

# AVALIAÇÃO DE UM SISTEMA DE CABEAMENTO ESTRUTURADO COM BASE NAS NORMAS TÉCNICAS VIGENTES

Paulo Cesar Barcelos da Silva Filho (IFFluminense) E-mail: paulogmsbr1@gmail.com  
Plínio Rodrigues Rosa Barreto (IFFluminense / Núcleo de Pesquisas em Telecomunicações) E-mail: pbarreto@iff.edu.br

**Resumo:** Este estudo teve como objetivo avaliar a conformidade de um sistema de cabeamento estruturado (SCE) em um centro médico 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 nas 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, conformidade, certificador de cabos.

## EVALUATION OF STRUCTURED CABLING SYSTEMS BASED ON CURRENT TECHNICAL STANDARDS

**Abstract:** This study aimed to evaluate the compliance of a structured cabling system (SCE) in a medical center located in 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 relevant to the subject. The methodology 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 the 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, compliance, cable analyzer.

### 1. 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 (WANG; YUE, 2022).

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; SANOSSI *et al.*, 2020; HE, 2021; POGORELSKIY; KOCSIS, 2022).

Contudo, o investimento para a implantação do SCE pode envolver um custo inicial considerável, e o retorno financeiro sendo, em geral, 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). 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 equipamento certificador de cabos (YUE; WANG; SHEN, 2022; FLUKE NETWORKS, 2022).

Diante do exposto, o presente estudo tem como objetivo realizar uma avaliação da conformidade de um sistema de cabeamento estruturado, considerando as normas técnicas vigentes, em um centro médico localizado na cidade de Campos dos Goytacazes-RJ.

## **2. 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, 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 (SANOUSI *et al.*, 2020; MIŠKOVIĆ; NEDIC; BANKOVIC, 2021).

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, 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, 2024).

## **3. Ensaio de aceitação e certificação**

Frente às 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).

Por essa razão, a execução do ensaio de aceitação com o uso de um certificador de cabos constitui uma maneira eficaz de validar o cabeamento instalado. Esse procedimento ocorre por meio da medição dos parâmetros de transmissão 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, 2019).

O certificador de cabos permite a seleção de dois modelos de teste para a realização do ensaio de aceitação, são eles: enlace permanente (Figura 1a) e canal (Figura 1b). 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 extremidade do enlace, perfazendo o comprimento máximo de 100 metros (ABNT, 2019).

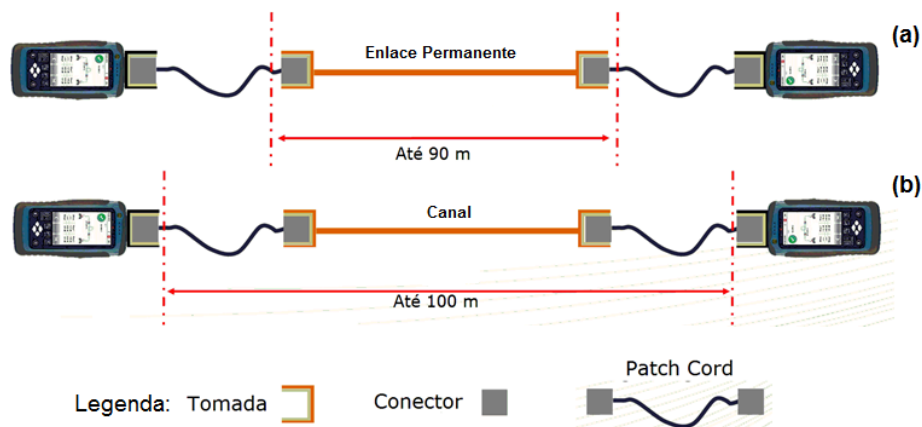


Figura 1 – Modelos de teste para certificação de cabeamento de par trançado

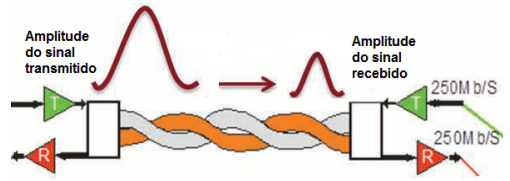
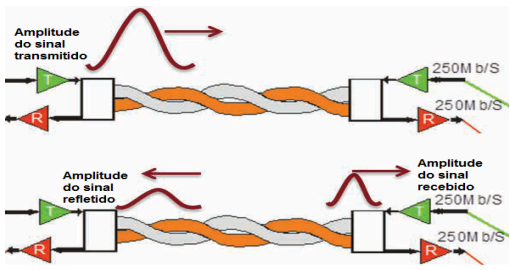
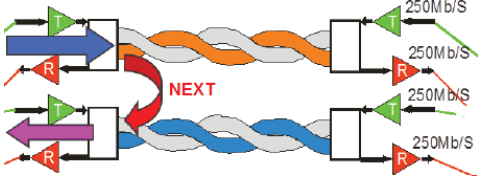
Fonte: Pessanha e Barreto (2023).

### 3.1. Parâmetros de transmissão

Nos meios de transmissão metálicos, as características mecânicas e elétricas influenciam diretamente o desempenho dos cabos. Os cabos de par trançado, empregados em redes locais, são classificados em categorias, de acordo com sua estrutura física e a largura de banda que oferecem (MUSA *et al.*, 2015; MUSTAM *et al.*, 2020).

Nessas redes, as informações são transmitidas através de sinais elétricos, o que faz com que os parâmetros de transmissão dos cabos influenciem diretamente na precisão e na confiabilidade da comunicação. Para um melhor entendimento, o Quadro 1 detalha alguns parâmetros de transmissão.

Quadro 1 - Parâmetros de transmissão dos cabos de par trançado

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. A atenuação ocorre devido às perdas resistivas nos condutores ao longo da linha, sendo diretamente proporcional ao comprimento e a resistividade do material, e inversamente proporcional ao diâmetro dos condutores. 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"> <li>– Comprimento além do permitido por norma;</li> <li>– Cabo de baixa qualidade, como, impurezas no cobre, emprego de liga de alumínio cladeado com cobre (CCA), ou redução do diâmetro dos condutores;</li> <li>– Conexões que apresentam alta impedância ou um número de conexões superior ao permitido pelas normas.</li> </ul>
<p>Perda de retorno (<i>Return loss - RL</i>)</p>	<p>A perda de retorno indica a quantidade de potência refletida devido às variações de impedância no sistema de cabeamento. 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"> <li>– Impedância do cabo diferente de 100 ohms</li> <li>– Práticas de instalação inadequadas com destrançamentos ou dobras do cabo;</li> <li>– Quantidade exagerada de cabo acomodado na caixa da tomada de telecomunicações ou reserva excessiva na sala de telecomunicações;</li> <li>– Conector ou tomada RJ45 defeituoso;</li> <li>– Diferença de impedância na junção entre <i>patch cord</i> e o cabeamento horizontal;</li> <li>– Conector e tomada RJ45 mal encaixados.</li> </ul>
<p>Paradiafonia (<i>Near end crosstalk - NEXT</i>)</p>	<p>O efeito da paradiafonia ocorre quando os sinais de um par de fios se irradiam e interferem num par adjacente, na extremidade próxima à fonte de interferência (<i>near</i>). Medidas experimentais comprovam que a paradiafonia cresce exponencialmente com a frequência do sinal e o comprimento do cabo não exerce nenhuma influência nos resultados. Além disso, o número de torções por centímetro (binagem) do par metálico é um dos fatores mais importantes que colaboram para o sucesso da transmissão.</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Trançamento alterado em pontos de conexão;</li> <li>– Conector e tomada RJ45 mau encaixados;</li> <li>– <i>Patch cord</i>, tomada ou <i>patch panel</i> incompatível com o sistema (Componente cat. 5e para cabeamento cat. 6);</li> <li>– <i>Patch cord</i> de baixa qualidade;</li> <li>– Compressão excessiva dos cabos causada por abraçadeiras plásticas.</li> </ul>

Fonte: Fluke Corporation (2008); Acatauassu e Costa (2017); Semenov (2018); Prysmian Group (2019); Marin (2020); Zhenkun Wu et al., (2021); Bensiammar, Lefouili e Belkhelda (2022).

### 3.2. Limites da norma internacional ISO/IEC 11801

Diversos parâmetros de transmissão 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 14565:2019 - Cabeamento Estruturado para Edifícios Comerciais, no item 7.4, especifica que os valores limite utilizados em seu escopo correspondem aos estipulados pela norma internacional ISO/IEC 11801 (ABNT, 2019).

Assim, para os parâmetros cujos resultados de medição estão totalmente dentro da faixa de limite estabelecida, o instrumento 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).

A Tabela 1 demonstra os valores limite de determinados parâmetros de transmissão que devem ser avaliados durante o ensaio de aceitação dos cabos de par trançado categoria 5e (cat. 5e) e categoria 6 (cat. 6), conforme estabelecido pela norma técnica ABNT NBR 14565:2019.

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)	
	<u>cat. 5e</u>	<u>cat. 6</u>	<u>cat. 5e</u>	<u>cat. 6</u>	<u>cat. 5e</u>	<u>cat. 6</u>	<u>cat. 5e</u>	<u>cat. 6</u>
	1	4,0	4,0	17,0	19,0	60,0	65,0	56,0
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	N/A	35,9	N//A	8,0	N/A	33,1	N/A	-2,8

Fonte: Adaptado de Bonora et al. (2002) e ISO/IEC (2017).

## 4. 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 médico na cidade de Campos dos Goytacazes-RJ, objeto de estudo desse 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, os ensaios de aceitação do cabeamento foram conduzidos utilizando o certificador de cabos modelo DSX-600, fabricado pela Fluke. 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 centro médico, para impactar o funcionamento do sistema.

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

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1. Caminhos e espaços para cabeamento estruturado

A análise da planta baixa do projeto de cabeamento estruturado identificou a falta de previsão para uma sala de telecomunicações no pavimento térreo, o que viola a norma ABNT NBR 14565:2019. De acordo com o item 6.7.9 dessa norma, 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.

De acordo com o projeto, o armário de telecomunicações (*rack* de 12U) deveria ser instalado na parede de uma área de circulação do edifício, conforme ilustrado na Figura 2.

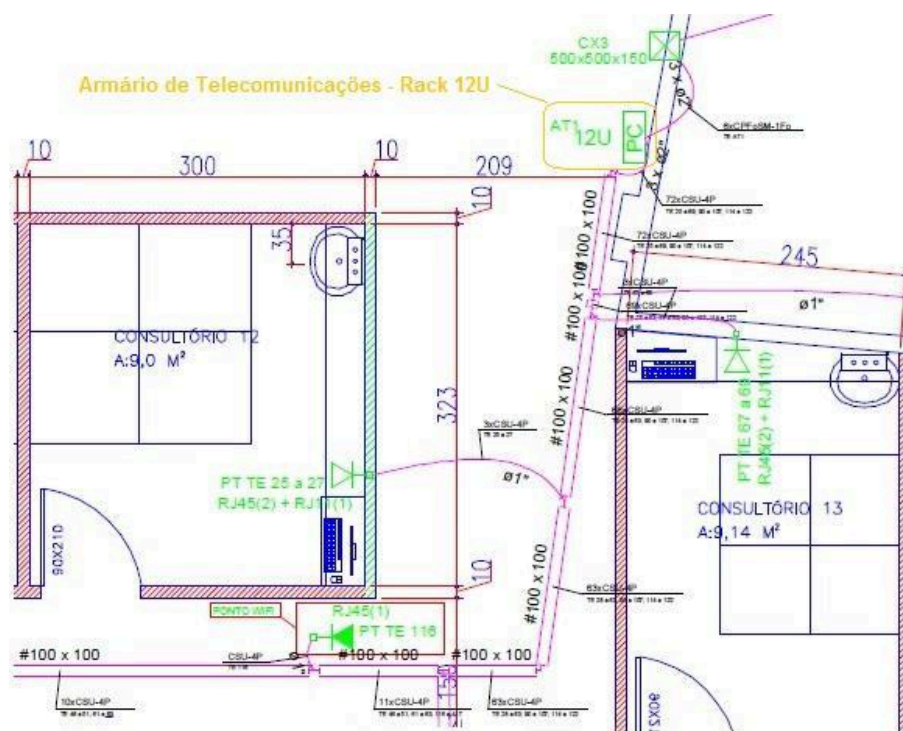


Figura 2 – Detalhe da localização do *rack* de 12U projetado para o pavimento térreo

Fonte: Elaboração própria.

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, conforme pode ser observado na Figura 3.

Contudo, ao chegar ao segundo pavimento, verificou-se que a sala de telecomunicações 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.



Figura 3 – Rack de 12U do pavimento térreo

Fonte: Elaboração própria.

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 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.

## 5.2. 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 4, é possível observar a ausência de identificação tanto na parte externa quanto na interna das tomadas, contrariando o item 6.7.7.1 da norma ABNT NBR 14565:2019.

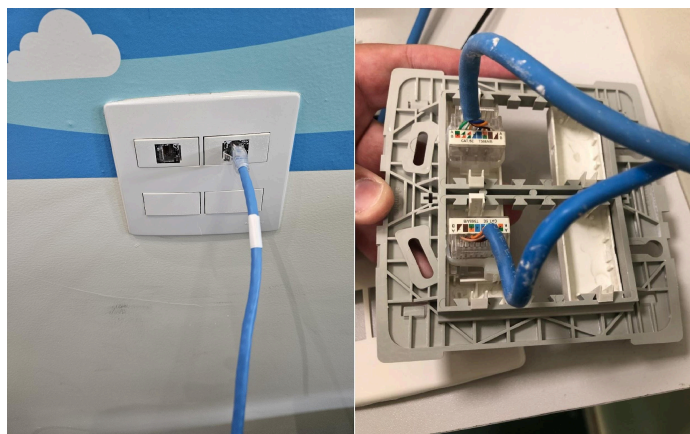


Figura 4 – Tomadas de telecomunicações do segundo pavimento

Fonte: Elaboração própria.

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 cat. 6, sendo de categoria 5e.

### 5.3. 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 paradiafonia (NEXT), 1 reprovada por falha de perda de retorno (RL) e 5 reprovadas por falhas na malha elétrica, conforme ilustrado na Figura 5.

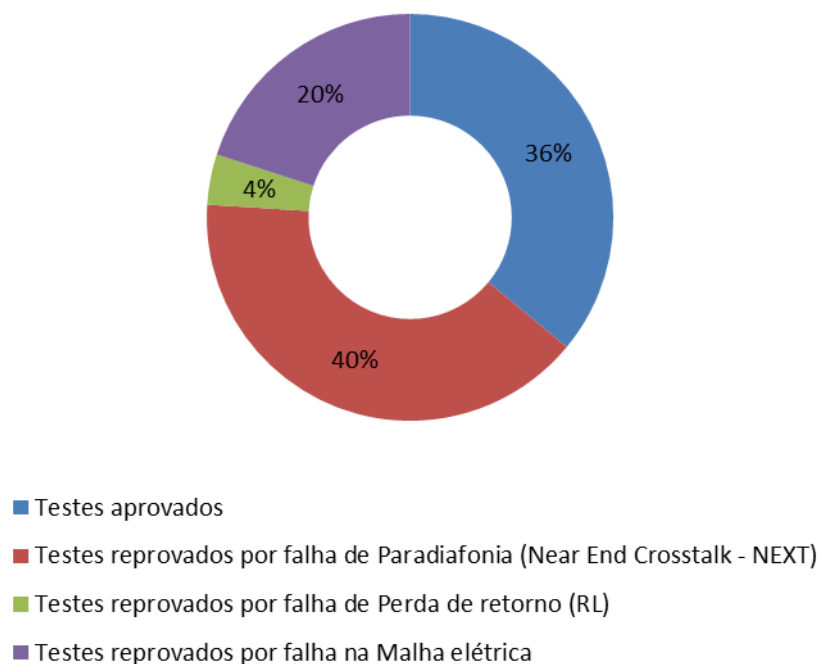


Figura 5 – Resumo do relatório de certificação do cabeamento horizontal do edifício

Fonte: Elaboração própria.

#### 5.3.1. 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 do edifício

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

A Figura 6 apresenta os resultados do teste dos parâmetros de transmissão do cabo PP01PT03-1A. 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, aferido na unidade principal do certificador de cabos, que corresponde à extremidade do *patch panel*.

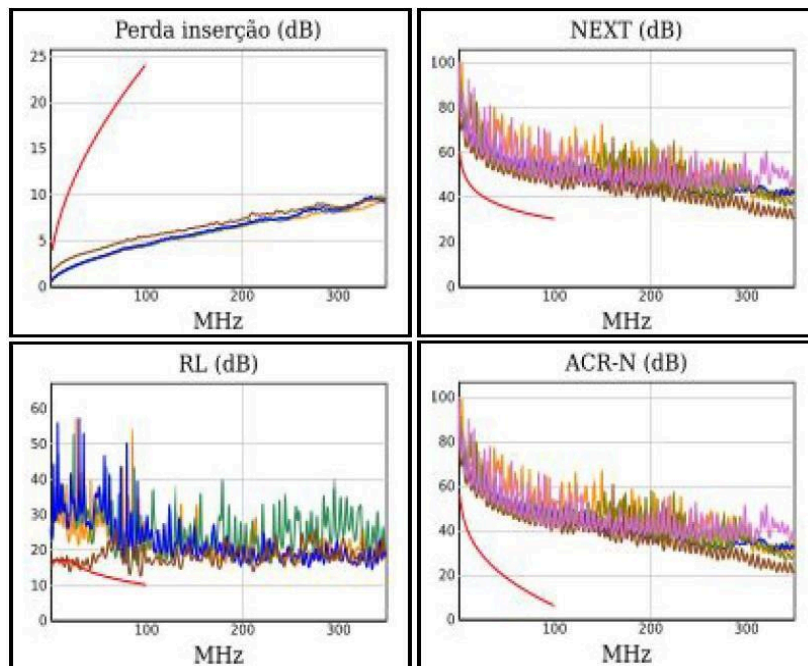


Figura 6 – Medições de IL, NEXT, RL e ACR-N do cabo PP01PT03-1A

Fonte: Elaboração própria

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.

Quanto aos demais cabos reprovados, os resultados indicaram que os valores de paradiafonia (NEXT) excederam o limite normativo, aferidos na unidade remota do instrumento, que corresponde à tomada de telecomunicações. Para ilustrar essa falha, que foi comum as 10 amostras, a Figura 7 apresenta as medições do cabo PP01PT01-2A.



Figura 7 – Medições de IL, NEXT, RL e ACR-N do cabo PP01PT01-2A

Fonte: Elaboração própria

Para Fluke Corporation (2008), Acatauassu e Costa (2017) e Bensiammar, Lefouili e Belkhelfa (2022), os principais fatores que contribuem para a elevação da paradiafonia (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 e 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 paradiafonia (NEXT) esteja relacionada às tomadas de telecomunicações de categoria 5e, utilizadas no cabeamento cat. 6, conforme ilustrado na Figura 4 apresentada anteriormente.

### 5.3.2. 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. A Figura 8 apresenta os cinco casos de falha na malha elétrica que foram identificados durante o ensaio de aceitação realizado no cabeamento horizontal do edifício.

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 metros e 1,7 metros, 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.

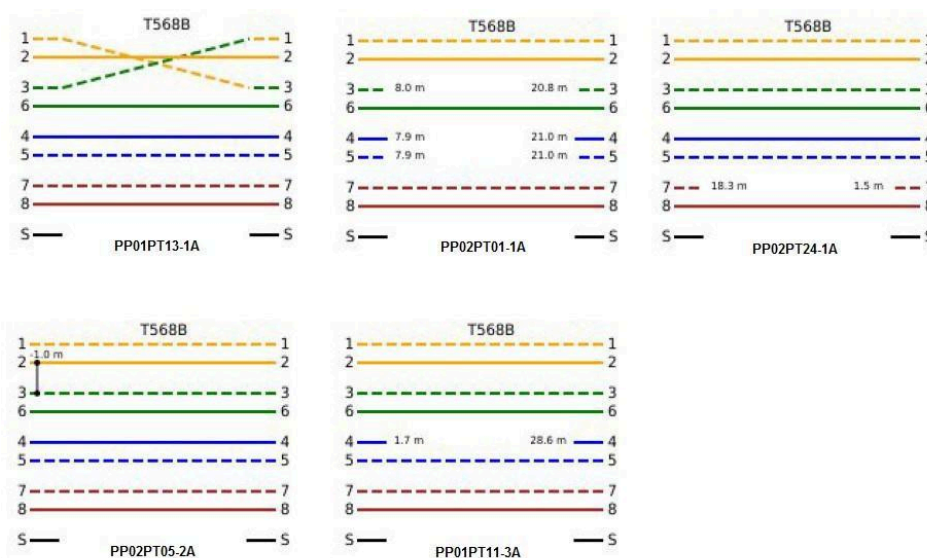


Figura 8 – Resultado do teste de malha elétrica do cabeamento horizontal do edifício

Fonte: Elaboração própria.

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.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo deste trabalho foi realizar uma avaliação da conformidade de um sistema de cabeamento estruturado, considerando as normas técnicas vigentes, em um centro médico localizado na cidade de Campos dos Goytacazes-RJ. Nesse contexto, a revisão bibliográfica realizada foi fundamental para compreender as características, padronizações e normativas propostas para o sistema de cabeamento estruturado (SCE) tanto no Brasil quanto internacionalmente.

Além disso, permitiu identificar boas práticas e diretrizes relacionadas ao planejamento, projeto e instalação do sistema, especialmente no segmento de edifícios comerciais. Essa pesquisa foi primordial para o desenvolvimento deste estudo, contribuindo de forma significativa para a fundamentação teórica e para a avaliação da conformidade do sistema analisado.

Adicionalmente, a inspeção realizada no centro médico foi de suma importância para validar as informações presentes na planta baixa em relação às instalações efetivamente implementadas no local, permitindo a realização de análises preliminares. Por meio dessa vistoria, foi possível verificar a utilização de diferentes categorias de cabos nas instalações do edifício, sendo cabos de categoria 5e no pavimento térreo e cabos de categoria 5e e 6 no segundo pavimento.

Ademais, constatou-se a ausência de uma sala de telecomunicações no pavimento térreo, bem como a alteração na localização do *rack*. No segundo pavimento, observou-se a instalação de um *patch panel* cat. 6 com procedência desconhecida, além da presença de tomadas RJ45 cat. 5e no cabeamento categoria 6. Ainda, verificou-se a inexistência de identificação interna e externa em todas as tomadas de telecomunicações do edifício, o que compromete a rastreabilidade e manutenção das instalações.

Finalmente, a realização do ensaio de aceitação do cabeamento horizontal do edifício, através do uso de um instrumento certificador de cabos, demonstrou-se eficaz na detecção de falhas relacionadas aos parâmetros de transmissão, bem como à malha elétrica. Este procedimento diagnóstico possibilita a implementação de intervenções corretivas precisas, facilitando a execução dos reparos necessários.

Nesse escopo, destaca-se, especialmente, a necessidade de substituição das tomadas RJ45 categoria 5e por categoria 6 no cabeamento horizontal cat. 6 do segundo pavimento, visando assegurar a conformidade e o desempenho adequado do sistema de cabeamento.

## REFERÊNCIAS

ACATAUASSU, D.; COSTA, J. C. W. A. Refining worst-case crosstalk models for the next generation broadband over copper. *In: 2017 SBMO/IEEE MTT-S INTERNATIONAL MICROWAVE AND OPTOELECTRONICS CONFERENCE (IMOC), 2017. 2017 SBMO/IEEE MTT-S International Microwave and Optoelectronics Conference (IMOC)* [...]. Aguas de Lindoia: IEEE, 2017. p. 1–4. Disponível em: <http://ieeexplore.ieee.org/document/8121067/>. Acesso em: 18 fev. 2025.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14565**: Cabeamento estruturado para edifícios comerciais. 5 ed. Rio de Janeiro: Abnt, 2019. 72 p.

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

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. Disponível em: <http://eie.khpi.edu.ua/article/view/254745>. Acesso em: 11 fev. 2025.

BONORA, A. N. *et al.* 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://www.inatel.com.br/revista/downloads/junho-dezembro-2002-s727592-1>. Acesso em: 18 fev. 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. 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). 2022. **Fluke Networks**. Disponível em: <https://pt.flukenetworks.com/content/application-note-copper-clad-aluminum-cables>. Acesso em: 10 mar. 2025.

ISO/IEC. **ISO/IEC 11801:2017 - Generic cabling for customer premises**. Geneva: International Organization for Standardization, 2017. Disponível em: <https://www.iso.org/standard/66182.html>. Acesso em: 17 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), 2017. **4th International Scientific-Practical Conference** [...]. Kharkov: IEEE, 2017. p. 146–151. Disponível em: <http://ieeexplore.ieee.org/document/8246369/>. Acesso em: 15 fev. 2025.

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

MIŠKOVIĆ, A.; NEDIC, V.; BANKOVIC, N. Implementation of ISO / IEC 11801-1: 2017 standard in constructing internal and external network infrastructure. In: 23RD NATIONAL AND 9TH INTERNATIONAL CONFERENCE, 2021. **Quality system condition for successful business and competitiveness** [...]. 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](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.

MUSA, M. A. F. *et al.* FEXT and NEXT analysis for VDSL2 technology on 50 twisted pairs TM copper cable. In: 2015 IEEE 12TH MALAYSIA INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMMUNICATIONS (MICC), 2015. **2015 IEEE 12th Malaysia International Conference on Communications (MICC)** [...]. Kuching, Malaysia: IEEE, 2015. p. 175–180. Disponível em: <http://ieeexplore.ieee.org/document/7725429/>. Acesso em: 10 mar. 2025.

MUSTAM, S. M. *et al.* 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. 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. **Revista Vértices**, Campos dos Goytacazes, v. 25, n. 1, p. e25119085, 2023. DOI: 10.19180/1809-2667.v25n12023.19085. Disponível em: <https://editoraessentia.iff.edu.br/index.php/vertices/article/view/19085>. Acesso em: 7 abr. 2025.

POGORELSKIY, S.; KOCSIS, I. Automation for structured cabling system in data centers using Building Information Modelling. **International Review of Applied Sciences and Engineering**, Debrecen, v. 3, n. 1, p. 1–11, 2022. Disponível em: <https://akjournals.com/view/journals/1848/aop/article-10.1556-1848.2022.00424/article-10.1556-1848.2022.00424.xml>. Acesso em: 10 mar. 2025.

PRYSMIAN GROUP. **Telecoms - Multimedia & Enterprise Networks**. Prysmian. 2019. Disponível em: <https://latam.prysmiangroup.com/pt-br/node/latam.prysmiangroup.com/pt-br/node/18907>. Acesso em: 27 fev. 2025.

SANOUSI, B. *et al.* Role of the structured cabling on the performance of a university intranet: the case study of Polytechnic School of Abomey-Calavi. In: E-AGE ANNUAL CONFERENCE, 2020. **Groundbreaking research and education networks** [...]. Abu Dhab: ASREN, 2020. p. 1–8. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Bendjedid-Sanoussi/publication/351939241\\_Role\\_of\\_the\\_structured\\_cabling\\_on\\_the\\_performance\\_of\\_a\\_university\\_intranet\\_the\\_case\\_study\\_of\\_Polytechnic\\_School\\_of\\_Abomey-Calavi/links/60b0e97f92851cd0d97f0395/Role-of-the-structured-cabling-on-the-performance-of-a-university-intranet-the-case-study-of-Polytechnic-School-of-Abomey-Calavi.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Bendjedid-Sanoussi/publication/351939241_Role_of_the_structured_cabling_on_the_performance_of_a_university_intranet_the_case_study_of_Polytechnic_School_of_Abomey-Calavi/links/60b0e97f92851cd0d97f0395/Role-of-the-structured-cabling-on-the-performance-of-a-university-intranet-the-case-study-of-Polytechnic-School-of-Abomey-Calavi.pdf). 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. Disponível em: <https://iopscience-iop.ez135.periodicos.capes.gov.br/article/10.1088/1757-899X/317/1/012053/meta>. Acesso em: 10 mar. 2025.

WANG, Bing; YUE, Wei. Parametric design method of building structured cabling system oriented to data mining. **Iet Networks**, Hoboken, v. 1, n. 1, p. 1-14, 19 nov. 2022. Disponível em: <https://ietresearch.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1049/ntw2.12070>. Acesso em: 18 jan. 2025.

YUE, C.; WANG, L.; SHEN, P. Health Evaluation of Train Ethernet Cable Based on Health Factor Penalty Algorithm. *In*: LIANG, J. *et al.* (org.). **Proceedings of the 5th International Conference on Electrical Engineering and Information Technologies for Rail Transportation (EITRT) 2021**. Lecture Notes in Electrical Engineering. Singapore: Springer Singapore, 2022. v. 867, p. 1–9. Disponível em: [https://link.springer.com/10.1007/978-981-16-9909-2\\_1](https://link.springer.com/10.1007/978-981-16-9909-2_1). Acesso em: 25 mar. 2025.

ZHENKUN WU *et al.* Computational Analysis of Shielded Twisted Pair Cable Based on MoM-MLFMM Algorithm. *In*: 2021 INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENGINEERING AND EMERGING TECHNOLOGIES (ICEET), 2021. **2021 International Conference on Engineering and Emerging Technologies (ICEET)** [...]. Istanbul, Turkey: IEEE, 2021. p. 1–6. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/9659583/>. Acesso em: 10 mar. 2025.