



Métodos de ensaios comuns para os materiais de isolamento e de cobertura de cabos elétricos

Parte 4: Métodos para aplicação geral — Ensaios a baixas temperaturas

APRESENTAÇÃO

1) Este Projeto foi elaborado pela Comissão de Estudo de Métodos de Ensaio para Cabos Elétricos (CE-003:020.006) do Comitê Brasileiro de Eletricidade (ABNT/CB-003), com número de Texto-Base 003:020.006-116/4, nas reuniões de:

13.09.2022	11.10.2022	20.12.2022
14.02.2023		

a) não tem valor normativo.

2) Aqueles que tiverem conhecimento de qualquer direito de patente devem apresentar esta informação em seus comentários, com documentação comprobatória.

3) Analista ABNT – Newton Ferraz.

© ABNT 2024

Todos os direitos reservados. Salvo disposição em contrário, nenhuma parte desta publicação pode ser modificada ou utilizada de outra forma que altere seu conteúdo. Esta publicação não é um documento normativo e tem apenas a incumbência de permitir uma consulta prévia ao assunto tratado. Não é autorizado postar na internet ou intranet sem prévia permissão por escrito. A permissão pode ser solicitada aos meios de comunicação da ABNT.

NÃO TEM VALOR NORMATIVO



Métodos de ensaios comuns para os materiais de isolamento e de cobertura de cabos elétricos

Parte 4: Métodos para aplicação geral — Ensaios a baixas temperaturas

*Common test methods for electrical cable insulation and covering materials
Part 4: Methods for general application — Tests at low temperature*

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 17173-4 foi elaborada no Comitê Brasileiro de Eletricidade (ABNT/CB-003), pela Comissão de Estudo de Métodos de Ensaio para Cabos Elétricos (CE-003:020.006). O Projeto circulou em Consulta Nacional conforme Edital nº XX, de XX.XX.XXXX a XX.XX.XXXX.

O Escopo em inglês da ABNT NBR 17173-4 é o seguinte:

Scope

This Part of ABNT NBR 17173 specifies the test methods for testing polymeric materials for insulation and sheathing of electrical cables for power distribution and for telecommunications, including cables for use on board ships and for offshore applications.

This Part of ABNT NBR 17173 provides the low temperature test methods that apply to PVC and PE compounds.



Métodos de ensaios comuns para os materiais de isolamento e de cobertura de cabos elétricos

Parte 4: Métodos para aplicação geral — Ensaios a baixas temperaturas

1 Escopo

Esta Parte da ABNT NBR 17173 especifica os métodos de ensaios para materiais poliméricos de isolamento e cobertura de cabos elétricos para distribuição de energia e para telecomunicações, incluindo os cabos para uso a bordo de navios e para aplicações *offshore*.

Esta Parte da ABNT NBR 17173 fornece os métodos de ensaios a baixas temperaturas que se aplicam aos compostos de PVC e PE.

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 5456, *Eletricidade geral – Terminologia*

ABNT NBR 5471, *Condutores elétricos*

ABNT NBR 6251, *Cabos de potência com isolamento extrudado para tensões de 1 kV a 35 kV – Requisitos construtivos*

ABNT NBR 17173-1:2024, *Métodos de ensaios comuns para os materiais de isolamento e de cobertura de cabos elétricos – Parte 1: Métodos para aplicação geral – Medição de espessuras e dimensões externas – Ensaios para a determinação das propriedades mecânicas*

3 Termos e definições

Para os efeitos deste documento, aplicam-se os termos e definições das ABNT NBR 5456, ABNT NBR 5471 e ABNT NBR 6251, e o seguinte.

3.1

valor mediano

valor central se o número de valores disponíveis for ímpar, ou a média aritmética dos dois valores centrais, se o número de valores for par, quando diversos resultados de ensaio são obtidos e ordenados em uma sucessão crescente ou decrescente



4 Condições gerais

4.1 Valores para os ensaios

4.1.1 Esta Parte da ABNT NBR 17173 não inclui as condições completas dos ensaios (como temperaturas, durações etc.), nem os requisitos completos dos ensaios, que devem constar nas normas correspondentes a cada tipo de cabo.

4.1.2 Qualquer requisito de ensaio estabelecido nesta Parte da ABNT NBR 17173 pode ser modificado pela norma correspondente ao cabo, para satisfazer seus requisitos particulares.

4.2 Aplicação

Os valores de condicionamento e os parâmetros de ensaio especificados nesta Parte da ABNT NBR 17173 aplicam-se aos tipos mais comuns de compostos para isolamento e cobertura, bem como aos tipos mais comuns de condutores, cabos e cordões.

4.3 Ensaio de tipo e outros ensaios

Os métodos de ensaio descritos nesta Parte da ABNT NBR 17173 destinam-se essencialmente ao uso em ensaios de tipo. Para determinados ensaios, podem existir diferenças importantes entre as condições para ensaios de tipo e para ensaios mais frequentes, como ensaios de rotina. Nestes casos, essas diferenças devem ser indicadas.

4.4 Precondicionamento

Todos os ensaios devem ser realizados, no mínimo, 16 h após a extrusão ou vulcanização (ou reticulação), se for o caso, do composto de isolamento ou cobertura.

4.5 Temperatura de ensaio

Exceto se especificado diferentemente, os ensaios devem ser realizados à temperatura ambiente.

5 Ensaio a baixas temperaturas para isolações e coberturas

5.1 Ensaio de dobramento a baixas temperaturas para isolações

5.1.1 Generalidades

5.1.1.1 Este ensaio destina-se às veias de seção transversal circular com diâmetro externo igual ou inferior a 12,5 mm e às veias com formato setorial, para as quais não seja possível preparar corpos de prova tipo borboleta.

5.1.1.2 Se requerido pela norma correspondente ao cabo, o ensaio deve ser realizado em veias de dimensões maiores. Caso contrário, a isolação de veias maiores deve ser submetida ao ensaio de alongamento descrito em 5.3.

5.1.2 Amostragem e preparação dos corpos de prova

Cada veia a ser ensaiada deve ser representada por duas amostras com comprimento adequado. Após a remoção das coberturas, se existentes, as amostras devem ser utilizadas como corpos de prova. Para cabos com mais de três veias, deve ser considerado 20 % do total das veias, com no mínimo três e no máximo cinco veias.



5.1.3 Equipamento de ensaio

5.1.3.1 O equipamento recomendado para este ensaio, apresentado na Figura 1, consiste essencialmente em um mandril giratório e dispositivos de guia para os corpos de prova.

5.1.3.2 O aparelho deve ser mantido em uma câmara fria adequada antes e durante o ensaio.

NOTA Podem também ser utilizados outros aparelhos com um só mandril, desde que sejam substancialmente equivalentes ao representado na Figura 1.

5.1.4 Procedimento

5.1.4.1 O corpo de prova deve ser fixado ao aparelho, conforme indicado na Figura 1.

5.1.4.2 O aparelho com o corpo de prova deve ser mantido na posição correta na câmara fria à temperatura especificada, por um período não inferior a 16 h.

5.1.4.3 Esse período de 16 h inclui o tempo necessário para o resfriamento do aparelho até a temperatura de ensaio.

5.1.4.4 Caso o aparelho tenha sido pré-resfriado, é permitido utilizar um período de resfriamento mais curto, com a condição de que não seja inferior a 4 h e desde que os corpos de prova tenham atingido a temperatura de ensaio requerida. Caso o aparelho e os corpos de prova tenham sido pré-resfriados, é suficiente utilizar o tempo de resfriamento de 1 h após cada corpo de prova ter sido fixado ao aparelho.

5.1.4.5 No final do período de resfriamento indicado, o mandril deve ser girado, em conformidade com as condições especificadas em 8.1.5, guiando-se o corpo de prova de modo que ele seja enrolado sob tensão em torno do mandril, em hélice fechada (com as espiras unidas). No caso de corpos de prova com formato setorial, o lado circular do corpo de prova deve estar em contato com o mandril.

5.1.4.6 Deixar o corpo de prova, ainda enrolado no mandril, atingir aproximadamente a temperatura ambiente.

5.1.5 Condições de ensaio

5.1.5.1 A temperatura de resfriamento e de ensaio deve estar de acordo com o estabelecido para o tipo de composto pela norma correspondente ao cabo.

5.1.5.2 O diâmetro do mandril deve estar compreendido entre quatro e cinco vezes o do corpo de prova.

5.1.5.3 O mandril deve ser girado a cada 5 s, a uma velocidade uniforme de aproximadamente uma espira, e o número de voltas deve ser conforme especificado na Tabela 1.



Tabela 1 – Quantidade de voltas sobre o mandril

Diâmetro externo (d) do corpo de prova mm	Número de voltas
$d \leq 2,5$	10
$2,5 < d \leq 4,5$	6
$4,5 < d \leq 6,5$	4
$6,5 < d \leq 8,5$	3
$8,5 < d$	2

5.1.5.4 O diâmetro efetivo de cada corpo de prova deve ser medido por meio de um paquímetro ou de uma fita graduada para diâmetros. Para corpos de prova com formato setorial, o eixo menor deve ser tomado como o parâmetro equivalente ao diâmetro do corpo de prova, para determinação do diâmetro do mandril e do número de voltas.

5.1.5.5 Para cordões com formato plano, o diâmetro do mandril deve ser baseado no eixo menor do corpo de prova, que é enrolado com seu eixo menor perpendicular ao mandril.

5.1.6 Avaliação dos resultados

Quando finalizado o procedimento descrito em 5.1.4, os corpos de prova devem ser examinados ainda enrolados no mandril. A isolação de ambos os corpos de prova não pode apresentar fissuras, quando examinada com visão normal ou corrigida, sem aumento.

5.2 Ensaio de dobramento a baixa temperatura para coberturas

5.2.1 Generalidades

5.2.1.1 Este ensaio destina-se aos cabos com diâmetro externo igual ou inferior a 12,5 mm e aos cabos com formato plano, com eixo maior até 20 mm, inclusive.

5.2.1.2 Quando requerido pela norma correspondente ao cabo, o ensaio deve também ser realizado em cabos de dimensões maiores. Caso contrário, a cobertura desses cabos deve ser submetida ao ensaio de alongamento descrito em 5.4.

5.2.2 Amostragem e preparação dos corpos de prova

5.2.2.1 Para cada cobertura a ser ensaiada, devem ser retiradas duas amostras de cabo com comprimento adequado.

5.2.2.2 Antes do início do ensaio, a cobertura deve ser separada das demais camadas do cabo.

5.2.3 Aparelhagem, procedimento e condições de ensaio

5.2.3.1 A aparelhagem, o procedimento e as condições de ensaio devem ser de acordo com 5.1.3 a 5.1.5.

5.2.3.2 Para cabos armados ou com um condutor concêntrico sob a cobertura externa, o diâmetro do mandril deve ser de acordo com o especificado na norma correspondente ao cabo.



5.2.4 Avaliação dos resultados

Quando finalizado o procedimento descrito em 5.1.4, os corpos de prova devem ser examinados ainda enrolados no mandril. A cobertura de ambos os corpos de prova não pode apresentar fissuras, quando examinada com visão normal ou corrigida, sem aumento.

5.3 Ensaio de alongamento a baixas temperaturas para isolações

5.3.1 Generalidades

Este ensaio destina-se à isolação de veias que não são submetidas ao ensaio de dobramento, conforme especificado em 5.1.1.

5.3.2 Amostragem

Cada veia a ser ensaiada deve ser representada por duas amostras de comprimento adequado.

5.3.3 Preparação dos corpos de prova

5.3.3.1 Após a remoção dos revestimentos (incluindo a camada semicondutora externa, caso exista), a isolação deve ser aberta e cortada paralelamente ao seu eixo. Após isso, o condutor e a camada semicondutora interna, caso exista, devem ser removidos.

5.3.3.2 As tiras de isolação devem ser esmerilhadas ou cortadas, de modo a se obterem duas superfícies lisas paralelas entre as marcas de referência, determinadas nas Figuras 3 e 4, tomando-se o cuidado de evitar aquecimento excessivo. Exemplo de um aparelho de corte é apresentado na ABNT NBR 17173-1:2024, Anexo A. Para isolação de polietileno (PE) e polipropileno (PP), deve ser empregado somente o corte. Após o esmerilhamento ou corte, a espessura da tira não pode ser inferior a 0,8 mm nem superior a 2,0 mm. Se não puder ser obtida uma espessura de 0,8 mm da amostra original, admite-se uma espessura mínima de 0,6 mm.

5.3.3.3 Todas as tiras devem ser condicionadas à temperatura ambiente por pelo menos 16 h.

5.3.3.4 Após essa preparação, devem ser estampados dois corpos de prova tipo borboleta a partir de cada amostra, conforme a Figura 3 ou, se necessário, conforme a Figura 4, na direção do eixo de cada amostra. Se possível, os dois corpos de prova devem ser estampados um ao lado do outro.

5.3.3.5 Para veias com formato setorial, os corpos de prova devem ser obtidos da parte circular.

5.3.3.6 Os corpos de prova tipo borboleta devem ser marcados em conformidade com a ABNT NBR 17173-1:2024, 6.1.3.1.13, caso seja utilizado um aparelho que permita a medição direta da distância entre as marcas de referência durante o ensaio.

5.3.4 Equipamento de ensaio

5.3.4.1 O ensaio pode ser realizado em uma máquina de tração de tipo convencional provida de um dispositivo de resfriamento ou em uma máquina de tração instalada em uma câmara fria.

5.3.4.2 Quando for utilizado um líquido como meio refrigerante dos corpos de prova, o tempo de condicionamento não pode ser inferior a 10 min, à temperatura de ensaio especificada.



5.3.4.3 Quando o resfriamento for efetuado em ar, o tempo de condicionamento para resfriar simultaneamente o aparelho e o corpo de prova deve ser no mínimo de 4 h. Se o aparelho tiver sido previamente resfriado, esse período pode ser reduzido a 2 h e, se o aparelho e o corpo de prova tiverem sido previamente resfriados, o tempo de condicionamento após o corpo de prova ter sido fixado no aparelho não pode ser inferior a 30 min.

5.3.4.4 Quando for utilizado um meio líquido para o resfriamento dos corpos de prova, ele não pode afetar o material da isolação ou da cobertura.

5.3.4.5 Dar preferência à utilização de um aparelho que permita a medição direta da distância entre as marcas de referência durante o ensaio de alongamento; entretanto, pode também ser utilizado um aparelho com o qual se possa medir o deslocamento entre as garras.

NOTA Um líquido refrigerante adequado é uma mistura de álcool etílico ou metílico com CO₂ sólido.

5.3.5 Procedimento e condições de ensaio

5.3.5.1 As garras da máquina de tração não podem ser do tipo autoajustáveis.

5.3.5.2 Os corpos de prova tipo borboleta devem ser fixados sobre o mesmo comprimento, em ambas as garras previamente resfriadas.

5.3.5.3 O comprimento livre entre as garras deve ser de aproximadamente 30 mm, para ambos os corpos de prova tipo borboleta, caso o alongamento seja determinado por medição direta durante o ensaio.

5.3.5.4 Se, ao contrário, a medição for feita por deslocamento entre as garras, o comprimento livre entre garras deve ser de 30 mm ± 0,5 mm, para corpos de prova tipo borboleta, conforme a Figura 3, e de 22 mm ± 0,5 mm, para corpos de prova tipo borboleta pequeno, conforme a Figura 4.

5.3.5.5 A velocidade de separação entre as garras da máquina de tração deve ser de 25 mm/min ± 5 mm/min.

5.3.5.6 A temperatura de ensaio deve ser conforme especificado para o tipo de composto na norma correspondente ao cabo.

5.3.5.7 O alongamento deve ser determinado por medição da distância entre as marcas de referência, se possível, ou entre as garras, no momento da ruptura.

5.3.6 Avaliação dos resultados

5.3.6.1 Para o cálculo do alongamento, o aumento da distância entre as marcas de referência deve ser relacionado à distância inicial de 20 mm (ou de 10 mm, se for utilizado um corpo de prova tipo borboleta pequeno, conforme a Figura 4) e expresso como porcentagem dessa distância.

5.3.6.2 Caso seja utilizado o método alternativo de medição da distância entre as garras, o aumento dessa distância deve ser relacionado à distância original, cujo valor é de 30 mm para corpos de prova tipo borboleta em conformidade com a Figura 3, e de 22 mm para corpos de prova tipo borboleta pequeno em conformidade com a Figura 4. Quando este método é utilizado, o corpo de prova deve ser examinado antes de ser removido do equipamento. Caso o corpo de prova tenha deslizado parcialmente em relação às garras, o resultado deve ser descartado. São necessários pelo menos três resultados válidos para o cálculo do alongamento; caso contrário, o ensaio deve ser repetido.



5.3.6.3 Exceto se especificado diferentemente, nenhum dos resultados válidos de alongamento deve ser inferior a 20 %.

5.3.6.4 Em caso de contestação, deve ser empregado o método que utiliza marcas de referência.

5.4 Ensaio de alongamento a baixas temperaturas para coberturas

5.4.1 Generalidades

Este ensaio destina-se às coberturas de cabos que não são submetidas ao ensaio de dobramento, conforme especificado em 5.2.1.

5.4.2 Amostragem

Cada cobertura a ser ensaiada deve ser representada por duas amostras com comprimento adequado.

5.4.3 Preparação dos corpos de prova

5.4.3.1 Após a remoção de qualquer revestimento, a cobertura deve ser aberta por meio de cortes na direção do seu eixo. Após isso, as veias, enchimentos e outros componentes (se existentes) devem ser removidos.

5.4.3.2 A cobertura não precisa ser esmerilhada ou cortada, se as superfícies interna e externa forem lisas e se sua espessura média especificada não exceder 2,0 mm. Amostras com espessura que exceda esse limite, ou amostras com impressões ou estrias na face interna, devem ser esmerilhadas ou cortadas, de modo a se obterem duas faces paralelas e uma espessura que não exceda 2,0 mm. A espessura mínima após o esmerilhamento ou corte deve ser de 0,8 mm, porém, se a espessura original da cobertura não permitir isso, admite-se uma espessura mínima de 0,6 mm. O esmerilhamento e o corte devem ser feitos cuidadosamente para evitar aquecimento excessivo e tensões mecânicas na cobertura. Para coberturas de polietileno (PE) e polipropileno (PP), deve ser empregado somente o corte. Um exemplo de um aparelho de corte é apresentado na ABNT NBR 17173-1:2024, Anexo A.

5.4.3.3 Todas as tiras devem ser condicionadas à temperatura ambiente por pelo menos 16 h.

5.4.3.4 Após essa preparação, dois corpos de prova tipo borboleta devem ser estampados a partir de cada amostra, na direção do eixo de cada amostra, conforme a Figura 3 ou, se necessário, conforme a Figura 4. Se possível, os dois corpos de prova devem ser estampados um ao lado do outro.

5.4.3.5 Os corpos de prova tipo borboleta devem ser marcados em conformidade com a ABNT NBR 17173-1:2024, 6.1.3.1.13, caso seja utilizado um aparelho que permita a medição direta da distância entre as marcas de referência durante o ensaio.

5.4.4 Equipamento de ensaio

O equipamento necessário deve ser é conforme 5.3.4.

5.4.5 Procedimento e condições de ensaio

O procedimento e as condições de ensaio são conforme 5.3.5.

5.4.6 Avaliação dos resultados

A avaliação dos resultados é conforme 5.3.6.



5.5 Ensaio de impacto a baixas temperaturas para isolações e coberturas de PVC

5.5.1 Generalidades

5.5.1.1 Este ensaio de impacto a frio destina-se a qualquer tipo de cabo coberto com PVC, independentemente do material de isolamento das veias, e às isolações de PVC de condutores, cordões flexíveis redondos ou com formato plano, sem cobertura de PVC, quando requerido pela especificação correspondente ao cabo.

5.5.1.2 A isolamento de PVC de cabos com cobertura não é submetida diretamente ao ensaio de impacto a frio.

5.5.2 Amostragem e preparação dos corpos de prova

Devem ser retirados três segmentos de cabo completo, em que cada um deve ter pelo menos um comprimento igual a cinco vezes o diâmetro do cabo, com um mínimo de 150 mm. Devem ser removidos todos os revestimentos exteriores ao componente a ser ensaiado.

5.5.3 Equipamento de ensaio

O equipamento a ser usado neste ensaio é apresentado na Figura 2 e deve ser colocado sobre uma base de esponja de borracha de aproximadamente 40 mm de espessura e mantido em uma câmara fria adequada, antes e durante o ensaio.

5.5.4 Condições de ensaio

5.5.4.1 A temperatura de ensaio deve estar de acordo com o estabelecido para o tipo de composto de PVC na norma correspondente ao cabo.

5.5.4.2 Para cabos de potência para instalações fixas, a massa do martelo destinada ao ensaio das amostras deve ser conforme estabelecido na Tabela 2.

Tabela 2 – Massa do martelo para cabos de potência – Instalação fixa

Diâmetro externo mm		Massa do martelo g
Acima de	Até e inclusive	
–	4,0	100
4,0	6,0	200
6,0	9,0	300
9,0	12,5	400
12,5	20,0	500
20,0	30,0	750
30,0	50,0	1 000
50,0	75,0	1 250
75,0	–	1 500

5.5.4.3 Para cabos flexíveis (cordões) e cabos para telecomunicações, a massa do martelo destinada ao ensaio das amostras deve ser conforme estabelecido na Tabela 3.



Tabela 3 – Massa do martelo para cabos flexíveis (cordões) e cabos para telecomunicações

Diâmetro externo mm		Massa do martelo g
Acima de	Até e inclusive	
Cabos flexíveis (cordões) planos		100
–	6,0	100
6,0	10,0	200
10,0	15,0	300
15,0	25,0	400
25,0	35,0	500
35,0	–	600

5.5.4.4 O diâmetro externo referido nas Tabelas 1 a 3 deve ser medido em cada corpo de prova, por meio de paquímetro ou fita graduada para diâmetros.

5.5.4.5 Os cordões com formato plano, devem ser ensaiados com seu eixo menor perpendicular à base de apoio de aço.

5.5.5 Procedimento

5.5.5.1 Colocar o aparelho e os segmentos de cabo a serem ensaiados lado a lado em uma câmara fria adequada e manter à temperatura especificada. Resfriar o conteúdo da câmara fria por um período não inferior a 16 h, incluindo o tempo que o aparelho precisa para alcançar a temperatura de ensaio. Entretanto, se o aparelho tiver sido previamente resfriado, é permitido um período de resfriamento mais curto, porém não inferior a 1 h, desde que as amostras tenham atingido a temperatura de ensaio requerida.

5.5.5.2 No final dos períodos prescritos, colocar cada segmento de cabo por vez na posição indicada na Figura 2 e deixar o martelo cair de uma altura de 100 mm.

5.5.5.3 Antes de examinar a isolamento dos cabos ou cordões sem cobertura, deixar os corpos de prova atingir aproximadamente a temperatura ambiente, após o ensaio.

5.5.5.4 Examinar a isolamento após os corpos de prova serem torcidos por um ângulo igual a 360° para cada comprimento de 100 mm, mantendo-os retos durante essa operação. Se, entretanto, não for possível torcer os corpos de prova dessa maneira, examiná-los conforme especificado para a cobertura.

5.5.5.5 Antes de examinar a cobertura, se existir, dos cabos e cordões, deixar os corpos de prova atingir aproximadamente a temperatura ambiente e em seguida imergi-los em água quente. Cortar a cobertura e abri-la na direção do eixo do cabo.

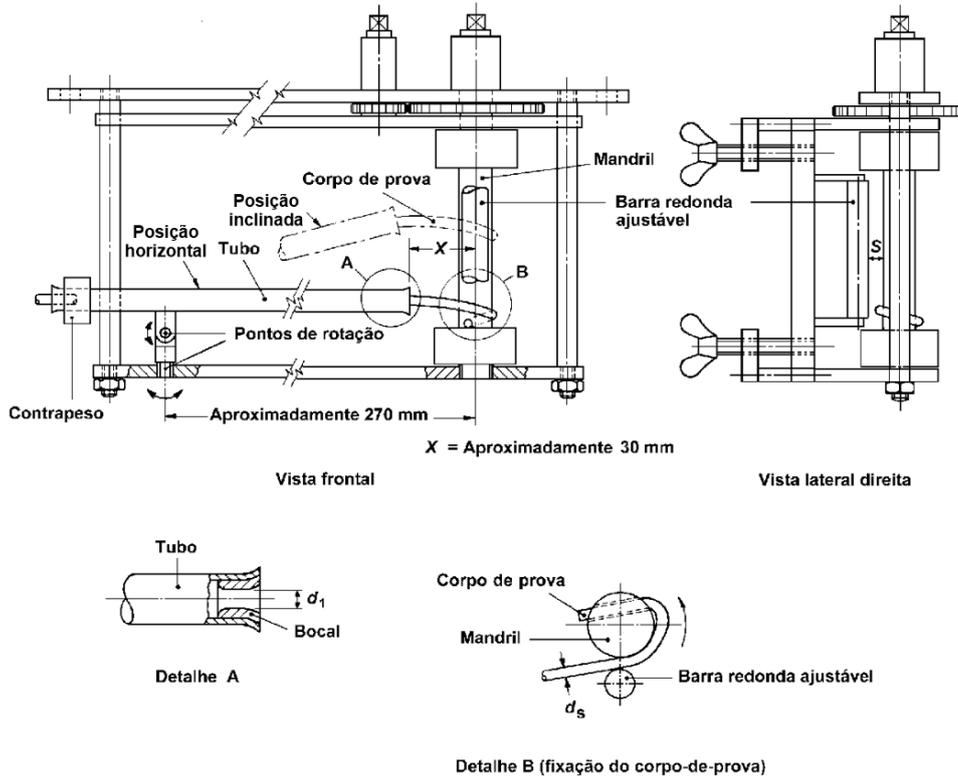
NOTA Água quente ao tato (entre 40 °C e 50 °C) tem sido considerada satisfatória.

5.5.5.6 Examinar os lados interno e externo da cobertura e da isolamento. Examinar a isolamento dos cabos e cordões com cobertura somente do lado externo.

5.5.6 Expressão dos resultados

5.5.6.1 Os três corpos de prova não podem apresentar fissuras visíveis com visão normal ou corrigida, sem aumento.

5.5.6.2 Se apenas um dos três corpos de prova apresentar fissuras, repetir o ensaio em três outros corpos de prova. Se nenhum deles apresentar fissuras, os requisitos do ensaio são atendidos. Porém, se qualquer dos três apresentar fissuras, o cabo ou a cobertura não satisfaz os requisitos do ensaio.



NOTA 1 $d_s < S < 1,5 d_s$ ¹⁾.

NOTA 2 $d_1 = 1,2$ a $1,5 \times d_s$.

onde

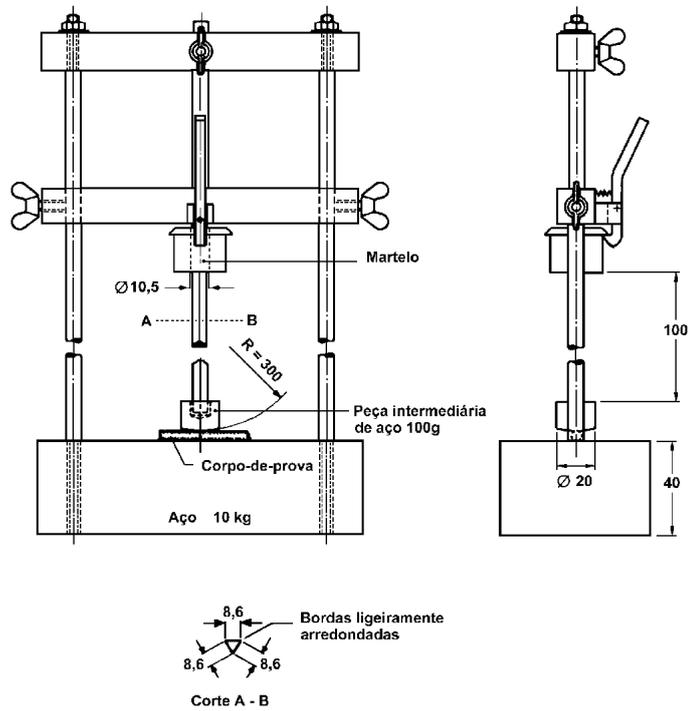
$d_s = d$ é diâmetro efetivo do corpo de prova, medido conforme 5.1.5

NOTA 3 Na posição horizontal (P.H.), convém que o tubo não pressione muito o corpo de prova para baixo.

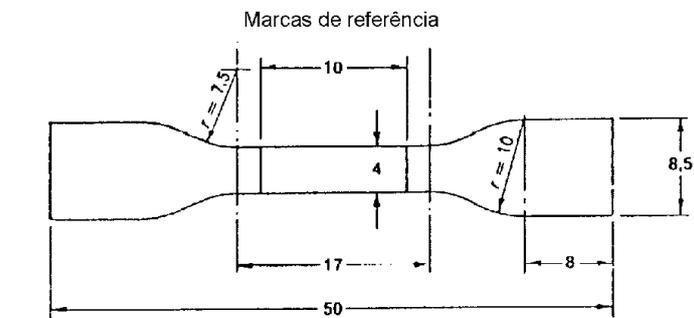
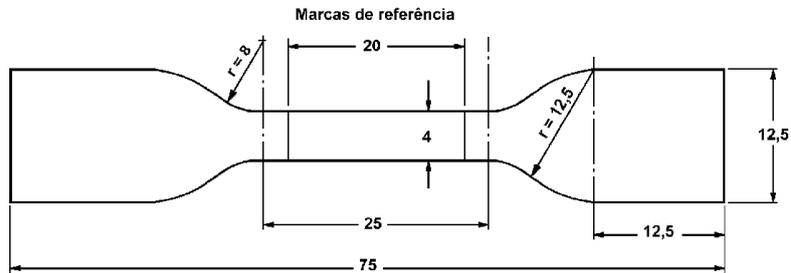
NOTA 4 Na posição inclinada (P.I.), convém que o tubo não pressione muito o corpo de prova para cima.

Figura 1 – Aparelho para dobramento a frio

Dimensões em milímetros



Dimensões em milímetros





Bibliografia

- [1] ISO 1183, *Plastics – Methods for determining the density and relative density of non-cellular plastics*