

Publicada a ABNT NBR 16869-5: a norma brasileira de infraestrutura para redes PON – Uma iniciativa inédita no universo da normalização para cabeamento óptico

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 XXV, Nº 289, junho/2024)

A norma brasileira para redes PON (*passive optical network*), mais especificamente para ambientes de redes locais (POLAN), a ABNT NBR 16869-5, cujo título é “*Cabeamento estruturado – Parte 5: redes ópticas passivas – Topologias de distribuição, configurações e modelos de ensaios para canais e enlaces ópticos*” foi recentemente publicada pela ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) após encerrado o período de Consulta Nacional em abril deste ano.

Essa norma se trata da única norma para infraestrutura de redes POLAN publicada até o momento no mundo. Houve iniciativas nesse sentido em outros organismos de normalização de outros países, porém sem sucesso. Portanto, além de comemorarmos o lançamento de mais uma norma brasileira de relevância em nosso mercado, comemoramos o lançamento de uma norma inédita em nosso setor.

Com a publicação da ABNT NBR 16869-5, o conjunto das normas brasileiras para cabeamento estruturado conta agora com onze normas robustas, consistentes e alinhadas com a normalização internacional do setor.

O sistema brasileiro de normalização

Como de costume, antes de entrar nos detalhes da nova norma, aproveito para lembrar como funciona o 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 ser classificada como norma nacional brasileira, ou seja, válida em todo o território nacional. Aproveitando, nossas normas são também reconhecidas por países que compõem o Mercosul.

O conteúdo de uma norma brasileira é 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.

Como nasce uma norma brasileira

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 conforme necessidades locais.

É importante enfatizar que, devido ao fato de a ABNT ser membro fundador da ISO (*International Organization for Standardisation*), 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 nacionais ou regionais de outros países (TIA, BICSI, CSA, CENELEC, etc.) não podem ser utilizadas como referências para a geração de normas brasileiras (ABNT NBR).

A norma ABNT NBR 16869-5:2024 - POLAN

Voltando ao tema central deste artigo, a ABNT NBR 16869-5:2024 especifica os requisitos e recomendações para a infraestrutura de redes ópticas passivas (PON) usando fibras ópticas monomodo. Nessa norma, uma rede PON é uma infraestrutura de rede óptica ponto-multiponto que é completamente passiva e é representada por uma topologia de árvore ponto-multiponto a partir de um único tronco de fibras ópticas com *splitters*, e, possivelmente, outros componentes ópticos. A NBR 16869-5:2024 especifica:

- topologias de distribuição e implementação das redes ópticas passivas em ambientes de redes locais (LAN) e redes de campus (CAN);
- configurações de enlaces ópticos ponto-multiponto;

www.paulomarin.com

— modelos de ensaios.

As redes PON são usadas comumente em redes de acesso. No entanto, as configurações e os modelos de ensaio descritos nessa norma são aplicados a redes locais passivas ópticas (POLAN).

Uma rede óptica passiva (PON) é caracterizada por uma estrutura composta por um distribuidor óptico (DO), localizado em um espaço de telecomunicações que contém distribuidor, conforme especificado na ABNT NBR 16415, um terminal de linha óptica (OLT) conectado ao distribuidor óptico, cuja distribuição é feita para vários terminais de rede óptica (ONT) ou unidades de rede óptica (ONU), conectados por sua vez aos pontos de terminação óptica (PTO), por meio de uma rede de distribuição passiva óptica (ODN). Para efeito de padronização, o dispositivo terminal de uma rede POLAN é tratado como ONT na NBR 16869-5.

Aproveito para explicar, que toda norma técnica é complementada por outras normas (referidas como “referências normativas”) que fazem parte de um grupo ou conjunto de normas que se relacionam de forma direta ou indireta. No caso de nossas normas, desenvolvidas no âmbito da CE-003:046.005, essas relações são bastante diretas. Por exemplo, a NBR 14565 é a referência para conexões a áreas de trabalho no subsistema de cabeamento horizontal quando for parte de uma distribuição POLAN, entre outros, a ABNT NBR 16869-1 é a referência para planejamento da instalação, a ABNT NBR 16869-2 complementa os requisitos de ensaios ópticos especificados na norma de POLAN, e a ABNT NBR 16415, conforme mencionada no parágrafo anterior, é a referência para o projeto e implementação dos caminhos e espaços de telecomunicações.

Embora o objeto da ABNT NBR 16869-5 seja a especificação de topologias de distribuição, configurações e modelos de ensaios para canais e enlaces ópticos em redes POLAN, uma premissa da comissão de estudo para a elaboração dessa norma, foi levar em consideração as questões associadas à instalação e organização dessas redes. Por falta de regras mais bem definidas até a publicação da nossa norma, as redes POLAN sempre estiveram em um certo limbo no que diz respeito às topologias de distribuição e organização dos elementos que as compõem. Por exemplo, é comum os projetistas do setor encontrarem dificuldades para a alocação de espaços nas edificações para dispositivos como *splitters* e ONT, por exemplo. E, por não haver regras bem definidas (novamente, até a publicação da norma nova), esses dispositivos acabam instalados em localidades, suportes e posições inadequadas. Um exemplo disso é a instalação de *splitters* em áreas nas quais há interação com os usuários da rede, não há proteção mecânica efetiva, etc. Outro exemplo é a colocação de ONT sob as mesas de usuários em áreas de trabalho da estrutura de rede, deixando esses equipamentos suscetíveis a danos físicos, desconexões acidentais, etc.

Importante!

O termo ensaio é o termo formal em normas técnicas para referência aos testes em componentes ou sistemas. Neste artigo, entretanto, uso os termos ensaio e teste como sinônimos.

A ABNT NBR 16869-5 reconhece topologias de distribuição com um nível, e vários níveis de distribuição, sem, entretanto, estabelecer um limite para esse parâmetro. A figura 1 mostra um exemplo de topologia de distribuição com um nível de distribuição.

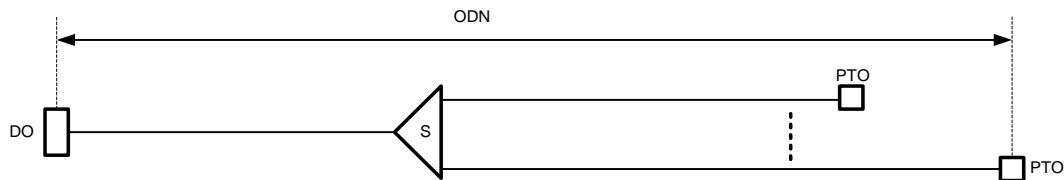


Figura 1 – Topologia de distribuição com um nível de distribuição
(Fonte: ABNT NBR 16869-5)

A quantidade de splitters, a partir do primeiro *splitter* da ODN define o nível de divisão de uma distribuição POLAN. Conforme mostrado na figura 1, para efeito de referência, a distribuição começa no distribuidor óptico (DO), localidade onde o OLT (terminal de linha óptica) é instalado, passa por um splitter (S) e termina em um ponto de terminação óptica (PTO), localidade na qual os ONT são instalados. A ODN (rede óptica passiva) é definida como a parte da distribuição composta por componentes passivos ópticos para distribuir serviços a vários usuários por meio de uma única fibra óptica monomodo.

A NBR 16869-5 não especifica as fibras ópticas e remete às especificações do ITU-T. Embora a ABNT NBR 14565 especifique as fibras ópticas monomodo OS1 e OS2, que são nomenclaturas adotadas pelo IEC e a especificação OS2 atenda às categorias G.652.C e G.652.D do ITU-T, a NBR 16869-5 recomenda o uso de fibras ópticas de amplo espectro útil, conforme recomendações pertinentes do ITU-T. Ao leitor interessado em conhecer os detalhes técnicos das fibras ópticas utilizadas em redes PON, conforme recomendações do ITU-T, sugiro a leitura do material disponível em minha coluna Interface, especialmente nas edições de números 286 e 287, de março e abril deste ano, respectivamente.

A topologia apresentada na figura 1 (e suas variações, conforme especificações da norma) está preparada para diversas aplicações POLAN. Para que o desempenho de uma determinada aplicação seja assegurada, a razão de divisão do *splitter* deve considerar o nível de desempenho de cada padrão ou tecnologia PON e a atenuação óptica deve ser determinada com base na especificação de perda óptica da aplicação a ser considerada.

Importante!

A ABNT NBR 16869-5 não especifica aplicações PON, mantendo o foco nas topologias e configurações de distribuição. Isso a torna uma norma universal para redes POLAN. As aplicações suportadas são aquelas definidas pelo ITU-T em suas diversas recomendações e pelo IEEE, em seus diversos padrões de redes ópticas passivas.

Portanto, a infraestrutura de cabeamento para redes POLAN definida na NBR 16869-5 deve estar apta para diversas aplicações, entre as tecnologias de redes ópticas passivas padronizadas pelo ITU-T (*International Telecommunication Union -Telecommunication*

Standardization Sector) e pelo IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers). A tabela 1 mostra exemplos de padrões ITU-T para redes PON e algumas de suas características e a tabela 2, alguns padrões IEEE.

Tabela 1 – Exemplos de padrões PON ITU-T

Padrão (Descrição)	(Comprimento de onda) nm		Velocidade Gb/s		Alcance Físico km	Razão de divisão
	Upstream	Downstream	Upstream	Downstream		
G984.1 (GPON)	1310	1490	1,25	2,5	10	1:64
			2,5	2,5	20	1:128
G.987.1 (XG-PON)	1260 - 1280	1575 - 1580	2,5	10	20	1:64
			10	10		1:128
G.989.1 (NG-PON2)	1528 - 1540	1596 - 1603	10	10	20	1:256
			2,5	10		
			2,5	2,5		
			10	40	20	1:64
			2,5	2,5	40	1:32
			10	10	40	1:32

Nota: o alcance lógico dos padrões PON IEEE apresentados nesta tabela é de 60 km.

Tabela 2 – Exemplos de padrões PON IEEE

Padrão		EPON/GPON	10G-EPON	Super-PON
		IEEE802.3ah	IEEE802.3av	IEEE802.3cs
Velocidade de Transmissão nominal (Gb/s)		1/1	10/1	10/10
Comprimento de onda (nm)	Downstream	1480 - 1500	1575 - 1580	1575 - 1580
	Upstream	1310 ±50 ou 1310 ±20	1310 ±50 ou 1310 ±20	1270 ±10
Distância de Transmissão (km)		10 e 20 (RD ¹ 1:16)	10 (RD ¹ 1:16) 20 (RD ¹ 1:16 e 1:32)	10 (RD ¹ 1:16) 20 (RD ¹ 1:16, 1:32 e 1:64)
Razão de divisão máxima		1:64	1:64	1:64

¹ Razão de divisão associada à distância máxima de transmissão.

Esses exemplos são utilizados para ilustrar o artigo, porém, novamente, a NBR 16869-5 não especifica e não traz informações sobre as aplicações PON como parte da norma. Na bibliografia da norma, entretanto, alguns padrões ITU-T e IEEE são listados. A propósito, a bibliografia de uma norma técnica traz informações adicionais de caráter informativo, não sendo considerada parte do corpo da norma, ao contrário das normas listadas na 'Seção 2' (referências normativas).

Como resultado da convergência de serviços de telecomunicações e tecnologias de redes diversas, as infraestruturas de rede devem estar preparadas para as aplicações de tecnologia da informação e comunicação (TIC), o que significa que tudo o que trafega nas redes se

resume a dados digitais. Portanto, as infraestruturas se complementam, o que permite que uma rede POLAN seja integrada ao cabeamento estruturado de um edifício corporativo, residencial, industrial e/ou qualquer outro ambiente.

Para uniformizar a nomenclatura das normas de infraestrutura de cabeamento, como fazemos com todas as normas do nosso conjunto de normas desenvolvidas na CE-003:046.005, a NBR 16869-5 define os seguintes elementos funcionais para a infraestrutura de cabeamento de uma rede POLAN:

- distribuidor óptico (DO);
- rede de distribuição óptica (ODN), que inclui os splitters;
- ponto de consolidação óptica (CPO) opcional;
- ponto de terminação óptica (PTO).

O texto-base da norma descreve e especifica os requisitos e recomendações de cada elemento funcional que compõe a infraestrutura de cabeamento de uma rede POLAN.

Conforme mencionado antes neste artigo, entre as premissas para o desenvolvimento da NBR 16869-5, a organização da instalação de uma rede POLAN esteve sempre presente e isso se reflete na especificação dos métodos de conexão dos equipamentos ativos da rede (OLT e ONT), ou seja, a conexão do OLT ao distribuidor óptico (DO) deve ser feita por meio de patch cords ópticos, assim como as conexões entre os ONT e os pontos terminais ópticos (PTO). Isso é para garantir que conexões diretas, ou seja, sem a possibilidade de manobras organizadas não sejam feitas em redes POLAN. Além disso, a segmentação da instalação permite que subsistemas individuais de cabeamento sejam identificados e separados para testes de desempenho e pesquisa da origem de defeitos em casos de falhas operacionais na rede.

Para a distribuição de cabos aos usuários da rede a partir dos ONT, as conexões podem ser feitas por meio de meios físicos diferentes, como cabos balanceados, cabos coaxiais, conexões sem fio, etc. Isso vai depender das características e interfaces disponíveis nesses dispositivos.

A distribuição de serviços dentro das áreas de trabalho está fora do escopo da NBR 16869-5. Quando um ONT for instalado em uma sala de telecomunicações, a distribuição do cabeamento para as áreas de trabalho pode seguir a topologia de um subsistema de cabeamento horizontal, conforme especificado na ABNT NBR 14565. Nesse caso, inicia-se uma distribuição a partir de um distribuidor de piso (FD) de acordo com a NBR 14565.

A norma brasileira de POLAN prevê que, em certas circunstâncias, por razões de segurança ou confiabilidade, redundâncias sejam consideradas no projeto da infraestrutura de distribuição da rede e especifica três configurações:

- redundância com chave comutadora óptica: a redundância é estabelecida entre a chave comutadora e o splitter;
- redundância com portas adicionais no OLT: a redundância é estabelecida entre o OLT e o splitter;

- redundância total na ODN: a redundância é estabelecida em todos os enlaces entre o OLT e o splitter (ou splitters) e entre o splitter (ou splitters) e os ONT.

A figura 2 apresenta um exemplo de configuração de redundância com portas adicionais no OLT.

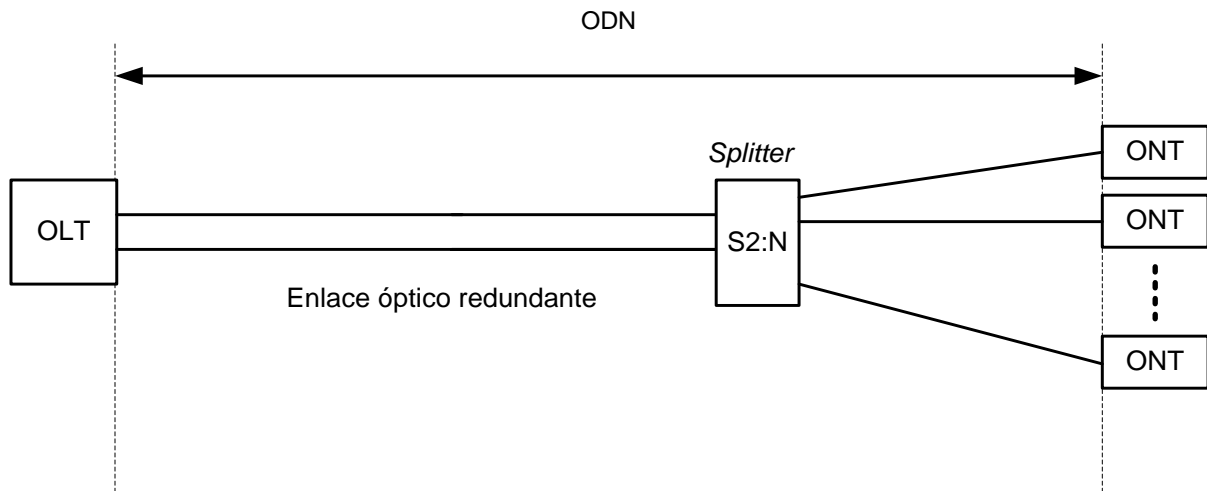


Figura 2 – Configuração de redundância com portas adicionais no OLT
(Fonte: ABNT NBR 16869-5:2024)

Na configuração da figura 2, o OLT necessita de portas adicionais, uma para cada canal óptico redundante e um *splitter* do tipo 2:N. No evento de falha do canal óptico principal, os serviços são transferidos para o canal secundário redundante, sendo a redundância implementada e restrita aos canais ópticos e portas do OLT e não há redundância para os canais e portas das ONT e nem para a ODN de forma integral.

Os componentes de uma rede POLAN, como distribuidores ópticos, patch cords ópticos, fibras ópticas monomodo, splitters ópticos, pontos de terminação óptica, atenuadores ópticos e filtros WDM, são detalhados na ABNT NBR 16869-5.

Dois métodos de ensaio da instalação de uma rede POLAN são especificados na norma:

- método de um cordão de ensaio com arranjo LSPM (*Light Source Power Meter*), com fonte de luz e power meter;
- método da reflectometria óptica no domínio do tempo, com o uso de um OTDR (*Optical Time Domain Reflectometer*).

O método baseado em arranjo LSPM remete ao Anexo A da ABNT NBR 16869-2, que é a norma do conjunto das normas brasileiras para cabeamento estruturado que especifica o ensaio do cabeamento óptico. A NBR 16869-5 tem como requisito a medição de atenuação de todas as conexões entre o distribuidor óptico e cada ponto de terminação óptica com fonte de luz e power meter.

O método de teste com OTDR também utiliza a norma ABNT NBR 16869-2 como referência, mais especificamente seu Anexo E. Esse método permite que a atenuação do enlace óptico seja medida no sentido upstream, ou seja, do ONT para o OLT. A NBR 16869-5 tem como requisito a caracterização de pelo menos uma conexão entre o distribuidor óptico e um ponto de terminação óptica por *splitter*. Para conhecimento, na seção Interface da edição de número 278 da revista RTI, de julho/2023 eu discuto padrões e conceitos adotados em redes PON.

Os equipamentos de ensaio para a medição de atenuação da ODN (*Optical Distribution Network*) também são especificados na NBR 16869-5, inclusive as fontes de luz e suas características espectrais e de estabilidade e as características espectrais dos OTDR. Os parâmetros fundamentais que definem a capacidade operacional de um OTDR são especificados na norma, e são os seguintes:

- escala dinâmica;
- tempo de amostragem;
- largura de pulso.

Esses parâmetros definem, respectivamente:

- a capacidade de um OTDR para mostrar uma grande atenuação do cabeamento;
- o número de enlaces de fibra que pode ser caracterizado em um dado período de tempo;
- a distância mínima entre dois eventos caracterizados na fibra.

O Anexo A da norma traz todas as especificações e recomendações que se aplicam ao OTDR e suas características críticas. É importante entender que OTDR para testes de enlaces em redes POLAN devem ser específicos para essas topologias de redes ópticas passivas. Atenção especial à escala dinâmica do OTDR deve ser dispensada. Para mais informações sobre esse parâmetro (e outros relacionados), o leitor pode consultar minha coluna Interface, na RTI n.º 288, de maio de 2024.

Como a poeira e outros contaminantes nas interfaces do cabeamento óptico podem danificar uma conexão, além de gerar resultados imprecisos em um teste de desempenho, a NBR 16869-5 especifica que as faces de todos os conectores utilizados em um enlace óptico devem ser inspecionadas e limpas sempre que necessário e em conformidade com normas IEC relacionadas no texto-base do documento e em suas referências normativas. O equipamento de limpeza e os métodos a serem empregados também são especificados na norma.

A NBR 16869-5 traz especificações sobre a calibração dos equipamentos de testes, incertezas toleráveis para os arranjos LSPM e informações que a documentação referente aos testes do cabeamento deve apresentar.

Em resumo, a norma brasileira para redes POLAN cobre todos os aspectos relevantes para o projeto, instalação e testes de infraestrutura para redes ópticas passivas locais e

complementa 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 16869-4:2023: cabeamento estruturado – parte 4: sistema automatizado de gerenciamento da infraestrutura de telecomunicações, redes e TI;
- j. ABNT NBR 17040:2022: equipotencialização da infraestrutura de cabeamento para telecomunicações e cabeamento estruturado em edifícios e outras estruturas;
- k. ABNT NBR 16869-5:2024: cabeamento estruturado – parte 5: redes ópticas passivas – topologias de distribuição, configurações e modelos de ensaios para canais e enlaces ópticos.

Para finalizar, a norma é amplamente ilustrada com figuras e tabelas, está estruturada em oito seções, que compõem seu texto-base e três anexos complementares, entre anexos informativos (recomendações) e normativos (requisitos). Entre os anexos, gostaria de destacar o Anexo B, que traz exemplos práticos de identificação de falhas em redes PON, uma ferramenta bastante útil ao usuário da norma.

O trabalho na comissão de estudo continua. Estamos trabalhando atualmente no projeto de revisão da norma brasileira de cabeamento estruturado para ambientes industriais, a ABNT NBR 16521. Portanto, em breve, teremos mais novidades em nosso sistema de normalização. Aguarde!