



**ABNT – Associação  
Brasileira de  
Normas Técnicas**

Sede:  
Rio de Janeiro  
Av. Treze de Maio, 13 28º andar  
CEP 20003-900 – Caixa Postal 1680  
Rio de Janeiro – RJ  
Tel.: PABX (021) 210-3122  
Fax: (021) 220-1762/220-6436  
Endereço eletrônico:  
www.abnt.org.br

Copyright © 2001,  
ABNT–Associação Brasileira  
de Normas Técnicas  
Printed in Brazil/  
Impresso no Brasil  
Todos os direitos reservados

MAIO 2001

**NBR 14697**

## Vidro laminado

Origem: Projeto 37:000.03-001:2000  
ABNT/CB-37 - Comitê Brasileiro do Vidro Plano  
CE-37:000.03 - Comissão de Estudo de Vidros e suas Aplicações na  
Construção Civil  
NBR 14697 - Laminated glass  
Descriptors: Glass. Laminated glass  
Esta Norma foi baseada na ISO 12543:1998 partes 1; 3; 4; 5; 6 e na  
EN 12543-2:1997  
Esta Norma cancela e substitui a NBR 13821:1997  
Válida a partir de 29.06.2001

Palavras-chave: Vidro. Vidro laminado

19 páginas

### Sumário

Prefácio

1 Objetivo

2 Referências normativas

3 Definições

4 Requisitos

5 Preparação dos corpos-de-prova

6 Métodos de ensaio

### ANEXOS

A Classificação para vidro de segurança laminado

B Possível arranjo dos equipamentos para o ensaio de radiação

C Descrição das partes componentes

### Prefácio

A ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas - é o Fórum Nacional de Normalização. As Normas Brasileiras, cujo conteúdo é de responsabilidade dos Comitês Brasileiros (ABNT/CB) e dos Organismos de Normalização Setorial (ABNT/ONS), são elaboradas por Comissões de Estudo (CE), formadas por representantes dos setores envolvidos, delas fazendo parte: produtores, consumidores e neutros (universidades, laboratórios e outros).

Os Projetos de Norma Brasileira, elaborados no âmbito dos ABNT/CB e ABNT/ONS, circulam para Consulta Pública entre os associados da ABNT e demais interessados.

Esta Norma contém o anexo A, de caráter normativo, e os anexos B e C, de caráter informativo.

### 1 Objetivo

Esta Norma especifica os requisitos gerais, métodos de ensaio e cuidados necessários para garantir a segurança e a durabilidade do vidro laminado em suas aplicações na construção civil e na indústria moveleira, bem como a metodologia de classificação deste produto como vidro de segurança.

### 2 Referências normativas

As normas relacionadas a seguir contém disposições que, ao serem citadas neste texto, constituem prescrições para esta Norma. As edições indicadas estavam em vigor no momento desta publicação. Como toda norma está sujeita a revisão, recomenda-se àqueles que realizam acordos com base nesta que verifiquem a conveniência de se usarem as edições mais recentes das normas citadas a seguir. A ABNT possui a informação das normas em vigor em um dado momento.

ISO 4251-1:1992 - Tyres (ply rating marked series) and rims for agricultural tractors and machines - Part 1: Tyre designation and dimensions

ISO 9060:1990 - Solar energy - Specification and classification of instruments for measuring hemispherical solar and direct solar radiation

### 3 Definições

Para os efeitos desta Norma, aplicam-se as seguintes definições:

**3.1 vidro laminado:** Conjunto composto de uma chapa de vidro com uma ou mais chapas de vidro ou material plástico unidos com uma ou mais camadas intermediárias (ver anexo C).

**3.1.1 vidro laminado sem a camada intermediária resistente ao fogo:** Vidro laminado que não apresenta resistência ao fogo, pois nenhuma das camadas intermediárias que o compõem são resistentes a altas temperaturas.

NOTA - Nenhum produto vítreo pode ser classificado, por si mesmo, como resistente ao fogo. Quando o produto de vidro é instalado em uma montagem apropriada de caixilho, então o conjunto pode ser ensaiado e classificado como sendo resistente ao fogo.

**3.1.2 vidro laminado com a camada intermediária resistente ao fogo:** Vidro laminado que tem em sua composição pelo menos uma camada intermediária que resista a alta temperatura, oferecendo ao produto sua resistência ao fogo. Esse produto também pode conter componentes de vidro que sejam, por si mesmos, resistentes ao fogo.

NOTA - Nenhum produto vítreo pode ser classificado, por si mesmo, como resistente ao fogo. Quando o produto de vidro é instalado em uma montagem apropriada de caixilho, então o conjunto pode ser ensaiado e classificado como sendo resistente ao fogo.

**3.1.3 vidro laminado simétrico:** Vidro laminado no qual, a partir de suas faces externas, a seqüência de chapas de vidro, materiais plásticos e camada(s) intermediária(s) por tipo, espessura, acabamento e/ou características gerais, seja a mesma.

**3.1.4 vidro laminado assimétrico:** Vidro laminado no qual, a partir de suas faces externas, a seqüência de chapas de vidro, materiais plásticos e camada(s) intermediária(s) por tipo, espessura, acabamento e/ou características, seja diferente.

**3.1.5 vidro laminado plano:** Vidro laminado no qual as chapas de vidro e material plástico constituintes são planos.

**3.1.6 vidro laminado curvo:** Vidro laminado no qual as chapas de vidro e material plástico constituintes tenham sido deliberadamente conformados, por moldagem ou dobra, antes da laminação.

**3.1.7 vidro de segurança laminado:** Vidro laminado que, em caso de quebra, a camada intermediária serve para reter os fragmentos de vidro, limita o tamanho da abertura e reduz o risco de injúrias cortantes ou perfurantes.

**3.2 tamanhos padronizados:** Tamanhos que se destinam a ser recortados ou processados para uso final.

**3.3 tamanhos acabados:** Tamanhos que são fabricados em uma determinada dimensão, ou cortados dos tamanhos padronizados, e que podem ser novamente processados (por exemplo, ter a borda trabalhada, ser perfurados ou ter a face decorada, etc.).

**3.4 camada intermediária (interlayer):** Material que atua como um adesivo e separador entre as chapas, que pode conferir ao produto acabado características tais como: resistência ao impacto, resistência ao fogo, controle da luz solar e isolamento acústico.

NOTA - Outras características podem ser conferidas além das citadas.

**3.5 processo de laminação com película:** Processo de laminação no qual a camada intermediária é um filme, que é colocado entre as chapas e em seguida submetido a calor e pressão para produzir o produto final.

**3.6 processo de laminação com resina:** Processo de laminação no qual a camada intermediária é obtida pela introdução de um líquido entre as chapas, sendo em seguida curado através de processo químico ou físico, para produzir o produto final.

NOTA - Estão disponíveis outros processos de laminação além dos definidos em 3.5 e 3.6, que não se encaixam necessariamente em nenhum dos dois métodos descritos nas referidas seções.

### 3.7 Defeitos

**3.7.1 defeitos lineares:** Arranhões, riscos, fios de cabelo, defeitos pontuais estendidos e outros defeitos semelhantes.

**3.7.1.1 fio de cabelo:** Riscos circulares muito finos, dificilmente notados e atribuídos às técnicas de polimento do vidro.

**3.7.1.2 riscos ou arranhões:** Dano linear na parte externa da superfície do vidro laminado.

**3.7.2 defeitos pontuais:** Nódos, sujeira, infundidos, inclusões gasosas, partículas de estanho e outros defeitos semelhantes. Em certos casos, cada defeito pontual pode ser acompanhado de uma zona de distorção ótica ao seu redor (halo). Somente o núcleo do defeito é passível de medição, não considerando-se o halo.

**3.7.2.1 bolhas:** Normalmente bolhas de ar, que podem estar no vidro ou entre as camadas intermediárias.

**3.7.2.2 corpos estranhos:** Qualquer partícula indesejada introduzida no vidro laminado durante a fabricação.

**3.7.2.3 manchas opacas:** Defeitos visíveis no vidro laminado (por exemplo, marcas de estanho, inclusões no vidro ou entre camadas).

**3.7.3 outros defeitos:** Defeitos no vidro, como, por exemplo, orifícios e defeitos entre camadas, como rugas, encolhimentos e estrias.

**3.7.3.1 estrias devidas à não-homogeneidade na camada intermediária:** Distorções na camada intermediária causadas por defeitos de fabricação entre camadas, que são visíveis após a fabricação.

**3.7.3.2 trincas:** Fissuras ou rachaduras abruptas direcionadas para o vidro a partir de uma borda.

**3.7.3.3 rugas:** Distorções introduzidas na camada intermediária como dobras, visíveis após a fabricação.

#### 4 Requisitos

##### 4.1 Dimensões e tolerâncias

###### 4.1.1 Espessura nominal

A espessura nominal do vidro laminado deve ser a soma da espessura nominal das chapas constituintes e das camadas intermediárias. Ver tabela 1.

**Tabela 1 - Espessuras nominais e tolerâncias de espessura**

Dimensões em milímetros

Espessura nominal <i>d</i>	Estirado	Impresso	<i>Float</i>
3	± 0,2	± 0,5	± 0,2
4	± 0,2	± 0,5	± 0,2
5	± 0,3	± 0,5	± 0,2
6	± 0,3	± 0,5	± 0,2
8	± 0,4	± 0,8	± 0,3
10	± 0,5	± 1,0	± 0,3
12	± 0,6	Não fabricado	± 0,3
15	Não fabricado	Não fabricado	± 0,5
19	Não fabricado	Não fabricado	± 1,0
25	Não fabricado	Não fabricado	± 1,0

###### 4.1.2 Tolerância na espessura

###### 4.1.2.1 Tolerância na espessura de produtos laminados com película

**4.1.2.1.1** As tolerâncias na espessura do vidro laminado não devem ultrapassar a soma das tolerâncias das chapas constituintes e as tolerâncias da camada intermediária.

**4.1.2.1.2** A tolerância da camada intermediária não deve ser levada em consideração se a espessura total da camada intermediária for menor do que 2 mm.

**4.1.2.1.3** Se a espessura total da camada intermediária for maior ou igual a 2 mm, aplica-se uma tolerância de ± 0,2 mm.

**4.1.2.1.4** A tolerância na espessura para chapas de material plástico deve ser presumida como sendo a mesma de um vidro *float*, de mesma espessura nominal.

EXEMPLO: Um vidro laminado constituído por duas lâminas de vidro *float* com espessura nominal de 3 mm e uma camada intermediária de 0,5 mm. A tabela 1 determina que a tolerância para um vidro *float* de 3 mm seja ± 0,2 mm. Desse modo, a espessura nominal é de 6,5 mm e a tolerância é de ± 0,4 mm.

###### 4.1.2.2 Tolerâncias na espessura de produtos laminados com resina

**4.1.2.2.1** A tolerância na espessura dos produtos laminados com resina não deve ultrapassar a soma de tolerâncias das chapas constituintes e as tolerâncias das camadas intermediárias.

**4.1.2.2.2** A tolerância na espessura para chapas de material plástico deve ser presumida como sendo a mesma de um vidro *float*, de mesma espessura nominal.

**4.1.2.2.3** As tolerâncias permitidas na espessura de camadas intermediárias de resina são fornecidas na tabela 2.

**Tabela 2 - Tolerâncias na espessura da camada intermediária de resina**

Dimensões em milímetros

Espessura da camada intermediária	Tolerância
≤ 1	± 0,4
De > 1 até ≤ 2	± 0,5
De > 2 até ≤ 3	± 0,6
> 3	± 0,7

#### 4.1.2.3 Tolerâncias na espessura de vidro laminado com camada intermediária resistente ao fogo

4.1.2.3.1 A tolerância na espessura do vidro laminado resistente ao fogo não deve ultrapassar a soma de tolerâncias das chapas constituintes e as tolerâncias das camadas intermediárias resistentes ao fogo.

4.1.2.3.2 A tolerância na espessura para chapas de material plástico deve ser presumida como sendo a mesma de um vidro *float*, de mesma espessura nominal.

4.1.2.3.3 Para as camadas intermediárias resistentes ao fogo de um vidro laminado resistente ao fogo, são permitidas as tolerâncias fornecidas na tabela 3.

**Tabela 3 - Tolerâncias na espessura de vidro laminado resistente ao fogo**

Dimensões em milímetros

Espessura da camada intermediária	Tolerância
$\leq 1$	$\pm 0,4$
De $> 1$ até $\leq 2$	$\pm 0,5$
De $> 2$ até $\leq 5$	$\pm 0,6$
$> 5$	$\pm 1,0$

#### 4.1.2.4 Tolerâncias na espessura em combinações

Para vidro laminado composto por diferentes tipos de camadas intermediárias, a tolerância na espessura deve ser a soma das tolerâncias permitidas nas chapas constituintes e a raiz quadrada da soma das tolerâncias de cada camada intermediária ao quadrado, arredondada para o décimo de milímetro (0,1 mm) mais próximo.

EXEMPLO: Um vidro laminado constituído por quatro lâminas de vidro *float* com espessura nominal de 3 mm, uma camada intermediária de filme com espessura de 0,5 mm e duas camadas intermediárias de resina, resistentes ao fogo, de 1,5 mm:

$$\text{Tolerância} \rightarrow \{[4 \cdot (\pm 0,3)] \pm \sqrt{(0,5)^2 + (0,5)^2}\} \text{ mm}$$

$$\text{Tolerância} \rightarrow \{4 \cdot (\pm 0,2) \pm \sqrt{(0,5)^2 + (0,5)^2}\} \text{ mm}$$

$$\{(\pm 0,8) \pm 0,7\} = \pm 1,5 \text{ mm}$$

#### 4.1.3 Medição de espessura

4.1.3.1 A espessura da chapa deve ser calculada como sendo a média aritmética das medições feitas nos centros geométricos dos quatro lados.

4.1.3.2 As medições devem ser feitas com uma precisão de 0,01 mm através de instrumento calibrado e a média arredondada para o décimo de milímetro (0,1 mm) mais próximo.

4.1.3.3 Quando as medições individuais forem arredondadas para o décimo de milímetro (0,1 mm) mais próximo, também devem estar dentro das tolerâncias.

NOTA - Para o vidro laminado que incorpore vidro impresso, a medição deve ser feita através de um medidor de espessura apropriado, constituído por duas bases circulares e um relógio medidor que marca a espessura do vidro, em função do afastamento destas bases. A precisão deve ser de 0,01 mm.

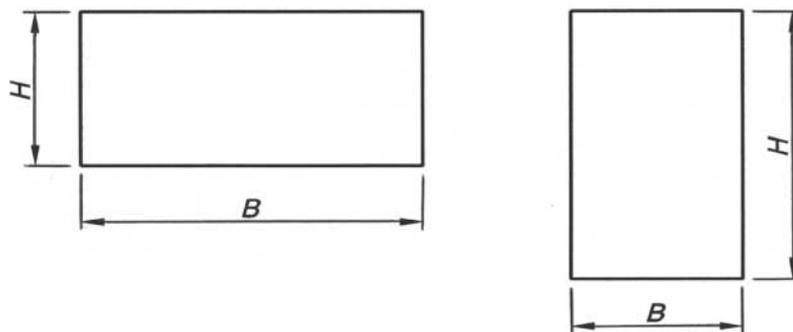
#### 4.1.4 Largura B e comprimento H

Quando os tamanhos de vidro laminado forem cotados para chapas retangulares, a primeira dimensão deve ser a largura B e a segunda dimensão o comprimento H, conforme mostrado na figura 1. As dimensões devem ser fornecidas em milímetros e dentro da tolerância especificada.

##### 4.1.4.1 Tolerâncias na largura B e no comprimento H

As tolerâncias na largura B e no comprimento H fornecidas na tabela 4 são para dimensões acabadas, e as da tabela 5 para tamanhos padronizados comercialmente. Qualquer deslocamento conforme 4.1.4.2 deve estar contido nessas tolerâncias.

NOTA - As tolerâncias fornecidas nas tabelas 3 e 4 não são aplicáveis ao vidro laminado com camada intermediária resistente ao fogo e ao vidro laminado de segurança com camada intermediária resistente ao fogo. Nesses casos o fabricante especifica as tolerâncias.



NOTA - A largura e o comprimento máximo do vidro laminado dependem dos vidros que o compõem, das camadas intermediárias utilizadas em sua composição e da manufatura de cada fabricante. Cada fabricante deve indicar o tamanho máximo e mínimo que tem condição de fabricar.

Figura 1 - Largura e comprimento em relação ao formato da vidraça

Tabela 4 - Tolerâncias para tamanhos acabados

Dimensões em milímetros

Dimensão nominal de $B$ ou de $H$	Tolerâncias <sup>1)</sup>
$\leq 1\ 100$	$\pm 1,5$
$\leq 1\ 500$	$\pm 2,0$
$\leq 2\ 000$	$\pm 2,5$
$\leq 2\ 500$	$\pm 3,0$
$> 2\ 500$	$\pm 3,5$

<sup>1)</sup> Independente da espessura.

Tabela 5 - Tolerâncias para tamanhos padronizados

Dimensões em milímetros

Tolerâncias $t$ na largura $B$ ou no comprimento $H$			
Dimensão nominal de $B$ ou de $H$	Espessura nominal $\leq 8$	Espessura nominal $> 8$ mm	
		Chapas componentes de espessura $\leq 10$ mm	Uma das chapas componentes de espessura $> 10$ mm
Até 6 000 x 3 210	+ 5,0	+ 6,0	+ 8,0
	- 3,0	- 4,0	- 6,0

#### 4.1.4.2 Deslocamentos

O deslocamento em qualquer uma das bordas das chapas componentes do vidro laminado é representado por  $d1$  e  $d2$  (ver figura 2). O deslocamento máximo  $d1+d2$  deve ser conforme estabelecido na tabela 6.

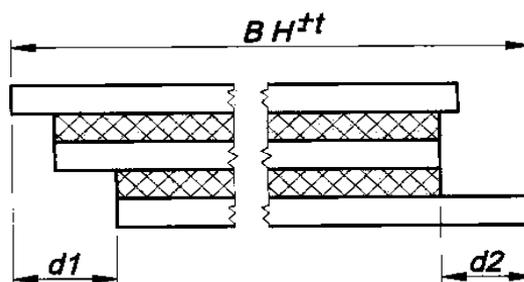


Figura 2 – Deslocamento

Tabela 6 - Deslocamento máximo

Dimensões em milímetros

Dimensão nominal $B$ ou $H$ <sup>1)</sup>	Deslocamento máximo permitido para $(d1+d2)$
$B, H \leq 1000$	2,0
$1\ 000 \leq B, H \leq 2000$	3,0
$2\ 000 \leq B, H \leq 4000$	4,0
$B, H > 4000$	6,0

<sup>1)</sup> A largura  $B$  e o comprimento  $H$  devem ser considerados separadamente.

#### 4.1.4.3 Métodos de medição das dimensões e do esquadro

Tendo sido fornecidas as dimensões nominais para a largura  $B$  e comprimento  $H$ , as seguintes disposições devem ser observadas:

- a) a chapa não deve ser maior do que um retângulo prescrito, resultante das dimensões nominais acrescidas da tolerância superior  $t$ ;
- b) a chapa não deve ser menor do que um retângulo prescrito resultante das dimensões nominais subtraídas da tolerância inferior  $t$ ;
- c) os lados dos retângulos prescritos são paralelos entre si e esses retângulos devem ter um centro comum. Os limites do esquadro devem ser prescritos por esses retângulos (ver figura 3).

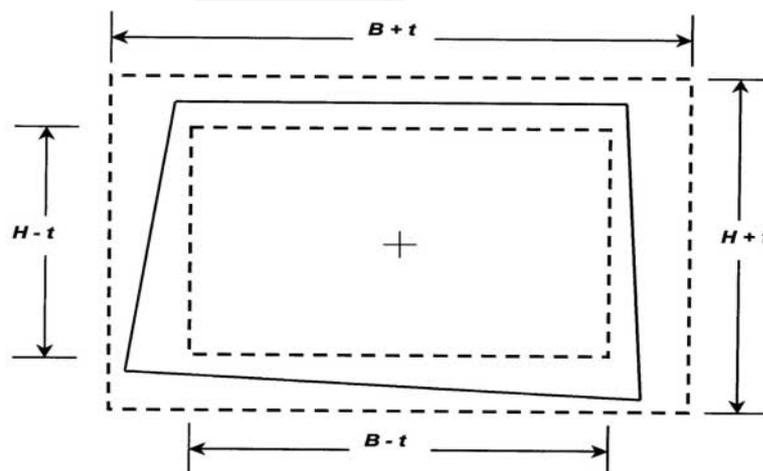


Figura 3 - Tolerâncias para as dimensões de vidraças retangulares

## 4.2 Acabamentos

**4.2.1** Vidros laminados que tenham em sua constituição uma chapa de vidro temperado ou endurecido não podem ser cortados, serrados, furados ou ter suas bordas trabalhadas. Esses acabamentos devem ser feitos anteriormente ao processo de têmpera e/ou endurecimento dessa chapa.

**4.2.2** As bordas do vidro laminado com camada intermediária resistente ao fogo e do vidro laminado de segurança com camada intermediária resistente ao fogo podem ser protegidas por uma fita adesiva.

**4.2.3** Nas bordas do vidro laminado com resina pode ou não ser encontrada uma fita adesiva.

**4.2.4** As bordas devem ser filetadas ou lixadas ou lapidadas.

NOTA - Para acabamentos de borda especiais, como, por exemplo, o bisotê, o fornecedor do vidro laminado deve ser consultado.

## 4.3 Defeitos visuais

Os defeitos que são permitidos estão relacionados em 4.3.1 a 4.3.3. Para os tamanhos de chapas menores ou iguais que  $5\text{ m}^2$ , a largura da área de borda é de 15 mm. A largura da área de borda é aumentada para 20 mm para tamanhos de chapa maiores que  $5\text{ m}^2$ .

NOTA - Não é permitida a ocorrência de defeitos tais como: orifícios, lascados e trincas.

### 4.3.1 Defeitos pontuais na área de visão (região central)

Quando o material é inspecionado em conformidade com o método descrito em 4.3.4, a aceitação de defeitos localizados depende do seguinte (ver tabela 7):

- a) tamanho do defeito;
- b) frequência do defeito;

- c) tamanho da chapa;
- d) número de chapas na condição de componentes de um vidro laminado.

## NOTAS

1 A aceitação de defeitos localizados em vidro laminado é independente da espessura individual do vidro.

2 Não é permitida a ocorrência de rugas e estrias na área de visão.

**Tabela 7 - Defeitos localizados aceitáveis na área de visão**

Tamanho do defeito $d$ mm		$0,5 < d \leq 1,0$	$1,0 < d \leq 3,0$			
Tamanho da chapa $A$ $m^2$		Para todos os tamanhos	$A \leq 1$	$1 < A \leq 2$	$2 < A \leq 8$	$A > 8$
Número permitido de defeitos <sup>2)</sup>	2 chapas	Nenhuma limitação; no entanto, não deve haver acúmulo de defeitos <sup>1)</sup>	1	2	$1/m^2$	$1,2/m^2$
	3 chapas		2	3	$1,5/m^2$	$1,8/m^2$
	4 chapas		3	4	$2/m^2$	$2,4/m^2$
	$\geq 5$ chapas		4	5	$2,5/m^2$	$3/m^2$

<sup>1)</sup> Somente ocorre um acúmulo de defeitos se quatro ou mais defeitos estiverem a uma distância menor do que 200 mm entre si. Essa distância é reduzida a 180 mm no vidro laminado composto por três chapas, para 150 mm no vidro laminado composto por quatro chapas e a 100 mm no vidro laminado composto por cinco ou mais chapas.

<sup>2)</sup> O número permitido de defeitos deve ser aumentado de 1 para cada camada intermediária individual que seja menos espessa do que 2 mm.

#### 4.3.2 Defeitos lineares na área de visão (região central)

Quando o material for inspecionado de acordo com o método descrito em 4.3.4, são permitidos defeitos lineares conforme relacionado na tabela 8.

NOTA - São permitidos defeitos lineares com comprimento menor que 30 mm.

**Tabela 8 - Número de defeitos permitidos na área de visão**

Área da chapa	Número permitido de defeitos com comprimento $\geq 30$ mm
$\leq 5 m^2$	Não são permitidos defeitos
Entre 5 e $8 m^2$	1
$> 8 m^2$	2

#### 4.3.3 Defeitos na área de borda (região periférica)

##### 4.3.3.1 Bordas encaixilhadas

Quando o material for inspecionado de acordo com o método descrito em 4.3.4, são permitidos defeitos na área de borda, desde que fiquem ocultados pelo caixilho e que atendam os seguintes requisitos:

- a) o diâmetro do defeito deve ser menor que 5 mm;
- b) a área máxima permitida para a ocorrência de bolhas é de 5% da área da borda.

##### 4.3.3.2 Bordas expostas

Nesta condição são permitidas bolhas, defeitos entre camadas e retrações, caso eles não se tornem visíveis quando sujeitos ao método descrito em 4.3.4.

NOTA - Normalmente o vidro laminado é instalado em caixilhos (molduras); quando não for encaixilhado, suas bordas podem ser lapidadas ou lixadas ou chanfradas (bisotadas).

#### 4.3.4 Método de ensaio

**4.3.4.1** O vidro laminado a ser observado deve ser posto em uma posição vertical, em frente e paralelo a uma tela cinza fosca, iluminada por luz natural difusa, ou equivalente.

**4.3.4.2** O observador deve estar a uma distância de 2 m do vidro, observando-o perpendicularmente (estando a tela fosca do outro lado do vidro).

**4.3.4.3** Devem ser marcados os defeitos que estejam causando distúrbios quando da observação.

## 4.4 Desempenho

### 4.4.1 Durabilidade do vidro laminado sem a camada intermediária resistente ao fogo

#### 4.4.1.1 Ensaio de resistência a alta temperatura

Quando ensaiado em conformidade com o método de 6.1 e avaliado de acordo com 6.1.4, não deve ser encontrado nenhum defeito (bolhas, delaminação, turvação) nos três corpos-de-prova. Se forem encontrados defeitos somente em um corpo-de-prova, deve ser realizado um ensaio adicional em três contraprovas, não devendo ser encontrado, neste novo ensaio, defeito em qualquer dessas contraprovas.

NOTA - Se forem encontrados defeitos em mais de um corpo-de-prova ou nas contraprovas, a amostra é considerada reprovada. Esta informação deve ser adicionada ao relatório de ensaio.

#### 4.4.1.2 Ensaio de umidade

Quando ensaiado em conformidade com o método de 6.2.3.1 e avaliado de acordo com 6.2.4, não deve ser encontrado nenhum defeito (bolhas, delaminação, turvação) nos três corpos-de-prova. Se forem encontrados defeitos somente em um corpo-de-prova, deve ser realizado um ensaio adicional em três contraprovas, não devendo ser encontrado, neste novo ensaio, defeito em qualquer dessas contraprovas.

NOTA - Se forem encontrados defeitos em mais de um corpo-de-prova ou nas contraprovas, a amostra é considerada reprovada. Esta informação deve ser adicionada ao relatório de ensaio.

#### 4.4.1.3 Ensaio de radiação

Quando ensaiado em conformidade com o método de 6.3 e avaliado de acordo com 6.3.5, a transmitância luminosa das três amostras irradiadas deve apresentar as seguintes características:

- a) para transmitância luminosa inicial  $> 20\%$ , a variação máxima permitida é de  $\pm 10\%$  do seu valor absoluto inicial;
- b) para transmitância luminosa inicial  $\leq 20\%$ , a variação máxima permitida é de  $\pm 2\%$  do seu valor absoluto inicial.

Quando inspecionadas visualmente, não deve haver nenhum defeito (bolhas, delaminação, turvação) nos três corpos-de-prova. Se um dos corpos-de-prova falhar nos requisitos, então o ensaio pode ser repetido com três contraprovas, que devem ser todas aprovadas.

NOTA - Se forem encontrados defeitos em mais de um corpo-de-prova ou nas contraprovas, a amostra é considerada reprovada. Esta informação deve ser adicionada ao relatório de ensaio.

### 4.4.2 Durabilidade do vidro laminado com a camada intermediária resistente ao fogo

#### 4.4.2.1 Subgrupo A

Vidro que normalmente não é exposto à radiação solar direta, isto é, se destina ao uso interno.

##### 4.4.2.1.1 Ensaio de umidade

Quando ensaiado em conformidade com o método fornecido em 6.2.3.2 e avaliado de acordo com 6.2.4, não deve ocorrer nenhuma delaminação nos três corpos-de-prova. Se ocorrer delaminação em somente um dos corpos-de-prova, pode ser realizado um ensaio adicional em três contraprovas, não devendo ser encontrada, neste novo ensaio, delaminação em qualquer dessas contraprovas.

##### 4.4.2.2 Subgrupo B

Vidro que é normalmente exposto à radiação solar direta, isto é, se destina ao uso externo.

##### 4.4.2.2.1 Ensaio de umidade

Quando ensaiado em conformidade com o método de 6.2.3.1 e avaliado de acordo com 6.2.4, não deve ocorrer nenhuma delaminação nos três corpos-de-prova. Se ocorrer delaminação em somente um dos corpos-de-prova, pode ser realizado um ensaio adicional em três contraprovas, não devendo ser encontrada, neste novo ensaio, delaminação em qualquer dessas contraprovas.

NOTA - Se forem encontrados defeitos em mais de um corpo-de-prova ou nas contraprovas, a amostra é considerada reprovada. Esta informação deve ser adicionada ao relatório de ensaio.

##### 4.4.2.2.2 Ensaio de radiação

Quando ensaiado em conformidade com o método de 6.3 e avaliado de acordo com 6.3.5, a transmitância luminosa das três amostras irradiadas deve apresentar as seguintes características:

- a) para transmitância luminosa inicial  $> 20\%$ , a variação máxima permitida é de  $\pm 10\%$  do seu valor absoluto inicial;
- b) para transmitância luminosa inicial  $\leq 20\%$ , a variação máxima permitida é de  $\pm 2\%$  do seu valor absoluto inicial.

Quando inspecionadas visualmente, não deve haver nenhum defeito (bolhas, delaminação, turvação) nos três corpos-de-prova. Se um dos corpos-de-prova apresentar defeito(s), então o ensaio pode ser repetido com três contraprovas, que devem ser todas aprovadas.

NOTA - Se forem encontrados defeitos em mais de um corpo-de-prova ou nas contraprovas, a amostra é considerada reprovada. Esta informação deve ser adicionada ao relatório de ensaio.

#### 4.5 Resistência ao impacto

O vidro laminado, para ser classificado como vidro laminado de segurança, deve atender adicionalmente ao exposto no anexo A desta Norma.

#### 4.6 Pedido de compra

No pedido de compra devem constar os dados seguintes:

- a) tipo;
- b) referência a esta Norma;
- c) espessura nominal em milímetros;
- d) largura nominal  $B$  e comprimento nominal  $H$ , em milímetros;
- e) camada intermediária;
- f) código do fornecedor.

#### 5 Preparação dos corpos-de-prova

Os corpos-de-prova devem ser representativos da produção normal, devendo atender as seguintes exigências:

- a) os corpos-de-prova podem ser especialmente fabricados no tamanho apropriado para ensaio ou ser cortados a partir de chapas maiores;
- b) o corpo-de-prova com bordas cortadas deve conter pelo menos uma borda da chapa original da qual foi cortado;
- c) se o produto final tiver todas as suas bordas seladas ou protegidas, então o corpo-de-prova também deve ter todas as suas bordas seladas ou protegidas;
- d) inspecionar as amostras antes do ensaio, a uma distância entre 30 cm e 50 cm contra um fundo branco difuso. Somente devem ser utilizadas para o ensaio amostras isentas de defeitos (bolhas, delaminação, turvação);
- e) o dispositivo de sustentação do corpo-de-prova durante os ensaios pode cobrir ou interferir com apenas uma borda do corpo-de-prova, desde que não seja a borda da chapa original citada na alínea b);
- f) uma vez ensaiados, os corpos-de-prova não devem ser reaproveitados para outros ensaios de desempenho.

#### 6 Métodos de ensaio

##### 6.1 Ensaio de resistência a alta temperatura

###### 6.1.1 Princípio

A finalidade deste ensaio é determinar se o vidro laminado e o vidro laminado de segurança suportam a exposição a altas temperaturas durante um longo período de tempo, sem que suas propriedades sejam substancialmente alteradas. A alteração nas propriedades é julgada pela ocorrência de bolhas, delaminação e turvação.

###### 6.1.2 Tamanho e quantidade de corpos-de-prova

- a) os corpos-de-prova devem ter no mínimo as medidas de  $(300 \pm 5)$  mm x  $(300 \pm 5)$  mm;
- b) devem existir três corpos-de-prova.

###### 6.1.3 Procedimento

- a) aquecer os três corpos-de-prova em estufa, a partir da temperatura ambiente até a temperatura de  $100^\circ (0^\circ/-3^\circ)$  C;
- b) manter essa temperatura por um período de 2 h, permitindo então que os corpos-de-prova resfriem até a temperatura ambiente;
- c) se os corpos-de-prova tiverem ambas as superfícies externas de vidro, o ensaio pode prosseguir, submergindo os corpos-de-prova verticalmente em água aquecida até  $100^\circ (0^\circ/-3^\circ)$  C, por um período de 2 h. Para evitar choques térmicos ou estresse térmico que produzam rachaduras, os corpos-de-prova devem ser aquecidos em duas etapas, primeiramente submergindo-os por 5 min em um banho de água a cerca de  $60^\circ$  C.

###### 6.1.4 Expressão dos resultados

- a) inspecionar os corpos-de-prova a uma distância entre 30 cm e 50 cm contra um fundo branco, utilizando luz natural sem a incidência direta de luz solar, ou então outra iluminação equivalente, de fundo, difusa e uniforme, a olho nu;
- b) registrar o número e a extensão dos defeitos que ocorrem na camada intermediária (bolhas, delaminação, turvação) para cada corpo-de-prova. Desconsiderar todos os defeitos até 15 mm de uma borda original e a até 25 mm de uma borda de corte;
- c) uma amostra que esteja apresentando rachaduras deve ser desconsiderada, devendo ser ensaiado em seu lugar um outro corpo-de-prova.

NOTA - A delaminação, tomada como sendo um critério para a avaliação após o ensaio de resistência a alta temperatura e para o ensaio de umidade, pode ser descrita como sendo essencialmente um fenômeno bidimensional, na interface entre o vidro e a camada intermediária, em uma região na qual não existe nenhuma adesão.

### 6.1.5 Relatório de ensaio

Devem ser fornecidas no relatório de ensaio as seguintes informações:

- a) tipo e estrutura do vidro laminado ou vidro laminado de segurança, com espessura nominal, em milímetros, dos constituintes individuais;
- b) tipo dos corpos-de-prova, incluindo se são cortados ou fabricados especialmente para o ensaio; tipo de borda; proteção de borda; dimensões;
- c) bordas suportadas e não suportadas pela estrutura de apoio ou suporte;
- d) número e dimensões dos defeitos (bolhas, delaminação e turvação) para cada corpo-de-prova.

## 6.2 Ensaio de umidade

### 6.2.1 Princípio

A finalidade deste ensaio é determinar se o vidro laminado e o vidro laminado de segurança suportarão os efeitos da umidade na atmosfera durante um longo período de tempo sem que suas propriedades sejam substancialmente alteradas. Os efeitos da umidade a serem julgados são bolhas, delaminação e turvação.

### 6.2.2 Tamanho e quantidade dos corpos-de-prova

- a) os corpos-de-prova devem ter no mínimo as medidas de  $(300 \pm 5)$  mm x  $(300 \pm 5)$  mm;
- b) devem existir três corpos-de-prova.

### 6.2.3 Procedimento

#### 6.2.3.1 Ensaio com condensação

- a) manter os três corpos-de-prova verticalmente, sobre água em um recipiente fechado, por duas semanas;
- b) manter a temperatura do ar dentro do recipiente nos limites de  $50^\circ (0^\circ/+2^\circ)\text{C}$ ;
- c) deixar um espaçamento mínimo de 30 mm entre os corpos-de-prova.

NOTA - Essas condições propiciam uma umidade relativa do ar de cerca de 100% e produzem a condensação da água na superfície do corpo-de-prova.

#### 6.2.3.2 Ensaio sem condensação

- a) colocar os três corpos-de-prova verticalmente, dentro de uma câmara climática, durante duas semanas;
- b) manter a temperatura nos limites de  $50^\circ (0^\circ/+2^\circ)\text{C}$  e a umidade relativa do ar dentro dos limites de  $(80 \pm 5)\%$ ;
- c) deixar um espaçamento mínimo de 30 mm entre os corpos-de-prova.

### 6.2.4 Expressão dos resultados

- a) inspecionar os corpos-de-prova a uma distância entre 30 cm e 50 cm contra um fundo branco, utilizando luz natural sem a incidência direta de luz solar, ou então outra iluminação equivalente, de fundo, difusa e uniforme, a olho nu;
- b) registrar o número e a extensão dos defeitos que ocorrem na camada intermediária (bolhas, delaminação e turvação) para cada corpo-de-prova. Desconsiderar todos os defeitos até 15 mm de uma borda original e a até 25 mm de uma borda de corte ou de qualquer rachadura. Bolhas individuais presentes próximas a arames embutidos são permitidas;
- c) no caso do vidro laminado ou do vidro laminado de segurança terem em sua composição uma camada intermediária com propriedades de resistência ao fogo, somente o defeito de delaminação deve ser considerado.

NOTA - As camadas intermediárias que possuem propriedades de resistência ao fogo são projetadas para reagirem em altas temperaturas. A exposição dos corpos-de-prova do vidro laminado e do vidro laminado de segurança, que possuam esse tipo de camada intermediária em sua composição, à temperatura atingida no ensaio de umidade, durante um longo período de tempo, pode criar bolhas e turvação na camada intermediária. O surgimento destes defeitos não afeta as propriedades de resistência ao fogo e, desse modo, só deve ser considerada a delaminação.

### 6.2.5 Relatório de ensaio

Devem ser fornecidas no relatório de ensaio as seguintes informações:

- a) procedimento de ensaio (6.2.3.1 ou 6.2.3.2);
- b) tipo e estrutura do vidro laminado e do vidro laminado de segurança, com espessura nominal, em milímetros, dos constituintes individuais;
- c) tipo de corpos-de-prova, incluindo o fato de serem cortados ou fabricados especialmente para o ensaio; tipo de borda; proteção de borda; dimensões;
- d) bordas suportadas ou não suportadas pela estrutura de apoio ou suporte;

e) número e dimensões dos defeitos (bolhas, delaminação e turvação) para cada corpo-de-prova. No caso de o vidro laminado ou o vidro laminado de segurança terem em sua composição uma camada intermediária com propriedades de resistência ao fogo, somente devem ser fornecidos os dados referentes à delaminação.

### 6.3 Ensaio de radiação

#### 6.3.1 Princípio

A finalidade deste ensaio é determinar se a exposição do vidro laminado e do vidro laminado de segurança à radiação, durante um longo período de tempo, produz alguma alteração apreciável em suas propriedades. A alteração nas propriedades do vidro é julgada por uma modificação na transmitância luminosa, pela ocorrência de bolhas, delaminação e turvação.

#### 6.3.2 Procedimento para exposição à radiação solar simulada

##### 6.3.2.1 Fonte de radiação

Deve ser utilizada uma fonte de radiação que emita um espectro semelhante à radiação solar. Essa distribuição espectral pode ser obtida por meio de lâmpadas do tipo que combinem características de vapor de mercúrio de alta pressão com um filamento incandescente de tungstênio. Para obter resultados de ensaio reproduzíveis e comparáveis, as lâmpadas adequadas devem apresentar as seguintes características espectrais:

- ultravioleta B entre 280 nm e 315 nm, podendo variar  $(3 \pm 1)\%$ ;
- ultravioleta A entre 315 nm e 380 nm, podendo variar  $(8 \pm 1)\%$ ;
- espectro visível entre 380 nm e 780 nm, podendo variar  $(18 \pm 1)\%$ ;
- infravermelho A entre 780 nm e 1400 nm, podendo variar  $(24 \pm 2)\%$ ;
- infravermelho B entre 1 400 nm e 2 600 nm, podendo variar  $(27 \pm 4)\%$ ;
- infravermelho C acima de 2 600 nm, podendo variar  $(20 \pm 3)\%$ .

##### 6.3.2.2 Condições de ensaio

- o tempo de exposição para o ensaio de radiação deve ser de 2 000 h;
- a temperatura do corpo-de-prova deve ser mantida em  $45^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$ ;
- as lâmpadas devem ser substituídas quando seu nível de radiação ultravioleta A diminuir mais do que 50%;
- o nível total de radiação no plano das amostras do ensaio deve ser de  $900 \text{ W/m}^2 \pm 100 \text{ W/m}^2$ .

NOTA - Para a determinação do nível total de radiação, podem ser utilizados piranômetros em conformidade com as especificações estabelecidas na ISO 9060 e com uma sensibilidade limitada à faixa espectral entre 305 nm e 2 800 nm. Utilizando esses detectores de radiação, o nível medido de radiação no plano das amostras de ensaio deve ser de  $730 \text{ W/m}^2 \pm 80 \text{ W/m}^2$ .

##### 6.3.2.3 Arranjo dos equipamentos de ensaio

- os corpos-de-prova são montados verticalmente em frente ao conjunto irradiante;
- o conjunto irradiante é composto por lâmpadas separadas uniformemente, para fornecer uma densidade ideal de radiação no plano dos corpos-de-prova;
- a distância mínima entre a montagem com os corpos-de-prova e a parte inferior da sala de ensaio deve ser de 400 mm e o espaço de ar atrás do conjunto deve ser de, no mínimo, 500 mm (para se obter uma convecção natural livre de ar ascendente);
- para se obter um nível suficientemente uniforme de radiação, a área coberta pelos corpos-de-prova não devem ultrapassar a área do conjunto de lâmpadas A, obedecendo a seguinte relação:

$$A = n \times L_1^2$$

onde:

$n$  é a quantidade de lâmpadas;

$L_1$  é a distância entre os eixos das lâmpadas adjacentes.

NOTA - O anexo A mostra um possível arranjo dos equipamentos de ensaio.

##### 6.3.3 Tamanho e quantidade de corpos-de-prova

- os corpos-de-prova devem ter as medidas de  $(300 \pm 5) \text{ mm} \times (300 \pm 5) \text{ mm}$ ;
- devem existir três corpos-de-prova.

##### 6.3.4 Procedimento

- quando for necessário, conforme 6.3.5, determinar a transmitância luminosa dos três corpos-de-prova antes da exposição;

- b) orientar os corpos-de-prova de tal modo que, se houver uma superfície externa indicada, ela fique de frente para o conjunto de lâmpadas;
- c) o vidro laminado assimétrico, que não tenha uma superfície externa indicada, deve ser ensaiado nos dois lados;
- d) após a exposição, determinar mais uma vez a transmitância luminosa de cada corpo-de-prova.

### 6.3.5 Expressão dos resultados

#### 6.3.5.1 Vidro laminado e vidro laminado de segurança

- a) se a transmitância luminosa inicial for maior que 20%, comparar os resultados da medição da transmitância luminosa de cada corpo-de-prova exposto, com os valores obtidos para o mesmo corpo-de-prova antes da exposição. Expressar o desvio como um percentual;
- b) se a transmitância luminosa inicial for menor ou igual a 20%, fornecer a diferença entre a transmitância luminosa inicial e final;
- c) inspecionar os corpos-de-prova a uma distância entre 30 cm e 50 cm contra um fundo branco, utilizando luz natural sem a incidência direta de luz solar, ou então outra iluminação equivalente, de fundo, difusa e uniforme, a olho nu;
- d) o número e as dimensões dos defeitos (bolhas, delaminação e turvação) para cada corpo-de-prova.

#### 6.3.5.2 Vidro laminado com a camada intermediária resistente ao fogo e vidro laminado de segurança com a camada intermediária resistente ao fogo

- a) inspecionar os corpos-de-prova a uma distância entre 30 cm e 50 cm contra um fundo branco, utilizando luz natural sem a incidência direta de luz solar, ou então outra iluminação equivalente, de fundo, difusa e uniforme, a olho nu;
- b) registrar a quantidade e a extensão da delaminação presente na camada intermediária de cada corpo-de-prova. Desconsiderar toda delaminação a até 15 mm de distância de uma borda original, ou a até 25 mm de uma borda de corte.

NOTA - As camadas intermediárias que possuem propriedades de resistência ao fogo são projetadas para reagirem em altas temperaturas. A exposição dos corpos-de-prova do vidro laminado e do vidro laminado de segurança, que possuam esse tipo de camada intermediária em sua composição, à temperatura atingida no ensaio de radiação, durante um longo período de tempo, pode criar bolhas e turvação na camada intermediária. O surgimento destes defeitos não afeta as propriedades de resistência ao fogo e, desse modo, só deve ser considerada a delaminação

### 6.3.6 Relatório de ensaio

Devem ser fornecidas no relatório de ensaio as seguintes informações:

- a) tipo e estrutura do vidro laminado e do vidro laminado de segurança, com espessura nominal, em milímetros, dos constituintes individuais;
- b) tipo de corpos-de-prova, incluindo o fato de serem cortados ou fabricados especialmente para o ensaio; tipo de borda; proteção de borda; dimensões;
- c) especificação da fonte de radiação;
- d) no caso de um produto assimétrico, a face do produto exposta à radiação;
- e) para produtos com transmitância luminosa inicial maior que 20%,: anotar para cada corpo-de-prova a diferença percentual entre a transmitância luminosa anterior e posterior à radiação;
- f) para produtos com transmitância luminosa inicial menor ou igual a 20%,: anotar para cada corpo-de-prova a diferença efetiva da transmitância luminosa anterior e posterior à radiação;
- g) registrar o número e a extensão das ocorrências de defeitos para cada corpo-de-prova.

NOTA - No caso de vidro laminado com a camada intermediária resistente ao fogo e de vidro laminado de segurança com a camada intermediária resistente ao fogo, as informações requeridas nas alíneas e) e f) de 6.3.6 são desnecessárias.

**Anexo A (normativo)**  
**Classificação para vidro de segurança laminado**

**A.1 Requisitos**

**A.1.1** As características dos corpos-de-prova são dadas em A.3.

**A.1.2** Quando ensaiado conforme A.4, para a classe de segurança desejada, os corpos-de-prova devem atender uma das seguintes condições:

- a) não quebrar;
- b) numerosos fragmentos aparecem, mas não é permitido que em algum corte ou orifício possa passar livremente uma esfera de aço de 76 mm de diâmetro, ou quando através dela for aplicada uma força de 25 N ao corpo-de-prova;
- c) a massa das partículas que se desprendem do corpo-de-prova até 3 min após o impacto não deve ser superior à massa equivalente de uma área de 10 000 mm<sup>2</sup> do corpo-de-prova;
- d) o maior fragmento que se destacar do corpo-de-prova deve ter massa inferior à massa equivalente de uma área de 4 400 mm<sup>2</sup> do corpo-de-prova.

**A.2 Equipamento**

O dispositivo principal utilizado é composto basicamente das seguintes partes:

- a) sistema de fixação;
- b) impactor;
- c) sistema de sustentação.

NOTA - As figuras A.1, A.2 e A.3 são orientativas para um melhor entendimento do dispositivo.

**A.2.1 Sistema de fixação**

O sistema de fixação usado para prender o corpo-de-prova é assim constituído:

- a) duas partes retangulares, que prensam o corpo-de-prova ao longo de todo seu perímetro;
- b) as áreas de contato com o corpo-de-prova devem ser revestidas por uma tira de borracha com largura de 20 mm ± 2 mm, espessura de 10 mm ± 1 mm e dureza 60 IRHD ± 5 IRHD;
- c) as dimensões internas do dispositivo de fixação devem ser de 847 mm ± 5 mm de largura e 1 910 mm ± 5 mm de altura;
- d) a parte inferior do sistema de fixação deve ser estruturalmente unida à base do dispositivo principal;
- e) o restante do sistema de fixação deve ser unido através de presilhas, que tenham a capacidade de suportar a pressão a que o dispositivo deve ser submetido durante o ensaio.

**A.2.2 Impactor**

O sistema do impactor deve ser construído obedecendo os seguintes critérios:

- a) ser constituído por dois pneus radiais com raias longitudinais, tipo 3,50 R 8 4 PR, conforme ISO 4251-1;
- b) a pressão de ar dos pneus deve ser ajustada em 0,35 MPa ± 0,02 MPa;
- c) os pneus devem ser montados num suporte conjuntamente com pesos de ajuste;
- d) a massa total do impactor deve ser 50,0 kg ± 0,1 kg.

NOTA - Os pesos de ajuste não podem entrar em contato com o corpo-de-prova durante o impacto.

**A.2.3 Sistema de sustentação**

O sistema de sustentação deve ser construído obedecendo os seguintes critérios:

- a) o impactor deve ser suspenso por um cabo de aço de 5 mm de diâmetro;
- b) a extremidade superior do cabo deve estar presa a um suporte de fixação localizado acima da parte superior do dispositivo principal;
- c) o suporte de fixação deve ser rígido o suficiente para que o sistema de sustentação fique estacionário;
- d) quando o impactor for elevado à situação mais extrema, conforme a altura especificada na tabela A.1, o ângulo formado pelo cabo de aço esticado com o plano horizontal não deve ser inferior a 14°;
- e) quando em repouso, a distância entre os pneus inflados e a superfície do corpo-de-prova deve ser no máximo igual a 15 mm e no mínimo 5 mm e o centro geométrico do impactor deve estar alinhado com centro geométrico do corpo-de-prova, com tolerância máxima de um raio de 50 mm formado ao redor do centro do corpo-de-prova.

NOTA - A figura A.2 demonstra a forma correta de tracionar-se o sistema de sustentação para a elevação do impactor.

### A.3 Corpos-de-prova

#### A3.1 Geral

Devem ser selecionados quatro corpos-de-prova representativos de uma produção normal do tipo do vidro laminado que deve ser submetido ao ensaio.

#### A.3.2 Dimensões dos corpos-de-prova

Os corpos-de-prova devem ter as seguintes dimensões:

- a) largura: 876 mm  $\pm$  2 mm;
- b) altura: 1938 mm  $\pm$  2 mm.

#### A.3.3 Número de corpos-de-prova

- a) o ensaio deve ser conduzido para cada diferencial de altura dado na tabela 2 em quatro corpos-de-prova de estruturas idênticas e mesma espessura nominal;
- b) se os corpos-de-prova forem vidros laminados assimétricos, então o número de corpos-de-prova deve ser dobrado, a não ser que a aplicação prevista para o vidro laminado seja em uma situação onde o risco de impacto exista para apenas um de seus lados.

#### A.3.4 Preparação dos corpos-de-prova

- a) todo material destinado à proteção, identificação ou embalagem do vidro laminado deve ser removido;
- b) após executar o especificado na alínea a), deixar os corpos-de-prova acondicionados numa temperatura de 23°C  $\pm$  5°C durante um período mínimo de 12 h.

### A.4 Procedimento

Os seguintes passos devem ser observados para a execução do ensaio:

- a) prender o corpo-de-prova no sistema de fixação, de forma que suas bordas fiquem encaixilhadas na tira de borracha numa profundidade mínima de 10 mm;
- b) a pressão a ser imposta às duas partes retangulares do sistema de fixação deve comprimir a fita de borracha, não menos que 5% de sua espessura e não mais que 20%;
- c) suspender o impactor até a altura prevista para a classificação 3 dada na tabela A.1;
- d) o cabo de aço deve estar esticado e o eixo central do impactor deve estar alinhado com ele (ver figura A.2);
- e) com o impactor estabilizado, soltá-lo em movimento pendular;
- f) o impacto deve ocorrer no centro do corpo-de-prova, apenas uma vez;
- g) inspecionar se o corpo-de-prova permaneceu intacto;
- h) se o corpo-de-prova apresentar algum tipo de orifício ou corte, posicionar uma esfera de aço de 76 mm de diâmetro sobre o ponto mais fragilizado e aplicar progressivamente uma força, até atingir 25 N;
- i) se algum dos corpos-de-prova falhar em atender os requisitos conforme A.1.2, encerrar os ensaios;
- j) se os corpos-de-prova atenderem o exposto em A.1.2 e o nível desejado de classificação não tiver sido atingido, reajustar o diferencial de altura do impactor conforme o exposto na tabela A.1 e repetir os ensaios para mais quatro corpos-de-prova.

#### NOTAS

1 Se os quatro corpos-de-prova iniciais permanecerem intactos, eles devem ser reutilizados.

2 Vidros laminados assimétricos que são utilizados em aplicações onde o risco de impacto existe para os dois lados devem ter seus dois lados submetidos ao ensaio.

3 Vidros laminados assimétricos que são utilizados em aplicações onde o risco de impacto existe em apenas um lado devem ter apenas o lado designado submetido ao ensaio e esse fato deve ser mencionado no relatório de ensaio.

**Tabela A.1 - Níveis de impacto e classificação**

Classificação	Diferencial de altura mm
Classe 3	200
Classe 2	450
Classe 1	1 200

### A.5 Avaliação dos resultados

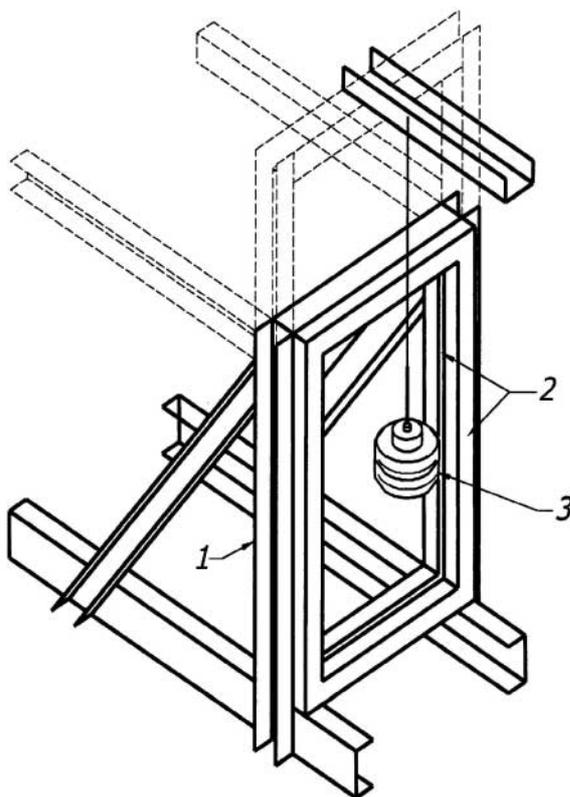
- a) o vidro laminado é aprovado na classificação de segurança quando todos os corpos-de-prova ensaiados atenderem ao(s) requisito(s) do ensaio tipo deste anexo;
- b) o vidro laminado é reprovado na classificação de segurança se um ou mais corpos-de-prova ensaiados não atenderem ao(s) requisito(s) do ensaio tipo deste anexo.

NOTA - A reprovação implica apenas na não aprovação do produto para a classificação como vidro de segurança, não obstante interferindo com os resultados e a avaliação de durabilidade do vidro laminado, constantes nesta Norma.

### A.6 Relatório de ensaio

O relatório deve conter as seguintes informações:

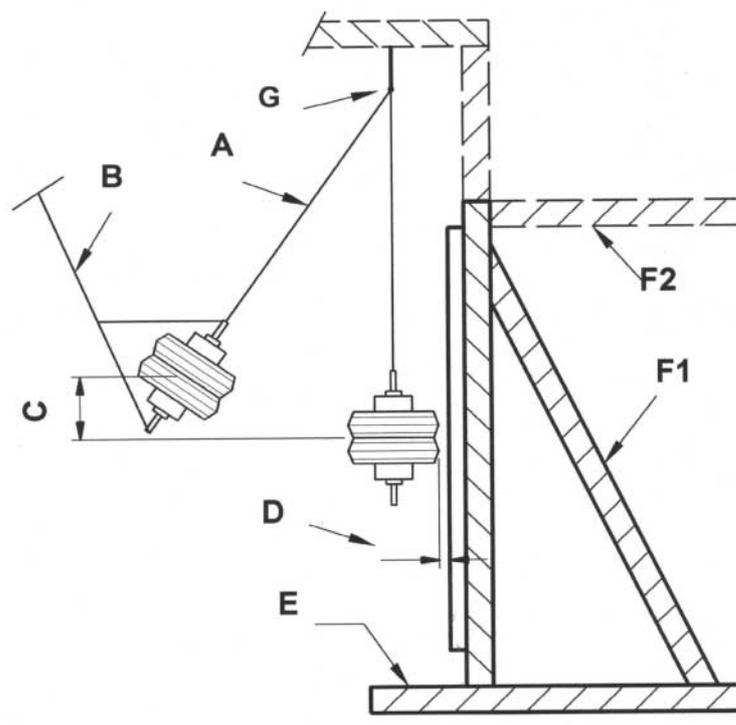
- a) tipo e espessura nominal do vidro;
- b) dimensões dos corpos-de-prova;
- c) se o corpo-de-prova é simétrico ou assimétrico, e sendo assimétrico, se o ensaio foi realizado em um ou ambos os lados;
- d) comportamento de cada corpo-de-prova, sob cada impacto, relatando se houve quebra ou não, e informando se a quebra foi segura ou não;
- e) desempenho de classificação do vidro laminado. Por exemplo, se ele conseguiu atender os requisitos conforme A.1 para impactos a partir de diferenciais de altura de 200 mm e 450 mm, ele deve ser designado como CLASSE 2.



Legenda:

- 1 - Dispositivo principal
- 2 - Sistema de fixação
- 3 - Impactor

Figura A.1 - Dispositivo de ensaio

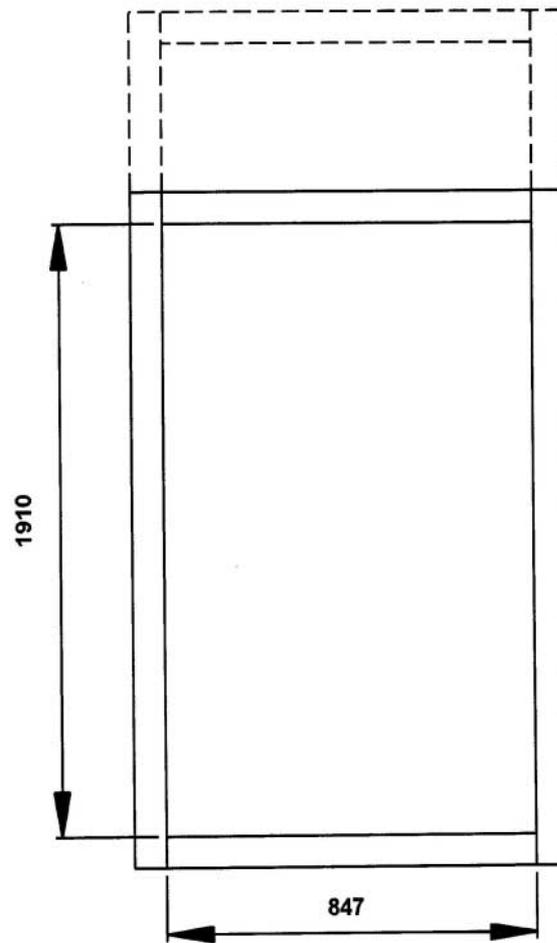


Legenda:

- A - Cabo de aço de sustentação
- B - Cabo de tracionamento
- C - Diferencial de altura para liberação do impactor
- D - Distância do impactor ao corpo-de-prova ( $5 \text{ mm} \leq D \leq 15 \text{ mm}$ )
- E - Barras estruturais
- F1 - Elemento de suporte
- F2 - Elemento opcional de suporte
- G - Suporte de fixação

**Figura A.2 - Vista lateral do dispositivo de ensaio**

Dimensões em milímetros



NOTA - Tolerâncias dimensionais de  $\pm 5\%$ .

Figura A.3 - Vista frontal do dispositivo de ensaio

/ANEXO B

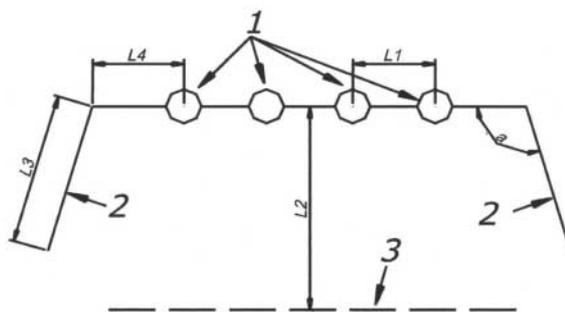
**Anexo B (informativo)**  
**Possível arranjo dos equipamentos para o ensaio de radiação**

**B.1** São utilizadas como fontes de radiação lâmpadas com as características dadas em 6.3.2.1 de 300 W. Pelo menos 16 lâmpadas são distribuídas em um quadrado de 4 x 4 lâmpadas, a uma distância entre lâmpadas  $L_1$  igual a 250 mm, formando um campo de radiação de 1 m x 1 m.

**B.2** O conjunto de lâmpadas é ladeado por uma folha de alumínio com a largura  $L_3$  igual a 1 000 mm, dotada de uma superfície refletora especular.

**B.3** A distância entre a folha de alumínio e a fila externa de lâmpadas em cada lado é  $L_4$ , igual a 125 mm. O ângulo formado entre o plano do campo de radiação e a folha de alumínio ( $\alpha$ ) é de 100°.

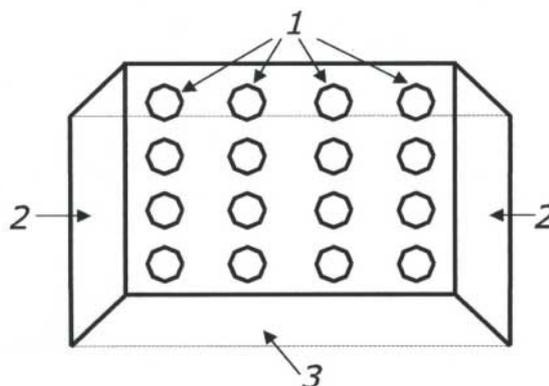
**B.4** Os corpos-de-prova são colocados em um plano paralelo, de frente para o conjunto de lâmpadas, a uma distância  $L_2$  igual a 1 100 mm, formando uma área de 1 m x 1 m (ver figura B.1).



Legenda:

- 1 - lâmpadas
- 2 - chapa de alumínio
- 3 - corpos-de-prova montados verticalmente

**Figura B.1 - Arranjo para o ensaio de radiação (vista da planta)**



Legenda:

- 1 - lâmpadas
- 2 - chapa de alumínio
- 3 - plano dos corpos-de-prova

**Figura B.2 - Arranjo para o ensaio de radiação (vista frontal)**

**Anexo C (informativo)**  
**Descrição das partes componentes**

**C.1** O vidro laminado pode ser fabricado a partir de muitas combinações de vidro, material plástico e camadas intermediárias descritas em C.1.1 a C.1.3.

NOTA - Consultar as referências normativas quando esses materiais estiverem sujeitos à normalização. Quando esses materiais não forem normalizados, estão sujeitos às especificações fornecidas pelo fabricante do vidro laminado, ou estão relacionados aos procedimentos de inspeção do controle da qualidade ou do sistema de garantia da qualidade do fabricante.

**C.1.1** Vidro:

- a) vidro *float*;
- b) vidro estirado;
- c) vidro impresso;
- d) vidro aramado polido;
- e) vidro impresso aramado.

**C.1.1.1** O vidro pode:

- a) ser incolor, colorido ou revestido (por exemplo: metalizado);
- b) ser transparente, translúcido ou opaco;
- c) ser comum (recozido), endurecido ou temperado;
- d) ter sua superfície tratada (por exemplo: por jato de areia), gravada com ácido; serigrafia.

**C.1.2** Material plástico em chapa:

- a) policarbonato;
- b) acrílico.

**C.1.2.1** Os materiais plásticos vítreos podem ser:

- a) incolores, coloridos ou revestidos;
- b) transparentes, translúcidos.

**C.1.3** As camadas intermediárias diferem em:

- a) tipo de material e composição;
- b) características mecânicas;
- c) características ópticas;
- d) características térmicas;
- e) características acústicas.

NOTA - Quando o processo de laminação tiver sido completado.

**C.1.3.1** As camadas intermediárias podem ser:

- a) incolor ou coloridas;
- b) transparentes, translúcidas ou opacas;
- c) revestidas.

NOTA - Quando o processo de laminação tiver sido completado.

