

**Publicada a norma brasileira de configurações e ensaios de enlaces ponto a ponto, enlaces terminados com plugues modulares e cabeamento de conexão direta para cabeamento estruturado**

**Paulo S. Marin**

**Doutor em EMI/EMC, especialista em infraestrutura de TI  
Coordenador da CE 003:046.005 ABNT/Cobei**

**(Artigo publicado na revista RTI, Ano XXIIIIV, Nº 273, fevereiro/2022)**

O conjunto das normas brasileiras para cabeamento estruturado, que conta com oito normas robustas, ganhou um reforço com a publicação no final de dezembro de 2022, da ABNT NBR 16869-3:2022 (cabeamento estruturado – parte 3: configurações e ensaios de enlaces ponto a ponto, enlaces terminados com plugues modulares e cabeamento de conexão direta). Portanto, agora são nove as normas que compõem o conjunto.

Como de costume, antes de entrar nos detalhes da norma, explico o funcionamento do sistema brasileiro de normalização. A ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) é o foro nacional de normalização, ou seja, uma norma brasileira deve, necessariamente, ser homologada e publicada pela ABNT para receber o *status* de norma nacional brasileira, ou seja, válida em todo o território nacional. Por curiosidade, devido a acordos com instituições de normalização do MERCOSUR, várias de nossas normas são reconhecidas nos países componentes desse bloco. Os conteúdos das normas brasileiras são de responsabilidade dos comitês brasileiros (ABNT/CB) e são elaboradas normalmente por comissões de estudo (CE), formadas pelas partes interessadas no tema objeto da normalização.

Portanto, a CE 003:046.005 é uma comissão de estudo que pertence ao CB-3 da ABNT, que é o COBEI (Comitê Brasileiro de Eletricidade, Eletrônica, Iluminação e Telecomunicações). As normas brasileiras de cabeamento estruturado são desenvolvidas por esta CE.

Ainda, tratando do tema normalização no Brasil, é importante explicar como nasce uma norma ABNT NBR. Há basicamente dois caminhos para o desenvolvimento de uma norma brasileira, ela pode ser elaborada a partir de:

- uma necessidade local e sem relação com outras normas internacionais (ISO, IEC, ISO/IEC);
- uma norma internacional similar publicada.

Quando uma norma brasileira é baseada em uma norma internacional, há ainda dois outros caminhos possíveis, ela pode:

- ser uma tradução exata e integral da norma ISO, IEC ou ISO/IEC utilizada como referência, gerando uma norma ABNT NBR ISO, ABNT NBR IEC ou ABNT NBR ISO/IEC mantendo o código da norma original;
- utilizar partes traduzidas e/ou adaptadas da norma internacional utilizada como referência juntamente com conteúdo novo gerado dentro de uma comissão de estudo dando origem a uma norma nova ABNT NBR, com um código próprio designado pela ABNT.

Aproveito para observar que a maioria das nossas normas é baseada em normas ISO/IEC com adaptações e inclusões de conteúdos locais.

É importante enfatizar que, devido ao fato de a ABNT ser membro fundador da ISO (*International Organization for Standardization*), apenas normas ISO, IEC ou ISO/IEC podem ser utilizadas como referências para a geração de normas ABNT NBR. Por questões legais, normas desenvolvidas por outras associações locais ou regionais de outros países (TIA, BICSI, CSA, CENELEC, etc.) não podem ser utilizadas como referências para a geração de normas brasileiras ABNT NBR. Voltando ao tema central deste artigo, a ABNT NBR 16869-3:2022 especifica as seguintes configurações e os requisitos de ensaios do cabeamento balanceado para:

- enlaces ponto a ponto classes D, E e E<sub>A</sub>;
- enlaces terminados com plugues modulares classes D, E, E<sub>A</sub>, F, F<sub>A</sub>, I e II;
- cabeamento de conexão direta classes D, E, E<sub>A</sub>, F, F<sub>A</sub>, I e II.

A norma também especifica os requisitos do adaptador de ensaio e os planos de referência para os ensaios. Ao longo deste artigo usarei os termos ensaio e teste como sinônimos. Lembrando que o termo normalizado no ambiente ABNT NBR é ensaio.

### **Enlace ponto a ponto**

Os enlaces ponto a ponto são assim denominados exatamente por conectarem equipamentos de rede (equipamentos ativos) diretamente, ou seja, sem o uso de conexões cruzadas ou interconexões em um distribuidor. A Figura 1 mostra um exemplo de enlace ponto a ponto com três conexões e dois segmentos de cabos.

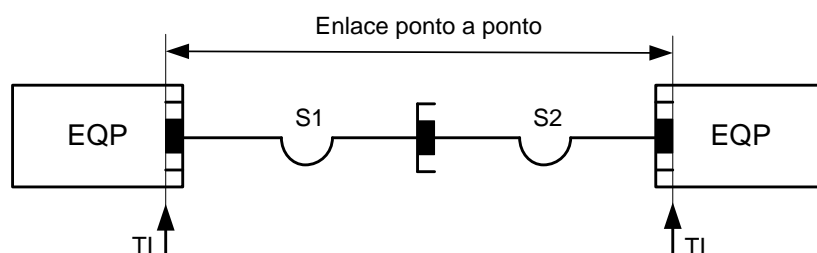


Figura 1 – exemplo de enlace ponto a ponto com três conexões

Fonte: ABNT NBR 16869-3:2022

[www.paulomarin.com](http://www.paulomarin.com)

Na figura acima, S1 e S2 representam os segmentos de cabos entre as conexões, portanto, dois segmentos nesta configuração. A interface de ensaio, identificada como TI na figura, indica as localidades nas quais os equipamentos de testes devem ser conectados.

Conforme especificado na NBR 16869-3:2022, um enlace ponto a ponto é limitado a seis conexões.

A norma também reconhece os adaptadores de segregação, denominados *bulkhead* em inglês. Esses adaptadores são compostos por um par de conectores, instalados através de uma superfície como uma parede, gabinete, bastidor ou painel, sendo um interno e outro externo à essa superfície, com o propósito de oferecer uma barreira física de separação entre dois ambientes. Os adaptadores de segregação podem ser uma peça única com duas faces ou compostos por um arranjo com segmento de cabo terminado com conectores individuais em suas extremidades.

Para efeito de quantidade de conexões em um enlace ponto a ponto, a norma especifica o seguinte para os adaptadores de segregação:

- 1 conexão: até 1,0 metro;
- 2 conexões: entre 1,0 metro e 3,0 metros.

Isso é muito importante porque conforme mencionei anteriormente, há um limite de quantidade de conexões determinado pela norma. Portanto, quando utilizados adaptadores de segregação, é importante que o projetista leve isso em consideração.

O uso desses adaptadores em cabeamento estruturado é mais comum em ambientes industriais, nos quais um conector IP67, por exemplo, é montado em uma superfície externa acessível ao usuário, tendo o outro conector do adaptador de segregação montado dentro de um painel.

Os enlaces ponto a ponto também encontram aplicação para a implementação de redes para SPE (*single-pair* Ethernet). As especificações para a transmissão de sinais por um único par balanceado são baseadas em três especificações de camada física, a ISO/IEC/IEEE 8802-3:2017 AMD 4, a ISO/IEC/IEEE 8802-3:2017 AMD 1 e a IEEE 802.3cg. Essas especificações cobrem cinco aplicações SPE: 1000BASE-T1 Tipo A, 1000BASE-T1 Tipo B, 100BASE-T1, 10BASE-T1S e 10BASE-T1L.

As especificações para diferentes aplicações SPE são identificadas por suas frequências máximas de operação, que estão entre 20 MHz e 600 MHz. Os comprimentos máximos permitidos para cada aplicação serão determinados pela frequência, velocidade de transmissão da aplicação e tipo de cabo balanceado (blindado ou não blindado).

A Figura 2 apresenta um exemplo de enlace ponto a ponto com adaptadores de segregação que representam duas conexões cada.

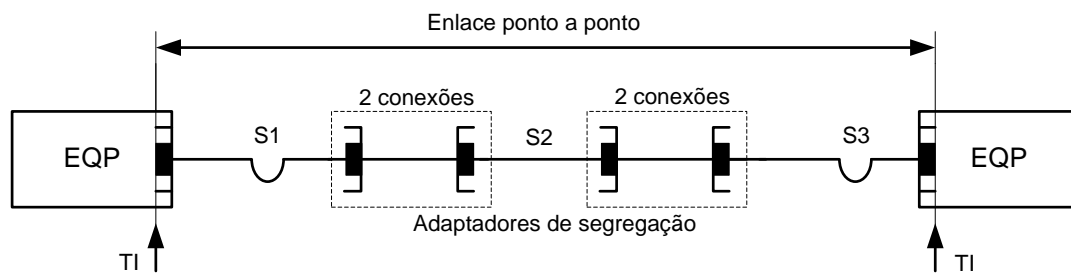


Figura 2 – Exemplo de enlace ponto a ponto com adaptadores de segregação que representam duas conexões  
Fonte: ABNT NBR 16869-3:2022

Note o leitor, que mesmo sendo dois adaptadores de segregação, eles contam como quatro conexões na figura. Isso deve ser considerado no projeto, instalação e testes do cabeamento instalado para conformidade com a norma. É importante mencionar que as normas TIA (Estados Unidos) e ISO/IEC (internacional) utilizam critérios similares para a determinação do número de conexões em enlaces ponto a ponto.

A norma traz as especificações de desempenho para enlaces ponto a ponto com base na quantidade de conexões que o compõem para estabelecer os limites para os diversos parâmetros de transmissão em modo diferencial, como perda de retorno, atenuação e paradiáfonia (NEXT) para pares individuais e entre pares dos cabos balanceados, usando componentes de categorias 5e (100 MHz), 6 (250 MHz) e 6A (500 MHz), conforme especificados na ABNT NBR 14565 para determinar as especificações para os cabeamentos de classes D, E e E<sub>A</sub>, respectivamente. Além dos parâmetros mencionados acima, vários outros parâmetros de transmissão são especificados, como a resistência de laço em corrente contínua, desequilíbrio resistivo em corrente contínua, atraso de propagação, TCL, ELTCTL, etc.

### **Enlace terminado com plugue modular (MPTL)**

O enlace terminado com plugue modular (MPTL), como a própria descrição sugere, trata-se de uma configuração de cabeamento estruturado que utiliza um plugue RJ45 (para citar um exemplo prático) montado diretamente em uma extremidade do cabeamento para conexão a um equipamento ativo (câmeras IP, dispositivos IoT, sensores, etc.) em vez de ter o cabeamento terminado em uma tomada de telecomunicações (TO), conforme a topologia convencional de cabeamento estruturado. Os detalhes das topologias convencionais de cabeamento estruturado estão na ABNT NBR 14565:2019. É importante explicar que a ABNT NBR 16869-3:2022 utiliza a NBR 14565 como referência.

A Figura 3 mostra um esquema de enlace MPTL com duas conexões.

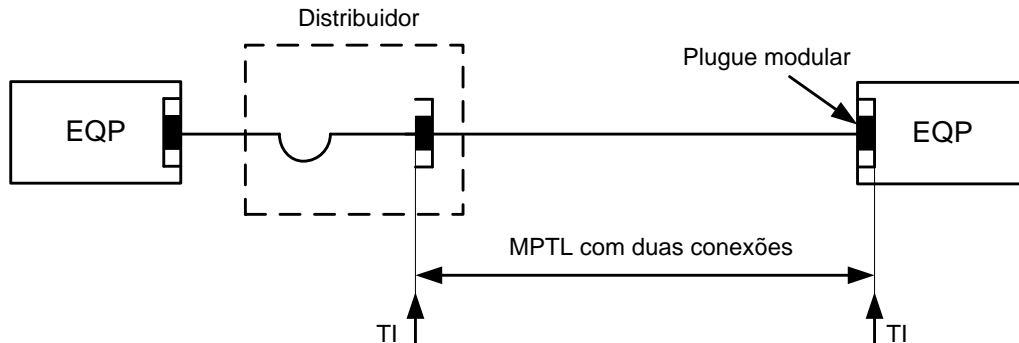


Figura 3 – Exemplo de um enlace MPTL com duas conexões

Fonte: ABNT NBR 16869-3:2022

Conforme mostrado na figura acima, um enlace MPTL é caracterizado pela terminação do enlace do cabeamento com um plugue (plugue RJ45, por exemplo) diretamente. Novamente, nesse caso não há uma tomada de telecomunicações para a conexão ao dispositivo por meio de um *patch cord*.

Um enlace MPTL encontra aplicação em ambientes nos quais é importante minimizar os pontos de falha e/ou garantir a integridade física da instalação entre um distribuidor e um dispositivo terminal. Em ambientes nos quais a segurança é um requisito, essa configuração pode ser especificada. Aliás, é bastante comum o uso de MPTL para a conexão de câmeras de vigilância em diversos ambientes. Nessas instalações, o cabo horizontal segue por eletroduto fechado e com características compatíveis com o ambiente de instalação (à prova de explosão, galvanizado, etc.), que termina no próprio invólucro do dispositivo a ser conectado de modo a não deixar qualquer parte do cabo suscetível a danos voluntários (vandalismo, por exemplo) ou involuntários (durante algum serviço de manutenção em sistemas próximos).

Da mesma forma que para o enlace ponto a ponto, um enlace MPTL é limitado a duas conexões (ver Figura 3) ou, no máximo, três conexões. Um MPTL com três conexões contempla a utilização de um ponto de consolidação (CP). Lembrando que o CP é reconhecido somente no cabeamento horizontal.

A norma traz as especificações de desempenho para enlaces MPTL e estabelece os limites para os diversos parâmetros de transmissão em modo diferencial, usando componentes de categorias 5e (100 MHz), 6 (250 MHz), 6A (500 MHz), 7 (600 MHz), 7A (1000 MHz), 8.1 e 8.2 (2000 MHz), conforme especificados na ISO/IEC 11801-1 para determinar as especificações para os cabeamentos de classes D, E, E<sub>A</sub>, F, F<sub>A</sub>, I e II, respectivamente. Além dos parâmetros

mencionados anteriormente (para enlaces ponto a ponto), vários outros parâmetros de transmissão são especificados, como a resistência de laço em corrente contínua, desequilíbrio resistivo em corrente contínua, atraso de propagação, atenuação de acoplamento, TCL, ELTCTL, etc.

### **Cabeamento de conexão direta**

Esse esquema de conexão, conforme sua descrição sugere, é configurada pela conexão direta do cabeamento aos dispositivos a serem conectados a ambas as extremidades, conforme mostrado na Figura 4.

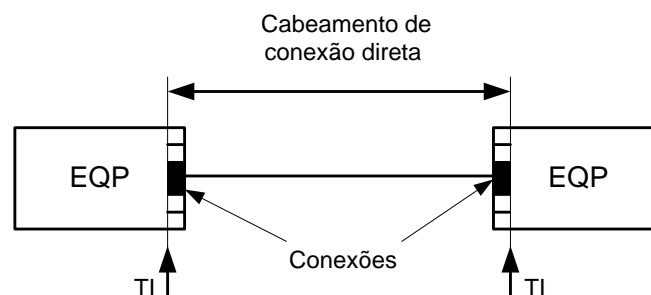


Figura 4 – Exemplo de cabeamento de conexão direta  
Fonte: ABNT NBR 16869-3:2022

Em termos de aplicação, um cabeamento de conexão direta se assemelha ao MPTL, porém sem o uso de conexões cruzadas ou interconexões no distribuidor. Ambientes industriais críticos e aqueles com requisitos mais restritivos quanto a segurança são bons candidatos ao uso dessa topologia de distribuição.

As especificações de desempenho do cabeamento de conexão direta são baseadas nos requisitos de desempenho do enlace permanente com três conexões, em conformidade com as normas ABNT NBR 14565 e ISO/IEC 11801-1.

A norma traz especificações de desempenho para cabeamento de conexão direta e estabelece os limites para os diversos parâmetros de desempenho em modo diferencial, como perda de retorno, atenuação, ACR, TCL, ELTCTL, atenuação de acoplamento, etc. usando como referência componentes de categorias 5e (100 MHz), 6 (250 MHz), 6A (500 MHz), 7 (600 MHz), 7A (1000 MHz), 8.1 e 8.2 da ISO/IEC 11801-1 para determinar as especificações para os cabeamentos de classes D, E, E<sub>A</sub>, F, F<sub>A</sub>, I e II, respectivamente.

É importante lembrar que os componentes utilizados em sistemas de cabeamento estruturado são especificados por suas categorias de desempenho enquanto o cabeamento é especificado por sua classe de aplicação.

A NBR 16869-3:2022 traz especificações sobre os planos de referência para os testes dos enlaces ponto a ponto, MPTL e cabeamento de conexão direta. Os planos de referência consistem nas configurações reconhecidas pela norma para a execução dos testes. Ensaios de laboratório e ensaios em campo são especificados.

A norma também traz as especificações em termos de níveis de precisão dos equipamentos de testes, que devem ser capazes de executar ensaios em cabeamento para uma ampla faixa de frequências, entre 100 MHz (classe D) e 2000 MHz (classes I e II).

A NBR 16869-3:2022 especifica o adaptador de teste que deve ser utilizado nos ensaios de enlaces ponto a ponto, MPTL e cabeamento de conexão direta. Os resultados dos testes dependem do desempenho desse adaptador, que deve ser eficiente o suficiente para compensar os descasamentos de impedâncias nas conexões aos equipamentos de testes.

Para finalizar, a norma é organizada em nove seções em seu texto-base e quatro anexos. O texto-base cobre as configurações do cabeamento, desempenho, limites de piores casos para os parâmetros de transmissão de interesse, planos de referência, ensaios de laboratório e campo e requisitos do adaptador de teste. Os anexos, divididos entre informativos (não mandatórios uma vez que a norma é utilizada como referência para um projeto) e normativos (requisitos mandatórios quando a norma é utilizada como referência), trazem informações e especificações sobre exemplos de desempenho do adaptador para enlaces ponto a ponto, regime de ensaio para desempenho de referência e desempenho de instalação de enlaces ponto a ponto, MPTL e cabeamento de conexão direta, cabo do ponto de consolidação e desempenho de transmissão para cabeamento de conexão direta para enlaces de classe I.

### **Conclusões**

Os enlaces ponto a ponto, MPTL e cabeamento de conexão direta são configurações normalizadas dentro do conceito do cabeamento estruturado, ou seja, tratam-se de configurações que podem ser consideradas em casos nos quais sejam necessárias ou reúnam as condições físicas (topologia) de projeto e/ou seus requisitos de transmissão (em termos de parâmetros de desempenho de transmissão).

É importante, entretanto, que o projetista entenda que se tratam de configurações especiais em cabeamento estruturado ou, em outras palavras, exceções à regra da topologia convencional normalizada.

Isso significa que essas configurações não substituem a topologia normalizada para sistemas de cabeamento e sim, as complementa. Exemplos de aplicações foram abordadas ao longo deste artigo, como sistemas de segurança e ambientes industriais.

Assim, o edifício corporativo continua sendo atendido pelo cabeamento estruturado como de costume, ficando essas configurações novas para áreas que necessitem de abordagens específicas e que façam parte da mesma rede corporativa.

Uma boa analogia para entender como essas configurações se encaixam nos sistemas de cabeamento estruturado, podemos citar o uso de cabos balanceados sem blindagem para as

áreas de escritórios convencionais em edifícios corporativos e cabos blindados em áreas de aplicação específica nesses mesmos edifícios, ou seja, a rede continua sendo a mesma, o cabeamento continua sendo estruturado, porém dois tipos diferentes de cabos são utilizados. O mesmo se aplica ao uso de cabos balanceados e ópticos na mesma instalação.

Outro aspecto muito importante a ser considerado é sobre os testes de certificação do cabeamento quando essas configurações são utilizadas, pois os modelos de enlace permanente e canal, especificadas para o cabeamento estruturado convencional não se aplicam aqui. Além disso, adaptadores específicos para os testes dessas novas configurações de cabeamento devem ser utilizados. Por isso, a ABNT NBR 16869-3:2022, conforme mencionado ao longo deste artigo, traz configurações e especificações de ensaios, assim como os limites de desempenho especialmente desenvolvidos para essas configurações.

A NBR 16869-3:2022 vem em boa hora para complementar o nosso conjunto de normas brasileiras para cabeamento estruturado, composto então, pelos seguintes documentos:

- a. ABNT NBR 14565:2019: cabeamento estruturado para edifícios comerciais;
- b. ABNT NBR 16264:2016: cabeamento estruturado residencial;
- c. ABNT NBR 16415:2021: caminhos e espaços para cabeamento estruturado;
- d. ABNT NBR 16521:2016: cabeamento estruturado industrial;
- e. ABNT NBR 16665:2019: cabeamento estruturado para data centers;
- f. ABNT NBR 16869-1:2020: cabeamento estruturado – parte 1: requisitos para planejamento;
- g. ABNT NBR 16869-2:2021: cabeamento estruturado – parte 2: ensaio do cabeamento óptico;
- h. ABNT NBR 16869-3:2022: cabeamento estruturado – parte 3: configurações e ensaios de enlaces ponto a ponto, enlaces terminados com plugues modulares e cabeamento de conexão direta;
- i. ABNT NBR 17040:2022: equipotencialização da infraestrutura de cabeamento para telecomunicações e cabeamento estruturado em edifícios e outras estruturas.

Para informação, estamos trabalhando atualmente em um projeto de norma em nossa CE que, quando publicada, dará origem à ABNT NBR 16869-4 (cabeamento estruturado – parte 4: sistema automatizado de gerenciamento da infraestrutura de telecomunicações, redes e TI).

Caso o leitor tenha interesse, eu publico com frequência artigos sobre as normas brasileiras de cabeamento estruturado na RTI, alguns exemplos mais recentes são as edições de dezembro/2021 (edição 259), junho/2022 (edição 265), entre várias outras.

Em minha coluna Interface, o leitor pode encontrar um bom resumo de nossas normas em uma discussão iniciada na RTI de junho/2022 (edição 265) e encerrada na RTI de outubro/2022 (edição 269).