

**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) 240-8249
Endereço Telegráfico:
NORMATÉCNICA

Copyright © 1989,
ABNT-Associação Brasileira
de Normas Técnicas
Printed in Brazil/
Impresso no Brasil
Todos os direitos reservados

NOV 1989

NBR 7199

Projeto, execução e aplicações de vidros na construção civil

Procedimento

Origem: Projeto 02:002.28-001/1987
CB-02 - Comitê Brasileiro de Construção Civil
CE-02:002.28 - Comissão de Estudo de Vidros na Construção Civil
NBR 7199 - Glasses for building and civil engineering - Design and application -
Procedure
Esta Norma substitui a NB-226/1975
Reimpressão da NB-226, DE JUL 1988

Palavra-chave: Vidro

18 páginas

SUMÁRIO

- 1 Objetivo
- 2 Documentos complementares
- 3 Definições
- 4 Condições gerais
- 5 Inspeção
- ANEXO - Figuras

1 Objetivo

1.1 Esta Norma fixa as condições que devem ser obedecidas no projeto de envidraçamento em construção civil.

1.2 Esta Norma se aplica a envidraçamento de janelas, portas, divisões de ambientes, guichês, vitrinas, lanternins, chedas e clarabóias.

2 Documentos complementares

Na aplicação desta Norma é necessário consultar:

NBR 6123 - Forças devidas ao vento em edificações -
Procedimento

NBR 7210 - Vidro na construção civil - Terminologia

3 Definições

Os termos técnicos utilizados nesta Norma estão definidos na NBR 7210.

4 Condições gerais

4.1 Classificação

4.1.1 Quanto ao tipo:

- a) vidro recozido;
- b) vidro de segurança temperado;
- c) vidro de segurança laminado;
- d) vidro de segurança aramado;
- e) vidro termoabsorvente;
- f) vidro termorrefletor;
- g) vidro composto.

4.1.2 Quanto à transparência:

- a) chapa de vidro transparente;
- b) chapa de vidro translúcido;
- c) chapa de vidro opaco.

4.1.3 Quanto ao acabamento das superfícies:

- a) chapa de vidro liso;
- b) chapa de vidro float;

- c) chapa de vidro impresso;
- d) chapa de vidro fosco;
- e) chapa de vidro espelhado;
- f) chapa de vidro gravado;
- g) chapa de vidro esmaltado.

4.1.4 Quanto à coloração:

- a) chapa de vidro incolor;
- b) chapa de vidro colorido.

4.1.5 Quanto à colocação:

- a) colocação em caixilhos;
- b) instalação autoportante;
- c) instalação mista.

4.2 Projeto

4.2.1 O envidraçamento é executado conforme projeto específico detalhado, de acordo com as exigências desta Norma, cabendo sua responsabilidade ao autor geral da obra.

4.2.2 Para colocação em caixilhos, o projeto deve incluir, pelo menos, os seguintes elementos:

4.2.2.1 Elementos de cálculo, contendo:

- a) esforços solicitantes considerados;
- b) tensões admissíveis.

4.2.2.2 Desenho dos caixilhos, contendo:

- a) sua inclinação em relação à vertical;
- b) o material utilizado;
- c) forma de funcionamento;
- d) dimensões, inclusive das subdivisões;
- e) posicionamento em relação ao piso e em relação ao solo;
- f) localização na obra, indicando detalhes da construção que possam influir no envidraçamento;
- g) detalhes dos rebaixos com as respectivas folgas;
- h) detalhes de colocação de massas, calços, molduras ou outros dispositivos de fixação e vedação, com especificação do material e dimensões a serem usadas;
- i) detalhes construtivos que permitam a limpeza periódica e a eventual troca da chapa de vidro, com segurança de trabalho;

j) detalhes de proteção das chapas de vidro, em locais em que elas estariam sujeitas a impactos;

k) vidro a ser usado:

- quanto à espessura;
- quanto ao tipo;
- quanto à transparência;
- quanto ao acabamento das superfícies;
- quanto à laboração;
- quanto à coloração;

l) quantidade de chapas de vidro a serem utilizadas, com respectivas dimensões nominais a serem confirmadas no local, após a fixação dos caixilhos.

4.2.3 Para instalação autoportante, o projeto deve incluir, no mínimo:

4.2.3.1 Desenho da instalação completa (elevação vista externamente), por vão, contendo:

a) todas as subdivisões:

- portas de abrir, de correr, pivotantes, sanfonadas, com os respectivos sentidos de aberturas;
- bandeiras e laterais - fixos, basculantes, pivotantes;

b) localização das peças de fixação e suas respectivas discriminações;

c) dimensões totais do vão acabado, considerando nível e prumo, bem como de todas as subdivisões, conforme a Figura 1 do Anexo;

Nota: Para efeito de orçamento, pode ser feita uma medição provisória, a ser confirmada, quando o vão estiver totalmente acabado.

d) detalhes quanto à laboração, excetuando os das peças de fixação, conforme a Figura 2 do Anexo;

Nota: Para o vidro de segurança temperado, só se admitem os acabamentos filetado ou escantilhado, lapidado chanfrado, lapidado redondo e bisotê-fábrica, com ângulo superior ou igual a 30°.

e) detalhes sobre a aplicação de contraventos, conforme a Figura 3 do Anexo;

f) tipo de acabamento dos elementos que compõem o vão, tais como: revestimento, grosso-fino, pedra, mármore, concreto aparente, taco, ladrilho, forro falso;

g) elementos que compõem o vão onde podem ser aplicadas as peças de fixação (forro falso, posição de passagem de canos e dutos, outros de interesse);

h) especificação quanto à:

- transparência;
- coloração;
- espessura;

i) localização da instalação na obra, indicando detalhes da construção que possam influir no envidraçamento;

j) detalhes de colocação de massas, calços, molduras ou outros dispositivos complementares de fixação e vedação, com especificação do material e dimensões a serem usadas;

k) detalhes construtivos que permitam a limpeza periódica e a eventual troca da chapa de vidro, com segurança de trabalho.

4.3.2 As chapas de vidro devem ser armazenadas, conforme a Tabela 1, em pilhas apoiadas em material que não lhes danifique as bordas (borracha, madeira, feltro), com inclinação de 6% a 8% em relação à vertical, conforme a Figura 4 do Anexo. O armazenamento deve ser feito em local adequado ao abrigo de umidade que possa provocar condensações e de contatos que possam danificar ou deteriorar as superfícies do vidro.

4.3.2.1 As pilhas devem ser cobertas de forma não-estanque, permitindo ventilação, evitando porém infiltração de poeira entre as chapas. O local adequado de armazenamento fica a cargo da administração da obra.

4.3.2.2 Visando a uma melhor preservação das chapas de vidro a serem armazenadas na obra, o prazo máximo e as condições de armazenamento devem ser estabelecidos em comum acordo entre fornecedor e consumidor.

4.3 Manipulação e armazenamento

4.3.1 As chapas de vidro devem sempre ser manipuladas de maneira que não entrem em contato com materiais que venham a produzir defeitos em suas superfícies e/ou bordas.

4.3.3 Devem ser estudadas adequadamente as movimentações horizontal e vertical do vidro na obra, bem como sua montagem, em comum acordo entre fornecedor e consumidor.

Tabela 1 - Armazenamento máximo de chapas de vidro por pilha

| Vidro recozido (mm) Espessura nominal | Máximo de chapas por pilha |
|--|----------------------------|
| 2,2 | 100 |
| 3,0 | 65 |
| 4,0 | 50 |
| 5,0 | 40 |
| 6,0 | 30 |
| 8,0 | 25 |
| 10,0 | 20 |
| 12,0 | 18 |
| 15,0 | 15 |
| 19,0 | 10 |
| Vidro temperado (mm) Espessura nominal | Máximo de chapas por pilha |
| 3,0 | 80 |
| 4,0 | 70 |
| 5,0 | 60 |
| 6,0 | 50 |
| 8,0 | 35 |
| 10,0 | 25 |
| 12,0 | 20 |
| Vidro composto | Máximo de chapas por pilha |
| Qualquer espessura | 15 |

4.4 Esforços solicitantes

4.4.1 No cálculo da espessura de uma chapa de vidro, para os fins desta Norma, considerar os seguintes esforços:

4.4.1.1 Pressão do vento

Determinar, inicialmente, a ação do vento, utilizando a expressão:

$$p_v = C q$$

Onde:

p_v = ação do vento, em Pa (N/m^2)

C = coeficiente de forma

q = pressão dinâmica do vento

De acordo com a NBR 6123:

$$q = 0,613 V_k^2 q \text{ em Pa. } V_k \text{ em m/s}$$

Onde:

$$V_k = V_o S_1 S_2 S_3$$

A velocidade básica V_o e os parâmetros S_1 e S_2 são obtidos diretamente da NBR 6123. Para vidraças, esta Norma indica:

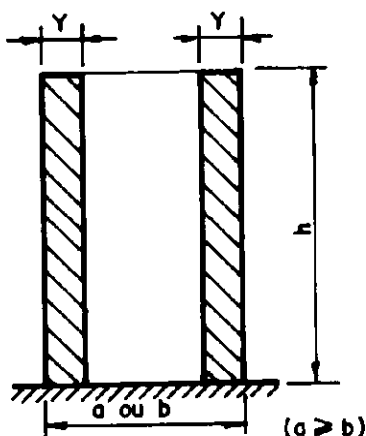
$$S_3 = 0,88$$

Para a determinação do coeficiente de forma, C , há duas alternativas:

- determinar C a partir da combinação mais nociva de pressões externas e internas, de acordo com as peculiaridades da obra ($C = C_e - C_i$);
- usar os valores da Tabela 2.

Tabela 2 - Valores do coeficiente de forma, C , para edificações paralelepípedicas ou a elas semelhantes

| Altura relativa | C em todas as fachadas | |
|-------------------|------------------------|--------------|
| | Zonas Y | Demais zonas |
| $h/b < 1/2$ | 1,7 | 1,5 |
| $1/2 < h/b < 3/2$ | 2,0 | 1,6 |
| $h/b > 3/2$ | 2,2 | 1,8 |



$$Y = 0,2 b \text{ ou } h$$

(usar o menor dos 2)

4.4.1.2 Peso próprio por unidade de área

Para as chapas de vidro não-verticais ou suscetíveis de se inclinarem em relação à horizontal durante os movimentos das subdivisões dos caixilhos, deve ser considerado o peso próprio da chapa por unidade de área, p_p , para efeito do cálculo da espessura.

4.4.1.3 Pressão de cálculo

O valor da pressão de cálculo, considerada atuando normalmente ao plano da chapa de vidro, é dado pela expressão:

$$p_c = 1,2 (p_v + 2p_p \cos \theta), \text{ para vidro recozido}$$

$$p_c = 1,2 (p_v + p_p \cos \theta), \text{ para vidro temperado}$$

Onde:

p_c = pressão de cálculo

p_v = pressão devida ao vento, conforme 4.4.1.1

p_p = peso próprio, por unidade de área, conforme 4.4.1.2

θ = menor ângulo que a chapa de vidro pode formar com a horizontal

2 = coeficiente para levar em conta que o peso próprio é uma carga permanente, uma vez que se utiliza no cálculo a tensão admissível de flexão para as cargas acidentais de 4.5-g)

1,2 = coeficiente para levar em conta os esforços devidos à limpeza e manutenção

4.5 Propriedades físicas

As propriedades físicas são as seguintes:

a) módulo de elasticidade: $E = (75000 \pm 5000)$ MPa;

b) tensão de ruptura à flexão:

- para vidro recozido: (40 ± 5) MPa;

- para vidro de segurança temperado: (180 ± 20) MPa;

c) coeficiente de Poisson: 0,22;

d) massa específica: (2500 ± 50) kg/m³;

e) dureza: entre 6 e 7 na escala de Mohs;

f) propriedades térmicas:

- coeficiente de dilatação linear entre 20°C e 220°C:
 $\alpha = 9 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$;

- coeficiente de condutibilidade térmica a 20°C:
 $K = (0,8 \text{ a } 1) \text{ kcal/m.h}^\circ\text{C}$ (vidro incolor);

- calor específico entre 20°C e 100°C:
 $c = 0,19 \text{ kcal/kg}^\circ\text{C}$;

g) tensão admissível de flexão:

- para vidro recozido: $\bar{\sigma} = (13 \pm 2)$ MPa;
- para vidro de segurança temperado:
 $\bar{\sigma} = (60 \pm 4)$ MPa.

Nota: As variações dos valores anteriormente apresentados originam-se do fato de que as propriedades físicas de um vidro são a média ponderada das propriedades físicas de seus óxidos constituintes.

4.6 Dimensionamento

4.6.1 Cálculo da espessura da chapa de vidro

4.6.1.1 Chapas planas retangulares

Para o caso mais comum de chapas planas retangulares, apoiadas nos quatro lados, obtida a pressão p_c , calcula-se a espessura pela fórmula simplificada de Herzogenrath:

$$e = \frac{a \cdot b}{\sqrt{a^2 + b^2}} \cdot \sqrt{\frac{p_c}{2 \bar{\sigma}}}$$

Onde:

- e = espessura da chapa de vidro, em cm
- a e b = dimensões dos lados da chapa de vidro, em cm
- p_c = pressão de cálculo, conforme 4.4.1.3, em MPa
- $\bar{\sigma}$ = tensão admissível, conforme 4.5-g), em MPa

Nota: A espessura obtida deve obedecer ainda ao disposto em 4.6.2, 4.6.3 e 4.6.4, para os vidros recozidos, e 4.6.5, para os vidros de segurança temperados.

4.6.1.2 Vidraças múltiplas

Nas vidraças múltiplas, cada uma de suas chapas deve ser calculada considerando os esforços solicitantes que efetivamente nelas atuam.

4.6.1.3 Vidros de segurança laminados

Nos vidros de segurança laminados, a resistência da chapa é a mesma da soma das resistências de cada chapa de vidro.

4.6.2 Espessura mínima para vidros recozidos

4.6.2.1 Deve ser empregada, no envidraçamento, a espessura mínima de 2,2 mm para vidros recozidos.

4.6.2.2 Acima do $p_c = 1$ kPa, a espessura nominal mínima de vidro recozido é de 3 mm, mesmo que os resultados da aplicação da fórmula indiquem espessuras menores.

4.6.3 Carga máxima em cada chapa

A carga máxima em cada chapa é dada na Tabela 3.

4.6.4 Dimensões máximas de chapa de vidro

As chapas de vidro recozido, em função das condições de segurança no manuseio e transporte, obedecem às dimensões máximas de utilização indicadas na Tabela 4.

4.6.5 Espessuras mínimas para vidros de segurança temperados

Deve ser empregada, no envidraçamento, a espessura mínima nominal de 3 mm para os vidros de segurança temperados.

4.6.6 Dimensões máximas de chapas de vidro de segurança temperado

Recomenda-se que as chapas de vidro de segurança temperado, em função das condições de segurança no manuseio, transporte e fabricação, obedeçam às dimensões máximas de utilização indicadas na Tabela 5.

4.7 Disposições construtivas

4.7.1 Caixilhos

4.7.1.1 disposições gerais

Os caixilhos devem obedecer às seguintes disposições gerais:

- a) o caixilho que vai receber o vidro deve ser suficientemente rígido para não se deformar;
- b) quando houver previsões de deformações estruturais na obra, deve-se tornar o caixilho independente da estrutura;
- c) se o caixilho e as molduras forem metálicos, devem ser inoxidáveis ou protegidos contra oxidação, através de pinturas ou tratamentos adequados, compatíveis com os materiais de calafetagem para cada caso;
- d) os caixilhos de madeira e de concreto devem receber pelo menos uma camada de pintura de fundo em todo o rebaixo;

Nota: Em qualquer dos casos anteriores, as camadas de pintura devem estar adequadamente secas, antes da colocação da chapa de vidro.

- e) os rebaixos devem estar isentos de umidade, gordura, oxidação, poeira ou outras impurezas.

4.7.1.2 Dimensões dos rebaixos (ver Figura 5 do Anexo)

4.7.1.2.1 O rebaixo aberto obedece à:

- a) altura mínima do rebaixo:
 - pavimento térreo: $H = 10$ mm;
 - demais pavimentos: $H = 16$ mm;
- b) largura mínima do rebaixo:
 - $L = 16$ mm.

Tabela 3 - Carga máxima em cada chapa

| Espessura nominal (mm) | Espessura mínima (mm) | Carga F (N) |
|------------------------|-----------------------|-------------|
| 2,2 | 2,0 | 180 |
| 3,0 | 2,7 | 440 |
| 4,0 | 3,6 | 780 |
| 5,0 | 4,6 | 1260 |
| 6,0 | 5,6 | 1900 |
| 8,0 | 7,1 | 3040 |
| 10,0 | 9,1 | 4970 |
| 12,0 | 11,1 | 6120 |
| 15,0 | 14,1 | 8780 |
| 19,0 | 18,1 | 11930 |

Nota: As espessuras mínimas não se aplicam aos vidros impressos.

Tabela 4 - dimensões máximas de chapa de vidro recozido

| Espessura nominal (mm) | Largura máxima ^(A) (m) | Comprimento máximo ^(B) (m) |
|------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|
| 2,2 | 0,30 | 0,50 |
| 3,0 | 0,60 | 1,30 |
| 4,0 | 1,00 | 1,80 |
| 5,0 | 1,40 | 2,30 |
| 6,0 | 1,80 | 2,80 |

^(A) Largura - menor dimensão da chapa.

^(B) Comprimento - maior dimensão da chapa.

Nota: Acima de 6 mm, a fixação das dimensões máximas fica sujeita a estudos especiais.

Tabela 5 - Dimensões máximas de chapas de vidro de segurança temperado

Unid.: mm

| Espessuras | | Colocação em caixilhos | | | | Colocação autoportante | | | | Vidro esmaltado VF-VL-VI | | | | Relação mínima Larg./comp. |
|------------|----|----------------------------|------|------------------------|------|----------------------------|------|------------------------|------|--------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------------|
| | | Comprimento ^(A) | | Largura ^(B) | | Comprimento ^(A) | | Largura ^(B) | | Col. em caixilho | | Col. autoportante | | |
| VF-VL | VI | VF-VL | VI | VF-VL | VI | VF-VL | VI | VF-VL | VI | Comp. ^(A) | Larg. ^(B) | Comp. ^(A) | Larg. ^(B) | |
| 3 | - | 900 | - | 500 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1/3 |
| 4 | 4 | 900 | - | 500 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1/3 |
| 5 | - | 1300 | - | 850 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1/4 |
| 6 | - | 2000 | - | 1100 | - | 2000 | - | 900 | - | 2000* | 1100* | 2000* | 900* | 1/5 |
| 8 | 8 | 2500 | 2500 | 2000 | 2000 | 2500 | 2500 | 1500 | 1500 | 2500 | 1500 | 2500 | 1500 | 1/8 |
| 10 | 10 | 3500 | 3200 | 2700 | 2700 | 3200 | 3200 | 2700 | 2700 | 3000 | 2000 | 3000 | 2000 | 1/10 |
| 12 | - | 3500 | - | 2700 | - | 3500 | - | 2700 | - | 3000* | 2000* | 3000* | 2000* | 1/10 |

^(A) Comprimento: maior dimensão da chapa.

^(B) Largura: menor dimensão da chapa.

^(*) Exceto VI.

Notas: a) As portas não devem ultrapassar 1000 mm x 2200 mm.

b) VF - vidro float;

VL - vidro liso;

VI - vidro impresso.

c) As dimensões máximas dependem mais das instalações de produção existentes do que das condições de trabalho e manuseio.

4.7.1.2.2 O rebaixo fechado obedece à:

a) altura mínima do rebaixo, função do semiperímetro "p" da chapa de vidro:

- para $p < 2,50$ m: $H = 12$ mm;
- para $2,50$ m $\leq p \leq 5,00$ m: $H = 16$ mm;
- para $5,00$ m $\leq p \leq 7,00$ m: $H = 20$ mm;
- para $p > 7,00$ m: $H = 25$ mm;

b) largura mínima do rebaixo:

$$L = e + M + Fla + Flp$$

Onde: (ver Figura 5 do Anexo)

- L = largura do rebaixo
- e = espessura da chapa de vidro
- M = largura da moldura
- Fla = folga lateral anterior
- Flp = folga lateral posterior

4.7.2 Envidraçamentos

4.7.2.1 disposições gerais

O envidraçamento obedece às seguintes disposições gerais:

- a) as chapas de vidro devem ser colocadas de tal modo que não sofram tensões suscetíveis de quebrá-las, tais como: dilatação, contração ou deformação do caixilho, deformação ou recalque da obra;
- b) não é permitido o contato das bordas das chapas de vidro entre si, com alvenaria ou peças metálicas;
- c) a fixação das chapas de vidro deve ser tal que impeça o seu deslocamento em relação aos elementos de fixação, excetuados os casos em que o projeto prevê movimentações;
- d) quando uma separação for executada, total ou parcialmente, com chapas de vidro cuja presença não seja perfeitamente discernível, devem-se tomar precauções através de sinalização adequada, para evitar acidentes;
- e) quando houver chapas de vidro com bordas livres acessíveis, estas devem ser laboradas;
- f) as bordas das chapas de vidro, em qualquer caso, não devem apresentar defeitos que venham a prejudicar a utilização ou resistência do vidro após a colocação;
- g) o envidraçamento sobre passagem em vidro recozido deve ser na vertical e ter todo seu perímetro fixado em rebaixo;
- h) o envidraçamento de balaustradas, parapeitos, sacadas e vidraças não-verticais sobre passagem

deve ser executado com vidros de segurança laminados ou aramados, salvo se for prevista proteção adequada;

- i) no caso de utilização em clarabóias ou telhados, para iluminação de passagem ou locais de trabalho, a vidraça deve ser adequadamente protegida com telas metálicas ou outros dispositivos, e, quando não o for, o vidro deve ser de segurança aramado ou laminado;
- j) o envidraçamento em caixilhos e em contato com o meio exterior deve apresentar estanqueidade à água e ao vento;
- k) todos os materiais utilizados no envidraçamento devem ser compatíveis entre si, com as chapas de vidro e com os materiais dos caixilhos;

Notas: a) Os contatos bimetalicos que ocasionam a corrosão de um dos metais devem ser evitados.

b) Admite-se, na colocação em caixilhos de madeira, a utilização de pinos ou pregos para dar maior segurança na fixação da chapa de vidro, devendo os rebaixos serem preenchidos com massa.

- l) a colocação da chapa de vidro com massa deve ser feita com duas demãos, quer em rebaixo aberto, quer em rebaixo fechado, com exceção do caso de colocação em caixilho de madeira, no qual é admissível somente uma demão de massa;
- m) a chapa de vidro, ao ser colocada com duas demãos de massa, deve ser forçada de encontro à primeira demão (colchão posterior e de fundo), de maneira a manter uma camada uniforme de massa de espessura não inferior a 2 mm;
- n) a massa deve ser aplicada de maneira a não formar vazios, e sua superfície aparente deve ser lisa e regular;
- o) após a colocação da chapa de vidro, as massas ou gaxetas devem ser protegidas contra as intempéries (por exemplo: pinturas, obturadores), salvo nos casos em que sua composição química dispense tal proteção;
- p) as massas e gaxetas em geral devem adaptar-se às dilatações, deformações e vibrações causadas por variações de temperatura ou ações mecânicas; não devem escoar nem assentar, mantendo boa aderência ao vidro e caixilho. Antes de sua colocação, deve-se verificar se os rebaixos estão convenientemente preparados;
- q) acima do pavimento térreo, as chapas de vidro, quando dão para o exterior e não têm proteção adequada, só podem ser colocadas a 1,10 m acima do respectivo piso; abaixo desta cota, quando sem proteção adequada, o vidro deve ser de segurança laminado ou aramado. Internamente, os vidros recozidos só podem ser colocados a partir de 0,10 m acima do piso;
- r) o envidraçamento em caixa de escadas deve ser executado em vidro aramado;

- s) no pavimento térreo, os vidros recozidos só podem ser colocados a partir de 0,10 m acima do piso e, quando se tratar de vitrinas, deve-se, ainda, prever proteção adequada de resguardo aos transeuntes, ou empregar vidros de segurança. No caso de portas ou divisórias, quando não houver proteção adequada, também deve ser usado vidro de segurança;
- t) os locais sob as áreas de envidraçamento, durante sua execução, devem ser interditados para fins de segurança pessoal ou, caso não seja possível, estes locais devem ser adequadamente protegidos;
- u) após o envidraçamento, deve-se evitar a aplicação, na chapa de vidro, para assinalar a sua presença, de pintura com materiais higroscópicos, como, por exemplo, a cal, alvaiade (que provocam ataques à sua superfície), ou a marcação com outros processos que redundem em danos à superfície da chapa;
- v) em vidraças duplas ou múltiplas, as superfícies das chapas de vidro, que limitam as câmaras de ar, devem ser perfeitamente limpas antes do envidraçamento.

4.7.2.2 Envidraçamento com massa

4.7.2.2.1 Rebaixo aberto:

- a) este tipo de envidraçamento só é admitido para vidros até 4 mm, no máximo; nos caixilhos de madeira, devem-se utilizar dispositivos de fixação para melhorar a sustentação das chapas de vidro, tais como pregos sem cabeça (arestas), cavilhas (não mais do que uma por travessa);
- b) a menor dimensão do cordão no rebaixo aberto é de 10 mm.

4.7.2.2.2 Rebaixo fechado:

- a) vidraças interiores:
 - quando o caixilho for de madeira ou plástico (com dureza inferior à do vidro), a fixação das chapas de vidro pode ser feita com moldura de madeira ou plástico, sem massa;
 - quando o caixilho for metálico, a fixação das chapas deve ser feita com duas demãos de massa;
- b) vidraças exteriores:
 - quando o caixilho for de madeira ou plástico, deve-se colocar a moldura, pelo menos, com o colchão de fundo e anterior;
 - quando o caixilho for metálico, a fixação das chapas deve ser feita com duas demãos de massa;
- c) quando a moldura for fixada por pregos, deve-se aplicar previamente um colchão junto à chapa de vidro e, em seguida, pressionar a moldura, fazendo fluir a massa ao longo desta, de maneira a se obter uma folga anterior uniforme;
- d) em outros casos, fixa-se a moldura; em seguida, aplica-se a massa de maneira a preencher a folga lateral anterior.

4.7.2.3 Envidraçamento com gaxeta

4.7.2.3.1 As gaxetas são aplicadas sob pressão em rebaixos fechados.

4.7.2.3.2 As gaxetas podem ser colocadas conjuntamente com outros materiais calafetantes, desde que compatíveis.

4.7.2.4 Folgas de borda e laterais

A folga de borda deve ter, no mínimo, 3 mm e as folgas laterais, no mínimo, 2 mm (ver Figura 5 do Anexo).

4.7.2.5 Calços

4.7.2.5.1 Calços em envidraçamentos verticais são usados quando:

- a) a massa da chapa de vidro for superior a 4 kg;
- b) uma das dimensões da chapa de vidro for superior a 1 m.

Notas: a) Considera-se exceção o caso de basculante de eixo fixo com possibilidade de rotação acima de 90°, onde são necessários quatro calços de borda de apoio.

b) Considera-se calço de borda aquele que recebe os esforços correspondentes das chapas de vidro.

4.7.2.5.2 Os calços de borda que naturalmente não recebem os esforços da chapa de vidro são considerados calços de borda complementares, sendo obrigatórios quando houver risco de deslizamento da chapa (ver Figura 6 do Anexo).

4.7.2.5.3 As dimensões dos calços de borda da chapa são:

- a) espessura igual à folga da borda;
- b) largura igual à espessura do vidro mais duas folgas laterais, isto é: $e + 2Fl$ (ver Figura 5 do Anexo);
- c) comprimento de acordo com o material do calço, de maneira a evitar seu esmagamento ou deformações excessivas que provoquem o contato da chapa com o caixilho; para $e \geq 4$ mm, deve ser ≥ 50 mm.

4.7.2.5.4 Os calços de borda são posicionados em geral entre 1/10 e 1/15 da dimensão do respectivo lado da chapa, a partir do canto do vidro, nos caixilhos fixos, de abrir, maxilar, de correr, guilhotina e sanfona. No caso dos caixilhos pivotantes, os calços de borda de apoio são posicionados em relação ao eixo de rotação (ver Figura 6 do Anexo).

4.7.2.5.5 Os calços laterais são obrigatórios quando o material utilizado na calafetagem não se tornar suficientemente rígido para equilibrar as pressões transmitidas pela chapa de vidro, normalmente a seu plano, para manter a folga uniforme e evitar o contato da chapa de vidro com o caixilho. São dispostos aos pares quando o rebaixo for fechado em ambos os lados. No mínimo dois pares distantes entre si em 40 cm a 50 cm (quando possível) (ver Figura 5 do Anexo).

4.7.2.5.6 As dimensões dos calços laterais da chapa são:

- a) espessura = folga lateral;
- b) largura = inferior à altura do rebaixo;
- c) comprimento = ver 4.7.2.5.3-c).

4.7.2.6 Envidraçamentos não-verticais

4.7.2.6.1 No envidraçamento, com gaxetas que envolvam a borda e as laterais do vidro, pode-se dispensar a utilização de calços.

4.7.2.6.2 Em caixilhos móveis, que se projetam para o exterior, recomenda-se a utilização de vidros de segurança.

4.7.2.6.3 Em caixilhos móveis, que se projetam para o exterior, nos edifícios de mais de dois pavimentos, com projeção superior a 0,25 m em relação à face da fachada ou à aba de proteção, deve ser utilizado unicamente vidro de segurança.

4.7.3 Disposições especiais

4.7.3.1 Vidro de segurança temperado

4.7.3.1.1 O vidro de segurança temperado não pode sofrer recortes, perfurações ou lapidações, salvo polimento leve, inferior a 0,3 mm de profundidade.

4.7.3.1.2 Em colocações autoportantes, através de ferragens, devem-se interpor, entre as ditas peças e a chapa de vidro, materiais imputrescíveis, não-higroscópicos e que não escoem, com o tempo, sob pressão.

4.7.3.1.3 Para colocação autoportante, recomendam-se as seguintes distâncias entre as bordas das chapas de vidro (medidas no ponto de maior afastamento):

- a) entre peças móveis, 2 a 3 mm;
- b) entre peças móveis e fixas, 3 a 4 mm;
- c) entre peças móveis e piso, 7 a 8 mm;
- d) entre chapas fixas, 1 a 2 mm.

4.7.3.1.4 Para laboração em chapas de vidro recozido, destinados à têmpera, deve-se observar o disposto nas Figuras 7 e 8 do Anexo.

4.7.3.2 Vidro de segurança laminado

4.7.3.2.1 Para os vidros de segurança laminados, as massas e gaxetas, bem como os calços, devem ser neutros em relação ao plástico do vidro laminado.

Nota: Os materiais de vedação devem, além do mais, conservar a plasticidade e aderência, através do tempo.

4.7.3.3 Vidro termoabsorvente recozido

4.7.3.3.1 No projeto e aplicação dos vidros termoabsorventes, devem-se observar rigorosamente as condições e precau-

ções recomendadas pelo fabricante, sendo condições mínimas as seguintes:

- a) evitar grandes diferenças de temperatura entre as partes de uma mesma face da chapa;
- b) ter suas bordas tratadas com acabamento no mínimo "corte limpo";
- c) em aplicações em caixilhos de alta condutibilidade térmica (exemplo: concreto, alumínio maciço), recomenda-se temperar o vidro;
- d) aplicar massa elástica ou plástica com baixo coeficiente de condutibilidade térmica, sendo ideal o uso de gaxetas de neoprene.

4.7.3.4 Vidros compostos

No projeto e aplicação de vidros compostos, devem-se observar rigorosamente as condições e precauções recomendadas pelo fabricante, sendo condições mínimas as seguintes:

- a) os vidros compostos não podem sofrer modificações ao serem colocados;
- b) as massas, gaxetas e calços devem ser compatíveis com os materiais que constituem os vidros compostos.

4.7.3.5 Vidraça múltipla

Ao se executar na obra uma vidraça múltipla, devem-se tomar precauções no sentido de evitar condensações nas faces internas das chapas de vidro.

4.8 Limpeza e conservação

O encargo da primeira limpeza das chapas de vidro, após sua colocação, deve ser previamente estabelecido entre fornecedor e consumidor.

5 Inspeção

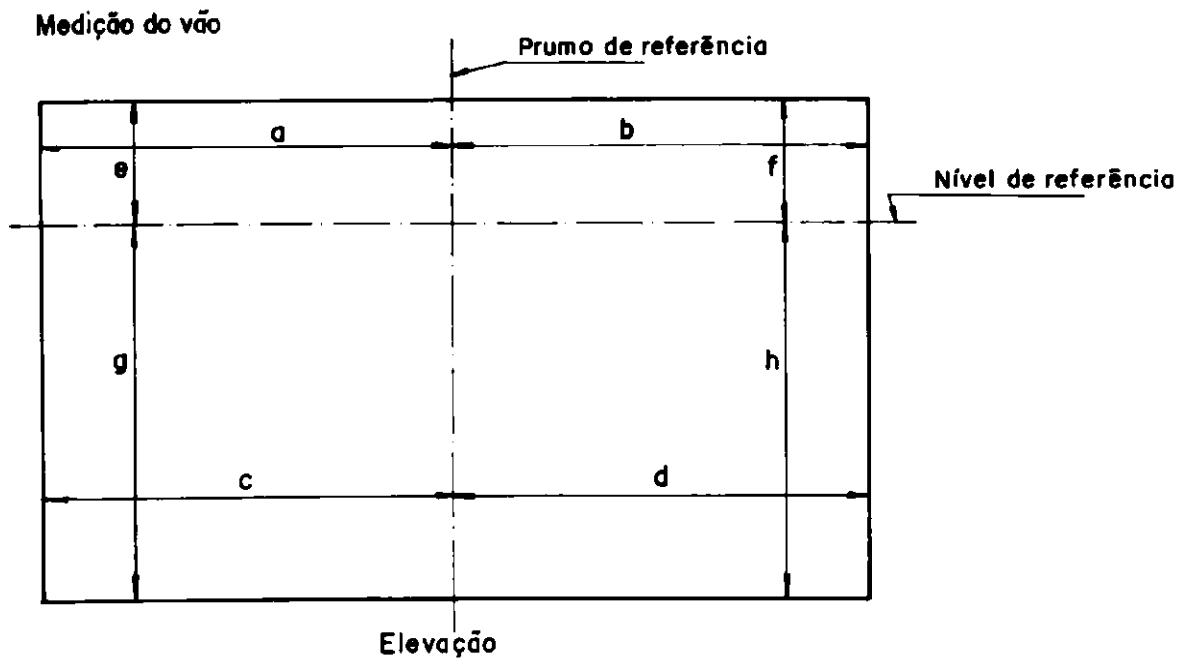
5.1 Responsável

A montagem das chapas de vidro deve ser acompanhada por um responsável e, na sua ausência, por um preposto para representá-lo perante a administração da obra e nas relações com a fiscalização.

5.2 Aceitação da obra

Comprovado que a colocação tenha sido projetada e executada de acordo com a presente Norma, ela deve ser considerada satisfatória e conseqüentemente aceita.

ANEXO - Figuras



Nota: Em função das dimensões do vão será necessário tomada de prumo e nível, em maior quantidade.

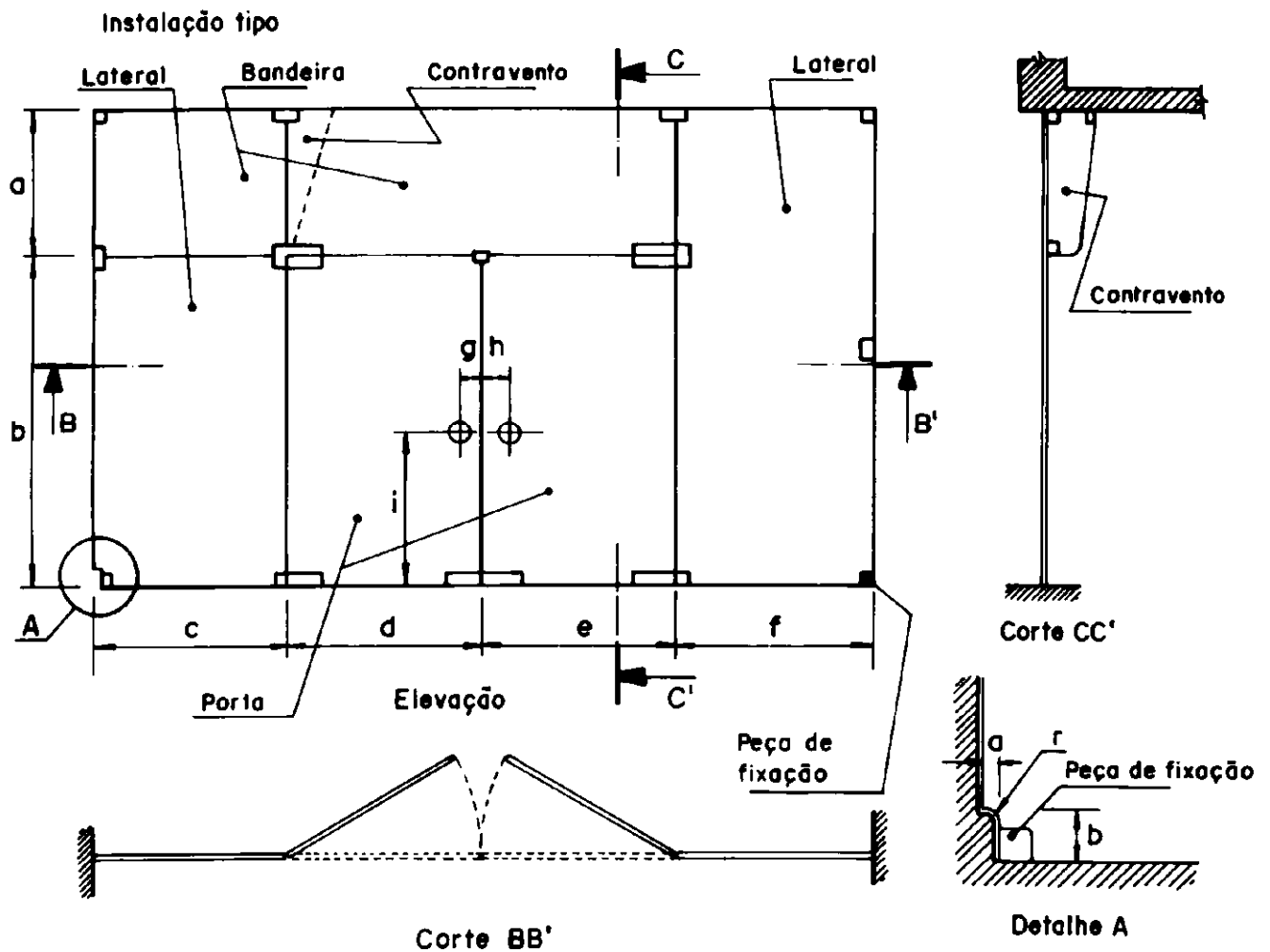
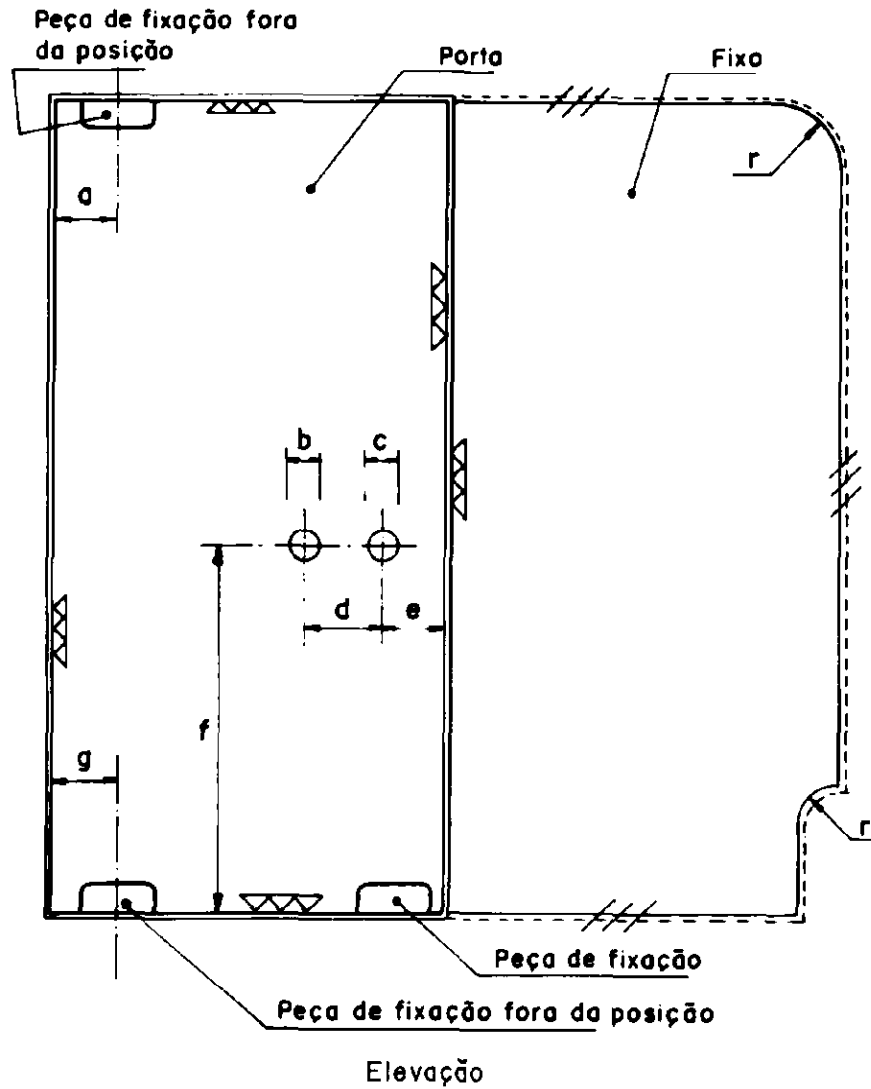


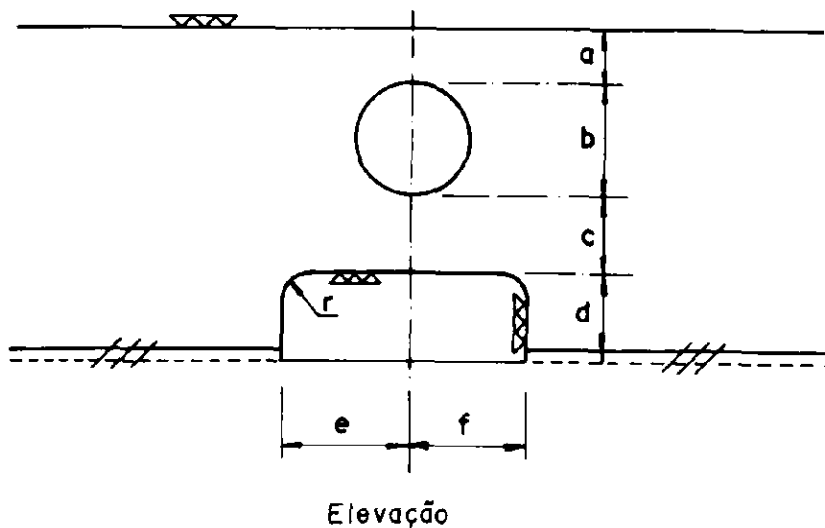
Figura 1 - Colocação autoportante

Instalações



Nota: Cotas "a" e "g" somente em casos de fixação fora da posição convencional.

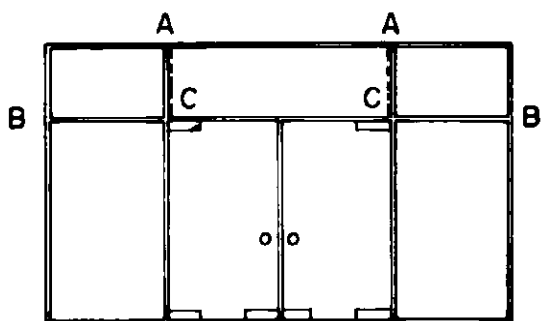
Guichês



Nota: // escantilhado

∇ lapidado chanfrado ou lapidado redondo

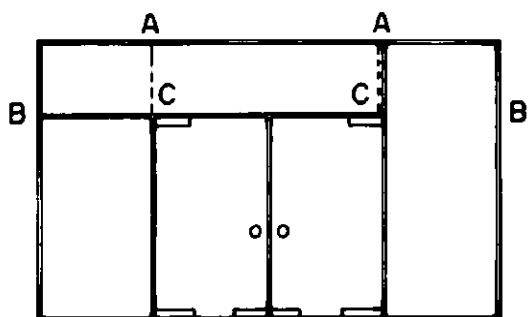
Figura 2 - Detalhes de laboração



Várias peças fixas e portas

Há necessidade de contravento se:

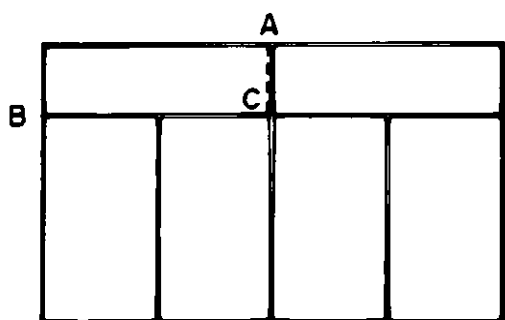
$AC + BC \geq 800\text{mm}$



Bandeira, laterais, fixos e portas

Há necessidade de contravento se:

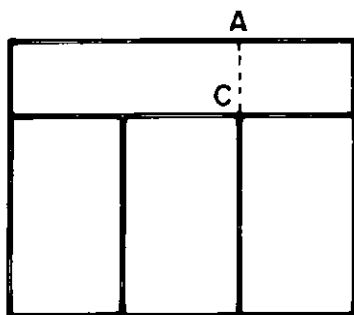
$AC + BC \geq 1600\text{mm}$



Instalação fixa

Há necessidade de contravento se:

$AC + BC \geq 2500\text{mm}$ ou $AC > 500\text{mm}$



Instalação fixa

Há necessidade de contravento se:

$AC > 500\text{mm}$

Nota: Em qualquer caso, se uma das medidas AC ou BC for inferior a 300 mm, não há necessidade de contravento, seja qual for a outra dimensão. Casos não constantes acima, consultar os fabricantes.

Figura 3 - Necessidade de contravento

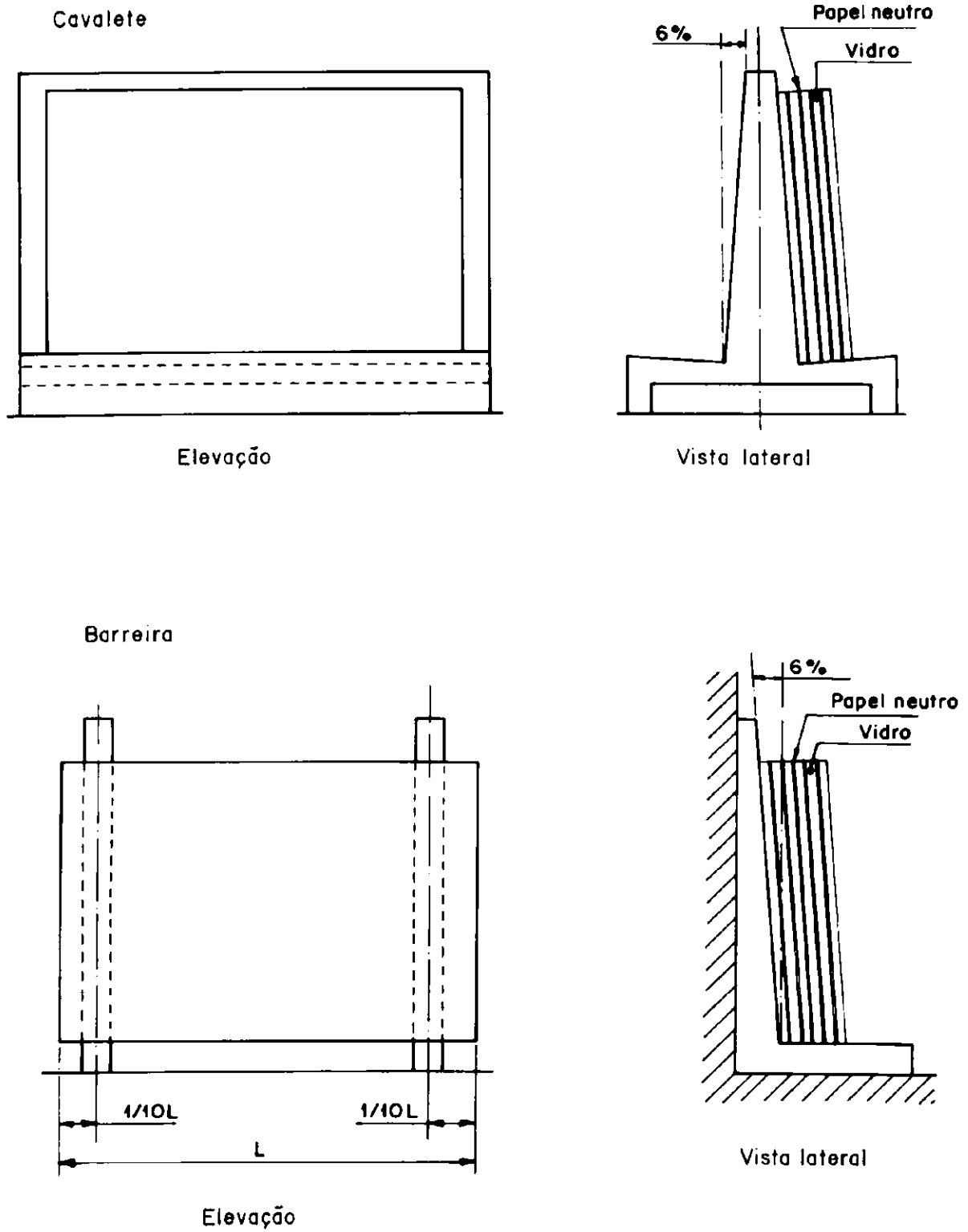
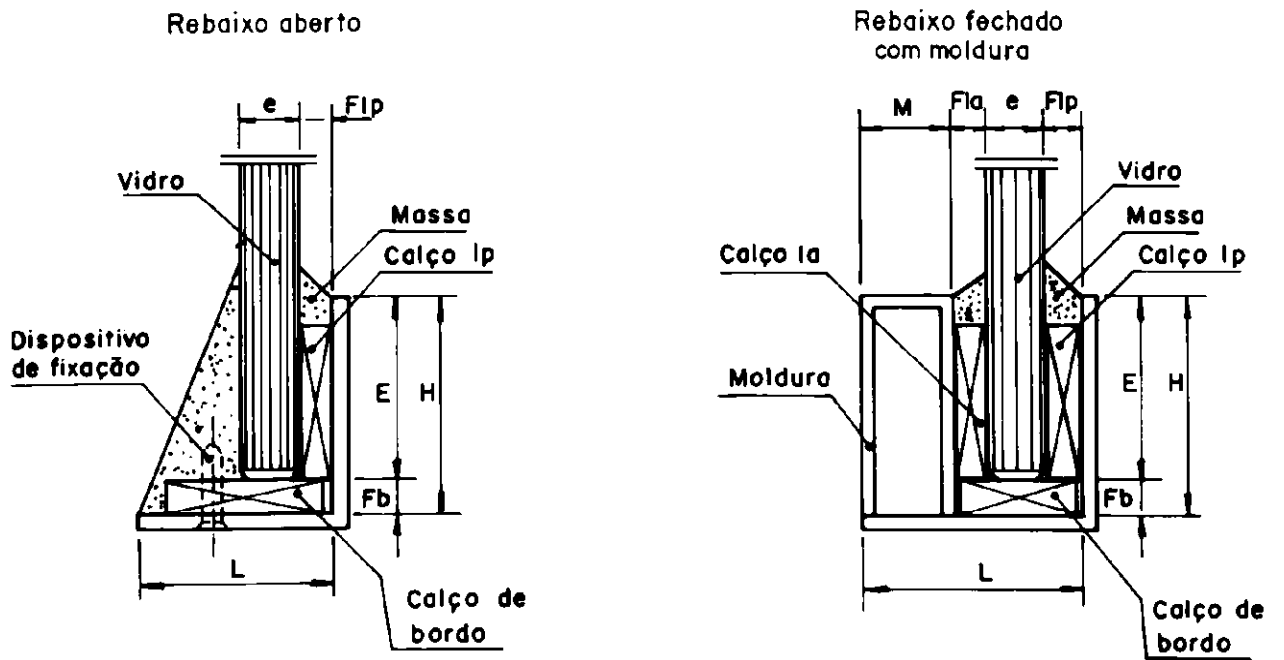


Figura 4 - Armazenamento



- Flp - folga lateral posterior
- Fia - folga lateral anterior
- E - encosto
- lp - lateral posterior
- H - altura
- L - largura
- Fb - folga de bordo
- Fl - folga lateral
- M - largura da moldura
- e - espessura do vidro

Figura 5 - Rebaixos

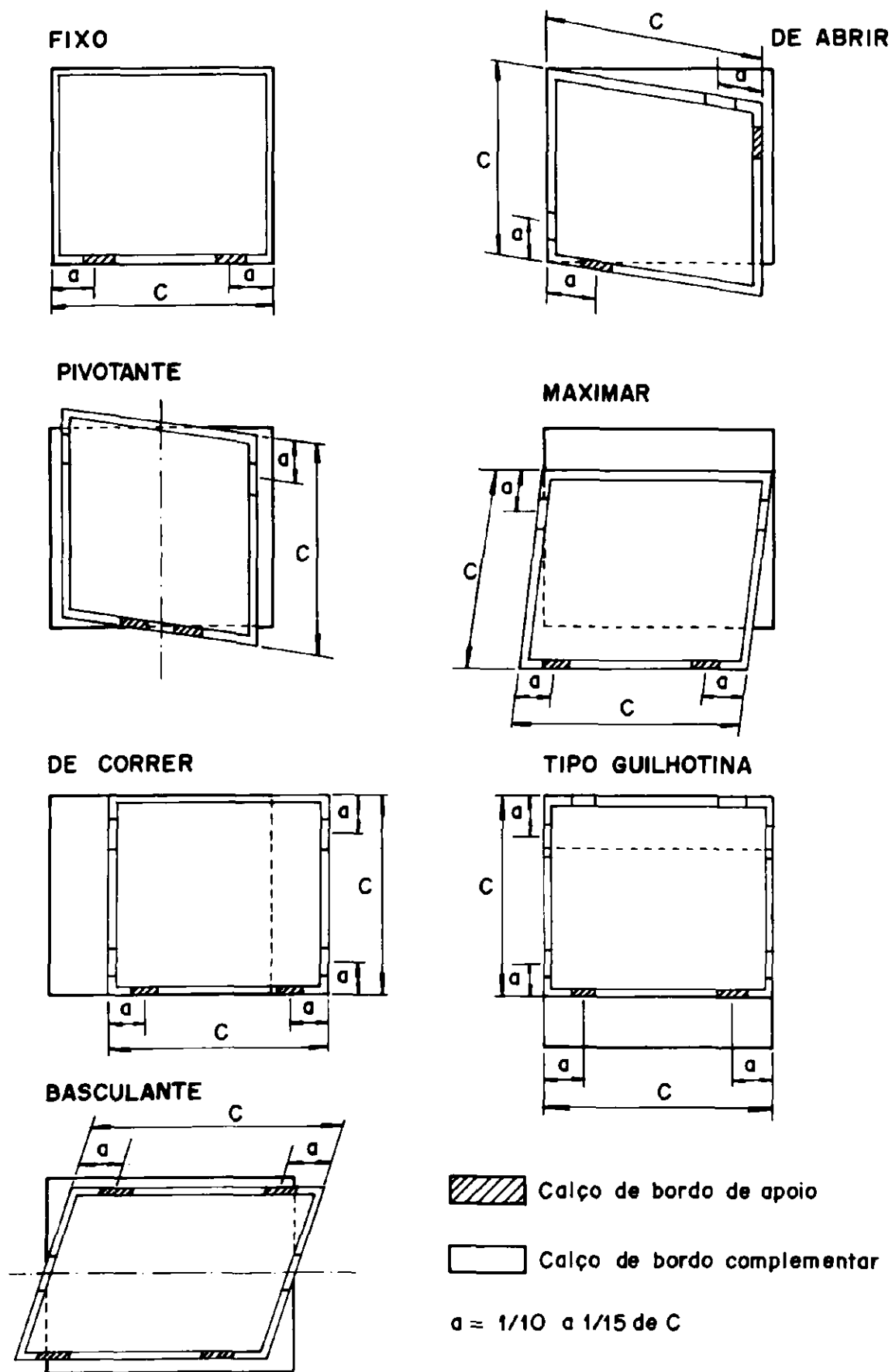
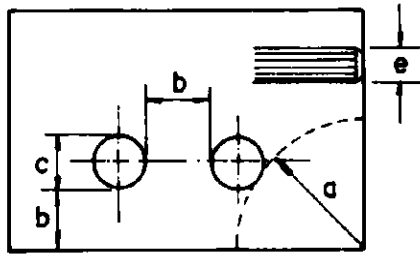
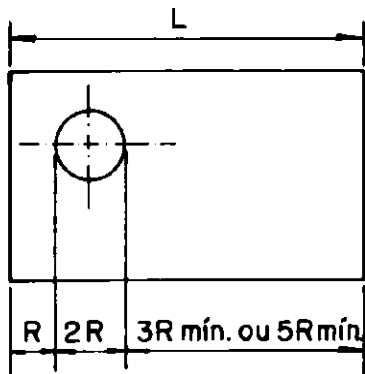


Figura 6 - Posicionamento dos calços



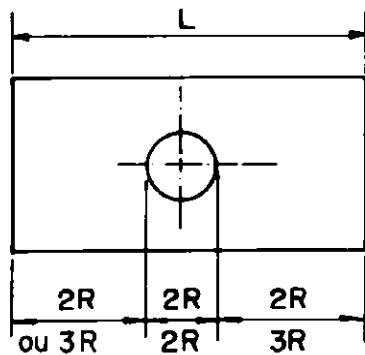
Furos até $\varnothing 80$ mm

- e = espessura da chapa
- $a > 6e$
- $b \geq 3e$
- $c \geq e$



Furos de e acima de 80 mm deslocados do centro da chapa

Um furo pode situar-se a uma distância de bordo igual ao seu raio, desde que o outro bordo não-adjacente esteja a uma distância de três vezes o raio para vidros de 9 mm a 10 mm e cinco vezes o raio para vidros de 8 mm a 9 mm.

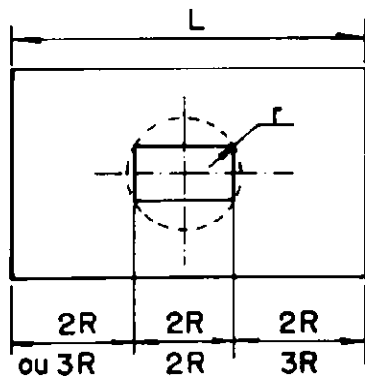


Furos de e acima de 80 mm colocados no centro da chapa

Um furo colocado no centro da chapa deve ter um diâmetro máximo de $1/4$ do comprimento da chapa, quando esta for de 8 mm a 9 mm, e de $1/3$, quando for de 9 mm a 10 mm.

$2R/L = 1/4$ para vidros de 8 mm a 9 mm e

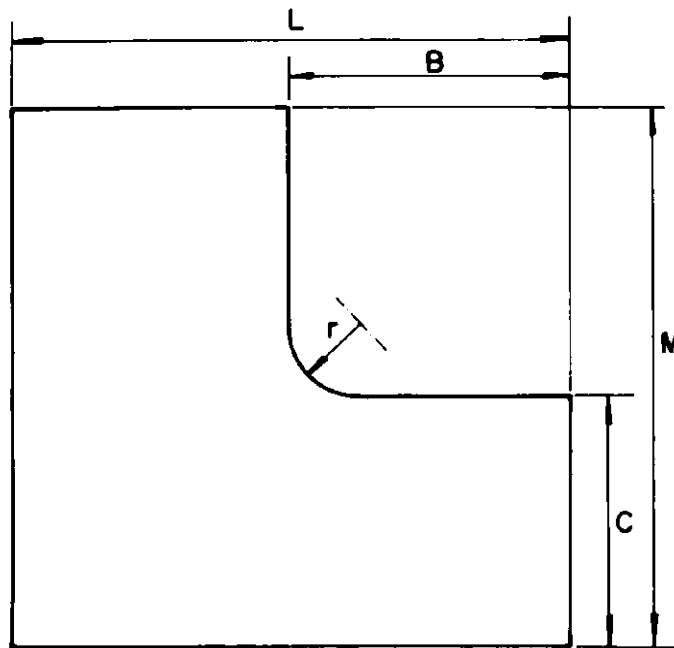
$2R/L = 1/3$ para vidros de 9 mm a 10 mm.



Furos retangulares

Os furos retangulares ou quadrados devem estar inscritos em um círculo conforme os padrões mostrados. O raio mínimo dos cantos destes furos retangulares ou quadrados é de 20 mm $r \geq 20$ mm.

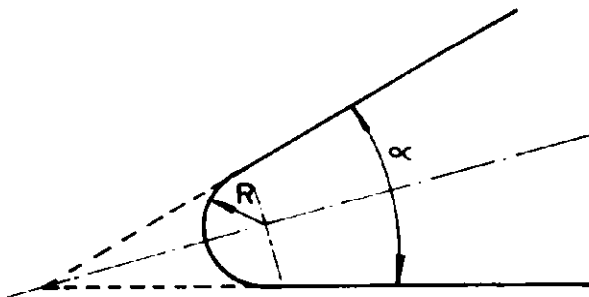
Figura 7 - Laboração - Furos



Espessuras

| | 8 (mm) | 10 (mm) |
|------------|-----------|------------|
| $B/L \leq$ | 1/4 | 1/3 |
| $C/B \geq$ | 1 | 1 |

Peças em L



$$\alpha \geq 30^\circ$$

$$\text{para } \alpha = 30^\circ, R = e/2$$

Peças com ângulos agudos

Nota: Não se admite têmpera em chapas de vidro com ângulos inferiores a 30° . Para ângulos com 30° , o vértice deve ser arredondado, resultando em um raio igual à metade da espessura do vidro.

Figura 8 - Laboração