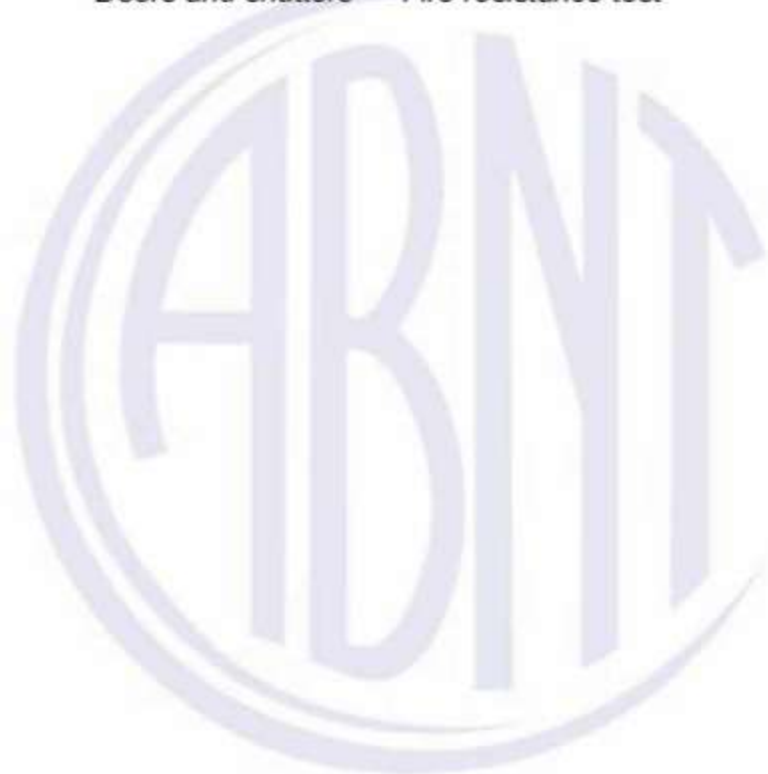

**Portas e vedadores — Ensaio de resistência
ao fogo**

Doors and shutters — Fire resistance test



ICS 13.220.99; 91.060.50

ISBN 978-85-07-09245-2



ASSOCIAÇÃO
BRASILEIRA
DE NORMAS
TÉCNICAS

Número de referência
ABNT NBR 6479:2022
77 páginas



© ABNT 2022

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	viii
Introdução	x
1 Escopo	1
2 Referências normativas.....	1
3 Termos e definições.....	2
4 Equipamentos de ensaio	5
5 Condições de ensaio	5
6 Preparação do corpo de prova	6
6.1 Geral.....	6
6.2 Concepção do corpo de prova.....	6
6.3 Tamanho do corpo de prova	6
6.4 Quantidade de corpos de prova	6
6.5 Verificação do corpo de prova.....	7
7 Instalação do corpo de prova	7
7.1 Geral.....	7
7.2 Construção de suporte.....	7
7.2.1 Geral.....	7
7.2.2 Construção de suporte padronizada.....	8
7.2.3 Montagem da construção de suporte	8
7.3 Folgas.....	18
8 Condicionamento do corpo de prova.....	22
9 Instrumentação.....	23
9.1 Temperatura.....	23
9.1.1 Termopares do forno	23
9.1.2 Termopares da superfície não exposta do corpo de prova	23
9.2 Pressão	42
9.3 Deflexão	42
9.4 Redução de radiação térmica	46
10 Procedimento de ensaio.....	46
10.1.1 Geral.....	46
10.1.2 Medição das dimensões das folgas	47
10.1.3 Medição da força de fechamento.....	47
10.1.4 Verificações finais	47
10.2 Ensaio de resistência ao fogo.....	48
10.2.1 Geral.....	48
10.2.2 Integridade.....	48
10.2.3 Isolamento térmica	49
10.2.4 Redução de radiação térmica	49
11 Critérios de desempenho	49
11.1 Integridade.....	49
11.2 Isolamento térmica	49

11.2.1	Geral	49
11.2.2	Áreas discretas.....	50
11.2.3	Aumento médio de temperatura	50
11.2.4	Aumento máximo de temperatura nas posições comuns descritas em 9.1.2.3 e classificação de isolamento térmica I_2 apresentada na ABNT NBR 16945	50
11.2.5	Aumento máximo de temperatura nas posições suplementares descritas em 9.1.2.4 e classificação de isolamento térmica I_1 apresentada na ABNT NBR 16945	50
11.3	Redução de radiação térmica	50
12	Relatório de ensaio	50
Anexo A (normativo) Campo direto de aplicação dos resultados de ensaio		52
A.1	Geral	52
A.2	Materiais e construção	52
A.2.1	Geral	52
A.2.2	Restrições específicas em relação aos materiais e construção	52
A.2.2.1	Construção em madeira	52
A.2.2.2	Construção em metal.....	53
A.2.2.3	Construção envidraçada	53
A.2.3	Acabamentos.....	53
A.2.3.1	Pintura	53
A.2.3.2	Laminados decorativos e vernizes.....	53
A.2.4	Fixações	54
A.2.5	Componentes de fechamento e travamento.....	54
A.3	Variações permitidas no tamanho	54
A.3.1	Geral	54
A.3.2	Períodos de classificação	54
A.3.3	Grupos de elementos para variação das dimensões	55
A.3.3.1	Portas e vedadores com tipologia de giro ou pivotantes ou vedadores na forma de janelas que podem ser abertas.....	56
A.3.3.2	Portas e vedadores de correr horizontal e vertical seccionais	57
A.3.3.3	Portas e vedadores sanfonados, não isolados, com pele única de aço.....	58
A.3.3.4	Portas e vedadores de correr ou sanfonados isolados	58
A.3.3.5	Portas e vedadores de enrolar.....	58
A.3.3.6	Vedadores na forma de cortinas operáveis.....	59
A.4	Ensaio de portas e vedadores em uma única direção.....	59
A.4.1	Geral	59
A.4.2	Diretrizes específicas.....	59
A.5	Construção de suporte	60
A.5.1	Geral	60
A.5.2	Construções de suporte padronizadas rígidas de alta ou baixa densidade	61
A.5.3	Construções de suporte padronizadas flexíveis.....	61
A.5.4	Regras específicas para portas ou vedadores com tipologia de giro ou pivotantes.....	61
A.6	Construções de suporte não padronizadas	62
Anexo B (normativo) Diferentes construções de suporte padronizadas		63

- h) removable shutters in walls;*
- i) operable curtain shutters.*

General guidelines for mechanical pre-evaluation of the element before the conduct of the fire-resistance test are part of this Standard.

This Standard does not cover tests for landing doors (see ABNT NBR 16755), seals (see ABNT NBR 16944), dampers (see ISO 21925-1, when they are mechanical, or ISO 21925-2, when intumescent) and shutters applied to conveyor system assemblies (see EN 1366-7).



B.1	Geral	63
B.2	Construções de suporte padronizadas rígidas	63
B.2.1	Construção de alta densidade	63
B.2.2	Construção de baixa densidade	63
B.3	Construções de suporte padronizadas flexíveis.....	63
Anexo C	(normativo) Requisitos de condicionamento	66
C.1	Geral	66
C.2	Requisitos	66
C.2.1	Construções de suporte de alvenaria ou concreto.....	66
C.2.2	Construções de suporte padronizadas flexíveis.....	66
C.2.3	Materiais selantes à base de água.....	66
C.2.4	Marcos que incorporem materiais à base de água	67
Anexo D	(normativo) Grelhas de ventilação.....	68
D.1	Geral	68
D.2	Recomendações para medição de temperatura em grelhas de ventilação.....	68
Anexo E	(informativo) Embasamento para as regras de determinação do campo direto de aplicação dos resultados de ensaio.....	69
E.1	Geral	69
E.2	Portas e vedadores com tipologia de giro.....	69
E.2.1	Geral	69
E.2.2	Portas e vedadores com folha e marco de madeira	71
E.2.2.1	Critério da integridade	71
E.2.2.2	Critério da isolamento térmica	71
E.2.2.3	Resumo	71
E.2.3	Portas e vedadores com folha de madeira e marco em metal.....	72
E.2.3.1	Critério da integridade	72
E.2.3.2	Critério da isolamento térmica	72
E.2.3.3	Resumo	72
E.2.4	Portas e vedadores com folha e marco em metal.....	73
E.2.4.1	Critério da integridade	73
E.2.4.2	Critério da isolamento térmica	73
E.2.4.3	Resumo	74
E.3	Portas e vedadores pivotantes	74
E.3.1	Geral	74
E.3.2	Conclusão	74
E.4	Portas e vedadores de enrolar.....	75
E.4.1	Critério da integridade	75
E.4.2	Critério da isolamento térmica	75
E.4.3	Conclusões	75
E.5	Portas e vedadores de correr ou sanfonados	75
E.5.1	Geral	75
E.5.2	Critério da integridade	75
E.5.3	Critério da isolamento térmica	76

E.5.4	Conclusão.....	76
	Bibliografia.....	77

Figuras

Figura 1	– Medidor de fendas de 20 mm	5
Figura 2	– Exemplo de seção transversal horizontal de uma construção de suporte padronizada flexível.....	9
Figura 3	– Exemplo de ensaio de porta em uma construção de suporte padronizada rígida ...	10
Figura 4	– Exemplo de ensaio de porta em uma construção de suporte padronizada flexível ou não padronizada	11
Figura 5	– Exemplo de montagem de portas com tipologia de giro para ensaio – Seção horizontal	12
Figura 6	– Exemplo de montagem de múltiplas portas com tipologia de giro – Seção horizontal....	13
Figura 7	– Exemplo de montagem de portas com tipologia de giro para ensaio – Seção vertical	14
Figura 8	– Exemplo de montagem de porta de correr para ensaio	15
Figura 9	– Exemplo de montagem de porta ou vedador sanfonado para ensaio	16
Figura 10	– Exemplo de montagem de porta e vedador de enrolar para ensaio.....	17
Figura 11	– Exemplos de medição de folgas em portas com tipologia de giro, pivotantes e vedadores – Seções verticais	18
Figura 12	– Exemplos de medição de folgas em portas com tipologia de giro, pivotantes e vedadores – Seções horizontais.....	19
Figura 13	– Exemplos de medição de folgas em outros tipos de portas ou vedadores – Seções horizontais.....	20
Figura 14	– Exemplos de medição de folgas em outros tipos de portas ou vedadores – Seções verticais	21
Figura 15	– Exemplos de sobreposições e folgas em portas ou vedadores de correr e de enrolar	22
Figura 16	– Exemplo de posicionamento dos termopares do forno – Seções horizontais	23
Figura 17	– Exemplo de localização de termopares na superfície não exposta de uma porta com tipologia de giro e folha única com largura visível de 1200 mm.....	25
Figura 18	– Exemplo de localização de termopares na superfície não exposta de uma porta com tipologia de giro e folha dupla.....	26
Figura 19	– Exemplos detalhados de localização de termopares na superfície não exposta de portas com tipologia de giro e pivotantes.....	27
Figura 20	– Exemplos de localização de termopares na superfície não exposta próximos às bordas de encontro em portas com tipologia de giro e pivotantes com folha dupla – Seções horizontais.....	28
Figura 21	– Exemplo de localização de termopares na superfície não exposta de portas de correr com folha única	29
Figura 22	– Exemplo de localização de termopares para medição do aumento máximo de temperatura na superfície não exposta de portas de correr com folha única	30
Figura 23	– Exemplo de localização de termopares na superfície não exposta de portas e vedadores de enrolar	31

Figura 24 – Redução no número de termopares na superfície não exposta de portas com tipologia de giro e pivotantes cuja folha possui menos de 1200 mm de largura visível	32
Figura 25 – Exemplo de localização de termopares na superfície não exposta de portas com tipologia de giro e folha dupla incorporando bandeira	33
Figura 26 – Exemplo de localização de termopares na superfície não exposta de portas com tipologia de giro e folha dupla incorporando bandeira	34
Figura 27 – Exemplo de localização de termopares na superfície não exposta de portas que incorporem bandeira.....	35
Figura 28 – Exemplo de localização de termopares na superfície não exposta de portas com tipologia de giro que incorporem vidros	36
Figura 29 – Exemplo de localização de termopares na superfície não exposta de portas de correr que incorporem uma porta com tipologia de giro para passagem de pessoas...	37
Figura 30 – Exemplos de localização de termopares em áreas discretas	39
Figura 31 – Posições recomendadas para medição da deflexão em portas com tipologia de giro e folha única.....	43
Figura 32 – Posições recomendadas para medição da deflexão em portas com tipologia de giro e folha dupla	44
Figura 33 – Posições recomendadas para medição da deflexão em portas e vedadores sanfonados	45
Figura 34 – Posições recomendadas para medição da deflexão em portas e vedadores de enrolar	46
Figura E.1 – Posições recomendadas para medição da deflexão em portas e vedadores de enrolar	70
Tabelas	
Tabela A.1 – Tempos de classificação e respectivos tempos adicionais necessários de ensaio para elementos se enquadrarem na Categoria B	55
Tabela A.2 – Tipo de porta ou vedador e direção a ser ensaiada para aplicação dos resultados do ensaio à outra direção.....	60
Tabela B.1 – Especificações para construções de suporte padronizadas flexíveis	64
Tabela D.1 – Número de termopares em grelhas de ventilação.....	68

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 6479 foi elaborada no Comitê Brasileiro de Segurança contra Incêndio (ABNT/CB-024), pela Comissão de Estudo de Vedações Corta-fogo (CE-024:101.006). O Projeto de Revisão circulou em Consulta Nacional conforme Edital nº 07, de 04.07.2022 a 02.08.2022.

A ABNT NBR 6479 é baseada nas DIN EN 1363-1:2012, EN 1634-1:2014 e ISO 3008-1:2019.

A ABNT NBR 6479:2022 cancela e substitui a ABNT NBR 6479:1980, a qual foi tecnicamente revisada.

O Escopo em inglês da ABNT NBR 6479 é o seguinte:

Scope

This Standard specifies the method for determining the fire resistance of doors and shutter assemblies, whose function is to cover existing openings in separating elements, such as:

- a) *hinged doors and shutters;*
- b) *pivoted doors and shutters;*
- c) *horizontally sliding and vertically sliding articulated and sectional doors and shutters;*
- d) *folding doors and shutters;*
- e) *tilting doors and shutters;*
- f) *rolling doors and shutters;*
- g) *shutters in the form of openable windows;*

Introdução

Esta Norma contém diretrizes específicas para ensaios de resistência ao fogo de portas e vedadores. As diretrizes para ensaio desses elementos construtivos são aplicadas em conjunto com as diretrizes gerais contidas na ABNT NBR 16965 e as classificações apresentadas na ABNT NBR 16945.

Esta Norma abrange a classificação de elementos, com relação ao critério de isolamento térmica I_1 e I_2 , descritos na ABNT NBR 16945. O I_2 é a classificação básica para as portas e vedadores com relação à isolamento térmica, porém, alguns fabricantes e solicitantes dos ensaios podem apresentar necessidades específicas para seus produtos e, portanto, solicitar a avaliação desses elementos pelo critério I_1 , o qual envolve limites de aceitação mais rigorosos em relação à elevação de temperaturas na face não exposta ao fogo.

Os ensaios de resistência ao fogo descritos nesta Norma são realizados após a execução de ensaios mecânicos previstos nas normas de requisitos que tratam especificamente de cada tipo de porta ou vedador e só são executados caso obtenham desempenho satisfatório. A mesma condição se aplica às classificações adicionais relativas ao controle de fumaça – S e ao fechamento automático – C, consideradas na ABNT NBR 16945.

Portas e vedadores — Ensaio de resistência ao fogo

1 Escopo

Esta Norma especifica o método para determinação da resistência ao fogo de portas e vedadores, que têm a função de vedar aberturas existentes em elementos de compartimentação, como:

- a) portas e vedadores com tipologia de giro;
- b) portas e vedadores pivotantes;
- c) portas e vedadores de correr horizontal ou vertical, articulados ou seccionais;
- d) portas e vedadores sanfonados;
- e) portas e vedadores basculantes;
- f) portas e vedadores de enrolar;
- g) vedadores na forma de janelas que podem ser abertas;
- h) vedadores removíveis em paredes;
- i) vedadores na forma de cortinas operáveis.

Fazem parte desta Norma diretrizes gerais para a pré-avaliação de funcionamento do elemento antes da realização do ensaio de resistência ao fogo.

Esta Norma não abrange ensaios de portas de elevador (ver a ABNT NBR 16755), selagens (ver a ABNT NBR 16944) dampers (ver a ISO 21925-1, quando estes forem mecânicos, ou ISO 21925-2, quando intumescentes) e vedações aplicadas a esteiras transportadoras (ver a EN 1366-7).

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 10636-1, *Componentes construtivos não estruturais – Ensaio de resistência ao fogo – Parte 1: Paredes e divisórias de compartimentação*

ABNT NBR 16945, *Classificação da resistência ao fogo de elementos construtivos de edificações*

ABNT NBR 16965, *Ensaio de resistência ao fogo de elementos construtivos – Diretrizes gerais*

ISO/TR 12470-2, *Fire-resistance tests – Guidance on the application and extension of results from tests conducted on fire containment assemblies and products – Part 2: Non-loadbearing elements*

3 Termos e definições

Para os efeitos deste documento, aplicam-se os seguintes termos e definições.

3.1

aplicação de uso final

aplicação real de um elemento construtivo, em relação a todos os aspectos que influenciam seu comportamento e sob situação específica de exposição ao fogo

NOTA Abrange aspectos como intensidade de uso, orientação, posição em relação a outros elementos adjacentes e método de fixação.

3.2

área discreta

partes integrantes da porta ou vedador que apresentam, isoladamente ou conjuntamente, diferentes níveis de isolamento térmica, com área superficial de no mínimo 0,1 m²

3.3

bandeira

elemento fixo instalado sobre a(s) folha(s) da porta ou vedador

3.4

borda livre

borda da construção de suporte que é mantida sem vinculação mecânica com o quadro de restrição e somente é selada termicamente, de forma a impedir a evasão de gases quentes de dentro do forno

3.5

campo ampliado de aplicação

resultado de um processo, envolvendo a aplicação de regras definidas que podem incorporar procedimentos de cálculo, prevendo o resultado de um ensaio com base em um ou mais resultados obtidos em ensaios realizados segundo a mesma norma, considerando variações de propriedades do elemento construtivo ou variações da aplicação de uso final

3.6

campo direto de aplicação

resultado de um processo, envolvendo a aplicação de regras definidas, por meio do qual considera-se que um resultado de ensaio é igualmente válido para variações em uma ou mais propriedades do elemento construtivo ou aplicação de uso final

3.7

componente da porta ou vedador

dobradiças, puxadores, fechaduras, engrenagens, dispositivos de fechamento, componentes elétricos, fiação e quaisquer outros itens que integrem o conjunto da porta ou vedador e são indispensáveis ao seu funcionamento

3.8

construção de suporte

construção necessária para o ensaio no qual o corpo de prova é montado

EXEMPLO Parede na qual uma porta é instalada

3.9

construção de suporte não padronizada

construção de suporte específica utilizada em conjunto com uma porta ou vedador e que não tem sua influência no ensaio quantificada e, portanto, gera resultados de ensaio restritos à situação que foi ensaiada

NOTA Informações gerais sobre esse tipo de construção são apresentadas na ABNT NBR 16965.

3.10

construção de suporte padronizada

construção de suporte que tem uma influência quantificável na transferência de calor entre a construção e o corpo de prova, podendo, portanto, gerar resultados de ensaio mais amplos quanto a variações permitidas na aplicação de uso final

NOTA Informações específicas sobre esse tipo de construção são apresentadas no Anexo B.

3.11

cortina operável

vedador constituído de tecido capaz de resistir ao fogo e que pode ser fechado automaticamente durante um incêndio

3.12

elemento de compartimentação horizontal

elemento construtivo dotado de resistência ao fogo que separa áreas adjacentes em um pavimento, com o propósito de conter o incêndio no compartimento de origem, limitando sua propagação no plano horizontal

3.13

elemento de compartimentação vertical

elemento construtivo dotado de resistência ao fogo que separa pavimentos consecutivos, com o propósito de conter o incêndio no pavimento de origem, limitando sua propagação no plano vertical

3.14

folga fenda

abertura ou espaço existente entre duas superfícies ou bordas adjacentes que pode ou não levar à falha do critério da integridade

3.15

folha

componente móvel, destinado a vedar o vão de passagem ou parte móvel principal de uma porta ou vedador

3.16

guias

perfis-guia fixados às ombreiras, dentro dos quais as portas ou os vedadores de enrolar deslizam nos movimentos de abertura e fechamento

3.17

integridade

E

capacidade do elemento construtivo de compartimentação de suportar a exposição ao fogo em um lado apenas, por um determinado período de tempo, sem que haja a transmissão do fogo para o outro lado,

avaliada por meio da ocorrência de trincas ou aberturas que excedam determinadas dimensões, pela passagem de quantidade significativa de gases quentes ou chamas, ou pela falha dos mecanismos de travamento, no caso de elementos móveis, como portas e vedadores

NOTA Esse critério incorpora os critérios denominados "integridade" e "estanqueidade" que estão presentes na ABNT NBR 11742:2018.

3.18

isolação térmica

I

capacidade do elemento construtivo de compartimentação de suportar a exposição ao fogo em um lado apenas, por um determinado período de tempo, contendo a transmissão do fogo para o outro lado, causada pela condução de calor em quantidade suficiente para ignizar materiais em contato com a sua superfície protegida e, também, a capacidade de prover uma barreira ao calor que proteja as pessoas próximas à superfície protegida, durante o período de classificação de resistência ao fogo

3.19

marco

componente ou parte fixa da porta ou vedador destinado a guarnecer o vão e sustentar a(s) folha(s)

3.20

ombreiras

partes verticais do marco

3.21

painel lateral

elemento fixo instalado em uma ou duas laterais da porta ou vedador, não incorporado a estes, e que compõe uma construção de suporte não padronizada

3.22

porta

conjunto constituído de marco ou guia, folha ou folhas, que podem ser dobradas, sanfonadas, deslizadas, enroladas etc., e respectivos componentes, que é provido para propiciar resistência ao fogo em aberturas inseridas em elementos de separação de ambientes destinadas à passagem de pessoas, materiais ou equipamentos no nível do piso

3.23

porta com tipologia de giro

porta cuja abertura e fechamento se dá por meio de dobradiças localizadas em uma das bordas verticais

3.24

quadro de restrição

quadro composto por estrutura metálica e/ou de concreto armado empregado para contenção da construção de suporte

3.25

soleira

elemento da construção de suporte que faz interface entre esta e a extremidade inferior da porta

3.26

travessa

membro horizontal integrante do marco que permite a fixação da bandeira

3.27

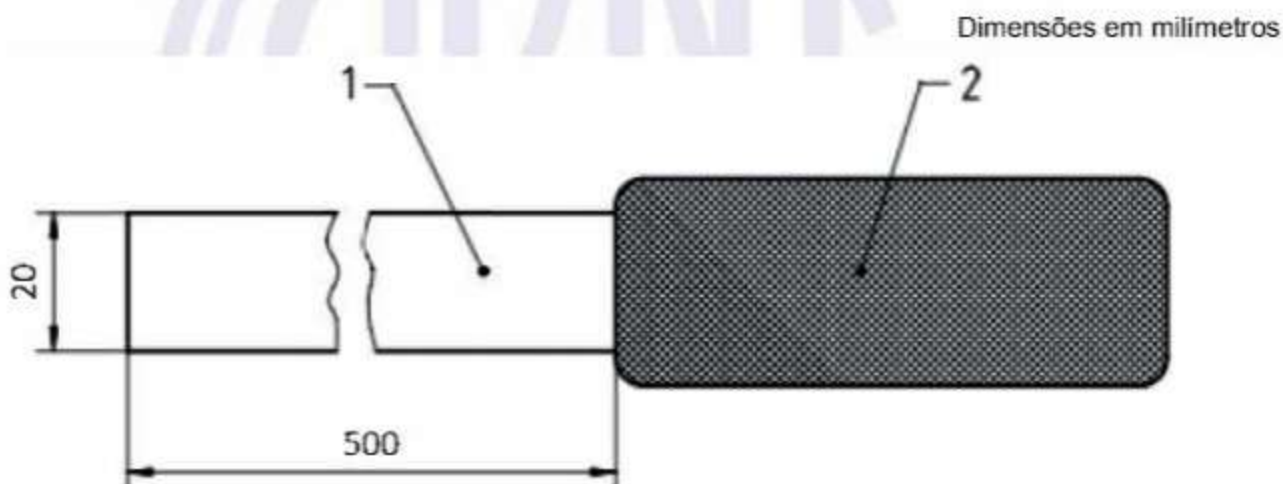
vedador

conjunto constituído de marco ou guia, folha ou folhas, que podem ser dobradas, sanfonadas, deslizadas, enroladas etc., e respectivos componentes, que é provido para propiciar resistência ao fogo em aberturas inseridas em elementos de compartimentação vertical ou em elementos de compartimentação horizontal, localizadas fora do nível do piso ou no nível do piso no caso de vedadores removíveis em paredes e cortinas operáveis

4 Equipamentos de ensaio

Os equipamentos empregados na realização dos ensaios de resistência ao fogo consistem em forno vertical ou horizontal, de acordo com a orientação do corpo de prova, construção de suporte e instrumentação, conforme especificados na ABNT NBR 16965.

Adicionalmente aos medidores de fendas especificados na ABNT NBR 16965, para avaliação do critério da integridade em portas e vedadores, deve ser adotado um medidor de fendas cilíndrico com $(20,0 \pm 0,2)$ mm de diâmetro, conforme apresentado na Figura 1.



Legenda

- 1 haste de aço inoxidável
- 2 cabo isolado

Figura 1 – Medidor de fendas de 20 mm

5 Condições de ensaio

Ensaio mecânicos de avaliação da porta ou vedador devem ser executados antes do ensaio de resistência ao fogo de acordo com os requisitos fornecidos em normas específicas de requisitos para cada tipo de elemento. Esses ensaios consideram parâmetros como: força máxima de abertura da porta, manobras anormais, deformações da folha da porta por carregamento e funcionamento mecânico, que envolve uma dada quantidade de ciclos de abertura e fechamento da porta com base em sua aplicação de uso final.

Diretrizes gerais para a pré-avaliação de funcionamento do elemento estão indicados nesta Norma e devem ser realizados antes dos ensaios de resistência ao fogo.

As condições de aquecimento, pressão e ambiente do forno durante o ensaio de resistência ao fogo devem estar de acordo com aquelas fornecidas na ABNT NBR 16965.

6 Preparação do corpo de prova

6.1 Geral

A orientação sobre a escolha de corpos de prova é fornecida na Norma de requisitos aplicadas a cada tipo de elemento, quando houver, e no Anexo A desta Norma, para que se obtenha o campo direto de aplicação dos resultados mais amplo possível. Caso seja necessário gerar uma aplicação ampliada dos resultados de ensaio, deve-se adicionalmente consultar o ISO/TR 12470-2, que fornece orientações para a composição de campos ampliados de aplicação.

As figuras incluídas nesta Norma exemplificam corpos de prova que englobam diferentes tipos de portas. Essas figuras também podem ser usadas por analogia para vedadores.

6.2 Concepção do corpo de prova

Quando o conjunto da porta ou vedador incorporar uma bandeira, envidraçada ou não, esta deve ser ensaiada como parte integrante do corpo de prova. Se o conjunto da porta ou vedador incorporar painéis laterais, esses devem ser considerados parte integrante de uma construção de suporte não padronizada. Caso os painéis laterais estejam somente em um lado da porta ou vedador, esses devem sempre ser instalados no lado do trinco de fechamento, quando houver.

O corpo de prova deve ser representativo da porta ou vedador usado na prática, incluindo quaisquer aspectos do projeto que sejam parte essencial do elemento e que possam influenciar seu comportamento no ensaio.

6.3 Tamanho do corpo de prova

O corpo de prova e todos os seus componentes devem possuir o tamanho real do elemento utilizado na prática, a menos que seja limitado pelo tamanho da abertura frontal do forno, que não pode ser inferior a 2,5 m × 2,5 m. Portas e vedadores que não puderem ser ensaiados em tamanho real devem ser ensaiados no tamanho máximo possível e de acordo com o especificado em 7.2.3.

6.4 Quantidade de corpos de prova

O ensaio de resistência ao fogo deve ser executado em ambos os lados do corpo de prova. Para isso, devem ser ensaiados no mínimo dois corpos de prova, idênticos, com a mesma direção de abertura e superfícies distintas expostas ao fogo. Isso pode ser feito de forma simultânea, caso as exigências dimensionais previstas na Seção 7 sejam atendidas. Caso a folha da porta ou vedador seja assimétrica, o número de ensaios deve ser ampliado para cobrir as situações possíveis de exposição ao fogo. O Anexo A apresenta informações quanto à aplicabilidade dos resultados de ensaio nessas situações, fornecendo cenários em que o ensaio pode ser feito somente em um dos lados do elemento, sem prejuízo dos resultados.

Se o ensaio for realizado apenas de um lado do corpo de prova e as regras contidas no Anexo A não forem atendidas, o resultado do ensaio não é conclusivo e deve ser declarado no relatório de ensaio que se trata de avaliação parcial ou que o corpo de prova apresenta resistência ao fogo apenas do lado ensaiado.

Essas regras devem prevalecer sobre orientações que as contradigam, contidas em Normas de especificação e requisitos de portas e vedadores, que estejam em vigor e que tenham sido publicadas anteriormente a esta Norma.

6.5 Verificação do corpo de prova

O solicitante do ensaio deve fornecer o projeto do corpo de prova com especificações de todos os componentes e o detalhamento dimensional de todos eles, incluindo fixação dos componentes entre si e detalhes de montagem do conjunto na aplicação de uso final. Todas essas informações devem ser suficientes para permitir que o laboratório conduza um exame aprofundado antes do ensaio e que possa comprovar a precisão das informações fornecidas. Caso essas informações não sejam entregues ou sejam insuficientes, o laboratório deve requerê-las do solicitante do ensaio.

Um corpo de prova adicional, além dos dois necessários para o ensaio de resistência ao fogo em ambos os lados, conforme apresentado em 6.4, deve ser entregue ao laboratório para que as verificações indicadas sejam realizadas. Esse terceiro corpo de prova deve apresentar a mesma direção de abertura dos outros dois. Todos os corpos de prova se tornam inutilizáveis após a avaliação.

7 Instalação do corpo de prova

7.1 Geral

O corpo de prova deve ser instalado conforme a aplicação de uso final, incorporando todos os componentes e quaisquer outros itens que possam influenciar no desempenho do corpo de prova.

O corpo de prova deve ser montado em uma construção de suporte, cujo campo de aplicação abranja o tipo de construção no qual ele se destina a ser usado. O projeto da vinculação entre o corpo de prova e a construção de suporte, incluindo quaisquer revestimentos e materiais usados para fazer a vinculação, deve ser aquele utilizado na aplicação de uso final e deve ser considerado como parte integrante do corpo de prova. O corpo de prova deve ser montado dentro da construção de suporte de modo que o plano de sua superfície exposta fique coincidente ou paralelo com o plano da superfície exposta da construção de suporte, a menos que o procedimento de montagem normal fornecido não permita isso.

Toda a área do corpo de prova, juntamente às dimensões mínimas da construção de suporte prevista em 7.2.3 devem ser expostas ao aquecimento.

Em ensaios simultâneos de dois corpos de prova com tipologia de giro, ambos devem ser montados de forma que o lado da fechadura ou trinco esteja próximo ao centro geométrico da estrutura de ensaio e as dobradiças próximas às bordas da estrutura de ensaio.

7.2 Construção de suporte

7.2.1 Geral

A resistência ao fogo de qualquer construção de suporte não pode ser determinada a partir de um ensaio em conjunto com a porta ou vedador, mas deve ser antecipadamente prevista e adequada àquela presumida para o corpo de prova.

7.2.2 Construção de suporte padronizada

A escolha da construção de suporte padronizada deve ser feita com base na aplicação de uso final da porta ou vedador. O campo direto de aplicação do ensaio feito com uma dada construção de suporte padronizada é discutido em A.5.

As diferentes construções de suporte padronizadas que podem ser utilizadas em ensaios de portas e vedadores são apresentadas no Anexo B.

7.2.3 Montagem da construção de suporte

As Figuras 2 a 10 ilustram o uso de construções de suporte em conjunto com a montagem de corpos de prova de diferentes tipos de portas ou vedadores. A construção de suporte deve ser construída dentro de um quadro de restrição em conformidade com a ABNT NBR 16965. A construção de suporte deve ser preparada antes da montagem do corpo de prova deixando uma abertura do tamanho desejado, exceto quando normalmente for construída em conjunto com o elemento ensaiado usando métodos de fixação apropriados.

As construções de suporte padronizadas flexíveis e construções de suporte não padronizadas, correspondendo a divisórias ou paredes, devem ser construídas de modo que as suas bordas verticais estejam livres, ou seja, não vinculadas ao quadro de restrição.

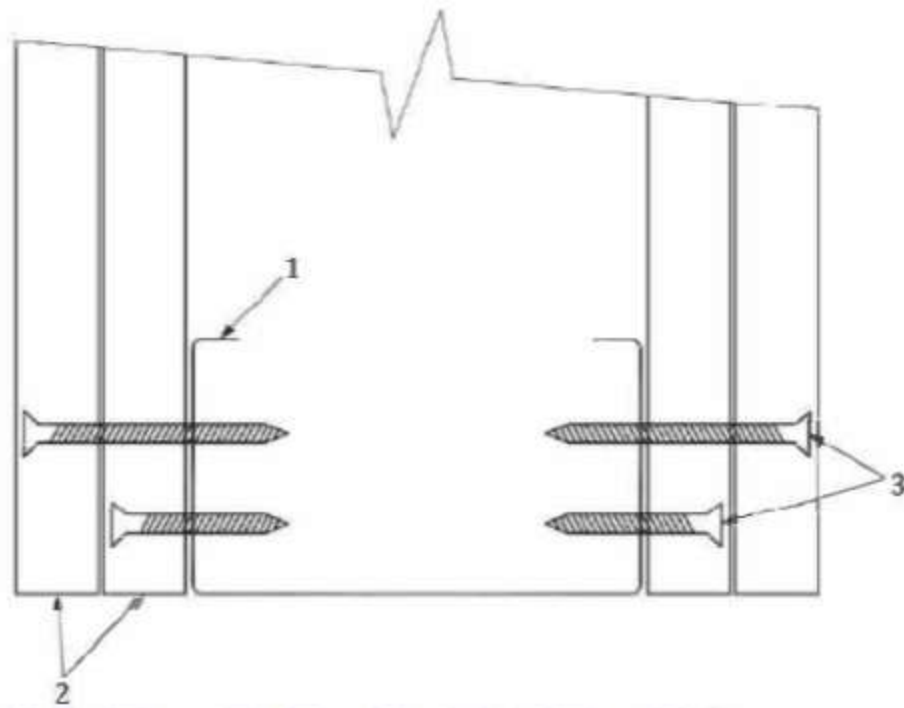
As construções de suporte padronizadas rígidas devem ser construídas de modo que todas as suas bordas estejam vinculadas ao quadro de restrição.

Deve haver uma região da construção de suporte exposta ao fogo com dimensões mínimas de 100 mm de largura de cada lado do corpo de prova e 200 mm acima do corpo de prova.

É permitida a realização de ensaios contendo mais de um corpo de prova, desde que haja uma largura mínima de 200 mm de construção de suporte entre os corpos de prova quando o ensaio envolver construções de suporte padronizadas rígidas ou uma largura mínima de 300 mm de construção de suporte entre os corpos de prova quando o ensaio envolver construções de suporte padronizadas flexíveis ou não padronizadas. Em ambos os casos deve haver uma separação mínima de 100 mm entre cada corpo de prova e as bordas laterais do quadro de restrição.

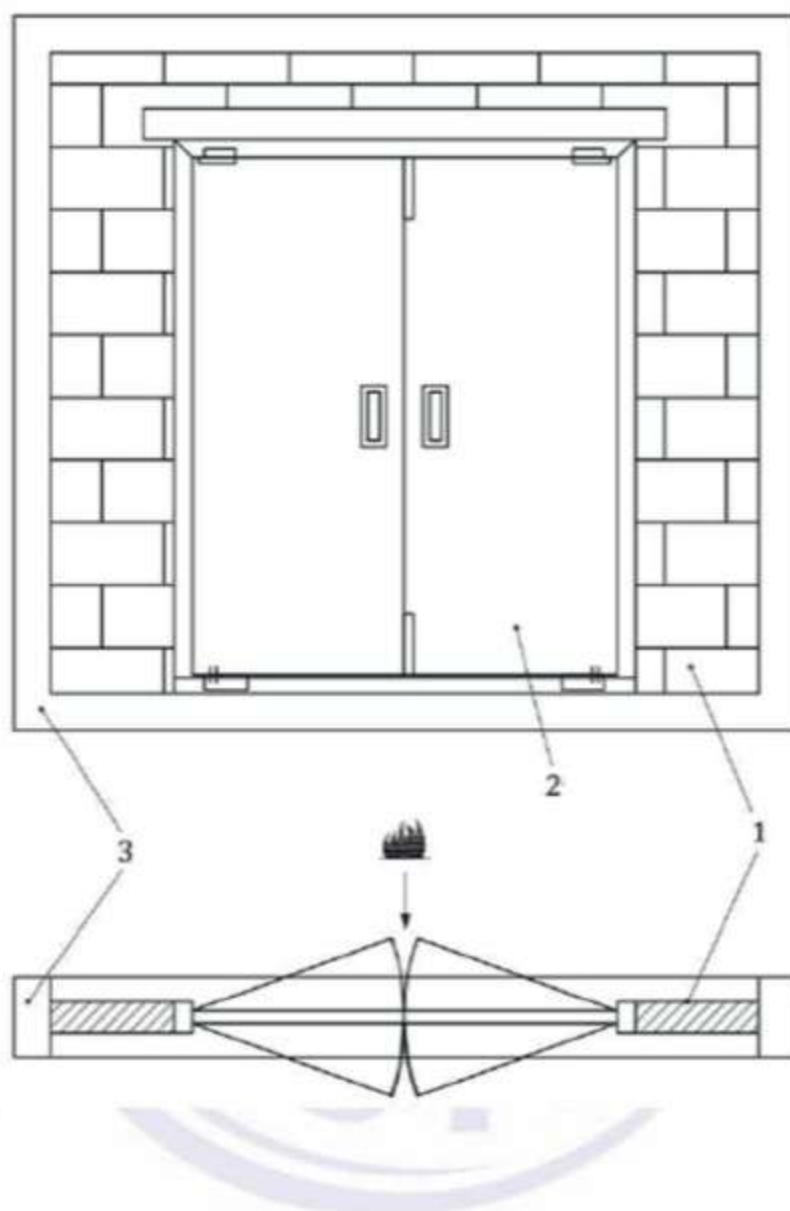
Se a borda inferior da porta ou vedador estiver no nível do piso na aplicação de uso final, então no ensaio isso deve ser simulado por meio de uma extensão de piso feito de material sólido incombustível que tenha uma dimensão mínima de 150 mm medida a partir da superfície da folha, em ambos os lados do corpo de prova, ou seja, do lado exposto e não exposto ao fogo. O material usado para esse fim deve ter uma densidade mínima de 450 kg/m^3 . A base do forno pode ser utilizada para esse fim, desde que esteja nivelada com a base do corpo de prova. Caso a aplicação de uso final contenha uma soleira que é utilizada em conjunto com uma porta ou vedador, isso deve ser incorporado ao corpo de prova, colocando-a sobre a extensão do piso. Caso a porta ou vedador possua marco nos quatro lados da abertura, então o corpo de prova pode ser montado simplesmente dentro da construção de suporte sem a extensão do piso.

NOTA Quando uma porta ou vedador for ensaiado em conjunto com uma extensão de piso não combustível, isso não representa uma aplicação de uso final em que o elemento seja utilizado em conjunto com um piso combustível como, por exemplo, madeira ou materiais têxteis.

**Legenda**

- 1 perfil de chapa de aço dobrada a frio
- 2 chapa de gesso cartonado de 12,5 mm
- 3 parafuso de fixação das chapas de gesso ao perfil

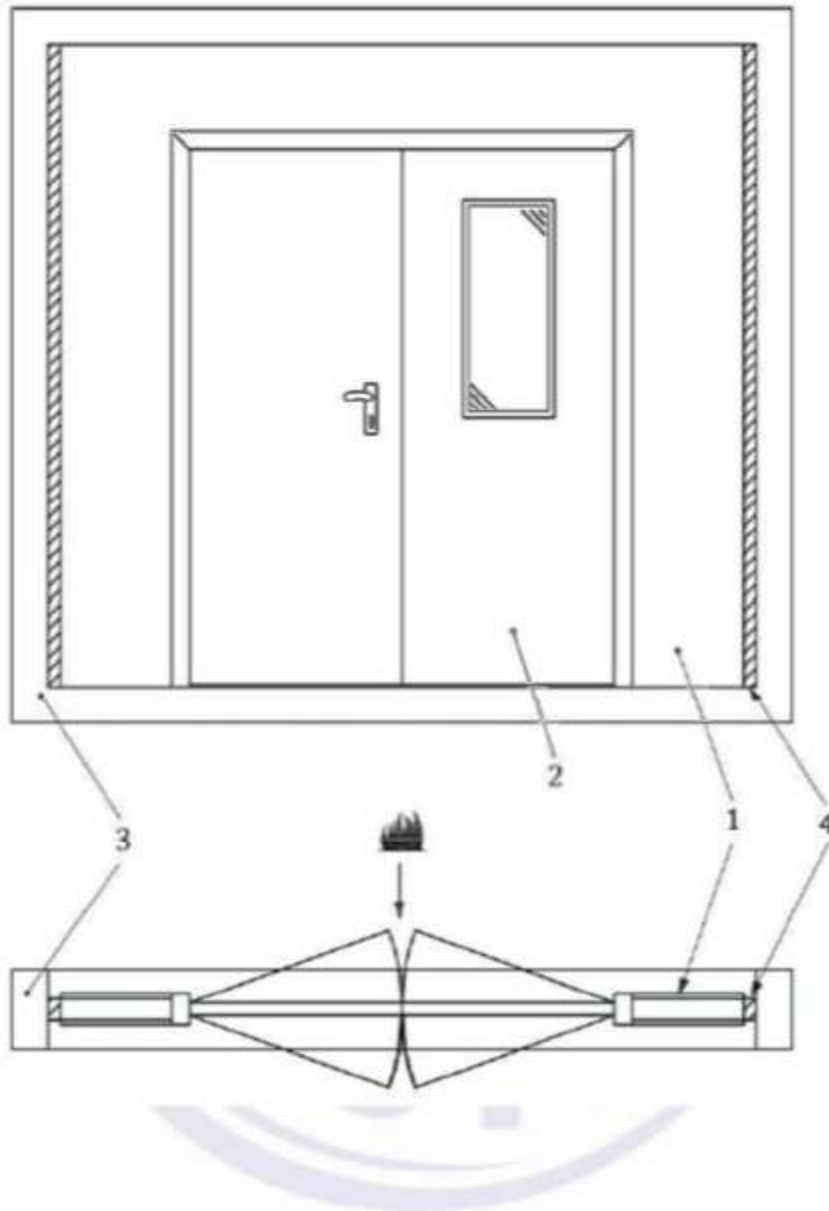
Figura 2 – Exemplo de seção transversal horizontal de uma construção de suporte padronizada flexível



Legenda

- 1 construção de suporte padronizada rígida feita em alvenaria
- 2 corpo de prova
- 3 quadro de restrição

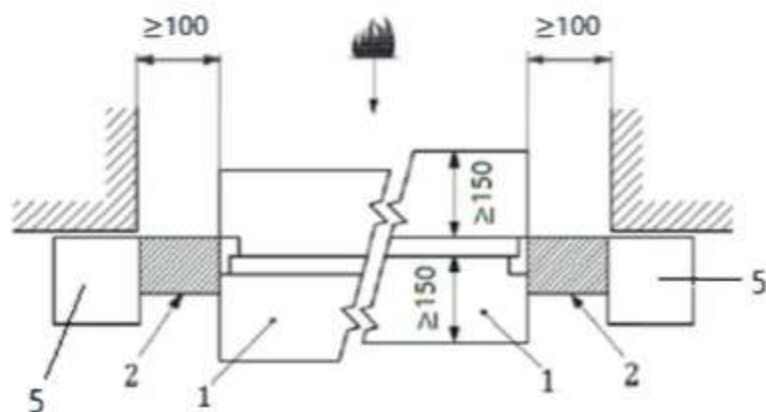
Figura 3 – Exemplo de ensaio de porta em uma construção de suporte padronizada rígida



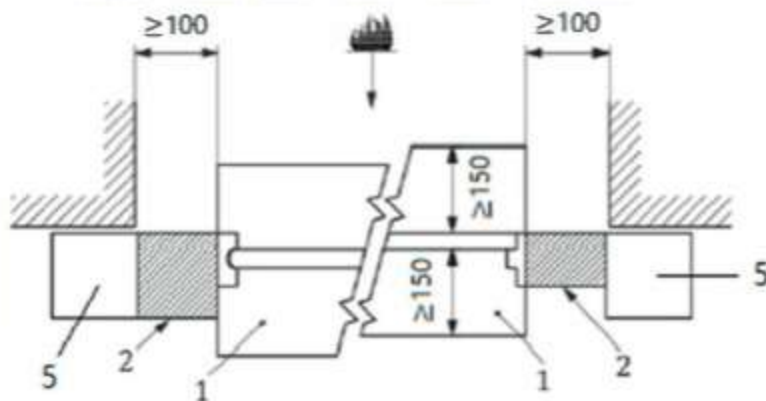
Legenda

- 1 construção de suporte padronizada flexível ou não padronizada
- 2 corpo de prova
- 3 quadro de restrição
- 4 borda livre

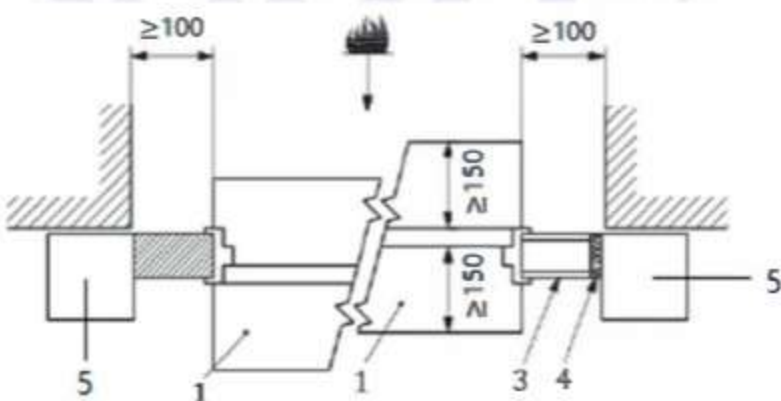
Figura 4 – Exemplo de ensaio de porta em uma construção de suporte padronizada flexível ou não padronizada



a) construções de suporte padronizadas rígidas



b) construções de suporte padronizadas rígidas com espessuras distintas

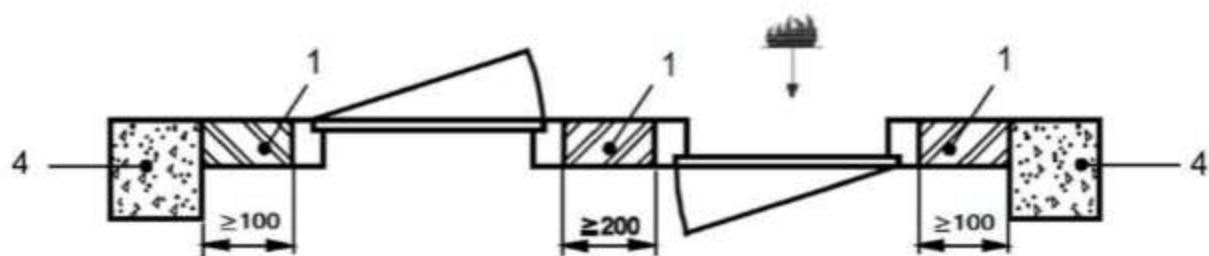


c) construções de suporte padronizadas rígida e flexível

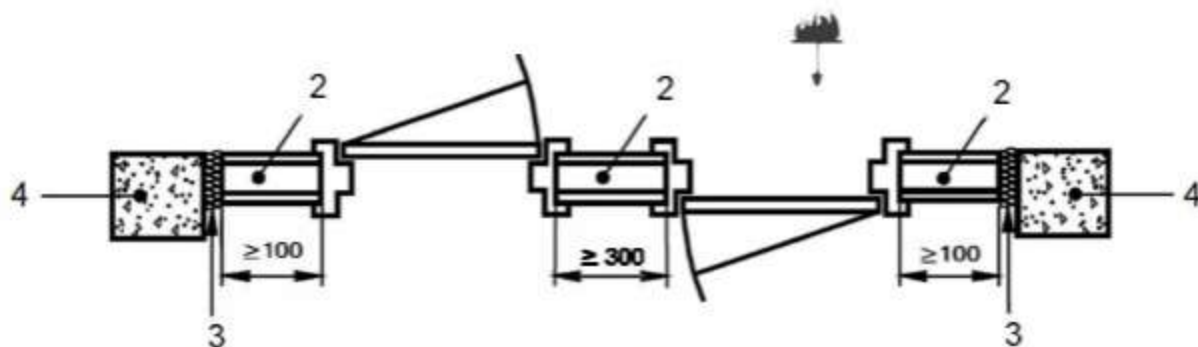
Legenda

- 1 piso
- 2 construção de suporte padronizada rígida
- 3 construção de suporte padronizada flexível ou não padronizada
- 4 borda livre
- 5 quadro de restrição

Figura 5 – Exemplo de montagem de portas com tipologia de giro para ensaio – Seção horizontal



a) construção de suporte padronizada rígida



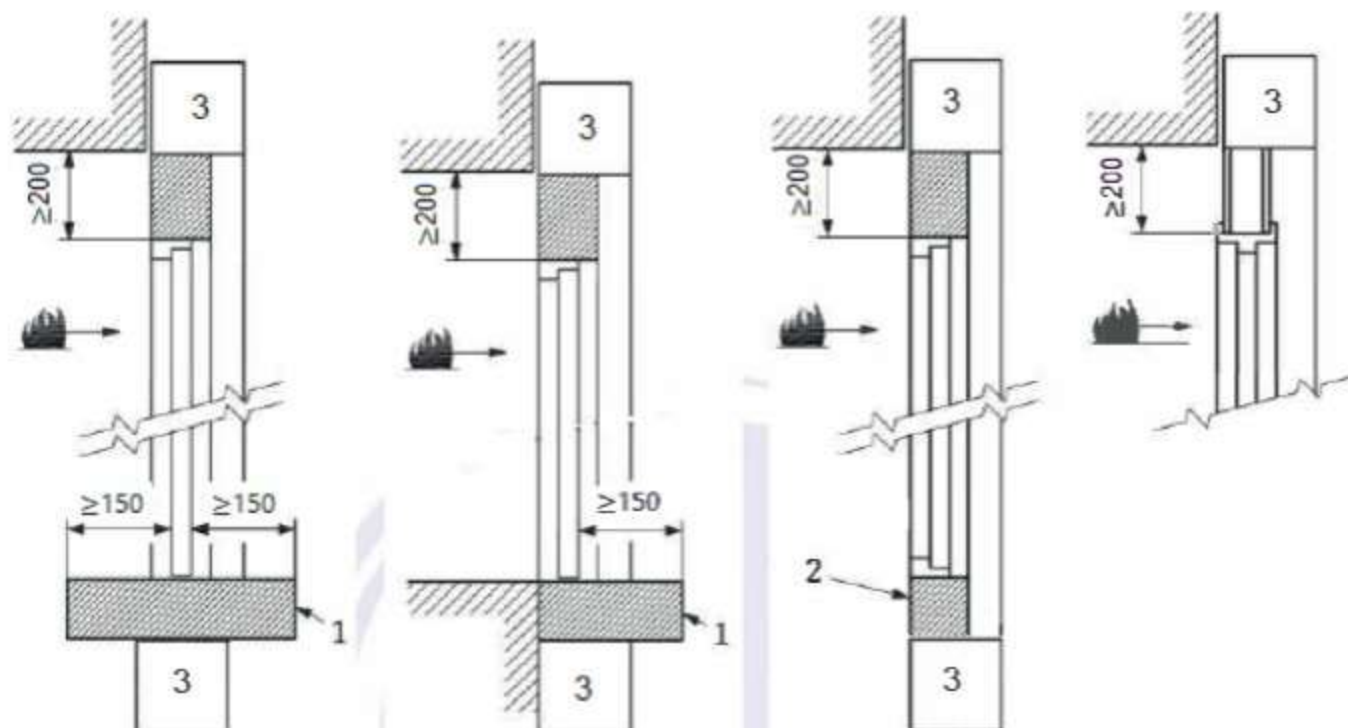
b) construção de suporte padronizada flexível

Legenda

- 1 construção de suporte padronizada rígida
- 2 construção de suporte padronizada flexível ou não padronizada
- 3 borda livre
- 4 quadro de restrição

Figura 6 – Exemplo de montagem de múltiplas portas com tipologia de giro – Seção horizontal

Dimensões em milímetros



a) construção de suporte padronizada rígida com piso em ambos os lados

b) construção de suporte padronizada rígida com piso somente em um lado

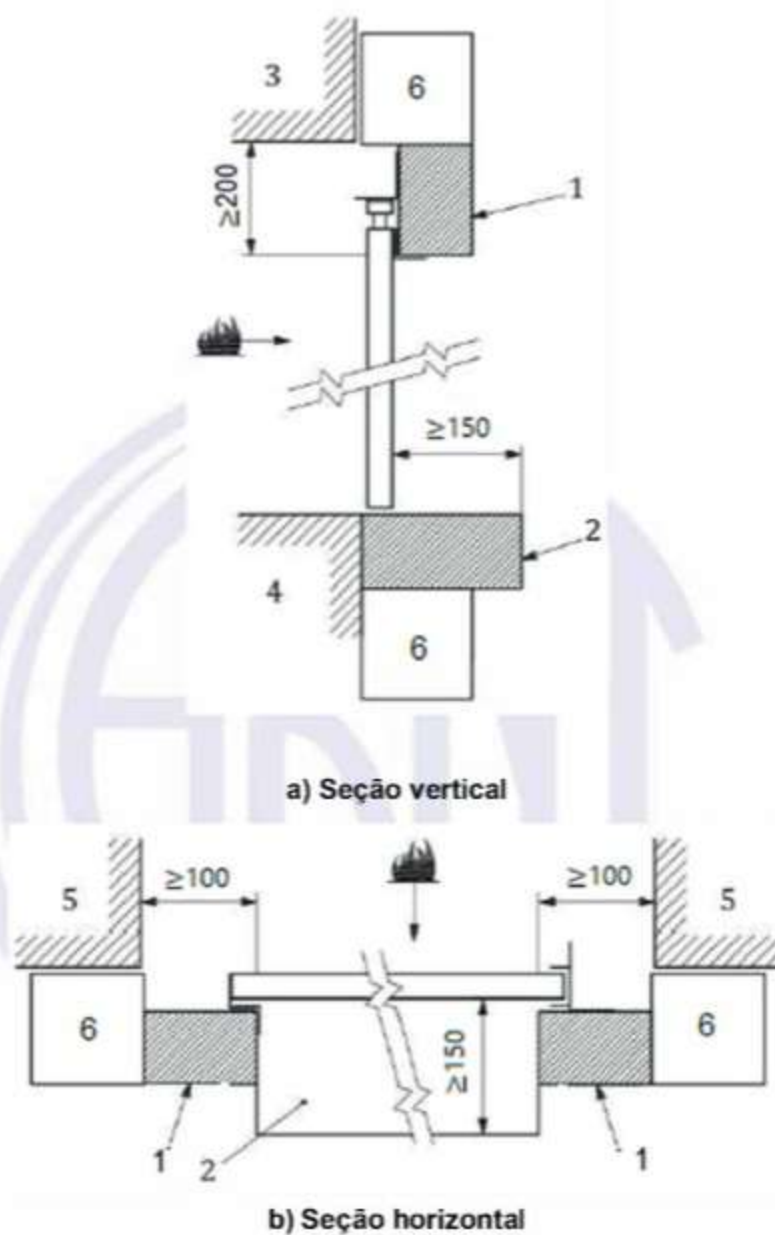
c) construção de suporte padronizada rígida sem piso

d) construção de suporte padronizada flexível

Legenda

- 1 piso não combustível
- 2 construção de suporte
- 3 quadro de restrição

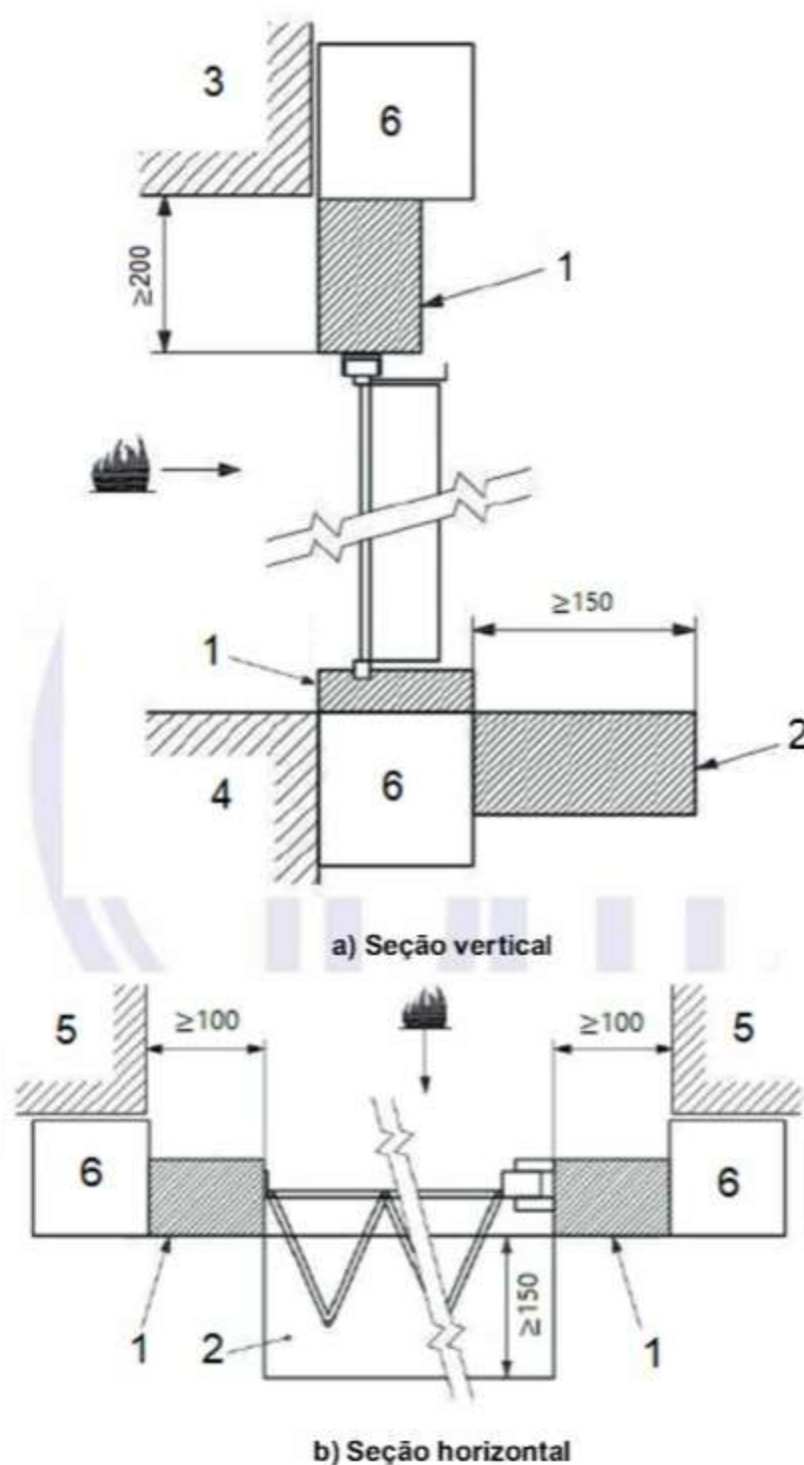
Figura 7 – Exemplo de montagem de portas com tipologia de giro para ensaio – Seção vertical



Legenda

- 1 construção de suporte
- 2 piso não combustível
- 3 seção superior do forno
- 4 seção inferior do forno
- 5 lateral do forno
- 6 quadro de restrição

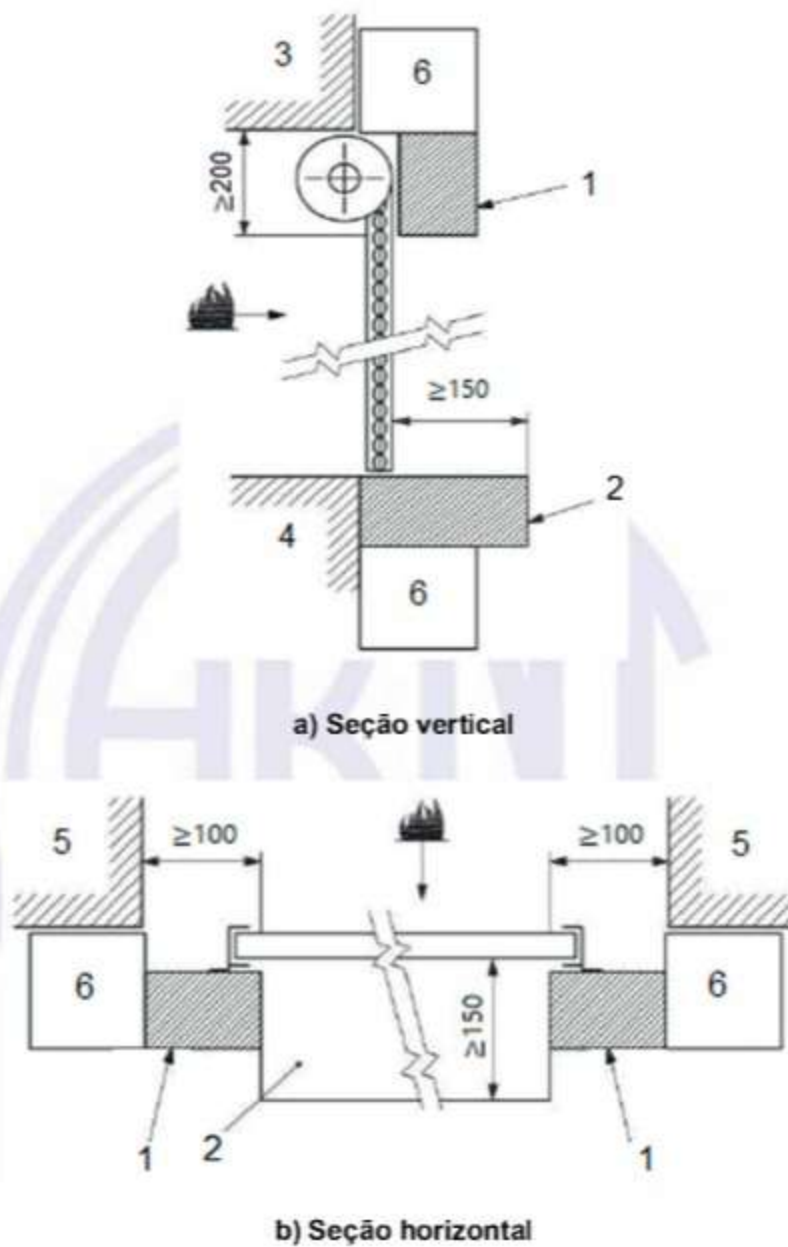
Figura 8 – Exemplo de montagem de porta de correr para ensaio



Legenda

- 1 construção de suporte
- 2 piso não combustível
- 3 seção superior do forno
- 4 seção inferior do forno
- 5 lateral do forno
- 6 quadro de restrição

Figura 9 – Exemplo de montagem de porta ou vedador sanfonado para ensaio



Legenda

- 1 construção de suporte
- 2 piso não combustível
- 3 seção superior do forno
- 4 seção inferior do forno
- 5 lateral do forno
- 6 quadro de restrição

Figura 10 – Exemplo de montagem de porta e vedador de enrolar para ensaio

7.3 Folgas

A(s) folha(s) da porta ou vedador deve(m) ser corretamente ajustada(s) de forma que sejam representativas daquelas na aplicação de uso final.

O tamanho das folgas entre os componentes fixos e móveis de uma porta ou vedador tem uma influência em seu desempenho geral frente ao fogo. Portanto, o tamanho das folgas que é permitido na prática depende do tamanho das folgas presentes no corpo de prova. Estas podem ser diferentes para diferentes partes da porta ou vedador, por exemplo, entre a borda lateral da folha e o marco, entre a borda superior da folha e o marco, entre a borda inferior da folha e a soleira. Assim, para gerar o campo de aplicação mais amplo, as folgas devem ser ajustadas entre o valor médio e o valor máximo dentro do intervalo verificado na aplicação de uso final ou informado pelo solicitante do ensaio.

As folgas presentes em alguns corpos de prova estão destacadas nas Figuras 11 a 15. As medições das folgas devem ser feitas conforme apresentado em 10.1.2.

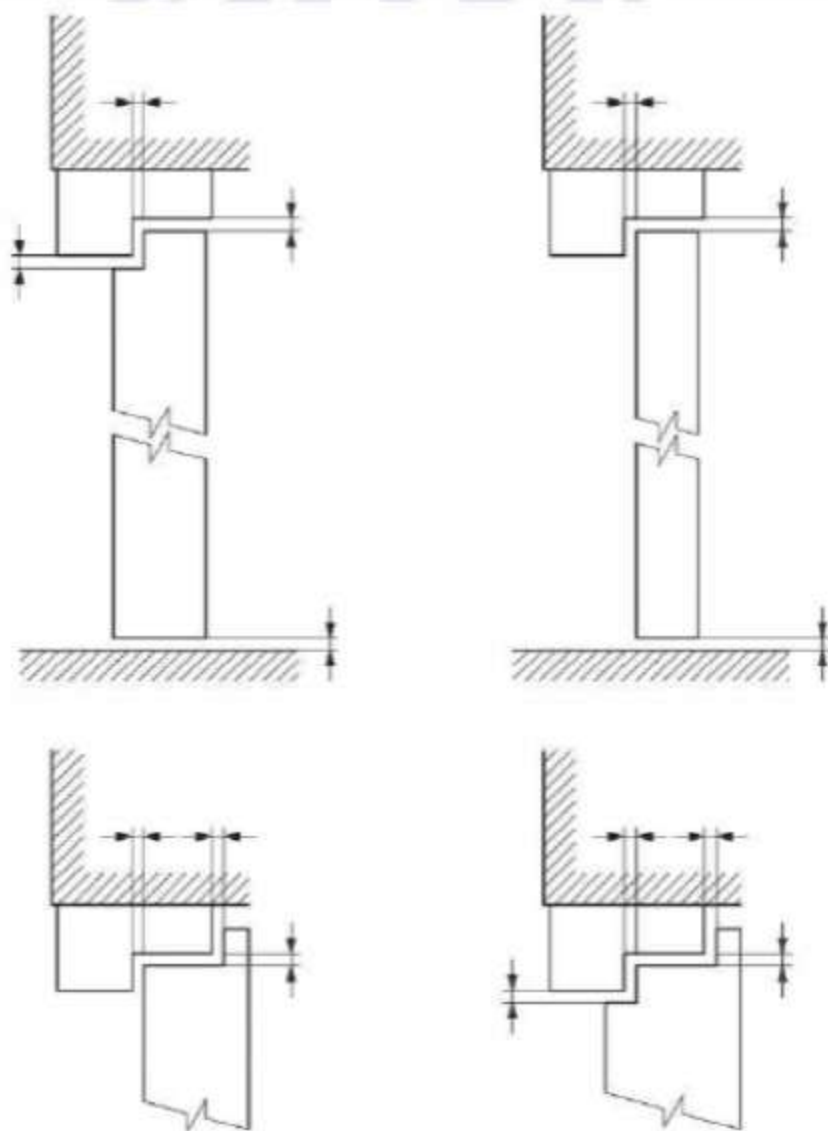
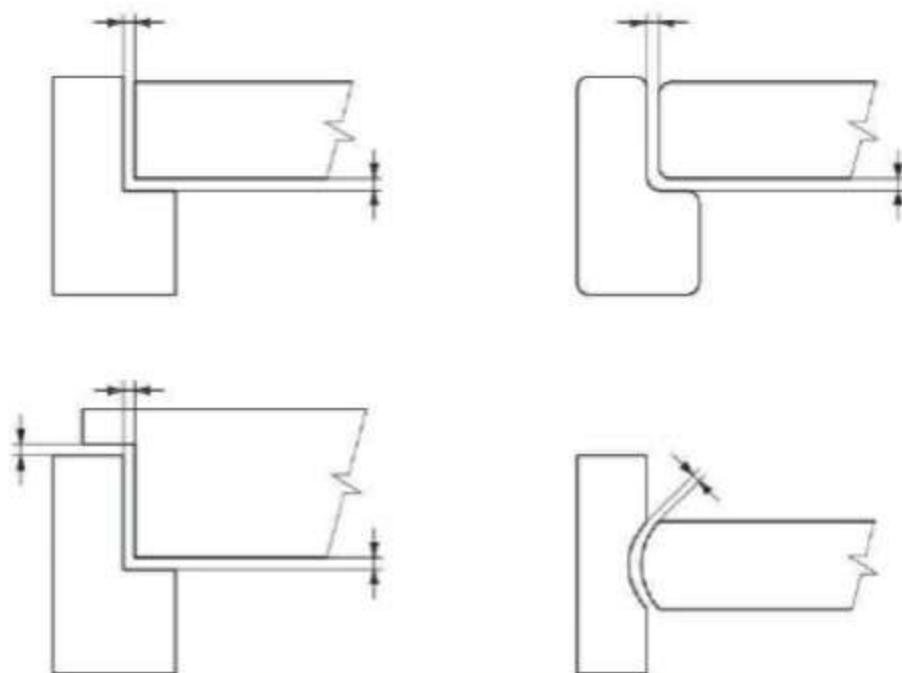
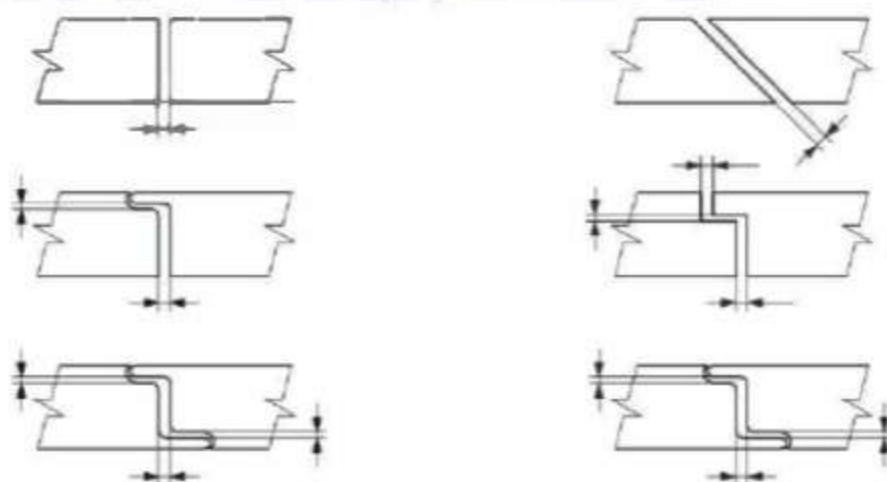


Figura 11 – Exemplos de medição de folgas em portas com tipologia de giro, pivotantes e vedadores – Seções verticais

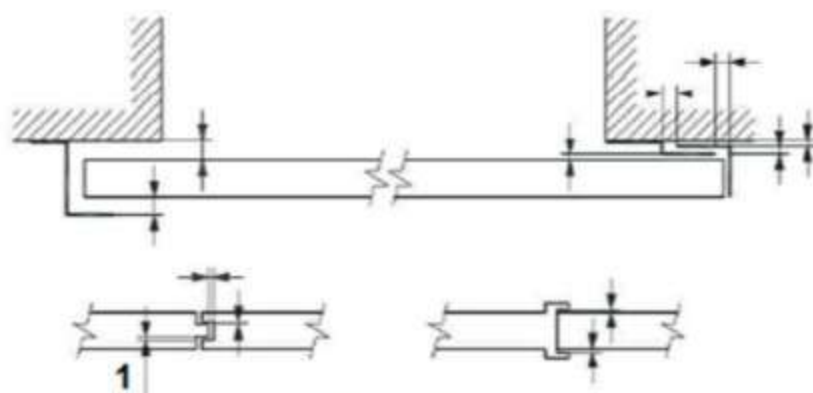


a) Portas e vedadores com folha única

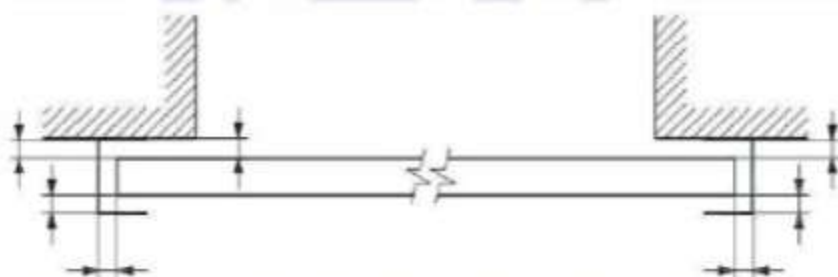


b) Portas e vedadores com duas folhas

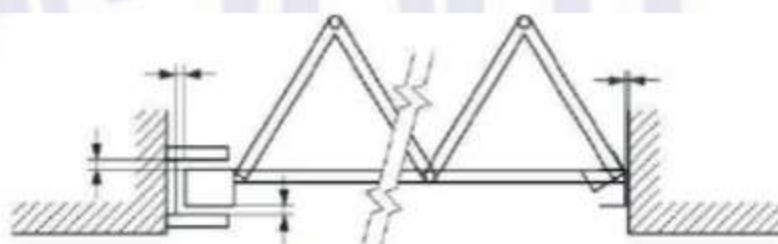
Figura 12 – Exemplos de medição de folgas em portas com tipologia de giro, pivotantes e vedadores – Seções horizontais



a) Portas e vedadores com folha única



b) Portas e vedadores de enrolar



c) Portas e vedadores sanfonados

Legenda

1 junção entre duas folhas

NOTA Para elementos com sobreposições, ver a Figura 15

Figura 13 – Exemplos de medição de folgas em outros tipos de portas ou vedadores – Seções horizontais

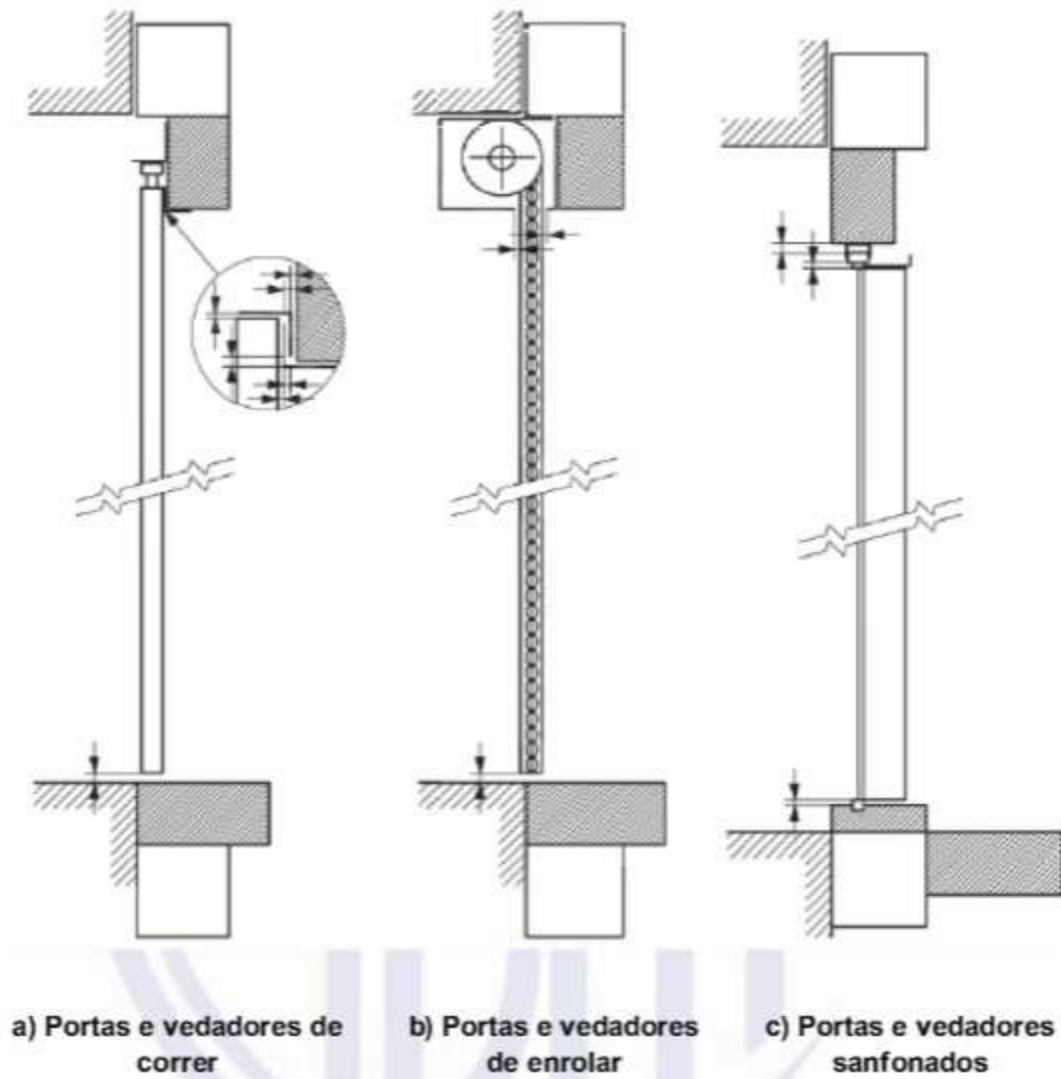
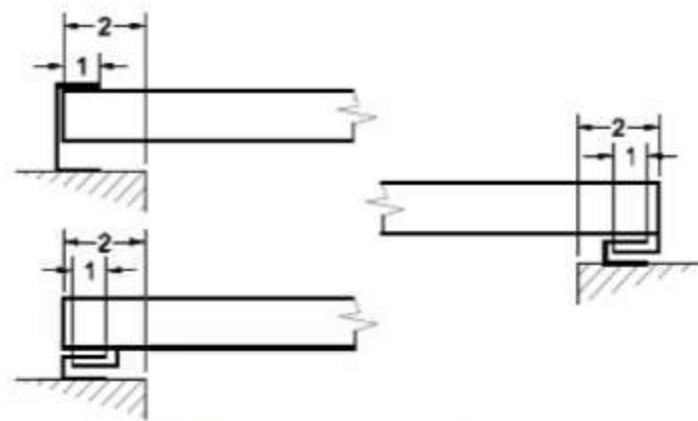
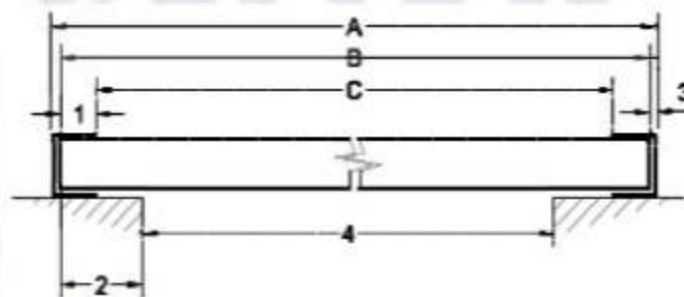


Figura 14 – Exemplos de medição de folgas em outros tipos de portas ou vedadores – Seções verticais



a) Porta ou vedador de correr



b) Porta ou vedador de enrolar

Legenda

- A espaço livre situado entre os guias da porta
- B largura da porta ou vedador de enrolar
- C distância entre os guias da porta
- 1 sobreposição do guia
- 2 sobreposição da folha sobre o vão livre
- 3 folga entre os guias e a porta ou o vedador
- 4 vão livre do elemento

Sobreposição do guia = $B - C / 2$

Figura 15 – Exemplos de sobreposições e folgas em portas ou vedadores de correr e de enrolar

8 Condicionamento do corpo de prova

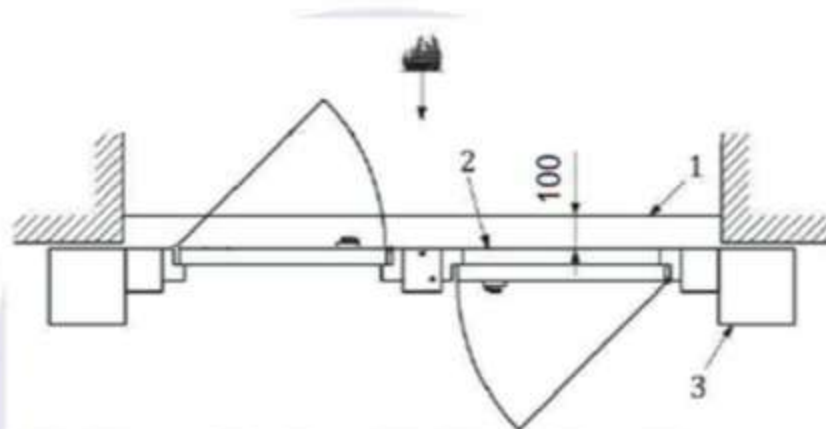
O corpo de prova deve ser condicionado conforme especificado na ABNT NBR 16965. Diretrizes para o condicionamento de construções de suporte são apresentadas no Anexo C.

9 Instrumentação

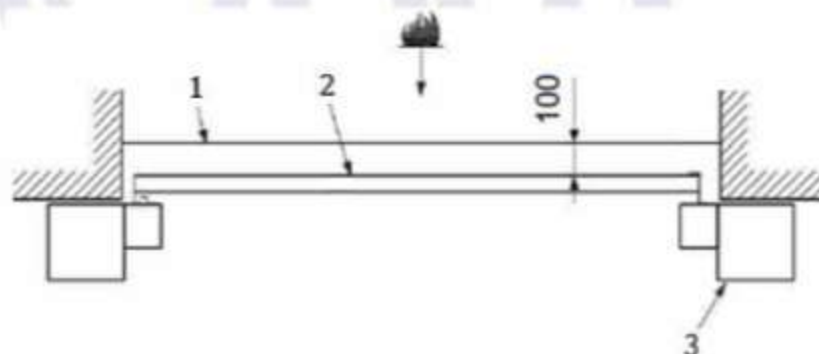
9.1 Temperatura

9.1.1 Termopares do forno

Termopares empregados para medir a temperatura do forno devem atender às recomendações contidas na ABNT NBR 16965. No início do ensaio, os termopares devem estar a (100 ± 50) mm da superfície exposta do corpo de prova e, na medida do possível, devem ser mantidos a essa distância durante o ensaio, conforme indicado na Figura 16. Deve haver no mínimo um termopar a cada $1,5 \text{ m}^2$ de área de superfície exposta do corpo de prova. Além disso, em cada ensaio deve haver no mínimo cinco termopares.



a) Ensaio em duas portas ou vedadores com tipologia de giro



b) Ensaio em porta ou vedador de enrolar

Legenda

- 1 plano vertical dos termopares do forno
- 2 superfície exposta do corpo de prova
- 3 quadro de restrição

Figura 16 – Exemplo de posicionamento dos termopares do forno – Seções horizontais

9.1.2 Termopares da superfície não exposta do corpo de prova

9.1.2.1 Geral

Quando não for necessária a avaliação para o critério de isolamento térmica, a medição da temperatura na superfície não exposta do corpo de prova pode ser dispensada.

Quando for necessário avaliar o atendimento ao critério de isolamento térmica, devem ser fixados termopares do tipo especificado na ABNT NBR 16965 à superfície não exposta do corpo de prova a fim de se obter o aumento máximo e médio de temperatura nessa superfície. Para os termopares que devam ser fixados na(s) folha(s) da porta ou vedador, o posicionamento apresentado se refere sempre à parte da folha visível no lado não exposto. Os princípios gerais para fixação e exclusão de termopares dados na ABNT NBR 16965 devem ser aplicados.

Quando não for possível aplicar termopares com disco de medição à superfície não exposta do corpo de prova, conforme especificado na ABNT NBR 16965, devido ao tamanho ou formato do corpo de prova como, por exemplo, ao se ensaiar portas ou vedadores com grelhas de ventilação (ver Anexo D), um termopar alternativo deve ser usado. O termopar com fios nus previsto na ABNT NBR 16965 é uma opção. Nesse caso, os fios condutores do termopar devem estar em contato com a superfície não exposta do corpo de prova por uma extensão de no mínimo 25 mm e devem estar cobertos por uma pastilha isolante que atenda às especificações estabelecidas na ABNT NBR 16965.

Não é necessário medir a temperatura da construção de suporte na qual o corpo de prova é montado e, portanto, nenhum termopar precisa ser conectado a ela.

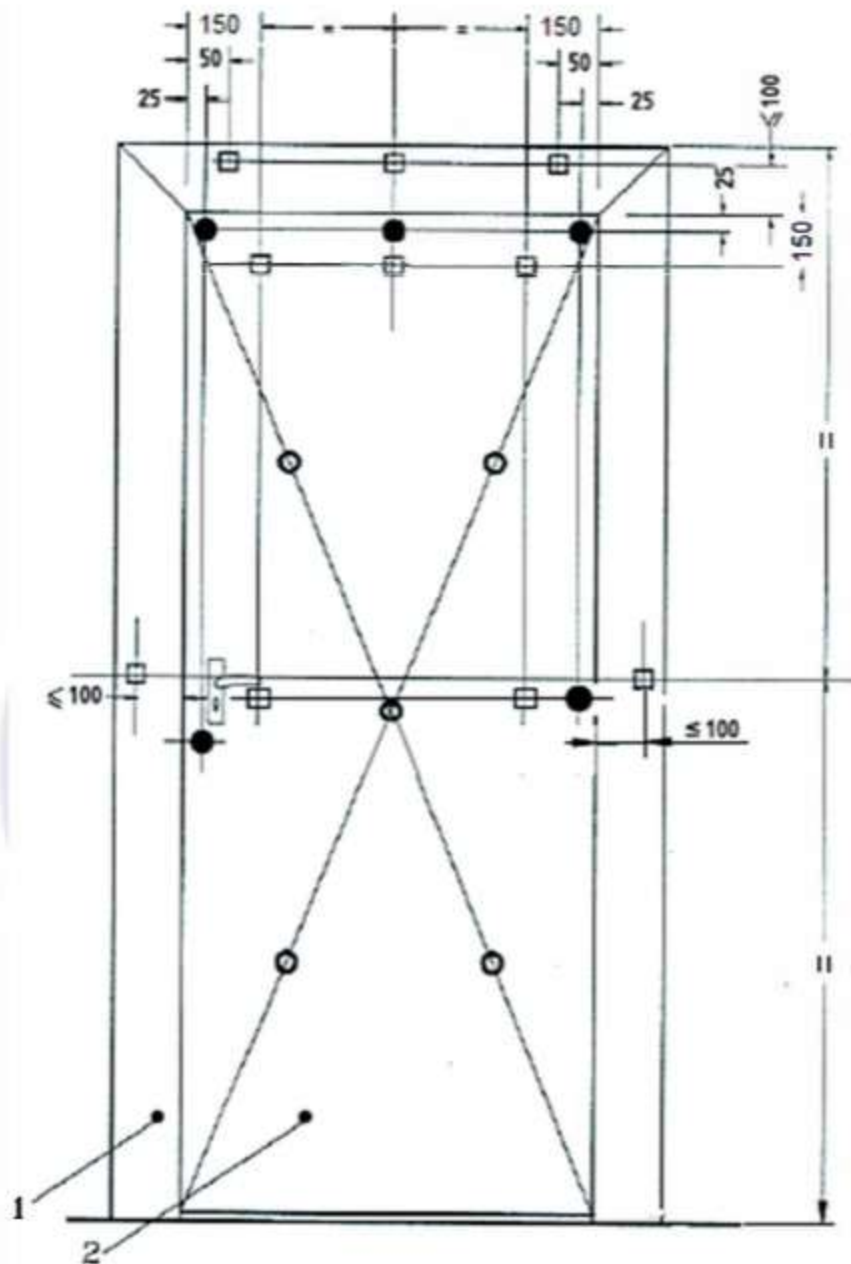
Nenhum termopar deve ser colocado a menos de 100 mm (ou a 50 mm para as posições suplementares) do centro de qualquer componente da porta ou vedador que transpasse o elemento para o lado exposto ao fogo. Caso um termopar tenha que ser reposicionado devido a esse requisito, qualquer outra restrição (por exemplo, distância à borda da folha da porta) deve ser mantida quando o novo local for selecionado. Se a mesma situação ocorrer no marco da porta, uma solução equivalente deve ser seguida.

Quando uma porta resistente ao fogo, destinada à passagem de veículos, apresentar em seu interior uma porta menor com tipologia de giro para passagem de pessoas (ver a Figura 29), esta, incluindo seu marco, deve ter uma resistência ao fogo no mínimo igual à da porta na qual ela está inserida. Nenhum termopar deve ser colocado a menos de 150 mm (25 mm para as posições suplementares) das folgas entre a folha da porta de passagem e seu marco.

Exemplos da localização de termopares na superfície não exposta do corpo de prova são apresentados nas Figuras 17 a 29.

Em 9.1.2.4, são definidas as posições suplementares para a fixação de termopares para medição do aumento máximo de temperatura. A necessidade de verificação do aumento máximo de temperatura nas posições suplementares deve ser definida entre o laboratório e o solicitante do ensaio, pois isso representa uma situação de análise mais rigorosa, a qual requer a aplicação de termopares adicionais.

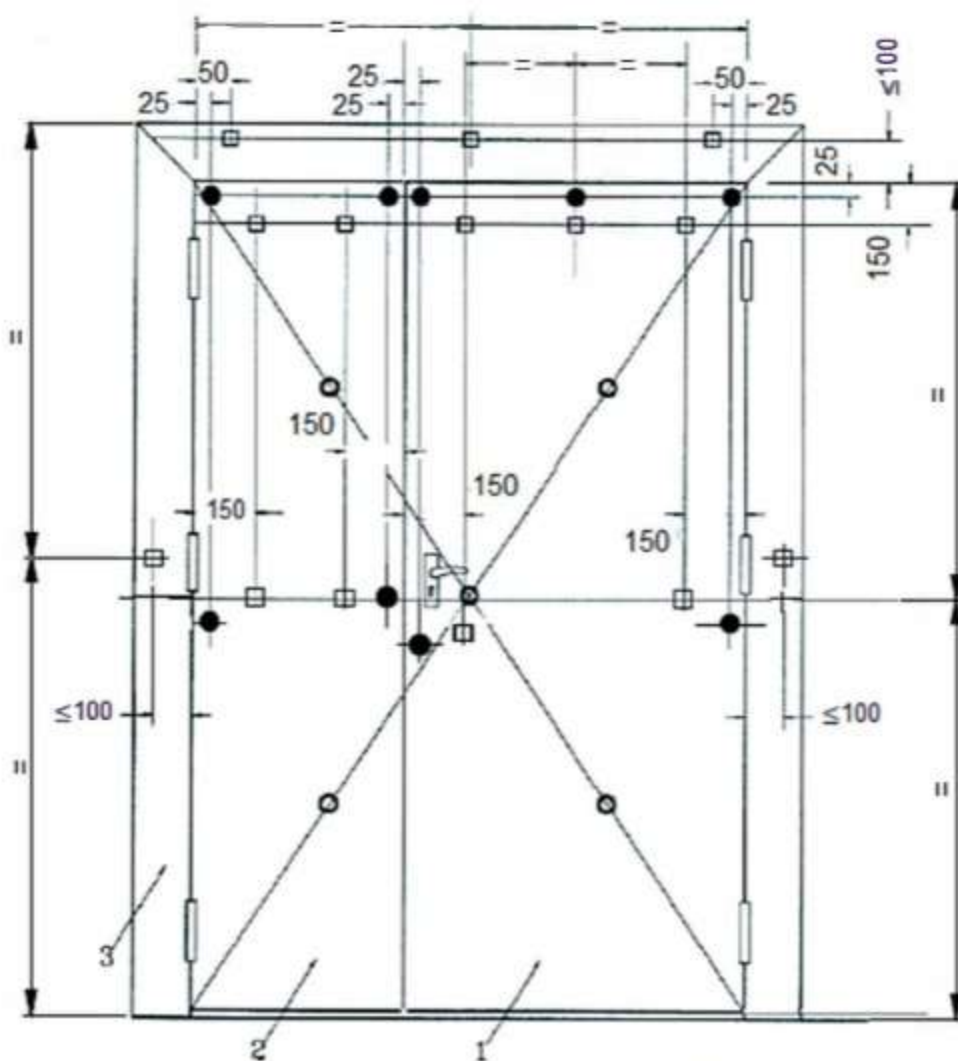
Dimensões em milímetros



Legenda

- termopares para medição do aumento médio de temperatura
- termopares para medição do aumento máximo de temperatura
- termopares adicionais para medição do aumento máximo nas posições suplementares
- 1 Marco da porta
- 2 Folha da porta

Figura 17 – Exemplo de localização de termopares na superfície não exposta de uma porta com tipologia de giro e folha única com largura visível de 1200 mm

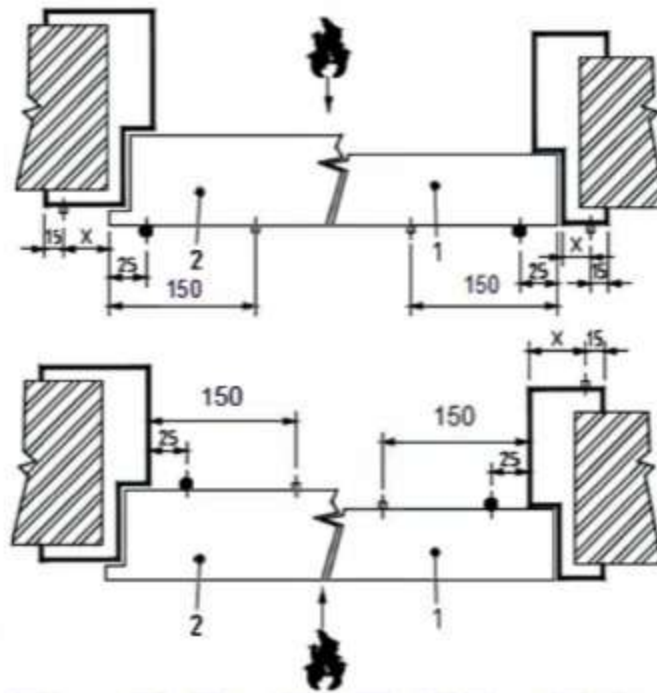


Legenda

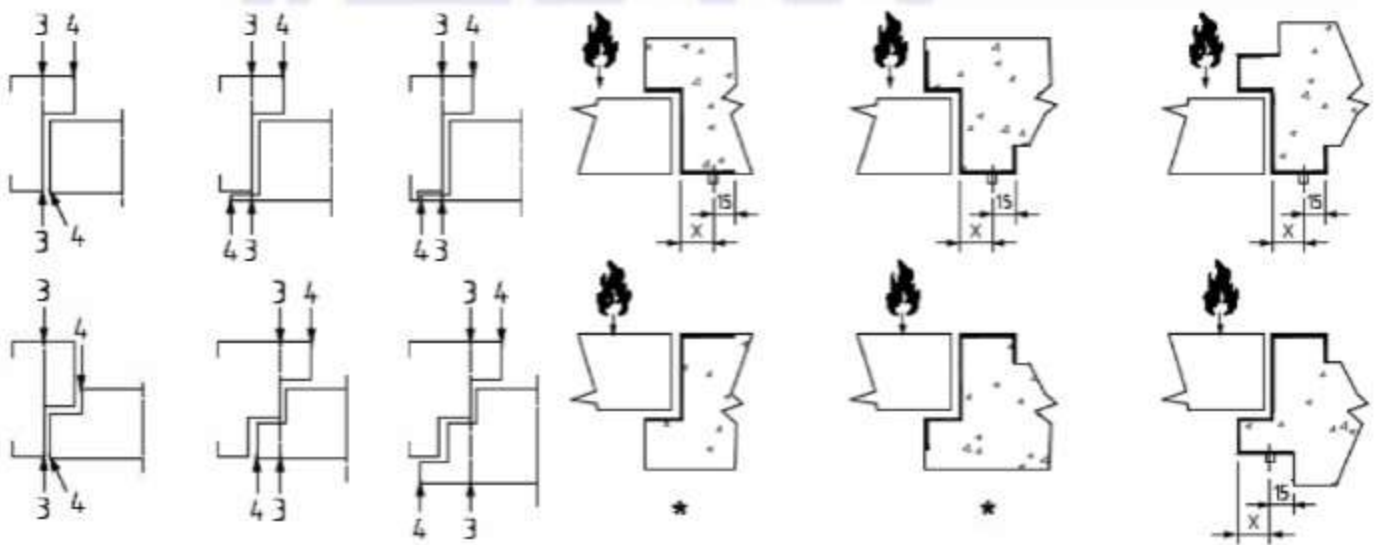
- termopares para medição do aumento médio de temperatura
- termopares para medição do aumento máximo de temperatura
- termopares adicionais para medição do aumento máximo nas posições suplementares
- 1 folha primária
- 2 folha secundária
- 3 marco da porta

Figura 18 – Exemplo de localização de termopares na superfície não exposta de uma porta com tipologia de giro e folha dupla

Dimensões em milímetros



a) Seções horizontais



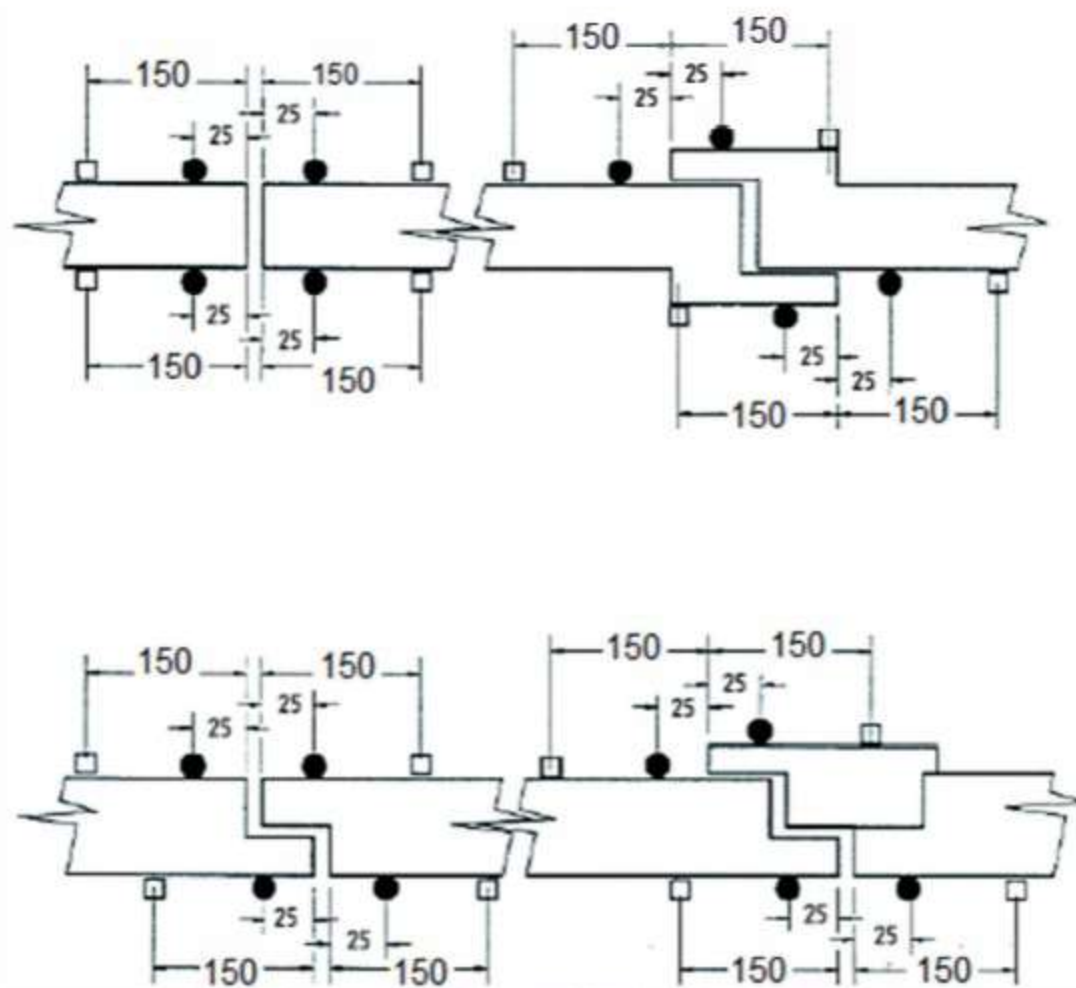
b) Detalhes de encontros entre folha e marco

Legenda

- termopares para medição do aumento máximo de temperatura
 - termopares adicionais para medição do aumento máximo nas posições suplementares
- Se $X < 15$ mm, não são necessários termopares; Se $15 \text{ mm} < X \leq 100$ mm, os termopares devem ser posicionados como mostrado na figura; Se $X > 100$ mm, os termopares devem ser posicionados em $X = 100$ mm.
- ★ não são necessários termopares neste lado, desta tipologia de marco.
- 1 folha sem sobreposição ao batente
 - 2 folha com sobreposição ao batente
 - 3 pontos de entrada da folha
 - 4 pontos de referência para localização de termopares na superfície não exposta

Figura 19 – Exemplos detalhados de localização de termopares na superfície não exposta de portas com tipologia de giro e pivotantes

Dimensões em milímetros

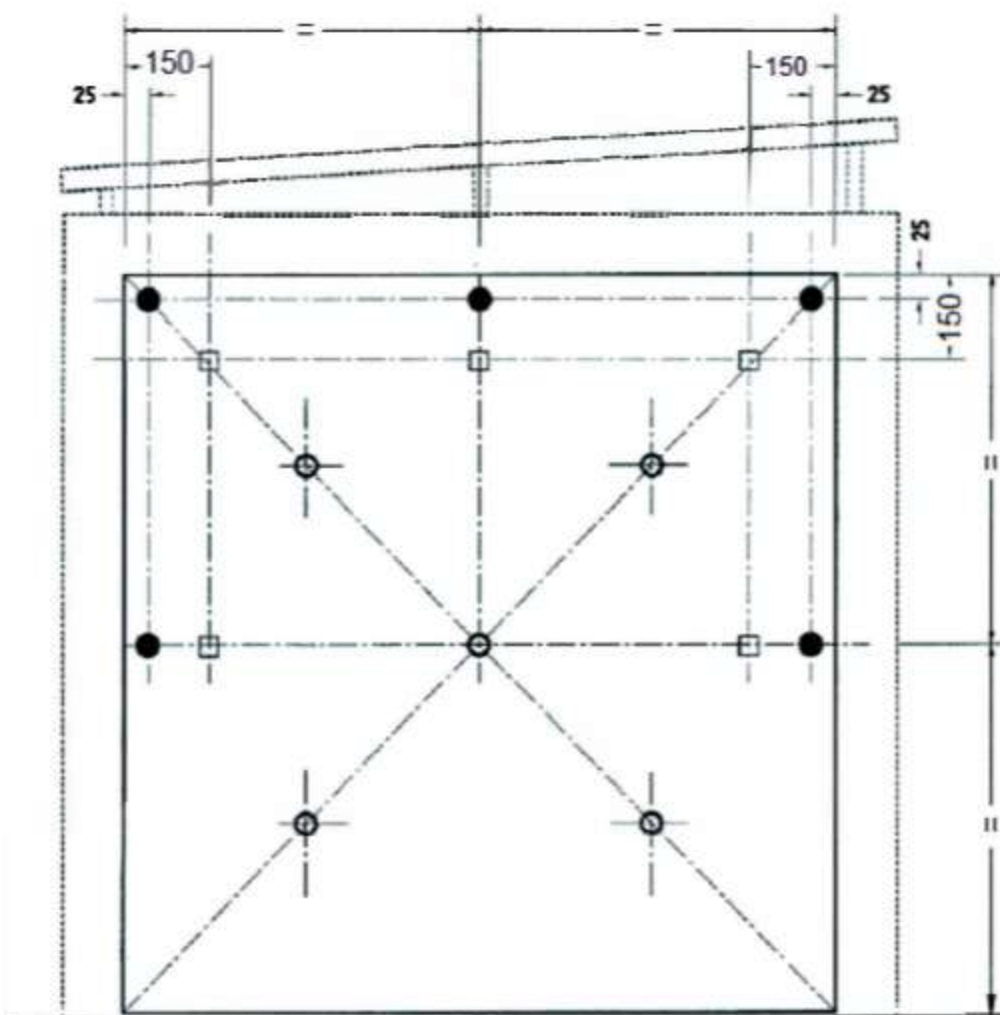


Legenda

- termopares para medição do aumento máximo de temperatura
- termopares adicionais para medição do aumento máximo nas posições suplementares

Figura 20 – Exemplos de localização de termopares na superfície não exposta próximos às bordas de encontro em portas com tipologia de giro e pivotantes com folha dupla – Seções horizontais

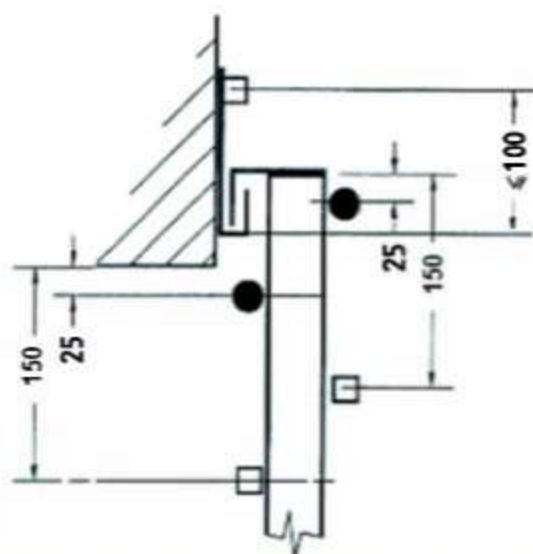
Dimensões em milímetros



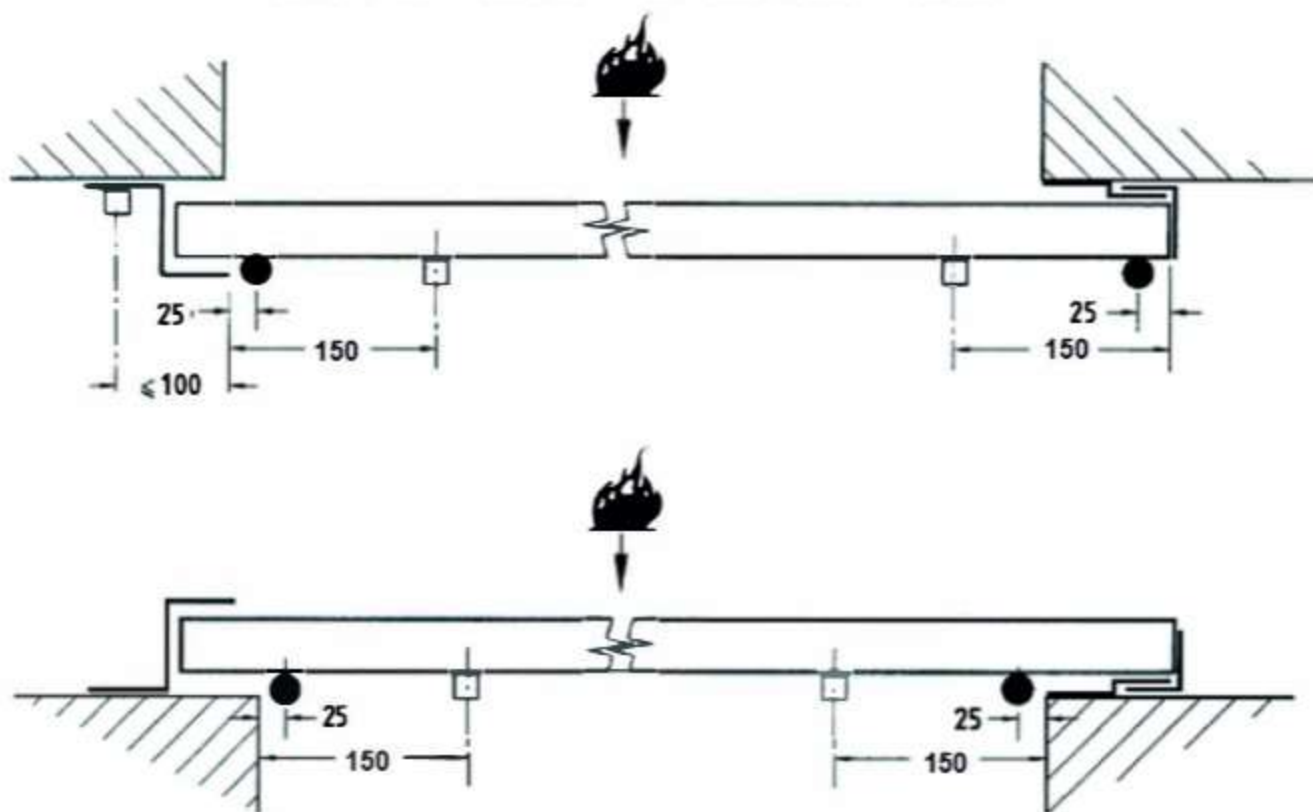
Legenda

- termopares para medição do aumento médio de temperatura
- termopares para medição do aumento máximo de temperatura
- termopares adicionais para medição do aumento máximo nas posições suplementares

Figura 21 – Exemplo de localização de termopares na superfície não exposta de portas de correr com folha única



a) Seção vertical



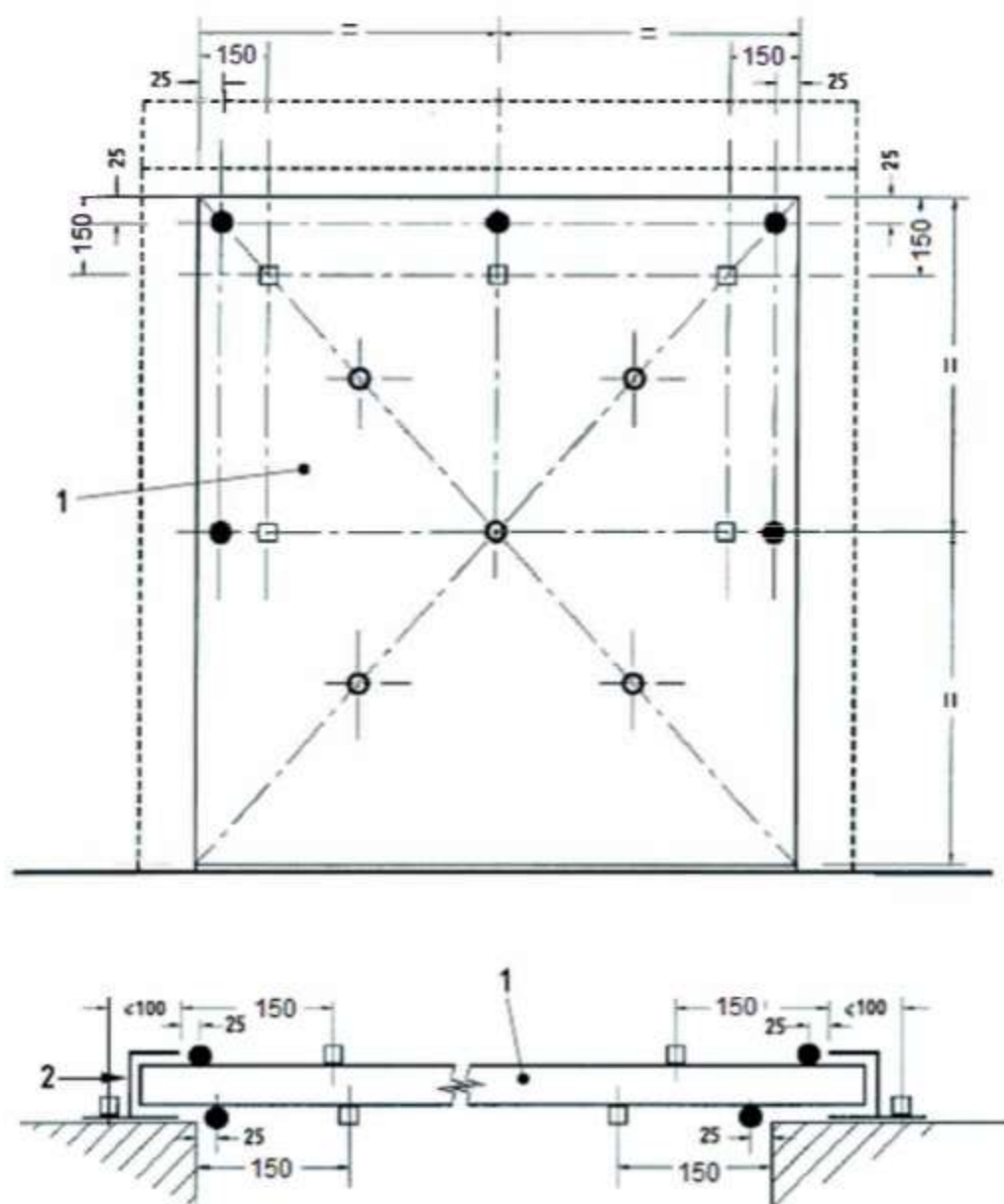
b) Seções horizontais

Legenda

- termopares para medição do aumento máximo de temperatura
- termopares adicionais para medição do aumento máximo nas posições suplementares

Figura 22 – Exemplo de localização de termopares para medição do aumento máximo de temperatura na superfície não exposta de portas de correr com folha única

Dimensões em milímetros

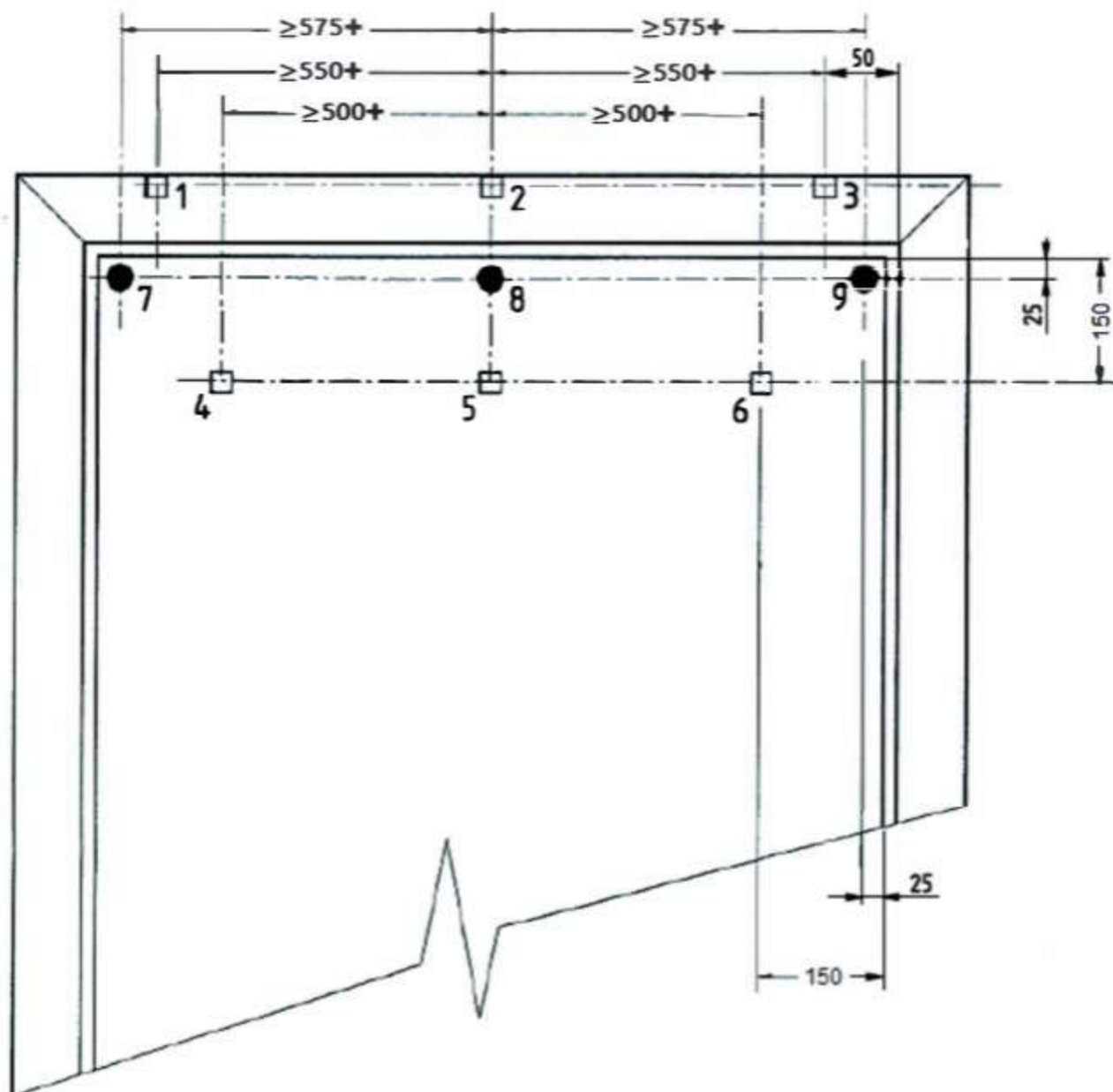


Legenda

- termopares para medição do aumento médio de temperatura
- termopares para medição do aumento máximo de temperatura
- termopares adicionais para medição do aumento máximo nas posições suplementares
- 1 porta ou vedador de enrolar
- 2 guias

Figura 23 – Exemplo de localização de termopares na superfície não exposta de portas e vedadores de enrolar

Dimensões em milímetros



Legenda

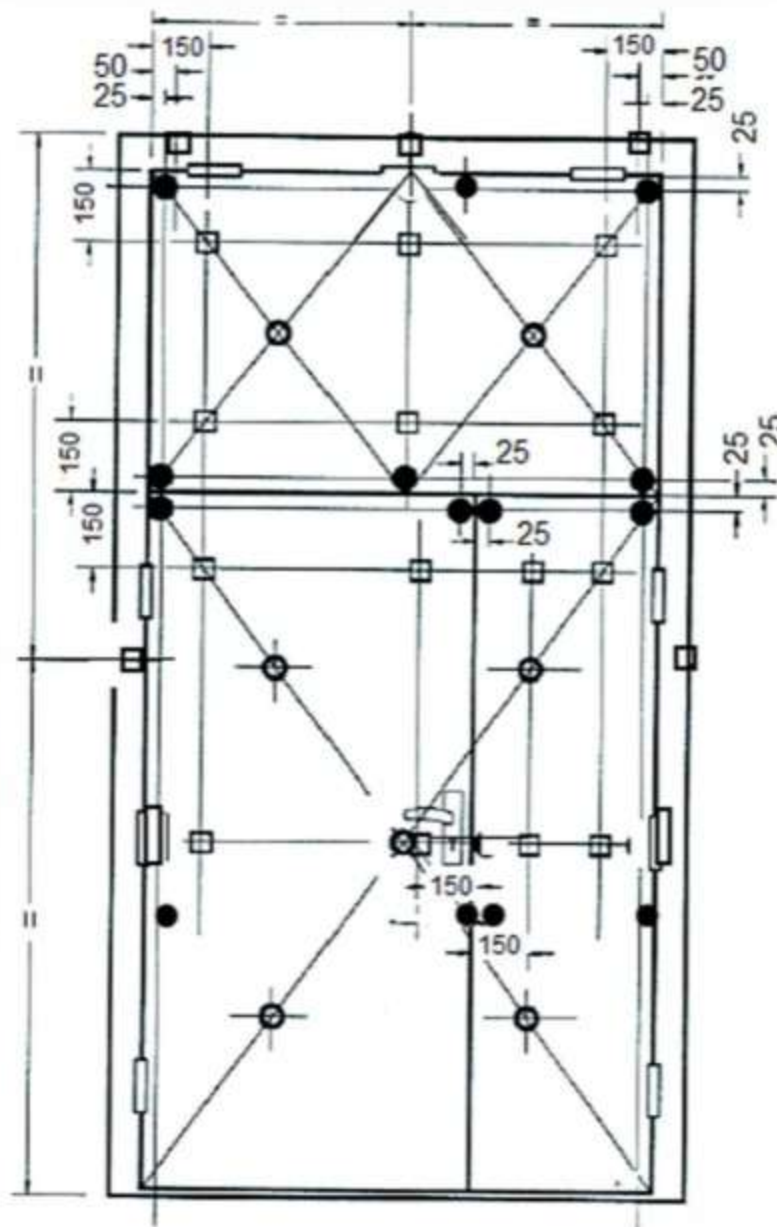
- termopares para medição do aumento máximo de temperatura
- termopares adicionais para medição do aumento máximo nas posições suplementares

Termopares necessários em todas as situações: 1, 3, 4, 6, 7 e 9.

Termopares 2, 5 e 8 são desnecessários caso as dimensões destacadas com "+" sejam menores do que as apresentadas na figura.

Figura 24 – Redução no número de termopares na superfície não exposta de portas com tipologia de giro e pivotantes cuja folha possui menos de 1200 mm de largura visível

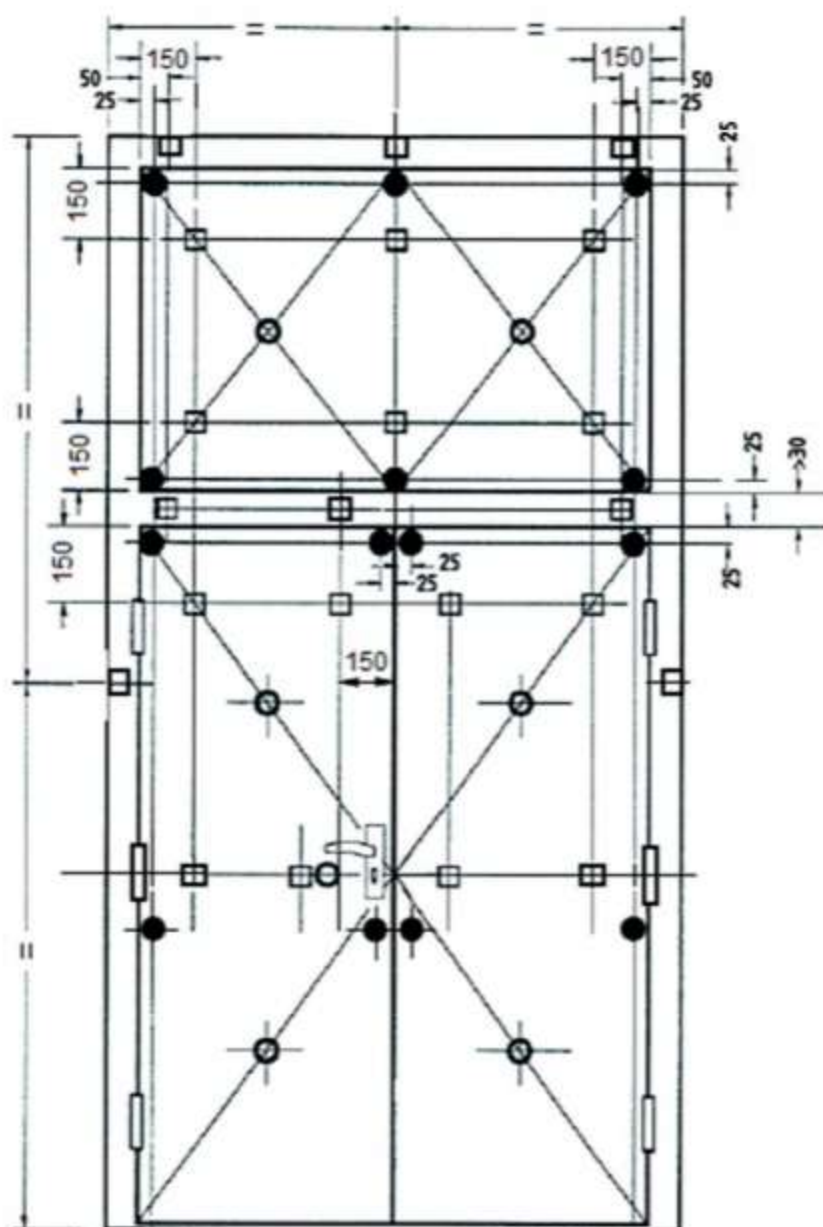
Dimensões em milímetros



Legenda

- termopares para medição do aumento médio de temperatura
- termopares para medição do aumento máximo de temperatura
- termopares adicionais para medição do aumento máximo nas posições suplementares

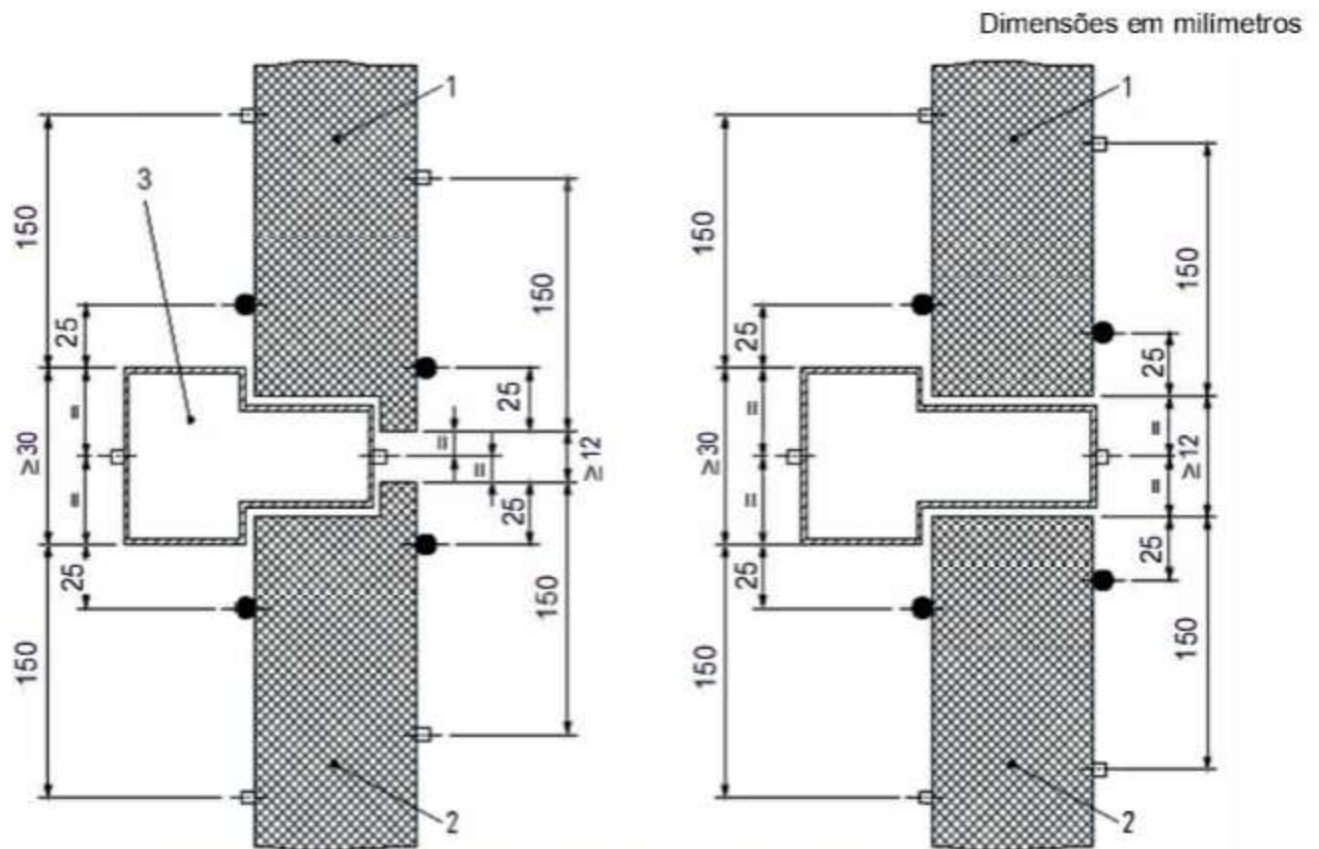
Figura 25 – Exemplo de localização de termopares na superfície não exposta de portas com tipologia de giro e folha dupla incorporando bandeira



Legenda

- termopares para medição do aumento médio de temperatura
- termopares para medição do aumento máximo de temperatura
- termopares adicionais para medição do aumento máximo nas posições suplementares

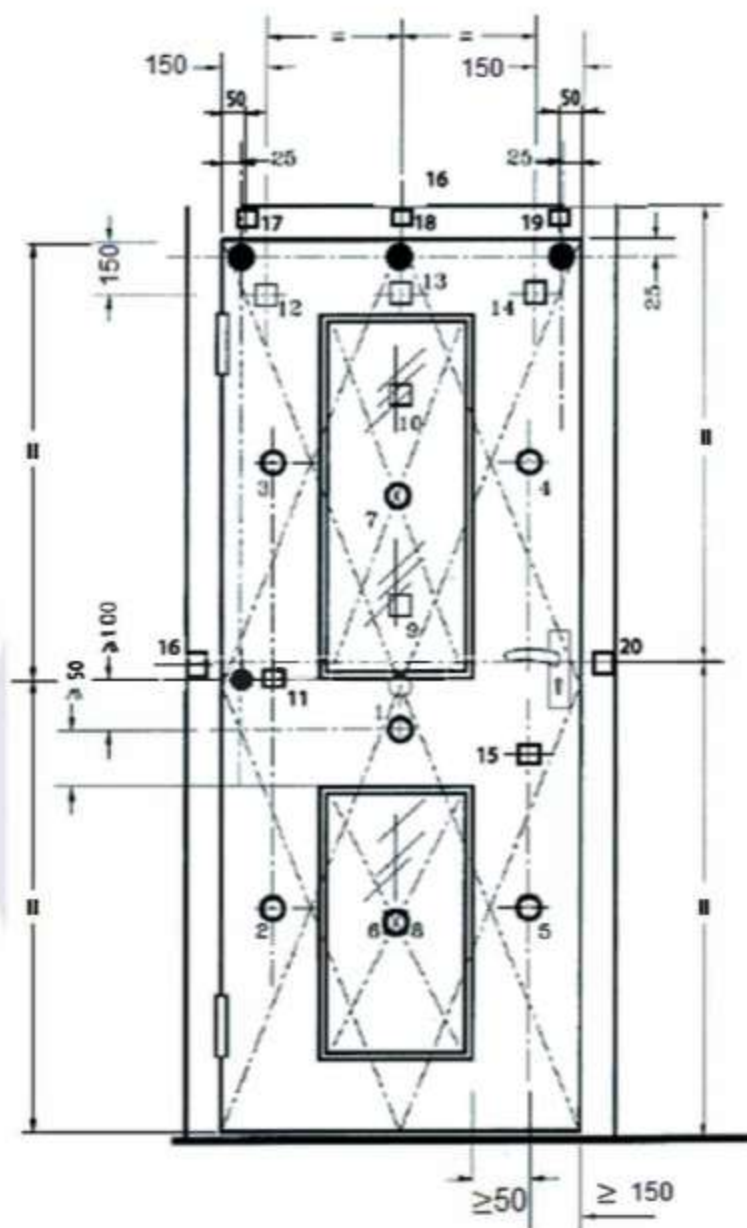
Figura 26 – Exemplo de localização de termopares na superfície não exposta de portas com tipologia de giro e folha dupla incorporando bandeira



Legenda

- termopares para medição do aumento máximo de temperatura
- termopares adicionais para medição do aumento máximo nas posições suplementares
- 1 bandeira
- 2 folha da Porta
- 3 travessa

Figura 27 – Exemplo de localização de termopares na superfície não exposta de portas que incorporem bandeira



Legenda

- termopares para medição do aumento médio de temperatura
- termopares para medição do aumento máximo de temperatura
- termopares adicionais para medição do aumento máximo nas posições suplementares

Aumento médio da temperatura na área envidraçada: média dos termopares 6 e 7.

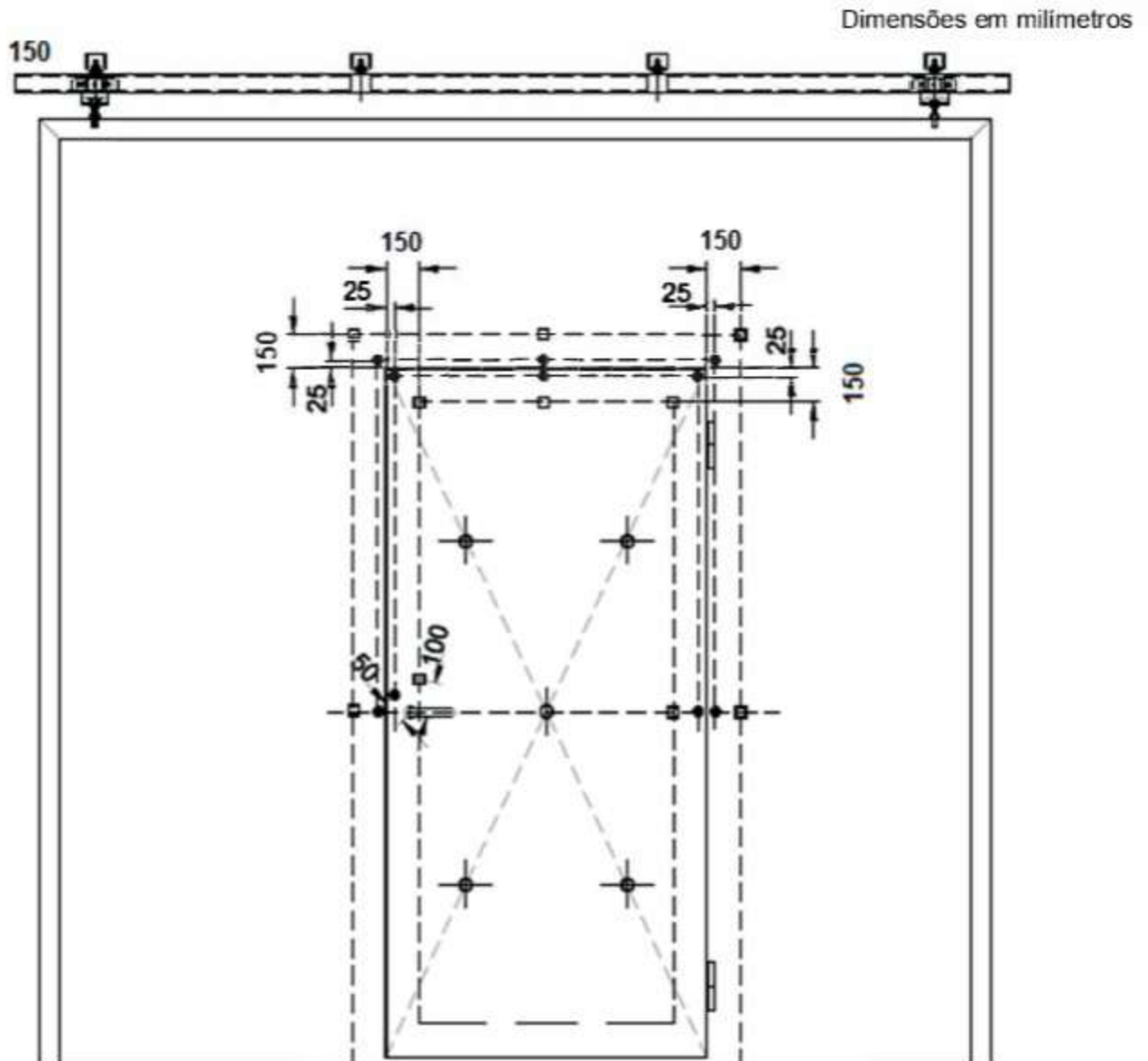
Aumento máximo da temperatura na área envidraçada: máximo entre os termopares 6 a 10.

Aumento médio da temperatura na folha da porta: média dos termopares 1 a 5.

Aumento máximo da temperatura na folha da porta: máximo entre os termopares 1 a 5 e 11 a 15.

Aumento máximo da temperatura no marco da porta: máximo entre os termopares 16 a 20.

Figura 28 – Exemplo de localização de termopares na superfície não exposta de portas com tipologia de giro que incorporem vidros



Legenda

- termopares para medição do aumento médio de temperatura
- termopares para medição do aumento máximo de temperatura
- termopares adicionais para medição do aumento máximo nas posições suplementares

Figura 29 – Exemplo de localização de termopares na superfície não exposta de portas de correr que incorporem uma porta com tipologia de giro para passagem de pessoas

9.1.2.2 Aumento médio de temperatura

Cinco termopares devem ser posicionados para esse fim em portas de folha simples ou dupla, sendo um no centro da(s) folha(s) da porta e um no centro de cada quadrante. Esses termopares não podem estar localizados em nenhuma posição que é desconsiderada para a medição do aumento máximo de temperatura e devem distar no mínimo 50 mm de qualquer junta, reforço ou componente e no mínimo 150 mm da borda de qualquer folha da porta ou vedador.

Para portas ou vedadores que incorporem áreas discretas e que possuam área superior a 0,2 m² (por exemplo, bandeira, painéis sobrepostos ou painéis de vidro dentro de uma folha de porta, com

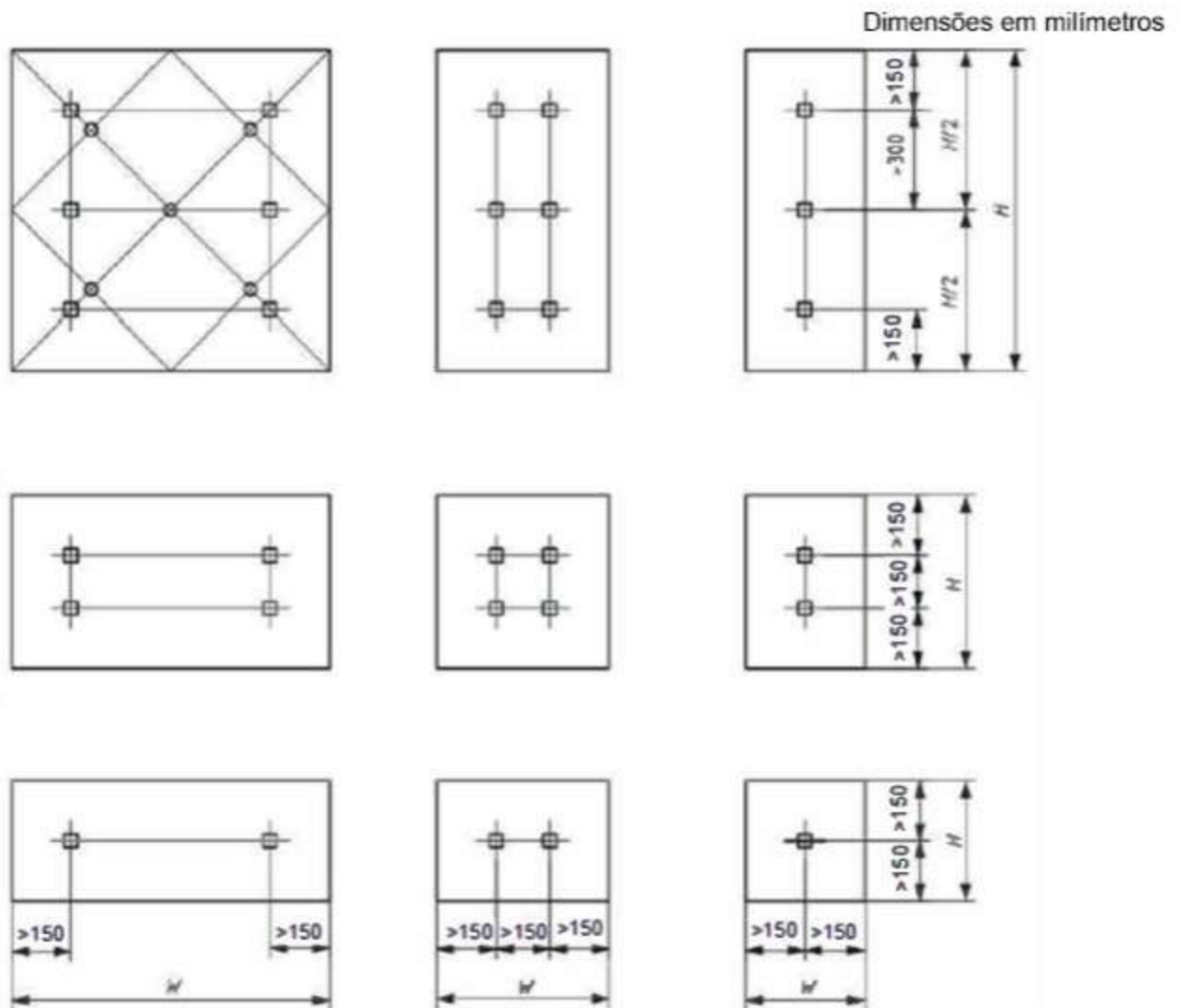
exceção de componentes utilizados para selar a folga entre as folhas de uma porta), termopares extras devem ser uniformemente distribuídos sobre a superfície dessas áreas de forma que haja no mínimo um termopar em cada uma delas e no mínimo um termopar por metro quadrado de área. Quando a área total de uma parte discreta da porta ou vedador for igual ou inferior a $0,2 \text{ m}^2$, ela deve ser desconsiderada para fins de determinação do aumento médio de temperatura na superfície não exposta. O cômputo da área discreta deve envolver molduras que eventualmente estejam presentes, como é o caso de visores em portas.

9.1.2.3 Aumento máximo de temperatura

9.1.2.3.1 Geral

O aumento máximo de temperatura deve ser determinado a partir dos termopares fixados para determinar o aumento médio de temperatura, conforme indicado em 9.1.2.2, do termopar móvel, caso utilizado, e de termopares adicionais fixados conforme indicado em 9.1.2.3.2 a 9.1.2.3.4.

Para portas ou vedadores que incorporem áreas discretas com diferentes níveis de isolamento térmica e que possuam área de no mínimo $0,1 \text{ m}^2$ (por exemplo, bandeira, painéis sobrepostos ou painéis de vidro dentro de uma folha de porta, com exceção de componentes utilizados para selar a folga entre as folhas de uma porta) e que são analisados separadamente em relação ao aumento médio de temperatura, a avaliação do aumento máximo de temperatura na superfície não exposta dessas áreas também deve ser realizada separadamente. Isso pode demandar a aplicação de termopares extras à superfície não exposta, conforme especificado em 9.1.2.3.3 e 9.1.2.3.4 e exemplificado na Figura 30.



Legenda

- termopares para medição do aumento médio de temperatura
- termopares para medição do aumento máximo de temperatura

W largura do painel

H altura do painel

NOTA $H \times W \geq 0,1 \text{ m}^2$

Figura 30 – Exemplos de localização de termopares em áreas discretas

9.1.2.3.2 Temperaturas no marco

Para medição do aumento máximo de temperatura no marco, termopares devem ser posicionados conforme indicado:

- a) a meia altura em cada membro vertical do marco;
- b) no meio do comprimento do membro horizontal superior do marco e qualquer travessa com no mínimo 12 mm de largura, distando no mínimo 150 mm da junta entre as folhas quando o corpo de prova possuir múltiplas folhas. Nesse caso, o termopar deve ser colocado sempre acima da folha de maior largura. Termopares em travessas devem ser colocados de forma centralizada em relação às bordas da travessa. As Figuras 25 e 26 exemplificam essas indicações;

- c) no membro horizontal superior do marco e qualquer travessa com no mínimo 12 mm de largura, os termopares devem ser colocados de forma centralizada em relação às bordas, distando 50 mm da interface entre o membro vertical do marco e a folha da porta. As Figuras 25 e 26 exemplificam essas indicações. Termopares no marco devem ser fixados o mais próximo possível da junta entre o marco e a construção de suporte, ou seja, com o centro do disco de cobre a 20 mm da junta entre o marco e a construção de suporte, na posição mais próxima da junta. Independentemente disso, a distância desses termopares da borda interna do elemento não pode ser maior que 100 mm, conforme apresentado na Figura 19.

Para qualquer porta ou vedador que tenha uma largura estreita de forma que os termopares especificados em b) e c) estejam a menos 550 mm um do outro, então as orientações de b) devem ser desconsideradas, conforme apresentado na Figura 24.

9.1.2.3.3 Temperaturas na folha da porta ou vedador

Para medição do aumento máximo de temperatura na folha da porta ou vedador, os termopares devem ser fixados na superfície de cada folha, segundo as orientações apresentadas em a) a c) e nas Figuras 17 a 29.

- a) a meia altura e a 150 mm das bordas verticais na parte visível da folha;
- b) a meia largura e a 150 mm das bordas horizontais na parte visível da folha;
- c) equidistando 150 mm da borda horizontal e vertical em relação à parte visível da folha.

Exemplos de redução no número de termopares na superfície não exposta em portas e vedadores de menor largura são apresentados na Figura 24.

Termopares adicionais devem ser fixados a quaisquer componentes da porta ou vedador ou qualquer ponto em que se espere que o aumento de temperatura seja maior que o aumento médio no restante da superfície, porém, respeitando-se as limitações dadas em 9.1.2.3.1. Os termopares adicionais devem distar no mínimo 150 mm das bordas visíveis da folha da porta.

Quando a(s) folha(s) da porta incorporar(em) áreas discretas com diferentes isolamentos térmicos que devam ser avaliadas separadamente, o aumento máximo de temperatura dessas áreas deve ser medido a partir de termopares adicionais distribuídos de acordo com a Figura 28, a menos que a porção visível dessas áreas tenha uma dimensão inferior a 115 mm. Nesse caso, a folha da porta deve ser tratada como uma área única.

Se uma porta ou vedador, como é o caso das sanfonadas, apresentar múltiplas folhas com largura inferior a 200 mm, então as folhas da porta ou vedador devem ser juntamente consideradas como se fossem uma única folha inteira para aplicação de termopares na superfície não exposta.

9.1.2.3.4 Temperatura de outras áreas

Os termopares para medição do aumento máximo de temperatura na bandeira, travessas e áreas discretas com diferentes isolamentos térmicos dentro da folha da porta devem ser aplicados como ocorre para as folhas da porta. No entanto, se houver mais de uma área do mesmo tipo, elas devem ser tratadas como uma única área completa, conforme apresentado na Figura 28. Adicionalmente para a bandeira, termopares devem ser colocados conforme apresentado a seguir:

- a) a meia largura e a 150 mm das bordas horizontais;

- b) nos quatro cantos, a 150 mm das bordas verticais e horizontais, conforme exemplos das Figuras 25 e 26.

A Figura 30 apresenta informações quanto à exclusão de termopares com base no tamanho e distância destes em áreas discretas.

As regras para redução do número de termopares em folhas de portas de menor largura também se aplicam a quaisquer painéis incorporados no corpo de prova. A Figura 24 apresenta essa situação.

9.1.2.4 Aumento máximo de temperatura nas posições suplementares

9.1.2.4.1 Geral

Quando requisitado pelo solicitante do ensaio, o aumento máximo de temperatura nesta situação deve ser determinado a partir dos termopares definidos em 9.1.2.3, juntamente aos termopares nas posições suplementares definidas em 9.1.2.4.2 e 9.1.2.4.3.

9.1.2.4.2 Temperaturas na folha da porta ou vedador

Os termopares devem ser fixados na superfície da(s) folha(s) da porta nas seguintes posições:

- a) a meia altura e a 25 mm das bordas verticais na parte visível da folha;
- b) a meia largura e a 25mm das bordas horizontais na parte visível da folha;
- c) equidistante 25 mm da borda horizontal e vertical em relação à parte visível da folha.

Para qualquer porta ou vedador que tenha uma largura pequena, de forma que os termopares especificados em b) e c) estejam a menos 575 mm um do outro, então as orientações de b) devem ser desconsideradas, conforme apresentado na Figura 24.

Termopares adicionais devem ser fixados a quaisquer componentes da porta ou vedador ou qualquer ponto em que se espere que o aumento de temperatura seja maior que o aumento médio no restante da superfície, porém, respeitando-se as limitações dadas em 9.1.2.3.1. Os termopares adicionais devem sempre distar no mínimo 25 mm das bordas visíveis da folha da porta.

Quando a(s) folha(s) da porta incorporar(em) áreas discretas com diferentes isolamentos térmicos que devam ser avaliadas separadamente, o aumento máximo de temperatura dessas áreas deve ser medido a partir de termopares adicionais distribuídos de acordo com a Figura 28, a menos que uma porção visível do entorno dessas áreas tenha largura inferior a 40 mm. Nesse caso, a folha da porta deve ser tratada como uma área única.

Se uma porta ou vedador, como é o caso das sanfonadas, apresentar múltiplas folhas com largura inferior a 200 mm, então as folhas da porta ou vedador devem ser juntamente consideradas como se fossem uma única folha inteira para aplicação de termopares nas posições suplementares da superfície não exposta.

9.1.2.4.3 Temperatura de outras áreas

Os termopares para medição do aumento máximo de temperatura na bandeira, travessas e áreas discretas com diferentes isolamentos térmicos dentro da folha da porta devem ser aplicados como ocorre para as folhas da porta. No entanto, se houver mais de uma área do mesmo tipo, então elas devem ser tratadas como uma única área completa. A Figura 28 exemplifica essas diretrizes.

Além disso, os termopares devem ser colocados nas travessas e na bandeira, acima das folhas da porta (mas não em painéis discretos dentro da folha), como segue:

- a) a meia largura, a 25 mm das bordas horizontais;
- b) nos quatro cantos, a 25 mm das bordas verticais e horizontais.

Ver as Figuras 25 e 26 para os exemplos acima.

Ver a Figura 30 para exemplos de exclusão de termopares em áreas discretas com base no tamanho de cada área.

As regras para redução do número de termopares em folhas de portas de menor largura também se aplicam a quaisquer painéis incorporados no corpo de prova. Ver exemplos na Figura 24.

Quando se prever que a porta ou vedador será submetida a um estudo para composição do seu campo ampliado de aplicação de resultados de ensaio, pode ser necessária a colocação de termopares extras em pontos específicos, que devem ser definidos pelo laboratório de ensaio em conjunto com o solicitante do ensaio. O ISO/TR 12470-2 fornece orientações para a composição de campos ampliados de aplicação dos resultados de ensaio.

9.2 Pressão

A pressão deve ser monitorada de acordo com as diretrizes apresentadas na ABNT NBR 16965.

9.3 Deflexão

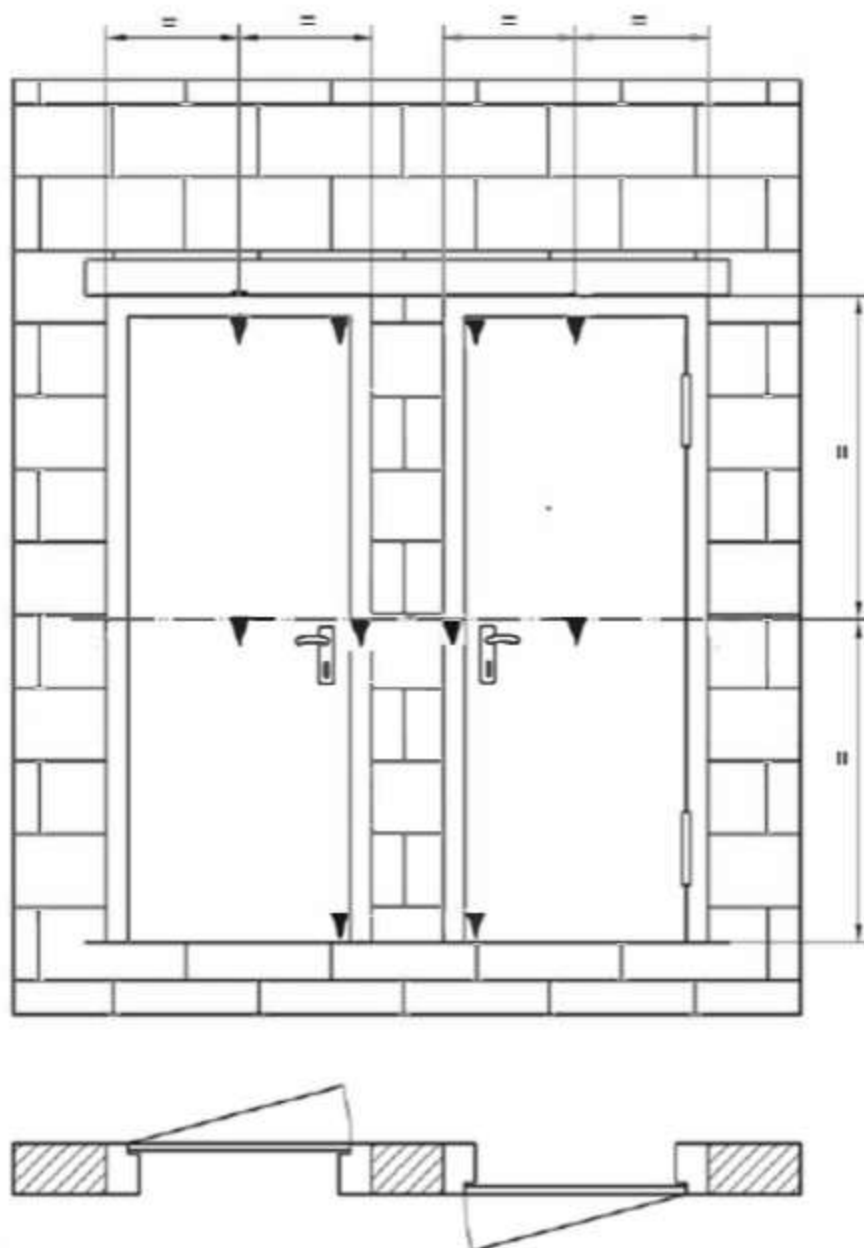
A medição da deflexão do corpo de prova e quaisquer movimentações significativas deve ser executada de forma que se possa registrar a evolução desses valores durante o ensaio. Movimentações e deflexões significativas são prováveis de ocorrer nos seguintes componentes do corpo de prova, portanto, esses devem ser monitorados:

- a) folha da porta ou vedador;
- b) folhas duplas de portas ou vedadores;
- c) marco da porta próximo à construção de suporte;
- d) construção de suporte padronizada flexível ou não padronizada.

A medição deve ser feita baseada em uma referência que permanece fixa durante o ensaio. Deve-se escolher um intervalo entre as medições de forma a representar a evolução das movimentações no corpo de prova ao longo do ensaio.

Recomendações gerais quanto à medição da deflexão do corpo de prova durante o ensaio são apresentadas na ABNT NBR 16965.

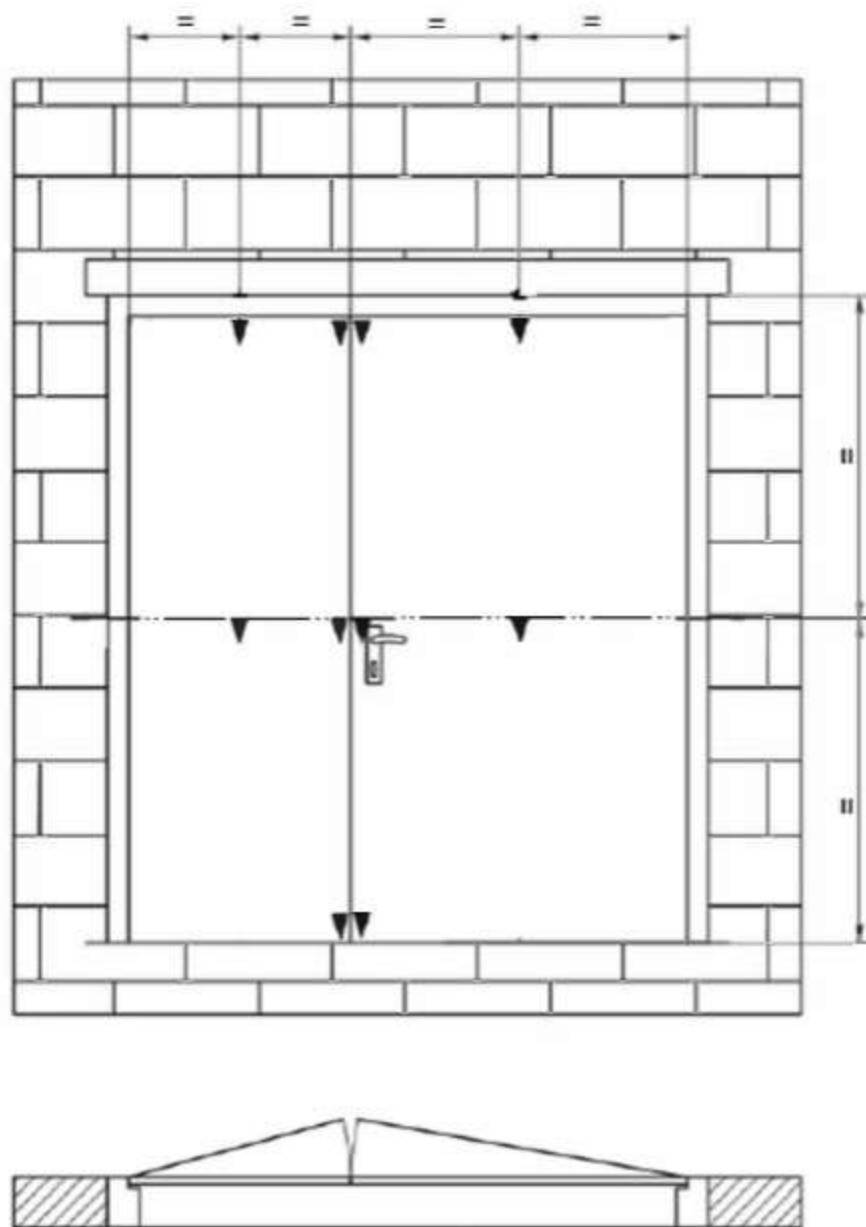
Crítérios de desempenho associados à deflexão estão previstos em normas específicas de requisitos para cada tipo de porta ou vedador. Além disso, as informações relativas à deflexão entre componentes do corpo de prova, entre o corpo de prova e a construção de suporte e entre diferentes componentes da construção de suporte podem ser importantes para a determinação do campo ampliado de aplicação dos resultados do ensaio. As Figuras 31 a 34 apresentam as posições recomendadas para medição da deflexão.



Legenda

- ▼ posições recomendadas para medição da deflexão

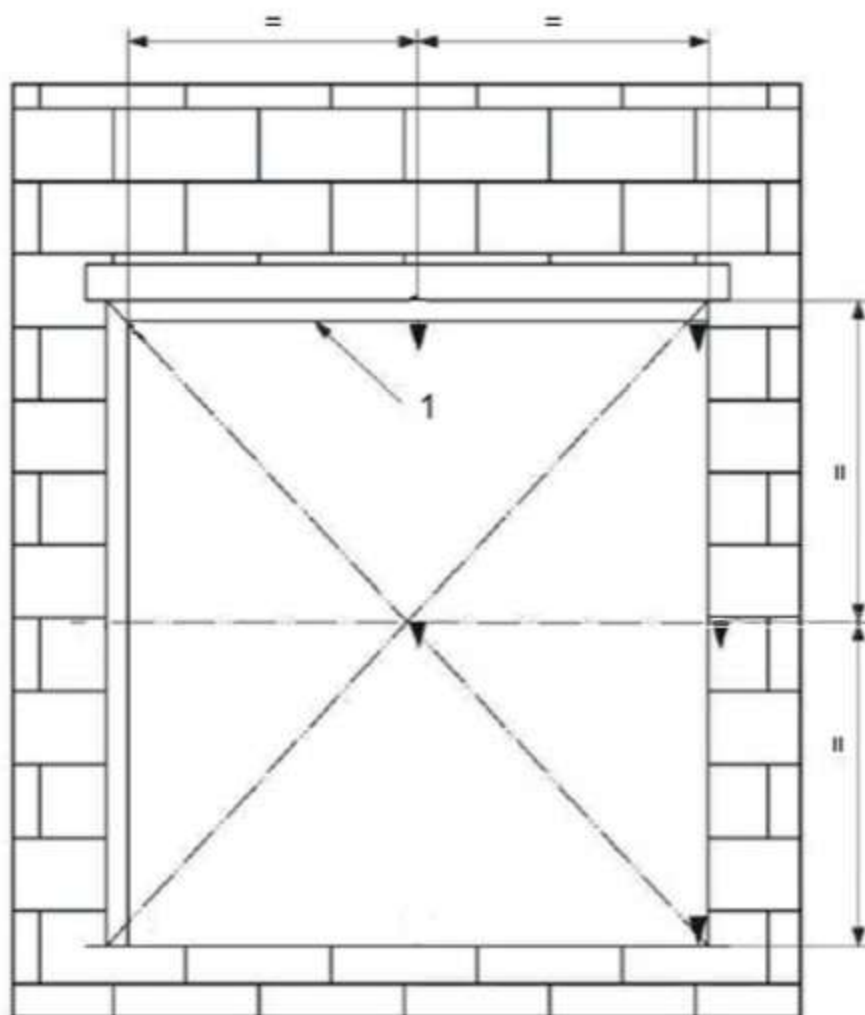
Figura 31 – Posições recomendadas para medição da deflexão em portas com tipologia de giro e folha única



Legenda

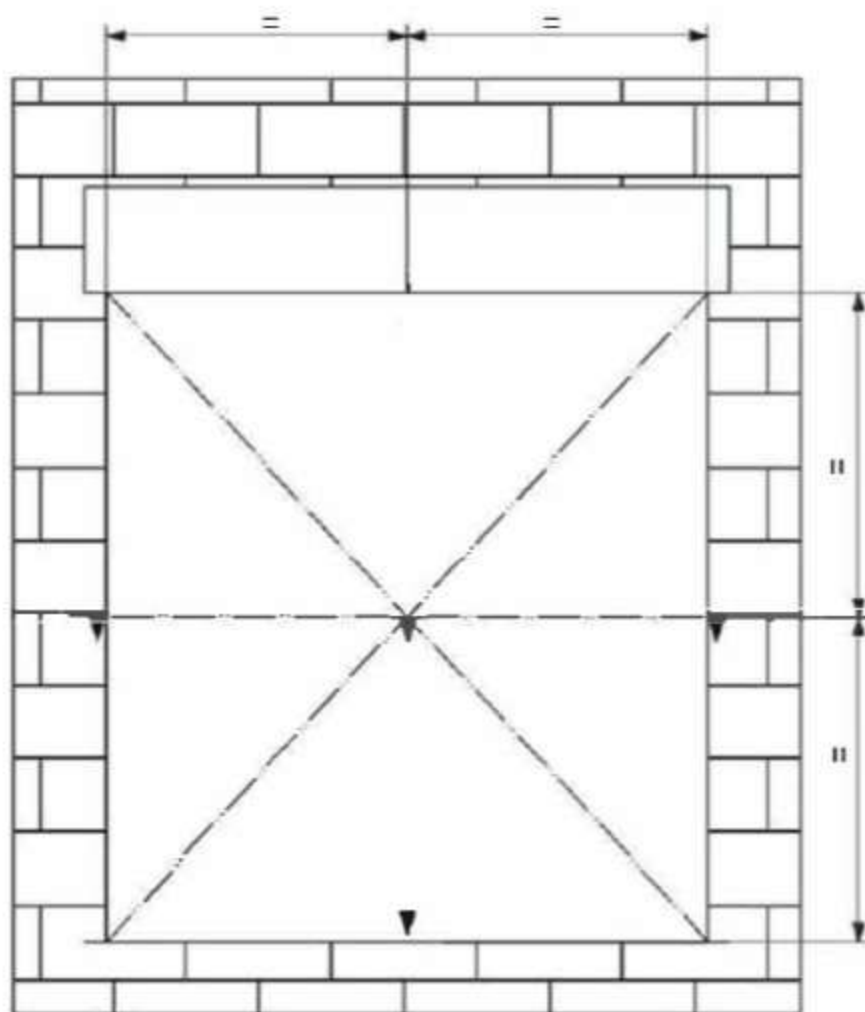
- ▼ posições recomendadas para medição da deflexão

Figura 32 – Posições recomendadas para medição da deflexão em portas com tipologia de giro e folha dupla

**Legenda**

- ▼ posições recomendadas para medição da deflexão
- 1 trilho

Figura 33 – Posições recomendadas para medição da deflexão em portas e vedadores sanfonados



Legenda

- ▼ posições recomendadas para medição da deflexão

Figura 34 – Posições recomendadas para medição da deflexão em portas e vedadores de enrolar

9.4 Redução de radiação térmica

Caso seja necessário medir a radiação térmica, o posicionamento do instrumento de medição deve seguir as diretrizes da ABNT NBR 16965.

10 Procedimento de ensaio

10.1 Preparação e pré-avaliação do corpo de prova

10.1.1 Geral

Antes do ensaio de resistência ao fogo, deve-se executar a seguinte sequência de verificações no corpo de prova:

- a) verificação do atendimento dos detalhes construtivos, dimensões e folgas (ver 10.1.2), conforme definido nas normas específicas de requisitos para cada tipo de porta ou vedador;

- b) quaisquer ensaios mecânicos requisitados nas normas específicas de requisitos para cada tipo de porta ou vedador;
- c) medição da força de fechamento, conforme requerido em normas específicas de requisitos para cada tipo de porta ou vedador, quando houver mecanismos para automação do fechamento (ver 10.1.3);
- d) verificações finais (ver 10.1.4).

10.1.2 Medição das dimensões das folgas

As folgas devem ser medidas antes do ensaio de resistência ao fogo de acordo com a sequência apresentada em 10.1.1. Devem ser feitas medições suficientes para quantificar adequadamente as folgas, sendo no mínimo três medições de cada lado, na parte superior e inferior de cada folha da porta ou vedador. As medições das folgas não podem ser feitas com distâncias superiores a 750 mm entre si. As medições devem ser feitas com uma precisão de no máximo 0,5 mm. Folgas inacessíveis devem ser medidas indiretamente ou calculadas.

Quando a porta ou vedador possuir componentes flexíveis ou móveis, estes não podem ser incluídos na medição das folgas. As Figuras 11 a 14 ilustram exemplos de medições de folgas em várias posições para diferentes tipos de portas e vedadores.

10.1.3 Medição da força de fechamento

Devem ser medidas as forças de fechamento de todas as portas ou vedadores que possuem dispositivos de fechamento automático. Essas medições são necessárias para estabelecer a magnitude das forças usadas para fechar a porta ou vedador, de forma a atestar que sejam representativas daquelas usadas na aplicação de uso final.

A força de fechamento deve ser determinada para cada folha da porta. Para portas ou vedadores que abram para ambos os lados, a força deve ser determinada para cada direção de abertura e para as demais somente na direção de abertura.

Deve-se abrir cada folha lentamente, utilizando um dinamômetro acoplado ao dispositivo de abertura operando na direção contrária à de fechamento, até uma distância de 100 mm de sua posição fechada. Deve-se registrar a leitura mais alta do medidor entre a posição fechada e a distância de 100 mm.

10.1.4 Verificações finais

Antes do ensaio de resistência ao fogo, o corpo de prova deve ser submetido a um teste final de fechamento envolvendo a abertura da(s) folha(s) com fresta de aproximadamente 300 mm e seu retorno à posição fechada. Quando possível, isso deve ser feito pelo dispositivo de fechamento. Se a(s) folha(s) não contiver(em) nenhum dispositivo de fechamento ou se esse componente não puder ser utilizado no forno, então a(s) folha(s) deve(m) ser fechada(s) manualmente.

Quando uma porta ou vedador se destinar a ser fornecido com e sem um dispositivo de fechamento automático, a força de fechamento pode ser retirada logo após a conclusão das medições indicadas em 10.1.3.

As folhas podem ser travadas antes do ensaio de resistência ao fogo, mas não podem ser trancadas com fechadura, a menos que a folha só possa ser mantida na posição fechada durante o uso normal, utilizando a fechadura (ou seja, não há trava ou dispositivo de fechamento para segurar cada folha na posição fechada). Essa condição é aplicável apenas a portas normalmente mantidas na posição trancada. Nenhuma chave deve ser deixada na fechadura.

Se a verificação final for feita com o corpo de prova já posicionado no forno e o ensaio iniciar com o corpo de prova na posição fechada, então, o forno deve estar com seu ambiente interno em condições normais de pressão.

10.2 Ensaio de resistência ao fogo

10.2.1 Geral

O ensaio e a medição dos critérios de resistência ao fogo devem ser realizados considerando as diretrizes apresentadas na ABNT NBR 16965.

Caso na aplicação de uso final a porta ou vedador permaneça na posição aberta, sendo dotado de mecanismo de fechamento automático, que o feche em situação inicial de incêndio, o ensaio deve iniciar com o corpo de prova na posição aberta. Caso contrário, o ensaio deve iniciar com a porta ou vedador na posição fechada.

10.2.2 Integridade

Os seguintes métodos de avaliação do critério da integridade, previstos na ABNT NBR 16965, devem ser utilizados durante o ensaio para avaliação desse critério em portas e vedadores: chumaço de algodão, medidores de fendas e aparecimento de chamas na superfície não exposta. A verificação a partir de cada um desses métodos deve ser feita seguindo as instruções gerais previstas na ABNT NBR 16965, porém, observando-se as especificidades das portas e vedadores, que requerem algumas variações. As recomendações para essa avaliação estão apresentadas em a) a e).

- a) posicionar um chumaço de algodão, montado da forma prevista na ABNT NBR 16965, encostando o seu distanciador na superfície do corpo de prova, de forma adjacente à folga ou à chama existente, por um período de 30 s ou até a sua ignição, ou seja, quando o chumaço se tornar incandescente ou flamejante. Pequenos ajustes de posição podem ser feitos, de modo a obter o efeito máximo dos gases quentes sobre o chumaço;
- b) a utilização dos medidores de fendas deve variar dependendo do tipo de folga que se deseja avaliar. O medidor de fendas de 6 mm, previsto na ABNT NBR 16965, deve ser utilizado para avaliar folgas que eventualmente surjam no plano da superfície do corpo de prova. O medidor de fendas de 20 mm, indicado na Figura 1, deve ser utilizado para avaliar folgas que eventualmente surjam ortogonalmente ao plano da superfície do corpo de prova, entre folhas ou entre folha e marco ou entre folha e guias. Para verificação de folgas na soleira, apenas o medidor de fendas de 25 mm, previsto na ABNT NBR 16965, deve ser usado. Deve ser avaliado durante o ensaio se o medidor de fendas de 6 mm, respeitando o tipo de folga descrito nesta alínea, pode ser passado através do corpo de prova, de forma que, projetado no forno, ele também possa ser movido a uma distância de 150 mm ao longo da folga. Para os medidores de fendas de 20 mm e 25 mm, deve ser avaliado durante o ensaio somente se é possível passar o medidor através do corpo de prova, de forma que ele se projete no forno em qualquer ponto do corpo de prova, respeitando-se o tipo de folga especificado nesta alínea;
- c) verificar o aparecimento de chamas na superfície não exposta do corpo de prova, determinando sua duração e o intervalo entre elas;
- d) verificar se trincos e quaisquer dispositivos de fechamento mantêm as folhas travadas contra o marco ou entre si e se as folhas permanecem adequadamente fixadas ao marco por suas dobradiças ou qualquer outro componente de ligação;

- e) para portas ou vedadores com tipologia de giro, imediatamente após o final do ensaio, o travamento da porta deve ser verificado pela aplicação de uma força de 200 N na maçaneta, sem acionamento, na direção de abertura da folha.

10.2.3 Isolação térmica

Para verificação do critério da isolação térmica, o termopar móvel, quando utilizado, não pode ser colocado em posições em que a fixação dos demais termopares não é permitida. Os demais termopares devem ser utilizados, conforme previsto em 9.1.2 e 11.2.1.

10.2.4 Redução de radiação térmica

Detalhes do procedimento de medição da radiação térmica são apresentados na ABNT NBR 16965.

11 Critérios de desempenho

11.1 Integridade

A porta ou vedador é considerada íntegra durante todo o período de classificação, caso tenha atendido todos os seguintes critérios:

- a) não houve ignição de chumaço de algodão, aplicado de acordo com 10.2.2-a);
- b) não foi possível passar os medidores de abertura de fendas, conforme especificado em 10.2.2-b);
- c) não houve aparecimento de chamas na superfície não exposta do corpo de prova durante os primeiros 30 min do período de classificação. No caso de elementos que se destinam a serem classificados por um período de 30 min, o aparecimento de chamas não pode ocorrer durante os primeiros 20 min. Após esses períodos, não podem aparecer chamas com duração superior a 10 s na superfície não exposta do corpo de prova. Além disso, o intervalo de aparecimento de chamas com duração igual ou inferior a 10 s não pode ser inferior a 5 min. Este critério está associado ao descrito em 10.2.2-c);
- d) quaisquer componentes de fechamento e fixação, descritos em 10.2.2-d), permaneceram adequadamente unidos e fixados;
- e) no caso de portas e vedadores com tipologia de giro, não ocorreu a sua abertura após o procedimento descrito em 10.2.2-e).

11.2 Isolação térmica

11.2.1 Geral

A classificação básica quanto à isolação térmica para portas e vedadores é I_2 . Para alguns elementos específicos, o fabricante e/ou solicitante do ensaio podem requerer um comportamento mais rigoroso de seus produtos. Nesse caso, a porta ou vedador pode ser classificada como I_1 . A classificação I_1 apresenta limites aceitáveis de temperatura mais restritos e exige a medição de temperaturas em pontos mais suscetíveis ao aumento. A classificação adicional da porta ou vedador quanto ao critério I_1 deve ser definida entre o solicitante e o laboratório de forma prévia à realização dos ensaios.

O corpo de prova deve ser avaliado para o critério da isolação térmica com base nas diretrizes apresentadas em 11.2.2 e 11.2.3. Caso somente a classificação I_2 seja requerida, o critério da isolação

térmica deve considerar também as diretrizes apresentadas em 11.2.4. Caso o solicitante do ensaio requeira que o elemento seja classificado como I_1 , o critério da isolamento térmica deve considerar as diretrizes apresentadas em 11.2.5, em substituição às diretrizes estabelecidas em 11.2.4.

11.2.2 Áreas discretas

Para portas ou vedadores que possuam áreas discretas, a aceitação deste critério deve ser verificada para cada uma dessas áreas.

11.2.3 Aumento médio de temperatura

O corpo de prova deve ser avaliado com base no critério de aumento médio de temperatura (140 °C) especificado na ABNT NBR 16965. Essa verificação deve ser feita mediante as temperaturas registradas nos termopares especificados em 9.1.2.2.

11.2.4 Aumento máximo de temperatura nas posições comuns descritas em 9.1.2.3 e classificação de isolamento térmica I_2 apresentada na ABNT NBR 16945

O corpo de prova deve ser avaliado em relação ao critério de aumento máximo de temperatura especificado na ABNT NBR 16965 (180 °C), sendo que o limite para aumento máximo de temperatura para qualquer outro membro do corpo de prova adjacente à(s) folha(s) da porta ou vedador deve ser de 360 °C. A conformidade deve ser verificada a partir das temperaturas registradas nos termopares especificados em 9.1.2.2, 9.1.2.3 e do termopar móvel, sujeito às disposições apresentadas em 10.2.3.

11.2.5 Aumento máximo de temperatura nas posições suplementares descritas em 9.1.2.4 e classificação de isolamento térmica I_1 apresentada na ABNT NBR 16945

O corpo de prova deve ser avaliado em relação ao critério de aumento máximo de temperatura especificado na ABNT NBR 16965 (180 °C) para todas as posições do corpo de prova. A conformidade deve ser verificada a partir das temperaturas registradas nos termopares especificados em 9.1.2.2 a 9.1.2.4 e do termopar móvel, sujeito às disposições fornecidas em 10.2.3.

11.3 Redução de radiação térmica

Os níveis de radiação térmica medidos no corpo de prova não podem ultrapassar o limite de 15 kW/m², como especificado na ABNT NBR 16965.

12 Relatório de ensaio

12.1 Adicionalmente às informações apresentadas na ABNT NBR 16965, os seguintes dados devem ser incluídos no relatório de ensaio:

- a) referência de que o ensaio foi executado de acordo com esta Norma;
- b) informações sobre a verificação do corpo de prova, conduzida de acordo com orientações apresentadas em 6.5;
- c) indicação da construção de suporte padronizada adotada para o ensaio ou no caso de ter sido usada uma construção de suporte não padronizada, os detalhes desta construção de suporte, bem como quaisquer informações relevantes sobre ela;
- d) informações relativas ao condicionamento da construção de suporte frente às disposições apresentadas no Anexo C;

- e) descrição do tipo do revestimento da extensão do piso, caso esse seja utilizado junto à construção de suporte;
- f) dimensões das folgas medidas, conforme apresentado em 10.1.2 e, se apropriado, as dimensões permitidas para essas folgas, conforme orientações contidas em A.3.3.1.5;
- g) força de fechamento medida, conforme apresentado em 10.1.3, incluindo informações se o corpo de prova foi ensaiado estando trancado por fechadura, trava ou simplesmente encostado;
- h) informações sobre os ensaios mecânicos realizados no corpo de prova antes do ensaio de resistência ao fogo;
- i) resultados do ensaio de resistência ao fogo declarados em termos do tempo decorrido, em minutos, entre o início do ensaio e o tempo até a falha do critério da integridade e, quando necessário, o tempo até a falha do critério de isolamento térmica ou do critério de redução de radiação térmica e seus registros durante o ensaio, conforme apresentado na Seção 11 e especificado na ABNT NBR 16965;
- j) nos casos em que o solicitante do ensaio requerer que o ensaio continue após a ocorrência da falha do primeiro critério, os tempos de falha dos demais critérios também devem ser relatados.

12.2 Caso tenha sido acordado previamente entre o solicitante do ensaio e o laboratório que sejam produzidos relatórios individuais abrangendo o desempenho de componentes específicos da porta ou vedador, cada relatório individual deve no mínimo conter as seguintes informações:

- a) referência ao relatório de ensaio do elemento completo original;
- b) nome do produtor ou fornecedor do componente da porta ou vedador, o nome comercial ou o código do produto dado pelo fabricante, uma representação visual e uma descrição completa do produto, incluindo qualquer proteção, com referência particular à dimensão das suas partes integrantes, localização, detalhes de fixação e materiais utilizados;
- c) descrição completa de qualquer proteção intumescente aplicada sobre o componente;
- d) tempo decorrido no qual o corpo de prova atendeu aos critérios de resistência ao fogo pertinentes, expresso em minutos a partir do início do ensaio;
- e) descrição completa do corpo de prova, incluindo construção, dimensões, massa, direção de abertura, método de fixação e todos os componentes presentes e seus constituintes.

O campo direto de aplicação dos resultados de ensaio somente pode ser determinado após ensaios bem-sucedidos e deve ser objeto de um relatório específico contemplando a classificação do elemento e todas as variações permitidas na aplicação de uso final em relação ao elemento ensaiado, conforme Anexo A. O campo ampliado de aplicação envolve a realização de estudos aprofundados sobre o elemento e/ou maior quantidade de ensaios e/ou simulações e também deve ser objeto de um relatório específico. Mais informações sobre a composição de relatórios específicos para o campo direto e campo ampliado de aplicação dos resultados de ensaio são apresentadas na ABNT NBR 16945.

Anexo A (normativo)

Campo direto de aplicação dos resultados de ensaio

A.1 Geral

O campo direto de aplicação define as alterações permitidas no corpo de prova após ensaios de resistência ao fogo em que foi possível obter uma classificação para a porta ou vedador avaliado. Essas variações podem ser aplicadas sem a necessidade de realizar outras avaliações, cálculos ou aprovações adicionais. Porém, dada a necessidade de se examinar de forma mais criteriosa o corpo de prova quanto à adequação a cada regra contida neste Anexo e às variações permitidas em um elemento ensaiado, o campo direto de aplicação dos resultados deve ser apresentado em relatório específico.

Quando for necessário avaliar elementos com maiores dimensões do que aquelas que podem ser ensaiadas, em função de limitações do forno de ensaio, as dimensões de certos componentes do corpo de prova podem ser diminuídas, a fim de criar uma situação em escala conforme ocorreria na aplicação de uso final e assim, melhor prever a extrapolação dos resultados de ensaio.

A descrição das regras previstas neste Anexo leva em conta a variação específica apresentada em cada item. No caso de elementos em que duas ou mais variações são propostas, todas as condições previstas em cada um dos respectivos itens concernentes devem ser respeitadas.

A.2 Materiais e construção

A.2.1 Geral

Em geral, os materiais e a construção da porta ou vedador devem ser os mesmos que o ensaiado, a não ser que especificado de forma diferente em A.2.3. O número de folhas e o modo de abertura não pode ser alterado.

A.2.2 Restrições específicas em relação aos materiais e construção

A.2.2.1 Construção em madeira

A espessura e densidade da(s) folha(s) da porta ou vedador não podem ser reduzidas, mas podem ser aumentadas. Um aumento na espessura e/ou na densidade da(s) folha(s) porta ou vedador é permitido, desde que o aumento total no peso da(s) folha(s) não seja superior a 25 %.

Para elementos colados como, por exemplo, chapas de madeira colada, a composição do ligante ou resina não pode ser alterada em relação àquela ensaiada. A densidade não pode ser reduzida, mas pode ser aumentada.

As dimensões da seção transversal e a densidade do marco (incluindo a sobreposição ao batente) não podem ser reduzidas, mas podem ser aumentadas.

A.2.2.2 Construção em metal

As dimensões do marco e componentes metálicos de ligação à(s) folha(s) podem ser aumentadas. A espessura da(s) folha(s) também pode ser aumentada em até 25 %.

O tipo de metal não pode mudar em relação àquele ensaiado.

O número de componentes de enrijecimento para portas não isoladas termicamente e o número e tipo de fixações de tais componentes podem ser aumentados proporcionalmente com o aumento no tamanho, mas não podem ser reduzidos.

A.2.2.3 Construção envidraçada

O tipo de vidro e o método de fixação deste, incluindo tipo e número de fixações por metro de perímetro, não podem ser alterados em relação à situação ensaiada.

O número de vidros e as dimensões de cada vidro (largura e altura) em um corpo de prova podem ser:

- reduzidos proporcionalmente às reduções no tamanho da porta ou vedador; ou
- reduzidos em no máximo 25 % para elementos em que somente os critérios da integridade ou redução de radiação térmica sejam considerados. Essa regra pode se aplicar a elementos que considerem o critério de isolamento térmica, porém, os limites aceitáveis de aumento de temperatura nesse critério devem ter sido respeitados durante todo o tempo de classificação tanto na porção não envidraçada quanto na porção envidraçada do elemento; ou
- reduzidos sem limitação para portas ou vedadores em que a área total envidraçada do elemento ensaiado seja inferior a 15 % da área total da(s) folha(s) da porta ou vedador.

O número de vidros e as dimensões de cada vidro não podem ser aumentados.

A distância entre a borda de cada vidro e a borda da(s) folha(s) da porta ou vedador e/ou a distância entre vidros não pode ser reduzida em relação àquelas existentes no copo de prova ensaiado. Outras modificações no posicionamento de vidros só podem ser feitas se isso não gerar a remoção ou reposicionamento de membros de fixação do vidro.

A.2.3 Acabamentos

A.2.3.1 Pintura

Quando não for esperado que uma pintura contribua para a resistência ao fogo da porta ou vedador, tintas alternativas são aceitáveis. Essas tintas também podem ser adicionadas às folhas ou marco das portas ou vedadores que foram ensaiados sem nenhum tipo de pintura.

Quando a pintura contribuir para a resistência ao fogo da porta ou vedador (por exemplo, tintas intumescentes), nenhuma alteração é permitida.

A.2.3.2 Laminados decorativos e vernizes

Laminados decorativos e vernizes para portas e vedadores de madeira, que possuam até 1,5 mm de espessura podem ser adicionados às superfícies, mas não às bordas, das portas ou vedadores que originalmente atendam ao critério de isolamento térmica (I_1 ou I_2).

Laminados decorativos e vernizes para portas e vedadores de madeira que não atendam ao critério de isolamento térmica (I_1 ou I_2) ou que possuam espessura superior a 1,5 mm devem ser ensaiados juntamente ao corpo de prova. Nesse caso, quaisquer alterações devem manter o tipo e espessura do laminado decorativo ou verniz (por exemplo, cor, padrão e fabricante).

A.2.4 Fixações

O número de fixações por unidade de comprimento usadas para ligar portas às construções de suporte pode ser aumentado, mas não pode ser diminuído e a distância entre as fixações pode ser reduzida, mas não pode ser aumentada.

A.2.5 Componentes de fechamento e travamento

O número de dobradiças e respectivos parafusos de fixação pode ser aumentado, mas não pode ser diminuído.

Quando uma porta ou vedador for ensaiada(o) com um dispositivo de fechamento instalado, mas com a força de fechamento retirada de acordo com 10.1.4, a porta ou vedador pode ser fornecida com ou sem esse dispositivo de fechamento quando as características de fechamento automático não forem necessárias.

O número de dispositivos de fechamento, como fechaduras ou travas, e mudança desse(s) componente(s) não são abrangidos pelo campo direto de aplicação dos resultados de ensaio e, portanto, nenhuma alteração pode ser feita sem a realização de estudos adicionais que envolvem a criação de um campo ampliado de aplicação.

A.3 Variações permitidas no tamanho

A.3.1 Geral

Conjuntos de portas ou vedadores que possuam dimensões diferentes daquelas dos corpos de prova ensaiados são permitidos dentro de certas limitações, porém, as variações dependem do tipo de produto e do período de tempo em que os critérios de desempenho foram atendidos. As regras de permissão de variações nas dimensões apresentadas nesta Seção devem estar de acordo com o estabelecido em normas específicas de requisitos para cada tipo de elemento.

O aumento ou diminuição das dimensões permitidas pelo campo direto de aplicação são admissíveis para a folha da porta ou vedador e, se houver, à respectiva bandeira de forma independente.

Conforme especificado em A.2.2.3, as dimensões, altura e largura de qualquer vidro não podem ser aumentadas.

A.3.2 Períodos de classificação

A variação do tamanho permitido para um determinado elemento depende se esse elemento se enquadra na Categoria A ou Categoria B. A Categoria A abrange elementos que atenderam aos critérios considerados de resistência ao fogo somente durante o próprio período de classificação. A Categoria B abrange elementos que atenderam aos critérios considerados de resistência ao fogo não só durante o próprio período de classificação, mas também durante um tempo adicional, conforme apresentado na Tabela A.1.

Tabela A.1 – Tempos de classificação e respectivos tempos adicionais necessários de ensaio para elementos se enquadrarem na Categoria B

Tempos de classificação para os critérios de resistência ao fogo min	Tempos adicionais necessários para enquadramento na Categoria B min	Tempos totais de ensaio exigidos para enquadramento na Categoria B
20	4	24
30	6	36
45	7	52
60	8	68
90	10	100
120	12	132
150	14	164
180	16	196
240	20	260

A.3.3 Grupos de elementos para variação das dimensões

As regras para permissão de aumento ou diminuição de tamanho dentro do campo direto de aplicação dos resultados de ensaio são aplicáveis apenas aos seis grupos de produtos seguintes:

- portas e vedadores com tipologia de giro ou pivotantes e vedadores na forma de janelas que podem ser abertas;
- portas e vedadores de correr horizontal e vertical seccionais;
- portas e vedadores sanfonados, não isolados, com pele única de aço;
- portas e vedadores de correr ou sanfonados isolados;
- portas e vedadores de enrolar;
- vedadores na forma de cortinas operáveis.

Nenhum aumento no tamanho é permitido para portas ou vedadores que necessitem atender ao critério de redução de radiação térmica, a não ser que o critério de isolamento térmica seja atendido pelo elemento. Isso ocorre porque qualquer aumento no tamanho aumenta a radiação recebida a uma distância fixa da porta ou vedador. Embora existam métodos de cálculo que possam ser usados para determinar esses aumentos, isso está além do campo direto de aplicação e deve ser considerado em um estudo do campo ampliado de aplicação.

Portas ou vedadores que atendam simultaneamente ao critério de isolamento térmica e ao de redução de radiação térmica podem ter suas dimensões aumentadas dentro dos limites estabelecidos para cada grupo, descritos em A.3.3.1 a A.3.3.6, desde que estejam enquadrados na Categoria B e de acordo com os requisitos adicionais apresentados para cada grupo. Isso é aceito porque o aumento

da radiação resultante em um elemento maior, dentro dos limites especificados em A.3.3.1 a A.3.3.6, é tal que ainda irá satisfazer o critério de redução de radiação térmica. Reduções de tamanho são permitidas para portas ou vedadores que satisfaçam somente o critério de redução de radiação térmica ou que atendam ambos os critérios de redução de radiação térmica e isolamento térmica (I_1 ou I_2).

Aumentos de tamanho em portas ou vedadores de outros tipos devem ser objeto de um estudo de campo ampliado de aplicação dos resultados de ensaio.

A.3.3.1 Portas e vedadores com tipologia de giro ou pivotantes ou vedadores na forma de janelas que podem ser abertas

A.3.3.1.1 Variações nas dimensões

Para elementos enquadrados na Categoria A, não são permitidos aumentos nas dimensões.

Para elementos enquadrados na Categoria B, são permitidos aumentos de até 15 % na altura e largura, limitados sempre a um aumento máximo de 20 % na área em relação ao corpo de prova ensaiado.

Quaisquer reduções são permitidas em ambas as categorias, com exceção de portas ou vedadores metálicos isolados em que as reduções máximas são limitadas em 50 % para a largura e 75 % para a altura em relação ao corpo de prova ensaiado.

A.3.3.1.2 Outras mudanças

O posicionamento relativo de componentes associados ao funcionamento de portas ou vedadores com dimensões reduzidas (como dobradiças ou travas) deve ser mantido em relação ao corpo de prova ensaiado. Qualquer mudança na distância entre esses componentes deve ser limitada à porcentagem de redução total na respectiva dimensão do corpo de prova.

Para elementos com aumento nas dimensões em relação ao corpo de prova ensaiado, o seguinte se aplica:

- a) a altura de qualquer trinco localizado acima do nível do piso deve ser aumentada, em relação à altura ensaiada, proporcionalmente ao aumento total na altura da porta ou vedador;
- b) a distância da dobradiça superior à borda superior da folha da porta ou vedador deve ser igual ou menor que a ensaiada;
- c) a distância da dobradiça inferior à borda inferior da folha da porta ou vedador deve ser igual ou menor que a ensaiada;
- d) quando forem utilizadas três dobradiças, a distância entre a borda inferior da folha da porta ou vedador e a dobradiça central deve ser igual ou maior que a ensaiada.

A.3.3.1.3 Bandeira

Corpos de prova que possuam bandeira também podem adotar as regras de permissão de variação especificadas em A.3.3.1.1.

A.3.3.1.4 Construções em madeira

O número, tamanho, localização e orientação de quaisquer juntas de portas ou vedadores construídos em madeira não podem ser alterados.

Quando vernizes ou qualquer tipo de proteção superficial for usado e a espessura desse componente for igual ou superior a 1,5 mm, esses não podem ser substituídos por componentes alternativos de menor espessura ou resistência ao fogo inferior.

A.3.3.1.5 Folgas

A dimensão das folgas, identificadas em 7.3, deve sempre ser limitada ao valor calculado com base na seguinte relação:

$$x = [(a + b) / 2] + 2 \text{ mm}$$

onde

x é o tamanho máximo permitido da folga;

a é o tamanho máximo medido na folga;

b é o tamanho médio medido na folga.

O tamanho das folgas sempre pode ser reduzido.

O tamanho das folgas pode ser distinto para diferentes partes da porta ou vedador.

A.3.3.2 Portas e vedadores de correr horizontal e vertical seccionais

A.3.3.2.1 Variações nas dimensões

Para elementos enquadrados na Categoria A, não são permitidos aumentos nas dimensões. Quaisquer reduções são permitidas, com exceção de portas ou vedadores metálicos isolados em que as reduções máximas são limitadas em 50 % para a largura e 75 % para a altura em relação ao corpo de prova ensaiado.

Para elementos enquadrados na Categoria B, são permitidos aumentos de até 50 % na altura e largura, limitados sempre a um aumento máximo de 50 % na área em relação ao corpo de prova ensaiado. Quaisquer reduções nas dimensões são permitidas.

Os resultados de ensaio de corpos de prova que possuam uma ou mais dimensões maiores que 2,5 m, podem ser aplicados a corpos de prova maiores desde que o aumento da área esteja limitado a 50 % da área do corpo de prova ensaiado. Além disso, corpos de prova que sejam constituídos de um conjunto de painéis unidos devem possuir no mínimo um painel com o tamanho real da aplicação de uso final e possuir no mínimo um exemplo de cada tipo ou detalhe de junta para altura e largura, conforme apropriado.

Os aumentos permissíveis para a largura e altura apresentados são permitidos apenas se as sobreposições na parte traseira e na parte superior da porta forem ajustadas para aumentar a sobreposição do guia, conforme apresentado na Figura 15, em 10 mm por metro de aumento no tamanho.

A.3.3.2.2 Folgas

A dimensão da folga na borda inferior da porta ou vedador pode ser diminuída em relação ao valor ensaiado, mas não pode ser aumentada.

A.3.3.3 Portas e vedadores sanfonados, não isolados, com pele única de aço

Para elementos enquadrados na Categoria A, não são permitidos aumentos nas dimensões.

Para elementos enquadrados na Categoria B, são permitidos aumentos de até 50 % na altura e largura, limitados sempre a um aumento máximo de 50 % na área em relação ao corpo de prova ensaiado.

Quaisquer reduções nas dimensões são permitidas para ambas as categorias.

Os resultados de ensaio de corpos de prova que possuam uma ou mais dimensões maiores que 2,5 m, podem aplicados a corpos de prova maiores desde que o aumento da área esteja limitado a 50 % da área do corpo de prova ensaiado. Além disso, corpos de prova que sejam constituídos de um conjunto de painéis unidos devem possuir no mínimo um painel com o tamanho real da aplicação de uso final e possuir no mínimo um exemplo de cada tipo ou detalhe de junta para altura e largura, conforme apropriado.

A espessura da folha pode ser aumentada em até 50 %, porém, não pode ser diminuída além das dimensões mínimas previstas na indústria.

A.3.3.4 Portas e vedadores de correr ou sanfonados isolados

Para elementos enquadrados na Categoria A, não são permitidos aumentos nas dimensões.

Para elementos enquadrados na Categoria B, são permitidos aumentos de até 15 % na altura e largura, limitados sempre a um aumento máximo de 20 % na área em relação ao corpo de prova ensaiado.

Para ambas as categorias, quaisquer reduções são permitidas, com exceção de portas ou vedadores metálicos isolados em que as reduções máximas são limitadas em 50 % para a largura e 75 % para a altura em relação ao corpo de prova ensaiado.

A.3.3.5 Portas e vedadores de enrolar

As regras de variação do elemento construtivo previstas neste item não se aplicam a portas e vedadores resfriados com água.

Para elementos enquadrados na Categoria A, não são permitidos aumentos nas dimensões.

Para elementos enquadrados na Categoria B, são permitidos aumentos de até 30 % na altura e de até 10 % na largura.

Quaisquer reduções nas dimensões são permitidas para ambas as categorias.

Para portas ou vedadores de enrolar não isolados, a espessura do material da folha pode ser aumentada em até 50 %, mas não pode ser reduzida além dos limites de variação de fabricação.

Para portas ou vedadores de enrolar isolados, a espessura do material não pode variar além das tolerâncias de espessura enquadradas nos limites de fabricação.

A espessura do material dos guias e da caixa metálica de proteção da folha enrolada pode ser aumentada em até 50 %, mas não pode ser reduzida além dos limites de variação de fabricação.

A folga entre as bordas laterais da folha e as faces internas dos guias deve ser aumentada proporcionalmente com o aumento da largura da folha da porta ou vedador (ver a Figura 15).

A sobreposição entre a folha da porta ou vedador e os guias e a sobreposição entre os guias e a parede não pode ser reduzida quando as dimensões da porta ou vedador forem reduzidas, mas devem ser aumentadas proporcionalmente quando houver um aumento na largura do elemento.

A.3.3.6 Vedadores na forma de cortinas operáveis

Para elementos enquadrados na Categoria A, não são permitidos aumentos nas dimensões.

Para elementos enquadrados na Categoria B, são permitidos aumentos de até 10 % na altura e largura em relação ao corpo de prova ensaiado.

Quaisquer reduções nas dimensões são permitidas para ambas as categorias.

Para vedadores na forma de cortinas operáveis feitas em material tecido, a espessura do material das guias laterais e do abrigo da cortina pode ser aumentada em até 50 %, mas não pode ser reduzida além dos limites de variação de fabricação.

A.4 Ensaio de portas e vedadores em uma única direção

A.4.1 Geral

A ABNT NBR 16965 estabelece que elementos de compartimentação devem ter sua resistência ao fogo comprovada a partir de ambos os lados, ou seja, em cada direção, a menos que o elemento seja totalmente simétrico, o que dificilmente ocorre para portas ou vedadores, ou caso se possa comprovar que um dos lados é crítico na resistência ao fogo. Em alguns casos, é possível desenvolver regras pelas quais os resultados de um ensaio de resistência ao fogo de uma porta ou vedador ensaiado em uma direção somente pode ser aplicado quando a exposição ao fogo ocorre na outra direção. A possibilidade de desenvolver tais regras aumenta se a consideração for limitada a certos tipos de conjuntos de portas ou vedadores e nos critérios aplicáveis (por exemplo, portas ou vedadores destinados a atender somente ao critério da integridade). Essas regras são apresentadas em A.4.2. A justificativa por trás dessas regras é fornecida no Anexo E.

A.4.2 Diretrizes específicas

As regras que regem a aplicabilidade dos resultados de ensaio realizados em um dos lados de uma porta ou vedador específico ao outro lado, ou seja, em uma dada direção para outra, são dadas na Tabela A.2 e somente podem ser aplicadas desde que as seguintes premissas sejam atendidas:

- a) cada uma das folhas da porta ou vedador é simétrica com exceção das seguintes características: existência de trinco, borda de encosto no marco, borda da dobradiça ou sobreposição ao batente;
- b) as folhas da porta ou vedador não possuem núcleo com isolante térmico;
- c) quaisquer componentes da porta ou vedador ou parte deles já foram ensaiados com base nesta Norma e expostos em ambas as direções, tendo mantido suas funções;
- d) a bandeira, se presente, é totalmente simétrica. Caso a bandeira não seja simétrica, a aplicação dos resultados pelas regras de simetria descritas nesta seção somente é válida para a porta ou vedador sem a bandeira;
- e) no caso portas ou vedadores com tipologia de giro, a porta ou vedador também é fixada por uma dobradiça a meia altura.

A Tabela A.2 lista o tipo de conjunto de porta ou vedador para o qual as regras podem ser definidas e define a direção em que o corpo de prova deve ser ensaiado de forma a abranger a direção oposta. As colunas relativas aos critérios de integridade, isolamento térmico e redução de radiação térmica refletem a possibilidade de se criar regras específicas para cada critério. 'Sim' significa que o ensaio na direção determinada na segunda coluna da tabela vale para a outra direção com relação ao respectivo critério de resistência ao fogo. 'Não' indica que o ensaio não tem validade na outra direção, para o respectivo critério. Em outros casos não abrangidos pela Tabela A.2, deve-se ensaiar o elemento em ambas as direções.

Tabela A.2 – Tipo de porta ou vedador e direção a ser ensaiada para aplicação dos resultados do ensaio à outra direção

Tipo de porta ou vedador	Direção a ser ensaiada	Critérios de resistência ao fogo		
		Integridade	Isolação térmica	Redução de radiação térmica
Portas e vedadores com tipologia de giro ou pivotantes com marco e folha de madeira	Abrindo para dentro do forno	Sim	Sim	Sim
Portas e vedadores com tipologia de giro ou pivotantes com marco em metal (sem travessa) e folha de madeira	Abrindo para dentro do forno	Sim	Não	Sim
Portas e vedadores com tipologia de giro com marco e folha em metal	Abrindo para fora do forno	Sim	Não	Sim
Portas e vedadores de enrolar	Caixa metálica e componentes da estrutura da porta fixados na construção de suporte do lado interno ao forno	Sim	Não	Não
Portas e vedadores de correr ou sanfonados	Componentes da estrutura da porta fixados na construção de suporte do lado interno ao forno	Sim	Não	Não

A.5 Construção de suporte

A.5.1 Geral

Os resultados da avaliação da resistência ao fogo de uma porta ou vedador ensaiado em uma dada construção de suporte podem ou não ser aplicados a outras construções de suporte. Geralmente, resultados de ensaio de construções de suporte padronizadas rígidas e flexíveis não são intercambiáveis. No entanto, em alguns casos, é possível que o resultado de um ensaio realizado com um elemento inserido em um tipo específico de construção de suporte padronizada seja aplicável a outro tipo de construção de suporte padronizada.

As regras que governam o campo direto de aplicação de cada tipo de construção de suporte são apresentadas em A.5.2 a A.5.4. Regras específicas para portas ou vedadores com tipologia de giro ou pivotantes são dadas em A.5.4. O embasamento para cada regra é apresentado no Anexo E.

A.5.2 Construções de suporte padronizadas rígidas de alta ou baixa densidade

Os resultados de ensaio de uma porta ou vedador ensaiado em uma construção de suporte padronizada rígida de alta ou baixa densidade, conforme especificada no Anexo B, podem ser aplicados a um elemento inserido em um mesmo tipo de construção, desde que a densidade e a espessura da parede sejam iguais ou maiores que aquelas em que o elemento foi ensaiado.

A.5.3 Construções de suporte padronizadas flexíveis

Os resultados de ensaio de uma porta ou vedador ensaiado em uma construção de suporte padronizada flexível, conforme especificada no Anexo B, podem ser aplicados a um elemento inserido em um mesmo tipo de divisória composta de chapas estruturadas por vigas metálicas ou de madeira. A resistência ao fogo da divisória deve ter sido determinada anteriormente por meio de ensaios de resistência ao fogo, com base na ABNT NBR 10636-1 e deve ser igual ou superior à da construção de suporte que foi ensaiada.

A.5.4 Regras específicas para portas ou vedadores com tipologia de giro ou pivotantes

As seguintes regras se aplicam para portas ou vedadores com tipologia de giro ou pivotantes:

- a) os resultados de ensaio de portas ou vedadores com folhas e marco de madeira realizados em construções de suporte padronizadas rígidas são aplicáveis a elementos inseridos em construções de suporte padronizadas flexíveis. A situação contrária também é permitida, ou seja, resultados de ensaios desses elementos feitos em construções de suporte padronizadas flexíveis podem ser aplicados em construções de suporte padronizadas rígidas;
- b) os resultados de ensaio de portas ou vedadores com folhas de madeira e marco em metal realizados em construções de suporte padronizadas flexíveis são aplicáveis a elementos inseridos em construções de suporte padronizadas rígidas. A situação contrária não é permitida;
- c) os resultados de ensaio de portas ou vedadores com folhas e marco em metal realizados em um dado tipo de construção de suporte padronizada não podem ser aplicados a outro tipo de construção de suporte padronizada. Para que os resultados abranjam ambos os tipos de construção de suporte padronizada devem ser realizados ensaios com cada tipo;
- d) os resultados de ensaio de portas ou vedadores metálicos não isolados realizados em construções de suporte padronizadas rígidas são aplicáveis a elementos inseridos em construções de suporte padronizadas flexíveis. A situação contrária não é permitida.

As regras acima pressupõem que os métodos de fixação usados em cada tipo de construção de suporte padronizada são adequados àquela construção. Assim, por exemplo em a), o ensaio de uma porta com folha e marco de madeira deve ter sido realizado de forma que a estrutura de madeira seja adequadamente fixada à construção rígida. Esse resultado é aplicável a uma porta com folha e marco de madeira montada em uma construção flexível com fixações adequadas da construção ao marco de madeira, desde que não existam outras variações em relação à situação ensaiada ou que as regras específicas concernentes às outras variações sejam respeitadas.

A.6 Construções de suporte não padronizadas

As construções de suporte não padronizadas visam reproduzir aplicações de uso final particulares e que não podem ser representadas por construções de suporte padronizadas.

No caso de uma construção de suporte não padronizada apresentar painéis laterais em ambos os lados da porta ou vedador e se apenas um painel lateral puder ser ensaiado devido a restrições no tamanho do forno, então o corpo de prova pode ser ensaiado somente com um painel, localizado no lado do dispositivo de fechamento e deve se enquadrar na Categoria B, atendendo ao critério de isolamento térmica (I_1 ou I_2). Nessa situação, a aplicação de uso final pode ser fornecida com painéis laterais em ambos os lados da porta ou vedador.

Outras variações em construções de suporte não padronizadas não são permitidas. Assim, com relação a outros quesitos, a aplicação de resultados de ensaios feitos com construções de suporte não padronizadas para outras construções de suporte deve ser objeto de um estudo de campo ampliado de aplicação.



Anexo B (normativo)

Diferentes construções de suporte padronizadas

B.1 Geral

Portas e vedadores devem sempre ser ensaiados inseridos em construções de suporte que simulam a construção do entorno presente na aplicação de uso final. É importante conhecer o comportamento térmico dessas construções a fim de determinar a influência que elas podem ter sobre o elemento a ser ensaiado. Em construções de suporte padronizadas, as propriedades térmicas são conhecidas e, portanto, sua influência no ensaio de resistência ao fogo pode ser quantificada, o que permite se criar maiores campos de aplicação dos resultados de ensaio.

As construções de suporte padronizadas podem ser divididas em dois tipos principais: rígidas e flexíveis. Dentro de cada tipo podem existir diferentes construções específicas. As diferentes construções possíveis para cada tipo e suas características são apresentadas neste Anexo.

B.2 Construções de suporte padronizadas rígidas

Para construções de suporte, descritas em B.2.1 e B.2.2, que incorporem blocos, esses devem ser adequadamente assentados com argamassa de forma apropriada para o período de resistência ao fogo previsto.

B.2.1 Construção de alta densidade

Este tipo de construção consiste em blocos, alvenaria ou parede de concreto homogêneo com densidade total maior ou igual a 850 kg/m^3 e espessura apropriada ao período de resistência ao fogo previsto.

B.2.2 Construção de baixa densidade

Este tipo de construção consiste em uma parede de blocos de concreto aerado com densidade total de $(650 \pm 200) \text{ kg/m}^3$ e uma espessura apropriada ao período de resistência ao fogo previsto.

B.3 Construções de suporte padronizadas flexíveis

Esse tipo de construção consiste em uma parede composta por chapas não metálicas aparafusadas sobre ambos os lados de uma estrutura leve de aço. As especificações desse tipo de construção estão indicadas a seguir.

a) componentes:

- 1) trilho de cabeceira ou piso e vigas feitos em perfis de aço laminado tipo U, com espessura de 0,5 mm a 1,5 mm;
- 2) chapas em número de camadas e espessura, conforme especificado na Tabela B.1;

- 3) fixações por meio de parafusos autobrocantes ou autoatarraxantes com comprimento de 20 mm a 36 mm para parede com uma camada de cada lado ou comprimento de 35 mm a 46 mm para parede com duas camadas de placas de cada lado;
- 4) juntas preenchidas em gesso;
- 5) isolamento conforme especificado na Tabela B.1, a menos que especificado de outra forma em normas de ensaio específicas.

b) construção:

- 1) parede fixada somente em suas bordas superior e inferior, ou seja, ambas as bordas verticais devem ser livres;
- 2) centros de fixação distando no máximo 600 mm;
- 3) distância entre vigas de 400 mm a 625 mm (dependendo do tamanho e da posição da abertura para o corpo de prova). Essa distância não se aplica dentro da separação de 200 mm entre o corpo de prova e a borda do quadro de restrição;
- 4) parafusos fixados somente por atrito;
- 5) expansão permitida para as vigas de no máximo 3,5 mm/m;
- 6) centros de fixação das chapas à estrutura de no máximo 300 mm em qualquer parte;
- 7) juntas verticais devem ser alternadas em paredes com múltiplas camadas e alternadas para cada lado das vigas em paredes com uma única camada;
- 8) juntas horizontais, se aplicável, devem ser coincidentes em paredes com uma única camada a 2 400 mm de altura e ser alternadas em paredes com múltiplas camadas, sendo que na camada interna deve estar a 600 mm de altura e na camada externa a 2 400 mm de altura;

Se as chapas usadas nessa construção não possuírem a altura total da parede, uma junta horizontal deve ser usada nos locais indicados em b)-8. As juntas horizontais precisam ser enrijecidas para evitar uma falha prematura. Um método adequado para isso é colocar uma tira de fixação de 100 mm de largura, feita de aço com 0,5 mm de espessura, atrás da chapa externa no local da junta. A tira de fixação deve ser fixada por parafusos que perfurem através da camada da placa em distâncias máximas de 300 mm. Para todos os sistemas, essa tira de fixação só é necessária atrás das chapas externas.

Tabela B.1 – Especificações para construções de suporte padronizadas flexíveis (continua)

Resistência ao fogo prevista	Altura nominal dos perfis de aço mm			Chapas de <i>Drywall</i>		Isolamento em lâ mineral	
	Grupo A	Grupo B	Grupo C	Número de camadas em cada lado	Espessura da chapa mm	Espessura mm	Densidade kg/m ³
30	44 a 55	56 a 75	76 a 100	1	12,5	40 a 50	30 a 60
45	44 a 55	56 a 75	76 a 100	2	12,5	40 a 50	30 a 60

Tabela B.1 (conclusão)

Resistência ao fogo prevista	Altura nominal dos perfis de aço mm			Chapas de <i>Drywall</i>		Isolamento em lâ mineral	
	Grupo A	Grupo B	Grupo C	Número de camadas em cada lado	Espessura da chapa mm	Espessura mm	Densidade kg/m ³
60	44 a 55	56 a 75	76 a 100	2	12,5	40 a 50	85 a 115
90	62 a 70	71 a 75	76 a 100	2	15	60 a 70	85 a 115

NOTA Construções de suporte padronizadas flexíveis com resistência ao fogo por períodos de 180 min e 240 min não são definidas pois as informações disponíveis para sua definição são inconsistentes.

O resultado de um ensaio realizado com uma construção de suporte de determinado grupo de perfis de aço A, B ou C, é aplicável a construções de suporte que usem perfis de aço com altura dentro da faixa definida para o mesmo grupo.

O resultado de um ensaio realizado com uma construção de suporte do grupo A é aplicável a construções de suporte do grupo A, B ou C. O resultado de um ensaio realizado com uma construção de suporte do grupo B é aplicável a construções de suporte do grupo B ou C. O resultado de um ensaio realizado com uma construção de suporte do grupo C é aplicável somente a construções de suporte do grupo C.

A construção de suporte padronizada flexível pode ser instalada pelo solicitante do ensaio ou pelo laboratório de ensaio conforme acordado entre as partes.

O laboratório de ensaio deve registrar devidamente as dimensões das vigas, o fabricante, o tipo, a espessura e a densidade das chapas e do material de isolamento usado na construção.

Anexo C (normativo)

Requisitos de condicionamento

C.1 Geral

A ABNT NBR 16965 especifica que o corpo de prova deve ser condicionado de forma que sua resistência e teor de umidade estejam próximos daqueles esperados em serviço. A imposição desse requisito em construções de alvenaria ou de concreto pode resultar em tempos de condicionamento de vários meses, o que seria impraticável.

O objetivo deste Anexo é especificar os requisitos de condicionamento necessários para as construções de suporte, materiais de vedação e selagem ou marcos especiais de portas ou vedadores que podem afetar a resistência ao fogo (integridade e isolamento térmica) da construção. Os requisitos representam um equilíbrio entre a necessidade de se ensaiar construções plenamente condicionadas em relação à aplicação de uso final e os aspectos práticos dos ensaios em laboratório.

Os requisitos apresentados em C.2 se aplicam a construções de suporte padronizadas e não padronizadas.

C.2 Requisitos

C.2.1 Construções de suporte de alvenaria ou concreto

Quando um corpo de prova for montado em uma construção de suporte como, por exemplo, uma parede de concreto ou alvenaria, o condicionamento total da construção de suporte não é necessário caso seja demonstrado que isso não causa nenhuma influência no comportamento do corpo de prova durante o ensaio. Uma influência negativa pode ser causada por umidade excessiva resultando em falta de resistência, lascamento, deformação induzida por umidade, influências na temperatura, dentre outros.

Paredes de alvenaria construídas em blocos e que utilizem ligantes especiais que curem em curtos períodos de tempo, devem ser condicionadas por tempo suficiente para a cura do ligante, sujeito a um período mínimo de 24 h.

C.2.2 Construções de suporte padronizadas flexíveis

Essas construções de suporte devem ser condicionadas de acordo com o procedimento normal previsto na ABNT NBR 16965, com exceção de materiais de selagem como, por exemplo, gesso de preenchimento de juntas em que um período de condicionamento de 24 h é suficiente.

C.2.3 Materiais selantes à base de água

Materiais à base de água usados para vedar folgas entre a construção de suporte e o corpo de prova, onde a folga for menor ou igual a 10 mm de largura, devem ser condicionados por sete dias antes do ensaio.

Materiais à base de água usados para vedar folgas entre a construção de suporte e o corpo de prova, onde a folga for maior que 10 mm de largura, devem ser condicionados por 28 dias antes do ensaio.

C.2.4 Marcos que incorporem materiais à base de água

Marcos de portas ou vedadores que incorporem materiais à base de água (por exemplo, marcos em metal e grauteados) devem ser condicionados por um período de 28 dias antes do ensaio.



Anexo D (normativo)

Grelhas de ventilação

D.1 Geral

Em alguns casos, portas ou vedadores podem incorporar grelhas de ventilação. Esses componentes usualmente possuem área menor que $0,1 \text{ m}^2$, situação em que não é prevista a medição de temperatura nesta área discreta. Porém, no caso da existência dessas grelhas de ventilação nos elementos, é recomendada a colocação de termopares nesses componentes, independente da área que ocupem.

D.2 Recomendações para medição de temperatura em grelhas de ventilação

O número de termopares que devem ser fixados na superfície não exposta da grelha de ventilação depende da área da superficial desta, de acordo com a Tabela D.1.

Tabela D.1 – Número de termopares em grelhas de ventilação

Área da superfície	Número de termopares
Menor que $0,04 \text{ m}^2$	1
Entre $0,04 \text{ m}^2$ e $0,1 \text{ m}^2$	2
Entre $0,1 \text{ m}^2$ e $0,36 \text{ m}^2$	3
Maior ou igual a $0,36 \text{ m}^2$	5

O posicionamento dos termopares na superfície não exposta da grelha de ventilação depende do número especificado na Tabela D.1. Quando for necessário somente um termopar, este deve ser colocado no centro da grelha de ventilação. Quando forem necessários dois termopares, deve-se dividir a grade de transferência de ar ao meio, formando duas áreas iguais e colocar um termopar no centro de cada uma dessas áreas. Quando forem necessários três termopares, deve-se repetir o procedimento para a situação em que forem necessários dois termopares e colocar o termopar adicional no centro da linha de divisão das áreas. Quando forem necessários cinco termopares, deve-se dividir a grelha em quatro quadrantes de áreas iguais e colocar um termopar no centro de cada quadrante e o termopar restante no centro da grelha. Os termopares sempre devem estar localizados a no mínimo 50 mm das bordas da grelha de ventilação. Esses termopares somente devem ser utilizados para verificar o critério de aumento máximo de temperatura na superfície não exposta ao fogo.

Anexo E (informativo)

Embasamento para as regras de determinação do campo direto de aplicação dos resultados de ensaio

E.1 Geral

O objetivo deste Anexo é apresentar as justificativas existentes para as regras de composição do campo direto de aplicação dos resultados com relação ao ensaio de portas e vedadores em uma única direção, apresentado em A.4, e para as construções de suporte, conforme apresentado em A.5.

A fim de facilitar as explicações neste Anexo, são considerados três tipos genéricos de porta ou vedador: com folha e marco de madeira, com folha e marco em metal e com folha de madeira e marco em metal.

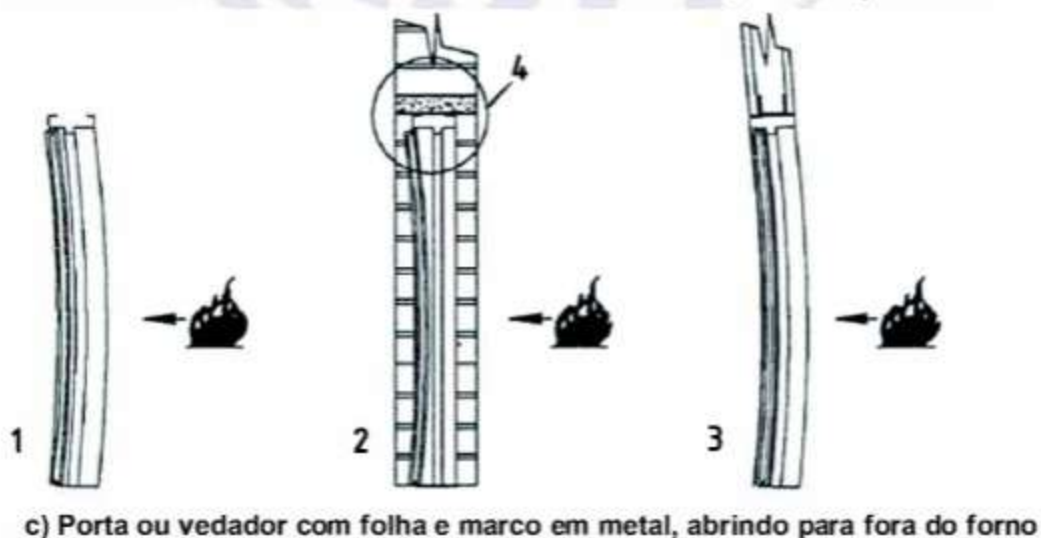
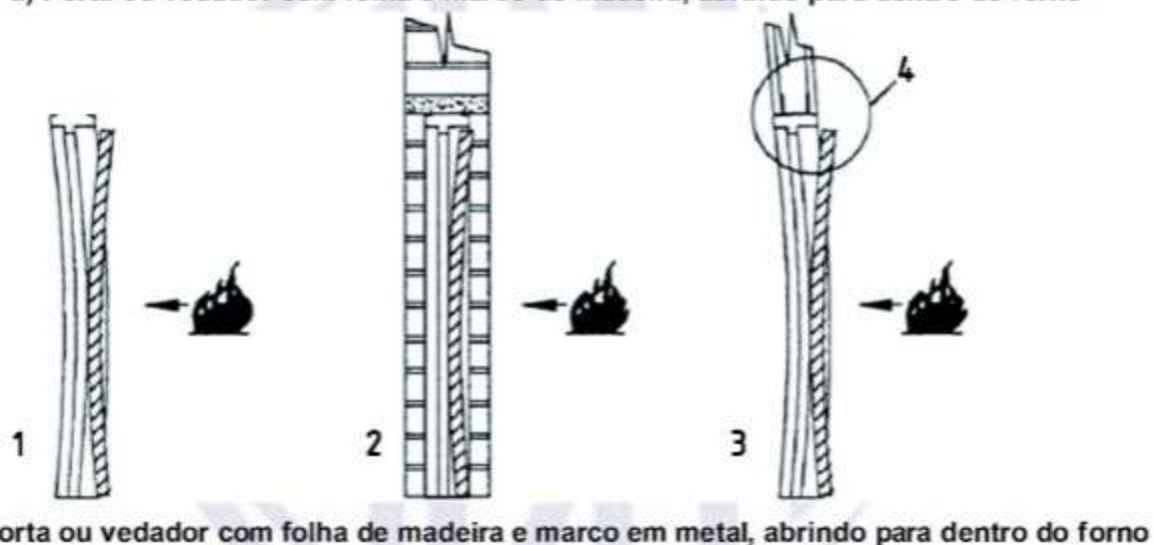
Portas e vedadores feitos de outros materiais ou materiais compostos estão excluídos deste Anexo, pois não há evidências suficientes de seu comportamento em caso de incêndio, não sendo possível fornecer orientações específicas. Exemplos de tais materiais são portas e vedadores a base de compostos inorgânicos (por exemplo, silicato de cálcio, vermiculita, placas à base de fibrocimento) e portas e vedadores à base de material plástico (por exemplo, poliéster reforçado com vidro, PVC). Para portas e vedadores construídos com tais materiais, os corpos de prova sempre precisam ser ensaiados em ambos os lados.

As considerações a seguir assumem que os métodos de fixação usados em cada tipo de construção de suporte são apropriados para aquela construção. Assim, um ensaio em uma porta ou vedador em uma construção de suporte padronizada rígida é realizado com fixações adequadas para essa porta ou vedador em construções rígidas. Se o resultado for aplicável a uma construção padronizada flexível, devem ser usadas fixações apropriadas para o respectivo tipo de porta ou vedador inserido em uma construção flexível.

E.2 Portas e vedadores com tipologia de giro

E.2.1 Geral

Cada um dos três tipos de porta ou vedador apresentados em E.1 tem comportamentos diferentes, além disso, a direção crítica para a resistência ao fogo quanto ao critério da integridade não é necessariamente a mesma que para o critério de isolamento térmica. Portanto, cada tipo de porta ou vedador é considerado separadamente em relação à integridade e isolamento térmica. As influências das construções de suporte também são consideradas. A Figura E.1 apresenta exemplos de interações entre folha, marco e construções de suporte durante o ensaio de resistência ao fogo.



Legenda

- 1 interação entre a folha e o marco
- 2 influência de uma construção de suporte padronizada rígida
- 3 influência de uma construção de suporte padronizada flexível
- 4 pior cenário

Figura E.1 – Posições recomendadas para medição da deflexão em portas e vedadores de enrolar

E.2.2 Portas e vedadores com folha e marco de madeira

E.2.2.1 Critério da integridade

E.2.2.1.1 Interação entre a folha e o marco

A madeira retrai quando queima, assim, a folha do lado sendo aquecido tende a encolher em relação ao lado não exposto ao fogo, encurvando a folha em direção ao fogo em suas bordas inferior e superior. O marco da porta ou vedador tende a se comportar de maneira semelhante, mas como está fixado à construção de suporte e geralmente é feito em madeira de maior espessura sendo, portanto, mais rígido, há diferenciais nas deformações entre o marco e a folha da porta ou vedador, conforme apresentado na Figura E.1.

Se a folha da porta ou vedador abrir em direção ao fogo, as bordas superior e inferior da folha tendem a se curvar em direção ao fogo e, portanto, longe do marco da porta. Isso fornece a oportunidade para passagem de chamas e gases quentes do forno que, auxiliados pela pressão positiva de dentro do forno, podem causar mais facilmente a falha do critério da integridade. Se a porta abrir para fora do forno, as bordas superior e inferior tendem a se curvar em direção ao fogo e ao marco, o que tende a auxiliar no desempenho do conjunto.

E.2.2.1.2 Construção de suporte

Uma construção de suporte padronizada rígida, conforme definido no Anexo B, limita mais facilmente as deformações descritas em E.2.2.1.1, que podem ocorrer no marco na porta, enquanto uma construção de suporte padronizada flexível, também definida no Anexo B, apresenta menor rigidez para conter as deformações que podem ocorrer no marco.

No entanto, uma vez que a maioria dos conjuntos de portas ou vedadores de madeira têm um marco com seção transversal suficientemente grande para que não se deformem facilmente por si mesmos e são rígidos o suficiente para resistir às forças induzidas por uma construção de suporte padronizada flexível, a escolha da construção de suporte é de menor importância em relação à escolha da direção crítica de ensaio do corpo de prova.

E.2.2.2 Critério da isolamento térmica

O fator dominante no desempenho da porta ou vedador quanto ao critério de isolamento térmica decorre do fato de as folhas e marcos de madeira serem naturalmente isolantes. Assim, o desempenho do elemento quanto a esse critério provavelmente não varia significativamente, independentemente da forma como a folha se abre.

E.2.2.3 Resumo

Na avaliação de uma porta ou vedador com folha e marco de madeira, um ensaio com a folha abrindo para o interior do forno é a condição mais onerosa para o critério de integridade. Não há nenhuma direção particularmente crítica para o critério de isolamento térmica.

O efeito de construções de suporte padronizadas rígidas e flexíveis não é significativo para esse tipo de elemento. Consequentemente, os resultados de ensaios realizados em construções de suporte padronizadas rígidas são aplicáveis a construções padronizadas flexíveis e vice-versa.

E.2.3 Portas e vedadores com folha de madeira e marco em metal

E.2.3.1 Critério da integridade

E.2.3.1.1 Interação entre a folha e o marco

A folha de madeira se comporta conforme descrito em E.2.2.1.1. No entanto, o marco se comporta de maneira diferente, encurvando-se na direção oposta à da folha, devido aos metais se expandirem quando expostos ao fogo.

Se a folha da porta ou vedador abrir para dentro do forno, conforme descrito anteriormente, as bordas superior e inferior da folha tendem a se curvar em direção ao fogo e longe do marco. Isso cria uma oportunidade para a passagem de chamas e gases quentes que, auxiliado pela pressão positiva de dentro do forno, pode causar a falha prematura do critério da integridade. Isso é agravado pelo encurvamento contrário do marco em metal. Se a porta ou vedador abrir para fora do forno, as bordas superior e inferior tendem a se curvar em direção ao fogo e ao marco, o que tende a auxiliar no desempenho do conjunto.

Para conjuntos de portas com travessa, a temperatura na travessa é maior quando a folha da porta ou vedador abrir para fora do forno, devido ao fato de o marco em metal, localizado no lado exposto ao fogo absorver mais calor. Isso resulta em uma condição mais severa no topo da folha devido às temperaturas serem mais altas, causando maiores problemas nessa posição.

E.2.3.1.2 Construção de suporte

Uma construção de suporte padronizada rígida, como aquela descrita no Anexo B, tende a conter qualquer encurvamento do marco metálico da porta ou vedador, desde que haja fixação adequada, enquanto uma construção de suporte padronizada flexível, conforme descrita no Anexo B, se encurvará mais facilmente, contribuindo para que deformações maiores e mais descompassadas ocorram entre a folha e o marco. Portanto, para portas ou vedadores com folha de madeira e marco em metal, a situação crítica de ensaio ocorre quando a folha abre para dentro do forno e o conjunto inserido em uma construção de suporte padronizada flexível.

E.2.3.2 Critério da isolamento térmica

O fator dominante no desempenho da porta ou vedador quanto ao critério de isolamento térmica decorre do fato de as folhas de madeira serem naturalmente isolantes. Assim, o desempenho do elemento quanto a esse critério provavelmente não varia significativamente, independentemente da forma como a folha se abre.

No entanto, para a estrutura metálica do marco, pode-se argumentar que a abertura para fora do forno é a pior orientação, uma vez que uma porção maior da estrutura da porta fica exposta ao fogo, conduzindo mais calor para a face não exposta, que por ter menor superfície exposta ao ar livre, dissipa menos calor. No entanto, é geralmente reconhecido que esse tipo de conjunto de porta ou vedador frequentemente falha no critério de isolamento térmica em virtude da falha do critério de integridade.

E.2.3.3 Resumo

Na avaliação de uma porta ou vedador com folha de madeira e marco metálico sem travessa, deve ser feito um ensaio com a folha abrindo para dentro do forno, pois essa é a condição crítica para o critério da integridade.

Um ensaio com a abertura da folha para fora do forno pode ser crítico para o critério da integridade quando o conjunto possuir uma travessa.

Com respeito ao critério de isolamento térmica não existe uma direção clara que seja crítica em relação a outra. No entanto, é geralmente reconhecido que esse tipo de porta ou vedador muitas vezes falha no critério de isolamento térmica em virtude da falha no critério da integridade.

Um ensaio com o conjunto inserido em uma construção de suporte padronizada flexível é crítico em relação àqueles realizados em construções de suporte padronizadas rígidas.

E.2.4 Portas e vedadores com folha e marco em metal

E.2.4.1 Critério da integridade

E.2.4.1.1 Interação entre a folha e o marco

Materiais metálicos se expandem quando expostos ao calor, assim, o lado da porta ou vedador que está exposto ao fogo se expande em relação ao lado não exposto, resultando em uma folha metálica encurvada em direção oposta ao fogo nas bordas superior e inferior. O marco da porta ou vedador tenta se comportar de maneira semelhante, mas, como está fixado na construção de suporte, pode não se mover tanto quanto a folha durante um ensaio. Isso obviamente depende da construção de suporte utilizada.

Se a folha da porta ou vedador abrir para fora do forno, as bordas superior e inferior tentam se encurvar para longe do forno e para longe do marco. Isso fornece oportunidade para a passagem de chamas e gases quentes do forno que, auxiliados pela pressão positiva de dentro do forno, contribuíram para a falha do critério da integridade. Se a folha da porta abrir para dentro do forno, as bordas superiores e inferiores da folha tentaram se encurvar para longe do fogo, ou seja, na direção do marco da porta ou vedador, o que pode ajudar no desempenho do conjunto.

E.2.4.1.2 Construção de suporte

Uma construção de suporte padronizada rígida, conforme descrito no Anexo B, tende a limitar qualquer encurvamento do marco metálico da porta ou vedador, enquanto uma construção de suporte padronizada flexível, conforme apresentado no Anexo B, se encurva mais facilmente, contribuindo para que as deformações da folha da porta e do marco ocorram simultaneamente, reduzindo a tendência de formação de folgas entre elas. Portanto, segue-se que, para folhas metálicas de portas ou vedadores inseridas em marcos metálicos, a direção crítica pode ser com a abertura da folha para longe do forno com o conjunto de porta montado em uma construção de suporte do tipo rígido. No entanto, pode haver exceções a esta condição e, portanto, nenhuma regra geral pode ser feita.

E.2.4.2 Critério da isolamento térmica

Pode-se argumentar que a condição crítica ocorre quando a folha abre para dentro do forno, uma vez que nesse caso a folha fica exposta ao longo de toda a sua superfície. No entanto, também pode ser argumentado que a abertura da folha para fora do forno é provavelmente a pior orientação para o marco, uma vez que uma porção maior dele é exposto ao fogo, conduzindo mais calor para a face não exposta, que por ter menor superfície exposta ao ar livre, também dissipará menos calor.

É provável que a diferença entre o desempenho quanto ao critério de isolamento térmica do marco e da folha seja o fator decisivo no desempenho do conjunto. Assim, devido às diferenças entre a condição crítica para cada um desses componentes da porta ou vedador, é necessário ensaiar o corpo de prova nas duas direções.

E.2.4.3 Resumo

Na avaliação de uma porta ou vedador com folhas e marco em metal, um ensaio com a folha abrindo para fora do forno é a condição crítica para o critério de integridade, mas isso só se aplica a portas que não possuam núcleo isolante e com uma dobradiça localizada aproximadamente a meia altura.

Com relação ao critério de isolamento térmica, pode-se argumentar que a folha tem o pior desempenho quando abrindo para dentro do forno, mas o marco tem o pior desempenho quando a folha abre para fora do forno, portanto, para avaliar o conjunto em relação ao critério de isolamento térmica, ambas as direções devem ser ensaiadas.

Não é possível conhecer a situação crítica no que diz respeito às construções de suporte, assim são necessários múltiplos ensaios quando o objetivo for analisar o efeito de diferentes tipos de construções de suporte padronizadas.

E.3 Portas e vedadores pivotantes

E.3.1 Geral

Neste contexto são considerados apenas os conjuntos de portas e vedadores suspensos por pivô e quando este estiver deslocado, uma vez que os conjuntos de portas e vedadores com pivô central são normalmente simétricos e, portanto, não são objeto do presente anexo.

As considerações para falha dos critérios de integridade e isolamento térmica, resultantes das interações de diferentes materiais na folha e marco e a influência das construções de suporte são geralmente as mesmas que para as portas e vedadores com tipologia de giro.

A diferença principal entre as portas e vedadores pivotantes em relação àqueles com tipologia de giro se origina do próprio pivô. Quando expostos às altas temperaturas do forno ou incêndio, esses componentes conduzem quantidades significativas de calor, distribuindo esse calor para a folha. No caso de portas ou vedadores metálicos isso pode facilmente levar à falha prematura do critério da isolamento térmica. Além disso, no caso de portas ou vedadores de madeira, isso pode causar a falha prematura do critério da integridade devido à maior degradação que ocorre ao redor dos pontos de fixação do pivô. Se os pivôs tiverem um ponto de fusão relativamente baixo, é possível que sofram fusão, o que faz com que a porta ou vedador se desconecte do marco. Porém, se os pivôs forem montados no lado não exposto ao fogo, há pouca probabilidade de esses eventos ocorrerem.

E.3.2 Conclusão

Para portas e vedadores com folhas e marcos de madeira e portas e vedadores com folhas de madeira e marcos em metal, as considerações de falha para os critérios de integridade e isolamento térmica são as mesmas que aquelas para portas com tipologia de giro, discutidas em E.2.2 e E.2.3.

Para portas ou vedadores com folha e marcos metálicos, a situação crítica é verificada com a porta se abrindo para fora do forno no que diz respeito à falha do critério da integridade, pois nessa situação ocorre o arqueamento da folha de forma a aumentar as folgas existentes entre esta e o marco. No entanto, no que diz respeito à falha do critério da integridade causada pela fusão dos pivôs, a situação crítica ocorre com a abertura da porta ou vedador para dentro do forno, isto é, com os pivôs dentro do forno. Portanto, para esse tipo de elemento é necessário um ensaio com a porta ou vedador se abrindo em cada direção.

Com relação à falha do critério de isolamento térmica causada pelos pivôs no lado exposto ao fogo conduzindo calor demasiado para a folha, o pior caso ocorre com a porta ou vedador se abrindo para dentro do forno. No que diz respeito à falha do critério de isolamento térmica em portas e vedadores com estrutura metálica em geral, o pior caso ocorre com a porta ou vedador se abrindo para fora do forno. Esses fatores independem do material da folha da porta.

E.4 Portas e vedadores de enrolar

E.4.1 Critério da integridade

Existem vários aspectos do desempenho de portas ou vedadores de enrolar que influenciam na resistência ao fogo do elemento. A direção da ação do fogo tem pouca ou nenhuma influência no desempenho da folha, mas tem uma influência significativa no desempenho dos componentes da estrutura da porta ou vedador. Para esses componentes, o pior caso é verificado quando esses componentes estão localizados dentro do forno, ou seja, sujeitos ao ataque direto de fogo onde as temperaturas elevadas podem causar sérias degradações em suas propriedades fazendo com que eles passem a não suportar mais as cargas exigidas.

E.4.2 Critério da isolamento térmica

Para as portas ou vedadores de enrolar que possuam isolamento térmico, considera-se que, embora o desempenho em relação ao critério da isolamento térmica possa ser semelhante ao das portas e vedadores com tipologia de giro, as justificativas para determinação da orientação crítica de ensaio não são conclusivas. Além disso, os guias podem necessitar de proteção extra contra as altas temperaturas. Portanto, esses tipos de elementos precisam ser ensaiados em ambas as direções.

E.4.3 Conclusões

Para avaliar uma porta ou vedador de enrolar sem isolamento térmico, um ensaio com os componentes da estrutura do elemento posicionados dentro do forno é crítico para o critério da integridade e, portanto, apenas um corpo de prova pode ser ensaiado nessa configuração.

Para avaliar uma porta ou vedador de enrolar que necessite atender ao critério de isolamento térmica, são necessários ensaios em ambas as direções.

E.5 Portas e vedadores de correr ou sanfonados

E.5.1 Geral

Existem vários aspectos do desempenho de portas ou vedadores de correr ou sanfonados que são similares aos das portas e vedadores de enrolar como, por exemplo, a exposição ao fogo dos componentes da estrutura da porta. Existem também vários aspectos do desempenho de portas de correr ou sanfonados que são similares aos de portas ou vedadores com tipologia de giro ou pivotantes como, por exemplo, o comportamento das folhas, que se distorcem de acordo com o material de que são feitas e pela forma que estão ligadas ao marco e umas às outras.

E.5.2 Critério da integridade

Com relação ao critério da integridade, é crítico expor os componentes da estrutura do elemento ao fogo e, portanto, esses componentes devem ser posicionados do lado de dentro do forno.

E.5.3 Critério da isolamento térmica

Da mesma forma que ocorre com portas e vedadores de enrolar, discutidos em E.4, quanto maior a área da estrutura e outros componentes do conjunto que estiver dentro do forno, maior é a superfície disponível para absorção de calor que pode ser conduzido para o lado não exposto ao fogo, propiciando assim maior possibilidade de falha do critério de isolamento térmica. Por outro lado, se houver uma área menor desses componentes dentro do forno, a absorção do calor é menor. A justificativa em relação à dissipação de calor do lado não exposto ao fogo também apoia a execução do ensaio com a estrutura e outros componentes dentro do forno, pois nessa situação, há uma área menor do corpo de prova para dissipar o calor do lado não exposto ao fogo. Porém, essas observações são simplesmente intuitivas e não existem estudos conclusivos para que se possa definir uma situação crítica de forma segura.

E.5.4 Conclusão

Para avaliar uma porta ou vedador de correr ou sanfonado, um ensaio com os componentes da estrutura do elemento posicionados dentro do forno é provavelmente a direção crítica tanto para o critério da integridade quanto para o critério da isolamento térmica, porém, para o último, não é possível assegurar nada de forma conclusiva.

Bibliografia

- [1] ABNT NBR 11742: 2018, *Porta corta-fogo para saída de emergência*
- [2] ABNT NBR 15281:2021, *Porta resistente ao fogo para entrada de unidades autônomas e compartimentos específicos de edificações*
- [3] DIN EN 1363-1: 2012, *Fire resistance tests – Part 1: General Requirements*
- [4] EN 1634-1: 2014, *Fire resistance and smoke control tests for door and shutter assemblies, openable windows and elements of building hardware – Part 1: Fire resistance test for door and shutter assemblies and openable windows*
- [5] ISO 3008-1: 2019, *Fire-resistance tests – Door and shutter assemblies – Part 1: General requirements*

