

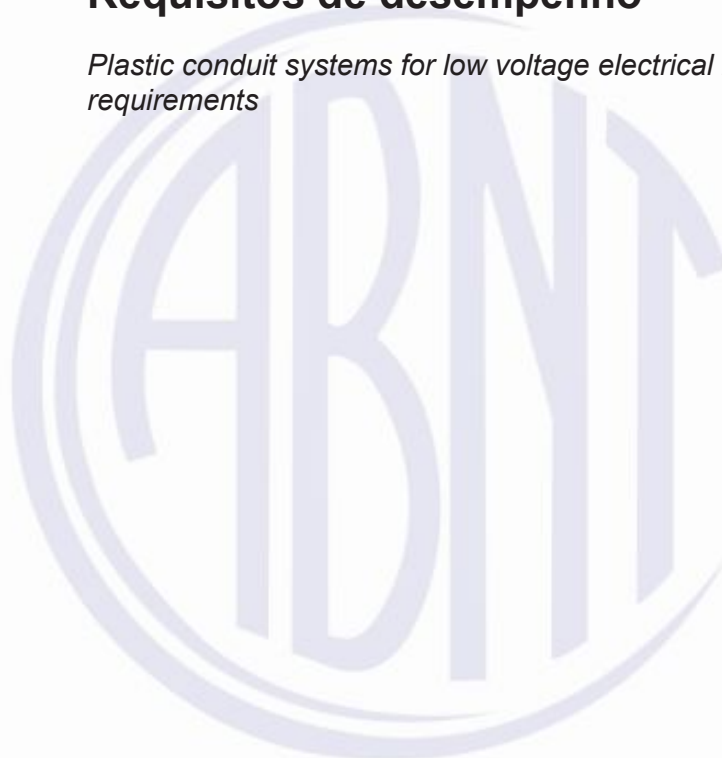
NORMA
BRASILEIRA

ABNT NBR
15465

Terceira edição
23.06.2020

**Sistemas de eletrodutos plásticos para
instalações elétricas de baixa tensão —
Requisitos de desempenho**

Plastic conduit systems for low voltage electrical installations — Performance requirements



ICS 29.120.10

ISBN 978-65-5659-307-4



ASSOCIAÇÃO
BRASILEIRA
DE NORMAS
TÉCNICAS

Número de referência
ABNT NBR 15465:2020
39 páginas

© ABNT 2020

ABNT NBR 15465:2020



© ABNT 2020

Todos os direitos reservados. A menos que especificado de outro modo, nenhuma parte desta publicação pode ser reproduzida ou utilizada por qualquer meio, eletrônico ou mecânico, incluindo fotocópia e microfilme, sem permissão por escrito da ABNT.

ABNT

Av. Treze de Maio, 13 - 28º andar

20031-901 - Rio de Janeiro - RJ

Tel.: + 55 21 3974-2300

Fax: + 55 21 3974-2346

abnt@abnt.org.br

www.abnt.org.br

Sumário

Página

Prefácio	vii
1 Escopo	1
2 Referências normativas	1
3 Termos e definições	1
4 Classificação dos eletrodutos e das conexões	2
5 Requisitos gerais	3
5.1 Aplicação dos eletrodutos segundo a sua classificação	3
5.2 Dimensões	3
5.3 Aspecto visual	4
6 Requisitos de desempenho	5
6.1 Condicionamento e amostragem	5
6.2 Requisitos específicos para eletrodutos	5
6.2.1 Resistência à curvatura	5
6.2.2 Resistência à compressão	5
6.2.3 Resistência ao impacto	6
6.2.4 Resistência ao calor	6
6.2.5 Resistência à chama	6
6.2.6 Rigidez dielétrica	6
6.2.7 Resistência do isolamento elétrico	6
6.3 Requisitos específicos para conexões	6
6.3.1 Resistência ao impacto	6
6.3.2 Resistência à chama	7
6.3.3 Rigidez dielétrica	7
6.3.4 Resistência do isolamento elétrico	7
7 Recebimento	7
7.1 Inspeção de recebimento	7
7.2 Ensaio de recebimento	8
7.2.1 Amostragem de eletrodutos	8
7.2.2 Amostragem de conexões	9
7.2.3 Aceitação e rejeição	9
7.2.4 Relatório de resultados da inspeção	10
8 Formas de fornecimento	10
9 Marcação	10
Anexo A (normativo) Verificação dimensional	12
A.1 Princípio	12
A.2 Eletrodutos	12
A.2.1 Aparelhagem	12
A.2.2 Preparação dos corpos de prova	15
A.2.3 Procedimento	15
A.2.3.1 Eletrodutos rígidos	15
A.2.3.2 Eletrodutos flexíveis	16

ABNT NBR 15465:2020

A.3	Conexões	17
A.3.1	Aparelhagem.....	17
A.3.2	Preparação dos corpos de prova	17
A.3.3	Procedimento	17
A.4	Relatório de ensaio	17
Anexo B	(normativo) Verificação da resistência à curvatura.....	18
B.1	Princípio	18
B.2	Aparelhagem.....	18
B.3	Preparação dos corpos de prova	20
B.4	Procedimento	20
B.5	Relatório de ensaio	20
Anexo C	(normativo) Verificação da resistência à compressão	22
C.1	Princípio	22
C.2	Aparelhagem.....	22
C.3	Preparação dos corpos de prova	22
C.4	Procedimento	22
C.5	Relatório de ensaio	23
Anexo D	(normativo) Verificação da resistência ao impacto	24
D.1	Princípio	24
D.2	Aparelhagem.....	24
D.3	Preparação dos corpos de prova	24
D.4	Procedimento	25
D.5	Relatório de ensaio	25
Anexo E	(normativo) Verificação da resistência ao calor	26
E.1	Princípio	26
E.2	Aparelhagem.....	26
E.3	Preparação dos corpos de prova	26
E.4	Procedimento	26
E.5	Relatório de ensaio	28
Anexo F	(normativo) Verificação da resistência à chama.....	29
F.1	Princípio	29
F.2	Aparelhagem e montagem	29
F.3	Preparação dos corpos de prova	31
F.4	Procedimento	31
F.5	Relatório de ensaio	33
Anexo G	(normativo) Verificação da rigidez dielétrica e da resistência do isolamento elétrico de eletrodutos.....	34
G.1	Princípio	34
G.2	Aparelhagem e montagem	34
G.3	Preparação dos corpos de prova	35
G.4	Procedimento	36
G.5	Relatório de ensaio	36
Anexo H	(normativo) Verificação da rigidez dielétrica e da resistência do isolamento elétrico de conexões.....	37

Exemplar para uso exclusivo - Convênio Sistema CONFEA/CREA/MUTUA - ABNT -

H.1	Princípio	37
H.2	Preparação dos corpos de prova	37
H.3	Procedimento	37
H.4	Relatório de ensaio	38
	Bibliografia.....	39

Figuras

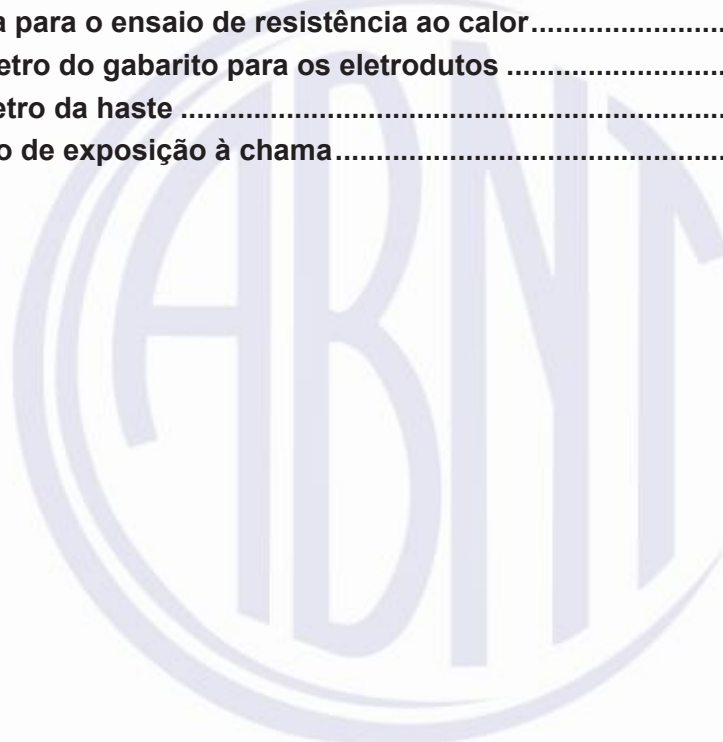
Figura A.1 – Gabarito para verificação do diâmetro externo máximo de eletrodutos flexíveis.	12
Figura A.2 – Gabarito para verificação do diâmetro externo mínimo de eletrodutos flexíveis .	13
Figura A.3 – Gabarito para verificação do diâmetro interno mínimo de eletrodutos rígidos	14
Figura A.4 – Gabarito para verificação do diâmetro interno mínimo de eletrodutos flexíveis ..	15
Figura B.1 – Exemplo de dispositivo para ensaio de curvatura	18
Figura B.2 – Gabarito para os eletrodutos flexíveis.....	19
Figura C.1 – Dispositivo para o ensaio de resistência à compressão	22
Figura D.1 – Dispositivo para ensaio de resistência ao impacto.....	24
Figura E.1 – Dispositivo de ensaio de resistência ao calor	26
Figura E.2 – Gabarito para os eletrodutos	27
Figura F.1 – Caixa metálica retangular com uma face aberta	29
Figura F.2 – Esquema geral do ensaio de resistência à chama.....	30
Figura F.3 – Espessura da parede dos eletrodutos planos.....	31
Figura F.4 – Espessura da parede dos eletrodutos corrugados.....	32
Figura F.5 – Espessura da parede dos eletrodutos de parede dupla.....	32
Figura G.1 – Figura esquemática do dispositivo de ensaio de rigidez dielétrica de eletrodutos flexíveis	34
Figura G.2 – Figura esquemática do dispositivo de ensaio de rigidez dielétrica de eletrodutos rígidos	35

Tabelas

Tabela 1 – Classificação quanto à resistência mecânica	3
Tabela 2 – Classificação dos eletrodutos por aplicação	3
Tabela 3 – Diâmetro externo médio dos eletrodutos rígidos	4
Tabela 4 – Diâmetro externo médio dos eletrodutos flexíveis	4
Tabela 5 – Codificação de cores	5
Tabela 6 – Plano de amostragem para ensaios não destrutivos (análise visual e dimensional)	8
Tabela 7 – Plano de amostragem para ensaios destrutivos.....	9

ABNT NBR 15465:2020

Tabela 8 – Plano de amostragem para ensaios de conexões	9
Tabela A.1 – Dimensões do gabarito para verificação do diâmetro externo máximo de eletrodutos flexíveis.....	13
Tabela A.2 – Dimensões do gabarito da Figura A.2 de eletrodutos flexíveis	13
Tabela A.3 – Dimensões do gabarito da Figura A.3 de eletrodutos rígidos.....	14
Tabela A.4 – Diâmetro externo do gabarito da Figura A.4 de eletrodutos flexíveis	15
Tabela B.1 – Raios do dispositivo do ensaio de curvatura	19
Tabela B.2 – Diâmetro do gabarito para eletrodutos flexíveis	19
Tabela C.1 – Força a ser aplicada no ensaio de compressão	23
Tabela D.1 – Condições para o ensaio de resistência ao impacto	25
Tabela E.1 – Carga para o ensaio de resistência ao calor	27
Tabela E.2 – Diâmetro do gabarito para os eletrodutos	28
Tabela F.1 – Diâmetro da haste	30
Tabela F.2 – Tempo de exposição à chama.....	32



Prefácio

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) é o Foro Nacional de Normalização. As Normas Brasileiras, cujo conteúdo é de responsabilidade dos Comitês Brasileiros (ABNT/CB), dos Organismos de Normalização Setorial (ABNT/ONS) e das Comissões de Estudo Especiais (ABNT/CEE), são elaboradas por Comissões de Estudo (CE), formadas pelas partes interessadas no tema objeto da normalização.

Os Documentos Técnicos ABNT são elaborados conforme as regras da ABNT Diretiva 2.

A ABNT chama a atenção para que, apesar de ter sido solicitada manifestação sobre eventuais direitos de patentes durante a Consulta Nacional, estes podem ocorrer e devem ser comunicados à ABNT a qualquer momento (Lei nº 9.279, de 14 de maio de 1996).

Os Documentos Técnicos ABNT, assim como as Normas Internacionais (ISO e IEC), são voluntários e não incluem requisitos contratuais, legais ou estatutários. Os Documentos Técnicos ABNT não substituem Leis, Decretos ou Regulamentos, aos quais os usuários devem atender, tendo precedência sobre qualquer Documento Técnico ABNT.

Ressalta-se que os Documentos Técnicos ABNT podem ser objeto de citação em Regulamentos Técnicos. Nestes casos, os órgãos responsáveis pelos Regulamentos Técnicos podem determinar as datas para exigência dos requisitos de quaisquer Documentos Técnicos ABNT.

A ABNT NBR 15465 foi elaborada no Comitê Brasileiro de Eletricidade (ABNT/CB-003), pela Comissão de Estudo de Sistemas de Encaminhamento de Cabos (CE-003:023.001). O Projeto de Revisão circulou em Consulta Nacional conforme Edital nº 02, de 07.02.2020 a 06.04.2020.

A ABNT NBR 15465:2020 cancela e substitui a ABNT NBR 15465:2008, a qual foi tecnicamente revisada.

O Escopo em inglês da ABNT NBR 15465 é o seguinte:

Scope

This Standard specifies performance requirements for rigid (up to DN 110) or pliable (up to DN 40) plastic conduit and fittings (conduit complements) to be stored, transported, handled and installed at temperature between - 5 °C and 60 °C.

The conduits and fittings covered by this Standard have circular cross-section, intended to be installed concealed, buried or exposed, for use in electrical installation buildings up to 1000 V a.c. having a frequency less than 400 Hz , or 1 500 V d.c.

This Standard also apply to conduits for communication systems (telephony, cable TV etc.).

This Standard does not specify the requirements to be met by polyethylene (PE) corrugated ducts for infrastructure.



Sistemas de eletrodutos plásticos para instalações elétricas de baixa tensão — Requisitos de desempenho

1 Escopo

Esta Norma especifica os requisitos de desempenho para eletrodutos plásticos rígidos (até DN 110) ou flexíveis (até DN 40) e conexões (complementos dos eletrodutos) a serem estocados, transportados, instalados e aplicados permanentemente à temperatura entre - 5 °C e 60 °C.

Os eletrodutos e conexões contemplados por esta Norma têm seção circular, e podem estar embutidos, enterrados ou aparentes. Estes eletrodutos e conexões são empregados em instalações elétricas de edificações alimentadas sob uma tensão nominal igual ou inferior a 1 000 V em corrente alternada, com frequências inferiores a 400 Hz, ou a 1 500 V em corrente contínua.

Esta Norma também é aplicável aos eletrodutos utilizados em linhas de sinal (telefonia, TV a cabo etc.).

Esta Norma não é aplicável aos dutos corrugados de polietileno (PE) para infraestrutura.

2 Referências normativas

Os documentos a seguir são citados no texto de tal forma que seus conteúdos, totais ou parciais, constituem requisitos para este Documento. Para referências datadas, aplicam-se somente as edições citadas. Para referências não datadas, aplicam-se as edições mais recentes do referido documento (incluindo emendas).

ABNT NBR 5426, *Planos de amostragem e procedimentos na inspeção por atributos*

ABNT NBR IEC 60695-2-11, *Ensaio relativo ao risco de fogo – Parte 2-11: Ensaio de fio incandescente – Método de ensaio de inflamabilidade para produtos acabados (GWEPT)*

ABNT NBR NM ISO 7-1, *Rosca para tubos onde a junta de vedação sob pressão é feita pela rosca – Parte 1: Dimensões, tolerâncias e designação*

IEC 60050-826, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 826: Electrical installations*

3 Termos e definições

Para os efeitos deste documento, aplicam-se os termos e definições da IEC 60050-826 e os seguintes.

3.1

conexões

luvas e curvas que complementam os sistemas de eletrodutos, tanto rígidos quanto flexíveis

3.2

diâmetro externo médio

d_{em}

relação entre o perímetro externo da seção transversal do eletroduto e o número 3,1416, aproximada para o décimo de milímetro mais próximo

ABNT NBR 15465:2020**3.3****diâmetro nominal****DN**

número que serve como designação para o projeto e para classificar, em dimensões, os elementos do sistema de eletrodutos (eletrodutos e conexões) e que corresponde aproximadamente ao diâmetro externo dos eletrodutos, em milímetros

NOTA O diâmetro nominal (DN) não é objeto de medição nem é utilizado para fins de cálculos.

3.4**eletroduto**

elemento de linha elétrica fechada, de seção circular ou não, destinado a conter condutores elétricos providos de isolamento, permitindo tanto a enfição como a retirada destes

NOTA 1 Os eletrodutos são suficientemente fechados em toda a sua extensão, de modo que os condutores só possam ser instalados e/ou retirados por puxamento e não por inserção lateral.

NOTA 2 Ao longo do texto, todas as vezes em que for mencionado o termo “eletrodutos” entende-se como “eletrodutos plásticos”.

3.5**eletroduto corrugado**

eletroduto com perfil corrugado ao longo de sua seção longitudinal

3.6**eletroduto flexível**

eletroduto que pode ser fletido manualmente, mas que não é submetido a ciclos frequentes de flexão ao longo de sua vida útil projetada

3.7**eletroduto plano**

eletroduto com perfil igual ao longo de toda a sua seção longitudinal

3.8**eletroduto rígido**

eletroduto que, na instalação, não pode ser fletido

3.9**linha (elétrica) de sinal**

linha em que trafegam sinais eletrônicos, sejam eles de telecomunicações, de intercâmbio de dados, de controle, de automação etc.

3.10**sistema de eletrodutos**

sistema de elementos de linha elétrica fechada que consiste em eletrodutos e conexões para proteção e condução de condutores elétricos providos de isolamento em instalações elétricas ou de linhas de sinal, permitindo que sejam removidos e/ou substituídos, mas não inseridos lateralmente

4 Classificação dos eletrodutos e das conexões

Os eletrodutos e as conexões são classificados quanto à resistência mecânica, conforme a Tabela 1.

Tabela 1 – Classificação quanto à resistência mecânica

Eletroduto	Classe de resistência mecânica
Rígido ^a	Pesado
Flexível	Leve
	Médio
	Pesado
^a Os eletrodutos rígidos e suas conexões devem ser fabricados apenas na classe de resistência mecânica "pesado".	

5 Requisitos gerais

5.1 Aplicação dos eletrodutos segundo a sua classificação

As aplicações dos eletrodutos e conexões das diversas classes de resistência mecânica e propagação de chama são limitadas ao disposto na Tabela 2.

Tabela 2 – Aplicações em função das classes dos eletrodutos e conexões

Aplicação	Classificação quanto à resistência mecânica	Classificação quanto à propagação de chama
Tipo A: embutido em laje ou enterrado na área externa da edificação ^a	Médio Pesado	Propagante de chama Não propagante de chama
Tipo B: embutido em alvenaria ^b	Leve Médio Pesado	Não propagante de chama
Tipo C: aparente ^c	Pesado	Não propagante de chama
^a Tipo A: aplicações em que os eletrodutos e suas conexões ficam confinados, sem a possibilidade de combustão. Para aplicações em que os eletrodutos e suas conexões ficam submetidos a esforços de compressão de até 750 N, deve-se utilizar no mínimo a classe de resistência mecânica "médio"; para esforços de compressão de até 1 250 N, deve-se utilizar a classe de resistência mecânica "pesado". ^b Tipo B: aplicações em que os eletrodutos e suas conexões ficam embutidos em alvenaria. Para aplicações em que os eletrodutos e suas conexões ficam submetidos a esforços de compressão de até 320 N, deve-se utilizar no mínimo a classe de resistência mecânica "leve"; para esforços até 750 N, deve-se utilizar no mínimo a classe de resistência mecânica "médio"; para esforços de compressão de até 1 250 N, deve-se utilizar a classe de resistência mecânica "pesado". ^c Tipo C: aplicações em que os eletrodutos e suas conexões ficam aparentes.		

5.2 Dimensões

5.2.1 O diâmetro externo médio (d_{em}) dos eletrodutos deve estar de acordo com as Tabelas 3 e 4.

ABNT NBR 15465:2020

Tabela 3 – Diâmetro externo médio dos eletrodutos rígidos

Dimensões em milímetros

Diâmetro nominal DN	Eletroduto soldável		Eletroduto roscável	
	d_{em}	Tolerância	d_{em}	Tolerância
20	20,0	+ 0,3	21,1	± 0,3
25	25,0	+ 0,3	26,2	± 0,3
32	32,0	+ 0,3	33,2	± 0,3
40	40,0	+ 0,4	42,2	± 0,3
50	50,0	+ 0,4	47,8	± 0,4
60	60,0	+ 0,4	59,4	± 0,4
75	75,0	+ 0,4	75,1	± 0,4
85	85,0	+ 0,4	88,0	± 0,4
110	110,0	+ 0,4	113,1	± 0,4

Tabela 4 – Diâmetro externo médio dos eletrodutos flexíveis

Dimensões em milímetros

Diâmetro nominal DN	Eletroduto corrugado		Eletroduto plano	
	d_{em}	Tolerância	d_{em}	Tolerância
16	16,0	± 0,3	16,0	± 0,3
20	20,0	± 0,3	20,0	± 0,3
25	25,0	± 0,4	25,0	± 0,4
32	32,0	± 0,4	32,0	± 0,4
40	40,0	± 0,5	40,0	± 0,5

5.2.2 Os diâmetros externo e interno dos eletrodutos devem ser verificados de acordo com o Anexo A.

5.2.3 As roscas dos eletrodutos e conexões devem atender à ABNT NBR NM ISO 7-1.

5.2.4 As profundidades mínimas das bolsas das conexões e dos eletrodutos devem ser de no mínimo 50 % do diâmetro externo médio dos eletrodutos. As verificações devem ser realizadas de acordo com o Anexo A.

5.2.5 Qualquer que seja o tipo de acoplamento dos tubos com as conexões, a área interna para a passagem dos cabos não pode ser diminuída na junção das peças.

5.2.6 As demais características dimensionais dos eletrodutos devem constar em normas específicas para cada tipo de produto.

5.3 Aspecto visual

5.3.1 Os eletrodutos e suas conexões devem apresentar as superfícies interna e externa isentas de irregularidades, saliências e reentrâncias, e não podem ter bolhas, rachaduras, vazios ou outros defeitos visuais que indiquem descontinuidade do material ou do processo de extrusão.

NOTA A inspeção das marcações são definidas conforme a Seção 9.

5.3.2 Os eletrodutos e suas conexões devem ter cor uniforme, sendo permitidas, entretanto, variações de nuance, devido às diferenças naturais de cor da matéria-prima.

5.3.3 Os eletrodutos e suas conexões devem ser fabricados nas cores apresentadas na Tabela 5.

Tabela 5 – Codificação de cores

Classe de resistência mecânica	Eletrodutos rígidos	Eletrodutos flexíveis corrugados	Eletrodutos flexíveis planos
Leve	---	Amarelo	Amarelo ou preto com faixas coextrudadas amarelas
Médio	---	Ocre/laranja	ocre/laranja ou preto com faixas coextrudadas ocre/laranja
Pesado	Preto	Preto	Preto ou preto com faixas coextrudadas azuis
<p>Eletrodutos aparentes devem ser na cor cinza e podem ser utilizados de forma embutida.</p> <p>Eletrodutos flexíveis utilizados exclusivamente em linhas de sinal (telefonia, TV a cabo etc.) podem ser fornecidos na cor azul.</p>			

6 Requisitos de desempenho

6.1 Condicionamento e amostragem

Os eletrodutos e conexões a serem ensaiados devem ser condicionados por pelo menos 2 h à temperatura de $(23 \pm 3) ^\circ\text{C}$ e umidade relativa entre 40 % e 60 %. Todos os ensaios devem ser realizados imediatamente após o condicionamento.

Quando não especificado, a amostra deve ser considerada reprovada em relação a um determinado ensaio, se mais de um corpo de prova desta amostra apresentar falha. Se apenas um corpo de prova falhar, o ensaio deve ser repetido, sendo que, para a amostra ser considerada aprovada, nenhum corpo de prova deve apresentar falha.

6.2 Requisitos específicos para eletrodutos

6.2.1 Resistência à curvatura

Os eletrodutos flexíveis, quando submetidos ao ensaio de verificação da resistência à curvatura constante no Anexo B, devem permitir a passagem do gabarito pelo corpo de prova pela ação de seu próprio peso, sem qualquer velocidade inicial, e não podem apresentar fissuras visíveis a olho nu. Este ensaio não é aplicável aos eletrodutos rígidos.

6.2.2 Resistência à compressão

Quando submetidos ao ensaio de verificação da resistência à compressão diametral constante no Anexo C, os eletrodutos não podem apresentar diferença entre o diâmetro inicial e o diâmetro sob

ABNT NBR 15465:2020

carga superior a 25 % do diâmetro inicial. Após (60 ± 2) s da remoção da carga, esta diferença não pode ser superior a 10 % do diâmetro externo medido antes do ensaio. Após o ensaio, os corpos de prova não podem apresentar quebras ou fissuras visíveis a olho nu.

6.2.3 Resistência ao impacto

Quando submetidos ao ensaio de verificação da resistência ao impacto constante no Anexo D, os eletrodutos não podem apresentar quebras, rachaduras ou trincas que permitam a passagem de luz entre os seus meios interior e exterior, em pelo menos nove dos 12 corpos de prova ensaiados.

Este ensaio é aplicável apenas aos eletrodutos rígidos aparentes (cor cinza).

6.2.4 Resistência ao calor

Quando submetidos ao ensaio de verificação da resistência ao calor constante no Anexo E, os eletrodutos devem permitir a passagem do gabarito pelo corpo de prova pela ação de seu próprio peso, sem qualquer velocidade inicial.

6.2.5 Resistência à chama

Quando submetidos ao ensaio de verificação da resistência à chama constante no Anexo F, os corpos de prova não podem inflamar para a amostra ser considerada aprovada. Se os corpos de prova queimarem ou forem consumidos sem queimar, a amostra é aprovada se os três corpos de prova atenderem a todos os requisitos a seguir:

- a) não pode haver combustão por mais de 30 s após a remoção da chama;
- b) após ter cessado a combustão e após o corpo de prova ter sido limpo com um pedaço de tecido embebido em água, a amostra não pode apresentar evidência de queima ou carbonização a menos de 50 mm de qualquer parte da pinça; e
- c) não pode ocorrer combustão do lenço de papel.

6.2.6 Rigidez dielétrica

Quando os eletrodutos forem submetidos ao ensaio de verificação da rigidez dielétrica constante no Anexo G, não pode ocorrer passagem de corrente elétrica acima de 100 mA.

6.2.7 Resistência do isolamento elétrico

Quando os eletrodutos forem submetidos ao ensaio de verificação da resistência do isolamento elétrico constante no Anexo G, a resistência de isolação não pode ser inferior a 100 MΩ.

6.3 Requisitos específicos para conexões**6.3.1 Resistência ao impacto**

Quando submetidas ao ensaio de verificação da resistência ao impacto constante no Anexo D, as conexões aparentes não podem apresentar quebras, rachaduras ou trincas que permitam a passagem de luz entre os seus meios interior e exterior em pelo menos nove dos 12 corpos de prova ensaiados.

6.3.2 Resistência à chama

Quando submetidos ao ensaio de verificação da resistência à chama constante na ABNT NBR IEC 60695-2-11, os três corpos de prova não podem queimar ou apresentar incandescência por mais de 30 s após a remoção do fio incandescente.

O fio incandescente deve ser aplicado, para cada amostra, na posição mais desfavorável a que a conexão puder ser submetida durante a sua instalação, à temperatura de 750 °C.

6.3.3 Rigidez dielétrica

Quando as conexões forem submetidas ao ensaio de verificação da rigidez dielétrica constante no Anexo H, não pode ocorrer passagem de corrente elétrica acima de 100 mA.

6.3.4 Resistência do isolamento elétrico

Quando as conexões forem submetidas ao ensaio de verificação da resistência do isolamento elétrico constante no Anexo H, a resistência de isolamento não pode ser inferior a 5 MΩ.

7 Recebimento

7.1 Inspeção de recebimento

7.1.1 A inspeção de recebimento é realizada pelo comprador, ou seu preposto, e tem como característica que a aceitação ou reprovação da amostra implique na aceitação ou rejeição do lote. A inspeção de recebimento do produto acabado deve ser feita em fábrica, entretanto, por acordo prévio entre o comprador e o fornecedor, pode ser realizada em outro local.

7.1.2 O comprador deve ser avisado com uma antecedência mínima de 10 dias da data do início da inspeção de recebimento.

7.1.3 Caso o comprador não compareça na data acordada para acompanhar os ensaios de recebimento, o fornecedor pode proceder a realização dos ensaios previstos nesta Norma e tomar as providências para a entrega do produto com o relatório de inspeção correspondente.

7.1.4 Nas inspeções realizadas em fábrica, o fabricante deve colocar à disposição do comprador os equipamentos e pessoal especializado para a execução dos ensaios de recebimento.

7.1.5 Caso as inspeções sejam realizadas em outros locais, o fornecedor deve colocar à disposição do comprador, ou de seu preposto, os relatórios dos exames e dos ensaios realizados pelo controle de qualidade do fabricante em cada um dos lotes apresentados, bem como deve reunir os recursos e condições para que possam ser realizados os exames e ensaios previstos nesta Norma.

7.1.6 Todo o fornecimento deve ser dividido pelo fornecedor em lotes de mesmo tipo e diâmetro nominal (DN) e cujas quantidades estejam de acordo com 7.2.1. De cada lote formado devem ser retiradas as amostras, de forma representativa, sendo a escolha aleatória e não intencional.

7.1.7 A inspeção de recebimento de lotes de eletrodutos com tamanho inferior a 26 amostras deve ser objeto de acordo prévio entre o fornecedor e o comprador.

7.1.8 A inspeção de recebimento de lotes de conexões com tamanho inferior a 281 amostras deve ser objeto de acordo prévio entre o fornecedor e o comprador.

ABNT NBR 15465:2020

7.1.9 A inspeção de recebimento de lotes de eletrodutos com diâmetros nominais DN 60 ou acima deve ser objeto de acordo prévio entre fabricante e comprador.

7.2 Ensaios de recebimento**7.2.1 Amostragem de eletrodutos**

Os ensaios de recebimento devem ser feitos conforme estabelecido nesta Norma e devem limitar-se aos lotes de produtos acabados apresentados pelo fornecedor.

7.2.1.1 Ensaios não destrutivos

7.2.1.1.1 De cada lote formado deve ser retirada a amostra, conforme a Tabela 6, para a realização da análise visual e dimensional dos eletrodutos.

Tabela 6 – Plano de amostragem para ensaios não destrutivos (análise visual e dimensional)
(ABNT NBR 5426 – Amostragem dupla normal – Nível geral II – NQA 4,0 %)

Tamanho do lote (un)	Tamanho da amostra (un)		Primeira amostragem		Segunda amostragem	
	1ª	2ª	Aceitação	Rejeição	Aceitação	Rejeição
26 a 90	8	8	0	2	1	2
91 a 150	13	13	0	3	3	4
151 a 280	20	20	1	4	4	5
281 a 500	32	32	2	5	6	7
501 a 1 200	50	50	3	7	8	9
1 201 a 3 200	80	80	5	9	12	13
3 201 a 10 000	125	125	7	11	18	19

7.2.1.1.2 Para os eletrodutos rígidos, a unidade de produto é uma barra.

7.2.1.1.3 Para os eletrodutos flexíveis, a unidade de produto é uma bobina, sendo que a análise dimensional e visual deve ser realizada a cada 5 m.

7.2.1.2 Ensaios destrutivos

7.2.1.2.1 Do lote aprovado nos ensaios não destrutivos, deve ser retirada a amostra, conforme a Tabela 7, para a realização dos ensaios de resistência à compressão, resistência ao impacto, resistência ao calor, resistência à chama, resistência à curvatura, rigidez dielétrica e resistência do isolamento elétrico. A retirada da amostra deve ser realizada a partir de uma distância mínima de sua extremidade de 10 % do comprimento total da bobina.

Tabela 7 – Plano de amostragem para ensaios destrutivos
(ABNT NBR 5426 – Amostragem simples normal – Nível especial S3 – NQA 4,0 %)

Tamanho do lote (un)	Tamanho da amostra (un)	Número de unidades defeituosas	
		Aceitação	Rejeição
26 a 150	3	0	1
151 a 3 200	13	1	2
3 201 a 10 000	20	2	3

7.2.1.2.2 Para os eletrodutos rígidos, a unidade de produto necessária para a realização de todos os ensaios é de duas barras, quando a barra possuir 6 m de comprimento, e de quatro barras quando a barra possuir 3 m de comprimento.

7.2.1.2.3 Para eletrodutos flexíveis, a unidade de produto necessária para realização de todos os ensaios é de uma bobina.

7.2.2 Amostragem de conexões

7.2.2.1 Os ensaios de recebimento devem ser feitos conforme estabelecido nesta Norma e deve limitar-se aos lotes de produto acabado apresentados pelo fornecedor.

7.2.2.2 Deve ser retirada a amostra conforme a Tabela 8, para realização dos ensaios de análise dimensional, resistência ao impacto, resistência à chama, rigidez e resistência do isolamento elétrico.

Tabela 8 – Plano de amostragem para ensaios de conexões
(ABNT NBR 5426 – Amostragem simples normal – Nível especial S1 – NQA 4,0 %)

Tamanho do lote (un)	Tamanho da amostra (un)	Número de unidades defeituosas	
		Aceitação	Rejeição
281 a 35 000	3	0	1

7.2.2.3 Para conexões a serem utilizadas com eletrodutos rígidos, são necessárias 31 peças para a realização de todos os ensaios.

7.2.2.4 Para conexões a serem utilizadas com eletrodutos flexíveis, são necessárias 24 peças para a realização de todos os ensaios.

7.2.3 Aceitação e rejeição

7.2.3.1 Quando for efetuada inspeção no recebimento dos lotes, a aceitação ou rejeição deve ser conforme 7.2.3.2 a 7.2.3.4.

7.2.3.2 Se uma unidade de produto (barra ou bobina) apresentar pelo menos uma não conformidade, deve ser considerada uma unidade defeituosa, para fins de aceitação e rejeição.

7.2.3.3 Na amostragem dupla, aplicada aos ensaios não destrutivos:

- se o número de unidade defeituosas encontrado na primeira amostragem for igual ou menor do que o primeiro número de aceitação, o lote deve ser considerado aceito;

ABNT NBR 15465:2020

- b) se o número de unidades defeituosas for igual ou maior do que o primeiro número de rejeição, o lote deve ser rejeitado;
- c) se o número encontrado for maior do que o primeiro número de aceitação e menor do que o primeiro número de rejeição, uma segunda amostragem de tamanho indicado pelo plano de amostragem deve ser retirada;
- d) as quantidades de unidades defeituosas encontradas na primeira e na segunda amostragem devem ser acumuladas;
- e) se a quantidade acumulada de unidades defeituosas for igual ou menor do que o segundo número de aceitação, o lote deve ser aceito;
- f) se a quantidade acumulada de unidades defeituosas for igual ou maior do que o segundo número de rejeição, o lote deve ser rejeitado.

7.2.3.4 Na amostragem simples, aplicada aos ensaios destrutivos de eletrodutos e conexões:

- a) se o número de amostras defeituosas for igual ou inferior ao número de aceitação, o lote é considerado aceito;
- b) se o número de amostras defeituosas for igual ou superior ao número de rejeição, o lote é considerado rejeitado.

7.2.4 Relatório de resultados da inspeção

Para cada lote inspecionado, o relatório deve conter no mínimo o seguinte:

- a) identificação do produto e do lote;
- b) tamanho do lote inspecionado;
- c) declaração de que o lote fornecido atende às especificações desta Norma.

8 Formas de fornecimento

8.1 Os eletrodutos flexíveis devem ser fornecidos em bobinas de no máximo 100 m.

8.2 Os eletrodutos rígidos devem ser fornecidos em barras de 3 m ou 6 m.

8.3 Comprimentos diferentes dos estabelecidos em 8.1 e 8.2 podem ser fornecidos mediante acordo entre o comprador e o fornecedor.

9 Marcação

9.1 Os eletrodutos devem trazer marcados ao longo de sua extensão, de forma legível e indelével, no mínimo o seguinte:

- a) nome ou marca de identificação do fabricante;
- b) diâmetro nominal;

- c) o termo: “eletroduto”;
- d) para eletrodutos flexíveis, a classe de resistência mecânica e os termos leve, médio ou pesado, conforme a classificação;
- e) para eletrodutos leves, a expressão: “não embutir em laje ou enterrar”;
- f) para eletrodutos propagantes de chama, a expressão: “não usar aparente ou embutido em alvenaria”;
- g) para eletrodutos azuis, a expressão: “utilizar exclusivamente em linhas de sinal”;
- h) código de rastreabilidade do lote;
- i) número desta Norma;
- j) para eletrodutos rígidos, o tipo de junção (exceto para uso aparente).

O espaçamento máximo entre as marcações não pode ser superior a 1 m.

9.2 As conexões devem trazer, de forma indelével, no mínimo o seguinte:

- a) nome ou marca de identificação do fabricante;
- b) diâmetro nominal;
- c) número desta Norma.

9.3 Nas embalagens das conexões devem constar, de forma legível, no mínimo as seguintes informações:

- a) nome ou marca de identificação do fabricante;
- b) diâmetro nominal;
- c) número desta Norma;
- d) código de rastreabilidade do lote;
- e) quantidade de peças;
- f) para conexões propagantes de chama, a expressão: “não usar aparente ou embutida em alvenaria”.

Anexo A (normativo)

Verificação dimensional

A.1 Princípio

O princípio deste ensaio é verificar os diâmetros externo e interno dos eletrodutos e a profundidade de bolsa de conexões.

A.2 Eletrodutos

A.2.1 Aparelhagem

A.2.1.1 Fita de medição diametral, graduada diretamente em diâmetro em aço inoxidável ou qualquer outro material flexível (alongamento máximo de 0,05 % sob uma força de 2,5 N), com precisão de $\pm 0,05$ mm.

A.2.1.2 Instrumento provido de uma garra fixa e outra garra móvel, do tipo paquímetro, ou qualquer outro instrumento que apresente a mesma resolução de 0,01 mm.

A.2.1.3 Gabarito para verificação do diâmetro externo máximo, conforme a Figura A.1 e a Tabela A.1 para eletrodutos flexíveis.

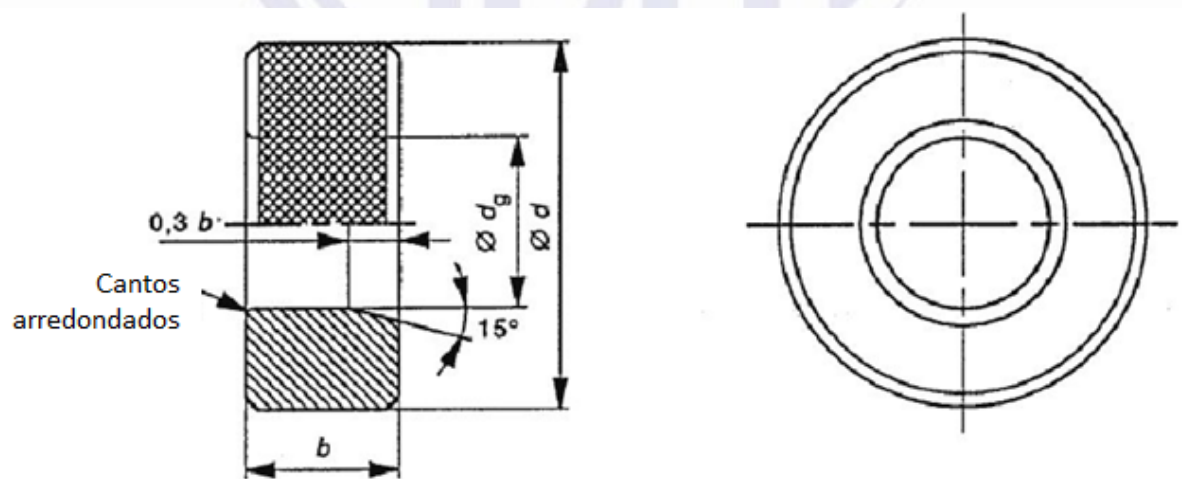


Figura A.1 – Gabarito para verificação do diâmetro externo máximo de eletrodutos flexíveis

Tabela A.1 – Dimensões do gabarito para verificação do diâmetro externo máximo de eletrodutos flexíveis

Dimensões em milímetros

Diâmetro nominal DN	d_g^a	b	d
16	16,34	12	45
20	20,34	12	45
25	25,44	16	60
32	32,44	18	70
40	40,54	18	70

^a Tolerância de fabricação: +0 / -0,01 mm; desgaste permitido: 0,01 mm; material: aço.

A.2.1.4 Gabarito de aço para verificação do diâmetro externo mínimo dos eletrodutos flexíveis, conforme a Figura A.2 e a Tabela A.2.

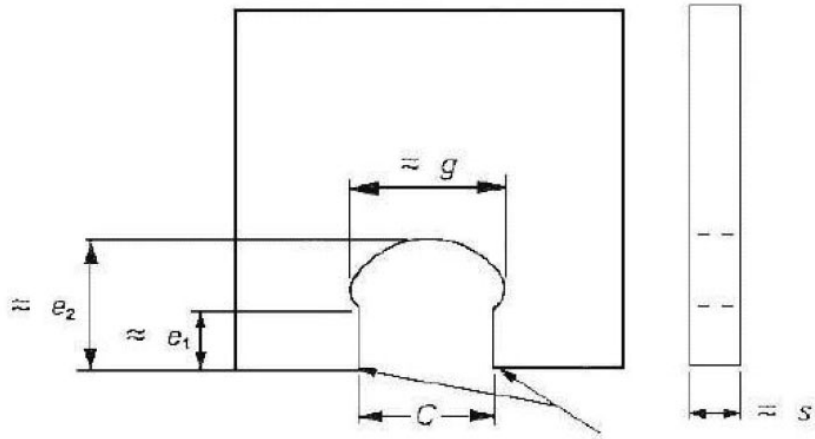


Figura A.2 – Gabarito para verificação do diâmetro externo mínimo de eletrodutos flexíveis

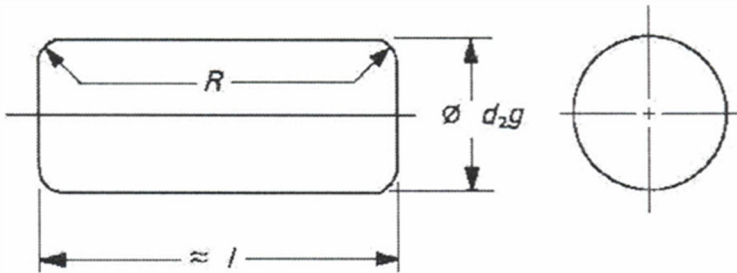
Tabela A.2 – Dimensões do gabarito da Figura A.2 de eletrodutos flexíveis

Dimensões em milímetros

Diâmetro nominal DN	C	Tolerância de fabricação	Desgaste permitido	e ₁	e ₂	g	s
16	15,700	0 - 0,018	+ 0,018 0	8	17	18	8
20	19,700	0 - 0,022	+ 0,022 0	10	23	27	9
25	24,600	0 - 0,022	+ 0,022 0	10	23	27	9
32	31,600	0 - 0,025	+ 0,025 0	12	29	34	10
40	35,000	0 - 0,030	+ 0,030 0	14	35	42	10

ABNT NBR 15465:2020

A.2.1.5 Gabarito de aço para verificação do diâmetro interno mínimo dos eletrodutos rígidos, conforme a Figura A.3 e a Tabela A.3.



NOTA Material: aço polido; tolerâncias de fabricação: - 0 e + 0,05 mm; desgaste admissível: 0,01 mm.

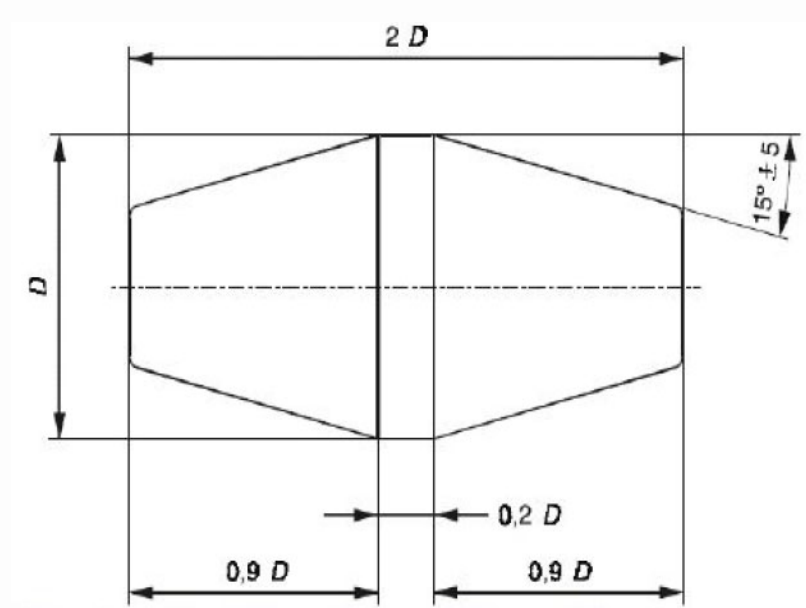
Figura A.3 – Gabarito para verificação do diâmetro interno mínimo de eletrodutos rígidos

Tabela A.3 – Dimensões do gabarito da Figura A.3 de eletrodutos rígidos

Dimensões em milímetros

Diâmetro nominal DN	d _{2g}		l	R
	Soldável	Roscável		
20	15,9	15,3	50	3
25	20,5	20,2	60	3
32	26,7	26,4	75	3
40	33,9	34,8	80	3
50	42,6	40,0	105	3
60	52,0	51,4	115	3
75	65,2	65,7	115	3
85	74,0	78,0	115	3
110	96,2	101,1	115	3

A.2.1.6 Gabarito de aço para verificação do diâmetro interno mínimo dos eletrodutos flexíveis, conforme a Figura A.4 e a Tabela A.4.



NOTA Material: aço endurecido e polido, com cantos levemente arredondados; tolerâncias de fabricação:- 0 e + 0,05 mm; tolerância na dimensão axial: ± 0,2 mm; desgaste admissível: 0,01 mm.

Figura A.4 – Gabarito para verificação do diâmetro interno mínimo de eletrodutos flexíveis

Tabela A.4 – Diâmetro externo do gabarito da Figura A.4 de eletrodutos flexíveis

Dimensões em milímetros

Diâmetro nominal DN	Diâmetro externo
16	10,0
20	14,0
25	18,0
32	24,0
40	30,0

A.2.2 Preparação dos corpos de prova

Os corpos de prova a serem ensaiados consistem em três segmentos de eletrodutos, com comprimento mínimo de 500 mm.

A.2.3 Procedimento

A.2.3.1 Eletrodutos rígidos

A.2.3.1.1 Determinação do diâmetro externo médio dos eletrodutos rígidos

A.2.3.1.1.1 Utilizando o equipamento descrito em A.2.1.1:

- a) aplicar a fita de medição diametral perpendicularmente ao eixo do tubo, a uma distância de 30 cm da ponta;

ABNT NBR 15465:2020

- b) verificar o perfeito contato e alinhamento da fita ao longo da circunferência do eletroduto;
- c) tracionar a fita com uma força máxima de 2,5 N;
- d) fazer a leitura com a fita tracionada.

A.2.3.1.1.2 Utilizando o equipamento descrito em A.2.1.2:

- a) apoiar a parte fixa do paquímetro na superfície externa do eletroduto, a uma distância de 30 cm da ponta;
- b) fazer com que esta parte móvel do paquímetro faça contato, sem forçar, com a superfície externa do eletroduto diametralmente oposta à parte fixa;
- c) fazer a leitura;
- d) repetir as operações de a) a c) em outros três pontos diferentes do eletroduto, totalizando quatro leituras;
- e) calcular a média aritmética dos quatro valores encontrados.

A.2.3.1.2 Verificação do diâmetro interno mínimo dos eletrodutos rígidos**A.2.3.1.2.1** Utilizar o gabarito descrito em A.2.1.5.

A.2.3.1.2.2 Deve ser possível passar o gabarito, pela ação de seu próprio peso, internamente ao corpo de prova.

A.2.3.2 Eletrodutos flexíveis**A.2.3.2.1** Verificação do diâmetro externo máximo dos eletrodutos flexíveis**A.2.3.2.1.1** Utilizar o gabarito descrito em A.2.1.3.

A.2.3.2.1.2 Deve ser possível passar livremente o gabarito sobre o eletroduto sem aplicação de força que o deforme. Para eletrodutos com uma camada de proteção, esta verificação deve ser realizada antes da aplicação desta camada.

A.2.3.2.2 Verificação do diâmetro externo mínimo dos eletrodutos flexíveis**A.2.3.2.2.1** Utilizar o gabarito descrito em A.2.1.4.

A.2.3.2.2.2 Em qualquer posição, não pode ser possível passar o gabarito sobre o eletroduto, sem aplicação de força. Se o perfil do eletroduto não for exatamente circular, é permitido remoldá-lo com as mãos enquanto estiver sendo feita a verificação com o gabarito.

A.2.3.2.3 Verificação do diâmetro interno mínimo dos eletrodutos flexíveis**A.2.3.2.3.1** Utilizar o gabarito descrito em A.2.1.6.

A.2.3.2.3.2 Deve ser possível passar o gabarito, pela ação de seu próprio peso, internamente ao corpo de prova.

A.3 Conexões

A.3.1 Aparelhagem

Instrumento de medição que permita a medição de profundidade, com resolução mínima de 0,05 mm.

A.3.2 Preparação dos corpos de prova

Os corpos de prova a serem ensaiados consistem em três conexões.

A.3.3 Procedimento

A.3.3.1 Profundidade das bolsas

A.3.3.1.1 A borda das bolsas a serem ensaiadas deve estar livre de rebarbas ou irregularidades.

A.3.3.1.2 Posicionar o encosto-guia do instrumento de medição junto à borda da bolsa da conexão.

A.3.3.1.3 Determinar, com a haste de profundidade do instrumento, a profundidade de encaixe da bolsa.

A.3.3.1.4 Assegurar que o instrumento de medição esteja posicionado paralelamente ao eixo da bolsa da conexão, de modo a impossibilitar falsas leituras da profundidade.

A.3.3.1.5 Observar, para o caso das bolsas cônicas, que a haste de profundidade do instrumento não pode estar rente à parede da bolsa.

A.3.3.1.6 Devem ser determinados os valores da profundidade ao longo de toda a circunferência da borda da bolsa, registrando-se o valor mínimo verificado para cada bolsa da conexão.

A.4 Relatório de ensaio

O relatório de ensaio deve conter as seguintes informações:

- a) tipo e identificação do corpo de prova, nome do fabricante, marca de identificação e outros dados pertinentes ao material ensaiado;
- b) para os eletrodutos rígidos, o diâmetro externo médio arredondado para o décimo de milímetro mais próximo;
- c) para os eletrodutos flexíveis, a ocorrência ou não da passagem do gabarito nas verificações do máximo e mínimo diâmetros externos;
- d) ocorrência ou não da passagem do gabarito na verificação do diâmetro interno mínimo;
- e) para as conexões, a profundidade mínima de cada bolsa, arredondada para o décimo de milímetro mais próximo;
- f) data de realização do ensaio;
- g) referência a esta Norma.

Anexo B

(normativo)

Verificação da resistência à curvatura

B.1 Princípio

O princípio deste ensaio é verificar a resistência à curvatura dos eletrodutos flexíveis corrugados e planos.

B.2 Aparelhagem

B.2.1 Dispositivo conforme mostrado na Figura B.1 e na Tabela B.1.

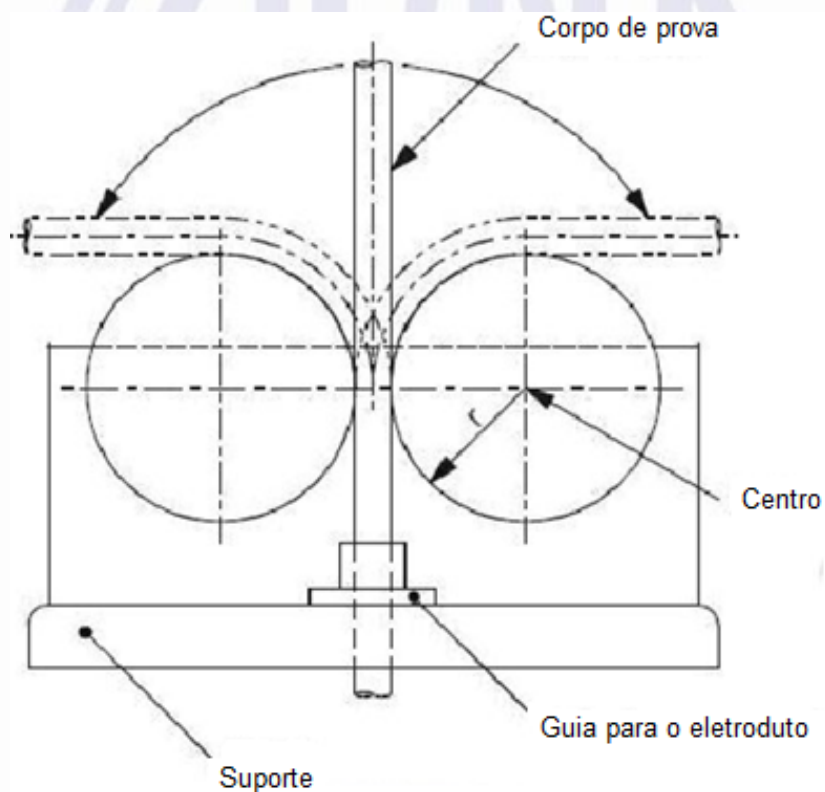


Figura B.1 – Exemplo de dispositivo para ensaio de curvatura

Tabela B.1 – Raios do dispositivo do ensaio de curvatura

Dimensões em milímetros

Diâmetro nominal DN	Raio (r)	
	Eletroduto plano	Eletroduto corrugado
16	96	48
20	120	60
25	150	75
35	192	96
40	240	120

B.2.2 Gabarito metálico conforme a Figura B.2 e a Tabela B.2.

NOTA Material: aço endurecido e polido, com cantos levemente arredondados; tolerâncias de fabricação: - 0 e + 0,05 mm; tolerância na dimensão axial: ± 0,2 mm; desgaste admissível: 0,01 mm.

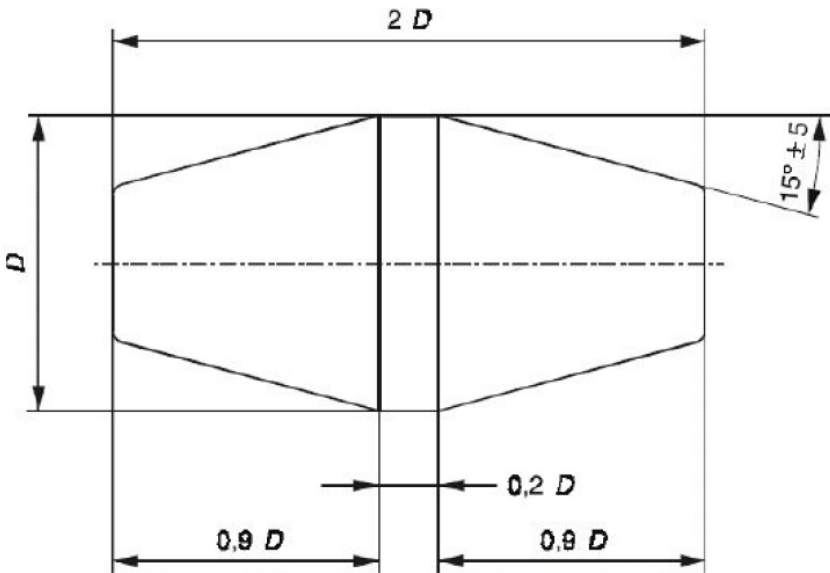


Figura B.2 – Gabarito para os eletrodutos flexíveis

Tabela B.2 – Diâmetro do gabarito para eletrodutos flexíveis

Dimensões em milímetros

Diâmetro nominal DN	Diâmetro externo D
16	8,0
20	11,0
25	14,0
32	19,0
40	25,0

ABNT NBR 15465:2020**B.3 Preparação dos corpos de prova**

Os corpos de prova a serem ensaiados consistem em seis segmentos de eletrodutos flexíveis com comprimento mínimo de:

- a) para eletrodutos planos: 30 vezes o diâmetro nominal;
- b) para eletrodutos corrugados: 12 vezes o diâmetro nominal.

B.4 Procedimento

B.4.1 Três corpos de prova são ensaiados à temperatura ambiente de $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$ e outros três corpos de prova são ensaiados após o condicionamento à temperatura de $(- 5 \pm 2) ^\circ\text{C}$.

B.4.2 Para o ensaio à temperatura ambiente de $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$, os corpos de prova são fixados verticalmente no dispositivo de curvatura, conforme mostrado na Figura B.1, e curvados lenta e manualmente para a esquerda até um ângulo de $(90 \pm 5)^\circ$. Em seguida voltam à posição vertical, depois para a direita até $(90 \pm 5)^\circ$ e então voltam para a posição vertical.

B.4.3 Esta sequência de curvaturas é repetida quatro vezes, exceto na última sequência, quando o corpo de prova não é levado de volta para a posição vertical. O corpo de prova deve então ser mantido curvado por 5 min e, após este período, o corpo de prova deve ser colocado em uma posição tal que os trechos retos estejam em um ângulo de 45° com a vertical, com uma extremidade do corpo de prova apontando para cima e a outra para baixo. Nesta condição deve ser possível passar o gabarito apresentado na Figura B.2, pela ação de seu próprio peso e sem qualquer velocidade inicial, pelo corpo de prova.

B.4.4 Para o ensaio à temperatura de $(- 5 \pm 2) ^\circ\text{C}$, devem-se condicionar os corpos de prova durante 2 h na câmara fria à temperatura de $(- 5 \pm 2) ^\circ\text{C}$.

O ensaio deve ser realizado à temperatura de $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$, devendo ser iniciado em até 1 min após a retirada de cada corpo de prova da câmara fria. Deve-se iniciar a sequência de curvaturas à temperatura de $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$. As quatro sequências de curvaturas devem ser realizadas em até 1 min. Após a última sequência, o corpo de prova deve ser mantido curvado durante 5 min. Após este período, o corpo de prova é colocado em uma posição tal que os trechos retos estejam em um ângulo de 45° com a vertical, com uma extremidade do corpo de prova apontando para cima e a outra para baixo. Nesta condição deve ser possível passar o gabarito apresentado na Figura B.2, pela ação de seu próprio peso e sem qualquer velocidade inicial, pelo do corpo de prova.

B.4.5 Após o ensaio, examinar os corpos de prova a olho nu para verificar se ocorreram fissuras.

B.5 Relatório de ensaio

O relatório de ensaio deve conter as seguintes informações:

- a) tipo e identificação do corpo de prova, nome do fabricante, marca de identificação e outros dados pertinentes ao material ensaiado;
- b) data de realização do ensaio;
- c) se houve ou não a passagem do gabarito após a aplicação das curvaturas;

- d) ocorrências ou não de fissuras no corpo de prova;
- e) referência a esta Norma.



Anexo C (normativo)

Verificação da resistência à compressão

C.1 Princípio

O princípio deste ensaio é verificar a resistência à compressão dos eletrodutos.

C.2 Aparelhagem

O ensaio deve ser realizado com o dispositivo mostrado na Figura C.1.

Dimensões em milímetros

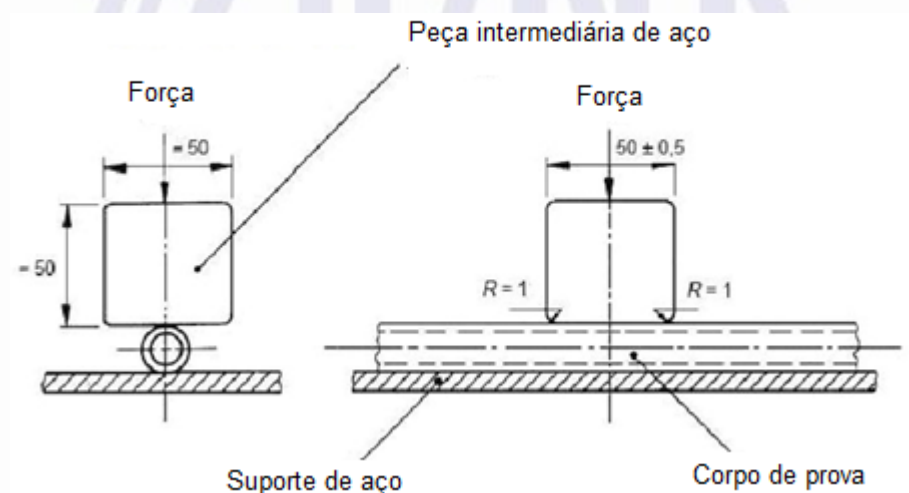


Figura C.1 – Dispositivo para o ensaio de resistência à compressão

C.3 Preparação dos corpos de prova

Os corpos de prova a serem ensaiados consistem em três segmentos de eletrodutos com comprimento de (200 ± 5) mm.

C.4 Procedimento

C.4.1 Antes do início da compressão devem ser determinados os diâmetros externos dos corpos de prova.

C.4.2 O ensaio deve ser realizado à temperatura de (23 ± 2) °C.

C.4.3 O corpo de prova deve ser apoiado em uma superfície plana de aço e a peça intermediária de aço deve ser apoiada no centro do corpo de prova, conforme a Figura C.1.

C.4.4 Deve ser aplicada uma força de compressão lentamente, de forma a atingir os valores mostrados na Tabela C.1, após (30 ± 3) s.

Tabela C.1 – Força a ser aplicada no ensaio de compressão

Eletroduto	Classe de resistência mecânica	Força de compressão N
Rígido	Pesado	1250^{+50}_0
Flexível	Leve	320^{+15}_0
	Médio	750^{+30}_0
	Pesado	1250^{+50}_0

C.4.5 Manter esta força por (60 ± 2) s e medir o diâmetro externo do corpo de prova onde ocorreu a compressão, sem remoção de carga.

C.4.6 Em seguida avaliar a carga e remover o dispositivo de aplicação da carga. Após (60 ± 2) s da remoção do dispositivo, medir novamente o diâmetro do corpo de prova na região onde ocorreu a compressão.

C.5 Relatório de ensaio

O relatório de ensaio deve conter as seguintes informações:

- tipo e identificação do corpo de prova, nome do fabricante, marca de identificação e outros dados pertinentes ao material ensaiado;
- data de realização do ensaio;
- força de compressão aplicada;
- para cada corpo de prova: diâmetro externo inicial, diâmetro externo durante o carregamento e diâmetro externo 1 min após a retirada do carregamento;
- ocorrências ou não de fissuras no corpo de prova;
- referência a esta Norma.

Anexo D (normativo)

Verificação da resistência ao impacto

D.1 Princípio

O princípio deste ensaio é verificar a resistência ao impacto dos eletrodutos e conexões aparentes.

D.2 Aparelhagem

Dispositivo mostrado na Figura D.1.

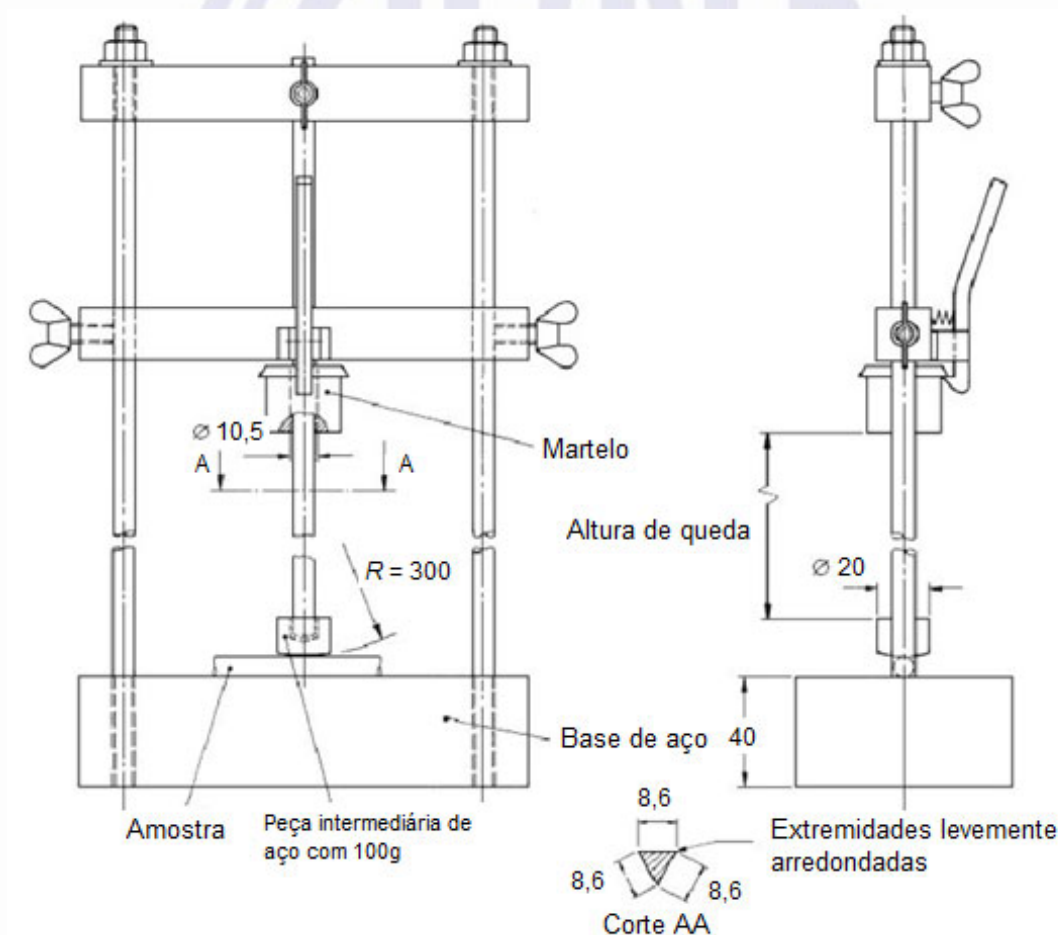


Figura D.1 – Dispositivo para ensaio de resistência ao impacto

D.3 Preparação dos corpos de prova

Os corpos de prova a serem ensaiados consistem em 12 segmentos de eletrodutos com comprimento de (200 ± 5) mm ou 12 conexões.

D.4 Procedimento

D.4.1 O dispositivo de ensaio deve ser colocado sobre uma manta de espuma de borracha com (40 ± 1) mm de espessura e densidade de (538 ± 22) kg/m³.

D.4.2 Os corpos de prova devem ser colocados em um refrigerador, à temperatura de $(- 5 \pm 1)$ °C.

D.4.3 Quando os corpos de prova atingirem a temperatura interna do refrigerador ou após 2 h, prevalecendo o tempo que for maior, cada corpo de prova deve ser posicionado sobre a base de aço do dispositivo da Figura D.1 e deve-se deixar cair um martelo, com massa e altura estabelecidas na Tabela D.1.

D.4.4 Nas conexões, o impacto deve ser realizado em sua região mais frágil, desde que esteja a pelo menos 5 mm de suas extremidades. Nos eletrodutos, o impacto deve ser realizado no centro de seu comprimento.

Tabela D.1 – Condições para o ensaio de resistência ao impacto

Eletroduto	Classe de resistência mecânica	Energia J	Massa do martelo kg	Altura de queda mm
Rígido para uso aparente	Pesado	6,0	$2,0^{+0,02}_0$	300 ± 1

D.4.5 Após o ensaio, observar a ocorrência de quebras, rachaduras ou trincas que permitam a passagem de luz entre os meios interior e exterior dos corpos de prova ensaiados.

D.5 Relatório de ensaio

O relatório de ensaio deve conter as seguintes informações:

- tipo e identificação do corpo de prova, nome do fabricante, marca de identificação e outros dados pertinentes ao material ensaiado;
- data de realização do ensaio;
- massa do martelo e altura de queda utilizada;
- ocorrência ou não de falhas no corpo de prova que permitam a passagem de luz entre os seus meios interior e exterior;
- referência a esta Norma.

Anexo E

(normativo)

Verificação da resistência ao calor

E.1 Princípio

O princípio deste ensaio é verificar a resistência ao calor dos eletrodutos.

E.2 Aparelhagem

Dispositivo mostrado na Figura E.1.

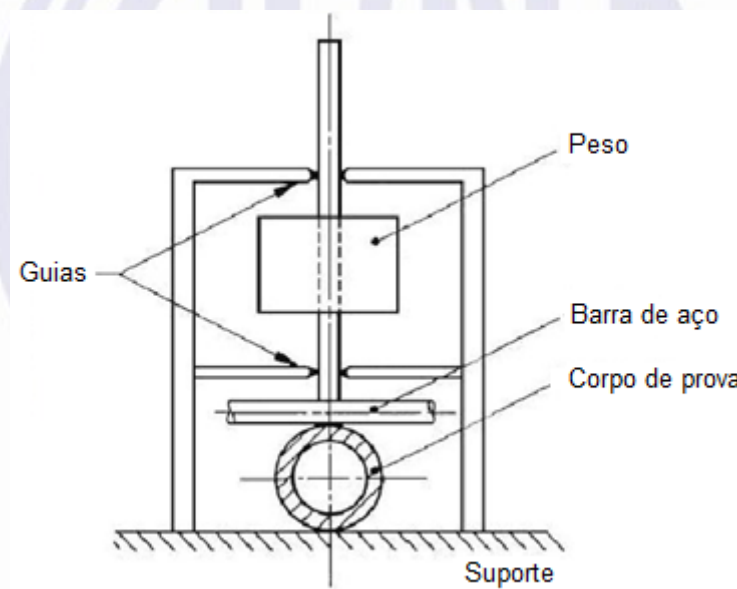


Figura E.1 – Dispositivo de ensaio de resistência ao calor

E.3 Preparação dos corpos de prova

Os corpos de prova a serem ensaiados consistem em três segmentos de eletrodutos com comprimento de (100 ± 5) mm.

E.4 Procedimento

E.4.1 O ensaio deve ser realizado em estufa à temperatura de (60 ± 2) °C.

E.4.2 Os corpos de prova, juntamente com o dispositivo de ensaio, devem ser mantidos por $4 \text{ h} \pm 15 \text{ min}$ em estufa, à temperatura de (60 ± 2) °C.

E.4.3 Após este período, cada corpo de prova deve ser submetido a um carregamento, durante $24\text{ h} \pm 15\text{ min}$, no equipamento mostrado na Figura E.1, utilizando uma massa adequada, de modo que o corpo de prova seja submetido no seu centro a uma massa total, incluindo a massa da haste de aplicação da carga, conforme a Tabela E.1.

Tabela E.1 – Carga para o ensaio de resistência ao calor

Classe de resistência mecânica do eletroduto	Massa kg
Leve	$1,0^{+0,01}_{-0,00}$
Médio	$2,0^{+0,02}_{-0,00}$
Pesado	$4,0^{+0,04}_{-0,00}$

E.4.4 A carga deve ser aplicada por meio de uma haste de aço com $(6,0 \pm 0,1)\text{ mm}$ de diâmetro, colocada perpendicularmente ao eixo do eletroduto, conforme a Figura E.2. Durante a compressão, deve ser mantida a temperatura de $(60 \pm 2)\text{ }^{\circ}\text{C}$.

E.4.5 O corpo de prova sob carga deve então ser removido da estufa e deixado esfriar até a temperatura ambiente. A carga deve ser removida e, nesta condição, deve-se verificar se é possível passar o gabarito especificado na Figura E.2 e na Tabela E.2, apenas pela ação de seu próprio peso e sem qualquer velocidade inicial, pelo corpo de prova, que deve estar na vertical.

NOTA Material: aço endurecido e polido, com cantos levemente arredondados; tolerâncias de fabricação: - 0 e + 0,05 mm; tolerância na dimensão axial: $\pm 0,2\text{ mm}$; desgaste admissível: 0,01 mm.

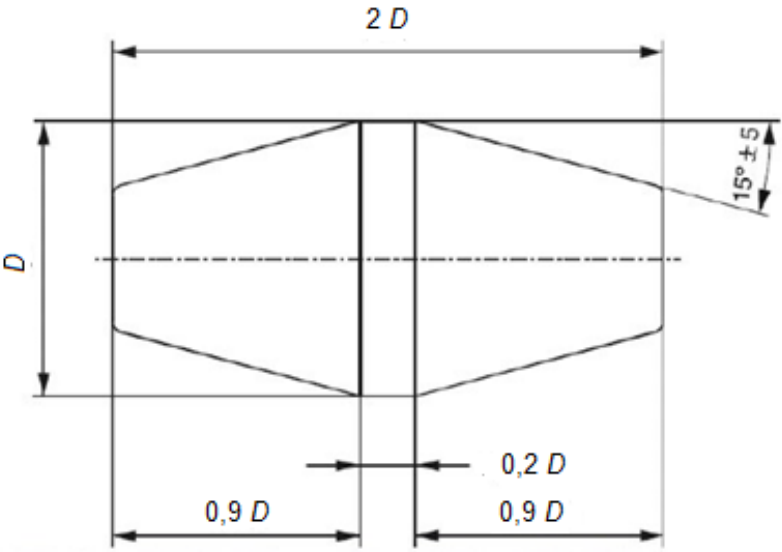


Figura E.2 – Gabarito para os eletrodutos

ABNT NBR 15465:2020**Tabela E.2 – Diâmetro do gabarito para os eletrodutos**

Dimensões em milímetros

Diâmetro nominal DN	Diâmetro externo dos eletrodutos <i>D</i>	
	Flexíveis	Rígidos
16	8	-
20	11	11
25	14	14
32	19	19
40	25	25
50	-	32
60	-	38
75	-	48
85	-	54
110	-	72

E.5 Relatório de ensaio

O relatório de ensaio deve conter as seguintes informações:

- tipo e identificação do corpo de prova, nome do fabricante, marca de identificação e outros dados pertinentes ao material ensaiado;
- data de realização do ensaio;
- temperatura do ensaio;
- massa utilizada;
- se houve ou não a passagem do gabarito;
- referência a esta Norma.

Anexo F

(normativo)

Verificação da resistência à chama

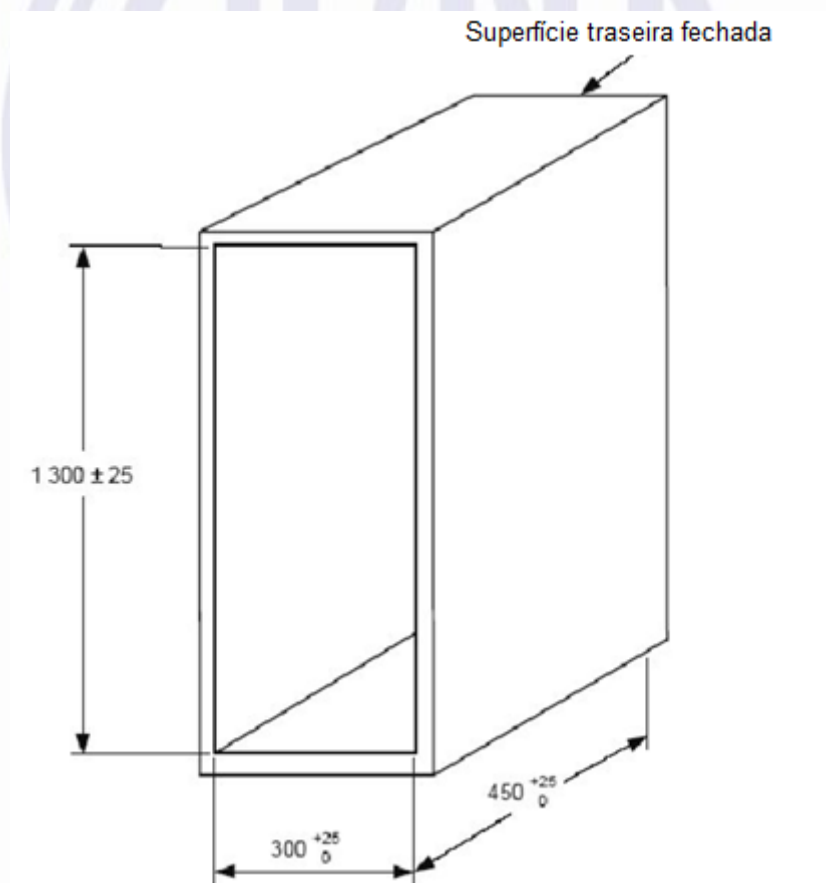
F.1 Princípio

O princípio deste ensaio é verificar a resistência à chama dos eletrodutos.

F.2 Aparelhagem e montagem

F.2.1 Caixa metálica retangular com uma face aberta, conforme a Figura F.1.

Dimensões em milímetros



NOTA 1 Material: aço.

NOTA 2 Caixa metálica retangular com uma face aberta.

Figura F.1 – Caixa metálica retangular com uma face aberta

ABNT NBR 15465:2020

F.2.2 Dispositivo conforme a Figura F.2.

Dimensões em milímetros

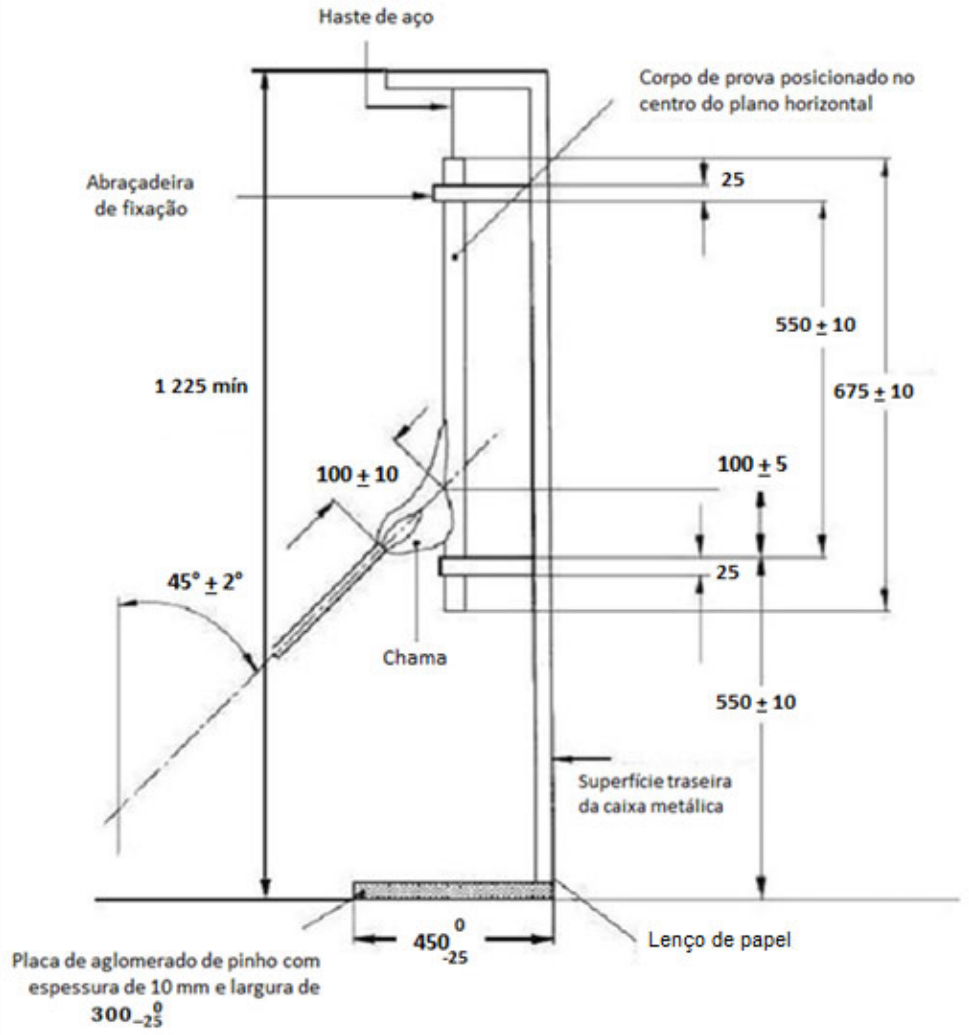


Figura F.2 – Esquema geral do ensaio de resistência à chama

F.2.2.1 O corpo de prova deve ser fixado por meio de duas abraçadeiras de metal com aproximadamente 25 mm de largura, espaçadas em (550 ± 10) mm e aproximadamente equidistantes das extremidades do corpo de prova.

F.2.2.2 Uma haste cilíndrica de aço, com o diâmetro apresentado na Tabela F.1, deve ser introduzida centralizada no corpo de prova. Esta haste é fixa, rígida e independentemente na parte superior e deve manter o corpo de prova na posição vertical.

Tabela F.1 – Diâmetro da haste

Dimensões em milímetros

Diâmetro nominal DN	Diâmetro da haste
De 16 até 25	$6,0 \pm 0,1$
Acima de 25	$16,0 \pm 0,1$
NOTA A haste é montada de maneira a não impedir que gotas caiam sobre o lenço de papel.	

F.2.2.3 Uma placa de aglomerado de pinho, com cerca de 10 mm de espessura, coberta com uma única camada de lenço de papel branco, deve ser colocada na parte inferior da caixa metálica.

F.2.3 O conjunto corpo de prova, haste e dispositivo de fixação é montado verticalmente no centro da caixa, de forma que a abraçadeira inferior fique a uma distância de (500 ± 10) mm da parte inferior do dispositivo.

F.2.4 Conforme mostrado na Figura F.2:

- o queimador deve ser mantido em um ângulo tal que o seu eixo esteja a $(45 \pm 2)^\circ$ em relação à vertical;
- a chama deve ser aplicada no corpo de prova de modo que a distância do topo do queimador até o corpo de prova, medida ao longo do eixo da chama, seja de (100 ± 10) mm, e o eixo da chama intercepte a superfície do corpo de prova a (100 ± 5) mm da extremidade superior da abraçadeira inferior e de modo que o eixo da chama intercepte o eixo do corpo de prova.

F.2.5 O corpo de prova deve ser montado verticalmente em uma caixa metálica retangular, conforme a Figura F.2, em uma área sem corrente de ar.

F.3 Preparação dos corpos de prova

Os corpos de prova a serem ensaiados consistem em três segmentos de eletrodutos com comprimento de (675 ± 10) mm.

F.4 Procedimento

F.4.1 Determinar a espessura de parede dos corpos de prova de eletrodutos conforme indicado nas Figuras F.3 a F.5. Determinar as médias das espessuras de parede para cada corpo de prova, sendo que a maior média obtida deve ser utilizada para determinar o tempo de aplicação da chama, conforme a Tabela F.2.

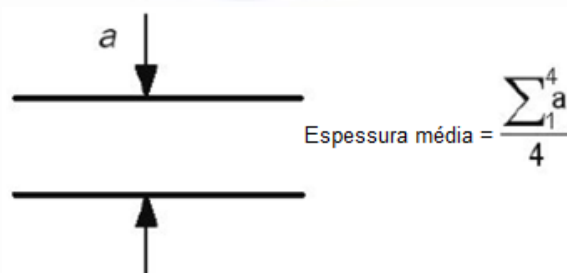


Figura F.3 – Espessura da parede dos eletrodutos planos

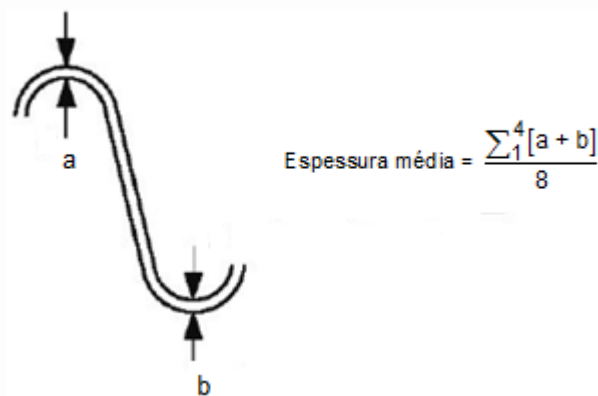


Figura F.4 – Espessura da parede dos eletrodutos corrugados

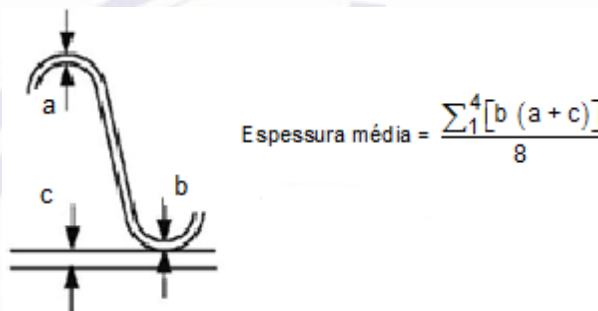


Figura F.5 – Espessura da parede dos eletrodutos de parede dupla

Tabela F.2 – Tempo de exposição à chama

Espessura do eletroduto mm		Tempo de aplicação da chama s
Acima de	Até	
-	0,5	15 ⁺¹ ₋₀
0,5	1,0	20 ⁺¹ ₋₀
1,0	1,5	25 ⁺¹ ₋₀
1,5	2,0	35 ⁺¹ ₋₀
2,0	2,5	45 ⁺¹ ₋₀
2,5	3,0	55 ⁺¹ ₋₀
3,0	3,5	65 ⁺¹ ₋₀
3,5	4,0	75 ⁺¹ ₋₀
4,0	4,5	85 ⁺¹ ₋₀
4,5	5,0	130 ⁺¹ ₋₀
5,0	5,5	200 ⁺¹ ₋₀
5,5	6,0	300 ⁺¹ ₋₀
6,0	6,5	500 ⁺¹ ₋₀

F.4.2 Após a montagem do corpo de prova no dispositivo de ensaio, aplicar a chama e depois removê-la.

F.4.3 Após a remoção da chama e após ter cessado a combustão da amostra, a superfície do corpo de prova deve ser limpa com um pedaço de tecido embebido em água.

F.4.4 Se o corpo de prova não inflamar, registrar este resultado.

F.4.5 Se o corpo de prova queimar ou for consumido sem queimar, verificar se, após ter cessado a combustão e após o corpo de prova ter sido limpo, conforme descrito em F.4.3, há evidência de queima ou carbonização dentro de 50 mm a partir da extremidade inferior da abraçadeira superior.

F.4.6 Se a amostra queimar, anotar o tempo, em segundos, que a combustão persiste após a remoção da chama. Se o lenço de papel se inflamar, registrar este fato.

F.5 Relatório de ensaio

O relatório de ensaio deve conter as seguintes informações:

- a) tipo e identificação do corpo de prova, nome do fabricante, marca de identificação e outros dados pertinentes ao material ensaiado;
- b) data de realização do ensaio;
- c) espessura dos corpos de prova ensaiados, em milímetros;
- d) tempo de aplicação da chama, em segundos;
- e) para cada corpo de prova, o tempo para o fim do chamejamento após a retirada da chama, em segundos;
- f) extensão da área carbonizada após a aplicação da chama, em milímetros;
- g) distância da carbonização em relação à abraçadeira inferior;
- h) ocorrência ou não de ignição do lenço de papel;
- i) outras ocorrências, como, por exemplo, gotejamento do material em chama e consumo total do corpo de prova;
- j) referência a esta Norma.

Anexo G

(normativo)

Verificação da rigidez dielétrica e da resistência do isolamento elétrico de eletrodutos

G.1 Princípio

O princípio deste ensaio é verificar a rigidez dielétrica e a resistência do isolamento elétrico dos eletrodutos.

G.2 Aparelhagem e montagem

G.2.1 Para os eletrodutos flexíveis, o dispositivo de ensaio deve ser conforme a Figura G.1.

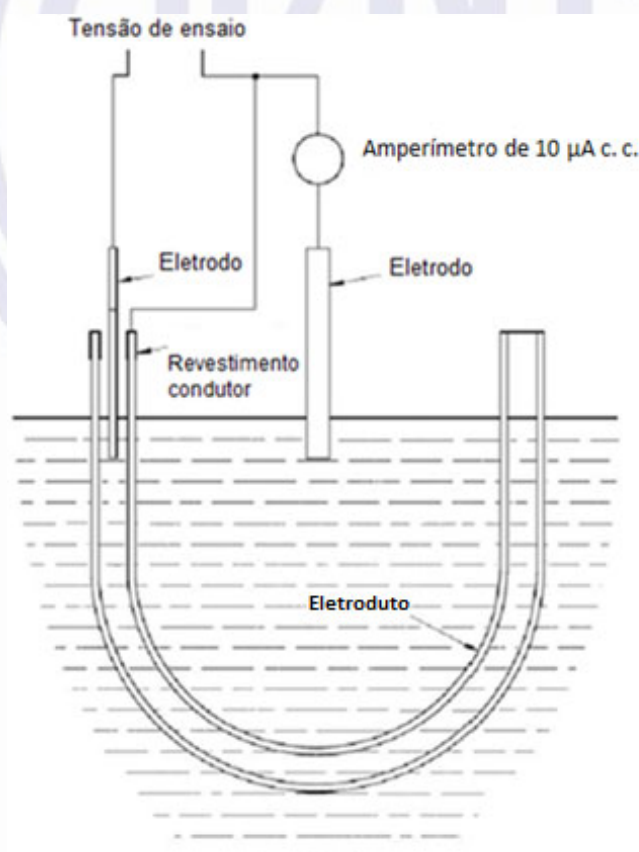


Figura G.1 – Figura esquemática do dispositivo de ensaio de rigidez dielétrica de eletrodutos flexíveis

G.2.2 Para os eletrodutos rígidos, o dispositivo de ensaio deve ser conforme a Figura G.2.

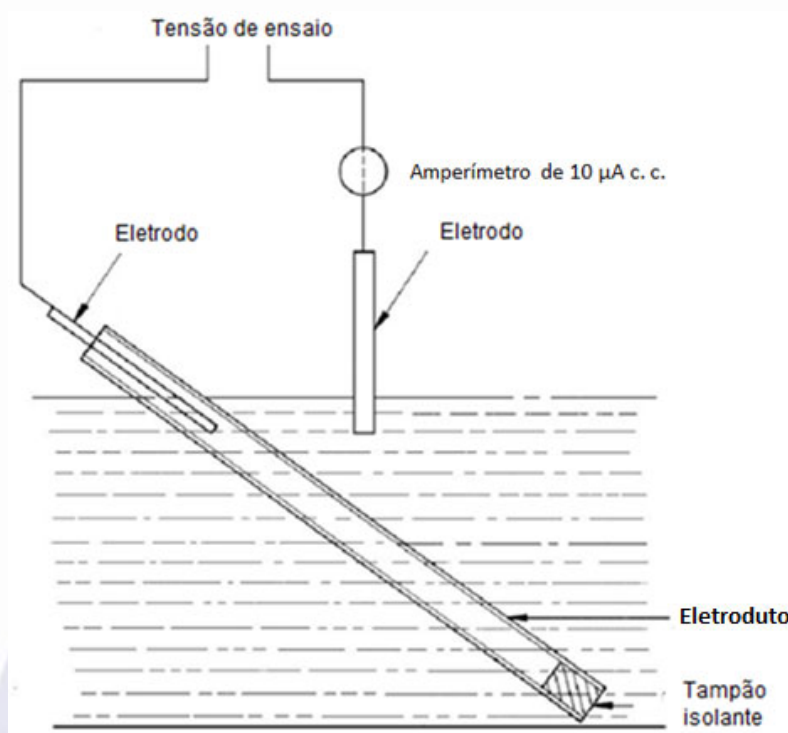


Figura G.2 – Figura esquemática do dispositivo de ensaio de rigidez dielétrica de eletrodutos rígidos

G.2.3 A solução a ser utilizada deve conter 1 g de sal (NaCl) por litro de água.

G.2.4 Um eletrodo deve ser colocado no interior do eletroduto e outro deve ser posicionado dentro do tanque.

G.3 Preparação dos corpos de prova

G.3.1 Os corpos de prova a serem ensaiados consistem em três segmentos de eletrodutos.

G.3.2 Os corpos de prova devem ter comprimento de $(1\,000 \pm 10)$ mm, de forma que possam ser curvados e imersos, e que cada extremidade seja mantida cerca de 100 mm acima do nível da solução, conforme a Figura G.1.

G.3.3 Os eletrodutos rígidos devem ser ensaiados retos, conforme a Figura G.2, da seguinte maneira:

- uma das extremidades é selada com material com alta resistência de isolamento elétrica antes da imersão (por exemplo, borracha de silicone);
- a outra extremidade permanece aberta e com uma extensão de cerca de 100 mm acima do nível da água.

ABNT NBR 15465:2020**G.4 Procedimento**

G.4.1 A temperatura da solução deve ser de $(23 \pm 2) ^\circ\text{C}$.

G.4.2 A solução deve ser introduzida no corpo de prova, de modo que os níveis interno e externo fiquem aproximadamente iguais. Um eletrodo deve ser imerso na água no interior de uma das extremidades do corpo de prova e o outro externamente ao corpo de prova, conforme a Figura G.1 ou G.2.

G.4.3 Após $24 \text{ h} \pm 15 \text{ min}$, aplicar entre os eletrodos, aumentando gradualmente, uma tensão de 0 V até 2 000 V, senoidal e com frequência de 50 Hz a 60 Hz. Quando atingir 2 000 V, manter a voltagem por um período de 60_0^{+5} s .

G.4.4 O transformador de alta-tensão utilizado no ensaio deve ser projetado para que, quando os terminais de saída forem curto-circuitados, e depois da tensão de saída ter sido ajustada para a tensão de ensaio, a corrente de saída seja de pelo menos 200 mA. O relé de sobrecorrente não pode disparar quando a corrente de saída for menor que 100 mA. Tomar cuidado para que o valor r.m.s. da tensão de ensaio aplicada seja medido com $\pm 3 \%$.

G.4.5 Durante o ensaio, observar se foi atingida a corrente de 100 mA.

G.4.6 Imediatamente após o ensaio de rigidez dielétrica, submeter os mesmos corpos de prova ao ensaio de resistência do isolamento elétrico. Aplicar uma tensão de 500 V entre os eletrodos.

G.4.7 Depois de $(60 \pm 2) \text{ s}$ da aplicação da tensão, determinar a resistência do isolamento entre os eletrodos.

G.5 Relatório de ensaio

O relatório de ensaio deve conter as seguintes informações:

- tipo e identificação do corpo de prova, nome do fabricante, marca de identificação e outros dados pertinentes ao material ensaiado;
- data de realização do ensaio;
- se durante o ensaio foi atingida ou não a corrente de 100 mA;
- valor da resistência do isolamento elétrico, em ohms;
- referência a esta Norma.

Anexo H (normativo)

Verificação da rigidez dielétrica e da resistência do isolamento elétrico de conexões

H.1 Princípio

O princípio deste ensaio é determinar a rigidez dielétrica e a resistência do isolamento elétrico das conexões.

H.2 Preparação dos corpos de prova

Os corpos de prova a serem ensaiados consistem em três conexões.

H.3 Procedimento

H.3.1 Os corpos de prova devem ser imersos em água à temperatura de $(23 \pm 2) ^\circ\text{C}$, durante $24 \text{ h} \pm 15 \text{ min}$, e então secos completamente à temperatura ambiente, utilizando papel absorvente.

H.3.2 Cada corpo de prova deve ser acoplado a um pequeno segmento de eletroduto, conforme instruções do fabricante. A outra extremidade livre da conexão deve ser selada com um material isolante apropriado. O interior da conexão deve ser preenchido com esferas de chumbo com diâmetros entre 1,0 mm e 1,5 mm, e um eletrodo deve ser inserido em contato com o chumbo pelo eletroduto.

H.3.3 Um eletrodo de folha de alumínio deve envolver externamente a conexão e ser pressionado de forma que contorne a superfície externa da conexão da forma mais aderente possível.

H.3.4 Antes de completar o período de 1 h desde a retirada do corpo de prova da água, aplicar entre os eletrodos, aumentando gradualmente, uma tensão de 0 V até 2 000 V, senoidal e com frequência de 50 Hz a 60 Hz. Quando atingir 2 000 V, manter a voltagem por um período de 60_0^{+5} s .

H.3.5 O transformador de alta-tensão utilizado no ensaio deve ser projetado para que, quando os terminais de saída forem curto-circuitados, e depois da tensão de saída ter sido ajustada para a tensão de ensaio, a corrente de saída seja de pelo menos 200 mA. O relé de sobrecorrente não pode disparar quando a corrente de saída for menor que 100 mA. Tomar cuidado para que o valor r.m.s. da tensão de ensaio aplicada seja medido com $\pm 3 \%$.

H.3.6 Durante o ensaio, observar se foi atingida a corrente de 100 mA.

H.3.7 Imediatamente após o ensaio de rigidez dielétrica, submeter os mesmos corpos de prova ao ensaio de resistência do isolamento elétrico. Aplicar uma tensão de 500 V entre os eletrodos.

H.3.8 Depois de $(60 \pm 2) \text{ s}$ da aplicação da tensão, determinar a resistência de isolamento entre os eletrodos.

ABNT NBR 15465:2020

H.4 Relatório de ensaio

O relatório de ensaio deve conter as seguintes informações:

- a) tipo e identificação do corpo de prova, nome do fabricante, marca de identificação e outros dados pertinentes ao material ensaiado;
- b) data de realização do ensaio;
- c) se durante o ensaio foi atingida ou não a corrente de 100 mA;
- d) valor da resistência de isolamento elétrico, expresso em ohms;
- e) referência a esta Norma.



Bibliografia

- [1] IEC 61386, *Conduit systems for cable management – Part 1: General requirements*

