

NORMA  
BRASILEIRA

ABNT NBR  
10821-3

Segunda edição  
13.02.2017

---

**Esquadrias para edificações**  
**Parte 3: Esquadrias externas e internas —**  
**Métodos de ensaio**

*Frame for buildings*

*Part 3: External and internal frames — Test methods*

ICS 91.040.01

ISBN 978-85-07-06811-2



Número de referência  
ABNT NBR 10821-3:2017  
64 páginas

© ABNT 2017

**ABNT NBR 10821-3:2017**

© ABNT 2017

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](mailto:abnt@abnt.org.br)

[www.abnt.org.br](http://www.abnt.org.br)

## Sumário

Página

Prefácio .....	x
1 Escopo .....	1
2 Referências normativas.....	1
3 Termos e definições.....	1
4 Método de ensaio.....	4
4.1 Condições de ensaio .....	4
4.1.1 Para a janela integrada .....	4
4.1.2 Para a janela de três ou seis folhas.....	5
4.1.3 Para a janela de três ou seis folhas com palhetas reguláveis.....	5
4.2 Relatório de ensaio .....	5
4.3 Relatório das esquadrias de aço .....	6
5 Verificação da permeabilidade ao ar .....	6
5.1 Aparelhagem.....	6
5.1.1 Câmara de ensaio.....	6
5.1.2 Sistema de aplicação de pressão.....	6
5.1.3 Aparelhos de medida de pressão.....	6
5.1.4 Aparelhos para medição de vazão .....	7
5.1.5 Aparelhos para medição de velocidade do ar.....	7
5.2 Execução do ensaio.....	7
5.2.1 Corpo de prova.....	7
5.2.2 Procedimento de ensaio.....	7
5.2.3 Resultados do ensaio .....	8
6 Verificação da estanqueidade à água.....	8
6.1 Aparelhagem.....	8
6.1.1 Câmara de ensaio.....	8
6.1.2 Sistema de aplicação de pressão.....	8
6.1.3 Aparelhos de medida de pressão.....	8
6.1.4 Sistema de aspersão de água .....	8
6.2 Execução do ensaio.....	8
6.2.1 Corpo de prova.....	8
6.2.2 Instalação do sistema de pulverização.....	9
6.2.3 Procedimento de ensaio.....	9
6.3 Resultados do ensaio .....	10
7 Verificação do comportamento, quando submetido a cargas uniformemente distribuídas .....	10
7.1 Aparelhagem.....	10
7.1.1 Câmara de ensaio.....	10
7.1.2 Sistema de aplicação de pressão.....	11
7.1.3 Aparelhos de medida de pressão.....	11
7.1.4 Aparelhos de medida de deformação .....	11
7.2 Execução do ensaio.....	12

7.2.1	Corpo de prova.....	12
7.2.2	Procedimento de ensaio.....	12
7.2.3	Resultados do ensaio.....	13
8	Verificação da resistência às operações de manuseio.....	13
8.1	Corpo de prova.....	13
8.2	Sequência dos ensaios.....	13
8.3	Esquadrias dos tipos de giro e pivotante.....	13
8.4	Esquadrias do tipo projetante.....	14
8.5	Esquadrias do tipo de tombar.....	14
8.6	Esquadrias do tipo basculante.....	14
8.7	Esquadrias do tipo de correr.....	14
8.8	Esquadrias do tipo projetante-deslizante (maxim-ar).....	14
8.9	Esquadrias do tipo sanfona (camarão).....	14
8.10	Esquadrias do tipo guilhotina.....	14
8.11	Esquadrias do tipo integrada.....	15
9	Manutenção da segurança durante os ensaios de resistência às operações de manuseio.....	15
9.1	Corpo de prova.....	15
9.2	Sequência dos ensaios.....	15
9.3	Esquadrias dos tipos de giro e pivotantes.....	15
9.3.1	Janela.....	15
9.3.2	Porta.....	15
9.4	Esquadrias do tipo projetante.....	15
9.5	Esquadrias do tipo de tombar.....	15
9.6	Esquadrias do tipo basculante.....	15
9.7	Esquadrias do tipo de correr.....	16
9.7.1	Janela.....	16
9.7.2	Porta.....	16
9.8	Esquadria do tipo projetante-deslizante (maxim-ar).....	16
9.9	Esquadrias tipo sanfona (camarão).....	16
9.10	Esquadrias do tipo guilhotina.....	16
9.11	Esquadrias do tipo integrada.....	16
10	Verificação da resistência aos ensaios cíclicos acelerados de corrosão.....	17
10.1	Corpo de prova.....	17
10.2	Esquadrias de aço.....	17
Anexo A (informativo) Figuras representativas da câmara de ensaio.....		18
Anexo B (informativo) Figuras representativas dos ensaios de estanqueidade à água.....		19
Anexo C (informativo) Figuras representativas dos ensaios de cargas uniformemente distribuídas.....		22
Anexo D (normativo) Verificação do comportamento sob ações repetidas de abertura e fechamento.....		27
D.1	Princípio.....	27
D.2	Diretrizes.....	27

D.3	Aparelhagem.....	27
D.4	Preparação dos corpos de prova .....	27
D.5	Execução do ensaio.....	27
D.6	Relatório de ensaio .....	28
<b>Anexo E (normativo) Resistência ao esforço torsor .....</b>		<b>29</b>
E.1	Princípio .....	29
E.2	Diretrizes .....	29
E.3	Aparelhagem.....	29
E.3.1	Aparelhos de medida de deformação .....	29
E.3.2	Sistema de aplicação de carga .....	29
E.3.3	Sistema de imobilização.....	29
E.4	Preparação dos corpos de prova .....	29
E.5	Execução do ensaio.....	30
E.6	Relatório de ensaio .....	30
<b>Anexo F (normativo) Resistência ao esforço vertical no plano da folha (deformação diagonal) .....</b>		<b>35</b>
F.1	Princípio .....	35
F.2	Diretrizes .....	35
F.3	Aparelhagem.....	35
F.3.1	Aparelhos de medida de deformação .....	35
F.3.2	Sistema de aplicação de carga .....	35
F.3.3	Sistema de imobilização.....	35
F.4	Preparação dos corpos de prova .....	35
F.5	Execução do ensaio.....	36
F.6	Relatório de ensaio .....	36
<b>Anexo G (normativo) Resistência ao esforço horizontal/vertical, no plano da folha, com um canto imobilizado .....</b>		<b>37</b>
G.1	Princípio .....	37
G.2	Diretrizes .....	37
G.3	Aparelhagem.....	37
G.3.1	Aparelhos de Medida de Deformação .....	37
G.3.2	Sistema de aplicação de carga .....	37
G.3.3	Sistema de imobilização.....	37
G.4	Preparação dos corpos de prova .....	37
G.5	Execução do ensaio.....	38
G.6	Relatório de ensaio .....	38
<b>Anexo H (normativo) Arrancamento das articulações .....</b>		<b>40</b>
H.1	Princípio .....	40
H.2	Diretrizes .....	40
H.3	Aparelhagem.....	40
H.3.1	Sistema de aplicação de carga .....	40
H.3.2	Sistema de imobilização.....	40
H.4	Preparação dos corpos de prova .....	40

H.5	Execução do ensaio.....	40
H.6	Relatório de ensaio .....	41
<b>Anexo I (normativo) Resistência ao esforço horizontal/vertical, no plano da folha, com dois cantos imobilizados .....</b>		
I.1	Princípio.....	45
I.2	Diretrizes .....	45
I.3	Aparelhagem.....	45
I.3.1	Sistema de aplicação de carga .....	45
I.3.2	Sistema de imobilização.....	45
I.4	Preparação dos corpos de prova .....	45
I.5	Execução do ensaio.....	46
I.6	Relatório de ensaio .....	46
<b>Anexo J (normativo) Resistência à flexão.....</b>		
J.1	Princípio.....	49
J.2	Diretrizes .....	49
J.3	Aparelhagem.....	49
J.3.1	Sistema de aplicação de pesos .....	49
J.3.2	Sistema de imobilização.....	49
J.4	Preparação dos corpos de prova .....	50
J.5	Execução do ensaio.....	50
J.6	Relatório de ensaio .....	50
<b>Anexo K (normativo) Resistência do sistema de travamento da folha.....</b>		
K.1	Princípio.....	53
K.2	Diretrizes .....	53
K.3	Aparelhagem.....	53
K.4	Preparação dos corpos de prova .....	53
K.5	Execução do ensaio.....	53
K.6	Relatório de ensaio .....	53
<b>Anexo L (normativo) Ensaio acelerados cíclicos de corrosão .....</b>		
L.1	Princípio.....	55
L.2	Diretrizes .....	55
L.3	Aparelhagem.....	55
L.4	Preparação dos corpos de prova .....	55
L.5	Execução do ensaio.....	56
L.6	Relatório de ensaio .....	57
<b>Anexo M (normativo) Resistência ao fechamento brusco .....</b>		
M.1	Princípio.....	58
M.2	Diretrizes .....	58
M.3	Aparelhagem.....	58
M.4	Preparação dos corpos de prova .....	58
M.5	Execução do ensaio.....	58
M.6	Relatório de ensaio .....	59
<b>Anexo N (normativo) Impacto de corpo mole .....</b>		
		60

N.1	Princípio .....	60
N.2	Diretrizes .....	60
N.3	Aparelhagem.....	60
N.4	Preparação dos corpos de prova .....	60
N.5	Execução do ensaio.....	60
N.6	Relatório de ensaio .....	61
<b>Anexo O (normativo) Resistência ao fechamento com presença de obstrução .....</b>		<b>62</b>
O.1	Princípio .....	62
O.2	Diretrizes .....	62
O.3	Aparelhagem.....	62
O.4	Preparação dos corpos de prova .....	62
O.5	Execução do ensaio.....	63
O.6	Relatório de ensaio .....	63

**Figuras**

Figura 1 – Situações de escoamento de água na esquadria .....	3
Figura 2 – Veneziana de correr.....	5
Figura A.1 – Vistas esquemáticas de uma câmara de ensaio.....	18
Figura A.2 – Esquema geral do sistema de pressurização .....	18
Figura B.1 – Corpos de prova com altura de até 2 500 mm .....	19
Figura B.2 – Corpos de prova com altura superior a 2 500 mm ou com pingadeiras horizontais que se projetam além de 50 mm (ver Figura B.4) .....	20
Figura B.3 – Configuração dos bicos vista de cima .....	21
Figura B.4 – Projeção horizontal.....	21
Figura C.1 – Posicionamento dos relógios comparadores para janela do tipo de giro e pivotante .....	22
Figura C.2 – Posicionamento dos relógios comparadores para janela do tipo projetante e projetante-deslizante .....	22
Figura C.3 – Posicionamento dos relógios comparadores para janela do tipo de tombar.....	23
Figura C.4 – Posicionamento dos relógios comparadores para janela do tipo basculante .....	23
Figura C.5 – Posicionamento dos relógios comparadores para janela e porta do tipo de correr.....	24
Figura C.6 – Posicionamento dos relógios comparadores para janela do tipo guilhotina.....	24
Figura C.7 – Posicionamento dos relógios comparadores para janela ou porta com bandeira, ou com caixa de persiana integrada .....	25
Figura C.8 – Posicionamento dos relógios comparadores para janela ou porta do tipo sanfona (camarão) .....	25
Figura C.9 – Posicionamento dos relógios comparadores para janela ou porta com bandeira e peitoril, ou com caixa de persiana integrada e peitoril .....	26
Figura C.10 – Posicionamento dos relógios comparadores para janela integrada com peitoril fixo.....	26
Figura E.1 – Esquema de ensaio de resistência ao esforço torsor para esquadrias dos tipos de giro ou pivotante .....	31

Figura E.2 – Esquema de ensaio de resistência ao esforço torsor para esquadrias do tipo projetante .....	32
Figura E.3 – Esquema de ensaio de resistência ao esforço torsor para esquadrias do tipo de tombar .....	33
Figura E.4 – Esquema de ensaio de resistência ao esforço torsor para esquadrias do tipo basculante.....	33
Figura E.5 – Esquema de ensaio de resistência ao esforço torsor para esquadrias do tipo projetante-deslizante .....	34
Figura F.1 – Esquema de ensaio de deformação diagonal para esquadrias dos tipos de giro e pivotante .....	36
Figura G.1 – Esquema de ensaio de resistência ao esforço horizontal, no plano da folha, com o canto inferior imobilizado, para esquadrias do tipo de correr (vista interna) 38	
Figura G.2 – Esquema de ensaio de resistência ao esforço vertical com um dos cantos imobilizado para esquadrias do tipo sanfona .....	39
Figura G.3 – Esquema de ensaio de resistência ao esforço vertical com um dos cantos imobilizado para esquadrias do tipo guilhotina.....	39
Figura H.1 – Esquema de ensaio de arrancamento das articulações para esquadrias do tipo de giro e pivotante .....	41
Figura H.2 – Esquema de ensaio de arrancamento das articulações para esquadrias do tipo projetante .....	42
Figura H.3 – Esquema de ensaio de arrancamento das articulações para esquadrias do tipo de tombar .....	42
Figura H.4 – Esquema de ensaio de arrancamento das articulações para esquadrias do tipo basculante.....	43
Figura H.5 – Esquema de ensaio de arrancamento das articulações para esquadrias do tipo projetante-deslizante .....	43
Figura H.6 – Esquema de ensaio de arrancamento das articulações para esquadrias do tipo sanfona.....	44
Figura I.1 – Esquema de ensaio de resistência ao esforço horizontal, no plano da folha, com dois cantos imobilizados, para esquadrias do tipo de correr .....	46
Figura I.2 – Esquema de ensaio de resistência ao esforço horizontal com dois cantos imobilizados para esquadrias do tipo sanfona .....	47
Figura I.3 – Esquema de ensaio de resistência ao esforço vertical com dois cantos imobilizados para esquadrias do tipo guilhotina.....	47
Figura I.4 – Esquema de ensaio de resistência ao esforço vertical com dois cantos imobilizados para esquadrias do tipo integrada (persiana de enrolar).....	48
Figura J.1 – Dispositivo para a aplicação da carga no perfil.....	49
Figura J.2 – Esquema de ensaio de resistência à flexão para esquadrias do tipo de correr ....	50
Figura J.3 – Esquema de ensaio de resistência à flexão para esquadrias do tipo projetante-deslizante .....	51
Figura J.4 – Esquema do ensaio de resistência à flexão para esquadrias do tipo sanfona.....	51
Figura J.5 – Esquema de ensaio de resistência à flexão para esquadrias do tipo guilhotina... 52	
Figura J.6 – Esquema de ensaio de resistência à flexão para esquadrias do tipo integrada....	52



<b>Figura K.1 – Esquema de ensaio de resistência do sistema de travamento da folha .....</b>	<b>54</b>
<b>Figura M.1 – Esquema de montagem do ensaio de verificação da resistência ao fechamento brusco.....</b>	<b>59</b>
<b>Figura N.1 – Esquema de montagem do ensaio de verificação da resistência aos impactos de corpo mole.....</b>	<b>61</b>
<b>Figura O.1 – Esquema de montagem do ensaio de verificação da resistência ao fechamento com presença de obstrução.....</b>	<b>63</b>
<b>Figura O.2 – Esquema de posicionamento do taco no ensaio de verificação da resistência ao fechamento com presença de obstrução .....</b>	<b>64</b>
<b>Tabela</b>	
<b>Tabela 1 – Equação a ser utilizada no cálculo da deformação para cada tipo de esquadria.....</b>	<b>11</b>

## **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 Diretiva ABNT, Parte 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).

Ressalta-se que Normas Brasileiras podem ser objeto de citação em Regulamentos Técnicos. Nestes casos, os Órgãos responsáveis pelos Regulamentos Técnicos podem determinar outras datas para exigência dos requisitos desta Norma.

A ABNT NBR 10821-3 foi elaborada pela Comissão de Estudo Especial de Esquadrias (ABNT/CEE-191). O Projeto circulou em Consulta Nacional conforme Edital nº 06, de 15.06.2016 a 14.08.2016.

Esta segunda edição cancela e substitui a edição anterior ABNT NBR 10821-3:2011, a qual foi tecnicamente revisada.

A ABNT NBR 10821, sob o título geral "*Esquadrias para edificações*" tem previsão de conter as seguintes partes:

- Parte 1: Esquadrias externas e internas – Terminologia;
- Parte 2: Esquadrias externas – Requisitos e classificação;
- Parte 3: Esquadrias externas e internas – Métodos de ensaio;
- Parte 4: Esquadrias externas – Requisitos adicionais de desempenho;
- Parte 5: Esquadrias externas – Instalação e manutenção;
- Parte 6: Esquadrias internas – Requisitos e classificação, instalação e manutenção.

O Escopo em inglês desta Norma Brasileira é o seguinte:

## **Scope**

*This Standard specifies the test methods for the performance evaluation and classification of frames for buildings, regardless of the type of material.*

*This Standard aims to assure the consumer on the receiving of the products with minimum required conditions of performance.*

*This Standard does not apply to windows and doors to be fitted in interior walls.*

## Esquadrias para edificações

### Parte 3: Esquadrias externas e internas — Métodos de ensaio

#### 1 Escopo

1.1 Esta Norma especifica os métodos de ensaio para a avaliação de desempenho e classificação de esquadrias para edificações, independentemente do tipo de material.

1.2 Esta Norma visa assegurar ao consumidor o recebimento dos produtos com condições mínimas exigíveis de desempenho.

1.3 Esta Norma não se aplica a divisórias e fechamentos internos.

#### 2 Referências normativas

Os documentos relacionados a seguir são indispensáveis à aplicação deste 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 5841, *Determinação do grau de empolamento de superfícies pintadas*

ABNT NBR 6123, *Forças devidas ao vento em edificações*

ABNT NBR 7199, *Projeto, execução e aplicações de vidros na construção civil*

ABNT NBR 8094, *Material metálico revestido e não revestido – Corrosão por exposição à névoa salina – Método de ensaio*

ABNT NBR 8095, *Material metálico revestido e não revestido – Corrosão por exposição à atmosfera úmida saturada – Método de ensaio*

ABNT NBR 10821-1, *Esquadrias para edificações – Parte 1: Esquadrias externas e internas – Terminologia*

ABNT NBR 10821-2:2017, *Esquadrias para edificações – Parte 2: Esquadrias externas – Requisitos e classificação*

ABNT NBR ISO 4628-3, *Tintas e vernizes – Avaliação da degradação de revestimento – Designação da quantidade e tamanho dos defeitos e da intensidade de mudanças uniformes na aparência – Parte 3: Avaliação do grau de enferrujamento*

ABNT NBR NM 293, *Terminologia de vidros planos e dos componentes acessórios a sua aplicação*

#### 3 Termos e definições

Para os efeitos deste documento, aplicam-se os termos e definições das ABNT NBR 10821-1 e ABNT NBR NM 293 e os seguintes.

##### 3.1

##### corpo de prova

amostra da esquadria a ser ensaiada

### 3.2

#### **pressão de ensaio**

diferença de pressão especificada entre a face externa e a face interna do corpo de prova, expressa em pascal (Pa)

### 3.3

#### **vazão de alimentação ( $Q_a$ )**

volume de ar que alimenta a câmara de ensaio, determinado com a esquadria vedada, por unidade de tempo, expresso em metros cúbicos por hora ( $m^3/h$ )

### 3.4

#### **vazão de ar ( $Q$ )**

volume de ar perdido entre a câmara de ensaio e o corpo de prova, determinado sem a vedação com o filme plástico, ou outro dispositivo, por unidade de tempo, expresso em metros cúbicos por hora ( $m^3/h$ )

### 3.5

#### **vazão de permeabilidade ( $Q_p$ )**

volume de ar que atravessa o corpo de prova, por unidade de tempo, expresso em metros cúbicos por hora ( $m^3/h$ ). É a diferença entre a vazão de ar ( $Q$ ) e a vazão de alimentação ( $Q_a$ )

$$Q_p = Q - Q_a$$

### 3.6

#### **impermeabilidade à água**

ausência de vazamento de água para o ambiente interno, com a esquadria fechada e travada, sob as condições de ensaio, até uma determinada pressão, expressa em pascal (Pa)

### 3.7

#### **permeabilidade inicial ( $PI$ )**

vazamento, escorrimento ou borbulhamento de água no interior da esquadria ou das partes, ocorrido a qualquer tempo, desde que a água não ultrapasse o plano interno do marco da esquadria, sem molhar o peitoril da alvenaria ou a face interna da parede (ver Figura 1). O  $PI$  determina o nível de desempenho da esquadria, não aprova ou reprova. É permitida bolha de equalização nos primeiros 30 s iniciais da aplicação de cada pressão

### 3.8

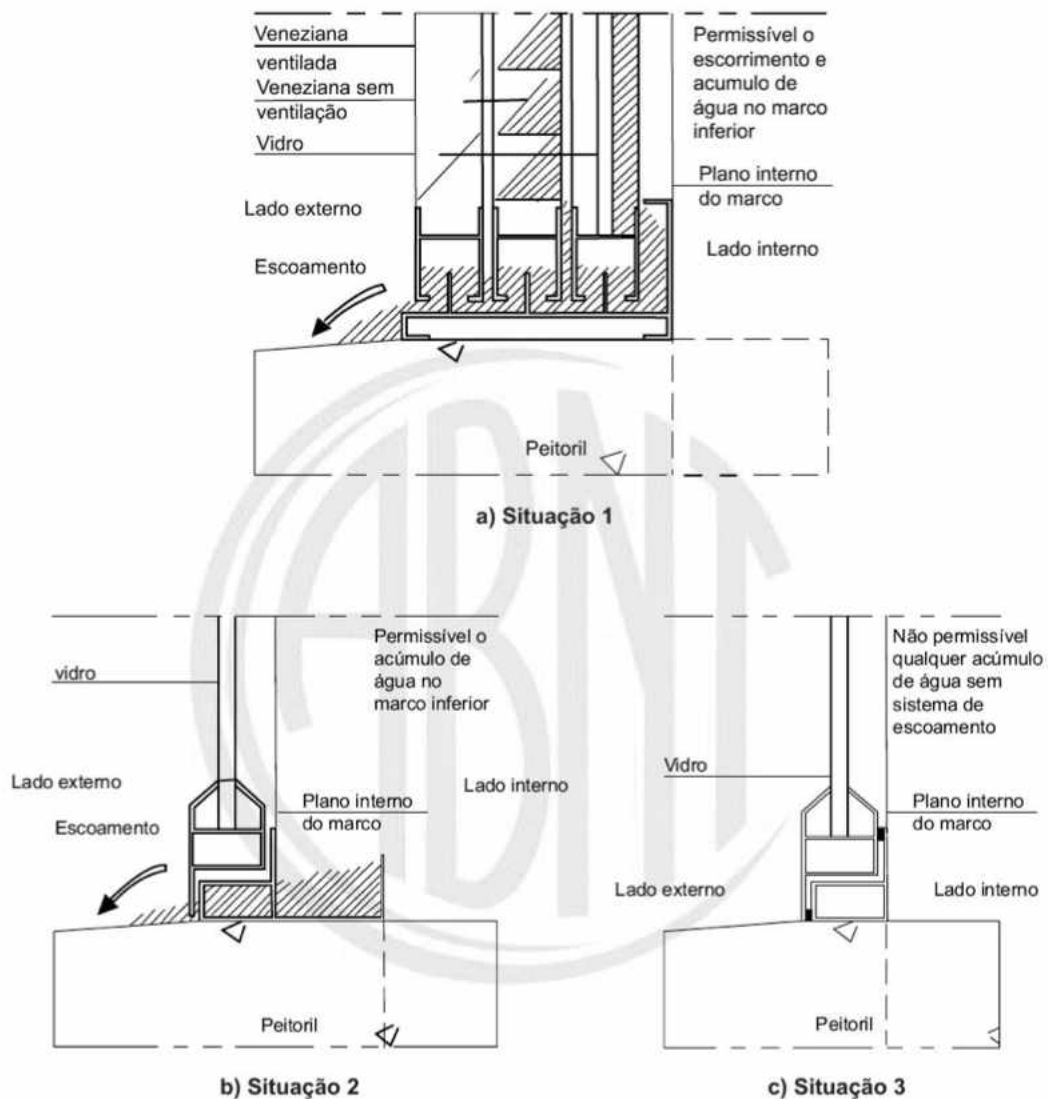
#### **bolha de equalização**

bolha isolada que ocorre no início da aplicação da pressão no ensaio de estanqueidade à água, em função da expulsão do ar existente no interior das folhas

### 3.9

#### **permeabilidade excessiva ( $PE$ )**

todo e qualquer vazamento de água que ultrapasse o plano interno do marco da esquadria. Neste caso, a esquadria é reprovada



**Legenda**

- a) Situação 1, nível de desempenho mínimo: é permitido PI, e presença de água no trilho, com escoamento após o término da aplicação da vazão de água com pressão, desde que não ultrapasse o plano interno do marco
- b) Situação 2, nível de desempenho intermediário: não é permitido PI, porém é permitida a presença de água no trilho com escoamento após o término da aplicação da vazão de água com pressão
- c) Situação 3, nível de desempenho superior: não é permitido PI, nem presença de água na face interna da esquadria

**Figura 1 – Situações de escoamento de água na esquadria**

**3.10**

**pressão de ensaio para determinação da estanqueidade à água ( $P_a$ )**

diferença de pressão especificada entre a face externa e a face interna do corpo de prova, expressa em pascal (Pa)

**3.11**

**vazão de ensaio**

vazão de água especificada, medida em litros por minuto (L/min)

**3.12**

**pressão de projeto ( $P_p$ )**

pressão de vento, resultante do cálculo realizado conforme a ABNT NBR 6123, expressa em pascal (Pa)

**3.13**

**pressão de ensaio para determinação das cargas uniformemente distribuídas ( $P_e$ )**

diferença de pressão especificada entre a face externa e a face interna do corpo de prova, obtida por meio do cálculo da pressão de projeto ( $P_p$ ), multiplicada pelo coeficiente de forma ( $C_e - C_i$ ), conforme a ABNT NBR 6123, ou indicada no ABNT NBR 10821-2:2017, Tabela 1, expressa em pascal (Pa)

**3.14**

**pressão de acomodação ( $P_{ac}$ )**

pressão referente a 50 % da pressão de ensaio ( $P_e$ ), expressa em pascal (Pa)

**3.15**

**pressão de segurança ( $P_s$ )**

pressão referente a 150 % da pressão de ensaio ( $P_e$ ), expressa em pascal (Pa)

**3.16**

**deformação máxima**

a maior deformação de uma parte do corpo de prova (travessa, montante etc.), quando ele estiver submetido à pressão de ensaio

**3.17**

**deformação residual**

a maior deformação remanescente no corpo de prova após um intervalo de 3 min a 5 min da retirada da pressão de ensaio especificada

## **4 Método de ensaio**

### **4.1 Condições de ensaio**

#### **4.1.1 Para a janela integrada**

Para os ensaios de permeabilidade ao ar, estanqueidade à água e resistência às cargas uniformemente distribuídas, a persiana deve ser recolhida (aberta). Na sequência, deve ser realizada uma repetição do ensaio de resistência às cargas uniformemente distribuídas (pressão de segurança) com a persiana fechada, não sendo admissível o desprendimento de qualquer parte e/ou componente da persiana.

#### 4.1.2 Para a janela de três ou seis folhas

Para os ensaios de permeabilidade ao ar, estanqueidade à água e resistência às cargas uniformemente distribuídas, a folha de veneziana ventilada deve ser ensaiada deslocada da sua posição de fechamento em 50 % da sua largura, no sentido de abertura, independentemente do plano de localização da folha de veneziana ventilada, conforme a ilustração básica da Figura 2.

#### 4.1.3 Para a janela de três ou seis folhas com palhetas reguláveis

Para os ensaios de permeabilidade ao ar, estanqueidade à água e resistência às cargas uniformemente distribuídas, as palhetas devem ser abertas e a folha de palhetas ventilada deve ser ensaiada deslocada da sua posição de fechamento em 50 % da sua largura, no sentido de abertura, independente do plano de localização da folha de veneziana ventilada, conforme ilustração básica da Figura 2.

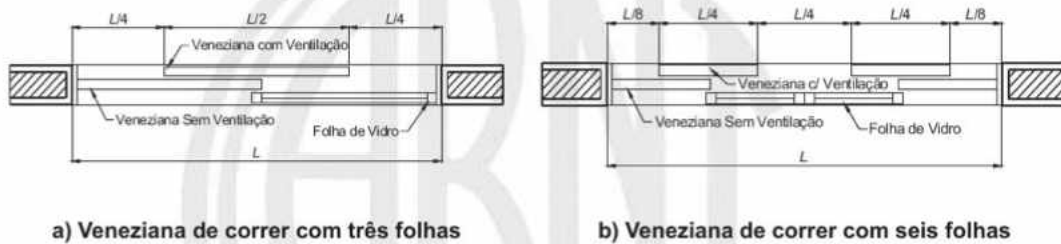


Figura 2 – Veneziana de correr

## 4.2 Relatório de ensaio

O relatório deve conter as seguintes informações, além dos respectivos resultados de cada ensaio:

- a) identificação do corpo de prova ensaiado, constando:
  - nome do fabricante;
  - dimensões;
  - modelo e tipologia;
  - material predominante da esquadria;
  - tipo de vidro utilizado e sua espessura;
  - descrição da forma de instalação da esquadria na câmara; e
  - outras informações pertinentes.
- b) desenhos detalhados do corpo de prova ensaiado, constando:
  - elevação, em escala normalizada;
  - detalhes dos cortes horizontais, escala 1:1;

- detalhes dos cortes verticais, escala 1:1;
- detalhes característicos e discriminação de todos os materiais e componentes constantes na esquadria, em escala normalizada;

NOTA Em casos especiais, onde o contratante não tenha acesso ao projeto, convém que este seja informado. Encaminhar o relatório com documentação fotográfica da esquadria.

- c) manual de instalações (na ausência deste, a instalação deve estar especificada no projeto);
- d) conformidade com o projeto;
- e) pressões de ensaio utilizadas;
- f) resultado dos ensaios, com as pressões obtidas;
- g) classificação e atendimento à especificação da esquadria, conforme a ABNT NBR 10821-2;
- h) identificação das normas adotadas para ensaio.

### **4.3 Relatório das esquadrias de aço**

No caso de esquadrias de aço, devem constar também as seguintes informações sobre o tratamento da superfície (revestimento e/ou pintura):

- a) especificação do tipo de fosfato;
- b) especificação do tipo de primer e/ou tinta de pintura final;
- c) espessura da camada.

## **5 Verificação da permeabilidade ao ar**

### **5.1 Aparelhagem**

#### **5.1.1 Câmara de ensaio**

Câmara com abertura em uma de suas faces, que permita a fixação do corpo de prova a ser ensaiado. A câmara deve possuir um medidor de pressão em posição tal que a medida não seja afetada pela velocidade do ar. A entrada de ar na câmara deve impedir a incidência direta do ar sobre o corpo de prova (ver Figuras A.1 e A.2). A fixação do corpo de prova deve ser tal que garanta a perfeita estanqueidade e estabilidade entre a esquadria e a câmara, e que não interfira no resultado do ensaio.

#### **5.1.2 Sistema de aplicação de pressão**

O sistema deve garantir a estabilização da pressão estática especificada, durante o período de ensaio.

#### **5.1.3 Aparelhos de medida de pressão**

Devem ser usados manômetros que permitam a medição das diferenças de pressão estática com exatidão de medição mínima de  $\pm 5$  Pa.



#### 5.1.4 Aparelhos para medição de vazão

Para a determinação da vazão de ar, utilizar rotâmetros de ar, ou outro equipamento de medição de vazão de ar, com exatidão de medição mínima de  $1 \text{ m}^3/\text{h}$ , e que atinjam a vazão máxima necessária para avaliação da esquadria, tendo em vista que tal valor deve variar de acordo com a dimensão da tubulação do sistema de aplicação da pressão de ar e com a potência do sistema de aplicação da pressão. Neste caso, o medidor de vazão de ar deve ter capacidade tal para realizar as medições até o nível de desempenho mínimo para esquadrias, definido na ABNT NBR 10821-2:2017, Figura B.1.

#### 5.1.5 Aparelhos para medição de velocidade do ar

Devem ser usados anemômetros com escala de leitura com resolução de  $0,01 \text{ m/s}$  e com capacidade de medição de campos unidirecionais de velocidade. Podem ser usados tanto anemômetros de fio quente como anemômetros mecânicos.

### 5.2 Execução do ensaio

#### 5.2.1 Corpo de prova

O corpo de prova deve ser idêntico à esquadria avaliada e deve ser executado e instalado com os mesmos detalhes de projeto ou do manual do fabricante, componentes, selantes e outros dispositivos, conforme pedido de compra.

A espessura, o tipo de vidro e o método de colocação dos vidros devem atender à especificação do fabricante. Quando não existir especificação ou quando houver possibilidade da esquadria ser utilizada com diferentes tipos e espessuras de vidros, os ensaios devem ser realizados com um vidro de espessura mínima em relação à área, conforme a ABNT NBR 7199.

#### 5.2.2 Procedimento de ensaio

- a) fixar o corpo de prova à câmara de ensaio, observando a face que deve ser submetida à pressão, sendo seladas as junções corpo de prova/câmara, garantindo a não deformação dos elementos estruturais da esquadria na instalação;
- b) ajustar os componentes da esquadria, colocando-os em condições de operação, conforme as recomendações do fabricante;
- c) submeter todas as partes móveis do corpo de prova a cinco ciclos completos de abertura, fechamento e travamento;
- d) selar o corpo de prova com um filme plástico pelo lado interno da câmara, garantindo perfeita aderência somente ao corpo de prova, na sua área, quando aplicada a pressão de ensaio;
- e) aplicar a pressão de ensaio especificada durante o tempo necessário para que esta seja equilibrada e efetuar a medição da vazão de alimentação ( $Q_a$ );
- f) anular a diferença de pressão e retirar o filme plástico;
- g) aplicar a pressão de ensaio especificada (a mesma aplicada anteriormente) durante o tempo necessário para que esta seja equilibrada e efetuar a medição da vazão de ar ( $Q$ );

- h) caso a diferença de vazão obtida ( $Q - Q_a$ ), dividida pelo comprimento de juntas abertas e pela área do vão seja maior do que o limite do nível de desempenho especificado para a esquadria em estudo, e o solicitante do ensaio desejar, pode ser realizada a determinação da velocidade do vento, pontualmente, utilizando-se um anemômetro com a mesma pressão de ensaio aplicada.

### 5.2.3 Resultados do ensaio

- a) pressões de ensaio utilizadas;
- b) vazão de alimentação ( $Q_a$ ), vazão de ar ( $Q$ ) e vazão de permeabilidade ( $Q_p$ ) do corpo de prova;
- c) Cálculo da vazão por metro linear de juntas abertas ( $Q_{cja}$ ) e por área total do vão ( $Q_{av}$ ), conforme ABNT NBR 10821-2:2017, 6.2.1;
- d) Classificação e atendimento à especificação do projeto da esquadria, conforme ABNT NBR 10821-2:2017 6.2, Tabela 2.

## 6 Verificação da estanqueidade à água

### 6.1 Aparelhagem

#### 6.1.1 Câmara de ensaio

Câmara com abertura em uma de suas faces, que permita a fixação do corpo de prova a ser ensaiado. A câmara deve possuir um medidor de pressão em posição tal que a medida não seja afetada pela velocidade do ar. A entrada de ar na câmara deve impedir a incidência direta do ar sobre o corpo de prova (ver Figura A.1). A fixação do corpo de prova deve ser tal que garanta a perfeita estanqueidade e estabilidade entre a esquadria e a câmara, e que não interfira no resultado do ensaio.

#### 6.1.2 Sistema de aplicação de pressão

O sistema deve garantir a estabilização da pressão estática especificada, durante o período de ensaio.

#### 6.1.3 Aparelhos de medida de pressão

Devem ser usados manômetros que permitam a medição das diferenças de pressão estática com exatidão de medição mínima de  $\pm 5$  Pa.

#### 6.1.4 Sistema de aspersão de água

Sistema de pulverização capaz de aplicar uma lâmina de água contínua e regularmente aspergida a toda a superfície sujeita a ser molhada em condições de exposição reais, por meio de bicos cônicos e circulares com as seguintes características:

- a) ângulo de pulverização de  $120^\circ$  ;
- b) variação da pressão de trabalho:  $2,04 \text{ kg/cm}^2$  a  $3,06 \text{ kg/cm}^2$ ;
- c) vazão do bico:  $(2 \pm 0,2) \text{ L/min}$  por bico.

### 6.2 Execução do ensaio

#### 6.2.1 Corpo de prova

O corpo de prova deve ser idêntico à esquadria avaliada e deve ser executado e instalado com os mesmos detalhes de projeto ou do manual do fabricante, componentes, selantes e outros dispositivos, conforme pedido de compra.

A espessura, o tipo de vidro e o método de colocação dos vidros devem atender à especificação do fabricante. Quando não existir especificação ou quando houver possibilidade da esquadria ser utilizada com diferentes tipos e espessuras de vidros, os ensaios devem ser realizados com um vidro de espessura mínima em relação à área, conforme a ABNT NBR 7199.

### 6.2.2 Instalação do sistema de pulverização

O ângulo de inclinação dos bicos varia de acordo com a localização da esquadria na obra. O método A é adequado para esquadrias totalmente expostas, e o método B é adequado para esquadrias parcialmente protegidas, por projeções de lajes, por exemplo.

Deve ser realizado um ensaio utilizando apenas uma configuração. Quando informada a localização da esquadria na obra, deve ser levado em consideração o método de pulverização (A ou B) adequado. Caso não exista esta informação ou existam ambas as condições, a esquadria deve ser ensaiada pelo método A.

#### 6.2.2.1 Posicionamento da linha que conecta as pontas dos bicos

A linha de bicos deve ser posicionada no máximo 150 mm acima da linha mais alta do protótipo da esquadria, para oferecer um umedecimento completo do(s) componente(s) da esquadria horizontal adjacente. A linha de bicos deve ser posicionada a uma distância de  $(250 \pm 10)$  mm da face externa da esquadria, conforme definido pelo plano mais afastado da junta externa das partes móveis ou do plano do vidro das partes fixas.

#### 6.2.2.2 Posicionamento relativo à largura do modelo

Os bicos devem ser posicionados ao longo do eixo da barra de pulverização, com um espaçamento de  $(400 \pm 10)$  mm, sendo que um bico sempre deve estar posicionado no centro da largura da esquadria (ver Figura B.3).

#### 6.2.2.3 Direção da pulverização dos bicos

O eixo dos bicos fica em uma linha  $(24 \pm 2)^\circ$  abaixo da linha horizontal de ensaio, de acordo com o método A, e  $(84 \pm 2)^\circ$  para o ensaio de acordo com o método B (ver Figura B.1).

#### 6.2.2.4 Número de fileiras de bicos

**6.2.2.4.1** Para modelos com altura de até 2,5 m, medidos da linha mais alta da junta horizontal de qualquer esquadria móvel ou da linha de vidro de qualquer vidro fixo até a próxima junta, conforme a Figura B.1, uma única fileira de bicos é utilizada, com cada bico pulverizando, em média, 2 L/min para os métodos de pulverização A e B.

**6.2.2.4.2** Para modelos que ultrapassam 2,5 m de altura, conforme a Figura B.2, uma fileira superior de bicos é fixada. Fileiras adicionais de bicos são fixadas em intervalos verticais de 1,5 m (dentro de uma tolerância de  $\pm 150$  mm) abaixo da linha superior de bicos. Quando ocorrer alguma projeção horizontal, essas fileiras adicionais devem ser instaladas em um nível que possibilite que água alguma seja pulverizada para cima sob a projeção. O fluxo de cada bico deve ser, em média, 2 L/min para os métodos de pulverização A e B.

**6.2.2.4.3** Para modelos que contêm uma ou mais pingadeiras horizontais que se projetem além de 50 mm, conforme a Figura B.4, uma fileira adicional de bicos é disposta para cada pingadeira, conforme mostrado na Figura B.2.

### 6.2.3 Procedimento de ensaio

- a) fixar o corpo de prova à câmara de ensaio, sendo seladas as junções corpo de prova/câmara, garantindo a não deformação dos elementos estruturais da esquadria na instalação;

- b) a instalação para o ensaio deve ser realizada conforme as condições de projeto ou o manual de instalação;
- c) ajustar os componentes, colocando-os em condições de operação, conforme as recomendações do fabricante;
- d) submeter todas as partes móveis do corpo de prova a cinco ciclos completos de abertura, fechamento e travamento;
- e) caso o ensaio de permeabilidade ao ar não tenha sido realizado nas últimas 24 h, aplicar a pressão de acomodação ( $P_{ac}$ ), equivalente à metade da pressão de ensaio, três vezes. O tempo para atingir a pressão  $P_{ac}$  deve ser superior a 5 s e inferior a 20 s, e esta deve ser mantida por  $(7 \pm 3)$  s;
- f) operar o sistema de dispersão de água até atingir a vazão de ensaio, por 15 min, sem aplicação de pressão. Finalizado este intervalo de tempo, aplicar as pressões de ensaio gradativamente, permanecendo 5 min em cada pressão. Após a aplicação de cada pressão, o sistema de aplicação de pressão deve ser desligado, mantendo-se o sistema de dispersão de água ligado, por um intervalo de 1 min, para escoamento da possível água acumulada na esquadria. A duração total do ensaio depende de até qual pressão de ensaio ( $P_a$ ) a esquadria é submetida. A duração de cada fase de pressão deve estar dentro de uma tolerância de + 1/0 min;
- g) a pressão do ensaio é aplicada em fases de 20 Pa até 100 Pa e em fase de 30 Pa a partir de 100 Pa. O tempo para atingir a pressão de ensaio deve ser superior a 5 s e inferior a 20 s, o tempo de possíveis bolhas de equalização não pode ultrapassar 30 s iniciais à contar quando a pressão de ensaio é atingida. Em caso de ocorrência de PI e PE, em qualquer uma das fases, deve-se repetir o ensaio com a diminuição da pressão de água atingida em até dois intervalos de 10 Pa, para definição da pressão de classificação em relação ao ABNT NBR 10821-2:2017, Tabela 1. Caso uma nova classificação não seja atingida, adotar a classificação já alcançada;
- h) verificar a existência de vazamento de água no corpo de prova, PI e PE, registrar o local e a pressão na qual qualquer quantidade de água tenha penetrado e o tempo durante o qual a pressão máxima foi mantida antes de a água ter penetrado. Fotografar as ocorrências e marcar estes dados em um desenho da vista da esquadria ensaiada;
- i) ao final do ensaio, anular a diferença de pressão e, em seguida, interromper a aspersão de água e registrar a ocorrência de início do escoamento, em até 3 min.

### **6.3 Resultados do ensaio**

- a) pressões e vazões de ensaio utilizadas;
- b) registro de todos os vazamentos ocorridos na face interna do corpo de prova (PI e PE), com fotografias, assim como seu tempo de aparecimento durante o ensaio e localização, e se ocorreu escoamento;
- c) classificação e atendimento à especificação do projeto da esquadria, conforme a ABNT NBR 10821-2:2017, Tabelas 1 e 2.

## **7 Verificação do comportamento, quando submetido a cargas uniformemente distribuídas**

### **7.1 Aparelhagem**

#### **7.1.1 Câmara de ensaio**

Câmara com abertura em uma de suas faces, que permite a fixação do corpo de prova a ser ensaiado.

A câmara deve possuir um medidor de pressão em posição tal que a medida não seja afetada pela velocidade do ar. A entrada de ar na câmara deve impedir a incidência direta do ar sobre o corpo de prova (ver Figuras A.1 e A.2). A fixação do corpo de prova deve ser tal que garanta a reprodução da interface entre a esquadria e o vão de instalação, conforme recomendação de projeto ou manual de instalação do fabricante.

### 7.1.2 Sistema de aplicação de pressão

O sistema deve garantir a estabilização da pressão estática especificada, durante o período de ensaio.

### 7.1.3 Aparelhos de medida de pressão

Devem ser usados manômetros que permitam a medição das diferenças de pressão estática positiva e negativa, com exatidão de medição mínima de  $\pm 20$  Pa.

### 7.1.4 Aparelhos de medida de deformação

Os aparelhos devem ser tais que permitam a medição de deformações máximas e residuais, com exatidão de medição de  $\pm 0,1$  mm. A localização dos aparelhos para a medição das deformações máximas e residuais deve ser tal que possibilite caracterizar as partes críticas do corpo de prova sujeitas às maiores deformações, não levando em conta as eventuais translações das partes móveis. As Figuras C.1 a C.8 ilustram a posição dos aparelhos para cada tipo de esquadria. No caso de esquadrias compostas, a posição dos aparelhos deve abranger as duas tipologias.

Adotar o perfil com maior comprimento e realizar três medições, no centro e nas extremidades, descontando os deslocamentos, conforme a Tabela 1.

**Tabela 1 – Equação a ser utilizada no cálculo da deformação para cada tipo de esquadria**

Tipo de esquadria	Equação	Figura
De giro e pivotante	$D_{m\acute{a}x} = D2 - (D1 + D3) / 2$	C.1
Projetante e projetante-deslizante	$ D1 - D2 $ ou $ D3 - D2 $ , o mais desfavorável	C.2
De tombar	$(D1 - D2)$ ou $(D3 - D2)$ , o mais desfavorável	C.3
Basculante	Deve-se adotar, para a determinação da deformação, o perfil mais distante do eixo. Se houver fecho no centro, deve-se adotar, para cálculo da deformação $ D1 - D2 $ ou $ D3 - D2 $ , o mais desfavorável	C.4
De correr	$D_{m\acute{a}x} = D2 - (D1 + D3) / 2$	C.5
Guilhotina e integrada (persiana de enrolar)	$D_{m\acute{a}x} = D2 - (D1 + D3) / 2$	C.6
Janela ou porta com bandeira, ou com caixa de persiana integrada	$D_a \text{ máx} = D5 - (D4 + D6) / 2$ $D_b \text{ máx} = D2 - [(D1 - D5) + D3] / 2$	C.7
Janela ou porta sanfona (camarão)	$D_a \text{ máx} = D2 - (D1 + D3) / 2$	C.8
Janela ou porta com bandeira e peitoril, ou com caixa de persiana integrada e peitoril	$D_a \text{ máx} = D5 - (D4 + D6) / 2$ $D_b \text{ máx} = D2 - (D1 + D3) / 2$ $D_c \text{ máx} = D8 - (D7 + D9) / 2$	C.9
Janela integrada com peitoril fixo	$D_{m\acute{a}x} = D2 - [(D3 - D5) + (D1 - D8)] / 2$	C.10

Para as janelas do tipo reversível, a posição dos aparelhos deve ser a indicada nos tipos de abrir e tombar.

## **7.2 Execução do ensaio**

### **7.2.1 Corpo de prova**

O corpo de prova deve ser idêntico à esquadria avaliada e deve ser executado e instalado com os mesmos detalhes de projeto ou do manual do fabricante, componentes, selantes e outros dispositivos, conforme pedido de compra.

A espessura, o tipo de vidro e o método de colocação dos vidros devem atender à especificação do fabricante. Quando não existir especificação ou quando houver possibilidade da esquadria ser utilizada com diferentes tipos e espessuras de vidros, os ensaios devem ser realizados com um vidro de espessura mínima em relação à área, conforme a ABNT NBR 7199.

### **7.2.2 Procedimento de ensaio**

- a) fixar o corpo de prova à câmara de ensaio, sendo a interface esquadria e vão de instalação conforme recomendação de projeto ou manual de instalação do fabricante, garantindo a não deformação dos elementos estruturais da esquadria na instalação;
- b) selar o corpo de prova, caso a pressão de ensaio necessária não seja atingida, com um filme plástico que garanta perfeita aderência somente na área do corpo de prova, quando aplicada a pressão de ensaio, e que não interfira no resultado do ensaio;
- c) ajustar os componentes, colocando-os em condições de operação, conforme as recomendações do fabricante;
- d) submeter todas as partes móveis do corpo de prova a cinco ciclos completos de abertura, fechamento e travamento;
- e) janelas e portas, com persiana de enrolar, devem ser ensaiadas para pressão de segurança nas duas situações: persianas recolhidas e abaixadas;
- f) instalar no mínimo três aparelhos de medida de deformações nos perfis sujeitos a maiores deformações (ver ilustração das Figuras C.1 a C.9), de tal modo que permitam apenas as medições de deformações do perfil, não sendo consideradas as eventuais movimentações e deslocamentos das folhas;
- g) aplicar a pressão de acomodação (Pac), equivalente à metade da pressão de ensaio três vezes. No caso da pressão de ensaio não ser informada, adotar a mínima pressão de ensaio igual a 350 Pa. O tempo para atingir a pressão Pac deve ser superior a 5 s e inferior a 20 s, e a pressão deve ser mantida por  $(7 \pm 3)$  s;
- h) aplicar a primeira pressão de ensaio, com um valor de 30 % em relação à pressão especificada, o tempo para atingir a pressão deve ser superior a 5 s e inferior a 20 s, mantê-la até a estabilização dos aparelhos de medida e registrar as leituras. Anular a diferença de pressão e, após um intervalo entre 3 min a 5 min, registrar as leituras residuais;
- i) aplicar subsequentemente todas as outras pressões de ensaio, sendo no mínimo a 60 % e 100 % da pressão especificada, o tempo para atingir a pressão deve ser superior a 5 s e inferior a 20 s, finalizando o ensaio na pressão indicada, quando extrapolar a máxima deformação admissível ou quando ocorrer prejuízo funcional ou de montagem da esquadria;
- j) aplicar as pressões de sucção e seguir os procedimentos descritos anteriormente;
- k) desinstalar os aparelhos de medida de deformações;



- l) aplicar a pressão de segurança ( $P_s$ ) duas vezes na pressão positiva e, em seguida, duas vezes na pressão negativa. O tempo para atingir a pressão  $P_s$  deve ser superior a 5 s e inferior a 20 s, e a pressão deve ser mantida por  $(7 \pm 3)$  s;
- m) avaliar visualmente o corpo de prova, identificando e registrando possíveis colapsos, como quebra de vidro, ruptura dos perfis ou componentes, verificando a abertura, fechamento e travamento das folhas móveis do corpo de prova.

### 7.2.3 Resultados do ensaio

- a) pressões de ensaio utilizadas e as respectivas deformações máximas e deformações residuais;
- b) registro de todas as observações visuais feitas quando da eventual ocorrência de ruptura do corpo de prova ou de suas partes;
- c) classificação e atendimento à especificação do projeto da esquadria, conforme a ABNT NBR 10821-2:2017, Tabela 1.

## 8 Verificação da resistência às operações de manuseio

A esquadria, de acordo com o seu tipo, deve ser ensaiada conforme o indicado em 8.1 a 8.10.

### 8.1 Corpo de prova

O corpo de prova deve ser idêntico à esquadria avaliada e deve ser executado e instalado com os mesmos detalhes de projeto ou do manual do fabricante, componentes, selantes e outros dispositivos, conforme pedido de compra.

A espessura, o tipo de vidro e o método de colocação dos vidros devem atender à especificação do fabricante. Quando não existir especificação ou quando houver possibilidade da esquadria ser utilizada com diferentes tipos e espessuras de vidros, os ensaios devem ser realizados com um vidro de espessura mínima em relação à área, conforme a ABNT NBR 7199.

O corpo de prova deve ser instalado em uma base rígida que impeça a movimentação da esquadria, garantindo a não deformação dos elementos estruturais da esquadria na instalação. Não podem ser realizadas furações nos perfis das esquadrias para fixação dos dispositivos de ensaio.

### 8.2 Sequência dos ensaios

A sequência dos ensaios de resistência às operações de manuseio, realizados em esquadrias com vidro ou outro material de fechamento, deve ser realizada do ensaio mais leve para o ensaio mais agressivo, obedecendo à ordem descrita nesta Norma.

### 8.3 Esquadrias dos tipos de giro e pivotante

Efetuar os ensaios conforme a seguir:

- a) comportamento sob ações repetidas de abertura e fechamento, conforme o Anexo D;
- b) resistência ao esforço torsor, conforme o Anexo E;
- c) resistência ao esforço vertical no plano da folha (deformação diagonal), conforme o Anexo F;
- d) resistência ao fechamento brusco, conforme o Anexo M.

#### **8.4 Esquadrias do tipo projetante**

Efetuar os ensaios conforme a seguir:

- a) comportamento sob ações repetidas de abertura e fechamento, conforme o Anexo D;
- b) resistência ao esforço torsor, conforme o Anexo E.

#### **8.5 Esquadrias do tipo de tombar**

Efetuar os ensaios conforme a seguir:

- a) comportamento sob ações repetidas de abertura e fechamento, conforme o Anexo D;
- b) resistência ao esforço torsor, conforme o Anexo E.

#### **8.6 Esquadrias do tipo basculante**

Efetuar os ensaios conforme a seguir:

- a) comportamento sob ações repetidas de abertura e fechamento, conforme o Anexo D;
- b) resistência ao esforço torsor, conforme o Anexo E.

#### **8.7 Esquadrias do tipo de correr**

Efetuar os ensaios conforme a seguir:

- a) comportamento sob ações repetidas de abertura e fechamento, conforme o Anexo D;
- b) resistência ao esforço horizontal/vertical, no plano da folha, com um canto imobilizado, conforme o Anexo G.

#### **8.8 Esquadrias do tipo projetante-deslizante (maxim-ar)**

Efetuar os ensaios conforme a seguir:

- a) comportamento sob ações repetidas de abertura e fechamento, conforme o Anexo D;
- b) resistência ao esforço torsor, conforme o Anexo E.

#### **8.9 Esquadrias do tipo sanfona (camarão)**

Efetuar os ensaios conforme a seguir:

- a) comportamento sob ações repetidas de abertura e fechamento, conforme o Anexo D;
- b) resistência ao esforço horizontal/vertical, no plano da folha, com um canto imobilizado, conforme o Anexo G.

#### **8.10 Esquadrias do tipo guilhotina**

Efetuar os ensaios conforme a seguir:

- a) comportamento sob ações repetidas de abertura e fechamento, conforme o Anexo D;
- b) resistência ao esforço horizontal/vertical, no plano da folha, com um canto imobilizado, conforme o Anexo G.



### 8.11 Esquadrias do tipo integrada

Para as folhas que podem ser movimentadas por deslizamento horizontal, vertical ou giro, realizar o método de ensaio conforme seu movimento.

Para persianas de enrolar, efetuar os ensaios de:

- a) comportamento sob ações repetidas de abertura e fechamento, conforme o Anexo D;

## 9 Manutenção da segurança durante os ensaios de resistência às operações de manuseio

A esquadria, de acordo com seu tipo, deve ser ensaiada quanto à manutenção da segurança, durante os ensaios de resistência às operações de manuseio, conforme o indicado em 9.1 a 9.10.

### 9.1 Corpo de prova

O corpo de prova deve ser a mesma esquadria utilizada nos ensaios descritos na Seção 8, instalada em uma base rígida que impeça a movimentação da esquadria, garantindo a não deformação dos elementos estruturais da esquadria na instalação.

### 9.2 Sequência dos ensaios

Estes ensaios devem ser realizados após a realização dos ensaios de resistência às operações de manuseio, e deve ser realizado do ensaio mais leve para o ensaio mais agressivo, obedecendo à ordem descrita nesta Norma.

### 9.3 Esquadrias dos tipos de giro e pivotantes

#### 9.3.1 Janela

Efetuar o ensaio de arrancamento das articulações, conforme o Anexo H.

#### 9.3.2 Porta

Efetuar os ensaios conforme a seguir:

- a) impacto de corpo mole, conforme o Anexo N;
- b) resistência ao fechamento com presença de obstrução, conforme o Anexo O.

### 9.4 Esquadrias do tipo projetante

Efetuar o ensaio de arrancamento das articulações, conforme o Anexo H.

### 9.5 Esquadrias do tipo de tombar

Efetuar o ensaio de arrancamento das articulações, conforme o Anexo H.

### 9.6 Esquadrias do tipo basculante

Efetuar o ensaio de arrancamento das articulações, conforme o Anexo H.

## **9.7 Esquadrias do tipo de correr**

### **9.7.1 Janela**

Efetuar os ensaios conforme a seguir:

- a) resistência ao esforço horizontal/vertical, no plano da folha, com dois cantos imobilizados, conforme o Anexo I;
- b) resistência à flexão, conforme o Anexo J.

### **9.7.2 Porta**

Efetuar os ensaios conforme a seguir:

- a) resistência ao esforço horizontal/vertical, no plano da folha, com dois cantos imobilizados, conforme o Anexo I;
- b) resistência à flexão, conforme o Anexo J.

## **9.8 Esquadria do tipo projetante-deslizante (maxim-ar)**

Efetuar os ensaios conforme a seguir:

- a) arrancamento das articulações, conforme o Anexo H;
- b) resistência à flexão, conforme o Anexo J.

## **9.9 Esquadrias tipo sanfona (camarão)**

Efetuar os ensaios conforme a seguir:

- a) resistência ao esforço horizontal/vertical, no plano da folha, com dois cantos imobilizados, conforme o Anexo I;
- b) arrancamento das articulações, conforme o Anexo H;
- c) resistência à flexão, conforme o Anexo J.

## **9.10 Esquadrias do tipo guilhotina**

Efetuar os ensaios conforme a seguir:

- a) resistência ao esforço horizontal/vertical, no plano da folha, com dois cantos imobilizados, conforme o Anexo I;
- b) resistência à flexão, conforme o Anexo J;
- c) resistência do sistema de travamento da folha, conforme o Anexo K.

## **9.11 Esquadrias do tipo integrada**

Para as folhas que podem ser movimentadas por deslizamento horizontal, vertical ou giro, realizar o método de ensaio conforme seu movimento.

Para persiana de enrolar, efetuar os ensaios de:

- a) resistência ao esforço horizontal/vertical, no plano da folha, com dois cantos imobilizados, conforme o Anexo I;
- b) resistência à flexão, conforme o Anexo J.

## **10 Verificação da resistência aos ensaios cíclicos acelerados de corrosão**

A esquadria de aço, de acordo com seu tipo, deve ser ensaiada conforme o indicado em 10.1 e 10.2.

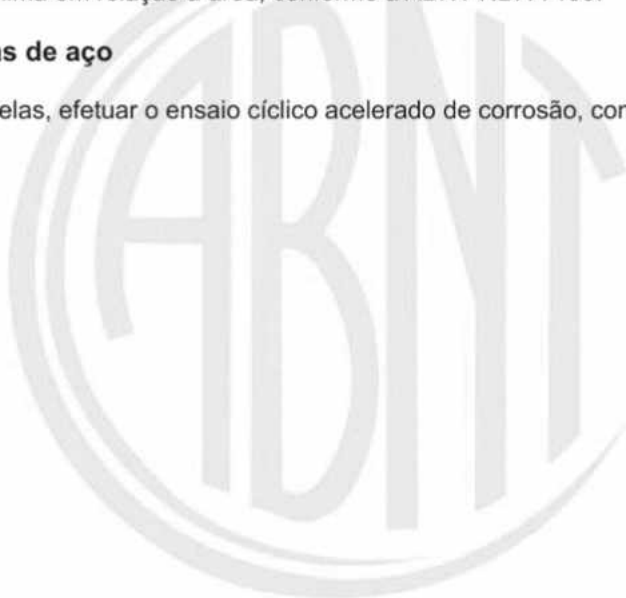
### **10.1 Corpo de prova**

O corpo de prova deve ser idêntico à esquadria avaliada e deve ser executado com os mesmos detalhes de projeto ou do manual do fabricante, componentes, selantes e outros dispositivos, conforme o pedido de compra.

A espessura, o tipo de vidro e o método de colocação dos vidros devem atender à especificação do fabricante. Quando não existir especificação ou quando houver possibilidade da esquadria ser utilizada com diferentes tipos e espessuras de vidros, os ensaios devem ser realizados com um vidro de espessura mínima em relação à área, conforme a ABNT NBR 7199.

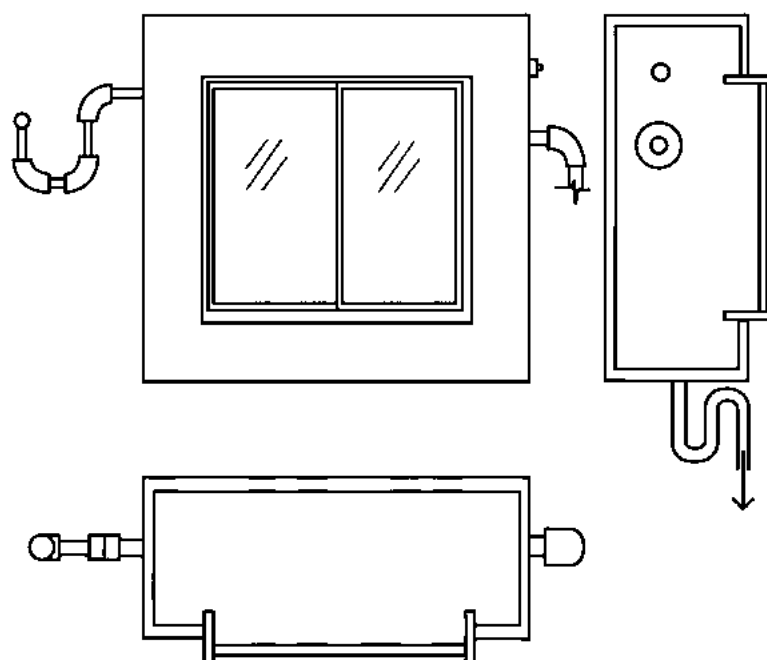
### **10.2 Esquadrias de aço**

Para portas e janelas, efetuar o ensaio cíclico acelerado de corrosão, conforme o Anexo L.

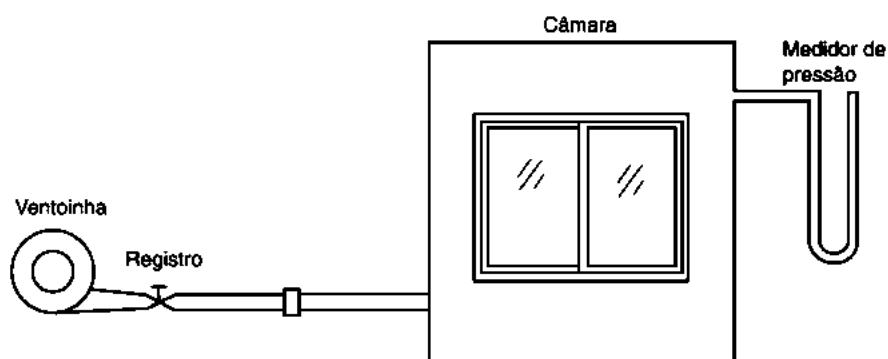


**Anexo A**  
(informativo)

**Figuras representativas da câmara de ensaio**



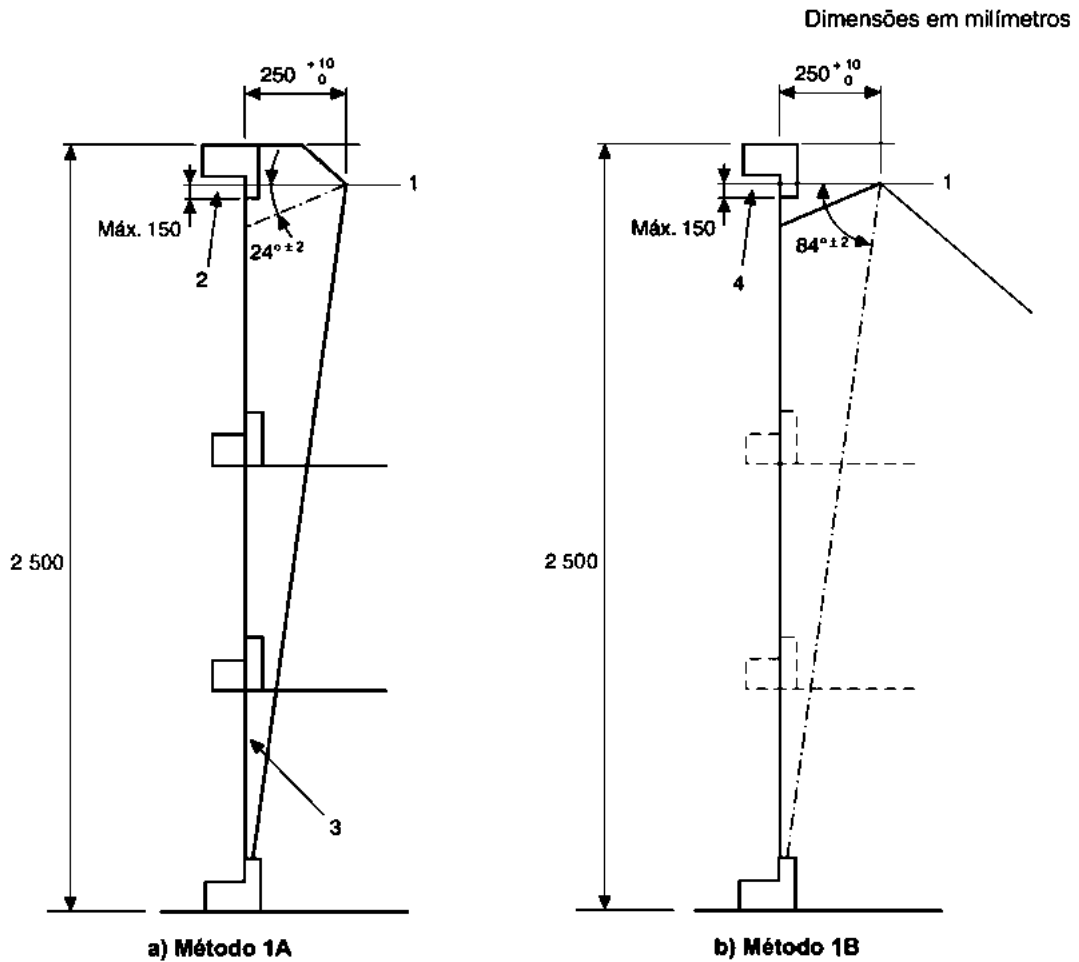
**Figura A.1 – Vistas esquemáticas de uma câmara de ensaio**



**Figura A.2 – Esquema geral do sistema de pressurização**

**Anexo B**  
(informativo)

**Figuras representativas dos ensaios de estanqueidade à água**



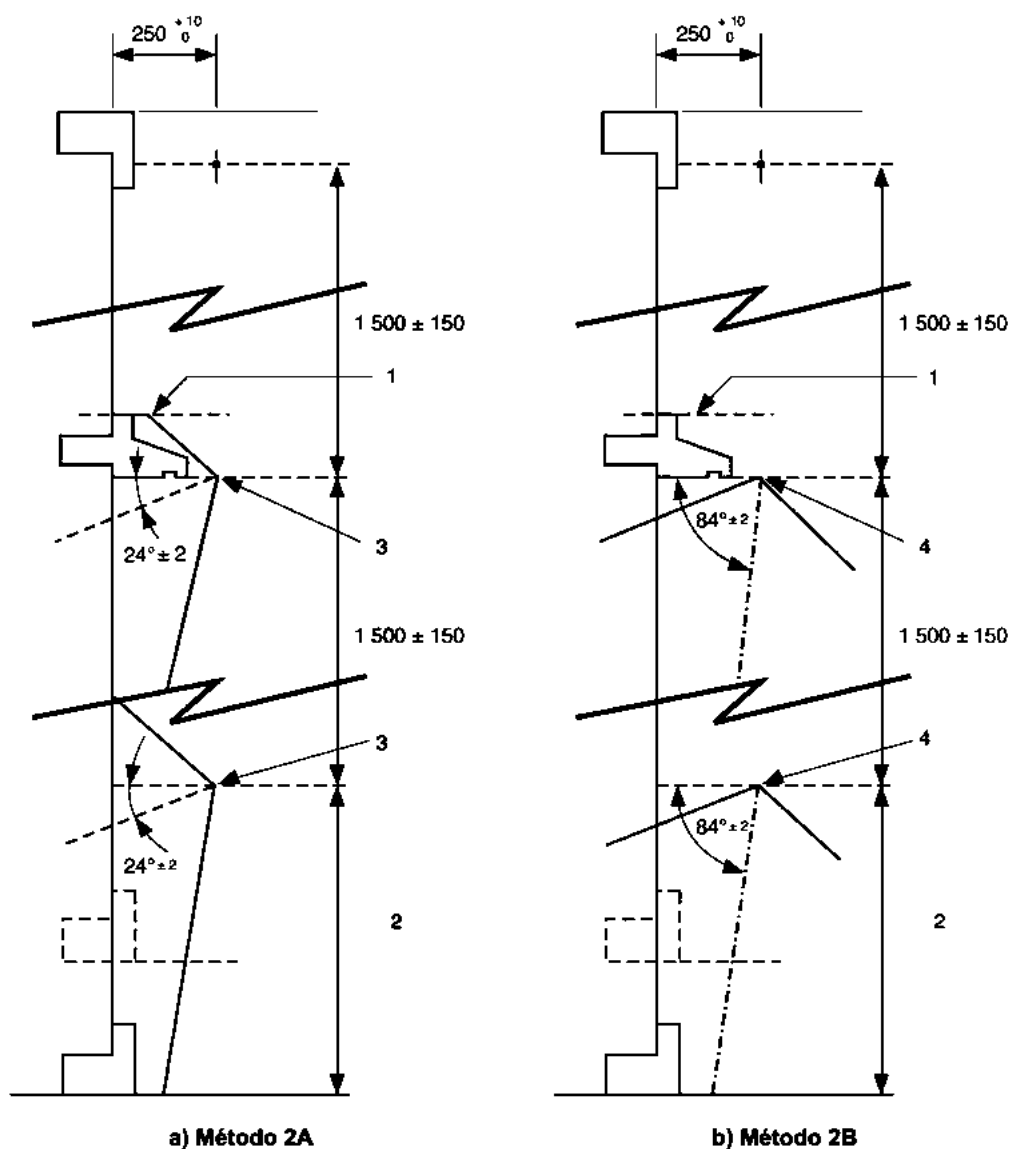
**Legenda**

- 1 vazão de água por bico [ $(2 \pm 0,2)$  L/min]
- 2 nível mínimo para a ponta do bico
- 3 plano mais afastado da junta externa ou do plano do vidro
- 4 nível mínimo para a ponta do bico

NOTA Convém que a ponta do bico esteja acima deste nível para pulverizar os componentes da parte superior por completo.

**Figura B.1 – Corpos de prova com altura de até 2 500 mm**

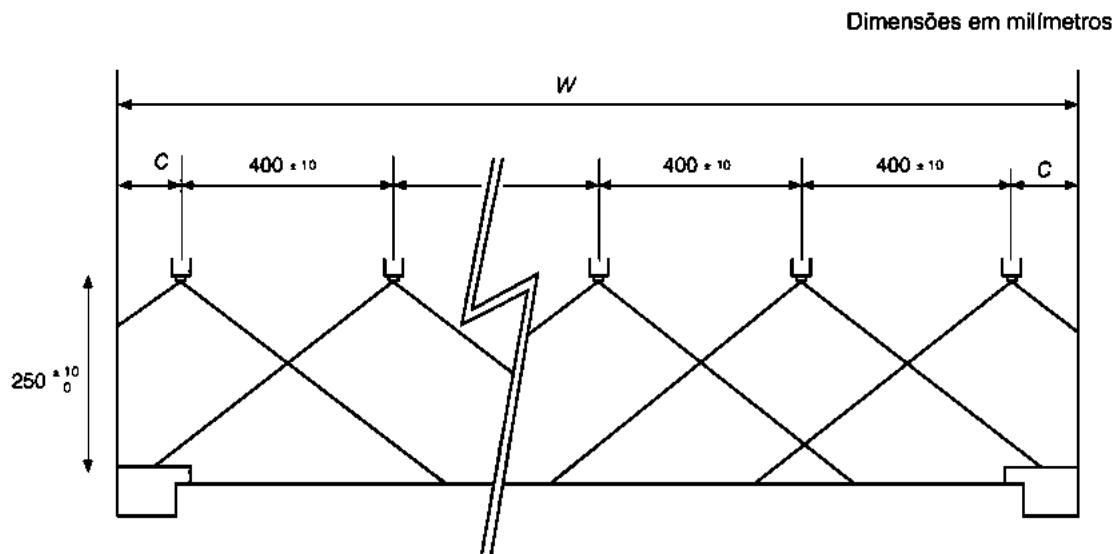
Dimensões em milímetros



**Legenda**

- 1 limite de pulverização
- 2 distância entre as fileiras de bicos (máximo 1 500 mm)
- 3 vazão de água por bico [ $(1 \pm 0,1)$  L/min]
- 4 vazão de água por bico [ $(2 \pm 0,2)$  L/min]

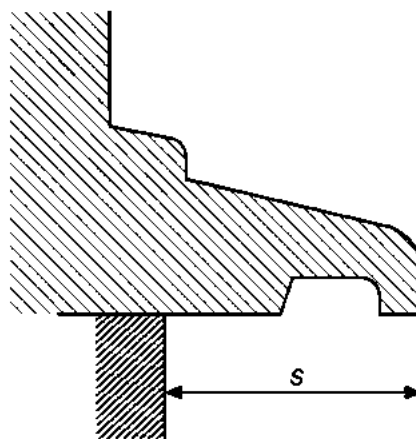
**Figura B.2 – Corpos de prova com altura superior a 2 500 mm ou com pingadeiras horizontais que se projetam além de 50 mm (ver Figura B.4)**



**Legenda**

- W** largura do corpo de prova
- C** espaçamento entre os bicos, resultante nas laterais, em relação à largura do corpo de prova (50 mm a 250 mm)

**Figura B.3 – Configuração dos bicos vista de cima**



**Legenda**

- S** projeção da pingadeira

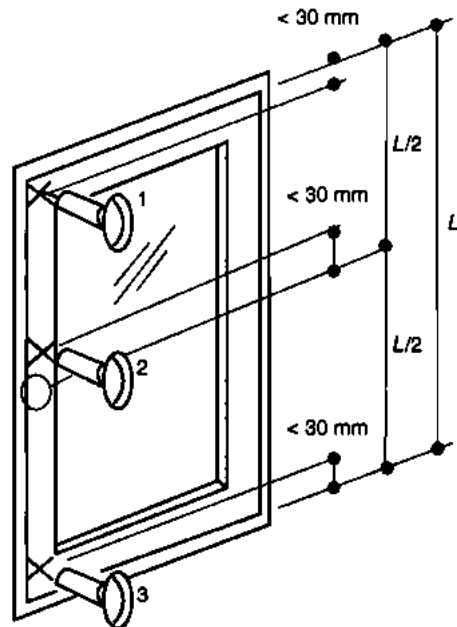
NOTA 1 Se  $S > 50$  mm, uma linha adicional de bicos de pulverização é necessária abaixo da pingadeira.

NOTA 2 Se  $S \leq 50$  mm, nenhuma linha adicional de bicos de pulverização é necessária.

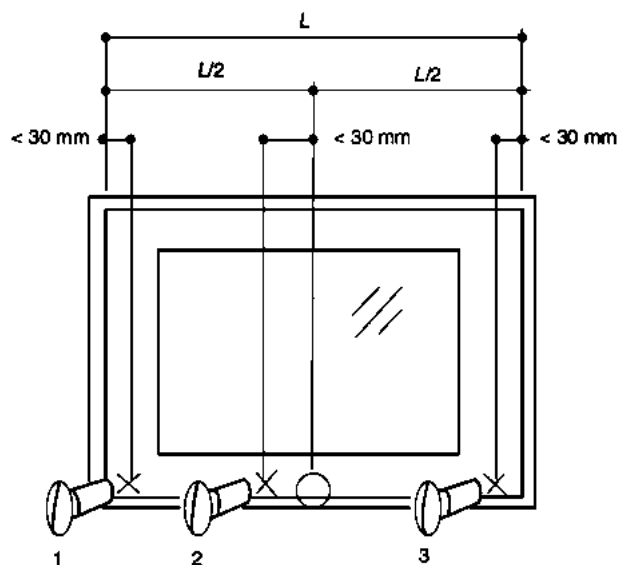
**Figura B.4 – Projeção horizontal**

**Anexo C**  
(informativo)

**Figuras representativas dos ensaios de cargas uniformemente distribuídas**



**Figura C.1 – Posicionamento dos relógios comparadores para janela do tipo de giro e pivotante**



**Figura C.2 – Posicionamento dos relógios comparadores para janela do tipo projetante e projetante-deslizante**



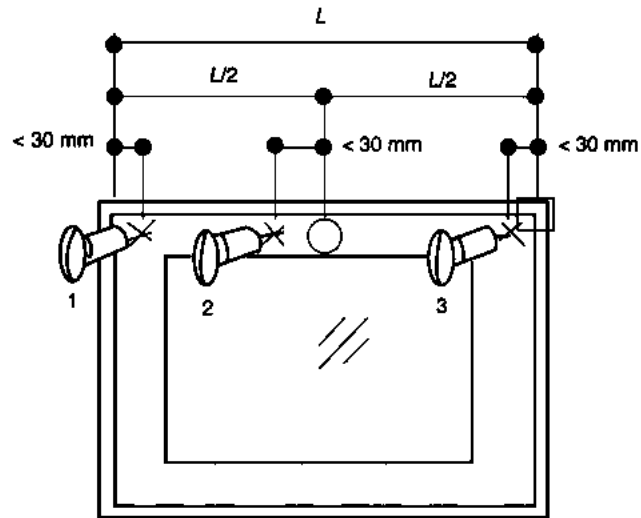


Figura C.3 – Posicionamento dos relógios comparadores para janela do tipo de tombar

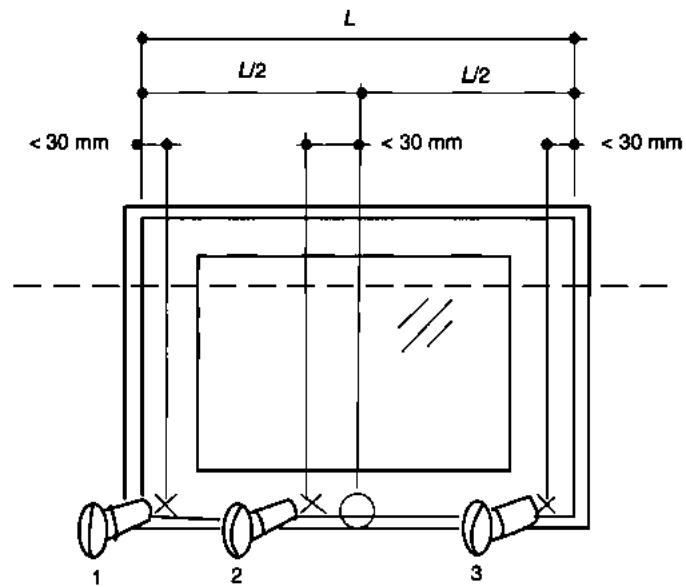


Figura C.4 – Posicionamento dos relógios comparadores para janela do tipo basculante

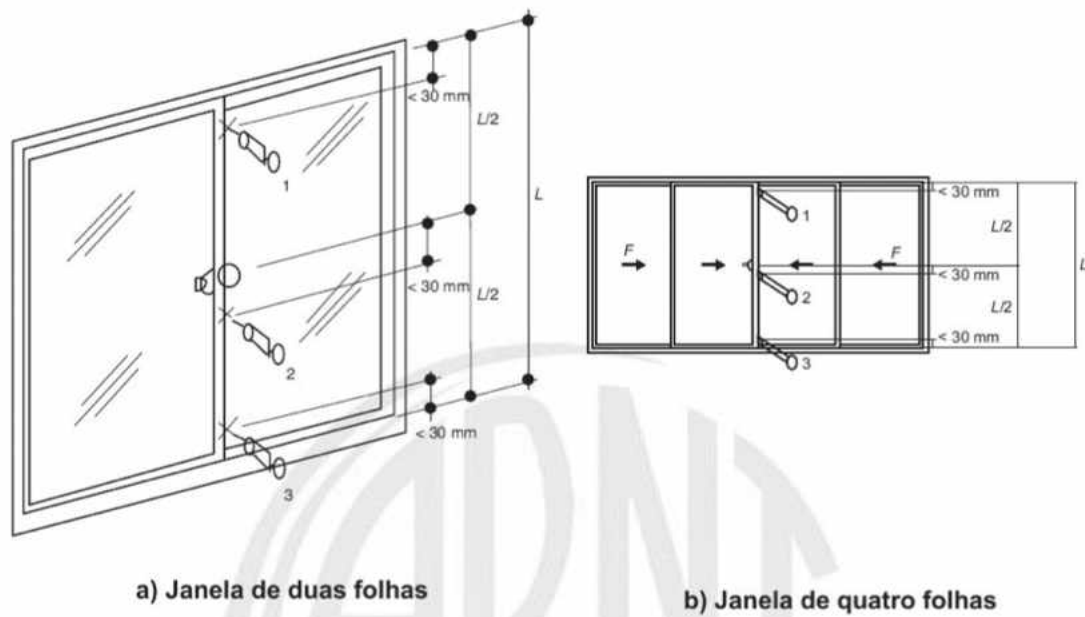


Figura C.5 – Posicionamento dos relógios comparadores para janela e porta do tipo de correr

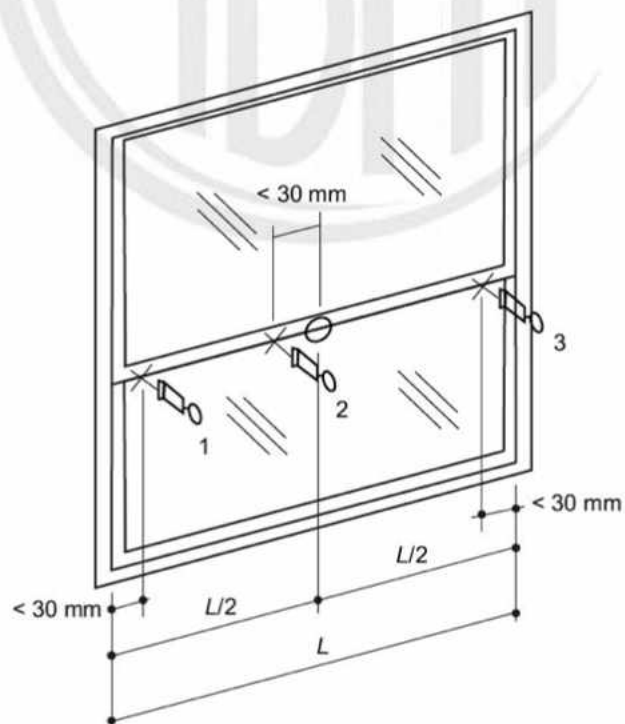


Figura C.6 – Posicionamento dos relógios comparadores para janela do tipo guilhotina

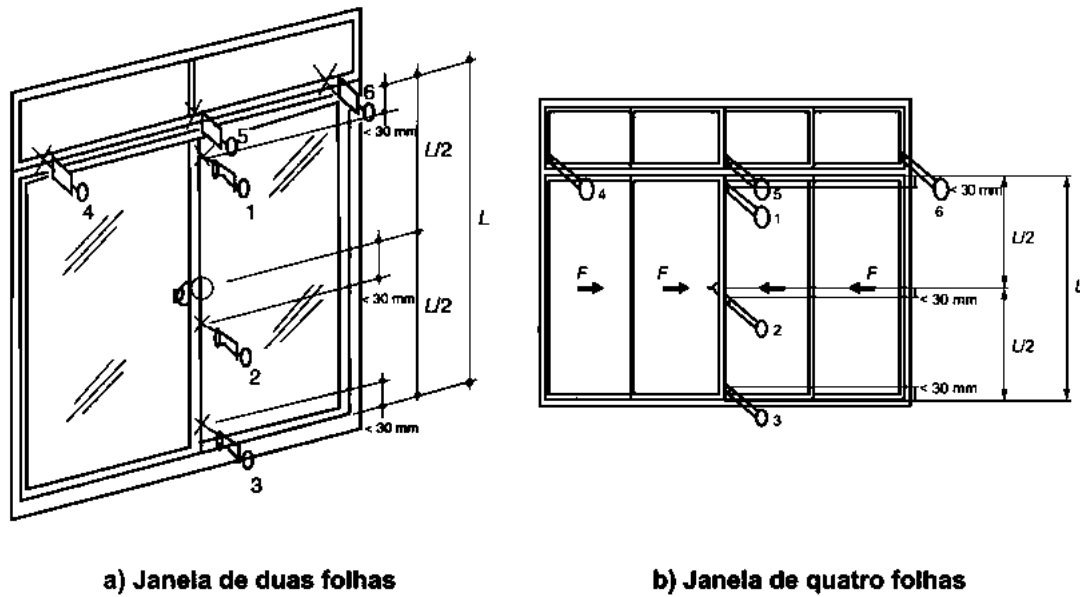


Figura C.7 – Posicionamento dos relógios comparadores para janela ou porta com bandeira, ou com caixa de persiana integrada

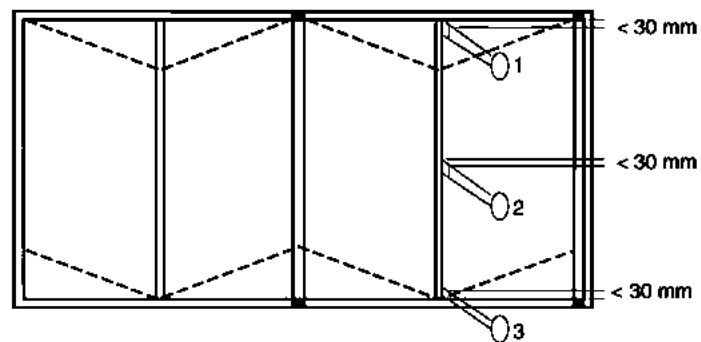
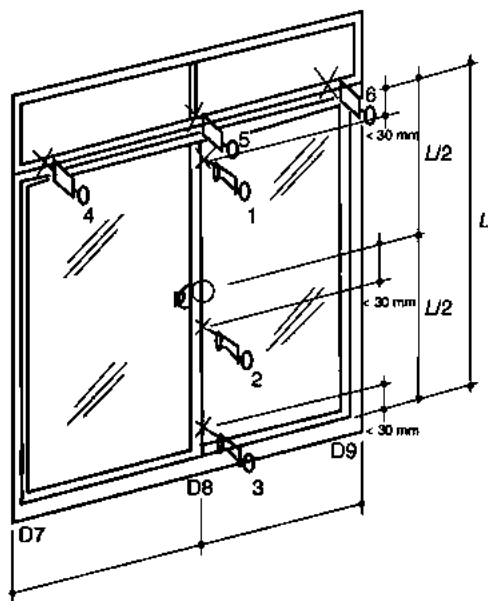
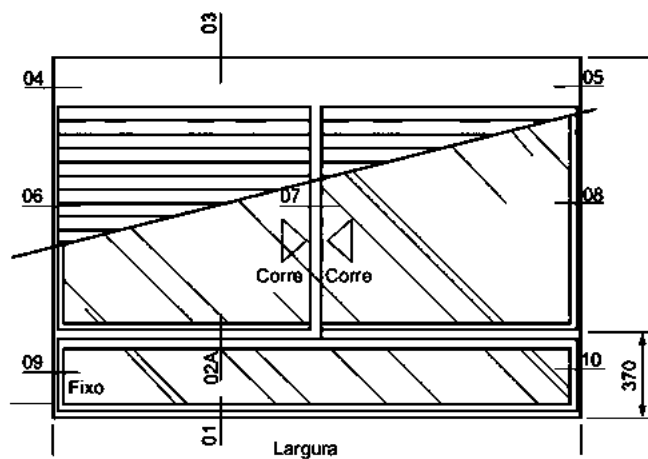


Figura C.8 – Posicionamento dos relógios comparadores para janela ou porta do tipo sanfona (camarão)



**Figura C.9 – Posicionamento dos relógios comparadores para janela ou porta com bandeira e peitoril, ou com caixa de persiana integrada e peitoril**



**Figura C.10 – Posicionamento dos relógios comparadores para janela integrada com peitoril fixo**

## **Anexo D** (normativo)

### **Verificação do comportamento sob ações repetidas de abertura e fechamento**

#### **D.1 Princípio**

Este Anexo especifica um método para verificação do comportamento das esquadrias sob ações repetidas de abertura e fechamento, para todas as tipologias de esquadrias.

#### **D.2 Diretrizes**

Este método consiste em submeter uma esquadria, qualquer que seja seu tipo, instalada em condições normais, a 10 000 ciclos de abertura e fechamento.

#### **D.3 Aparelhagem**

**D.3.1** Sistema que promova repetitivamente ações de abertura e fechamento das folhas a serem ensaiadas, com regulagem para gerar uma frequência de aproximadamente 300 ciclos por hora.

**D.3.2** Contador de ciclos.

**D.3.3** Dinamômetro ou outro equipamento de medição de esforços, com resolução de 1 N.

#### **D.4 Preparação dos corpos de prova**

**D.4.1** Montar a esquadria a ser ensaiada em um suporte rígido, na posição vertical.

**D.4.2** Executar cinco ciclos completos de abertura e fechamento na esquadria, após sua instalação.

**D.4.3** Os ciclos de abertura e fechamento devem ser realizados sempre na folha móvel mais interna.

**D.4.4** No caso de esquadrias de movimento composto, os ciclos de abertura e fechamento devem ser realizados nas folhas dos diferentes tipos de movimento.

#### **D.5 Execução do ensaio**

**D.5.1** No centro do perfil do montante da folha móvel definida aleatoriamente pelo laboratório, instalar o sistema que promova repetitivamente ações de abertura e fechamento.

**D.5.2** Quando possível, de acordo com a tipologia a ser ensaiada, a ação de abertura deve ser processada em um ângulo mínimo de 90° em relação ao plano do marco.

**ABNT NBR 10821-3:2017**

**D.5.3** Medir as forças necessárias para abertura e fechamento no início e a cada 1 000 ciclos.

**D.5.4** O esforço aplicado, quando do fechamento, não pode ser maior que 50 N e, quando da abertura, não pode ser maior do que 100 N.

**D.6 Relatório de ensaio**

O relatório de ensaio deve apresentar as seguintes informações, além das indicadas na Seção 4:

- a) valor dos esforços de abertura e fechamento a cada 1 000 ciclos;
- b) registro de eventuais falhas na esquadria e no seu comportamento de abertura e fechamento.



## **Anexo E** (normativo)

### **Resistência ao esforço torsor**

#### **E.1 Princípio**

Este Anexo especifica um método para verificação da resistência ao esforço torsor, para as esquadrias do tipo de giro, pivotante, projetante, tombar, basculante e projetante-deslizante.

#### **E.2 Diretrizes**

Este método consiste em submeter uma esquadria, instalada em condições normais, ao esforço torsor aplicado ao seu puxador ou posição equivalente, no sentido que promova sua abertura, com a folha fechada com um de seus cantos mais distantes de seu eixo de rotação imobilizado.

#### **E.3 Aparelhagem**

##### **E.3.1 Aparelhos de medida de deformação**

Os aparelhos devem ser tais que permitam a medição de deformações máximas e residuais com exatidão de medição de  $\pm 0,1$  mm. A localização dos aparelhos para as medidas das deformações máximas e residuais deve ser tal que possibilite caracterizar as partes críticas do corpo de prova sujeitas às maiores deformações, não levando em conta as eventuais translações das partes móveis.

##### **E.3.2 Sistema de aplicação de carga**

Conjunto de contrapesos constituído por peças de 5 kg ou sistema de aplicação de carga com capacidade de até 250 N, com resolução de 50 N.

##### **E.3.3 Sistema de imobilização**

Calços de material indeformável (madeira seca e dura com densidade acima de  $800 \text{ kg/m}^3$ ), ou sistema para imobilização das folhas.

#### **E.4 Preparação dos corpos de prova**

**E.4.1** Montar a esquadria a ser ensaiada em um suporte rígido, na posição vertical, com os aparelhos de medida de deformação nas posições indicadas nas Figuras E.1 a E.5.

**E.4.2** Executar cinco ciclos completos de abertura e fechamento na esquadria, após sua instalação.

## ABNT NBR 10821-3:2017

**E.4.3** A carga deve ser aplicada sempre à folha móvel interna definida aleatoriamente pelo laboratório.

**E.4.4** Nas portas de giro ou pivotante, estando a folha em posição fechada com o trinco projetado e com a lingueta recolhida (ver Figura E.1), imobilizar um de seus cantos mais distantes em relação ao eixo de rotação, posicionando um dos aparelhos de medida de deformação o mais próximo possível do calço de travamento da folha.

**E.4.5** Nas janelas de giro, pivotante, projetante, tombar, basculante e projetante-deslizante, estando a(s) folha(s) em posição fechada com o(s) fecho(s) não acionado(s) (ver Figuras E.2 a E.5), imobilizar um de seus cantos mais distantes em relação ao eixo de rotação ou ao puxador (para esquadrias do tipo basculante), posicionando um dos aparelhos de medida de deformação o mais próximo possível do calço de travamento da folha (exceto nas esquadrias do tipo basculante).

### E.5 Execução do ensaio

**E.5.1** Fazer a leitura inicial dos aparelhos de medição de deformação, antes da aplicação da carga.

**E.5.2** Aplicar ao centro do perfil uma força de 250 N, perpendicular à folha, progressivamente, de 50 N em 50 N, a fim de promover sua abertura.

**E.5.3** Decorridos 3 min da força aplicada, medir as deformações máximas, descarregar o sistema e, após mais 3 min, verificar a deformação residual eventualmente ocorrida, utilizando a equação a seguir:

$$D_{\text{máx.}} = D_2 - (D_1 + D_3) / 2$$

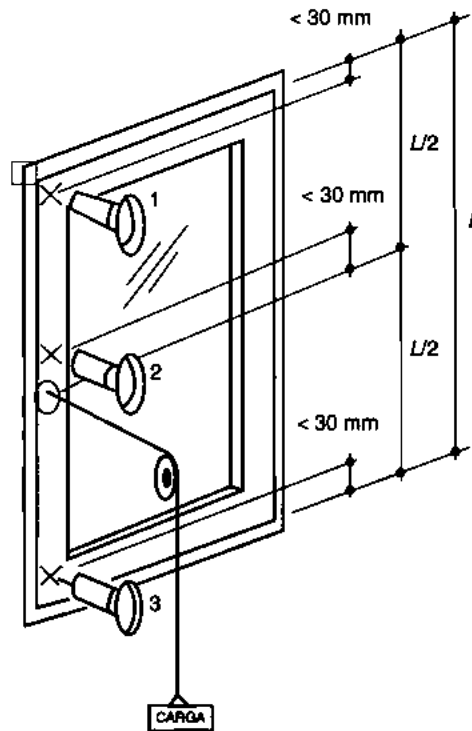
**E.5.4** Executar cinco ciclos completos de abertura e fechamento.

### E.6 Relatório de ensaio

O relatório de ensaio deve apresentar as seguintes informações, além das indicadas na Seção 4:

- a) registro das deformações máximas e residuais após a aplicação e retirada da força, respectivamente;
- b) registro de eventuais falhas na esquadria e no seu comportamento de abertura e fechamento.

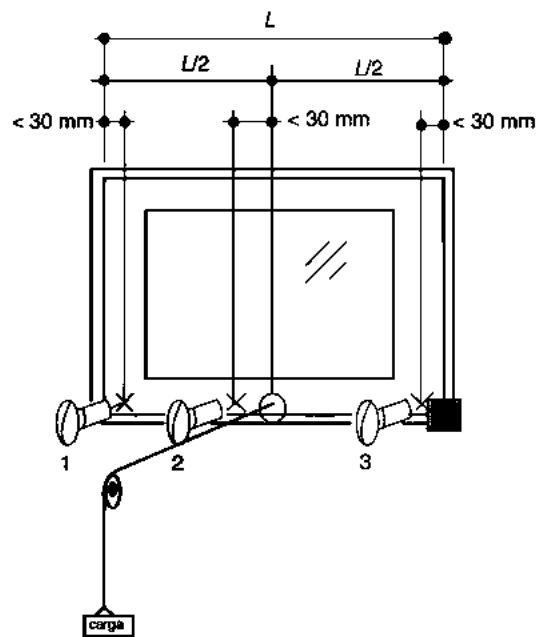




Legenda

- Ponto de imobilização
- Ponto para aplicar a carga
- × Ponto de medição

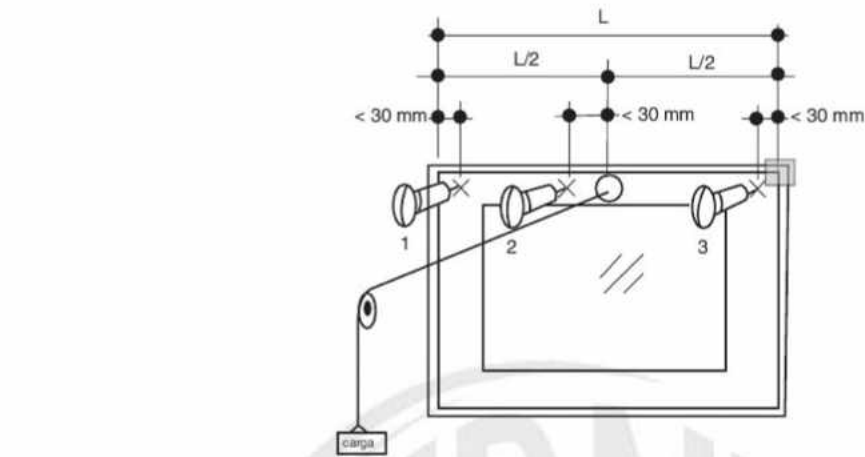
**Figura E.1 – Esquema de ensaio de resistência ao esforço torsor para esquadrias dos tipos de giro ou pivotante**



Legenda

- Ponto de imobilização
- Ponto para aplicar a carga
- × Ponto de medição

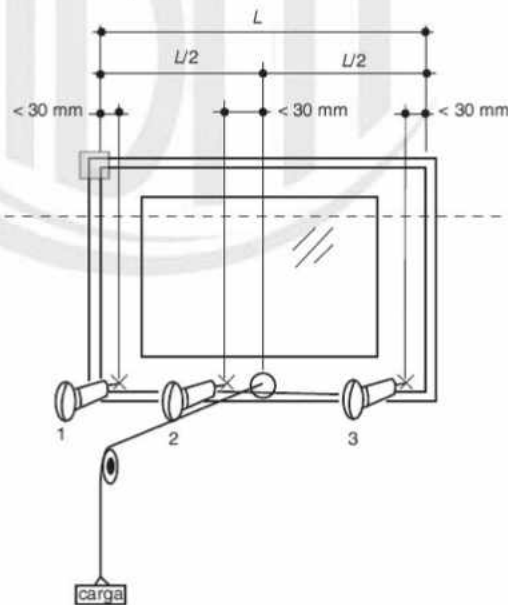
**Figura E.2 – Esquema de ensaio de resistência ao esforço torsor para esquadrias do tipo projetante**



Legenda

- Ponto de imobilização
- Ponto para aplicar a carga
- × Ponto de medição

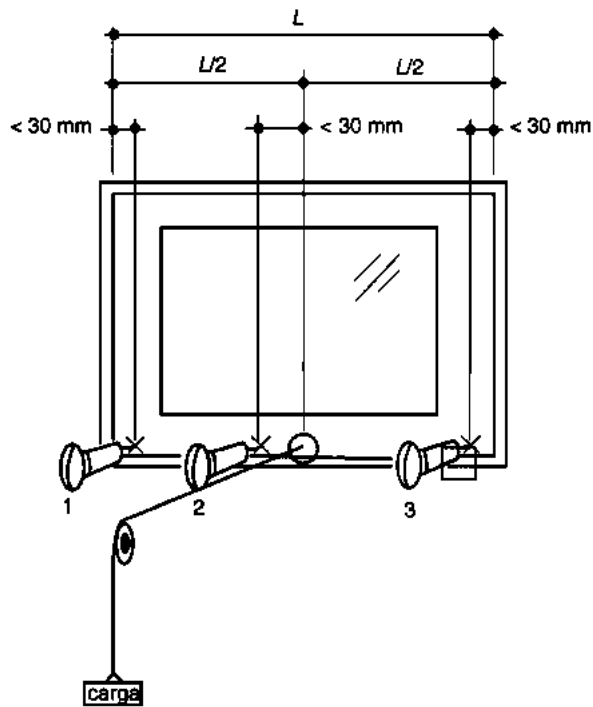
**Figura E.3 – Esquema de ensaio de resistência ao esforço torsor para esquadrias do tipo de tombar**



Legenda

- Ponto de imobilização
- Ponto para aplicar a carga
- × Ponto de medição

**Figura E.4 – Esquema de ensaio de resistência ao esforço torsor para esquadrias do tipo basculante**



Legenda

- Ponto de imobilização
- Ponto para aplicar a carga
- × Ponto de medição

**Figura E.5 – Esquema de ensaio de resistência ao esforço torsor para esquadrias do tipo projetante-deslizante**

## **Anexo F** (normativo)

### **Resistência ao esforço vertical no plano da folha (deformação diagonal)**

#### **F.1 Princípio**

Este Anexo especifica um método para verificação da resistência ao esforço vertical no plano da folha, para as esquadrias do tipo de giro e pivotante.

#### **F.2 Diretrizes**

Este método consiste em submeter uma esquadria, instalada em condições normais, aberta a 90°, em relação à sua posição fechada, ao esforço vertical aplicado ao seu canto inferior mais distante de seu eixo de rotação.

#### **F.3 Aparelhagem**

##### **F.3.1 Aparelhos de medida de deformação**

Os aparelhos devem ser tais que permitam a medição de deformações máximas e residuais, com exatidão de medição de  $\pm 0,1$  mm. A localização dos aparelhos para as medições das deformações máximas e residuais deve ser tal que possibilite caracterizar as partes críticas do corpo de prova sujeitas às maiores deformações, não levando em conta as eventuais translações das partes móveis.

##### **F.3.2 Sistema de aplicação de carga**

Conjunto de contrapesos constituído por peças de 5 kg ou sistema de aplicação de carga com capacidade de até 500 N, com resolução de 50 N.

##### **F.3.3 Sistema de imobilização**

Calços de material indeformável (madeira seca e dura com densidade acima de  $800 \text{ kg/m}^3$ ) ou sistema para imobilização das folhas.

#### **F.4 Preparação dos corpos de prova**

**F.4.1** Montar a esquadria a ser ensaiada em um suporte rígido, na posição vertical, com os aparelhos de medida de deformação nas posições indicadas na Figura F.1.

**F.4.2** Executar cinco ciclos completos de abertura e fechamento na esquadria, após sua instalação.

**F.4.3** A carga deve ser aplicada sempre à folha móvel interna definida aleatoriamente pelo laboratório.

**F.4.4** Estando a folha em posição aberta a 90° em relação ao plano que contém o marco (ver Figura F.1), imobilizar o seu vértice superior mais afastado do seu eixo de rotação, visando impedir apenas o seu desenvolvimento de giro.

**F.4.5** Instalar o aparelho de medida de deformação no canto inferior mais distante do eixo de rotação.

## F.5 Execução do ensaio

**F.5.1** Fazer a leitura inicial dos aparelhos de medição de deformação, antes da aplicação da carga.

**F.5.2** Aplicar na posição equivalente à maçaneta distante do eixo de rotação da folha, uma força de 500 N, progressivamente, de 50 N em 50 N.

**F.5.3** Manter a força aplicada por um período de 3 min e, então, ler a deformação ocorrida sob carga.

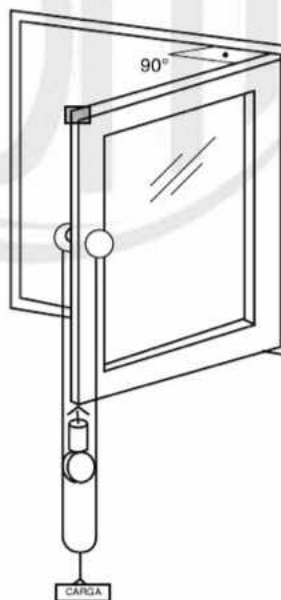
**F.5.4** Descarregar o sistema e, depois de decorridos mais 3 min, proceder à leitura de deformações residuais e verificar a deformação residual eventualmente ocorrida.

**F.5.5** Executar cinco ciclos completos de abertura e fechamento.

## F.6 Relatório de ensaio

O relatório de ensaio deve apresentar as seguintes informações, além das indicadas na Seção 4:

- registro das deformações máximas e residuais após a aplicação e retirada da força, respectivamente;
- registro de eventuais falhas na esquadria e no seu comportamento de abertura e fechamento.



Legenda

- Ponto de imobilização
- Ponto para aplicar a carga
- × Ponto de medição

**Figura F.1 – Esquema de ensaio de deformação diagonal para esquadrias dos tipos de giro e pivotante**

## **Anexo G** (normativo)

### **Resistência ao esforço horizontal/vertical, no plano da folha, com um canto imobilizado**

#### **G.1 Princípio**

Este Anexo especifica um método para verificação da resistência ao esforço horizontal/vertical, no plano da folha, com um canto imobilizado, para as esquadrias do tipo de correr, sanfona ou guilhotina.

#### **G.2 Diretrizes**

Este método consiste em submeter uma esquadria, instalada em condições normais, com a folha na posição intermediária entre abertura e fechamento, com um dos seus vértices mais distantes imobilizados, a um esforço horizontal ou vertical aplicado ao puxador ou posição equivalente, no sentido que promova o seu fechamento.

#### **G.3 Aparelhagem**

##### **G.3.1 Aparelhos de Medida de Deformação**

Os aparelhos devem ser tais que permitam a medição de deformações máximas e residuais com exatidão de medição de  $\pm 0,1$  mm. A localização dos aparelhos para as medições das deformações máximas e residuais deve ser tal que possibilite caracterizar as partes críticas do corpo de prova sujeitas às maiores deformações, não levando em conta as eventuais translações das partes móveis.

##### **G.3.2 Sistema de aplicação de carga**

Conjunto de contrapesos constituído por peças de 5 kg ou sistema de aplicação de carga com capacidade de até 400 N, com resolução de 50 N.

##### **G.3.3 Sistema de imobilização**

Calços de material indeformável (madeira seca e dura com densidade acima de  $800 \text{ kg/m}^3$ ), ou sistema para imobilização das folhas.

#### **G.4 Preparação dos corpos de prova**

**G.4.1** Montar a esquadria a ser ensaiada em um suporte rígido, com travessa superior simulando uma verga superior no vão, na posição vertical, com os aparelhos de medida de deformação nas posições indicadas nas Figuras G.1 a G.3.

**G.4.2** Executar cinco ciclos completos de abertura e fechamento na esquadria, após sua instalação.

**G.4.3** A carga deve ser aplicada em uma folha móvel definida aleatoriamente pelo laboratório.

**G.4.4** Estando a folha em posição intermediária de abertura (ver Figuras G.1 a G.3), imobilizar o canto inferior do montante da folha móvel, impedindo seu fechamento.

## G.5 Execução do ensaio

**G.5.1** Fazer a leitura inicial dos aparelhos de medição de deformação, antes da aplicação da carga.

**G.5.2** Aplicar ao centro do perfil uma força de 400 N, no plano da folha, progressivamente, de 50 N em 50 N, a fim de promover seu fechamento.

**G.5.3** Decorridos 3 min da força aplicada, retirar as cargas e avaliar visualmente a esquadria.

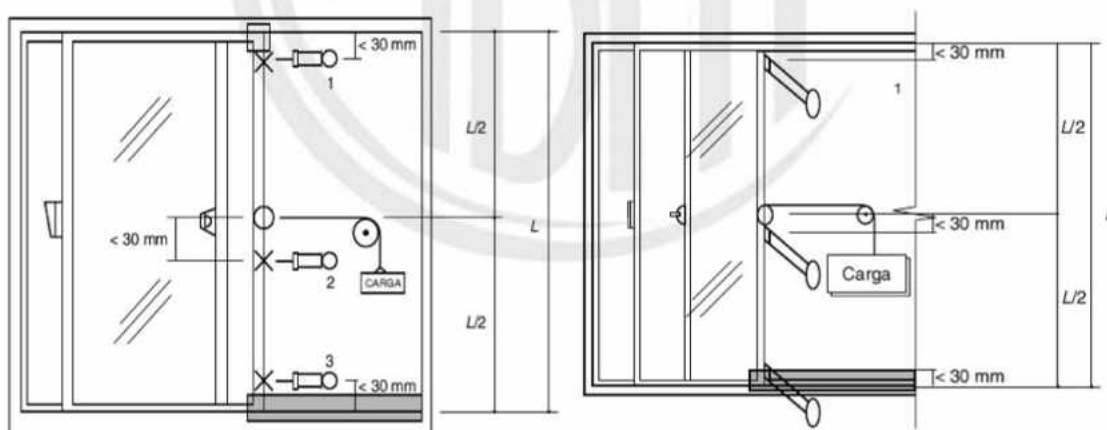
**G.5.4** Descarregar o sistema e, depois de decorridos mais 3 min, proceder à leitura de deformações residuais e verificar a deformação residual eventualmente ocorrida.

**G.5.5** Executar cinco ciclos completos de abertura e fechamento.

## G.6 Relatório de ensaio

O relatório de ensaio deve apresentar as seguintes informações, além das indicadas na Seção 4:

- registro das deformações máximas e residuais após a aplicação e retirada da força, respectivamente;
- registro de eventuais falhas na esquadria e no seu comportamento de abertura e fechamento.



Legenda

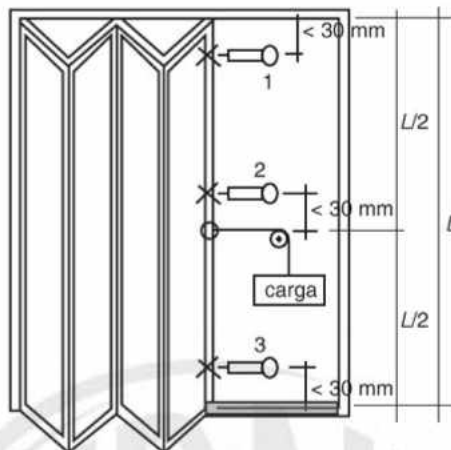
- Ponto de imobilização
- Ponto para aplicar a carga
- X Ponto de medição

a) Janela de duas folhas

b) Janela com mais de duas folhas

**Figura G.1 – Esquema de ensaio de resistência ao esforço horizontal, no plano da folha, com o canto inferior imobilizado, para esquadrias do tipo de correr (vista interna)**

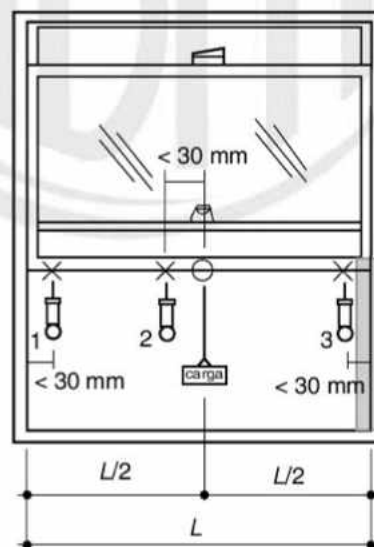




Legenda

- Ponto de imobilização
- Ponto para aplicar a carga
- × Ponto de medição

**Figura G.2 – Esquema de ensaio de resistência ao esforço vertical com um dos cantos imobilizado para esquadrias do tipo sanfona**



Legenda

- Ponto de imobilização
- Ponto para aplicar a carga
- × Ponto de medição

**Figura G.3 – Esquema de ensaio de resistência ao esforço vertical com um dos cantos imobilizado para esquadrias do tipo guilhotina**

## **Anexo H** (normativo)

### **Arrancamento das articulações**

#### **H.1 Princípio**

Este Anexo especifica um método para verificação do arrancamento das articulações, para as esquadrias do tipo de giro, pivotante, projetante, de tombar, basculante, projetante-deslizante (maxim-ar) e sanfona.

#### **H.2 Diretrizes**

Este método consiste em submeter uma esquadria, instalada em condições normais, com a folha em posição aberta, a um esforço vertical aplicado ao puxador ou posição equivalente, no sentido que promova o seu fechamento.

#### **H.3 Aparelhagem**

##### **H.3.1 Sistema de aplicação de carga**

Conjunto de contrapesos constituído por peças de 5 kg ou sistema de aplicação de carga com capacidade de até 200 N, com resolução de 50 N.

##### **H.3.2 Sistema de imobilização**

Cunhas de material indeformável (madeira seca e dura com densidade acima de  $800 \text{ kg/m}^3$ ), com comprimento de 50 mm, largura de 50 mm e espessura máxima de 10 mm.

#### **H.4 Preparação dos corpos de prova**

**H.4.1** Montar a esquadria a ser ensaiada em um suporte rígido, na posição vertical.

**H.4.2** Executar cinco ciclos completos de abertura e fechamento na esquadria, após sua instalação.

**H.4.3** A carga deve ser aplicada sempre à folha móvel interna definida aleatoriamente pelo laboratório.

**H.4.4** Colocar a cunha junto ao eixo de rotação ou à articulação, de maneira que a folha seja mantida em sua posição de máxima abertura (regulada pelo limitador de abertura) em relação ao plano que contém o marco, conforme os esquemas das Figuras H.1 a H.6.

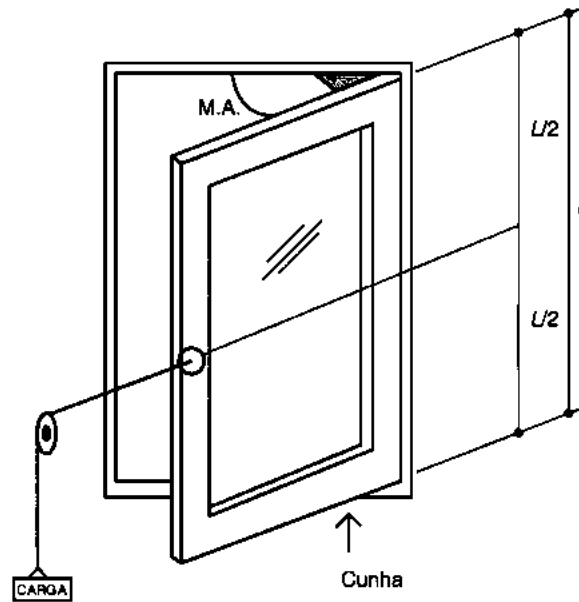
#### **H.5 Execução do ensaio**

**H.5.1** Aplicar ao centro do perfil uma força de 200 N, perpendicular à folha, progressivamente, de 50 N em 50 N, a fim de promover seu fechamento.

H.5.2 Decorridos 3 min da força aplicada, retirar as cargas e avaliar visualmente a esquadria.

## H.6 Relatório de ensaio

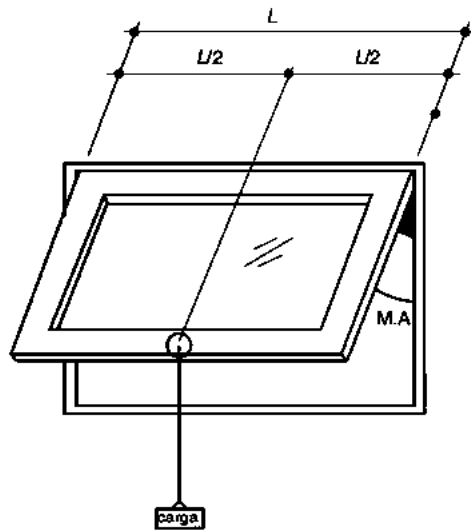
O relatório de ensaio deve apresentar o registro de eventuais falhas na esquadria, além das indicadas na Seção 4.



### Legenda

- Ponto de imobilização
- Ponto para aplicar a carga
- M.A. máxima abertura

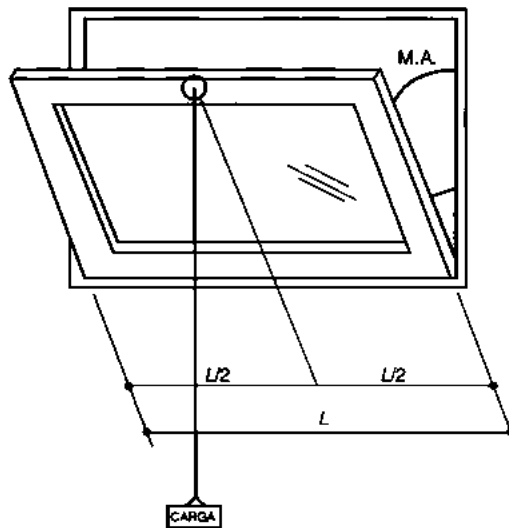
**Figura H.1 – Esquema de ensaio de arrancamento das articulações para esquadrias do tipo de giro e pivotante**



Legenda

- Ponto de imobilização
- Ponto para aplicar a carga
- M.A. máxima abertura

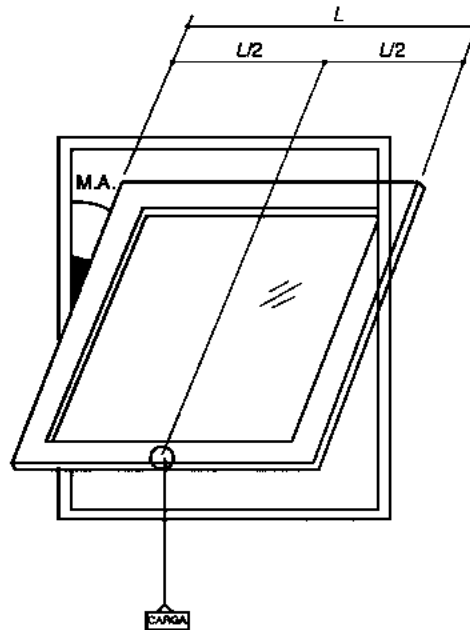
Figura H.2 – Esquema de ensaio de arrancamento das articulações para esquadrias do tipo projetante



Legenda

- Ponto de imobilização
- Ponto para aplicar a carga
- M.A. máxima abertura

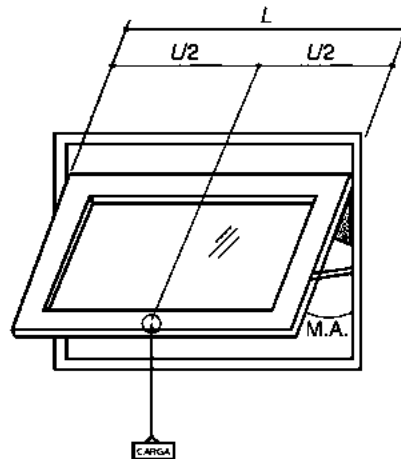
Figura H.3 – Esquema de ensaio de arrancamento das articulações para esquadrias do tipo de tombar



Legenda

- Ponto de imobilização
- Ponto para aplicar a carga
- M.A. máxima abertura

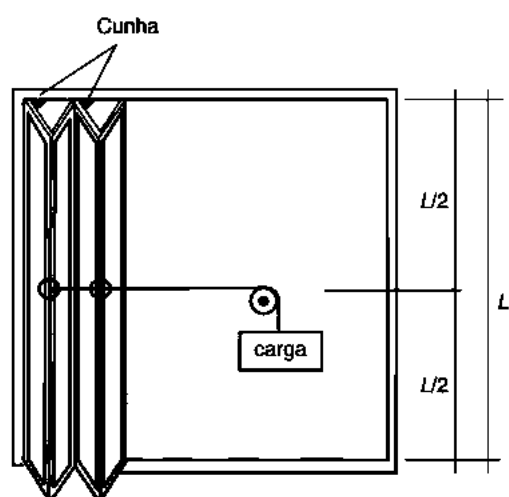
**Figura H.4 – Esquema de ensaio de arrancamento das articulações para esquadrias do tipo basculante**



Legenda

- Ponto de imobilização
- Ponto para aplicar a carga
- M.A. máxima abertura

**Figura H.5 – Esquema de ensaio de arrancamento das articulações para esquadrias do tipo projetante-deslizante**



**Legenda**

- Ponto de imobilização
- Ponto para aplicar a carga

**Figura H.6 – Esquema de ensaio de arrancamento das articulações para esquadrias do tipo sanfona**

## **Anexo I** (normativo)

### **Resistência ao esforço horizontal/vertical, no plano da folha, com dois cantos imobilizados**

#### **I.1 Princípio**

Este Anexo especifica um método para verificação da resistência ao esforço horizontal/vertical, no plano da folha, com dois cantos imobilizados, para as esquadrias do tipo de correr, sanfona, guilhotina e integrada (persiana de enrolar).

#### **I.2 Diretrizes**

Este método consiste em submeter uma esquadria, instalada em condições normais, com a folha na posição intermediária entre abertura e fechamento, com um dos seus vértices mais distantes imobilizados, a um esforço horizontal ou vertical aplicado ao puxador ou posição equivalente, no sentido que promova o seu fechamento.

#### **I.3 Aparelhagem**

##### **I.3.1 Sistema de aplicação de carga**

Conjunto de contrapesos constituído por peças de 5 kg ou sistema de aplicação de carga com capacidade de até 400 N, com resolução de 50 N.

##### **I.3.2 Sistema de imobilização**

Calços de material indeformável (madeira seca e dura com densidade acima de 800 kg/m<sup>3</sup>), ou sistema para imobilização das folhas.

#### **I.4 Preparação dos corpos de prova**

**I.4.1** Montar a esquadria a ser ensaiada em um suporte rígido, na posição vertical.

**I.4.2** Executar cinco ciclos completos de abertura e fechamento na esquadria, após sua instalação.

**I.4.3** A carga deve ser aplicada na folha móvel definida aleatoriamente pelo laboratório.

**I.4.4** Estando a folha em posição intermediária de abertura (ver Figuras I.1 a I.4), imobilizar os dois cantos do montante da folha móvel, impedindo seu fechamento.

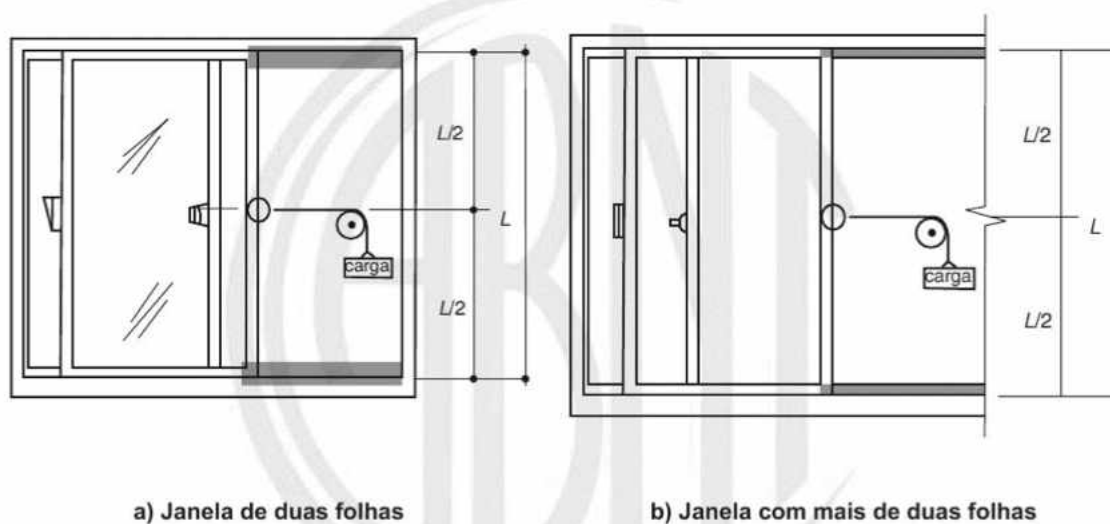
## I.5 Execução do ensaio

I.5.1 Aplicar ao centro do perfil uma força de 400 N, no plano da folha, progressivamente, de 50 N em 50 N, a fim de promover seu fechamento.

I.5.2 Decorridos 3 min da força aplicada, retirar as cargas e avaliar visualmente a esquadria.

## I.6 Relatório de ensaio

O relatório de ensaio deve apresentar o registro de eventuais falhas na esquadria, além das indicadas na Seção 4.

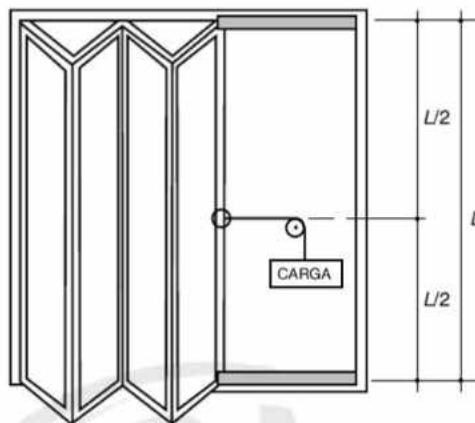


### Legenda

- Ponto de imobilização
- Ponto para aplicar a carga

**Figura I.1 – Esquema de ensaio de resistência ao esforço horizontal, no plano da folha, com dois cantos imobilizados, para esquadrias do tipo de correr**

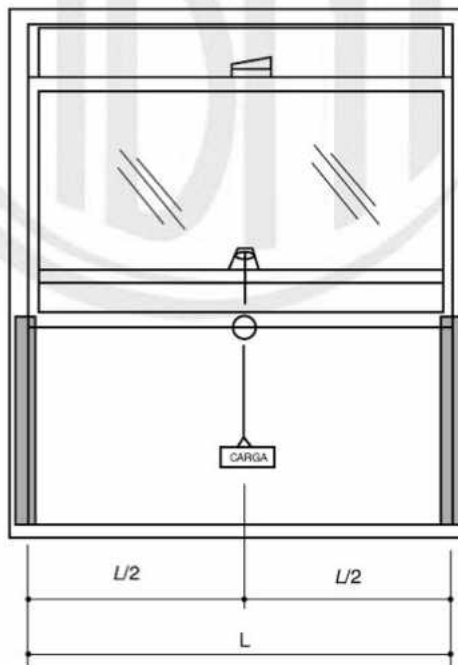




Legenda

- Ponto de imobilização
- Ponto para aplicar a carga

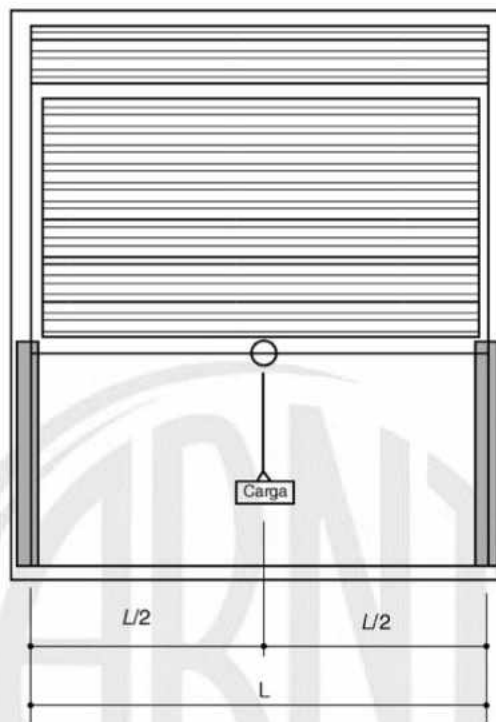
**Figura I.2 – Esquema de ensaio de resistência ao esforço horizontal com dois cantos imobilizados para esquadrias do tipo sanfona**



Legenda

- Ponto de imobilização
- Ponto para aplicar a carga

**Figura I.3 – Esquema de ensaio de resistência ao esforço vertical com dois cantos imobilizados para esquadrias do tipo guilhotina**



Legenda

- Ponto de imobilização
- Ponto para aplicar a carga

Figura I.4 – Esquema de ensaio de resistência ao esforço vertical com dois cantos imobilizados para esquadrias do tipo integrada (persiana de enrolar)

NUNCA SE DEVE ACESSAR O SISTEMA DE ACESSO EXCLUSIVO DO ITC. O ACESSO EXCLUSIVO DO ITC É UM SERVIÇO DE ACESSO EXCLUSIVO DO ITC. O ACESSO EXCLUSIVO DO ITC É UM SERVIÇO DE ACESSO EXCLUSIVO DO ITC.

## Anexo J (normativo)

### Resistência à flexão

#### J.1 Princípio

Este Anexo especifica um método para verificação da resistência à flexão, para as esquadrias do tipo de correr, projetante-deslizante (maxim-ar), sanfona, guilhotina e integrada (persiana de enrolar).

#### J.2 Diretrizes

Este método consiste em submeter uma esquadria, instalada em condições normais, com a folha na posição intermediária entre abertura e fechamento, a um esforço horizontal aplicado ao puxador ou posição equivalente, no sentido do interior para o exterior e vice-versa.

#### J.3 Aparelhagem

##### J.3.1 Sistema de aplicação de pesos

Conjunto de contrapesos constituído por peças de 5 kg ou sistema de aplicação de carga com capacidade de até 400 N, com resolução de 50 N, aplicado no centro do perfil da folha por meio de um dispositivo, conforme Figura J.1. Quando não for possível utilizar o dispositivo, poderá ser utilizado outro dispositivo e/ou fazer uso de cunhas/suportes, desde que dispositivo alternativo não deforme o corpo de prova.

##### J.3.2 Sistema de imobilização

Sistema que impeça o deslizamento da folha no plano do movimento, mantendo a aplicação da força perpendicular à folha.

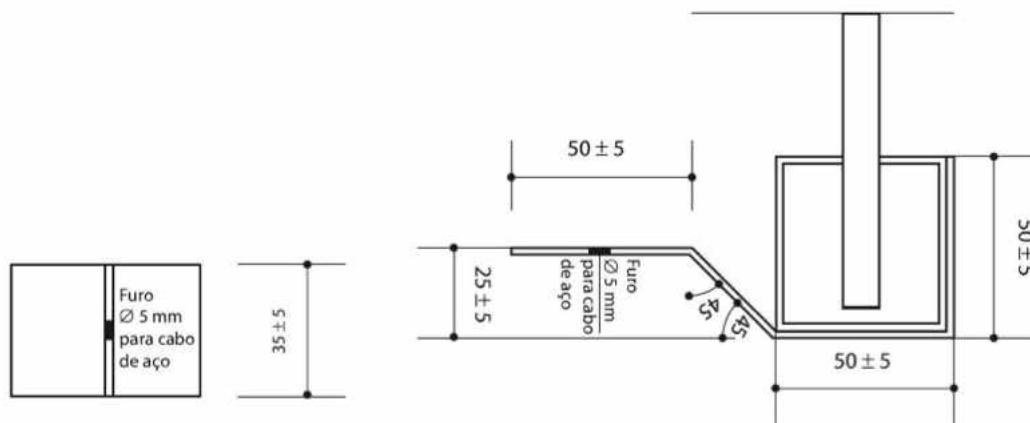


Figura J.1 – Dispositivo para a aplicação da carga no perfil

## J.4 Preparação dos corpos de prova

**J.4.1** Montar a esquadria a ser ensaiada em um suporte rígido, na posição vertical.

**J.4.2** Executar cinco ciclos completos de abertura e fechamento na esquadria, após sua instalação.

**J.4.3** A carga deve ser aplicada na folha móvel definida aleatoriamente pelo laboratório. Nos carregamentos de fora para dentro, à folha móvel mais interna, e nos carregamentos de dentro para fora, à folha móvel mais externa, quando houver, caso contrário realizar na mesma folha móvel.

**J.4.4** Deixar a folha em posição intermediária de abertura immobilizada (Figuras J.1 a J.6).

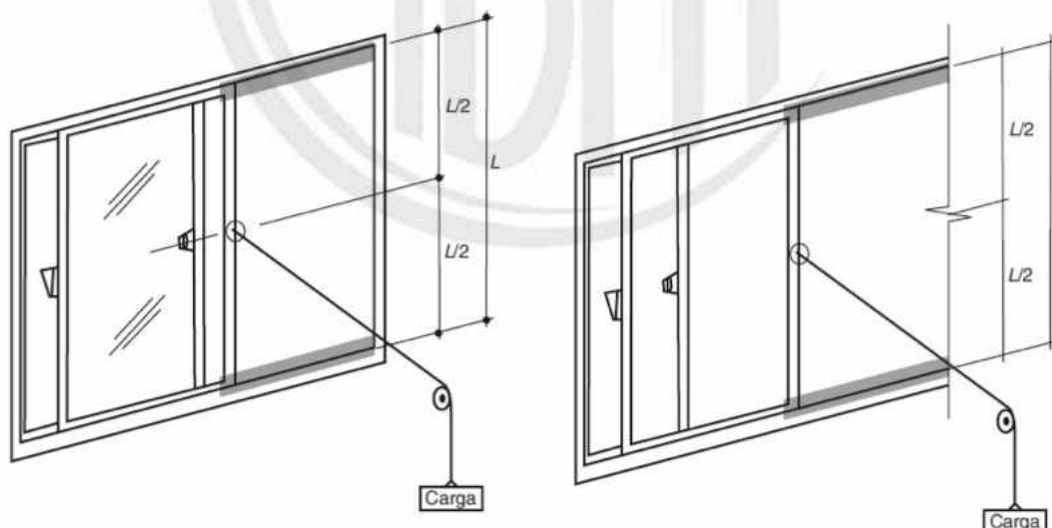
## J.5 Execução do ensaio

**J.5.1** Aplicar ao centro do perfil uma força de 400 N, horizontal e perpendicular à folha, progressivamente, de 50 N em 50 N.

**J.5.2** Decorridos 3 min da força aplicada, retirar as cargas e avaliar visualmente a esquadria.

## J.6 Relatório de ensaio

O relatório de ensaio deve apresentar o registro de eventuais falhas na esquadria, além das indicadas na Seção 4:



Legenda

■ Ponto de imobilização

○ Ponto para aplicar a carga

a) Janela de duas folhas

b) Janela com mais de duas folhas

Figura J.2 – Esquema de ensaio de resistência à flexão para esquadrias do tipo de correr

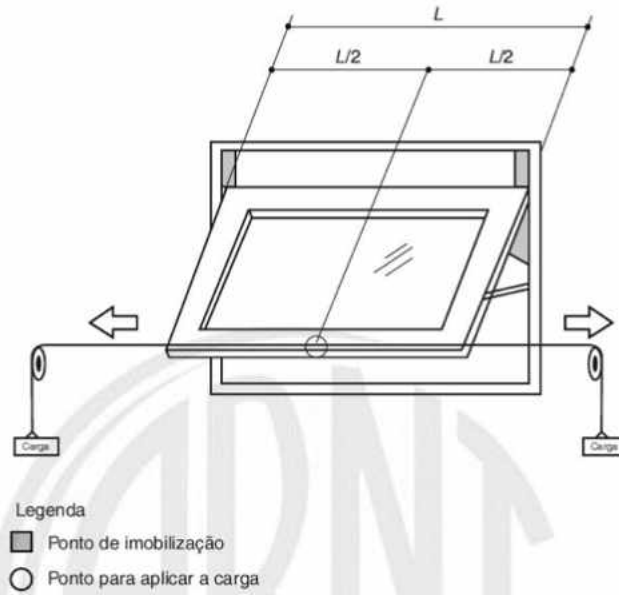


Figura J.3 – Esquema de ensaio de resistência à flexão para esquadrias do tipo projetante-deslizante

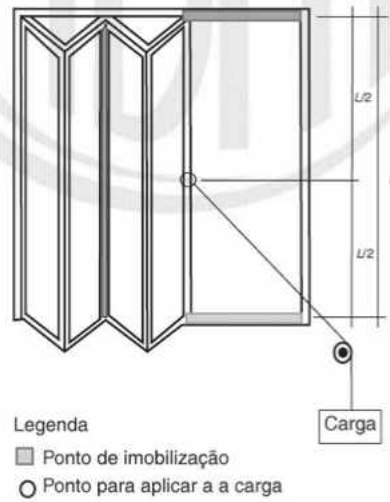
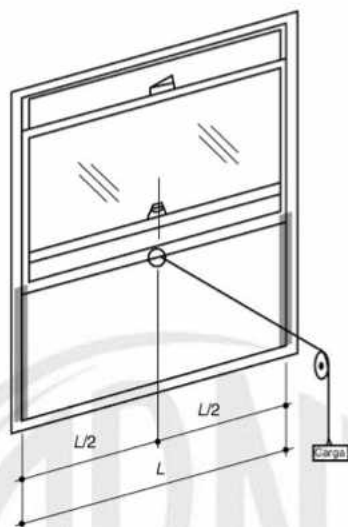


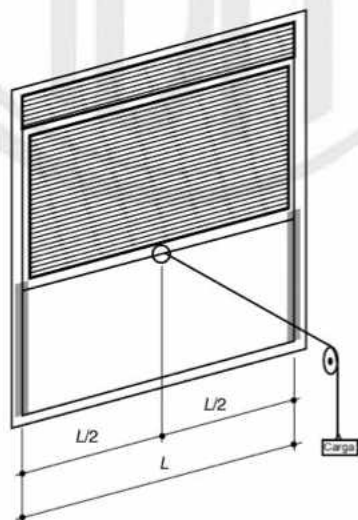
Figura J.4 – Esquema do ensaio de resistência à flexão para esquadrias do tipo sanfona



Legenda

- Ponto de imobilização
- Ponto para aplicar a carga

Figura J.5 – Esquema de ensaio de resistência à flexão para esquadrias do tipo guilhotina



Legenda

- Ponto de imobilização
- Ponto para aplicar a carga

Figura J.6 – Esquema de ensaio de resistência à flexão para esquadrias do tipo integrada

## **Anexo K** (normativo)

### **Resistência do sistema de travamento da folha**

#### **K.1 Princípio**

Este Anexo especifica um método para verificação da resistência do sistema de travamento da folha, para as esquadrias do tipo guilhotina.

#### **K.2 Diretrizes**

Este método consiste em submeter uma esquadria, instalada em condições normais, com a folha em posição de máxima abertura, utilizando o sistema de travamento disponível na esquadria, a um esforço vertical aplicado ao puxador ou posição equivalente, no sentido do fechamento.

#### **K.3 Aparelhagem**

Conjunto de contrapesos constituído por peças de 5 kg ou sistema de aplicação de carga com capacidade de até 400 N, com resolução de 50 N.

#### **K.4 Preparação dos corpos de prova**

**K.4.1** Montar a esquadria a ser ensaiada em um suporte rígido, na posição vertical.

**K.4.2** Executar cinco ciclos completos de abertura e fechamento na esquadria, após sua instalação.

**K.4.3** Deixar a folha móvel em posição de máxima abertura e travar as folhas, utilizando o sistema de travamento disponível na esquadria (ver Figura K.1).

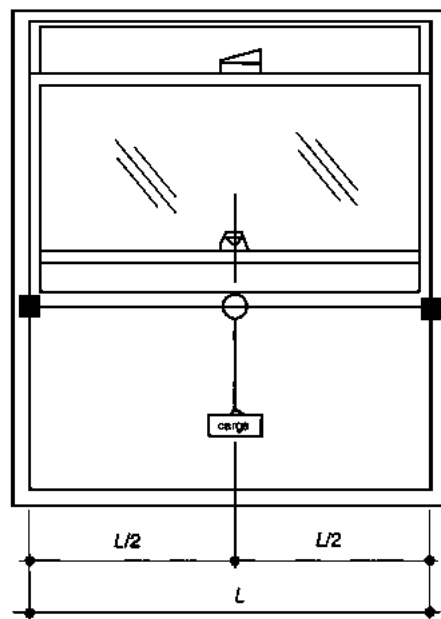
#### **K.5 Execução do ensaio**

**K.5.1** Aplicar ao centro do perfil uma força de 400 N, vertical ao plano da esquadria, progressivamente, de 50 N em 50 N (no caso de dois puxadores, repartir a força igualmente entre eles e seguir o mesmo critério), a fim de promover seu fechamento.

**K.5.2** Decorridos 3 min da força aplicada, retirar as cargas e avaliar visualmente a esquadria.

#### **K.6 Relatório de ensaio**

O relatório de ensaio deve apresentar o registro de eventuais falhas na esquadria, além das indicadas na Seção 4.



**Legenda**

- Ponto para aplicar a carga

**Figura K.1 – Esquema de ensaio de resistência do sistema de travamento da folha**



## Anexo L (normativo)

### Ensaio acelerados cíclicos de corrosão

#### L.1 Princípio

Este Anexo estabelece um método para verificação da resistência ao grau de proteção contra a corrosão em esquadrias de aço.

#### L.2 Diretrizes

Este método consiste em submeter uma parte da esquadria de aço, instalada em condições normais, a uma câmara de ensaio de exposição à névoa salina, a uma câmara de exposição à atmosfera úmida saturada e à umidade e temperatura ambientes, para verificar sua resistência aos ciclos acelerados de corrosão.

#### L.3 Aparelhagem

L.3.1 Câmara de exposição à névoa salina, conforme ABNT NBR 8094.

L.3.2 Câmara de exposição à atmosfera úmida saturada, conforme ABNT NBR 8095.

#### L.4 Preparação dos corpos de prova

L.4.1 Retirada dos corpos de prova:

L.4.1.1 Retirar três corpos de prova da esquadria de regiões que não apresentem fragilização do pré-tratamento do metal ou do acabamento (pintura), na extração. Se o processo de extração de amostra empregar ferramental de corte de alta rotação (tal como rebole ou disco de corte), é provável o aquecimento do substrato e geração de fagulhas; neste caso, o substrato deve ser protegido com anteparo capaz de impedir danos provenientes do ataque destas faíscas ao corpo de prova que está sendo extraído. Além disto, havendo aquecimento na região de corte, uma distância mínima de 5 a 10 mm em relação à linha de corte deve ser desprezada para avaliação de resultados do ensaio.

L.4.1.2 A superfície do revestimento deve estar isenta de sinais de agressão tais como riscos ou perfurações, crateras, inclusões de poeira, etc. Se isto não for possível, identificar/demarcar quaisquer imperfeições superficiais ou até mesmo pontos de corrosão já existentes para que sejam desconsideradas na análise final.

L.4.1.3 Deve-se realizar o registro fotográfico em alta resolução e nitidez do corpo de prova antes do início do ciclo de testes para análise comparativa ao final do ensaio.

L.4.1.4 Deve-se manusear o corpo de prova o mínimo possível, empregando-se luvas durante as atividades de manuseio ou movimentação das peças.

## ABNT NBR 10821-3:2017

**L.4.2** A área de cada corpo de prova deve ser igual ou superior a 15.000 mm<sup>2</sup> (exemplo, 100 × 150 mm), descontadas a áreas de proteção de borda.

**L.4.3** Proteção de arestas de corte (bordas):

**L.4.3.1** As arestas de corte (bordas) devem ser protegidas com um material apropriado que apresente resistência em relação às condições do ensaio. Tintas epóxi ou poliuretânicas catalisadas (aplicação por imersão da borda), parafina ou fita adesiva que recubra toda a borda, são exemplos de materiais que podem ser empregados.

**L.4.3.2** Ao utilizar fita adesiva, esta deve atender as seguintes especificações:

- a) Material do Suporte (Dorso): tecido revestido com acrílico;
- b) Espessura total 290 µm;
- c) Tipo de adesivo: borracha natural tratada termicamente;
- d) Adesão ao aço: 4,6 N/cm;
- e) Alongamento até a ruptura: 7.5 %;
- f) Força de tensionamento: 105 N/cm;
- g) Resistência à temperatura (30 min) 180 °C;
- h) Trama: 145 linhas por polegada

**L.4.3.3** A tinta protetiva deve ser curada à temperatura ambiente. Não pode ser realizada a pintura das bordas por atomização de tinta (*spray*).

**L.4.3.4** O material de revestimento deve proteger toda a área distante da borda em, aproximadamente, 5 mm da aresta.

## L.5 Execução do ensaio

**L.5.1** Recomendações gerais para o uso do equipamento de salt spray:

**L.5.1.1** A disposição dos corpos de prova na câmara deve ser realizada de tal forma que o gotejamento da solução salina de um corpo de prova jamais atinja outro corpo de prova em ensaio;

**L.5.1.2** Os suportes devem ser fabricados em material não metálico. Áreas da peça em contato direto com o suporte não devem ser consideradas para avaliação. Havendo a necessidade de se pendurar corpos de prova, empregar materiais não metálicos tais como fibras sintéticas ou fios de poliamida.

**L.5.2** Método de ensaio:

**L.5.2.1** Realizar um ciclo de ensaio, que consiste em sete dias (168 h), conforme o detalhamento a seguir:

**L.5.2.2** Primeiro dia: 24 h de exposição à névoa salina;

**L.5.2.3** Segundo dia: 8 h de exposição à atmosfera úmida saturada, à temperatura de 40 °C e 100 % de umidade relativa (câmara fechada), seguido de 16 h à temperatura e umidade ambientes (câmara aberta);

**L.5.2.4** Terceiro ao quinto dia: semelhante ao segundo dia;

**L.5.2.5** Sexto e sétimo dia: 24 h de exposição ao ar, à temperatura e umidade ambientes.

**L.5.3** Análise de resultados:

**L.5.3.1** Analisar a resistência à corrosão após o término de cada ciclo;

**L.5.3.2** Em caso de aprovação no ciclo executado, prosseguir com o ensaio até atingir o nível de desempenho em corrosão mínimo (conforme ABNT NBR 10821-2, Tabela 4);

**L.5.3.3** Realizar a quantidade de ciclos de ensaios determinada pelo contratante ou definida pela classificação da ABNT NBR 10821-2, Tabela 4.

## **L.6 Relatório de ensaio**

O relatório de ensaio deve apresentar as seguintes informações, além das indicadas na Seção 4:

- a) avaliação do grau de enferrujamento e empolamento de cada corpo de prova, em cada ciclo de ensaio, conforme ABNT NBR 10821-2:2017, 6.2.6;
- b) nível de desempenho obtido conforme ABNT NBR 10821-2:2017, Tabela 4.
- c) imagens fotográficas com alta resolução e nitidez dos corpos de prova devidamente extraídos e protegidos no instante antes do ensaio e após realização do ensaio.

## **Anexo M** (normativo)

### **Resistência ao fechamento brusco**

#### **M.1 Princípio**

Este método consiste em submeter uma esquadria, instalada em condições normais, com a folha em posição aberta, utilizando o sistema de travamento disponível na esquadria, a um esforço horizontal aplicado na posição equivalente à maçaneta, no sentido do fechamento

#### **M.2 Diretrizes**

Este método consiste em submeter uma esquadria, instalada em condições normais, com a folha em posição aberta, utilizando o sistema de travamento disponível na esquadria, a um esforço horizontal aplicado à maçaneta ou posição equivalente, no sentido do fechamento.

#### **M.3 Aparelhagem**

Conjunto de contrapesos constituído por peças de 5 kg ou sistema de aplicação de carga com capacidade de até 150 N ( $15 \pm 0,3$  kg), com resolução de 50 N.

#### **M.4 Preparação dos corpos de prova**

- M.4.1** Montar completamente a esquadria a ser ensaiada em um suporte rígido, na posição vertical.
- M.4.2** Executar cinco ciclos completos de abertura e fechamento na esquadria, após sua instalação.
- M.4.3** Montar o sistema de cabos e roldanas na posição equivalente à maçaneta da folha de porta.
- M.4.4** A aplicação e posterior remoção da carga deve ser feita dinamicamente, ocasionando golpes, acelerada somente pela ação da gravidade.

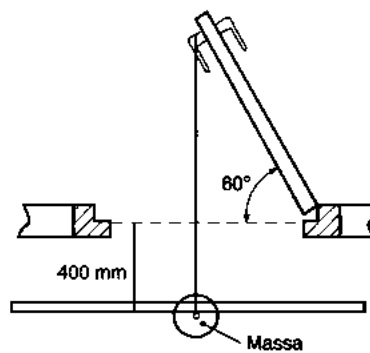
#### **M.5 Execução do ensaio**

- M.5.1** Deixar a folha móvel em posição de abertura em um ângulo de aproximadamente  $60^\circ$  e, em seguida, liberá-la sob ação da massa de 150 N (15 kg), fazendo com que a folha colida contra o batente (ver Figura M.1).
- M.5.2** Imediatamente antes de a folha tocar o batente, a atuação da massa deve ser neutralizada. Para tanto, pode-se dimensionar o comprimento do cabo de aço, de maneira que a massa toque o solo momentos antes da folha colidir contra o batente. Recomenda-se deixar o cabo de aço aproximadamente 25 mm mais longo do que o curso total do sistema.
- M.5.3** Repetir os procedimentos de M.5.1 e M.5.2 por 10 ciclos.
- M.5.4** Após os dez impactos, o corpo de prova deve ser inspecionado visualmente.

## M.6 Relatório de ensaio

O relatório de ensaio deve apresentar as seguintes informações, além das indicadas na Seção 4:

- a) número de ciclos de impactos e carga aplicada;
- b) registro de eventuais falhas na esquadria.



**Figura M.1 – Esquema de montagem do ensaio de verificação da resistência ao fechamento brusco**

## **Anexo N** (normativo)

### **Impacto de corpo mole**

#### **N.1 Princípio**

Este Anexo estabelece um método para verificação do impacto de corpo mole em portas de giro e pivotante.

#### **N.2 Diretrizes**

Este método consiste em submeter uma porta, instalada em condições normais, com a folha fechada, utilizando o sistema de travamento disponível na porta, a impactos de corpo mole aplicados ao centro geométrico de ambas as faces da folha de porta.

#### **N.3 Aparelhagem**

**N.3.1** Saco de couro ou material similar, com diâmetro aproximado de 300 mm, altura aproximada de 900 mm, massa de  $(30 \pm 0,6)$  kg, contendo em seu interior areia seca e serragem distribuídos uniformemente em seu interior ao longo de sua altura.

**N.3.2** Equipamento de elevação e liberação do saco de couro, composto por cabos, polias e sistemas de engate e desengate.

**N.3.3** Mira ou régua vertical graduada, com resolução mínima de 10 mm, com curso compatível com as alturas de liberação do saco de couro.

#### **N.4 Preparação dos corpos de prova**

**N.4.1** Montar a esquadria a ser ensaiada em um suporte rígido, na posição vertical.

**N.4.2** Executar cinco ciclos completos de abertura e fechamento na esquadria, após sua instalação.

**N.4.3** Fechar a folha de porta, acionando os elementos dos fechos e fechaduras.

#### **N.5 Execução do ensaio**

**N.5.1** Iniciar o ensaio aplicando os impactos no sentido do fechamento da folha de porta.

**N.5.2** Elevar o saco de couro até que seu centro de gravidade coincida com o ponto de impacto, com tolerância de 10 mm; a face do saco deve tangenciar a face da folha de porta (ver Figura N.1).

**N.5.3** Elevar o saco de couro até a diferença de cota de 0,60 m (cota do centro de gravidade do saco de couro em relação à cota do centro geométrico da folha de porta), medida com a mira ou régua vertical graduada, correspondente à energia de impacto de 180 J.

**N.5.4** Liberar o saco de couro em movimento pendular, acelerado somente pela ação da gravidade. Logo após o impacto do saco contra a folha, o operador deve atuar evitando a ocorrência de repiques.

**N.5.5** Realizar a quantidade de impactos, na folha da porta, e no sentido do fechamento determinado pelo fabricante, para atingir o nível de desempenho desejado conforme a ABNT NBR 10821-2:2017, Tabela 3.

**N.5.6** Executar cinco ciclos completos de abertura e fechamento da folha e avaliar se o comportamento da esquadria foi afetado, bem como eventuais danos ocasionados pelos impactos.

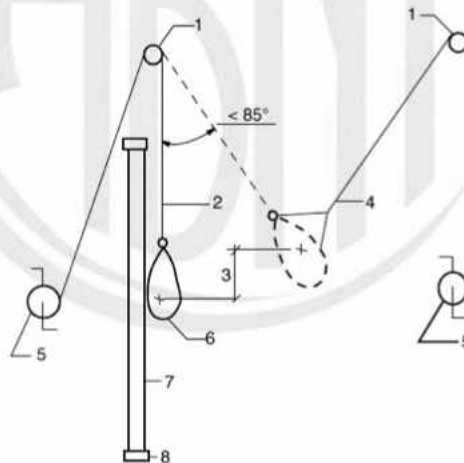
**N.5.7** Reaplicar todos os procedimentos descritos, considerando o impacto na outra face da folha de porta (sentido de abertura).

**N.5.8** Não realizar os cinco ciclos completos de abertura e fechamento e avaliar a ocorrência ou não de arrombamento da porta e a integridade da esquadria.

## N.6 Relatório de ensaio

O relatório de ensaio deve apresentar as seguintes informações, além das indicadas na Seção 4:

- número de impactos e a energia aplicada em cada face da folha;
- avaliação de ocorrência de arrombamento da porta;
- registro de eventuais falhas na esquadria.
- nível de desempenho obtido conforme o ABNT NBR 10821-2:2017, Tabela 3.



### Legenda

- |   |                                    |
|---|------------------------------------|
| 1 | polia                              |
| 2 | cabo                               |
| 3 | altura de queda                    |
| 4 | gancho para liberação              |
| 5 | dispositivo de regulagem de altura |
| 6 | saco de impacto                    |
| 7 | porta                              |
| 8 | pórtico de reação                  |

**Figura N.1 – Esquema de montagem do ensaio de verificação da resistência aos impactos de corpo mole**

## **Anexo O** (normativo)

### **Resistência ao fechamento com presença de obstrução**

#### **O.1 Princípio**

Este Anexo estabelece um método para verificação da resistência ao fechamento com presença de obstrução em portas de giro e pivotante.

#### **O.2 Diretrizes**

Este método consiste em submeter uma esquadria, instalada em condições normais, com a folha em posição de abertura, utilizando um taco de madeira entre a face do batente do montante do marco que contém as dobradiças e a folha de porta, a um esforço horizontal aplicado ao puxador ou posição equivalente, no sentido do fechamento.

#### **O.3 Aparelhagem**

**O.3.1** Conjunto de contrapesos constituído por peças de 5 kg ou sistema de aplicação de carga com capacidade de até 200 N, com resolução de 5 N.

**O.3.2** Taco de material indeformável (madeira seca e dura com densidade acima de  $800 \text{ kg/m}^3$ ), com dimensões aproximadas de  $(50 \times 50) \text{ mm}$  e espessura variável conforme a seguir:

**O.3.2.1** Se a folga entre a folha e o marco for menor ou igual a 2 mm, deve-se usar o taco de madeira com espessura de 10 mm (ver Figura O.1, a);

**O.3.2.2** Se a folga entre a folha e o marco for maior do que 2 mm, deve-se usar o taco de madeira com espessura igual a dimensão da folga acrescida de 10 mm (Figura O.1, b).

#### **O.4 Preparação dos corpos de prova**

**O.4.1** Montar a esquadria a ser ensaiada em um suporte rígido, na posição vertical.

**O.4.2** Executar cinco ciclos completos de abertura e fechamento na esquadria, após sua instalação.

**O.4.3** Deixar a folha móvel em posição de abertura e inserir o taco de madeira entre a face do batente do montante do marco que contém as dobradiças e a folha de porta (ver Figura O.1).

**O.4.4** O taco deve ser posicionado entre a folha e o marco com uma distância de no máximo 150 mm da face inferior da dobradiça inferior, mantendo a distância de mais do que 10 mm, em relação ao batente (ver Figura O.2).



## O.5 Execução do ensaio

**O.5.1** Apoiar levemente a folha de porta contra o batente e aplicar ao puxador uma força de 200 N, progressivamente, de 50 N em 50 N, horizontal à esquadria, a fim de promover seu fechamento.

**O.5.2** Decorridos 30 s da força aplicada, retirar as cargas e avaliar visualmente a esquadria.

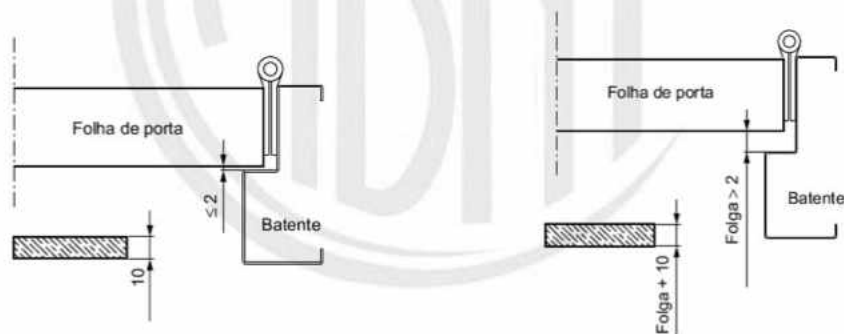
**O.5.3** Caso os parafusos da dobradiça (se houver) tenham sido arrancados ou encontrem-se salientes, empregar uma chave de fenda para reaperto.

**O.5.4** Repetir os procedimentos mencionados por mais dois ciclos, totalizando três ciclos de aplicação e remoção de carga com intervalo de  $(60 \pm 6)$ s entre os ciclos de aplicação.

## O.6 Relatório de ensaio

O relatório de ensaio deve apresentar as seguintes informações, além das indicadas na Seção 4:

- número de ciclos e carga aplicada;
- registro de eventuais falhas na esquadria.



a) Folga entre a folha e o batente  $\leq 2$  mm

b) Folga entre a folha e o batente  $> 2$  mm

Figura O.1 – Esquema de montagem do ensaio de verificação da resistência ao fechamento com presença de obstrução

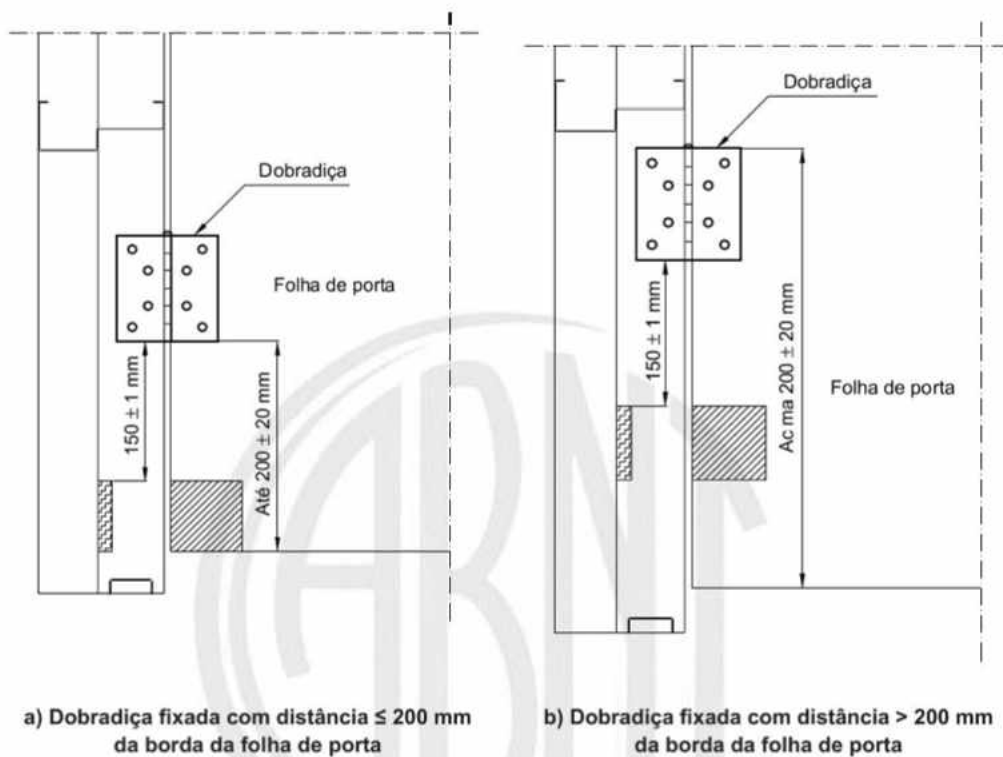


Figura O.2 – Esquema de posicionamento do taco no ensaio de verificação da resistência ao fechamento com presença de obstrução