compatibilidade universal e facilita a manutenção do sistema.

Além disso, Snedaker e McCrie (2011) destaca a relevância de uma documentação abrangente. Manter registros detalhados do projeto, instalação e manutenção do cabeamento proporciona uma referência valiosa para diagnósticos de problemas e alterações futuras.

A organização física dos cabos também é um ponto crucial e, nesse sentido, é necessário manter cabos de energia e dados separados para evitar interferências. Vale ressaltar que a organização metódica dos cabos não apenas reduz a confusão, mas também facilita a identificação e solução de problemas.

Ao implementar boas práticas de cabeamento estruturado, não se pode subestimar a importância da gestão de cabos. Dodd (2019) apontam que a gestão eficiente dos cabos não apenas melhora a estética, mas também facilita as mudanças e adições, minimizando o impacto nas operações cotidianas.

Em resumo, a implementação bem-sucedida de um sistema de cabeamento estruturado envolve um planejamento cuidadoso, adesão a padrões industriais, documentação meticulosa, organização física e gestão de cabos. Ao seguir as orientações desses especialistas, as organizações podem construir redes robustas, preparadas para atender às demandas crescentes da comunicação empresarial moderna.

### 2.6.1 Topologias

Outro aspecto fundamental é a topologia, no qual é o layout ou a forma de organização em que as redes são interligadas. Morimoto (2008) apresenta dois tipos de topologias: a Topologia Física, que está relacionado a forma como os cabos são fisicamente conectados; e a Topologia lógica, que é a forma de como os sinais transitam por meio de cabos e placas de rede. Existem diversos tipos de interconectar os componentes de uma rede de comunicação e essas formas se divide em algumas topologias, que são: ponto-a-ponto, barramento, anel, estrela, estrela estendida, malha, hierárquica...

Para Albini (2015) a Topologia Ponto-a-ponto é um tipo de ligação que é a mais simples de todas, pois é formada por dois dispositivos conectores entre si por um único meio (Figura 19).

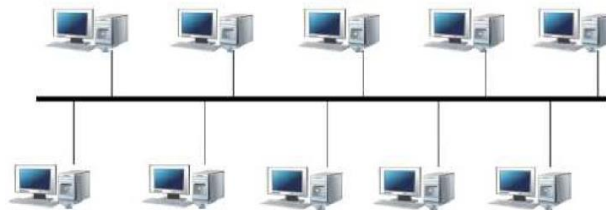
Figura 19 – Topologia Ponto-a-ponto.



Fonte: Google, 2023.

A Topologia de Barramento (Figura 20), conforme Forouzan (2006) é uma rede representada por uma única linha de transmissão que usa o *broadcast* como sistema de difusão de dados. Neste tipo, não existe um dispositivo central, pois todos executam de forma igual onde o mesmo dispositivo que envia mensagens para todos pode também receber de todos os envolvidos. Além disso, é vantajoso por transmitir dados por um mesmo lugar, sequencialmente, respeitando o tempo de resposta de cada dispositivo, sendo que se existir um tráfego grande de informações sendo transmitidas pode gerar lentidão a rede.

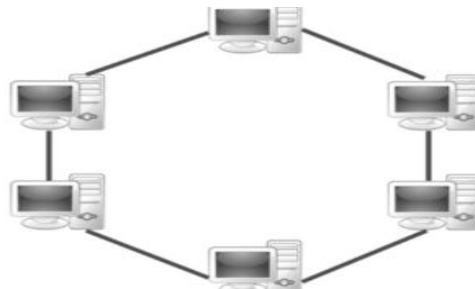
Figura 20 – Topologia de Barramento.



Fonte: Fey; Gauer, 2014.

A Topologia de Anel (Figura 21) é uma rede que consiste em um círculo fechado, semelhante a um anel, pois cada dispositivo possui um repetidor, que é um equipamento ligado em redes de computadores que serve para amplificar o sinal. Isso significa que cada dispositivo está ligado a um repetidor de sinal e não diretamente ligado à rede. Possui como sistema de difusão o *broadcast* e se o anel for interrompido, toda a rede para de funcionar, visto que as informações trafegam em série (FOROUZAN, 2006).

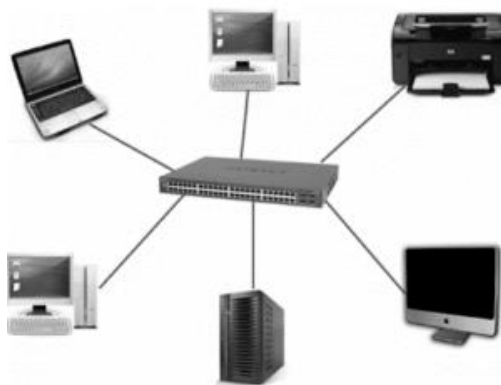
Figura 21 – Topologia de Anel.



Fonte: Google, 2020.

No que se refere a Topologia Estrela, conforme ilustra a Figura 22, é um tipo de topologia em que todos os nós da rede estão conectados a um dispositivo central, sendo que este dispositivo faz o roteamento do sinal para o destino final da informação e, com isso, todos dados enviados passam por esse dispositivo central antes de alcançar seu destino final (FOROUZAN, 2006).

Figura 22 – Topologia Estrela.



Fonte: Google, 2020.

A Topologia Estrela Estendida para Reiter (2006) é uma variação em que a estrela conecta os dispositivos a nós interligados a um nó central. Conforme Freund (2009) esta consiste em uma estrela central, sendo que em cada terminal de nó dessa estrela central é uma

outra parte central de outra topologia em estrela, de acordo com a Figura 23, sendo utilizada para expandir uma rede de maneira fácil e ágil.

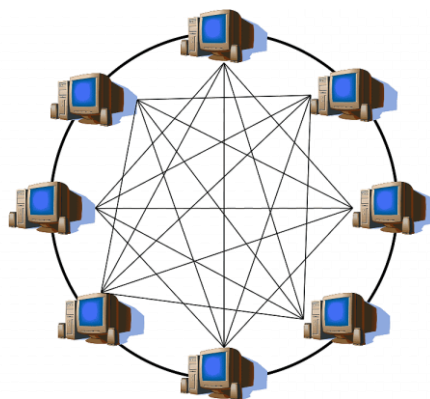
Figura 23 – Topologia em Estrela Estendida.



Fonte: Google, 2023.

Tem também a Topologia Malha, um tipo de topologia que não apresenta um nó central, pois todos os nós estão conectados entre si, de tal modo que as transmissões de dados podem trafegar desde a origem até o destino final por diversos caminhos (Figura 24), sendo utilizado em locais que se necessita de uma grande confiança na interligação dos nós da rede (REITER, 2006).

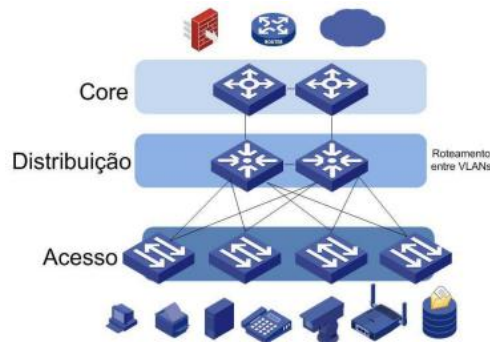
Figura 24 – Topologia em Malha.



Fonte: Google, 2023.

Outro tipo de topologia é a Hierárquica ou em árvore, de acordo com Reiter (2006) é uma série de estrelas interconectadas e também uma variante da topologia estendida, mas mantém somente uma direção, sendo ligada a um ponto de recebimento de dados superior e não mais algo centralizado, semelhante a uma hierarquia entre os nós de ligação (Figura 25).

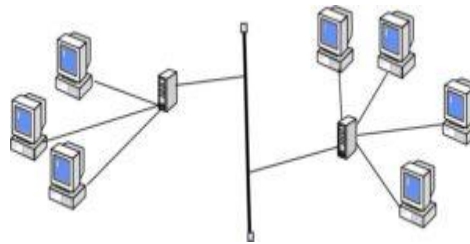
Figura 25 – Topologia Hierárquica.



Fonte: Google, 2023.

Em relação a Topologia Backbone (Espinha Dorsal), esta se caracteriza por meio de um cabo que acaba desenvolvendo o papel de espinha dorsal, ou seja, um cabo de elevado desempenho que cobre uma certa área, aproximadamente extensa, que ligam diversas redes ou sub-redes, por meio de dispositivos de interligação, conforme a Figura 26 (PEREIRA, 2015).

Figura 26 – Topologia Backbone.



Fonte: Google, 2020.

A Topologia de Wirelles (Figura 27) que é reconhecida por ser uma rede sem fio, pois o transmissor e o receptor se comunicam sem que exista a presença de fios. A utilização desta rede é simples, tal como sua instalação. Assim, existem vários tipos e padrões de redes wireless, como por exemplo WiMAX, Bluetooth, Wi-Fi (Wireless Fidelity), InfraRed (Infravermelho) (ENGST; FLEISHMAN, 2005).

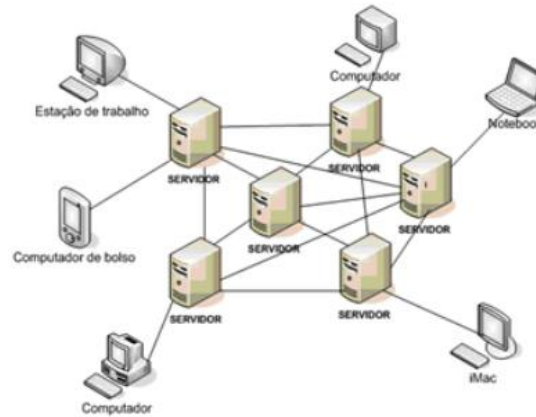
Figura 27 – Topologia de Wirelles.



Fonte: Google, 2010.

Por fim tem a Topologia Híbrida, de acordo com Silva (2010), é uma rede que consiste na combinação de uma ou mais topologias de rede (Figura 28), de tal modo que essas redes podem utilizar uma combinação de técnicas de conexão como a ponto-a-ponto e multiponto.

Figura 28 – Topologia Híbrida.



Fonte: Google, 2023.

Este tipo de topologia é a mais utilizada em grandes redes, compensando os custos, expansibilidade, flexibilidade e funcionalidade de cada segmento de rede. Vale ressaltar que é utilizado também para reaproveitamento de infraestruturas existentes ou simplesmente para a expansão com uso de novas tecnologias (SILVA, 2010).

### 3 METODOLOGIA

A metodologia da pesquisa enquanto sua natureza é do tipo básica, no qual são destinadas para auxiliar na ampliação do conhecimento (SANTINELLO; MACIEL, 2009; GIL, 2019), com abordagem qualitativa para fornecer insights valiosos sobre como as empresas gerenciam suas redes de computadores e como as boas práticas de cabeamento estruturado são aplicadas na prática (GUNTHER, 2006). Por meio dessa abordagem, busca-se organizar novas informações que são úteis para o avanço da ciência a partir de informações universais existentes na literatura de tecnologia em redes de computadores.

O objetivo deste estudo é de cunho explicativo, pois buscou fornecer uma compreensão mais clara e abrangente das técnicas, normas e padrões de cabeamento estruturado, bem como das melhores práticas para garantir a qualidade, a segurança e a eficiência da infraestrutura de rede de uma empresa de tecnologia.

Nesse sentido, o enfoque explicativo deste trabalho permitiu explorar como o cabeamento estruturado pode ajudar a melhorar o desempenho da rede, reduzir custos, evitar problemas de conectividade, garantir a segurança da rede e aumentar a produtividade da equipe de TI. Também introduz explicação das normas, os padrões de cabeamento estruturado e como eles podem ser implementados para garantir a qualidade do cabeamento e a interoperabilidade de dispositivos.

Além disso, a pesquisa também abordou as melhores práticas para instalação, manutenção e gerenciamento de infraestruturas de rede, incluindo a escolha dos materiais e equipamentos corretos, a documentação e rotulagem adequada de cabos e conectores, e a adoção de políticas de segurança para proteger a rede contra ameaças internas e externas.

Os procedimentos metodológicos deste escrito incluíram uma revisão literária integrativa, ou seja, buscou-se repertório científico em bases de dados relevantes, como IEEE Xplore, ACM Digital Library, ScienceDirect, Google Scholar, entre outras, identificando monografias, artigos e publicações relevantes sobre o tema escolhido.

A sequência dos procedimentos envolveu: selecionar os artigos mais relevantes e recentes sobre o tema, levando em consideração o objetivo da pesquisa e a metodologia adotada. Realizar uma leitura crítica dos artigos selecionados, identificando suas contribuições e limitações, avaliando a qualidade dos métodos e resultados apresentados, e comparando as diferentes abordagens adotadas pelos autores.

Os critérios de inclusão adotados foram: (1) Estudos que apresentaram informações sobre cabeamento estruturado e boas práticas para implementação; (2) Estudos publicados em

periódicos científicos, livros, repositórios, entre outras fontes; (3) Estudos em inglês e/ou português; (4) Estudos publicados a partir de uma determinada data, que pode ser definida com base na relevância e atualidade do tema.

Por outro lado, os critérios de exclusão adotados foram: (1) Estudos que não abordavam cabeamento estruturado e boas práticas para implementação; (2) Estudos que apresentaram informações duplicadas ou redundantes; (3) Estudos que não estão disponíveis em formato completo como resumos ou resumos de conferências; (4) Estudos que não apresentam informações suficientemente claras ou relevantes sobre o tema. Se considerou estudos das últimas duas décadas do século XXI.

No fim do processo foi realizada uma análise e interpretação dos resultados encontrados na revisão, identificando tendências e lacunas na área de pesquisa e avaliando sua relevância para o objetivo da pesquisa. Com isso, selecionou-se três estudos de casos dos autores Camargo (2018), Bezerra (2019) e Dantas (2022), ambos são monografias de Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) que enfatizam a importância das boas práticas de cabeamento estruturado em empresas de tecnologia e ambientes universitários.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nessa seção será apresentado os resultados e discussão a respeito de boas práticas em cabeamento estruturado de um estudo. Para isso, será utilizado a contribuição de estudos de caso realizados pelos autores Camargo (2018), Bezerra (2019) e Dantas (2022). Assim, o contexto analisado é consonante ao objetivo deste estudo em conformidade com a NBR 14656.

O estudo de caso realizado por Camargo (2018) teve por objetivo contextualizar, identificar, analisar e comparar dados sobre conceitos essenciais de cabeamento estruturado. Com isso, os dados coletados envolveram a análise de um questionário respondido por dez funcionários da empresa Terra Media, distribuídos entre o departamento de engenharia do Data Center e o departamento de operações de ativos de TI, ambas subáreas do setor de TI. O questionário tinha como objetivo principal avaliar o conhecimento dos colaboradores sobre a norma NBR 14565:2013 aplicada ao sistema de cabeamento estruturado.

Desse modo, o problema abordado na pesquisa diz respeito à avaliação da infraestrutura de cabeamento estruturado da empresa Terra Media, em comparação com as diretrizes estabelecidas na norma NBR 14565:2013.

A Terra Media é descrita como uma empresa brasileira de serviços de internet e computação em nuvem, com três Data Centers localizados em diferentes cidades. A infraestrutura de cabeamento é composta por cabos metálicos e ópticos, divididos entre vertical e horizontal, com múltiplos links de internet e DDR (Double Date Rate).

Com relação à análise dos questionários revelou divergências nas percepções dos colaboradores, atribuídas às diferentes hierarquias, cargos e formações técnicas. Embora a maioria dos colaboradores demonstre conhecimento adequado sobre cabeamento estruturado e a importância da normativa NBR 14565:2013, apenas o coordenador detém conhecimento completo. A gestão e controle da infraestrutura são realizadas principalmente por meio de planilhas eletrônicas e sistemas proprietários de fabricantes de switches.

Os colaboradores demonstraram bom conhecimento sobre os tipos e categorias de cabeamento utilizados, com aplicação adequada das normas técnicas. No entanto, a aplicação integral da norma NBR 14565:2013 não é uniforme, com 50% dos entrevistados afirmando aplicação integral e 30% aplicação parcial. A disposição física do ambiente do Data Center e o uso de materiais atendem aos critérios da norma.

O gerenciamento do cabeamento é realizado principalmente por meio de planilhas eletrônicas e softwares proprietários, com registro adequado dos pontos e identificação dos

cabos. Embora a empresa não faça uso de aplicativos específicos de gerenciamento de cabeamento, existem opções no mercado que poderiam facilitar o processo.

A dissertação conclui que os colaboradores possuem conhecimento compatível com as diretrizes da norma NBR 14565:2013, mas ainda há espaço para melhorias, especialmente por meio de treinamentos específicos sobre normas técnicas. A empresa está em conformidade com muitas recomendações da norma, mas ainda há áreas que podem ser aprimoradas. O uso de aplicativos de gerenciamento de cabeamento poderia proporcionar maior eficiência e precisão no controle da infraestrutura.

Outro estudo de caso realizado por Bezerra (2019) sobre um sistema de cabeamento estruturado já instalado e em funcionamento de um pequeno edifício localizado no Campus Manaus Distrito Industrial do Instituto Federal do Amazonas, cujo o objetivo foi analisar se o sistema abordado seguia as orientações contidas na norma.

Bezerra (2019) pode observar que existia alguns pontos do sistema de cabeamento estruturado que apresentavam inconformidades e que não estavam de acordo com que a norma técnica NBR 14565:2013 orienta, tal como alguns dispositivos encontrados na Sala de Equipamentos (Figura 29) que estavam conectados diretamente ao equipamento ativo da rede (*Switch*).

Figura 29 – Equipamentos ligados diretamente ao ativo.



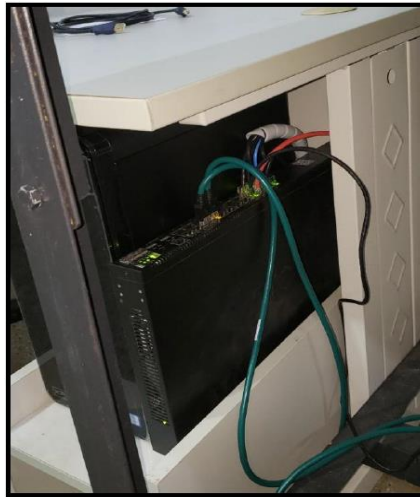
Fonte: Bezerra, 2019.

Para resolver o problema identificado com os dispositivos conectados diretamente ao equipamento ativo da rede (*Switch*), é sugerido adotar o modelo de conexão cruzada, pois este modelo consiste em conectar os equipamentos a um patch panel, que por sua vez estará conectado ao switch.

Vale ressaltar que essa abordagem proporciona uma melhor organização e gerenciamento da rede, facilitando a identificação e manutenção dos dispositivos. Além disso, o uso de patch panels permite uma maior flexibilidade para alterações e expansões futuras na rede. Dessa forma, recomenda-se a implementação desse modelo de conexão cruzada para garantir a conformidade com as normas e boas práticas de cabeamento estruturado.

Foi também identificado equipamentos instalados de forma inadequada (Figura 30), tendo por objetivo permitir a conectividade aos usuários não atendidos pelo sistema de cabeamento estruturado.

Figura 30 – Instalação inadequada.



Fonte: Bezerra, 2019.

De acordo com as normas técnicas, para que essa instalação seja adequada, pode ser abordada da seguinte maneira, conforme apresentado no Quadro 11.

Quadro 11 – Soluções para problemas de instalação de cabos em dispositivos.

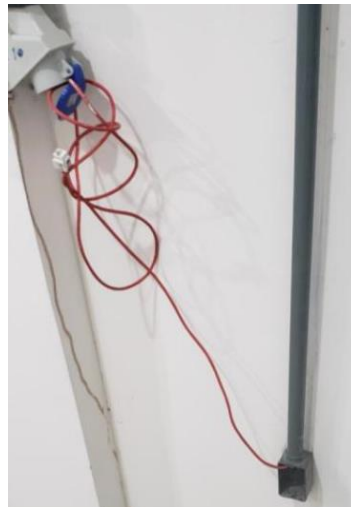
<b>1 – Remoção do equipamento inadequadamente instalado:</b> O primeiro passo seria remover o equipamento da sua posição atual, que está fora das diretrizes de instalação adequada.
<b>2 - Realocação para a sala de telecomunicações:</b> O equipamento deve ser realocado para a sala de telecomunicações, como indicado nas especificações. Isso garante que o equipamento esteja protegido e acessível apenas para pessoal autorizado.
<b>3 – Instalação em rack apropriado:</b> Dentro da sala de telecomunicações, o equipamento deve ser instalado em um rack apropriado. Isso proporciona uma organização adequada, facilitando o gerenciamento e manutenção do equipamento.
<b>4 – Configuração de acessos restritos:</b> É importante configurar os acessos ao rack e ao equipamento para que apenas pessoal autorizado tenha permissão de acesso. Isso garante a segurança dos equipamentos e dados armazenados.
<b>5 – Verificação de conformidade:</b> Após a realocação e instalação adequada, é importante verificar se todas as diretrizes e regulamentos foram seguidos. Isso pode incluir uma inspeção para garantir que o equipamento esteja corretamente instalado e configurado de acordo com as normas de segurança e cabeamento estruturado.

Fonte: Autores, 2023.

Ao seguir esses passos, o problema na instalação inadequada do equipamento possa ser resolvido, garantindo a conformidade com as normas e boas práticas de instalação de infraestrutura de rede.

Também foi observado em alguns ambientes que as TOs localizadas na área de trabalho estavam expostas, sem nenhuma identificação e sem a tampa de proteção, conforme apresentado na Figura 31.

Figura 31 – Cabeamento exposto.



Fonte: Bezerra, 2019.

Desse modo, para se obter uma instalação adequada da Figura 31, conforme a norma NBR 14565:2013 no que se refere as TOs expostas e sem identificação, deve realizar conforme o Quadro 12.

Quadro 12 – Soluções para TOs expostas e sem identificação.

<b>1 – Identificação das TOs:</b> O primeiro passo é identificar todas as tomadas de telecomunicações (TOs) expostas nos ambientes. Isso pode ser feito através de uma inspeção detalhada em cada local onde as TOs estão instaladas.
<b>2 – Instalação de tampas de acabamento/proteção:</b> Após identificar as TOs, é necessário instalar as tampas de acabamento/proteção adequadas em cada uma delas. Essas tampas ajudam a proteger as TOs contra danos físicos e também proporcionam uma aparência mais organizada e profissional.
<b>3 – Etiquetagem das TOs:</b> Além das tampas de acabamento/proteção, é importante etiquetar cada TO de forma clara e legível. A etiqueta deve conter informações como o número da tomada, a localização e outras informações relevantes para facilitar a identificação e o gerenciamento da infraestrutura de rede.
<b>4 – Revisão da instalação:</b> Após a instalação das tampas de acabamento/proteção e a etiquetagem das TOs, é importante realizar uma revisão completa da instalação para garantir que todas as TOs estejam devidamente protegidas e identificadas.
<b>5 – Treinamento dos usuários:</b> Por fim, é recomendável fornecer treinamento aos usuários sobre a importância de manter as TOs protegidas e identificadas. Isso ajuda a promover uma cultura de cuidado com a infraestrutura de rede e a minimizar o risco de danos acidentais.

Fonte: Autores, 2023.

Foi identificado também a passagem de cabos organizados de forma improvisada, por fora das canaletas/dutos apropriados, conforme apresentado na Figura 32.

Figura 32 – Passagem improvisada do cabeamento.



Fonte: Bezerra, 2019.

Para solucionar o problema exposto na Figura 32, em que a passagem de cabo está instalada de forma inadequada, podem ser organizadas conforme o Quadro 13.

Quadro 13 – Soluções para problemas que envolvem instalação inadequada dos cabos.

<b>1 – Avaliação da situação atual:</b> Primeiramente, é necessário avaliar a extensão do problema e identificar todas as áreas onde a passagem de cabos está sendo feita de maneira improvisada.
<b>2 – Instalação de canaletas/dutos adequados:</b> Após identificar as áreas afetadas, é importante instalar as canaletas ou dutos apropriados para a passagem dos cabos. Essas estruturas devem seguir as normas e padrões de cabeamento estruturado, proporcionando uma instalação segura e organizada.
<b>3 – Reposicionamento dos cabos:</b> Os cabos que estão atualmente passando de forma improvisada devem ser reposicionados para dentro das canaletas/dutos instalados. Isso requer cuidado para não danificar os cabos durante o processo de reposicionamento.
<b>4 – Fixação dos cabos:</b> Após reposicionar os cabos, é importante fixá-los adequadamente dentro das canaletas/dutos para garantir que permaneçam no lugar e não causem obstruções ou riscos de segurança.
<b>5 – Revisão e manutenção periódica:</b> Após completar a instalação das canaletas/dutos e reposicionar os cabos, é essencial realizar uma revisão completa para garantir que tudo esteja em conformidade. Além disso, é importante realizar manutenções periódicas para verificar se não há danos ou problemas nas instalações.
<b>6 – Treinamento dos colaboradores:</b> Por fim, é recomendável fornecer treinamento aos colaboradores sobre a importância de manter a passagem de cabos de forma adequada e seguir as normas de segurança e cabeamento estruturado.

Fonte: Autores, 2023.

Seguindo todos os passos e normas de segurança, tanto o problema das TOs expostas e sem identificação quanto o problema da passagem dos cabos improvisados podem ser solucionados, garantindo uma infraestrutura de rede segura, organizada e em conformidade com as normas estabelecidas. Portanto, pode-se concluir que nesta pesquisa de Bezerra (2019) existem alguns aspectos no sistema de cabeamento estruturado que não estão de acordo com o que se estabelece na NBR 14565:2013.

No estudo realizado por Dantas (2022), no qual foi realizado diante a necessidade de mitigar os problemas provenientes da infraestrutura cabeada de telecomunicações do Centro de Diagnóstico por Imagens (CDI) de um hospital universitário e, durante as análises da

infraestrutura de rede cabeada, foi identificado várias incoerências que não estão de acordo com as normas de cabeamento estruturado, o que pode gerar possíveis pontos de falhas na rede.

Para solucionar os problemas encontrados na infraestrutura de rede cabeada, é necessário implementar uma série de medidas corretivas que estejam em conformidade com as normas de cabeamento estruturado, em particular a NBR 14565:2013 e a norma ISO/IEC 14763-1.

Nesse sentido, Dantas (2022) identificou nos encaminhamentos de cabos que parte deles estavam acomodados em calhas metálicas sobrecarregadas e parte do forro do teto sem proteções e compartilhando espaço com o sistema de cabeamento elétrico, conforme apresentado na Figura 33.

Figura 33 – Encaminhamentos do cabeamento atual.

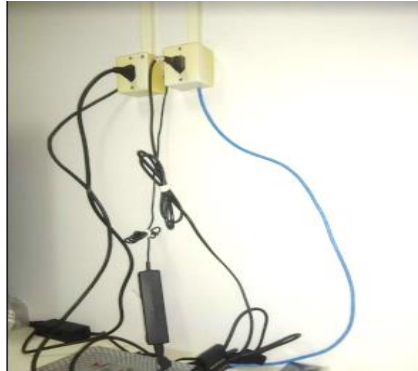


Fonte: Dantas, 2022.

Para solucionar este problema de encaminhamento desta estrutura, de acordo com as normas técnicas, deve-se: 1) realizar uma revisão completa da disposição dos cabos e redesenhá-los de acordo com as normas; 2) instalar calhas metálicas adicionais ou outros sistemas de suporte dedicados para acomodar os cabos de forma adequada; 3) Separar os cabos de rede dos cabos elétricos para evitar interferências e garantir a segurança; e 4) assegurar que os cabos estejam devidamente protegidos e que não estejam expostos a danos físicos.

Em relação as terminações, conforme a Figura 34, alguns cabos que chegam na Sala de Comunicações (TR) e nas Áreas de Trabalho (WA) não estão de acordo com a norma técnica, visto que estão terminados em conectores macho de oito posições, sendo que cada cabo horizontal deve partir de um *hardware* de conexão (*patch panel*) no distribuidor de piso e terminado em uma tomada de telecomunicação (DANTAS, 2022).

Figura 34 – Terminação em conector macho de oito posições.

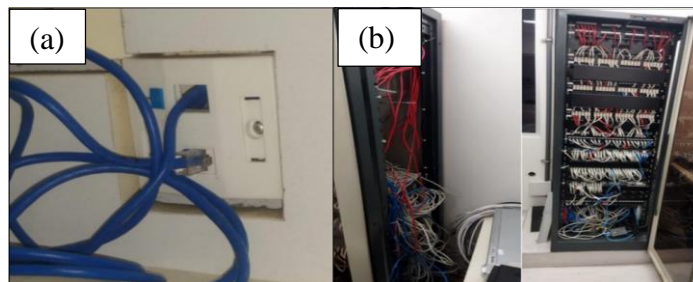


Fonte: Dantas, 2022.

Para o problema relacionado as terminações, conforme apresentado na Figura 34, pode substituir os conectores macho de oito posições por tomadas de telecomunicação (TO) adequadas, certificar se todos os cabos balanceados horizontais estão terminados em hardware de conexão (patch panel) no distribuidor de piso (FD) e conectados às tomadas de telecomunicação (TO) conforme especificado na norma.

No que se refere a documentação e identificação, o autor enfatiza o fato de não existir nenhuma documentação da rede cabeada e seus componentes não possuem identificação (Figura 35) e mesmo aquelas que possuem identificação, foi constatado como incorreta.

Figura 35 – (a) TO sem identificação; (b) Cabos sem identificação.



Fonte: Dantas, 2022.

No que se refere ao problema de documentação e identificação, a norma técnica NBR 14565:2013 estabelece que todos os componentes do sistema de cabeamento devem estar identificados e documentados de acordo com a norma. Para isso, deve-se criar e manter uma documentação detalhada da rede cabeada, incluindo todos os componentes, configurações e conexões, rotular todos os componentes da rede, incluindo cabos, tomadas, patch panels e racks, de acordo com as normas de identificação específica e, corrigir qualquer identificação incorreta ou ausente, garantindo que seja clara e legível.

Para corrigir este problema, Dantas (2022) elabora uma proposta onde será possível prover a garantia de qualidade, permitindo minimizar os impactos causados por falhas na rede, permitir uma infraestrutura mais flexível, oferecer uma solução abrangente para reestruturar a rede cabeada do CDI (Centro de Desenvolvimento de Informática), garantindo suporte para diversas aplicações, incluindo dados, voz e vídeo, além de capacidade para futuras expansões e inclusão de novas tecnologias. No Quadro 14 a apresenta resumidamente a proposta.

Quadro 14– Proposta de Cabeamento Estruturado apresentada por Dantas (2022).

1 – Cabeamento Horizontal:
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilização de cabo UTP categoria 6 para o cabeamento horizontal, com comprimento físico não excedendo 90 metros e canal completo não excedendo 100 metros, em conformidade com as normas pertinentes.</li> <li>• O projeto prevê a distribuição de 398 tomadas de telecomunicações em 4 pavimentos, atendendo às demandas dos usuários e seguindo as recomendações da norma ABNT 14565:2019.</li> </ul>
2 – Cabeamento da Backbone:
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilização de cabo óptico multimodo classe OM3 para o cabeamento de backbone, com capacidade para suportar transmissões de 10 Gb/s em distâncias adequadas.</li> <li>• Os distribuidores internos ópticos (DIO) serão utilizados para terminar as fibras e alojá-las em badejas dentro dos distribuidores, conforme as melhores práticas.</li> </ul>
3 – Caminhos e Espaços:
<ul style="list-style-type: none"> <li>• A distribuição do cabeamento será realizada por meio de eletrocalhas acima do forro, e os caminhos até as tomadas de telecomunicações serão estabelecidos por eletrodutos rígidos e canaletas instaladas nas paredes.</li> <li>• Serão instalados gabinetes em cada pavimento para abrigar os hardwares de conexão dos distribuidores e os equipamentos ativos de rede, dimensionados de acordo com a capacidade do cabeamento instalado e os equipamentos necessários.</li> </ul>
4 – Distribuição do Material por Pavimento:
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uma estimativa dos materiais necessários para a implementação do projeto é fornecida, incluindo cabos UTP, tomadas, patch panels, cabos ópticos e DIOs, distribuídos conforme a demanda de cada pavimento.</li> </ul>
5 – Dimensionamento dos Cabos Horizontais:
<ul style="list-style-type: none"> <li>• É apresentada uma fórmula empírica para calcular o comprimento do cabeamento horizontal com base no comprimento dos cabos mais longo e mais curto, altura do pé direito da edificação e número de pontos de rede projetados.</li> </ul>

Fonte: Dantas, 2022.

A proposta de Dantas (2022) oferece uma solução completa e elaborada para reestruturar a rede cabeada do CDI, seguindo as normas e boas práticas da área. Ela visa garantir uma infraestrutura de rede qualificada, capaz de suportar as demandas atuais e futuras do centro.

Nesse sentido, os estudos de casos selecionados demonstram a relevância do cumprimento das normas técnicas, como a NBR 14565:2013, para garantir a eficácia e confiabilidade dos sistemas de cabeamento estruturado, além de ressaltar a importância do gerenciamento adequado, treinamentos e liderança para alcançar padrões elevados de desempenho e conformidade.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A implementação de boas práticas de cabeamento estruturado é essencial para as empresas de tecnologia, garantindo uma infraestrutura de rede eficiente, confiável e de alto desempenho. Os estudos de caso analisados fornecem insights valiosos sobre os desafios e benefícios associados a essas práticas, destacando a importância de seguir normas técnicas, como a NBR 14565:2013.

Um ponto crucial é o reconhecimento da diversidade de formações e conhecimentos entre os profissionais envolvidos, como evidenciado por Camargo (2018). Nesse contexto, investir em treinamentos contínuos, liderados por gestores bem informados, é fundamental para garantir que toda a equipe esteja alinhada com as melhores práticas e normas do setor.

O estudo de Bezerra (2019) ressalta a necessidade de uma abordagem meticulosa na instalação e manutenção de sistemas de cabeamento estruturado. Detectar inconformidades e adotar medidas corretivas, como o uso de modelos de conexão cruzada, contribui significativamente para a conformidade com as normas técnicas e, por conseguinte, para a eficiência operacional.

O trabalho de Dantas (2022) destaca a importância da documentação adequada, identificação precisa e o manejo cuidadoso dos cabos. Uma abordagem proativa para mitigar problemas identificados, como incoerências nos encaminhamentos de cabos, terminações inadequadas e falta de documentação, é essencial para assegurar a integridade da infraestrutura de cabeamento.

A adoção de boas práticas de cabeamento estruturado não apenas atende às normas do setor, mas também contribui para a criação de ambientes de trabalho mais eficientes, seguros e adaptáveis às crescentes demandas tecnológicas. Ao priorizar a conformidade, o treinamento contínuo e a liderança eficaz, as empresas de tecnologia podem estabelecer bases sólidas para a sustentabilidade e crescimento de suas infraestruturas de rede.

## REFERÊNCIAS

- ALBINI, Luiz Carlos Pessoa. **Redes de Computadores I**. – [S.I.]: [s.n.], 2015. Disponível em: [https://www.inf.ufpr.br/albini/apostila/Apostila\\_Redex1\\_Beta.pdf](https://www.inf.ufpr.br/albini/apostila/Apostila_Redex1_Beta.pdf). Acesso em: 01 mai. 2023.
- ALMEIDA, Danilo Resende. **Projeto de cabeamento para uma rede de telecomunicações estruturada**. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia da Computação) – Centro Universitário de Brasília, Brasília, DF, 2013.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14565**: Cabeamento estruturado para edifícios comerciais e data centers. São Paulo: ABNT, 2013. 72f.
- BARNETT, David; GROTH, David; McBEE, Jim. **The Complete Guide to Network Wiring**. San Francisco, London: Wiley, 2006.
- BEZERRA, Rafael Santiago. **Cabeamento estruturado do Centro Tecnológico Harlan Julu Guerra Marcelice**: um estudo de caso baseado na Norma ABNT NBR 14565: 2013. 2019. 49f. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Sistemas de Telecomunicações) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, Manaus, AM, 2019.
- CAMARGO, Fernando Rodrigues. **A adoção do cabeamento estruturado em concordância com a norma NBR 14565**. 2018. 28f. Trabalho de Conclusão de Curso. Especialização (Especialização em Data Center: projeto, operação e serviço) – Universidade do Sul de Santa Catarina, São Paulo, SP, 2018.
- CORÁ, Marcos Antônio de Almeida. **Conceitos e Normas de cabeamento**. Educorp – Escola de Educação Corporativa da Unicamp, Campinas, SP, 2021. Disponível em: [https://www.caism.unicamp.br/download/ti/cabeamento\\_estruturado/01-Conceitos%20e%20Normas.pdf](https://www.caism.unicamp.br/download/ti/cabeamento_estruturado/01-Conceitos%20e%20Normas.pdf). Acesso em: 28 out. 2023.
- CUNHA, Marcelo Souza. **Soluções propostas para a infraestrutura de redes do laboratório de informática educacional da escola estadual Prof.ª Maria Cavalcante de Azevedo Picanço**. 2021. 48 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Tecnologia em Redes de Computadores) – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Amapá, Macapá, AP, 2021.
- DANTAS, Eriberto Bruno Martins. **Proposta de implementação de cabeamento estruturado no centro de diagnóstico por imagem de um hospital universitário**. 2022. 57 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Redes de Computadores) – Instituto Federal do Rio Grande do Norte, Natal, RN, 2022.
- DODD, Annabel. **The Essential Guide to Telecommunications**. 6th ed. EUA: Prentice Hall, 2019.
- ENGS, Adam; FLEISHMAN, Glen. **Kit do Iniciante em Redes sem Fio**: O guia prático sobre redes WI-FI para Windows e Macintosh. 2ª ed. São Paulo: Pearson Makron Books, 2005.

- FEY, Ademar Felipe; GAUER, Raul Ricardo. **Cabeamento Estruturado**: da teoria à prática. 2. ed. Caxias do Sul: [s.n.], 2014.
- FOROUZAN, Behrouz. **Comunicação de Dados e Redes de Computadores**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.
- FREUND, Gislaine Parra. **Rede de Computadores I**. Palhoça: UnisulVirtual, 2009.
- GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar um projeto de pesquisa**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2019.
- GUNTHER, Hartmut. Pesquisa qualitativa versus pesquisa quantitativa: esta é a questão? – **Psicologia: teoria e pesquisa**, v. 22, p. 201-209, 2006.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO/IEC 11801-1:2017**: Information technology - Generic cabling for customer premises - Part 1: General requirements. – [S. I.]: ISO/IEC, 2017. 149f.
- MAIA, Diego Fernando; RODRIGUES, Henrique Rehbein. **Implantação de redes estruturadas**. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Sistemas de Telecomunicações) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, PR, 2014. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/9785>. Acesso em: 19 mar. 2023.
- MARIN, Paulo Sérgio. **Cabeamento Estruturado**: Desvendando cada passo: do projeto à instalação. 4. ed. São Paulo: Érica Ltda, 2013.
- MORIMOTO, Carlos Eduardo. **Guia completo de Redes**. 3ª. ed. – [S.I.]: [s.n.], 2008. *E-book*. Disponível em: <https://telemedicina.unifesp.br/pub/Linux/Distribution/Kurumin/e-books/leiname.html>. Acesso em: 14 out. 2023.
- OLIVIERO, Andrew; WOODWARD, Bill. **Cabling**: The Complete Guide to Copper and Fiber-Optic Networking. 4. ed. Canadá: John Wiley & Sons, 2009.
- PEREIRA, Jorge Tiago Ferreira Lopes. **Ficha formativa 3 – Tipos de Topologia de Rede**. Curso Profissional de Técnico de Gestão de Equipamentos Informáticos Comunicação de Dados – Módulo 2 – Caracterização de Redes e Comunicação de dados. – Portugal: 2015. Disponível em: [https://sapientia.ualg.pt/bitstream/10400.1/8018/30/Ficha\\_Formativa\\_3.pdf](https://sapientia.ualg.pt/bitstream/10400.1/8018/30/Ficha_Formativa_3.pdf). Acesso em 15 nov. 2023.
- PINHEIRO, José Maurício dos Santos. **Guia Completo de Cabeamento de Redes**. 2. ed. Rio de Janeiro: Campus, 2003.
- REITER, Cláudio César. **Redes de Computadores II**. Palhoça: UnisulVirtual, 2006.
- RODRIGUES, Renan Claudino. **Cabeamento estruturado para redes locais**. 2014. 51f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação de Tecnologia em Segurança da Informação) – Faculdade de Tecnologia de Americana – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza. Americana, SP, 2014.
- ROSS, Julio. **Cabeamento Estruturado**. Rio de Janeiro: Antenna Edições Técnicas, 2007.

SANTINELLO, Jamile.; MACIEL, Margareth de Fátima. **Pesquisa básica e aplicação tecnológica**. Guarapuava: Ed. da Unicentro, 2009.

SANTOS, José Perpétuo Bauer. **Cabeamento estruturado**. 2012. 69f. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Segurança da Informação) – Faculdade de Tecnologia de Americana. Americana, SP, 2012.

SHIMONSKI, Robert; STEINER, Richard; SHEEDY, Sean. **Cabeamento de Rede**. Rio de Janeiro: LTC, 2006.

SILVA, Camila Ceccatto. **Trabalhando com Redes de Computadores: conceito e prática**. Santa Cruz do Rio Pardo: Viena, 2010

SNEDAKER, Susan; McCRIE, Robert. **The Best Damn It Security Management Book Period**. 1. ed. Toledo: Syngress, 2011.

TELECOMMUNICATIONS INDUSTRY ASSOCIATION. **TIA/EIA – 568: Commercial Building Telecommunications Cabling Standard – Part 1: General Requirements (ANSI/TIA/EIA – 568)**: TIA/EIA. Arlington, U.S.A. 2001. 62f.

TORRES, Gabriel. **Redes de Computadores**. 2. ed. Rio de Janeiro: Novaterra, 2014.