



**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 14698

Vidro temperado

Origem: Projeto 37:000.03-002:2000
ABNT/CB-37 - Comitê Brasileiro de Vidros Planos
CE-37:000.03 - Comissão de Estudo de Vidros e suas Aplicações na
Construção Civil
NBR 14698 - Tempered glass
Descriptors: Glass. Tempered glass
Esta Norma cancela e substitui a NBR 13821:1997
Válida a partir de 29.06.2001

Palavras-chave: Vidro. Vidro temperado

19 páginas

Sumário

Prefácio

1 Objetivo

2 Referências normativas

3 Definições

4 Requisitos

5 Métodos de ensaio

6 Expressão dos resultados

7 Relatório de ensaios

8 Manuseio, armazenamento e transporte

9 Marcação

10 Recomendações

ANEXOS

A Classificação para vidro de segurança temperado

B Exemplo de contagem de fragmentos

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 o anexo B, de caráter informativo.

1 Objetivo

Esta Norma especifica os requisitos gerais, métodos de ensaio e cuidados necessários para garantir a segurança, a durabilidade e a qualidade do vidro temperado plano em suas aplicações na construção civil, na indústria moveleira e nos eletrodomésticos da linha branca. Também fornece a metodologia de classificação deste produto como vidro de segurança.

2 Referências normativas

As normas relacionadas a seguir contêm 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.

NBR 7210:1989 - Vidro na construção civil - Terminologia

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

3 Definições

Para os efeitos desta Norma, aplicam-se as definições da NBR 7210 e as seguintes:

3.1 anisotropia (efeitos de polarização): Característica ótica do vidro temperado inerente ao processo de têmpera.

NOTA - O processo de têmpera produz áreas com esforços diferentes na seção transversal do vidro, produzindo um efeito de dupla reflexão, que é visível sob luz polarizada. Esse efeito manifesta-se sob a forma de manchas coloridas. A luz polarizada ocorre durante o dia e sua quantidade depende da estação climática do ano e do ângulo do sol.

3.2 fragmentação de vidro temperado: Tipo característico de quebra de chapa de vidro temperado, provocada pelo desequilíbrio das tensões, originando pequenos fragmentos.

3.3 identificação: Marcação indelével efetuada junto à borda do vidro, com o objetivo de identificar o fabricante e/ou características da chapa de vidro.

3.4 linha branca: Linha de aparelhos eletrodomésticos de maior tamanho, tais como fogões, fornos, geladeiras, congeladores, lavadoras, secadoras, etc.

3.5 marcas de pinça: Depressões pontuais na chapa de vidro temperado, resultantes do processo vertical de fabricação e localizadas próximas à borda.

3.6 vidros de segurança: Vidros cujo processamento de fabricação reduz o risco de ferimentos em caso de quebra.

3.7 vidro temperado: Vidro constituído de uma única chapa cuja resistência a esforços mecânicos é aumentada em decorrência do tratamento a que é submetido e que no instante da quebra se desintegra em pequenos fragmentos.

3.8 Defeitos

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

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

3.8.1.2 riscos ou arranhões: Dano linear na parte externa da superfície do vidro temperado.

3.8.2 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.

3.8.2.1 bolhas: Normalmente bolhas de ar, presentes na massa do vidro.

3.8.2.2 corpos estranhos: Qualquer partícula indesejada introduzida no vidro temperado durante a fabricação.

3.8.2.3 manchas: Defeitos visíveis no vidro temperado (por exemplo, marcas de estanho, inclusões no vidro).

NOTA - O efeito causado pela anisotropia não é considerado defeito (ver a definição de 3.1).

4 Requisitos

Os requisitos de desempenho expostos em 4.8 são avaliados com corpos-de-prova que possuem diferentes dimensões e através de ensaios que podem ser destrutivos. Para os ensaios dos requisitos descritos em 4.1, 4.2, 4.3, 4.4 e 4.7, devem ser utilizados corpos-de-prova distintos dos utilizados nos requisitos de desempenho e que atendam as seguintes condições:

- a) três corpos-de-prova devem ser ensaiados, para cada espessura produzida de vidro temperado, nas medidas de 500 mm x 500 mm. Também devem ser fornecidas três contraprovas nas mesmas dimensões;
- b) os corpos-de-prova devem ser identificados, em sua embalagem, como CR1, CR2 e CR3 e as contraprovas como CCR1, CCR2 e CCR3;
- c) os corpos-de-prova e contraprova devem observar o exposto em 5.1.a), 5.1.c) e 5.1.e);
- d) avaliar os resultados conforme a seção 6;
- e) anotar individualmente os resultados de cada ensaio tipo no relatório.

NOTA - O ensaio descrito em 4.3 somente se aplica aos vidros temperados produzidos em têmperas de processo vertical.

4.1 Espessura nominal

4.1.1 Para vidro *float* e estirado, deve ser a média aritmética de quatro medidas, determinadas duas a duas, diametralmente opostas, com instrumento de medição de precisão de 0,01 mm, calibrado, e deve atender o exposto na tabela 1.

4.1.2 Para vidro impresso, a medição deve ser feita tal como em 4.1.1, porém 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.

Tabela 1 - Espessuras nominais e tolerâncias de espessura

Espessura nominal d	Dimensões em milímetros		
	Estirado	Impresso	<i>Float</i>
3	$\pm 0,2$	$\pm 0,5$	$\pm 0,2$
4	$\pm 0,2$	$\pm 0,5$	$\pm 0,2$
5	$\pm 0,3$	$\pm 0,5$	$\pm 0,2$
6	$\pm 0,3$	$\pm 0,5$	$\pm 0,2$
8	$\pm 0,4$	$\pm 0,8$	$\pm 0,3$
10	$\pm 0,5$	$\pm 1,0$	$\pm 0,3$
12	$\pm 0,6$	Não fabricado	$\pm 0,3$
15	Não fabricado	Não fabricado	$\pm 0,5$
19	Não fabricado	Não fabricado	$\pm 1,0$
25	Não fabricado	Não fabricado	$\pm 1,0$

4.2 Dimensões lineares

Quando são citadas as dimensões para chapas retangulares de vidro temperado, a primeira dimensão deve ser a largura B e a segunda dimensão deve ser o comprimento H , conforme mostrado na figura 1. Deve ser deixado bem claro qual dimensão é a largura B e qual é o comprimento H , quando relacionado com sua posição instalada.

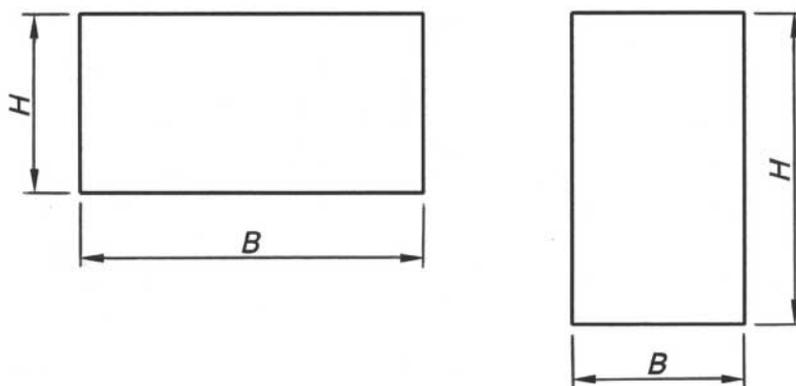


Figura 1 - Exemplos de largura B e comprimento H , relativos ao formato da chapa

4.2.1 Tamanhos máximos e mínimos

O fabricante deve ser consultado para a obtenção das medidas máximas e mínimas.

4.2.2 Tolerâncias e esquadro

Sendo fornecidas as dimensões nominais para largura e comprimento, a chapa acabada não deve ser maior que um retângulo prescrito resultante das dimensões nominais aumentadas pela tolerância t , nem menor que um retângulo prescrito reduzido pela tolerância t . Os lados dos retângulos prescritos são paralelos entre si e esses retângulos devem ter um centro comum (ver figura 2). Os limites de esquadro também são os retângulos prescritos. As tolerâncias são fornecidas na tabela 2.

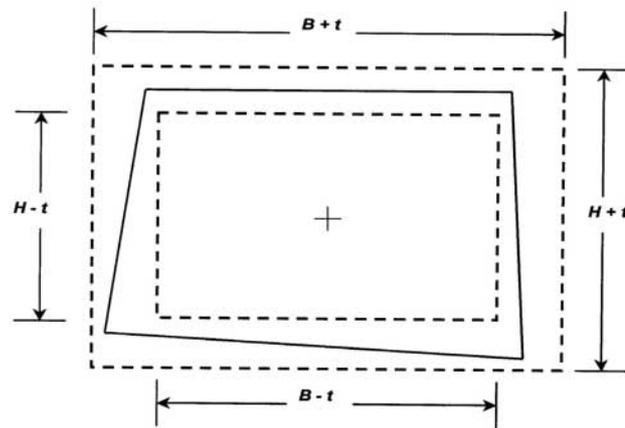


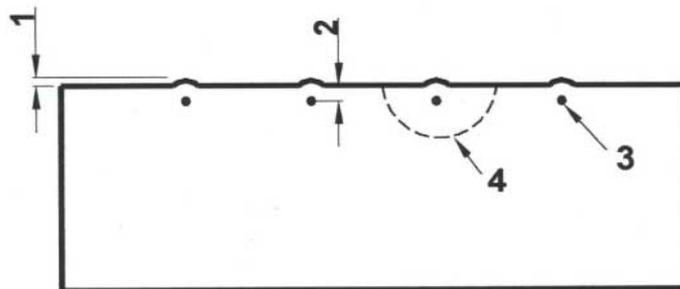
Figura 2 - Limites de tolerância para dimensões de chapas retangulares

Tabela 2 - Tolerâncias em largura B e comprimento H

Processo de têmpera	Dimensões em milímetros	
	Instalações em caixilho	Instalações autoportantes
Horizontal	$\pm 2,0$	+ 1,0/- 2,0
Vertical	$\pm 2,0$	+ 1,0/- 2,0

4.3 Deformação de borda produzida pela têmpera vertical

As pinças utilizadas para suspender o vidro durante a têmpera produzem depressões na superfície do vidro, conhecidas como marcas de pinça (ver figura 3). Os centros das marcas de pinça são situados até um máximo de 20 mm a partir da borda. Uma deformação da borda menor que 2 mm pode ser produzida na região da marca de pinça e também pode haver uma região de distorção óptica com raio máximo de 100 mm. Essas deformações estão incluídas nas tolerâncias especificadas na tabela 2.



Legenda:

- 1 - Deformação (orelha)
- 2 - Até 20 mm
- 3 - Marca de pinça
- 4 - Área de distorção

Figura 3 - Deformação de marca de pinça

4.4 Planicidade

Pela própria natureza do processo de têmpera, não é possível obter um produto tão plano quanto o vidro comum. Dependendo da espessura nominal, das dimensões e da proporção entre as dimensões, pode ocorrer uma distorção conhecida como empenamento. Há dois tipos de empenamento (ver figura 4):

- a) empenamento total;
- b) empenamento localizado.

NOTAS

1 O empenamento total, em geral, tem condição de ser acomodado pelo sistema de caixilho.

2 O empenamento localizado precisa ser reduzido para se acomodar aos materiais de encaixilhamento e vedações impermeabilizantes. Para exigências especiais devem ser consultados os fabricantes.

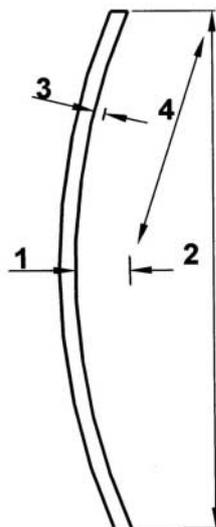
4.4.1 Medição do empenamento total

A chapa de vidro temperado deve ser colocada em uma posição vertical e suportada em seu lado mais longo por meio de dois blocos de apoio (ver figura 5).

A deformação deve ser medida ao longo das bordas do vidro e ao longo das diagonais, como sendo a distância máxima entre uma régua reta de metal, ou um arame esticado, e a superfície côncava do vidro (ver figura 4).

O valor do empenamento é então expresso como sendo a deformação, em milímetros, dividida pela medida do comprimento da borda do vidro, ou diagonal, em milímetros, conforme apropriado.

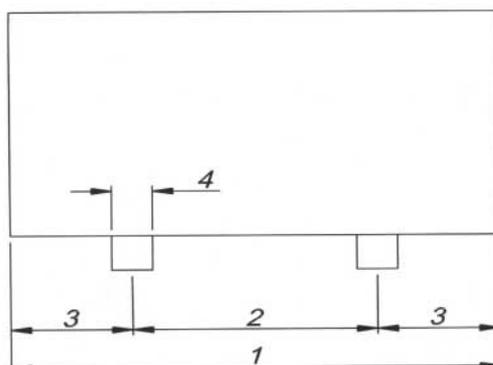
NOTA - A medição deve ser executada na temperatura ambiente.



Legenda:

- 1 - Deformação para calcular o empenamento total
- 2 - B , ou H , ou comprimento diagonal
- 3 - Empenamento localizado
- 4 - Comprimento de 300 mm

Figura 4 - Representação de empenamento total e local



Legenda:

- 1 - B ou H
- 2 - $(B$ ou $H)/2$
- 3 - $(B$ ou $H)/4$
- 4 - 100 mm no máximo

Figura 5 - Condições de apoio para a medição do empenamento total

4.4.2 Medição do empenamento localizado

O empenamento localizado pode acontecer em distâncias relativamente curtas nas bordas do vidro. Ele deve ser medido sobre um comprimento limitado de 300 mm, usando-se uma régua reta, ou um arame esticado, paralelo à borda e a uma distância de 25 mm da borda do vidro (ver figura 4). O empenamento localizado é expresso como sendo igual a: milímetros (medidos) por 300 mm de comprimento.

Para vidro impresso, o empenamento localizado deve ser determinado usando-se uma régua reta que, em repouso sobre os pontos altos do desenho, torne possível medir perpendicularmente a maior distância existente entre a superfície inferior da régua e o ponto alto do relevo do vidro impresso.

4.4.3 Limitação em empenamento total e local

Os valores máximos permitidos para o empenamento total, quando medido conforme especificado em 4.4.1, e para o empenamento localizado, quando medido conforme especificado em 4.4.2, para vidro sem furos e/ou entalhes e/ou cortes, são determinados na tabela 3.

Tabela 3 - Valores máximos para empenamento total e local

Processo de têmpera	Valores máximos	
	Empenamento total (mm/mm)	Empenamento localizado (mm/300 mm)
Horizontal	0,003	0,5
Vertical	0,003	0,5

4.5 Tipos de borda, furos, recortes e formatos

Após ser submetido ao processo de têmpera, o vidro não pode ser cortado, serrado, perfurado ou ter sua borda trabalhada.

4.5.1 Acabamento de borda em vidro a ser temperado

Todo vidro que for temperado deve ter sua borda trabalhada antes do processo de têmpera. Caso exista algum defeito na borda do vidro, este não deve ser encaminhado ao processo de têmpera. O acabamento das bordas deve ser como segue:

- a) bordas que forem protegidas (embutidas) devem ser no mínimo filetadas;
- b) bordas que forem expostas devem ser lapidadas ou bisotadas.

NOTA - Os fornecedores do vidro temperado devem ser consultados sobre os diversos tipos de acabamento de borda existentes.

4.5.2 Furos e recortes

O fabricante deve ser consultado para que a integridade da chapa de vidro temperado não seja comprometida em decorrência de uma especificação inadequada dos recortes e da furação.

4.6 Chapas com formatos especiais

Podem ser fabricados muitos formatos não retangulares e, nesses casos, os fabricantes devem ser consultados. Nesses casos deve existir um acordo prévio sobre as características das tolerâncias do projeto.

4.7 Aspecto visual

Alguns defeitos podem ocorrer nas áreas de visão e de borda do vidro temperado. A área de visão (zona central) é determinada pela diferença das medidas da chapa com a área de borda (zona periférica). A zona periférica é a faixa que acompanha o perímetro da chapa de vidro, de largura correspondente a 10% da dimensão da chapa em relação à sua respectiva borda.

4.7.1 Defeitos pontuais

Quando o vidro temperado é inspecionado em conformidade com o método descrito em 4.7.3, a aceitação de defeitos localizados depende do seguinte:

- a) tamanho do defeito;
- b) frequência do defeito;
- c) tamanho da chapa.

NOTAS

1 Esses critérios são especificados na tabela 4.

2 Não são considerados os defeitos menores do que 0,2 mm.

3 Não são permitidos defeitos maiores do que 3 mm.

4.7.2 Defeitos lineares

Quando o material for inspecionado de acordo com o método descrito em 4.7.3, são permitidos defeitos lineares conforme relacionado na tabela 5.

Tabela 4 - Quantidade máxima de defeitos pontuais

Tamanho do defeito d mm	$0,2 < d \leq 0,5$	$0,5 < d \leq 3,0$			
Tamanho da chapa A m^2	Para todos os tamanhos	$A \leq 2$	$2 < A \leq 4$	$4 < A \leq 8$	$A > 8$
Área de visão (central)	Nenhuma limitação; no entanto, não deve haver acúmulo de defeitos ¹⁾	1	2	1 / m^2	1,2 / m^2
Área de borda (periférica)	Nenhuma limitação; no entanto, não deve haver mais que 1 acúmulo de defeitos	2	4	2 / m^2	2,4 / m^2

¹⁾ Somente ocorre um acúmulo de defeitos se quatro ou mais defeitos estiverem a uma distância menor do que 200 mm entre si.

Tabela 5 - Quantidade máxima de defeitos lineares¹⁾

Área da chapa m^2	Área de visão (central)	Área de borda (periférica)
≤ 5	Não são permitidos defeitos	Não são permitidos defeitos
Entre 5 e 8	1	2
> 8	2	4

¹⁾ Somente são considerados os defeitos maiores e iguais que 30 mm.

4.7.3 Método de ensaio

4.7.3.1 O vidro temperado a ser observado deve ser colocado numa posição vertical, em frente e paralelo a uma tela cinza fosca, iluminada por luz natural difusa ou equivalente.

4.7.3.2 O observador deve estar a uma distância de 2 m do vidro, observando-o perpendicularmente a olho nu (estando a tela fosca no lado oposto ao observador).

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

4.7.4 Defeitos de borda**4.7.4.1 Borda encaixilhada**

São permitidos defeitos restritos às seguintes medições lineares:

- a) comprimento: ≤ 8 mm;
- b) largura: ≤ 5 mm;
- c) profundidade: ≤ 1 mm.

4.7.4.2 Borda exposta

Não são permitidos defeitos.

4.8 Ensaio de desempenho

Os ensaios de desempenho garantem a durabilidade e a segurança na aplicação do vidro temperado. São eles:

- a) resistência ao choque mecânico;
- b) resistência ao choque térmico;
- c) ensaio de fragmentação.

NOTA - Em aplicações onde exista o risco de impacto humano acidental, o vidro temperado deve ser submetido a um ensaio adicional, onde então pode ser avaliado e classificado como vidro de segurança. Estas informações são apresentadas no anexo A desta Norma.

4.8.1 Resistência ao choque mecânico

Quando ensaiados de acordo com o método descrito em 5.2 e avaliados conforme 6.1, os corpos-de-prova ou contraprova não podem quebrar.

4.8.2 Resistência ao choque térmico

Quando ensaiados de acordo com o método descrito em 5.3 e avaliados conforme 6.1, os corpos-de-prova ou contraprova não podem quebrar.

4.8.3 Ensaio de fragmentação

Quando ensaiados de acordo com o método descrito em 5.4 e avaliados conforme 6.1, os corpos-de-prova ou contraprova devem atender as seguintes exigências:

- o maior fragmento não pode exceder o comprimento de 100 mm;
- a contagem dos fragmentos para vidros temperados utilizados na construção civil, em função de sua espessura, deve atender ao disposto na tabela 6;
- o número máximo de fragmentos é 100. Essa restrição não deve ser considerada quando um determinado cliente necessitar de um número maior de fragmentos em função de particularidades de uma aplicação mais específica;
- a contagem dos fragmentos para vidros temperados utilizados pela indústria moveleira (móveis e linha branca) deve ser no mínimo igual a 60 fragmentos, independentemente da espessura.

Tabela 6 - Contagem de fragmentos em função do tipo de vidro e sua espessura

Tipo de vidro	Espessura mm	Número mínimo de fragmentos
Float	3	15
	4 a 12	40
	15 a 19	30
Estirado	4 a 10	30

5 Métodos de ensaio

5.1 Preparação dos corpos-de-prova e contraprova

Os corpos-de-prova e contraprova devem:

- ser provenientes de um mesmo lote de vidro plano;
- atender ao exposto na tabela 7;
- ser embalados com dessecante, de maneira que não sejam danificados;
- ser identificados conforme a tabela 8. A identificação deve ser feita na embalagem ou diretamente nos corpos-de-prova ou contraprovas com pincel atômico ou similar;
- ser mantidos à temperatura de $23^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ por um período não inferior a 12 h, antes do início dos ensaios;
- ser ensaiados um de cada vez.

Tabela 7 - Características dimensionais e quantidades dos corpos-de-prova e contraprovas

Ensaio tipo	Dimensões ¹⁾ mm	Corpos-de-prova	Contraprovas
Resistência ao choque mecânico	600 x 600	3	3
Resistência ao choque térmico	350 x 350	3	3
Teste de fragmentação	1100 x 360	5	3

¹⁾ Refere-se às medidas de largura e comprimento com tolerância dimensional de ± 2 mm.

Tabela 8 - Identificação dos corpos-de-prova e contraprovas

Ensaio tipo	Corpos-de-prova	Contraprovas
Resistência ao choque mecânico	CM1; CM2; CM3	CCM1; CCM2; CCM3
Resistência ao choque térmico	CT1; CT2; CT3	CCT1; CCT2; CCT3
Ensaio de fragmentação	TF1; TF2; TF3; TF4; TF5	CTF1; CTF2; CTF3

5.2 Ensaio de resistência ao choque mecânico

5.2.1 Aparelhagem

5.2.1.1 Esfera de aço maciço de 1 030 g \pm 10 g e com diâmetro de cerca de 63,5 mm \pm 0,5 mm.

5.2.1.2 Sistema com regulagem de altura conjugado a um dispositivo que retenha a esfera, como, por exemplo, um eletroímã.

5.2.1.3 O suporte do corpo-de-prova deve ser constituído por dois cilindros de madeira maciça, cada um com diâmetro de 25 mm e comprimento suficiente para apoiar toda a extensão do corpo-de-prova. Os dois cilindros devem ser posicionados paralelamente entre si e a distância entre seus eixos deve ser de 500 mm.

5.2.2 Procedimento

5.2.2.1 Colocar o corpo-de-prova sobre o suporte, de maneira que fique simétrico em relação aos apoios.

5.2.2.2 A esfera deve ser retida na altura apropriada, conforme indicado na tabela 9, de forma que não lhe seja impingida nenhuma aceleração além da gravitacional.

5.2.2.3 A trajetória em queda livre deve ser perpendicular ao corpo-de-prova.

5.2.2.4 O ponto de impacto deve ser o centro geométrico do corpo-de-prova.

Tabela 9 - Altura de queda livre da esfera em função da espessura dos vidros

Espessura	Altura da queda ¹⁾
3	460
4	600
5	670
6	750
8	1 050
10	1 200
12	1 300
15	1 480
19	1 530

¹⁾ Distância entre o centro geométrico da esfera e a superfície do vidro.

5.3 Ensaio de resistência ao choque térmico

5.3.1 Aparelhagem

5.3.1.1 Estufa capaz de atingir a temperatura exigida, de forma controlada e capaz de acondicionar corpos-de-prova.

5.3.1.2 Termômetro graduado e calibrado com precisão mínima de \pm 0,5°C.

5.3.1.3 Sistema com regulagem de altura conjugado a um dispositivo que retenha o esguicho.

5.3.1.4 Esguicho que controle o fluxo de água numa vazão entre 10 mL/s e 15 mL/s, com um diâmetro de jato de água entre 5 mm e 7 mm.

5.3.1.5 O suporte do corpo-de-prova deve ser constituído por dois cilindros de madeira maciça, cada um com diâmetro de 25 mm e comprimento suficiente para apoiar toda a extensão do corpo-de-prova. Os dois cilindros devem ser posicionados paralelamente entre si e a distância entre seus eixos deve ser de 200 mm.

5.3.2 Procedimento

5.3.2.1 Medir a temperatura da água a ser utilizada neste ensaio, devendo a mesma estar na faixa de $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$.

5.3.2.2 Colocar o corpo-de-prova na estufa e regular a temperatura para que a mesma atinja 250°C , por no mínimo 30 min.

5.3.2.3 Colocar o corpo-de-prova no suporte, de maneira que fique simétrico em relação aos apoios.

5.3.2.4 Regular a altura do esguicho para 150 mm em relação ao plano do corpo-de-prova.

5.3.2.5 Liberar o jato de água durante 90 s, direcionado perpendicularmente ao centro geométrico do corpo-de-prova.

NOTA - O procedimento é idêntico para quaisquer espessuras dos corpos-de-prova.

5.4 Ensaio de fragmentação

5.4.1 Aparelhagem

5.4.1.1 Mesa de superfície plana e capaz de comportar os corpos-de-prova.

5.4.1.2 Máscara de formato quadrado, que possibilite contar os fragmentos nos limites de (50 ± 1) mm x (50 ± 1) mm.

5.4.1.3 Punção de centro acionado por mola (punção automático).

5.4.2 Procedimento

5.4.2.1 Apoiar o corpo-de-prova numa superfície plana e, de forma a prevenir que os fragmentos se espalhem, as bordas do corpo-de-prova podem ser contidas por uma fita adesiva.

5.4.2.2 Com o auxílio de uma ferramenta pontiaguda de aço, estilhaçar o vidro através de um golpe aplicado a aproximadamente 13 mm da borda, no ponto central de um dos lados maiores do corpo-de-prova. Ver figura 6.

5.4.2.3 Para o caso de vidros temperados pelo processo vertical, o ponto de impacto não deve coincidir com a aresta onde estiverem as marcas de pinça.

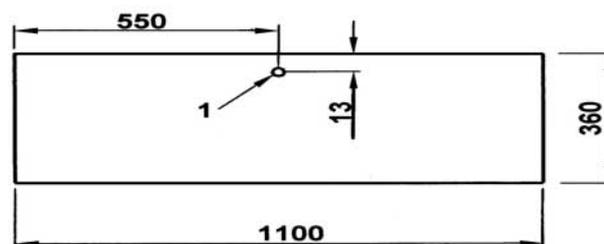
5.4.2.4 A área delimitada por um raio de 100 mm em torno do ponto de impacto e a área demarcada por uma cota de 25 mm a partir da borda do corpo-de-prova não podem ser consideradas como área útil para a contagem e seleção dos fragmentos. Ver figura 7.

5.4.2.5 A contagem dos fragmentos deve ser feita no intervalo compreendido entre 4 min a 8 min após a quebra do corpo-de-prova (ver figura 8).

5.4.2.6 A contagem dos fragmentos deve ser feita na região que apresentar o maior deles. Para efetuar essa contagem, deve ser utilizada uma máscara de (50 ± 1) mm x (50 ± 1) mm. Ver anexo B.

Os fragmentos que estiverem totalmente contidos dentro da máscara, sendo o maior deles posicionado no centro, devem ser contados como um fragmento e todos os fragmentos que estiverem parcialmente contidos pela máscara devem ser contados como $\frac{1}{2}$ fragmento. Ver anexo B.

Dimensões em milímetros



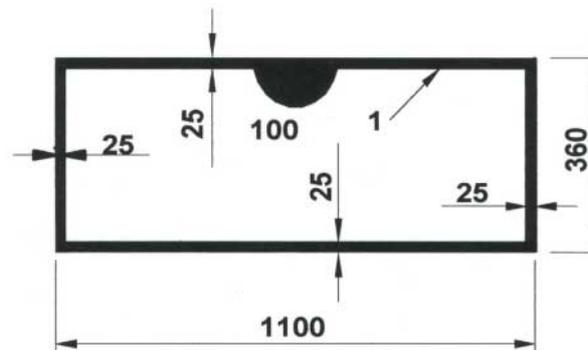
Legenda:

1 - Ponto de impacto

NOTA - Esta figura não está desenhada em escala.

Figura 6 - Posição do ponto de impacto

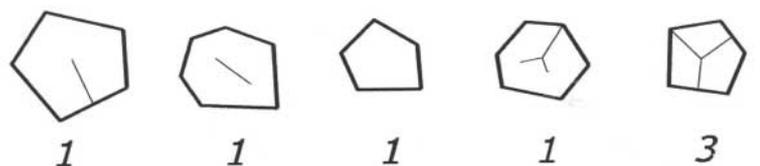
Dimensões em milímetros



Legenda:

1 - Área de exclusão

NOTA - Esta figura não está desenhada em escala.

Figura 7 - Área a ser excluída da contagem dos fragmentos e da seleção da maior partícula**Figura 8 - Exemplos de possíveis fragmentos encontrados e como contá-los**

6 Expressão dos resultados

6.1 Os requisitos devem ser avaliados conforme o exposto a seguir:

- o vidro temperado é aprovado quando todos os corpos-de-prova ensaiados atenderem a(s) especificação(ões) do ensaio tipo;
- o vidro temperado é aprovado quando apenas um dos corpos-de-prova ensaiados ficar fora da(s) especificação(ões) do ensaio tipo e todas as contraprovas atenderem a(s) especificação(ões) do ensaio tipo;
- o vidro temperado é reprovado se dois ou mais corpos-de-prova ensaiados não atenderem a(s) especificação(ões) do ensaio tipo;
- o vidro temperado é reprovado quando apenas um dos corpos-de-prova ensaiados ficar fora da(s) especificação(ões) do ensaio tipo e uma ou mais contraprovas não atenderem a(s) especificação(ões) do ensaio tipo.

NOTA - A reprovação em um dos ensaios tipo em questão reprova o vidro temperado no âmbito geral.

7 Relatório de ensaios

Os relatórios devem conter impreterivelmente as seguintes informações:

- data da realização do ensaio;
- número dessa Norma;
- número de corpos-de-prova ou contraprovas ensaiados;
- resultado individual de cada corpo-de-prova ou contraprova, em cada ensaio tipo;
- resultado parcial de cada ensaio tipo;
- resultado final de aprovação do vidro temperado.

NOTA - Quando forem requeridos os ensaios para classificação do vidro temperado como vidro de segurança, deve ser apresentado um relatório adicional, conforme especificado em A.4. Neste caso, ambos os relatórios devem ser apresentados e mantidos anexados.

8 Manuseio, armazenamento e transporte

8.1 As chapas de vidro temperado devem ser manuseadas sem permitir a ocorrência de injúrias mecânicas em suas superfícies ou bordas.

8.2 As chapas de vidro temperado devem ser transportadas ou armazenadas com inclinação de 6% a 8% em relação ao plano vertical. É recomendável o uso de cavaletes apropriados.

8.3 As chapas de vidro temperado, quando transportadas ou armazenadas, devem ser intercaladas por materiais que protejam suas superfícies.

8.4 As chapas de vidro temperado devem ser armazenadas em local protegido de poeira, umidade e isento de produtos químicos, evitando o surgimento de condensações ou contatos físicos que possam danificá-lo.

8.5 Cada unidade de acondicionamento deve identificar o vidro temperado e suas dimensões, bem como conter símbolos convencionais de manuseio, proteção contra umidade e choques mecânicos.

9 Marcação

Toda chapa de vidro temperado deve ser marcada de forma indelével com a logomarca do fabricante.

NOTA - Informações adicionais também podem ser gravadas, ficando esta prática submetida ao critério do fabricante e do consumidor.

10 Recomendações

Onde se aplicar o vidro temperado exigem-se os cuidados descritos em 10.1 e 10.2.

10.1 Contato com outros materiais

O vidro temperado deve ser separado através de intervalos adequados da estrutura que o suporta, quando o material de contato oferecer qualquer possibilidade de dano físico às suas superfícies e bordas.

10.2 Tolerância

A tolerância de contato do vidro temperado com os elementos que o suportam deve levar em consideração o coeficiente de expansão térmica do vidro e dos componentes ao seu redor, bem como as tolerâncias dimensionais do projeto onde se aplica o vidro temperado.

/ANEXO A



Anexo A (normativo)
Classificação para vidro de segurança temperado

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 a uma das seguintes condições:

- a) não quebrar;
- b) a massa dos dez maiores fragmentos, coletados no período de 3 min a 5 min após a desintegração, não deve exceder a massa equivalente a $6\ 500\ \text{mm}^2$ do corpo-de-prova original.

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 $20\ \text{mm} \pm 2\ \text{mm}$, espessura de $10\ \text{mm} \pm 1\ \text{mm}$ e dureza $60\ \text{IRHD} \pm 5\ \text{IRHD}$;
- c) as dimensões internas do dispositivo de fixação devem ser de $847\ \text{mm} \pm 5\ \text{mm}$ de largura e $1\ 910\ \text{mm} \pm 5\ \text{mm}$ 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 é 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 $0,35\ \text{MPa} \pm 0,02\ \text{MPa}$;
- c) os pneus devem ser montados num suporte conjuntamente com pesos de ajuste;
- d) a massa total do impactor deve ser $50,0\ \text{kg} \pm 0,1\ \text{kg}$.

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 o 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

A.3.1 Geral

Devem ser selecionados quatro corpos-de-prova representativos de uma produção normal do vidro temperado 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: 1 938 mm \pm 2 mm.

A.3.3 Número de corpos-de-prova

O ensaio deve ser conduzido para cada diferencial de altura dado na tabela 1 nos quatro corpos-de-prova de estruturas idênticas e mesma espessura nominal.

A.3.4 Preparação dos corpos-de-prova

- a) todo material destinado à proteção, identificação ou embalagem do vidro temperado deve ser removido;
- b) após executar o especificado em A.3.4a), os corpos-de-prova devem ser mantidos numa temperatura de 23°C \pm 5°C por 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 ou se quebrou de forma segura, conforme A.1.2.b);
- h) se algum dos corpos-de-prova falhar em atender os requisitos conforme A.1.2, encerrar os ensaios;
- i) 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.

NOTA - Se os corpos-de-prova permanecerem intactos, eles devem ser reutilizados para a execução dos ensaios em classificações mais rigorosas de impacto.

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 Expressão dos resultados

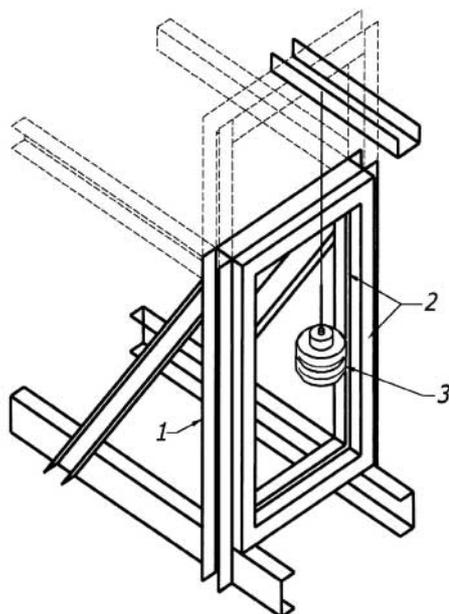
- a) o vidro temperado é aprovado na classificação de segurança quando todos os corpos-de-prova ensaiados atenderem a(s) especificação(ões) do ensaio tipo deste anexo;
- b) o vidro temperado é reprovado na classificação de segurança se um ou mais corpos-de-prova ensaiados não atenderem a(s) especificação(ões)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

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

A.6 Relatório de ensaio

O relatório deve conter as seguintes informações:

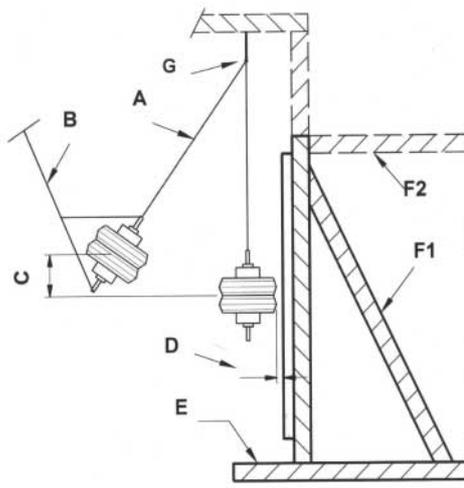
- a) tipo e espessura nominal do vidro;
- b) dimensões dos corpos-de-prova;
- c) comportamento de cada corpo-de-prova, sob cada impacto, relatando se houve desintegração ou não, e informando se a quebra foi segura ou não, quando aplicável;
- d) o desempenho de classificação do vidro temperado. Por exemplo, se ele conseguiu atender os requisitos conforme A.1 para impactos a partir de diferenciais de altura de 200 mm e 450 mm, ele é designado como CLASSE 2.



Legenda:

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

Figura A.1 - Dispositivo de ensaio

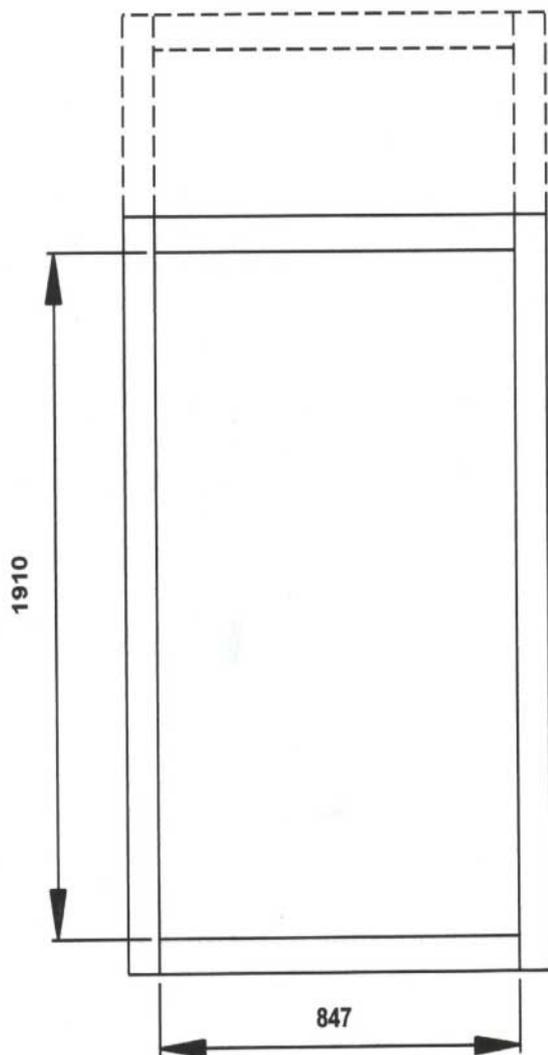


Legenda:

- A - Cabo de aço de sustentação
- B - Cabo de tracionamento
- C - Diferencial de altura para soltura 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)
Exemplo de contagem de fragmentos

B.1 Selecionar a área que contenha o maior fragmento e colocar a máscara de ensaio sobre essa região, com o maior fragmento ao meio, conforme a figura B.1.

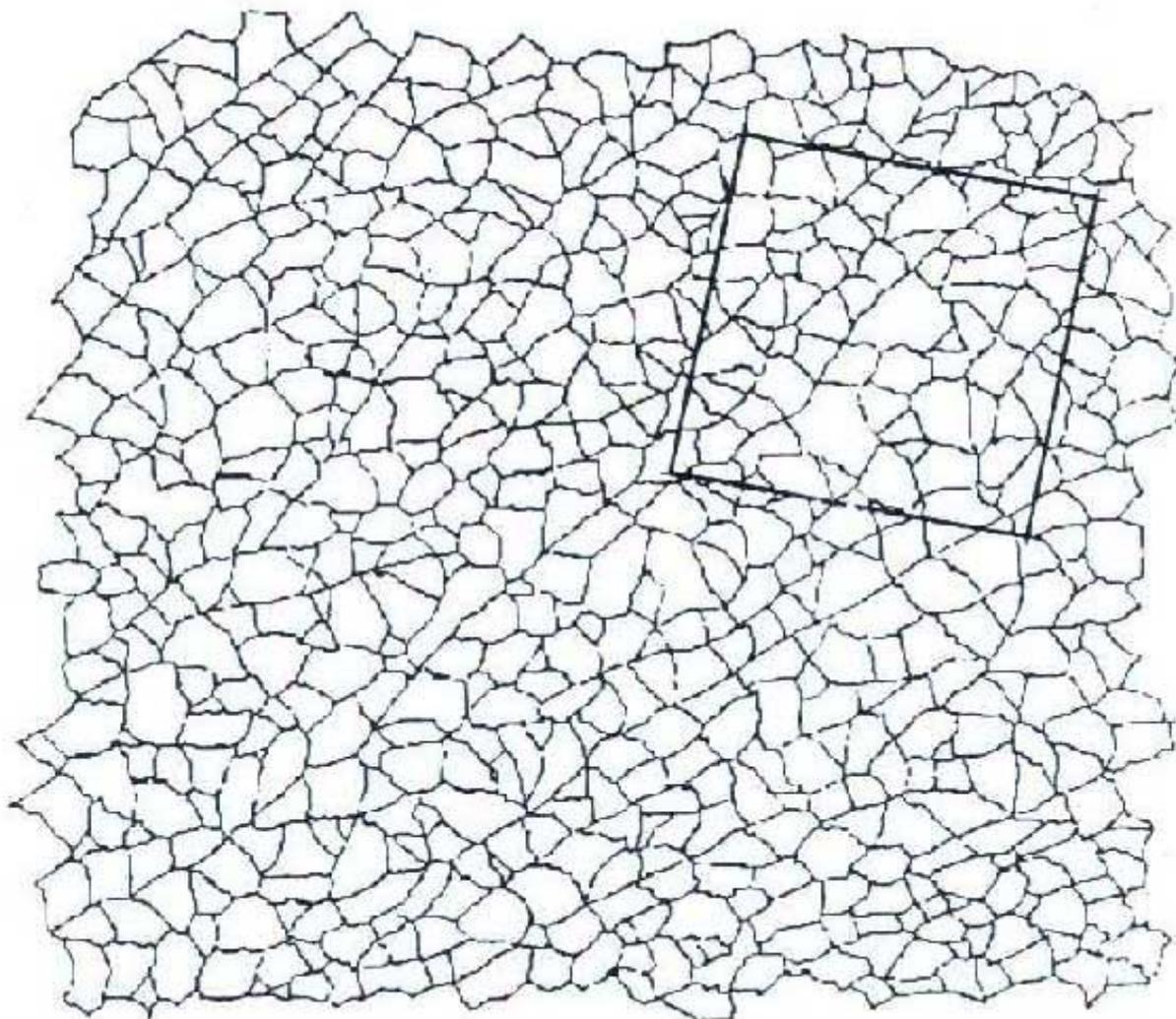


Figura B.1 - Posicionamento da máscara

B.2 Fazer a contagem do número de fragmentos que estão parcialmente contidos pela máscara. Neste caso, o número de fragmentos perimetrais = $32/2 = 16$ (ver figura B.2).

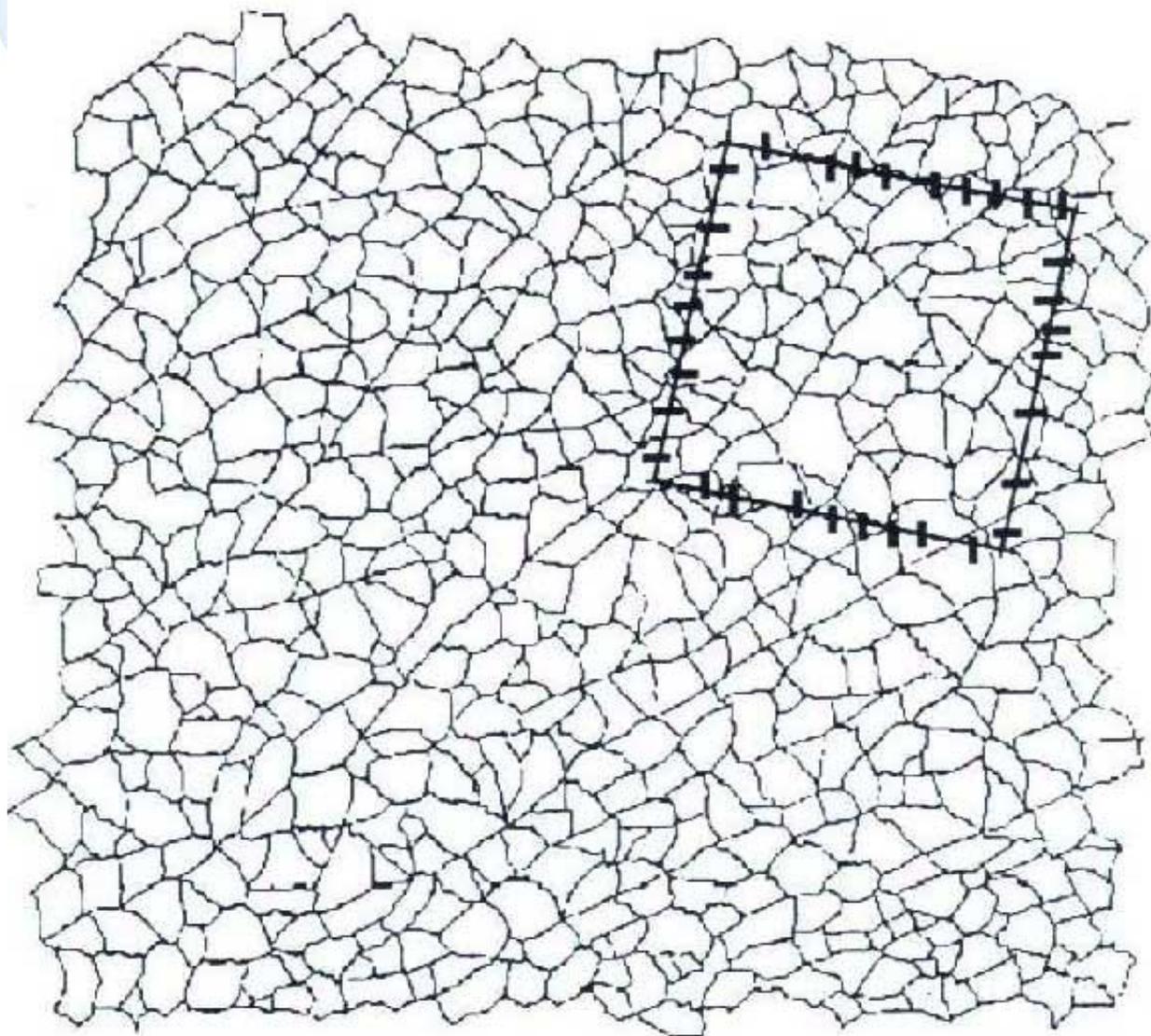


Figura B.2 - Máscara e seleção dos fragmentos perimetrais ($\frac{1}{2}$ fragmento)

B.3 Fazer a contagem do número de fragmentos que estão totalmente contidos pela máscara. Neste caso, o número de fragmentos centrais é igual a 53 (ver figura B.3).

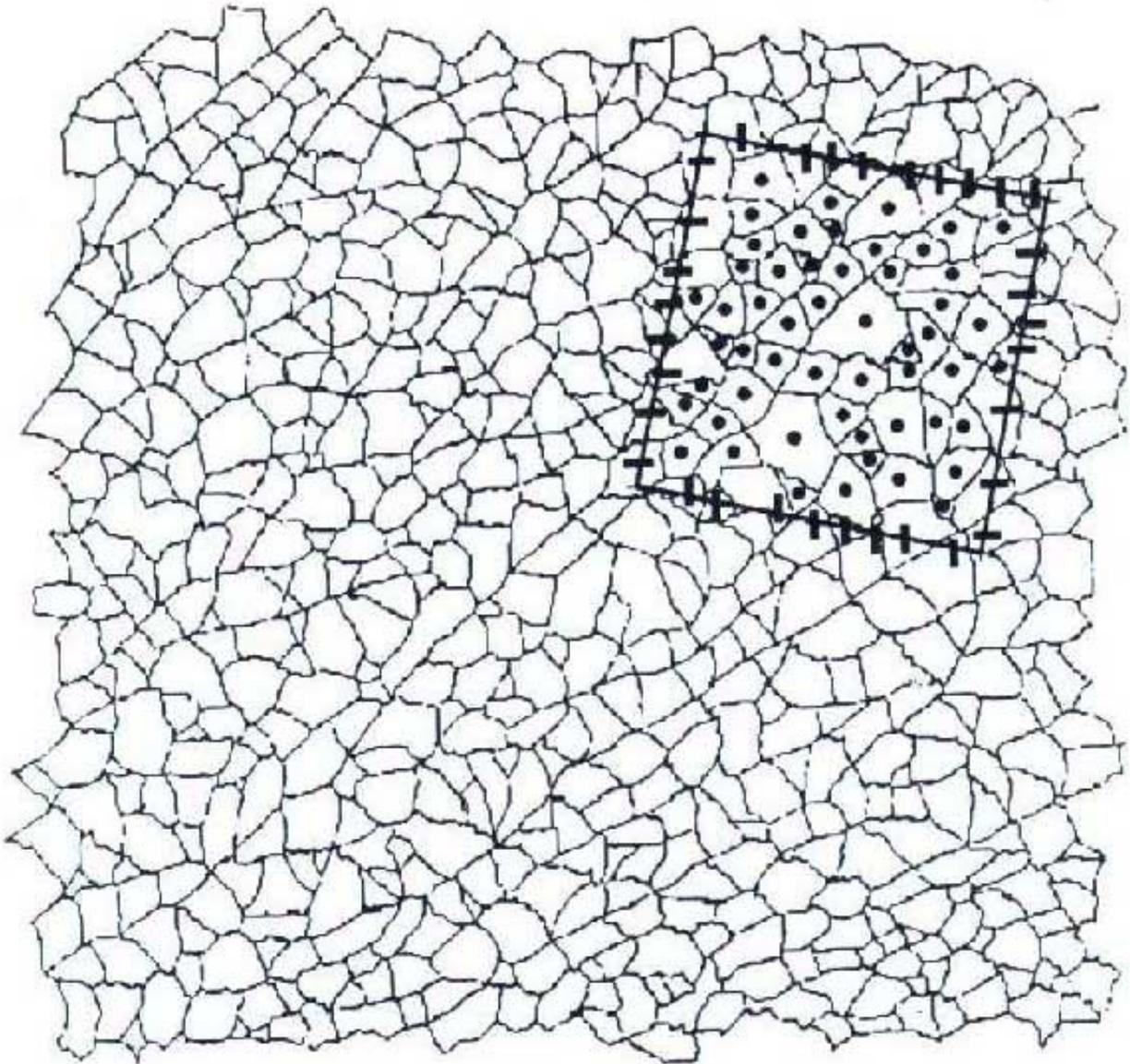


Figura B.3 - Máscara e seleção dos fragmentos centrais e periféricos

B.4 A contagem total dos fragmentos é dada então pela somatória da contagem dos fragmentos periféricos com os centrais. No caso exemplificado, o total é de 69 fragmentos.