



Sistema de cabeamento estruturado: uma avaliação de conformidade em um estabelecimento do setor de saúde

Structured cabling system: a compliance assessment in a healthcare facility

Sistema de cableado estructurado: una evaluación de conformidad en un centro de salud

 Paulo Cesar Barcelos da Silva Filho E-mail: paulogmsbr1@gmail.com

 Plínio Rodrigues Rosa Barreto E-mail: pliniotelecom@gmail.com

 Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense (IFFluminense) Campus Campos Centro, Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil



Resumo: Este estudo teve como objetivo avaliar a conformidade de um Sistema de Cabeamento Estruturado (SCE) em um centro especializado em terapia de distúrbios do neurodesenvolvimento localizado em Campos dos Goytacazes/RJ, considerando as normas técnicas vigentes. A pesquisa foi conduzida por meio de revisão bibliográfica nas bases científicas Scopus, Web of Science e Google Acadêmico, além da análise das normas pertinentes ao tema. A metodologia incluiu também uma inspeção técnica *in loco* e a realização de testes de aceitação do cabeamento horizontal do edifício, utilizando um certificador de cabos. Os resultados revelaram a ausência de uma sala de telecomunicações no pavimento térreo, falta de identificação em todas as tomadas de telecomunicações e diversas falhas relacionadas aos parâmetros de transmissão e à malha elétrica dos cabos. Essas constatações permitem a proposição de intervenções corretivas direcionadas, contribuindo para a melhoria da infraestrutura de telecomunicações do edifício e garantindo o cumprimento das normas técnicas aplicáveis.

Palavras-chave: sistema de cabeamento estruturado; normas técnicas; centro especializado em terapias; certificador de cabos.

Abstract: This study aimed to evaluate the compliance of a Structured Cabling System (SCS) in a center specialized in neurodevelopmental disorders therapy located in the city of Campos dos Goytacazes, RJ, considering the current technical standards. The research was conducted through a bibliographic review in the scientific databases Scopus, Web of Science and Google Scholar, in addition to the analysis of the standards pertinent to the subject. The methodology also included an on-site technical inspection and acceptance tests of the building's horizontal cabling, using a cable analyzer. The results revealed the absence of a telecommunications room on the ground floor, lack of identification in all telecommunications outlets and several failures related to the transmission parameters and the electrical network of the cables. These findings allow the proposal of targeted corrective interventions, contributing to the improvement of the building's telecommunications infrastructure and ensuring compliance with the applicable technical standards.

Keywords: structured cabling system; technical standards; therapy center; cable analyzer.

Resumen: Este estudio tuvo como objetivo evaluar la conformidad de un Sistema de Cableado Estructurado (SCS) en un centro especializado en el tratamiento de trastornos del neurodesarrollo ubicado en Campos dos Goytacazes, RJ, considerando las normas técnicas vigentes. La investigación se realizó mediante una revisión bibliográfica en las bases de datos científicas Scopus, Web of Science y Google Scholar, además del análisis de las normas relevantes para el tema. La metodología también incluyó una inspección técnica *in situ* y la realización de pruebas de aceptación del cableado horizontal del edificio, mediante un certificador de cables. Los resultados revelaron la ausencia de una sala de telecomunicaciones en la planta baja, la falta de identificación en todas las tomas de telecomunicaciones y diversas fallas relacionadas con los parámetros de transmisión y la malla eléctrica de los cables. Estos hallazgos permiten proponer intervenciones correctivas específicas, contribuyendo a la mejora de la infraestructura de telecomunicaciones del edificio y garantizando el cumplimiento de las normas técnicas aplicables.

Palabras clave: sistema de cableado estructurado; normas técnicas; centro de terapia especializada; certificación de cables.

Introdução

Nos edifícios modernos, especialmente em espaços comerciais, a existência do Sistema de Cabeamento Estruturado (SCE) tornou-se um indicador importante na avaliação da qualidade geral do imóvel. Edificações com sistemas de cabeamento bem projetados e executados são vistas como mais adaptáveis, eficientes e preparadas para o futuro, pois podem acomodar tecnologias emergentes sem a necessidade de grandes mudanças na infraestrutura [Pogorelskiy; Kocsis, 2024; Wang; Yue, 2022; Ying, 2024].

Nesse contexto, o SCE pode ser caracterizado como uma rede interna de telecomunicações, estruturada com base em normas técnicas, capaz de atender a uma gama de aplicações, como voz, dados, imagem, automação predial e segurança eletrônica do edifício. Em termos simples, trata-se de uma infraestrutura única, composta por cabos metálicos e ópticos não proprietários, que oferece flexibilidade no leiaute e facilita o gerenciamento, administração e manutenção [Marin, 2020; Pogorelskiy; Grigoryan; Kocsis, 2025].

Contudo, o investimento para a implantação do SCE pode envolver um custo inicial considerável, e o retorno financeiro, em geral, pode ser alcançado a médio e longo prazo. Dessa forma, a instalação do sistema deve ser precedida por um projeto executivo adequado em conformidade com as normas técnicas em vigor [Kavun; Zamula; Mikheev, 2017; Semenov; Sidnev; Tsarenko, 2024].

Após a conclusão da instalação do SCE em um edifício, é fundamental realizar uma inspeção técnica para garantir o cumprimento das diretrizes construtivas estabelecidas no projeto, bem como realizar testes de aceitação do cabeamento, utilizando um instrumento certificador de cabos [Caicedo *et al.*, 2023; Fluke Networks, 2022; Yue; Wang; Shen, 2022].

Com base no exposto, o presente estudo tem como objetivo avaliar a conformidade de um sistema de cabeamento estruturado em um centro especializado em terapia de distúrbios do neurodesenvolvimento situado em Campos dos Goytacazes/RJ, de acordo com as normas técnicas vigentes, com o intuito de assegurar que a infraestrutura de telecomunicações seja capaz de atender às demandas atuais e futuras de largura de banda e desempenho.

Normas técnicas para cabeamento estruturado

Ao longo dos anos, a infraestrutura de telecomunicações interna de instalações industriais, comerciais e residenciais tornou-se significativamente mais complexa. Em razão disso, as soluções técnicas modernas voltadas para cabeamento estruturado precisam estar em conformidade com as normas e recomendações disponíveis para garantir eficiência e padronização [Mišković; Nedic; Bankovic, 2021].

Entre as vantagens de seguir essas normas está a garantia de que as instalações serão compatíveis com a maioria das aplicações, dos sistemas e equipamentos modernos. Essa padronização é essencial para permitir o uso de um mesmo produto tanto no país de origem quanto em mercados internacionais. Por outro lado, uma desvantagem é que os órgãos responsáveis pela definição dessas normas técnicas, muitas vezes, demoram a revisar e atualizar os documentos existentes. Além disso, o texto final da norma pode apresentar variações em relação ao padrão originalmente proposto, embora geralmente sejam diferenças mínimas [Marin, 2020].

Nesse contexto, as principais normas técnicas amplamente reconhecidas e aceitas internacionalmente incluem a CENELEC EN50173 [de origem europeia], ANSI/TIA-568 [norte-americana] e ISO/IEC 11801 [Internacional]. Esta última, publicada em sua terceira edição em novembro de 2017, apresentou uma nova organização documental, dividida em seis partes específicas, todas dedicadas ao cabeamento estruturado, em uma abordagem semelhante à adotada pela norma EN50173 [Mišković; Nedic; Bankovic, 2021; Sanoussi *et al.*, 2020].

No cenário nacional, a Associação Brasileira de Normas Técnicas [ABNT] desempenha um papel crucial ao publicar e atualizar diversas normas técnicas relacionadas ao tema. Para tanto, foi firmado um convênio com base em entendimentos legais entre a ABNT/COBEI e a ISO/IEC, permitindo que a ABNT participe do sistema global de padronização. Esse acordo viabilizou dois métodos para a elaboração de normas técnicas brasileiras: a criação de documentos inéditos e a adaptação de normas ISO/IEC já existentes. Assim, a maior parte das normas técnicas brasileiras de cabeamento estruturado publicadas pela ABNT segue essa última abordagem [Marin, 2020].

Como exemplo, destaca-se a ISO/IEC 11801-2, que serviu como base para a norma ABNT NBR 14565. Esta norma define um sistema de cabeamento estruturado para edifícios comerciais, complexos de edificações ou *campus*, abrangendo cabeamento de cobre e fibra óptica.

De maneira semelhante, a norma ISO/IEC 18010, que estabelece diretrizes para caminhos e espaços de cabeamento estruturado, juntamente com as boas práticas brasileiras, inspirou a criação da norma ABNT NBR 16415 [Barboza, 2026]. No **Quadro 1** estão apresentadas as normas técnicas nacionais vigentes, alinhadas às normas internacionais pertinentes ao tema.

Quadro 1. Normas técnicas nacionais para cabeamento estruturado

[continua]

TÍTULO	CÓDIGO	OBJETIVO	REFERÊNCIA
Cabeamento estruturado para edifícios comerciais	ABNT NBR 14565:2025	Estabelecer requisitos para um sistema de cabeamento estruturado para uso nas dependências de um único edifício ou de um conjunto de edifícios comerciais em um <i>campus</i> .	ISO/IEC 11801-2
Cabeamento estruturado industrial	ABNT NBR 16521:2025	Especificar os requisitos para instalações industriais, incluindo edifícios monousuário ou com vários ocupantes em um <i>campus</i> . Abrange tanto o cabeamento de par trançado quanto o de fibra óptica suportando uma ampla variedade de serviços, como automação, controle de processos e monitoramento, além de fornecer alimentação elétrica a dispositivos de rede.	ISO/IEC 24702 e ISO/IEC 11801-3
Cabeamento estruturado Parte 5: Redes ópticas passivas - Topologias de distribuição, configurações e modelos de ensaios para enlaces ópticos	ABNT NBR 16869-5:2024	Especificar os requisitos e as recomendações para a infraestrutura de redes ópticas passivas [PON], utilizando fibras ópticas monomodo. Essa infraestrutura adota uma topologia em árvore, do tipo ponto-multiponto, totalmente passiva, composta por um tronco principal que se ramifica por meio de splitters e outros componentes ópticos passivos.	-
Cabeamento estruturado Parte 4: Sistema automatizado de gerenciamento da infraestrutura de telecomunicações, redes e TI	ABNT NBR 16869-4:2023	Especificar os requisitos e recomendações para os atributos de sistemas automatizados de gerenciamento da infraestrutura de telecomunicações, redes e TI, que se aplicam: à infraestrutura de cabeamento e gerenciamento de dispositivos conectados; aos sistemas e processos de gerenciamento da infraestrutura de TI; à sistemas de automação de edifícios; ao rastreamento de ativos e gerenciamento em conjunto com notificações de eventos e alertas que suportam a segurança da rede física.	ISO/IEC 18598

Quadro 1. Normas técnicas nacionais para cabeamento estruturado

[conclusão]

TÍTULO	CÓDIGO	OBJETIVO	REFERÊNCIA
Cabeamento estruturado Parte 3: Configurações e ensaios de enlaces ponto a ponto, enlaces terminados com plugues modulares	ABNT NBR 16869-3:2022	Especificar as configurações e os requisitos de ensaios do cabeamento balanceado para o seguinte: enlaces ponto a ponto de classes D, E e EA; enlaces terminados com plugues modulares de classes D, E, EA, F, FA, I e II; cabeamento de conexão direta de classes D, E, EA, F, FA, I e II.	ISO/IEC 11801-3, ISO/IEC TR 11801 partes 9902, 9903, 9907 e 9910, ISO/IEC 14763-4
Equipotencialização da infraestrutura de cabeamento para telecomunicações e cabeamento estruturado em edifícios e outras estruturas	ABNT NBR 17040:2022	Especificar requisitos e recomendações para o projeto e a instalação de um sistema de equipotencialização entre vários elementos eletricamente condutivos em edifícios e em outras estruturas durante as etapas de construção ou reforma.	ISO/IEC 30129
Caminhos e espaços para cabeamento estruturado	ABNT NBR 16415:2021	Especificar a estrutura e os requisitos para os caminhos e espaços, dentro ou entre edifícios, para troca de informações e cabeamento estruturado, de acordo com a ABNT NBR 14565.	ISO/IEC 14763-2 e ISO/IEC 18010
Cabeamento estruturado Parte 2: Ensaio do cabeamento óptico	ABNT NBR 16869-2:2021	Medir a atenuação do cabeamento de fibra óptica incluindo conectores, acopladores, emendas e outros dispositivos passivos, instalado em ambientes comerciais, data centers, residenciais, industriais e planta externa.	ISO/IEC 14763-3
Cabeamento estruturado Parte 1: Requisitos para planejamento	ABNT NBR 16869-1:2020	Especificar os requisitos para o planejamento do cabeamento e infraestruturas de cabeamento, incluindo cabeamento, caminhos, espaços, aterramento e equipotencialização em suporte às normas de cabeamento estruturado e outros documentos.	ISO/IEC 14763-2
Cabeamento estruturado residencial	ABNT NBR 16264:2016	Estabelecer um sistema de cabeamento estruturado para uso nas dependências de uma residência ou um conjunto de edificações residenciais e especificar uma infraestrutura de cabeamento para três grupos de aplicações: tecnologias da informação e telecomunicações; tecnologias de broadcast; automação residencial.	ISO/IEC 15018 e ISO/IEC 11801-4

Fonte: Adaptado de Pessanha e Barreto [2023] e Barboza [2026]

Ensaio de aceitação e certificação

Perante as demandas crescentes em relação ao desempenho dos sistemas de cabeamento estruturado, torna-se indispensável a adoção de procedimentos adequados de ensaio e certificação. Esses processos são fundamentais para identificar falhas resultantes do uso de cabos e componentes de baixa qualidade ou com defeitos, bem como de práticas inadequadas de manuseio e instalação [Yue; Wang; Shen, 2022].

Outro aspecto relevante se refere às questões concernentes à Segurança da Informação [SI]. Nesse contexto, a proteção da informação, abrangendo aspectos como estabilidade, sigilo e confiabilidade, é fundamental para a operação de serviços como *e-mails*, acesso à internet, intranet, telefonia corporativa, circuito fechado de TV e outras aplicações correlatas [ISO; IEC, 2022].

Dessa forma, a certificação do sistema de cabeamento estruturado não apenas assegura a integridade e a eficiência das infraestruturas de rede, mas também garante a conformidade com as melhores práticas estabelecidas na área de SI [Fluke Networks, 2022].

Por essas razões, a execução do ensaio de aceitação com o uso de um certificador de cabos [Figura 1] constitui uma maneira eficaz de validar o cabeamento instalado. Esse procedimento ocorre por meio da medição de parâmetros de transmissão e físicos exigidos pelas normas técnicas vigentes e da subsequente comparação desses resultados com os valores-limite estabelecidos por tais normas para cada categoria de desempenho dos cabos [ABNT, 2025].

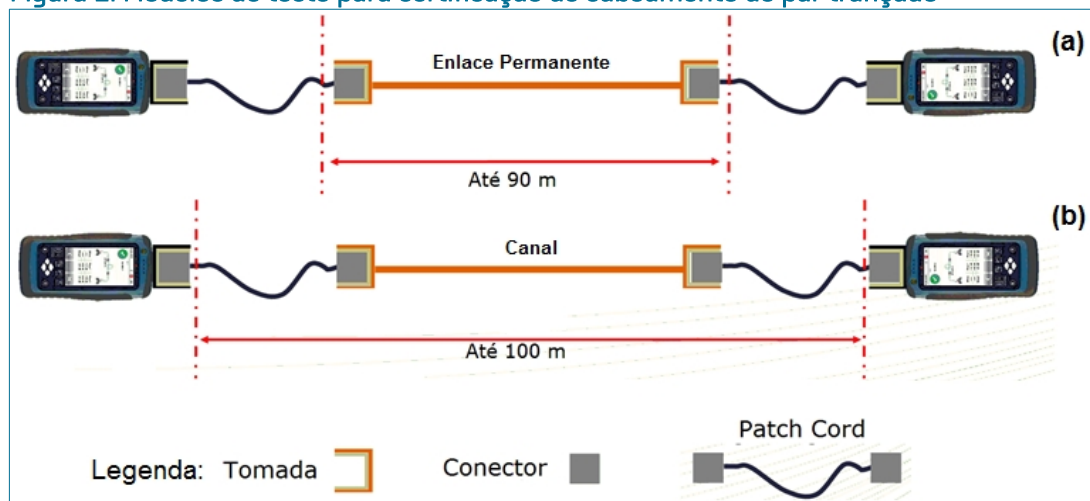
Figura 1. Certificador de cabos de par trançado



Fonte: Fluke Networks [2022]

O certificador de cabos permite a seleção de dois modelos de teste para a realização do ensaio de aceitação, são eles: enlace permanente [Figura 2a] e canal [Figura 2b]. O teste de enlace permanente abrange a tomada de telecomunicações, o cabo horizontal e a terminação deste no distribuidor de piso, admitindo o comprimento máximo de 90 metros. Já o teste de canal é mais completo, pois inclui o cordão de equipamentos (*patch cord*) em ambas as extremidades do enlace, perfazendo o comprimento máximo de 100 metros [ABNT, 2025].

Figura 2. Modelos de teste para certificação de cabeamento de par trançado



Fonte: Mota e Barreto [2023]

Parâmetros de desempenho

Nos meios de transmissão metálicos, as propriedades mecânicas e elétricas exercem influência direta sobre o desempenho dos sistemas de cabeamento. Entre esses meios, destacam-se os cabos de par trançado, amplamente utilizados em redes locais, os quais são classificados em categorias conforme sua construção física, nível de blindagem e largura de banda suportada.

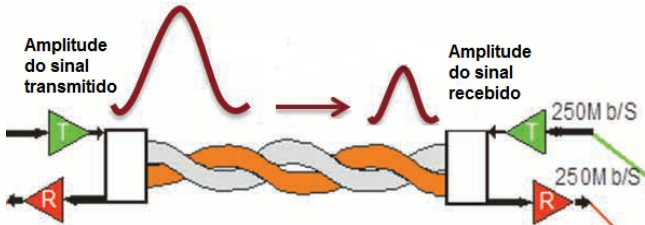
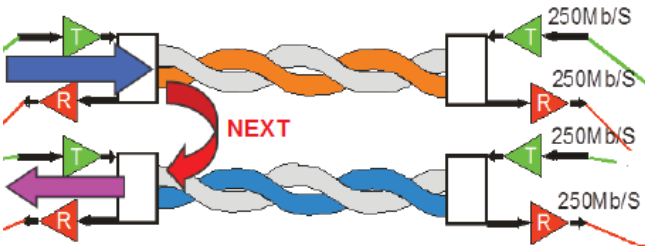
As principais categorias empregadas atualmente incluem as categorias 5e, 6, 6A, 7, 7A e 8, operando, respectivamente, com frequências máximas de 100 MHz, 250 MHz, 500 MHz, 600 MHz, 1000 MHz e 2000 MHz. Cada uma dessas categorias possui requisitos normativos específicos quanto aos ensaios, certificação e limites de desempenho, como atenuação, diafonia e perda de retorno, entre outros, os quais determinam sua aplicabilidade em diferentes cenários de transmissão de dados [Musa *et al.*, 2015; Mustam *et al.*, 2020].

Destaca-se que, para novos projetos de cabeamento estruturado em edifícios comerciais, as normas técnicas internacionais ANSI/TIA-568 e ISO/IEC 11801 como também a nacional ABNT NBR 14565 estabelecem como requisito mínimo recomendável a utilização de cabos de par trançado de categoria 6. Essa categoria oferece suporte a frequências de até 250 MHz, proporcionando desempenho adequado para aplicações contemporâneas, tais como redes Gigabit Ethernet, sistemas de voz sobre IP [VoIP], videoconferência e soluções de automação predial. Embora a categoria 5e, com largura de banda de até 100 MHz, ainda seja capaz de atender a determinadas aplicações, sua utilização em novas instalações é considerada tecnicamente limitada, sendo indicada apenas para a manutenção ou expansão de infraestruturas legadas. Dessa forma, a adoção da categoria 6 configura-se como a opção mínima recomendada para garantir desempenho, confiabilidade e maior vida útil à infraestrutura de telecomunicações em edifícios comerciais.

Nessas redes, as informações são transmitidas por sinais elétricos, de modo que os parâmetros de transmissão dos cabos impactam diretamente na precisão e na confiabilidade do sistema. Entre esses parâmetros, destacam-se a atenuação ou perda de inserção [*Insertion Loss* - IL], a paradiafonia [*Near End Crosstalk* - NEXT], a perda de retorno [*Return Loss* - RL] e a relação entre atenuação e paradiafonia [*Attenuation to Crosstalk Ratio* - ACR-N]. Para um melhor entendimento, no [Quadro 2](#) estão detalhados esses parâmetros de transmissão.

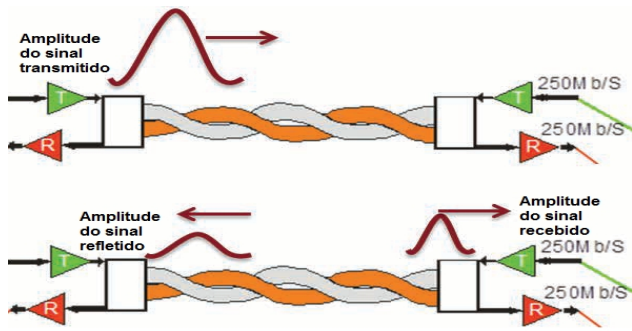
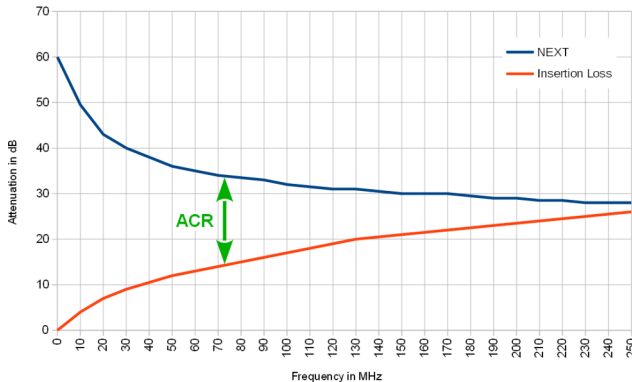
Quadro 2. Exemplos de parâmetros de transmissão dos cabos de par trançado

[continua]

PARÂMETROS DE TRANSMISSÃO	DESCRIÇÃO	POSSÍVEL CAUSA DO RESULTADO
<p>Atenuação ou perda de inserção (<i>Insertion Loss - IL</i>)</p>	<p>O sinal elétrico diminui de amplitude à medida que se propaga através de um meio, por isso, quanto maior a atenuação, menor a intensidade do sinal presente na recepção.</p> <p>A atenuação ocorre devido às perdas resistivas nos condutores ao longo da linha, sendo diretamente proporcional ao comprimento e à resistividade do material, e inversamente proporcional ao diâmetro dos condutores.</p> <p>A frequência do sinal transmitido e a temperatura dos condutores também influenciam no valor da perda de inserção.</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Comprimento além do permitido por norma; - cabo de baixa qualidade, como impurezas no cobre, emprego de liga de alumínio cladeado com cobre (CCA), ou redução do diâmetro dos condutores; - conexões que apresentam alta impedância ou um número de conexões superior ao permitido pelas normas.
<p>Paradiafonia (<i>Near End Crosstalk - NEXT</i>)</p>	<p>A perda de retorno indica a quantidade de potência refletida devido às variações de impedância no sistema de cabeamento.</p> <p>Essas variações podem acontecer por diversos motivos, como manipulação indevida, destrançamento excessivo do par, desajuste na distância entre os condutores, mudanças na constituição física do cabo (diâmetro dos condutores e espessura do dielétrico), além dos próprios conectores e tomadas.</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Trançamento alterado em pontos de conexão; - conector e tomada RJ45 mal encaixados; - <i>patch cord</i>, tomada ou <i>patch panel</i>/incompatível com o sistema [Componente cat. 5e para cabeamento cat. 6]; - <i>patch cord</i> de baixa qualidade; - compressão excessiva dos cabos causada por abraçadeiras plásticas.

Quadro 2. Exemplos de parâmetros de transmissão dos cabos de par trançado

[conclusão]

PARÂMETROS DE TRANSMISSÃO	DESCRIÇÃO	POSSÍVEL CAUSA DO RESULTADO
<p>Perda de retorno [Return Loss - RL]</p>	<p>A perda de retorno indica a quantidade de potência refletida devido às variações de impedância no sistema de cabeamento.</p> <p>Essas variações podem acontecer por diversos motivos, como manipulação indevida, destrançamento excessivo do par, desajuste na distância entre os condutores, mudanças na constituição física do cabo (diâmetro dos condutores e espessura do dielétrico), além dos próprios conectores e tomadas.</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Impedância do cabo diferente de 100 ohms; - práticas de instalação inadequadas com destrançamentos ou dobras do cabo; - quantidade exagerada de cabo acomodado na caixa da tomada de telecomunicações ou reserva excessiva na sala de telecomunicações; - conector ou tomada RJ45 defeituoso; - diferença de impedância na junção entre <i>patch corde</i> e o cabeamento horizontal; - conector e tomada RJ45 mal encaixados.
<p>Atenuação-paradiafonia [Attenuation to Crosstalk Ratio - ACR-N]</p>	<p>Este parâmetro calculado é o melhor indicador das características de transmissão do canal de comunicação, uma vez que é obtido subtraindo o pior caso de perda de inserção do pior caso de paradiafonia. Portanto, corresponde à relação sinal/ruído do sistema, sendo utilizado como critério para determinar a banda passante disponível no cabo.</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Alterações nos valores de perda de inserção e paradiafonia.

Fonte: Fluke Corporation [2008]; Acatauassu e Costa [2017]; Collins e Bray [2018]; Semenov [2018]; Prysmian Group [2019]; Marin [2020]; Wu et al. [2021]; Bensiammar, Lefouili e Belkhefha [2022]; Yue, Wang e Shen [2022]

Limites da norma internacional ISO/IEC 11801-1

Diversos parâmetros de desempenho são medidos pelo certificador de cabos, e os valores obtidos são automaticamente comparados pelo equipamento com os limites definidos pelas normas técnicas. No Brasil, a norma ABNT NBR 14565:2025 – Cabeamento Estruturado para Edifícios Comerciais, nos itens 6.3.2.1, 6.3.2.2.1, 6.3.2.2.2 e 7.2, especifica que os valores-limite utilizados em seu escopo correspondem aos estipulados pela norma internacional ISO/IEC 11801-1 [ABNT, 2025].

Na Tabela 1 estão detalhados os valores limite de determinados parâmetros de transmissão que devem ser avaliados durante o ensaio de aceitação do SCE utilizando cabos de par trançado categoria 5e [cat. 5e] e categoria 6 [cat. 6], conforme estabelecido pela norma técnica ABNT NBR 14565:2025.

Assim, para os parâmetros cujos resultados de medição estão totalmente dentro da faixa de limite estabelecida, o certificador de cabos apresenta o resultado da certificação como “PASSA”. Em contrapartida, caso algum dos parâmetros do cabo ultrapasse os limites especificados, o instrumento indica o resultado como “FALHA” [Yue; Wang; Shen, 2022].

Tabela 1. Valores limites normalizados para o teste de canal

Frequência [MHz]	Perda de Inserção - IL [máximo em dB]		Perda de Retorno - RL [mínimo em dB]		Paradiafonia - NEXT [mínimo em dB]		Relação atenuação- paradiafonia - ACR-N [mínimo em dB]	
	cat. 5e	cat. 6	cat. 5e	cat. 6	cat. 5e	cat. 6	cat. 5e	cat. 6
1	4,0	4,0	17,0	19,0	63,3	65,0	59,3	61,0
16	9,1	8,3	17,0	18,0	43,6	53,2	34,5	44,9
100	24,0	21,7	10,0	12,0	30,1	39,9	6,1	18,2
250	-	35,9	-	8,0	-	33,1	-	-2,8

Fonte: Baseado em Bonora et al. [2002] e ISO; IEC [2017]

Metodologia

A pesquisa realizada neste trabalho adotou uma abordagem majoritariamente quantitativa, com natureza aplicada e objetivo exploratório. Em relação aos procedimentos metodológicos, foram estabelecidas três etapas principais, detalhadas a seguir.

Inicialmente foram realizadas pesquisas na literatura com o propósito de conhecer as melhores práticas e diretrizes relacionadas à temática do cabeamento estruturado. Esse levantamento incluiu consultas às bases Scopus, Web of Science e Google Acadêmico, além da análise das normas técnicas vigentes, que serviram como referência para o trabalho.

Em seguida, foi realizada uma vistoria no edifício onde funciona um centro especializado em terapia de distúrbios do neurodesenvolvimento na cidade de Campos dos Goytacazes/RJ, objeto de estudo deste trabalho, com a finalidade de obter a planta baixa do projeto de cabeamento estruturado, localizar as tomadas de telecomunicações instaladas, conferir o trajeto do cabeamento horizontal e de *backbone* e examinar os caminhos e espaços destinados às telecomunicações existentes no prédio.

Na sequência, o ensaio de aceitação do cabeamento horizontal do edifício foi realizado utilizando o certificador de cabos modelo DSX-600, fabricado pela Fluke Networks. Esse equipamento possibilita a certificação de cabos de par trançado até a categoria 6A, apresentando um tempo de teste de aproximadamente dez segundos e uma interface de usuário avançada. Além disso, o dispositivo incorpora as ferramentas de diagnóstico *High Definition Time Domain Reflectometer (HDTDR)* e *High Definition Time Domain Crosstalk (HDTDX)*, as quais permitem a localização precisa de falhas ao longo do cabo.

Para a realização dos testes, foi empregado o modelo de teste de canal, com o instrumento devidamente configurado para os seguintes parâmetros: limite de teste ABNT NBR 14565 canal classe D ou E, tipo de cabo cat. 5e ou cat. 6 U/UTP, valor de NVP 69,0% e pinagem configurada no padrão T568B.

Optou-se por testar apenas as tomadas de telecomunicações que não estavam ativas na ocasião, pois não havia autorização da administração do estabelecimento para impactar o funcionamento do sistema.

Por fim, os resultados dos ensaios armazenados no certificador de cabos foram exportados para a plataforma on-line LinkWare Live, disponibilizada pelo fabricante, a partir da qual gerou-se o relatório de certificação dos cabos em documento PDF.

Descrição do ambiente

O estabelecimento objeto de avaliação constitui um centro especializado em terapia de distúrbios do neurodesenvolvimento, cuja atuação abrange serviços de diagnóstico, intervenção terapêutica e ensino intensivo e individualizado das habilidades necessárias para crianças e adolescentes com dificuldades nessa área.

A infraestrutura do edifício contempla, no pavimento térreo, uma recepção com sala de espera climatizada com capacidade para 54 pessoas, dotada de sistema de atendimento por senha e acesso à rede Wi-Fi. Além disso, o espaço dispõe de 14 consultórios clínicos e um ginásio de fisioterapia. No pavimento superior, encontram-se dois ginásios de integração sensorial, salas destinadas à musicoterapia e arteterapia, bem como uma sala de espera, proporcionando um ambiente adequado às necessidades dos pacientes e acompanhantes.

Nesses ambientes, foi instalado um total de 90 tomadas de telecomunicações distribuídas de forma estratégica ao longo do edifício, conforme o projeto, com o objetivo de atender às demandas atuais e possibilitar futuras expansões. Essas instalações suportam serviços de voz, dados, transmissão de imagem, automação predial e segurança eletrônica do edifício.

No pavimento térreo, foram distribuídas 48 tomadas de telecomunicações utilizando cabeamento de categoria 5e. No pavimento superior, a infraestrutura contempla 24 pontos de categoria 5e e 18 pontos de categoria 6, garantindo a compatibilidade com tecnologias de alta velocidade.

Dessa forma, cada consultório clínico, por exemplo, dispõe de três tomadas de telecomunicações, assegurando disponibilidade e flexibilidade operacional. Esses pontos se destinam à conexão de computadores, impressoras e sistema de telefonia, otimizando a funcionalidade do espaço. Também, todos os ambientes administrativos e terapêuticos foram equipados com tomadas de telecomunicações, incluindo conexões no teto destinadas à instalação de pontos de acesso sem fio, promovendo a conectividade e a integração tecnológica do edifício.

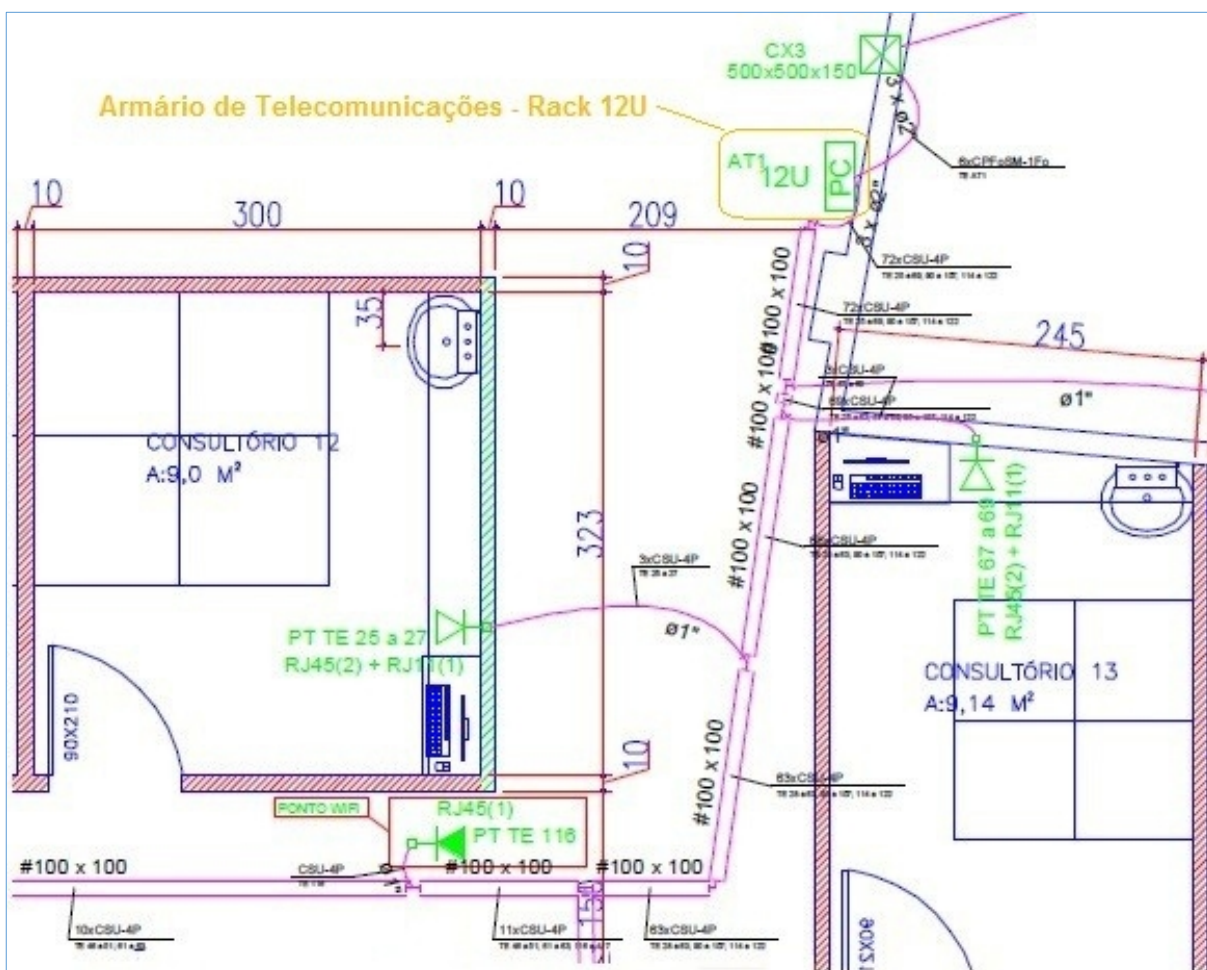
Resultados e discussão

Caminhos e espaços para cabeamento estruturado

A análise da planta baixa do projeto de cabeamento estruturado (Figura 3) revelou a ausência de previsão para uma sala de telecomunicações no pavimento térreo, o que contraria as exigências estabelecidas pela norma ABNT NBR 14565:2025.

De acordo com o item 5.6.7 da norma técnica supracitada, a sala de telecomunicações deve ser a área dentro do edifício situada em cada pavimento, contendo um distribuidor de piso e os equipamentos ativos destinados a atender aos usuários daquele pavimento.

Figura 3. Detalhe da localização do rack de 12U projetado para o pavimento térreo



Fonte: Elaboração própria [2025]

Segundo o projeto, o armário de telecomunicações, composto por um *rack* de 12U, deveria ser instalado em uma parede de uma área de circulação do edifício (Figura 3).

Ao iniciar a vistoria no edifício, constatou-se que a equipe responsável pela execução das instalações optou por alocar o *rack* de 12U em um local diferente daquele previsto no projeto. Com o objetivo de garantir maior segurança física ao *rack*, o local escolhido foi o final do corredor que dá acesso à escada que leva ao pavimento superior (Figura 4).

Figura 4. Rack de 12U do pavimento térreo



Fonte: Elaboração própria [2025]

Entretanto, a inexistência de uma sala de telecomunicações dedicada no pavimento térreo compromete as condições adequadas de infraestrutura para acomodação dos equipamentos ativos. Tal situação aumenta a vulnerabilidade a acessos não autorizados e dificulta a realização de intervenções de manutenção de forma ágil e segura, podendo impactar negativamente a continuidade e a confiabilidade dos serviços de rede [ABNT, 2021; ABNT, 2025].

Durante a continuidade da vistoria, foi possível observar que as eletrocalhas, eletrodutos e caixas de passagem estão em conformidade com o projeto e com os requisitos gerais constantes no item 6.1 da norma ABNT NBR 16415:2021. O cumprimento desses requisitos colabora para evitar instalações aparentes ou inadequadas, contribuindo para uma instalação mais organizada e segura, principalmente no que diz respeito ao distanciamento entre o cabeamento estruturado e as instalações elétricas do edifício.

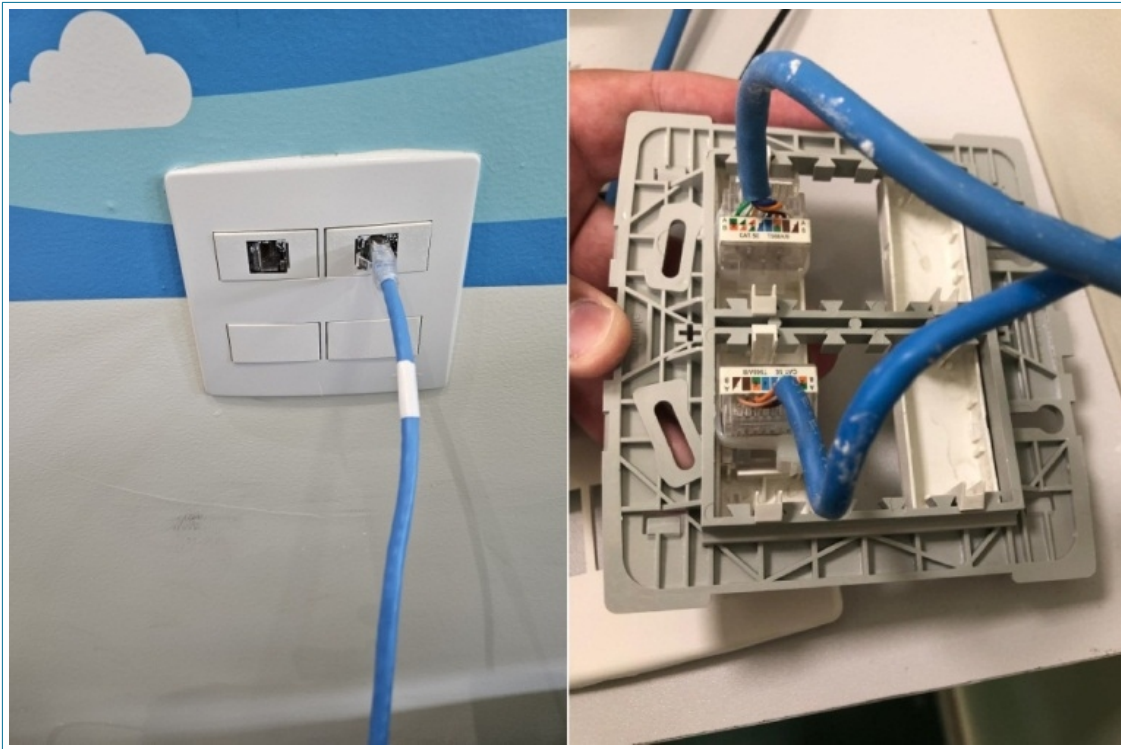
Ao chegar ao segundo pavimento, verificou-se que a sala de equipamentos foi construída no local previsto na planta baixa. Além disso, ela possui uma porta que garante acesso exclusivo aos profissionais da área, atendendo o disposto na alínea “e” do item 5.4 da norma ABNT NBR 16415:2021.

Tomadas de telecomunicações

Na sequência, constatou-se que a localização das tomadas de telecomunicações do edifício está de acordo com a distribuição prevista no projeto. No entanto, elas não possuem identificação compatível com as especificadas na planta baixa. Na Figura 5, é possível observar a ausência de identificação tanto na parte externa quanto na interna das tomadas, contrariando o disposto na alínea “d” do item 5.6.5.1 da norma ABNT NBR 14565:2025.

Além disso, foi observado que o cabeamento horizontal do pavimento térreo é de categoria 5e, com *patch panel* e tomadas de telecomunicações compatíveis e de boa qualidade. Já no segundo pavimento, parte do cabeamento horizontal é de categoria 5e e outra parte é de categoria 6. Nesse pavimento, o *patch panel* cat. 6 apresenta procedência desconhecida, uma vez que não possui a gravação com o nome do fabricante na superfície do produto. Também, as tomadas de telecomunicações são incompatíveis com o cabeamento categoria 6, sendo de categoria 5e [Figura 5].

Figura 5. Tomadas de telecomunicações do segundo pavimento



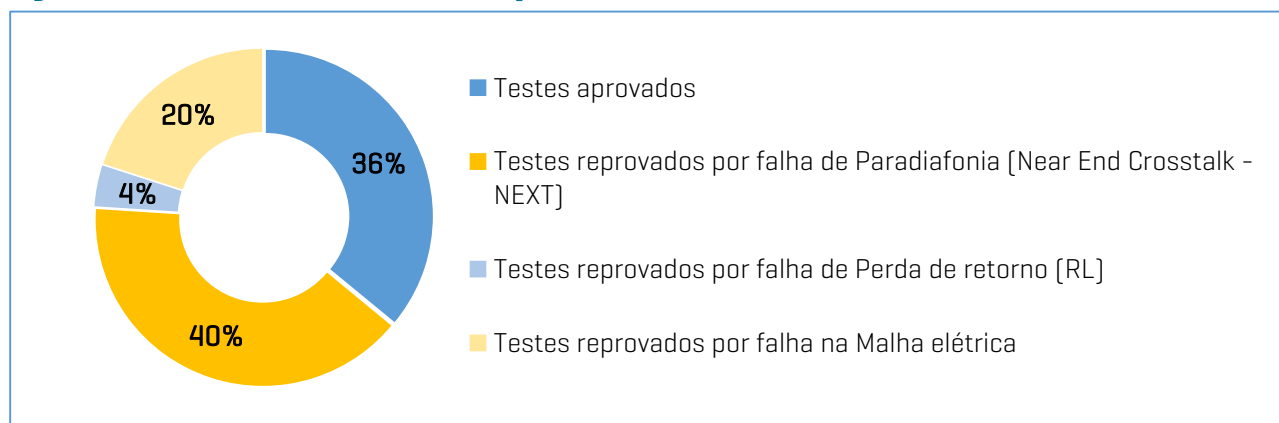
Fonte: Elaboração própria [2025]

Ensaio de aceitação e certificação do cabeamento horizontal

Finalmente, foi realizado o ensaio de aceitação do cabeamento horizontal do edifício. Destaca-se que, das 25 amostras testadas, apenas 9 foram aprovadas. Houve 10 amostras reprovadas devido a falhas de paradiáfonia [NEXT], uma reprovada por falha de perda de retorno [RL] e 5 reprovadas por falhas na malha elétrica [Figura 6].

As inconformidades detectadas, especialmente a paradiáfonia [NEXT] em 40% das amostras e as falhas de malha elétrica em 20%, acarretam riscos diretos à operação clínica e administrativa do centro. A alta paradiáfonia pode causar erros de transmissão e lentidão em sistemas críticos, como o acesso a prontuários eletrônicos e plataformas de teleconsulta, enquanto condutores abertos ou em curto-circuito resultam na interrupção total da conectividade em pontos estratégicos. Tais falhas comprometem a Segurança da Informação [SI], a estabilidade e a confiabilidade de serviços essenciais, incluindo ainda o sistema de atendimento por senha, o videomonitoramento e a rede Wi-Fi para pacientes, que são recursos importantes para o ambiente de saúde [ISO; IEC, 2022].

Figura 6. Resumo do relatório de certificação do cabeamento horizontal do edifício



Fonte: Elaboração própria [2025]

Testes reprovados por falha dos parâmetros de transmissão

O relatório de certificação gerado ao final do procedimento apresenta os detalhes dos resultados do ensaio de aceitação realizado no cabeamento horizontal do edifício. Na [Tabela 2](#), estão os resultados dos testes que não foram aprovados. Assim, com exceção do cabo PP01PT03-1A, que foi reprovado por falha de perda de retorno [RL], todos os demais foram reprovados devido a falhas de paradiafonia [NEXT].

Tabela 2. Detalhamento do relatório de certificação do cabeamento horizontal

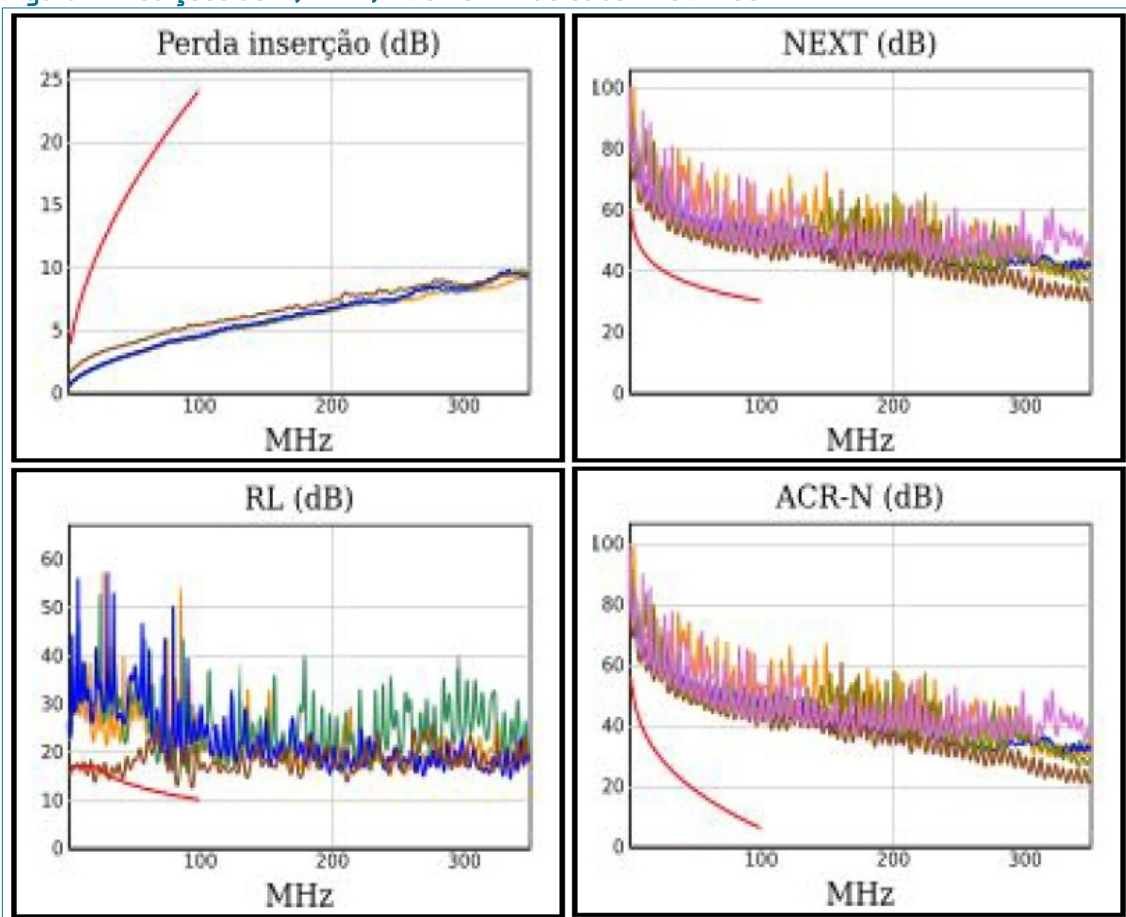
ID do cabo	Resumo	Limite de teste (ABNT NBR 14565 Canal)	Comprimento (m)	NEXT (margem de segurança em dB)	Data/Hora
PP01PT03-1A	FALHA	Classe D	21.1 m	9.5 dB	26/03/2025 15:47
PP01PT01-2A	FALHA	Classe E	19.9 m	-3.8 dB	26/03/2025 16:27
PP01PT02-2A	FALHA	Classe E	17.8 m	-1.1 dB	26/03/2025 16:33
PP01PT03-2A	FALHA	Classe E	19.2 m	-2.2 dB	26/03/2025 16:16
PP01PT05-2A	FALHA	Classe E	18.2 m	-2.5 dB	26/03/2025 16:23
PP01PT07-2A	FALHA	Classe E	23.2 m	-2.1 dB	26/03/2025 16:02
PP02PT02-2A	FALHA	Classe E	23.4 m	-2.4 dB	26/03/2025 16:05
PP02PT10-2A	FALHA	Classe E	19.2 m	-2.1 dB	26/03/2025 16:10
PP01PT10-3A	FALHA	Classe E	18.2 m	-2.3 dB	26/03/2025 16:54
PP01PT15-3A	FALHA	Classe E	11.4 m	-0.6 dB	26/03/2025 16:41
PP01PT16-3A	FALHA	Classe E	25.0 m	-1.8 dB	26/03/2025 16:45

Fonte: Elaboração própria [2025]

A infraestrutura de rede em ambientes de saúde demanda elevados níveis de robustez e confiabilidade, a fim de suportar aplicações que requerem alta largura de banda e baixa latência, tais como transmissão de imagens médicas, sistemas de monitoramento em tempo real e automação predial. Nesse contexto, o presente estudo converge com a literatura especializada ao reconhecer o SCE como um importante indicador da qualidade e da capacidade de adaptação tecnológica das edificações, possibilitando maior flexibilidade diante da incorporação de tecnologias emergentes [Pogorelskiy; Kocsis, 2024; Wang; Yue, 2022; Ying, 2024].

Os resultados do teste dos parâmetros de transmissão do cabo PP01PT03-1A estão apresentados na Figura 7. A curva vermelha indica os valores-limite estabelecidos pela norma para diferentes parâmetros: perda de inserção [IL], paradiáfonia [NEXT], perda de retorno [RL] e a relação entre atenuação e paradiáfonia [ACR-N]. Nesse caso, é possível observar que o resultado da medição de perda de retorno [RL] ficou fora da faixa de limite definida.

Figura 7. Medições de IL, NEXT, RL e ACR-N do cabo PP01PT03-1A

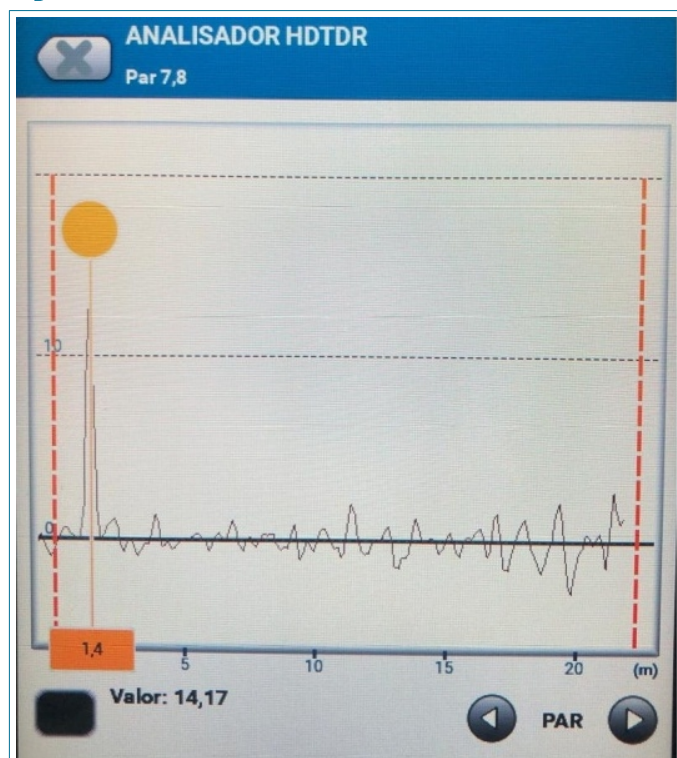


Fonte: Elaboração própria [2025]

De acordo com Fluke Corporation [2008] e Marin [2020], variações na construção física do cabo, como o diâmetro dos condutores e a espessura do dielétrico, bem como práticas de instalação inadequadas, incluindo destrançamentos e dobras no cabo, contribuem para alterações na impedância do canal, o que pode resultar na perda de retorno.

Nesse sentido, foi identificada uma falha no cabo PP01PT03-1A, localizada a aproximadamente 1,4 metro da unidade principal do instrumento certificador de cabos, correspondendo à conexão situada atrás do *patch panel* (Figura 8).

Figura 8. Leitura do analisador HDTDR do cabo PP01PT03-1A



Fonte: Elaboração própria [2025]

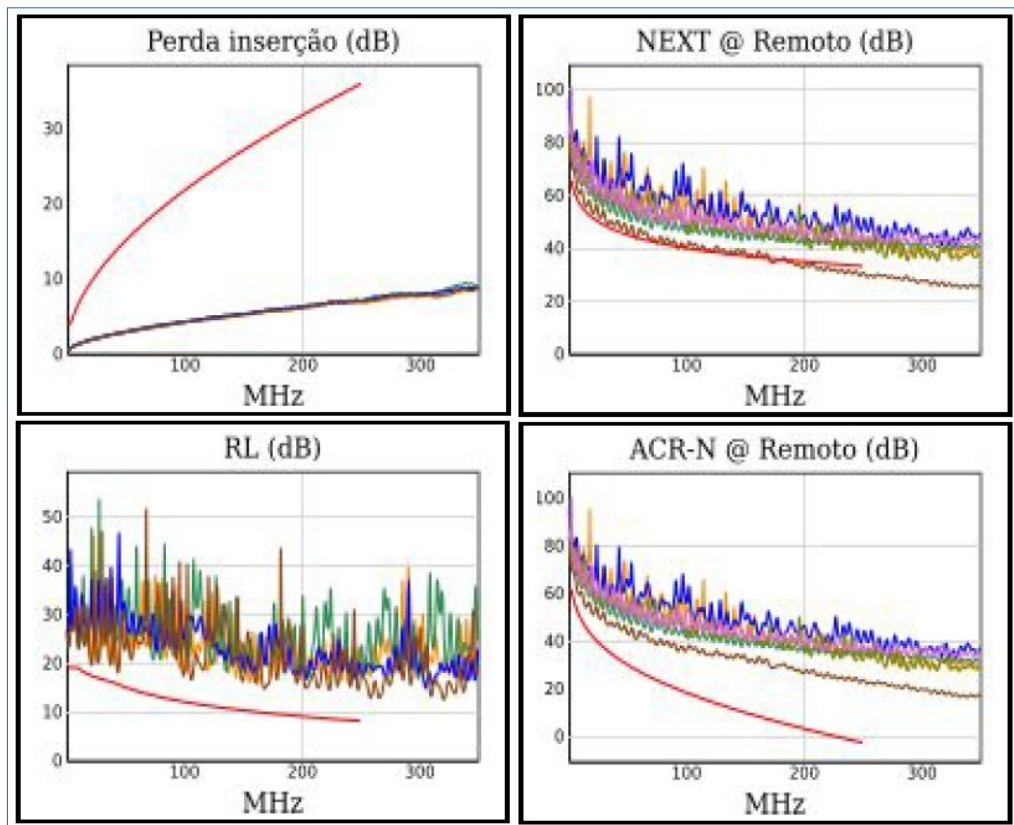
O analisador HDTDR detalha o resultado do teste no domínio do tempo (Figura 8), ao contrário de métodos baseados no domínio da frequência. Dessa forma, ele permite a determinação precisa da distância até eventos de reflexão ou perda de retorno no meio de transmissão (Fluke Corporation, 2008).

Quanto aos demais cabos reprovados, os resultados indicaram que os valores de paradiáfonia (NEXT) excederam o limite normativo. Para ilustrar essa falha, que foi comum às 10 amostras, na Figura 9 estão apresentadas as medições do cabo PP01PT01-2A.

Para Fluke Corporation [2008], Acatauassu e Costa [2017] e Bensiammar, Lefouili e Belkhelfa [2022], os principais fatores que contribuem para a elevação da paradiáfonia (NEXT) nos cabos incluem o trançamento alterado em pontos de conexão, o uso de *patch cords*, tomadas RJ45 ou *patch panels* incompatíveis com o sistema (por exemplo, componentes cat. 5e em cabeamento cat. 6) e a compressão excessiva dos cabos causada por abraçadeiras plásticas.

Conforme mencionado anteriormente, foi observado no segundo pavimento que o *patch panel* de categoria 6 possui procedência desconhecida, o que pode indicar uma possível inadequação na qualidade do componente. Além disso, acredita-se que a principal causa das falhas de paradiáfonia (NEXT) esteja relacionada às tomadas de telecomunicações de categoria 5e, utilizadas no cabeamento categoria 6 (Figura 5).

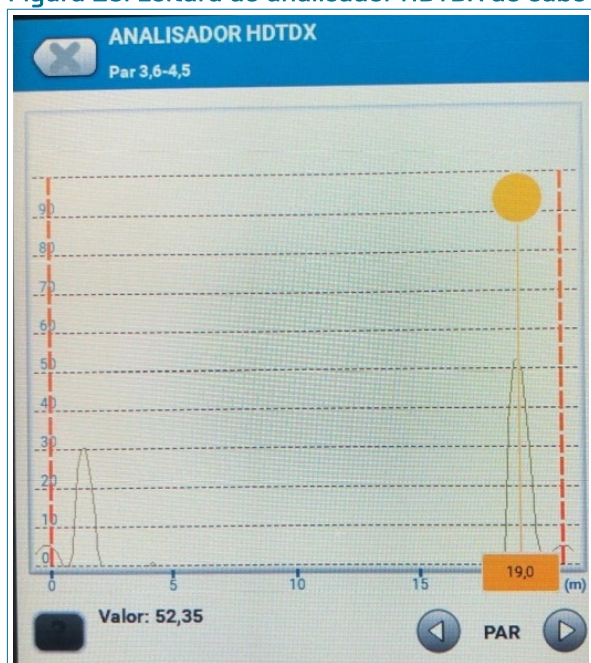
Figura 9. Medições de IL, NEXT, RL e ACR-N do cabo PP01PT01-2A



Fonte: Elaboração própria [2025]

De acordo com a Figura 10, foi detectada uma falha no cabo PP01PT01-2A, situada aproximadamente a 19 metros da unidade principal do instrumento certificador de cabos. Considerando que o comprimento total desse cabo é de 19,9 metros, conclui-se que essa falha está localizada na tomada de telecomunicações situada na área de trabalho, o que confirma a hipótese supracitada.

Figura 10. Leitura do analisador HDTDX do cabo PP01PT01-2A



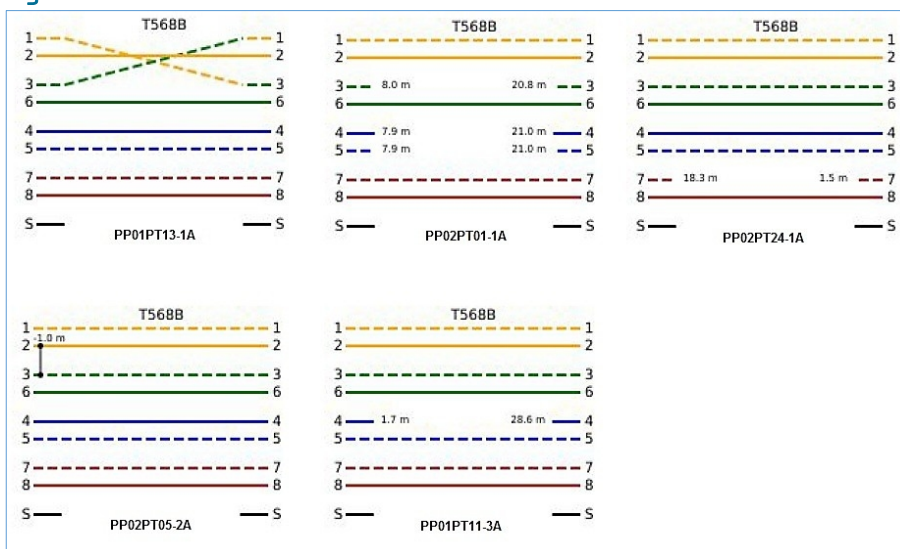
Fonte: Elaboração própria [2025]

O analisador HDTDX é uma ferramenta essencial para a identificação da origem de fenômenos de paradiafonia [Figura 10]. O diagnóstico obtido por meio da análise gráfica permite a identificação dos eventos ao longo do comprimento do cabo, possibilitando a localização precisa do ponto onde ocorre a interferência [Fluke Corporation, 2008].

Testes reprovados por falha de malha elétrica

Este teste serve para verificar se todos os oito condutores do cabo de par trançado estão conectados corretamente aos pinos em ambas as extremidades. Na Figura 11 são apresentados os cinco casos de falha na malha elétrica que foram identificados durante o ensaio de aceitação realizado no cabeamento horizontal do edifício.

Figura 11. Resultado do teste de malha elétrica do cabeamento horizontal do edifício



Fonte: Elaboração própria [2025]

Ao analisar a malha elétrica dos cabos PP02PT24-1A e PP01PT11-3A, foi observado que há condutores abertos próximos à unidade remota e à unidade principal do instrumento certificador de cabos, a uma distância de 1,5 metro e 1,7 metro, respectivamente. Essas distâncias correspondem ao comprimento do *patch cord* que conecta as unidades do instrumento aos pontos de falha, ou seja, aos terminais da tomada de telecomunicações e do *patch panel*, respectivamente. Essa informação facilita um reparo rápido e preciso, pois basta reconectar os condutores indicados aos terminais corretos.

Ademais, o cabo identificado como PP02PT01-1A apresenta aberturas nos condutores 3, 4 e 5, a uma distância de aproximadamente 8,0 metros do *patch panel* e cerca de 21 metros da tomada de telecomunicações. Essas distâncias indicam que podem ter ocorrido danos ao longo do trecho do cabo, provavelmente durante a instalação. Por isso, recomenda-se a substituição completa do cabo para garantir o funcionamento adequado.

Por fim, os cabos PP01PT13-1A e PP02PT05-2A apresentam alguns problemas nas conexões atrás do *patch panel*. No caso do primeiro, há uma inversão dos condutores nos pinos 1 e 3, e, no segundo, há um curto-circuito entre esses mesmos pinos. Para resolver essas falhas, o ideal é fazer uma inspeção visual para verificar os terminais e reconectar os condutores corretamente.

Os resultados obtidos evidenciam a relevância da realização de auditorias técnicas criteriosas em edificações destinadas ao setor de saúde, especialmente em razão da crescente dependência de sistemas integrados de TIC para suporte às atividades clínicas, diagnósticas e terapêuticas. Nesse contexto, a infraestrutura de rede deixa de exercer apenas uma função de suporte operacional e passa a constituir um elemento estratégico para a garantia da qualidade, da confiabilidade e da continuidade dos serviços assistenciais prestados.

Dessa forma, os achados deste estudo reforçam a importância do planejamento adequado da infraestrutura de telecomunicações desde as etapas iniciais do projeto arquitetônico e executivo, bem como da realização periódica de inspeções e auditorias técnicas ao longo do ciclo de vida da edificação. Tais medidas contribuem não apenas para a identificação precoce de não conformidades, mas também para a mitigação de riscos operacionais, a otimização de recursos e a ampliação da vida útil dos sistemas implantados.

Considerações finais

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a conformidade de um Sistema de Cabeamento Estruturado [SCE], com base nas normas técnicas vigentes, em um centro especializado em terapia de distúrbios do neurodesenvolvimento localizado no município de Campos dos Goytacazes, RJ. A partir da revisão bibliográfica realizada, foi possível compreender os principais conceitos, padrões e requisitos normativos aplicáveis aos SCE em âmbito nacional e internacional, além de identificar boas práticas relacionadas ao planejamento, à implantação e à manutenção de infraestruturas de telecomunicações em edificações comerciais e institucionais. Essa fundamentação teórica foi essencial para subsidiar a análise técnica desenvolvida ao longo da pesquisa e para orientar a verificação da conformidade do sistema estudado.

A inspeção técnica realizada no edifício permitiu confrontar as informações presentes na planta baixa com as instalações efetivamente executadas, possibilitando uma avaliação detalhada da infraestrutura existente. Durante a vistoria, constatou-se a utilização de cabos de categoria 5e no pavimento térreo e de cabos das categorias 5e e 6 no segundo pavimento, além da inexistência de uma sala de telecomunicações no pavimento térreo e da alteração da localização originalmente prevista para o *rack* de telecomunicações. Também foram identificadas inconformidades relacionadas à instalação de um *patch panel* categoria 6 de procedência não identificada e à utilização de tomadas RJ45 categoria 5e em trechos do cabeamento horizontal categoria 6, no segundo pavimento, comprometendo a padronização e o desempenho esperado da infraestrutura.

Os resultados obtidos evidenciaram que inadequações associadas ao SCE, à seleção e à utilização incorreta de componentes, bem como à ausência de salas técnicas apropriadas, podem impactar negativamente o desempenho da rede, a segurança física dos ativos de Tecnologia da Informação e Comunicação [TIC] e a capacidade de expansão da infraestrutura. Em instituições da área da saúde, tais limitações tornam-se ainda mais críticas, uma vez que a indisponibilidade ou instabilidade da rede pode comprometer o funcionamento de sistemas essenciais relacionados aos processos clínicos, administrativos e de monitoramento em tempo real, os quais exigem elevados níveis de confiabilidade, disponibilidade e continuidade operacional.

Além disso, verificou-se a inexistência de identificação padronizada nas tomadas de telecomunicações do edifício, tanto internamente quanto externamente, dificultando os processos de rastreabilidade, manutenção corretiva e gerenciamento da infraestrutura.

Essa deficiência evidencia a necessidade de adoção de práticas de organização e documentação compatíveis com as recomendações normativas aplicáveis ao cabeamento estruturado.

Os ensaios de aceitação realizados por meio de instrumento certificador de cabos mostraram-se fundamentais para a identificação de falhas relacionadas aos parâmetros de transmissão e à integridade da malha elétrica do sistema. A utilização desse procedimento permitiu diagnosticar inconformidades de forma precisa, possibilitando a definição de intervenções corretivas direcionadas à recuperação do desempenho da infraestrutura de telecomunicações.

Dentre as medidas corretivas recomendadas, destaca-se a substituição de todas as tomadas RJ45 categoria 5e instaladas em enlaces de cabeamento categoria 6 por componentes compatíveis com a respectiva categoria, de modo a eliminar falhas de paradiáfonia e assegurar o desempenho adequado da rede. Recomenda-se, ainda, a implementação de um sistema permanente de identificação padronizada em todas as tomadas e conexões, utilizando etiquetas internas e externas alinhadas à nomenclatura do projeto, favorecendo a rastreabilidade e a agilidade em futuras intervenções técnicas. Adicionalmente, torna-se necessária a realização de reparos na malha elétrica do cabeamento, incluindo a reconexão adequada dos condutores nos terminais de *patch panels* e tomadas RJ45, bem como a substituição dos cabos que apresentarem danos físicos decorrentes do processo de instalação.

Após a execução das intervenções propostas, recomenda-se a realização de um novo ensaio completo de aceitação do sistema de cabeamento horizontal, abrangendo todos os pontos de telecomunicações do edifício. Essa verificação deverá ser executada durante uma janela de manutenção previamente planejada, com o objetivo de validar a conformidade da infraestrutura, assegurar a integridade das conexões e confirmar o correto funcionamento do sistema após as correções implementadas.

Observou-se, ainda, que a conformidade com normas técnicas e boas práticas de infraestrutura representa um fator estratégico para garantir eficiência operacional, confiabilidade e capacidade de adaptação tecnológica do edifício. A crescente incorporação de tecnologias como Internet das Coisas [IoT], sistemas inteligentes de automação predial, serviços de telemedicina e soluções de armazenamento em nuvem demanda infraestruturas de comunicação escaláveis, resilientes e seguras, capazes de atender às exigências atuais e futuras das instituições de saúde.

Nesse contexto, a implementação das adequações propostas tende a proporcionar benefícios significativos para a instituição analisada, incluindo aumento da estabilidade da rede, melhoria no desempenho da transmissão de dados e imagens, redução de falhas operacionais e diminuição dos custos de manutenção corretiva a médio e longo prazo. Além disso, uma infraestrutura de telecomunicações devidamente padronizada e certificada contribuirá para maior confiabilidade dos sistemas utilizados no atendimento clínico e administrativo, promovendo maior continuidade operacional e suporte adequado às atividades desenvolvidas pela instituição.

Por fim, conclui-se que a qualidade da infraestrutura de rede em ambientes clínicos e hospitalares está diretamente relacionada à eficiência dos serviços prestados, à segurança da informação e à confiabilidade dos sistemas tecnológicos empregados no atendimento aos pacientes. Dessa forma, investimentos em infraestrutura de telecomunicações, aliados à realização periódica de avaliações técnicas e ensaios de conformidade, constituem medidas essenciais para assegurar desempenho, segurança, escalabilidade e sustentabilidade operacional em instituições da área da saúde.

Referências

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14565**: Cabeamento estruturado para edifícios comerciais. 6. ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2025. 69 p.

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16415**: Caminhos e espaços para cabeamento estruturado. 2. ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2021. 46 p.

ACATAUASSU, D.; COSTA, J. C. W. A. Refining worst-case crosstalk models for the next generation broadband over copper. // 2017 SBMO/IEEE MTT-S INTERNATIONAL MICROWAVE AND OPTOELECTRONICS CONFERENCE [IMOC], 2017. **Anais** [...]. Águas de Lindoia: IEEE, 2017. p. 1-4. DOI: <https://doi.org/10.1109/IMOC.2017.8121067>. Disponível em: <http://ieeexplore.ieee.org/document/8121067/>. Acesso em: 18 fev. 2025.

BARBOZA, M. Normas para cabeamento estruturado. **Clarity Treinamentos**, 1 abr. 2026. Disponível em: <https://brown-capybara-561275.hostingersite.com/normas-para-cabeamento-estruturado/>. Acesso em: 11 maio 2026.

BENSIAMMAR, S.; LEFOUILI, M.; BELKHELFA, S. Equivalent cable harness method generalized for predicting the electromagnetic emission of twisted-wire pairs. **Electrical Engineering & Electromechanics**, Jijel, v. 1, n. 2, p. 29-34, 2022. DOI: <https://doi.org/10.20998/2074-272X.2022.2.05>. Disponível em: <http://eie.khpi.edu.ua/article/view/254745>. Acesso em: 11 fev. 2025.

BONORA, A. N.; GIMENEZ, E. J. C.; PINA, E. G.; SILVA, L. F. C.; TELLAROLI, R. L. Valores normalizados dos parâmetros de cabeamento estruturado metálico na certificação de redes. **Revista Científica Periódica - Telecomunicações**, Santa Rita do Sapucaí, v. 5, n. 2, p. 37-43, 2002. Disponível em: <https://inatel.br/revista/documents/2002/vol05-n02/6-valores-normalizados-dos-parametros-de-cabeamento-estruturado-metalico-na-certificacao-de-redes.pdf>. Acesso em: 12 maio 2026.

CAICEDO, F.; ALPÚSIG, S.; CAIZA, J.; AZOGUE, J. Rehabilitation of the Data Network and Computer Systems of Community Radio, Case Study Radio Latacunga. // 2023 IEEE SEVENTH ECUADOR TECHNICAL CHAPTERS MEETING [ECTM], 10 out. 2023. **Anais** [...]. Ambato: IEEE, 2023. p. 1-5. DOI: <https://doi.org/10.1109/ETCM58927.2023.10309030>. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/10309030/>. Acesso em: 19 dez. 2025.

COLLINS, C. J.; BRAY, J. R. Worst-Case Crosstalk Measurements of Cables - The Multinetwork Analyzer Method. **IEEE Transactions on Electromagnetic Compatibility**, Kingston, v. 60, n. 4, p. 1061-1068, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1109/TEMC.2018.2791342>. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8269412>. Acesso em: 10 mar. 2025.

FLUKE CORPORATION. Manual de Resolução de Falhas em Cabeamentos de Cobre. 2008. Disponível em: <https://sistest.com.br/site/wp-content/uploads/2016/08/DTX-Manual-de-Resolu%C3%A7%C3%A3o-de-Falhas-em-Cabeamentos-de-Cobre.pdf>. Acesso em: 26 mar. 2025.

FLUKE NETWORKS. Cabos de alumínio cobreado [CCA]. **Fluke Networks**, 2022. Disponível em: <https://pt.flukenetworks.com/content/application-note-copper-clad-aluminum-cables>. Acesso em: 10 mar. 2025.

KAVUN, S.; ZAMULA, A.; MIKHEEV, I. Calculation of expense for local computer networks. *In*: PROBLEMS OF INFOCOMMUNICATIONS. SCIENCE AND TECHNOLOGY (PIC S&T), INTERNATIONAL SCIENTIFIC-PRACTICAL CONFERENCE, 4., 2017. **Proceedings** [...]. Kharkov: IEEE, 2017. p. 146-151. Disponível em: <http://ieeexplore.ieee.org/document/8246369/>. Acesso em: 15 fev. 2025.

ISO; IEC. International Organization for Standardization; International Electrotechnical Commission. **ISO/IEC 11801:2017**: Information technology — Generic cabling for customer premises. Genebra: ISO/IEC, 2017. Disponível em: <https://www.iso.org/standard/66182.html>. Acesso em: 17 mar. 2025.

ISO; IEC. International Organization for Standardization; International Electrotechnical Commission. **ISO/IEC 27002:2022**: Information security, cybersecurity and privacy protection — Information security controls. Genebra: ISO/IEC, 2022. Disponível em: <https://www.iso.org/standard/75652.html>. Acesso em: 16 fev. 2025.

MARIN, P. S. **Cabeamento Estruturado**. 2. ed. São Paulo: Editora Érica, 2020. [Série Eixos]

MIŠKOVIĆ, A.; NEDIC, V.; BANKOVIC, N. Implementation of ISO / IEC 11801-1: 2017 standard in constructing internal and external network infrastructure. *In*: NATIONAL CONFERENCE, 23.; INTERNATIONAL CONFERENCE, 9., 2021, Kopaonik, Serbia. **Proceedings** [...]. Kopaonik: Association for Quality and Standardization, 2021. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/352179561_IMPLEMENTATION_OF_ISO_IEC_11801-1_2017_STANDARD_IN_CONSTRUCTING_INTERNAL_AND_EXTERNAL_NETWORK_INFRASTRUCTURE. Acesso em: 9 mar. 2025.

MOTA, T. C.; BARRETO, P. R. R. Análise de parâmetros de transmissão de cabos de par trançado. *In*: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO - SIMEP, 11., 2023, Campina Grande [PB]. **Anais** [...]. Campina Grande, PB: SIMEP, 2023. DOI: <https://doi.org/10.29327/11simep.612050>. Disponível em: <https://www.even3.com.br/anais/11simep/612050>. Acesso em: 2 dez. 2025.

MUSA, M. A. F.; ZAMANI, N. S.; ASROKIN, A.; HASHIM, N.; SAID, W. M. I. W. M.; ABIDIN, A. N. Z. FEXT and NEXT analysis for VDSL2 technology on 50 twisted pairs TM copper cable. *In*: 2015 IEEE MALAYSIA INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMMUNICATIONS (MICC), 12., 2015, Kuching, Malaysia. **Proceedings** [...]. Kuching, Malaysia: IEEE, 2015. p. 175-180. DOI: <https://doi.org/10.1109/MICC.2015.7725429>. Disponível em: <http://ieeexplore.ieee.org/document/7725429/>. Acesso em: 10 mar. 2025.

MUSTAM, S. M.; ILYAS, M. A.; YAZED, M. S. M.; ALAM, C. K. A. C. K. Impact of twisting rate in 10 pairs of unshielded twisted-pair copper cables on insertion loss and crosstalk coupling for G.fast technology. **Bulletin of Electrical Engineering and Informatics**, Johor, v. 9, n. 2, p. 669-675, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1109/MICC.2015.7725429>. Disponível em: <https://beei.org/index.php/EEI/article/view/1873>. Acesso em: 10 fev. 2025.

PESSANHA, E. P.; BARRETO, P. R. R. Proposta de modelo para o dimensionamento de sistemas de cabeamento estruturado. **Vértices [Campos dos Goitacazes]**, v. 25, n. 1, e25119085, 2023. DOI:

<https://doi.org/10.19180/1809-2667.v25n12023.19085>. Disponível em:
<https://essentiaeditora.iff.edu.br/index.php/vertices/article/view/19085>. Acesso em: 7 abr. 2025.

POGORELSKIY, S.; GRIGORYAN, E.; KOCSIS, I. BIM-Based Approach for Low-Voltage Line Design and Further Operation. **Applied Sciences**, Basileia, v. 15, n. 17, 9296, 2025. DOI: <https://doi.org/10.3390/app15179296>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2076-3417/15/17/9296>. Acesso em: 19 dez. 2025.

POGORELSKIY, S.; KOCSIS, I. Designing structured cabling systems documentation and model by using Building Information Modeling – Literature review. **Annales Mathematicae et Informaticae**, Eger, v. 60, p. 121-132, 2024. DOI: <https://doi.org/10.33039/ami.2024.02.005>. Disponível em: <https://publikacio.uni-eszterhazy.hu/7976/>. Acesso em: 19 dez. 2025.

PRYSMIAN GROUP. **Telecoms - Multimedia & Enterprise Networks**. Prysmian. 2019. Disponível em: <https://www.prysmian.com/sites/www.prysmian.com/files/2024-02/UC-CU-Matrix-WEB-ver-%202-3.pdf>. Acesso em: 27 fev. 2025.

SANOUSI, B.; DOSSOU, M.; MOÏSE, O.; BIDOSSESSI, A. Role of the structured cabling on the performance of a university intranet: the case study of Polytechnic School of Abomey-Calavi. //: E-AGE ANNUAL CONFERENCE, 2020: Groundbreaking research and education networks. **Proceedings** [...]. Abu Dhab: ASREN, 2020. p. 1-8. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/351939241>. Acesso em: 9 mar. 2025.

SEMENOV, A. Advanced Twisted Pair Cables for Distributed Local Area Networks in Intelligent Structure Systems. **IOP Conference Series: Materials Science and Engineering**, Incheon, v. 317, n. 1, p. 012053, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1088/1757-899X/317/1/012053>. Disponível em: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/317/1/012053>. Acesso em: 13 maio 2026.

SEMENOV, A. B.; SIDNEV, S. A.; TSARENKO, V. A. A Mathematical Model of the Process of Technical Operation of the Data Center Information Cable System According to the “On Demand” Scheme. //: 2024 SYSTEMS OF SIGNALS GENERATING AND PROCESSING IN THE FIELD OF ON BOARD COMMUNICATIONS, 12 mar. 2024, Moscou. **Proceedings** [...]. Moscow: IEEE, 2024. p. 1-5. DOI: <https://doi.org/10.1109/IEEECONF60226.2024.10496783>. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/10496783/>. Acesso em: 19 dez. 2025.

WANG, B.; YUE, W. Parametric design method of building structured cabling system oriented to data mining. **IET Networks**, Hoboken, , p. ntw2.12070, 19 nov. 2022. DOI: <https://doi.org/10.1049/ntw2.12070>. Disponível em: <https://ietresearch.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1049/ntw2.12070>. Acesso em: 17 dez. 2025.

WU, Z.; YANG, Z.; MUEED, A.; KHAN, S.; USMAN, B; ASIF, M. Computational Analysis of Shielded Twisted Pair Cable Based on MoM-MLFMM Algorithm. //: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENGINEERING AND EMERGING TECHNOLOGIES (ICEET), 7., 2021, Istanbul, Turkey. **Proceedings** [...]. Istanbul, Turkey: IEEE, 2021. p. 1-6. DOI: <https://doi.org/10.1109/ICEET53442.2021.9659583>. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/9659583/>. Acesso em: 10 mar. 2025.
<https://doi.org/10.1109/ICEET53442.2021.9659583>

YING, P. A Computer Aided Wiring Scheme for Intelligent Building. **Journal of Physics: Conference Series**, Fenghuang, v. 2717, 012039, mar. 2024. DOI: [https://doi.org/ 10.1088/1742-6596/2717/1/012039](https://doi.org/10.1088/1742-6596/2717/1/012039). Disponível em: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/2717/1/012039>. Acesso em: 19 dez. 2025.

YUE, C.; WANG, L.; SHEN, P. Health Evaluation of Train Ethernet Cable Based on Health Factor Penalty Algorithm. // LIANG, J.; JIA, L.; QIN, Y.; LIU, Z.; DIAO, L.; AN, M. [ed.]. **Proceedings of the 5th International Conference on Electrical Engineering and Information Technologies for Rail Transportation (EITRT) 2021: Rail Transportation Information Processing and Operational Management Technologies**. Singapore: Springer Singapore, 2022. p. 1-9. [Lecture Notes in Electrical Engineering, v. 867]. DOI: https://doi.org/10.1007/978-981-16-9909-2_1. Disponível em: https://link.springer.com/10.1007/978-981-16-9909-2_1. Acesso em: 25 mar. 2025.

INFORMAÇÕES ADICIONAIS

COMO CITAR ESTE ARTIGO SEGUNDO AS NORMAS DA REVISTA

ABNT: SILVA FILHO, P. C. B.; BARRETO, P. R. R. Sistema de cabeamento estruturado: uma avaliação de conformidade em um estabelecimento do setor de saúde. *Vértices [Campos dos Goytacazes]*, v. 28, n. 2, e28223631, 2026. DOI: <https://doi.org/10.19180/1809-2667.v28n22026.23631>. Disponível em: <https://editoraessentia.iff.edu.br/index.php/vertices/article/view/23631>.

APA: Silva Filho, P. C. B., & Barreto, P. R. R. [2026]. Sistema de cabeamento estruturado: uma avaliação de conformidade em um estabelecimento do setor de saúde. *Vértices [Campos dos Goytacazes]*, 28(2), e28223631. <https://doi.org/10.19180/1809-2667.v28n22026.23631>

DADOS DO AUTOR E AFILIAÇÃO INSTITUCIONAL

Paulo Cesar Barcelos da Silva Filho - Especialista em Redes de Computadores e Telecomunicações pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense [IFFluminense] *Campus* Campos Centro - Campos dos Goytacazes, RJ - Brasil. E-mail: paulogmsbr1@gmail.com.

Plínio Rodrigues Rosa Barreto - Mestre em Pesquisa Operacional e Inteligência Computacional pela Universidade Candido Mendes [2020]. Professor do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense [IFFluminense] *Campus* Campos Centro - Campos dos Goytacazes, RJ - Brasil. E-mail: pliniotelecom@gmail.com.

FINANCIAMENTO

Os autores declararam não ter havido financiamento externo para a pesquisa que originou este artigo.

APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA NA PESQUISA

Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES

Os autores declararam não haver conflito de interesses.

DISPONIBILIDADE DOS DADOS

Os autores declararam não haver dados disponíveis em repositórios.

DECLARAÇÃO DE USO DE IA

Os autores declararam não ter havido utilização de ferramentas de inteligência artificial generativa na pesquisa e na escrita deste artigo.

DECLARAÇÃO DE DIREITO AUTRAL

Este documento é protegido por Copyright © 2026 pelos Autores

LICENÇA DE USO

Esta obra está licenciada sob uma [Licença Creative Commons](#). Os usuários têm permissão para copiar e redistribuir os trabalhos por qualquer meio ou formato, e também para, tendo como base o seu conteúdo, reutilizar, transformar ou criar, com propósitos legais, até comerciais, desde que citada a fonte.

RESPONSABILIDADE PELA PUBLICAÇÃO

Essentia Editora, coordenação subordinada à PROPPIE do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião dos editores ou da Essentia Editora.