

Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto



Departamento de Engenharia Civil

Mestrado / Especialização em Construção de Edifícios

Tecnologia de Fachadas

Prof. Vasco Peixoto Freitas

Manual de boas práticas de escolha de vãos envidraçados

Exigências Funcionais de Vãos Envidraçados

Francisco José Carvalho Ramalheira  
Aluno Nº 040567007

Porto, Junho de 2005

## ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. EXIGÊNCIAS FUNCIONAIS DE VÃOS ENVIDRAÇADOS.....	2
2.1. Resistência Mecânica e Estabilidade.....	2
2.1.1. Resistência e deformação ao Vento.....	2
2.1.2. Resistência ao choque .....	3
2.1.2.1. Protecção Contra a Queda de Pessoas .....	3
2.1.2.2. Protecção Contra a Colisão Acidental .....	4
2.1.3. Resistência Anti Sísmica .....	4
2.2. Comportamento Térmico e Lúmnico .....	5
2.2.1. Coeficiente de Transmissão Luminosa .....	5
2.2.2. Coeficiente de Transmissão Térmica .....	6
2.2.3. Factor Solar .....	7
2.3. Segurança Contra Incêndios.....	8
2.3.1. Reacção ao fogo.....	8
2.3.2. Resistência ao fogo .....	8
2.4. Comportamento Higrométrico .....	9
2.4.1. Estanqueidade à Água da Chuva e da Neve.....	9
2.4.2. Permeabilidade ao Ar .....	10
2.5. Protecção Contra o Ruído.....	13
2.5.1. Índice de Isolamento Sonoro a Ruídos de Condução Aérea .....	13
2.5.2. Redução Acústica ou Sonora .....	13
2.6. Outras Exigências .....	14
2.6.1. Protecção Contra o Vandalismo e Intrusão.....	14
2.6.2. Protecção Contra Armas de Fogo .....	15
2.6.3. Características de Funcionamento .....	15
2.6.4. Resistência à Corrosão .....	16
2.6.5. Emissão de Poluentes para o Meio Interior.....	17
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	18
4. ANEXOS .....	19

# EXIGÊNCIAS FUNCIONAIS DE VÃOS ENVIDRAÇADOS

Francisco Ramalheira (Eng. Mecânico)

## 1. INTRODUÇÃO

O presente trabalho tem como objectivo a descrição das exigências funcionais para uso posterior na elaboração de cadernos de encargos exigenciais. Foi realizado no âmbito da disciplina de Tecnologia de Fachadas do curso de Mestrado em Construção de Edifícios, leccionada pelo Prof. Vasco Peixoto Freitas, no decorrer do ano lectivo de 2004/2005.

A definição de critérios exigenciais na elaboração de cadernos de encargos pretende ser um método eficaz para evitar erros ou omissões que conduzam a instalação de elementos construtivos que não correspondam às expectativas de funcionamento exigidas. Assim consegue-se de uma forma simples e compacta, por exemplo através de um número, letra ou combinação destes, especificar as características que se pretende que tenham os elementos a instalar. Embora à partida pareça simples, a realidade comprova que a tarefa a realizar é, de certa forma, hercúlea. Os grandes desafios encontrados centraram-se essencialmente ao nível da informação, já que na grande maioria das vezes esta não está facilmente acessível (por exemplo o caso das Normas Europeias que apesar de existentes são extremamente dispendiosas) e a existente está dispersa, mal organizada, e muitas vezes desactualizada.

Entende-se contudo que o trabalho realizado pretende fornecer uma lista de especificações ou critérios a definir nos cadernos exigenciais, que deve em todo o caso constituir a base de um documento evolutivo. Contudo, convém não esquecer que determinados critérios apesar de passíveis de definição, não se conseguem traduzir numa classe, letra ou número único; caso disto é, por exemplo, os ensaios mecânicos a realizar para garantir que os vãos envidraçados estão aptos a desempenhar a função para a qual estavam projectados.

Como nota final refira-se que o presente trabalho possui ainda algum espaço para desenvolvimento, nomeadamente nos critérios que podem ainda ser definidos, bem como a na melhoria contínua dos critérios agora definidos.

## 2. EXIGÊNCIAS FUNCIONAIS DE VÃOS ENVIDRAÇADOS

### 2.1. Resistência Mecânica e Estabilidade

#### 2.1.1. Resistência e deformação ao Vento

A resistência e deformação ao vento são avaliadas através das seguintes etapas:

- Ensaio de determinação das flechas;
- Ensaio de fadiga para um número de 50 ciclos de pressão depressão;
- Controlo da permeabilidade ao ar face a valores de medida iniciais;
- Aplicação das pressões de segurança.

Para efectuar os ensaios acima escritos é necessário definir as pressões de ensaio a utilizar:

Tabela 1 – Classificação das pressões do vento

		Classes						Exxxx
		0	1	2	3	4	5	
Pressões	P1	Sem ensaio	400 Pa	800 Pa	1200 Pa	1600 Pa	2000 Pa	xxxx (1)
	P2 (2)	Sem ensaio	200 Pa	400 Pa	600 Pa	800 Pa	1000 Pa	
	P3	Sem ensaio	600 Pa	1200 Pa	1800 Pa	2400 Pa	3000 Pa	

(1) – Para pressões de ensaio superiores as disponíveis para a classe 5, a janela terá uma classe Exxxx em que xxxx será a pressão de ensaio superior a P1 (2000 Pa)

(2) – Esta pressão é repetida 50 vezes

A pressão P1 é utilizada para determinação das flechas, P2 para o ensaio de fadiga e finalmente P3 para o ensaio de segurança.

A realização do ensaio de determinação de flechas irá fornecer valores aos quais corresponderá a classificação dada na Tabela 2.

Tabela 2 – Classificação do ensaio de determinação das flechas

Classe de rigidez	Flecha
A	< 1/150
B	< 1/200
C	< 1/300

Uma vez determinada a flecha é possível com base na sua resistência à pressão do vento classificar as janelas como disposto na Tabela 3:

Tabela 3 – Classificação segundo a resistência ao vento

		Flecha		
		A	B	C
Classes de pressão do vento	1	A1	B1	C1
	2	A2	B2	C2
	3	A3	B3	C3
	4	A4	B4	C4
	5	A5	B5	C5
	Exxxx	AExxxx	BExxxx	CExxxx

## 2.1.2. Resistência ao choque

### 2.1.2.1. Protecção Contra a Queda de Pessoas

Os vidros que se denominam como vidro de segurança para protecção contra a queda de pessoas são aqueles localizados em:

- janelas, excluindo aquelas que efectuam a separação de varandas, terraços ou galerias, e cuja parte superior se situa a menos de 1 metro da zona de estacionamento normal (ver definição no Anexo 1);
- guardas de varandas, esplanadas, galerias e alpendres, e cuja parte inferior está situada a menos de 1 m da zona de estacionamento normal.

Os critérios de resistência a que devem obedecer são os seguintes:

- choque de um corpo duro, produzido pela queda de uma bola de aço de uma massa de 500 g, caindo de uma altura de 0,75 m (corresponde a uma energia de choque de 3,75 J);
- choque de corpos leves, produzido pela queda de um saco com massa de 50 kg caindo de uma altura de:
  - 1,20 m para vidros situados inteiramente abaixo de 1 m (corresponde a uma energia de choque de 600 J);
  - 1,80 m para vidros situados inteiramente acima de 1 m (corresponde a uma energia de choque de 900 J).

O vidro diz-se resistente quando não tiver sido arrastado ou atravessado pelo corpo em queda; é contudo permitido a sua fissuração. Em termos de possibilidades de utilização temos o emprego do vidro laminado e do vidro temperado associado a uma protecção residual. De qualquer forma o vidro temperado deverá resistir às mesmas acções na ausência da protecção residual.

No caso particular dos vidros duplos de isolamento térmico existem apenas as seguintes soluções possíveis em termos de combinação dos diferentes panos de vidro:

- vidro interior e exterior laminado;
- vidro exterior laminado e o interior recozido ou temperado;
- vidro interior laminado e o exterior:
  - sem justificação da sua resistência à ruptura terá de ser obrigatoriamente temperado;
  - com justificação da sua resistência à ruptura é admitido o uso de vidro recozido.
- Vidro interior e exterior temperado desde que comprovada a sua resistência e quando associado a uma protecção residual.

#### **2.1.2.2. Protecção Contra a Colisão Acidental**

Nas zonas comuns dos edifícios de habitação, bem como nos caminhos de circulação dos estabelecimentos que recebem pessoas e nos locais de trabalho, o vidro de largura inferior a 1,5 m, deverá ser um vidro de segurança e ser:

- temperado;
- laminado;
- aramado, desde que a sua área não seja superior a 0,50 m<sup>2</sup>.

Nos vidros de zonas comuns dos edifícios de habitação em que a parte inferior do vidro se situa a menos de 1,25 m deverá ser utilizado vidro:

- temperado;
- laminado;
- com guarda corpos interior.

#### **2.1.3. Resistência Anti Sísmica**

Segundo a AFPS (Associação Francesa de Engenharia Anti-sísmica) a escolha de um vidro no que concerne a protecção anti-sísmica deve ser efectuada em função de:

- Objectivos em matéria de desempenho;
- Presença de elementos arquitectónicos que funcionem como receptáculos de fragmentos;
- Altura do edifício.

Existem três classes distintas de protecção:

- E0 – as quedas de fragmentos são permitidos dentro das áreas de actividade e fora destas;
- E1 – a manutenção no local dos elementos de enchimento, tolerando as quedas de fragmentos não perigosos, deve ser assegurada;
- E2 – critérios idênticos a E1 e conservação da aptidão à função, através da manutenção e fecho da cobertura e, se possível, das funções particulares segundo a tipologia do edifício e como definidas em projecto.

## 2.2. Comportamento Térmico e Lúmnico

Senão as mais importantes, as características de comportamento térmico e lúmnico do vidro, serão aquelas que quando mal “manuseadas” em fase de projecto tem repercussões desastrosas durante o funcionamento normal do edifício. A distinção entre comportamento térmico e lúmnico é realizada devido ao facto do vidro se comportar de uma forma particular para o comprimento de onda da radiação que o atinge. Assim para comprimento de onda dentro do domínio do visível (0,40 e 0,75  $\mu\text{m}$ ) o comportamento do vidro denomina-se de lúmnico, e para comprimentos de onda no domínio dos infravermelhos (0,75 a 2,5  $\mu\text{m}$ ) o comportamento do vidro denomina-se de térmico.

### 2.2.1. Coeficiente de Transmissão Luminosa

Nos materiais opacos às radiações a soma da reflectância e da absorptância é unitária, ou seja, a energia que incide na superfície do corpo é reflectida ou absorvida. Em materiais transparentes ou parcialmente transparentes às radiações uma parte da energia é transmitida através do corpo. Define-se transmitância de um corpo como a fracção de energia radiante, incidente num elemento da sua superfície, que por ele é transmitida. Neste contexto é possível formular que o somatório da reflectância, da absorptância e transmitância é igual à unidade.

Na Figura 1 é possível visualizar qual o percurso da radiação solar visível quando atinge uma superfície transparente ou semi-transparente como é o caso do vidro.



Figura 1 – Esquema do percurso da radiação solar visível

Da análise da figura acima percebe-se que o comportamento à radiação visível que o vidro apresenta pode ser analisado tanto pelo exterior como pelo interior, se bem que o que será determinante será o primeiro. Em termos práticos os valores dos factores de transmissão de luminosa (transmitância) podem oscilar entre os 5% (vidro duplo de cor azul) e os 90% (vidro simples incolor). Em termos de reflexão luminosa os valores podem ir dos 5% (vidro simples incolor) até aos 60% por utilização de películas de protecção na superfície exterior do vidro.

O factor de transmissão luminosa deverá ser definido de acordo com a tipologia de espaço e com as características de iluminação que se pretendem para esse mesmo espaço. Ao nível do caderno de encargos a sua inclusão passará pela utilização de uma expressão do tipo: “O factor de transmissão luminosa do(s) vão(s) envidraçado(s) deverá ser no máximo (ou no mínimo) de x%”.

### 2.2.2. Coeficiente de Transmissão Térmica

O coeficiente global de transmissão térmica caracteriza a troca de calor por condução, convecção ou radiação que existe entre duas superfícies de um elemento. O seu valor convencional é estabelecido por coeficientes de convecção superficiais definidos previamente e nas condições de teste segundo a norma NP EN 673: 2000. Em todo o caso a forma como a transferência de calor ocorre depende dos coeficientes de transmissão térmica do vidro e da caixilharia, das respectivas áreas, etc. Surge assim a necessidade de definir a forma de cálculo do coeficiente global de transmissão térmica de um vão envidraçado:

$$U_w = \frac{A_f \times U_f + A_g \times U_g + L_g \times \psi}{A_f + A_g}$$

em que:

- $U_w$  – coeficiente global de transmissão térmica da janela [W/m<sup>2</sup>.K]
- $U_f$  – coeficiente de transmissão térmica da caixilharia [W/m<sup>2</sup>.K]
- $U_g$  – coeficiente de transmissão térmica do vidro [W/m<sup>2</sup>.K]
- $\Psi$  – coeficiente de transmissão térmica linear no bordo do vidro [W/m.K]
- $A_f$  – área da caixilharia visível [m<sup>2</sup>]
- $A_g$  – área do vidro visível [m<sup>2</sup>]
- $L_f$  – perímetro do vidro visível [m]

De acordo com a Certificação Acotherm o coeficiente global de transmissão térmica das caixilharias pode ser classificado em 8 classes diferentes, sendo que a classe de pior desempenho (maior coeficiente de transmissão térmica) apenas é aplicada para a certificação de portas de acesso pelo exterior a espaços não úteis (ex.: acesso a caixa de escadas).

Tabela 4 – Classificação do desempenho térmico dos vãos envidraçados segundo a Certificação Acotherm

Classe Th	Coefficiente global de transmissão térmica U [W/m <sup>2</sup> .K]
Th 4	3,50 ≤ U < 2,90
Th 5	2,90 ≤ U < 2,50
Th 6	2,50 ≤ U < 2,20
Th 7	2,20 ≤ U < 2,0
Th 8	2,0 ≤ U < 1,80
Th 9	1,80 ≤ U < 1,60
Th 10	1,60 ≤ U < 1,40
Th 11	U ≤ 1,40

### 2.2.3. Factor Solar

De acordo com a NP EN 410: 2000, o factor solar de um vidro é calculado pela soma do factor de transmissão directa da energia solar com o factor de transmissão secundária de calor do envidraçado relativamente ao interior. Este último é o resultado da transmissão de calor por convecção e por radiação da energia que tinha sido previamente absorvida pelo envidraçado (ver Figura 2).

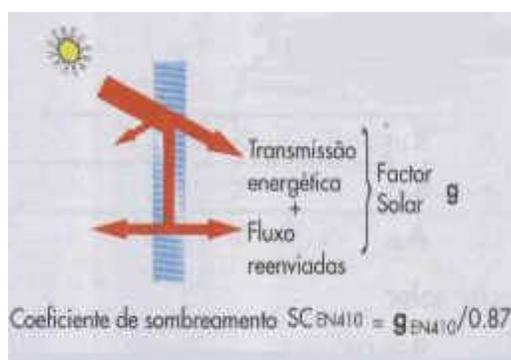


Figura 2 – Comportamento térmico do vidro à energia solar incidente

O factor solar é determinante do ponto de vista de projecto da envolvente dos espaços, já que é este que dita qual a quantidade de radiação solar que chega ao interior. No mercado é comum encontrar factores solares (segundo EN 410: 2000) para os vidros que variam entre 0,10 (vidro duplo de cor azul de controlo solar) e os 0,90 (vidro simples incolor).

Em termos de regulamentação portuguesa o cálculo do factor solar deve ser uma combinação entre o factor solar do próprio vidro e da protecção solar associada a este. Assim temos que:

$$S = \frac{S' \times S_v}{0,85}$$

em que: S – Factor solar conjugado  
S' – Factor solar da protecção solar (ver Anexo 2)  
S<sub>D</sub> – Factor solar do vidro (ver Anexo 2)

### **2.3. Segurança Contra Incêndios**

Existe a necessidade de distinguir entre os dois elementos principais que constituem os vãos envidraçados, o vidro propriamente dito e a caixilharia ou suporte que o sustenta. Em todo o caso para que o vão envidraçado assegure determinadas características no que concerne a segurança contra incêndios, esta deverá ter em conta o desempenho de ambos os elementos no resultado do comportamento global.

#### **2.3.1. Reacção ao fogo**

A reacção ao fogo dos materiais de construção qualifica a sua susceptibilidade de se inflamar e alimentar o fogo. São definidas cinco categorias:

- M0 – incombustível por natureza ou por experiência;
- M1 – não inflamável;
- M2 – dificilmente inflamável;
- M3 – moderadamente inflamável;
- M4 – facilmente inflamável.

Contudo a Decisão da Comissão Europeia de 8 de Fevereiro de 2000 que aplica a Directiva 89/106/CEE do Conselho relativa à classificação dos produtos de construção no que respeita ao desempenho em matéria de reacção ao fogo apresenta uma forma mais pormenorizada para classificação desta característica (ver Anexo 3).

#### **2.3.2. Resistência ao fogo**

A resistência ao fogo dos elementos de construção qualifica a sua capacidade de se opor ao fogo. A Decisão da Comissão Europeia de 3 de Maio de 2000 que aplica a Directiva 89/106/CEE do Conselho no que respeita à classificação do desempenho dos produtos de construção, das obras e das partes das obras em termos da sua resistência ao fogo prevê as definições, os ensaios e os critérios de desempenho. Os critérios a considerar no âmbito deste trabalho, tendo em conta que apenas se refere a vãos envidraçados, serão:

- R – resistência mecânica;
- E – estanqueidade a chamas e gases quentes;
- I – isolamento térmico;
- W – radiação.

Segundo estes critérios são estabelecidas três categorias:

- EF – estabilidade ao fogo: critério R;
- PC – pára-chamas: critério E e/ou W;
- CF – corta-fogo: critério E e I.

Estes critérios serão depois satisfeitos em termos de um período de tempo que pode ser de 15, 20, 30, 45, 60, 90, 120, 180, 240 ou 360 minutos, de acordo com o tempo que garante estas características durante a execução do ensaio.

## **2.4. Comportamento Higrométrico**

### **2.4.1. Estanqueidade à Água da Chuva e da Neve**

A permeabilidade à água é avaliada no tempo ao final do qual uma caixilharia sujeita a determinadas condições de ensaio apresenta a passagem de água. O ensaio é realizado numa caixa, na qual a caixilharia é montada formando um espaço estanque, na qual a pressão vai sendo sucessivamente aumentada e também na qual a caixilharia vai sendo permanentemente molhada com água a uma taxa definida.

Existem dois tipos de ensaios possíveis de serem realizados, que são aplicados de acordo com a exposição que a janela poderá ter. O ensaio A é aplicado para caixilhari­as que estão totalmente expostas, enquanto que o ensaio B é aplicado em situações em que a caixilharia está parcialmente exposta. Os métodos de ensaio diferem na forma como a água é aplicada na caixilharia; enquanto o primeiro projecta a água de uma forma em que o centro da projecção está desfasado de 24º com uma tolerância de + 2º, o segundo projecta a água com um desfasamento de 84º com uma tolerância de ± 2º.

De acordo com as dimensões das janelas existe uma quantidade de bicos de projecção que tem de ser utilizados, em que cada um projecta um caudal fixo de 2 l/min. O ensaio é realizado de acordo com a Figura 3, em que para cada aumento sucessivo de pressão é avaliado se houve ou não a passagem de água; em caso negativo aumenta-se novamente a pressão, e assim sucessivamente, até ao ponto em que a caixilharia permita a passagem desta, ao qual corresponde uma classe de permeabilidade à água. Se, por exemplo, durante o estágio de pressão a 300 Pa uma caixilharia apresentar permeabilidade à água, nesse caso a sua classe será 6 e não 7.

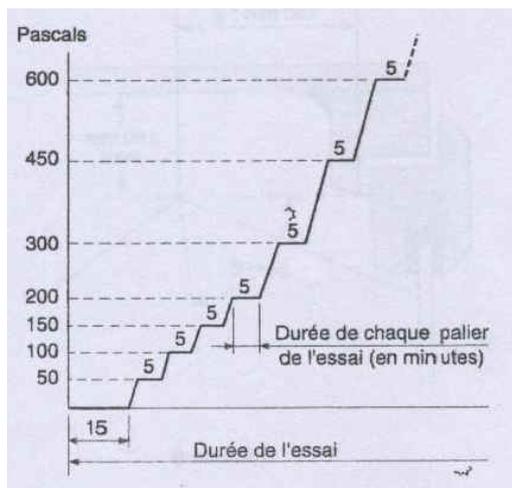


Figura 3 – Diagrama de ensaio para avaliação da permeabilidade à água

De acordo com os resultados para cada um dos estágios de pressão e de acordo com o método de ensaio utilizado as classes de permeabilidade à água podem ser as dispostas na

Tabela 5 – Permeabilidade à água segundo o método de ensaio escolhido

Pressão de ensaio [Pa]	Classificação		Especificações
	Método de ensaio A (2)	Método de ensaio B (3)	
(1)			
-	0	0	
0	1A	1B	Permeabilidade à água até aos 15 min
50	2A	2B	Idem classe 1 + 5 min
100	3A	3B	Idem classe 2 + 5 min
150	4A	4B	Idem classe 3 + 5 min
200	5A	5B	Idem classe 4 + 5 min
250	6A	6B	Idem classe 5 + 5 min
300	7A	7B	Idem classe 6 + 5 min
450	8A	-	Idem classe 7 + 5 min
600	9A	-	Idem classe 8 + 5 min
> 600	Exxx (4)	-	(5)

(1) – Após 15 minutos de pressão nula e sucessivos incrementos de pressão

(2) – Método adaptado a janelas totalmente expostas

(3) – Método adaptado a janelas parcialmente expostas

(4) – Exxx é uma classe excepcional de classificação

(5) – Para pressões acima de 600 Pa os incrementos deverão ser de 150 e os estágios deverão ter a duração de 5 minutos

#### 2.4.2. Permeabilidade ao Ar

A permeabilidade ao ar de uma janela é a medida do débito de ar que escapa por esta através das juntas caixilho – vidro. Este débito exprime-se, em função da pressão dada, por:

- $m^3/h$  pela área total da janela;
- $m^3/h$  pelo comprimento total das juntas de zonas da janela que abrem.

O ensaio é realizado numa caixa de ensaio com a admissão de ar através de um diafragma de diâmetro definido a uma pressão expressa em Pascal ( $1 \text{ Pa} = 0,1 \text{ kg/m}^2$ ). Calcula-se depois a diferença entre a pressão dentro do caixa com aquela que é efectuada a admissão de ar, pelo que a diferença nos dará o débito de ar que se escapa. Nas tabelas seguintes podem-se ver as cinco classes possíveis de classificação função da área total da janela e função do comprimento total das juntas de zonas da janela que abrem.

Tabela 6 – Permeabilidade ao ar função da área da janela, a uma pressão de referência de 100 Pa, para as pressões máximas de ensaio

<b>Classe</b>	<b>Permeabilidade ao ar a uma pressão de referência de 100 Pa [m<sup>3</sup>/h por m<sup>2</sup>]</b>	<b>Pressão de ensaio máxima [Pa]</b>
<b>0</b>	Sem ensaio efectuado	
<b>1</b>	50	150
<b>2</b>	27	300
<b>3</b>	9	600
<b>4</b>	3	600

Tabela 7 – Permeabilidade ao ar função do comprimento total das juntas de zonas da janela que abrem, a uma pressão de referência de 100 Pa, para as pressões máximas de ensaio

<b>Classe</b>	<b>Permeabilidade ao ar a uma pressão de referência de 100 Pa [m<sup>3</sup>/h por m]</b>	<b>Pressão de ensaio máxima [Pa]</b>
<b>0</b>	Sem ensaio efectuado	
<b>1</b>	12,50	150
<b>2</b>	6,75	300
<b>3</b>	2,25	600
<b>4</b>	0,75	600

Com base nos resultados dos diferentes ensaios é possível construir um gráfico (Figura 4), em escala logarítmica, que define assim a classe final em que se encontra a caixilharia.

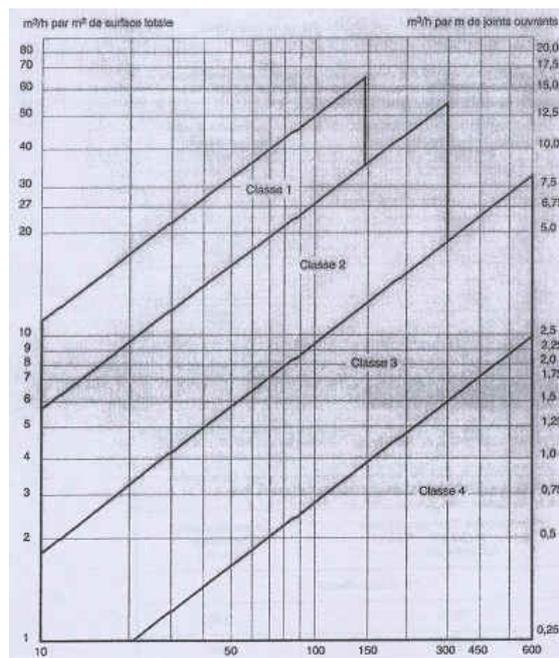


Figura 4 – Classes de permeabilidade ao ar, de acordo com a área total da janela e do comprimento das juntas de zonas da janela que abrem, função da pressão de ensaio

Com base nos resultados do gráfico pode-se construir a Tabela 8. A esta classe é depois adicionada a letra A, que significa a permeabilidade ao ar, como forma de distinção entre outras características dos vãos envidraçados. Naturalmente, à medida que se aumenta a classe de 0 para 4, a janela apresenta um melhor desempenho para a característica em questão.

Tabela 8 – Classe de classificação de permeabilidade ao ar função dos dois critérios de classificação

		Classe segundo a área das janelas				
		A4	A3	A2	A1	A0
Classe segundo o comprimento das juntas	A4	A4	A3	A2	A1	A0
	A3	A4	A3	A3	A2	A0
	A2	A3	A3	A2	A2	A0
	A1	A0	A2	A2	A1	A0
	A0	A0	A0	A0	A0	A0

## 2.5. Protecção Contra o Ruído

### 2.5.1. Índice de Isolamento Sonoro a Ruídos de Condução Aérea

As exigências regulamentares são definidas pelo índice de redução sonora a ruídos de condução aérea normalizado. Este é utilizado para definição do isolamento sonoro que deverá ter qualquer elemento exterior de separação com o interior (fachada, empena e cobertura) e para definição do isolamento sonoro dos elementos interiores (parede e laje). Neste sentido temos:

- $D_{2m,n,w}$  (dB) – índice de isolamento sonoro a ruídos de condução aérea com o exterior, medido a 2 metros (do elemento de contacto com o exterior) – índice  $2m$ , normalizado – índice  $n$  – e ponderado (uso da curva da norma ISO 717) – índice  $w$ ;
- $D_{n,w}$  – índice de isolamento sonoro a ruídos de condução aérea com o interior, normalizado – índice  $n$  – e ponderado (uso da curva da norma ISO 717) – índice  $w$ .

Em todo o caso este índice de redução sonora de um qualquer elemento construtivo (fachada, empena, etc.) depende dos índices de redução sonora dos elementos opacos e transparentes (vãos envidraçados) e das áreas correspondentes destes, bem como das aberturas de entrada de ar e da qualidade da montagem (estanqueidade do elemento). Os vãos envidraçados são, na generalidade dos casos, os elementos que mais contribuem para o nível do isolamento sonoro. Neste sentido importa assegurar que os índices de redução sonora dos vãos envidraçados possuem um valor de redução sonora suficiente.

### 2.5.2. Redução Acústica ou Sonora

O índice de redução ou atenuação acústica traduz a menor ou maior capacidade que um elemento proporciona em termos de isolamento acústico, ou seja, a diferença que existe entre o nível de ruído medido no interior e no exterior. No entanto, a medição da redução sonora faz para cada banda de 1/3 de oitava para valores de frequência de 100 Hz a 3150 kHz. Tornou-se assim necessário criar um único valor que tem em consideração todos os 16 valores definidos para cada 1/3 de oitava e que se denomina por Índice de Redução Sonora Ponderado –  $R_w$ . A norma ISO 717-1 estabelece ainda a distinção de dois termos de adaptação para ruídos de tráfego e para ruídos provenientes da circulação com vista à distinção de situações em que o ruído é produzido numa frequência elevada ou reduzida. Foi assim criada uma sigla comum  $C$  que para o caso de ruídos de tráfego é distinta pelo uso do índice  $tr$  –  $C_{tr}$ . A título de exemplo a representação da redução sonora pode ser expressa da seguinte forma:  $R_w (C, C_{tr}) = 35 (-5; -10)$ . Isto significa que o índice de redução sonora é 35 dB e que é reduzido de 5 e 10 dB respectivamente para ruídos de circulação e de tráfego.

Segundo a CEKAL (Organismo de Certificação dos Vidros de Isolamento) foram identificadas seis classes de desempenho, tendo em conta o índice de redução sonora a ruídos de tráfego –  $R_w(C_{tr})$ :

Tabela 9 – Classes de redução sonora a ruídos de tráfego

Classe	I	II	III	IV	V	VI
$R_w(C_{tr})$ [dB]	25	28	31	33	35	38

## 2.6. Outras Exigências

### 2.6.1. Protecção Contra o Vandalismo e Intrusão

A norma EN 356: 2000 estabelece a forma de avaliação e de classificação dos elementos envidraçados relativamente a protecção que estes devem proporcionar em termos de ataque manual por vandalismo ou intrusão. Existem dois testes de avaliação:

- queda;
- machado.

De acordo com o disposto na norma um elemento envidraçado resiste ao teste de queda, quando para a altura em que o corpo de teste é largado e para o número de impactos necessários, o elemento em avaliação não é penetrado pelo corpo de teste.

O elemento resiste ao teste do machado, nas condições de teste estabelecidas, até a um número de repetições necessárias para criar uma abertura de 40 x 40 cm designada por “passagem de homem”.

Em termos de classificação temos que:

Tabela 10 – Classes de resistência de protecção contra o vandalismo e intrusão

Categoria de resistência	Altura de queda [mm]	Número total de impactos	Designação da categoria de resistência
P1A	1500	3 em triângulo	EN 356 P1A
P2A	3000	3 em triângulo	EN 356 P2A
P3A	6000	3 em triângulo	EN 356 P3A
P4A	9000	3 em triângulo	EN 356 P4A
P5A	9000	3 x 3 em triângulo	EN 356 P5A
P6B	-	30 a 50	EN 356 P6B
P7B	-	51 a 70	EN 356 P7B
P8B	-	mais de 70	EN 356 P8B

### 2.6.2. Protecção Contra Armas de Fogo

A resistência dos elementos envidraçados, no que respeita a protecção que estes devem proporcionar quando solicitados por ataque com armas de fogo, é estabelecido ao nível da norma europeia EN 1063: 2000. Existe contudo uma distinção entre armas de mão e espingardas e armas de caça, pelas características especiais que estas últimas apresentam, pelo que necessariamente existirão duas formas de classificação:

Tabela 11 – Classes de resistência de protecção contra o ataque com armas de fogo

Classes							
<b>Armas de mão e espingardas</b>	BR1	BR2	BR3	BR4	BR5	BR6	BR7
<b>Armas de caça</b>	SG1	SG2	-	-	-	-	-

O teste (ver pormenores relativos às condições de teste no Anexo 4) é realizado em três elementos de teste iguais e a sua aptidão de resistência é avaliada de duas formas distintas. Na primeira o elemento em teste não pode ser perfurado pelo projectil ou partes do projectil e a folha de protecção, colocada atrás da face posterior da qual o projectil é disparado, não é perfurada por fragmentos de vidro que se soltem. Neste caso o vidro recebe a marca adicional *NS* (*no splinters*). No caso em que a folha de protecção é perfurada o vidro recebe a marca adicional de *S* (*splinters*). Em todo o caso quando o vidro é perfurado pelo projectil ou partes deste, este deverá ser considerado não resistente.

### 2.6.3. Características de Funcionamento

Os vãos envidraçados durante a sua utilização são solicitados, de acordo com a sua fisionomia, às funções normais de utilização, bem como a solicitações anormais de utilização. Para dar resposta aos requisitos que os envidraçados devem possuir, foi constituída a norma portuguesa NP 2336: 1988 que estabelece os ensaios mecânicos a efectuar de acordo com a tipologia do vão envidraçado. Embora se perceba que tal desempenho não seja quantificável, é fundamental efectuar uma referência a esta norma. Do ponto da sua inclusão num caderno de encargos exigencial a solução passará certamente por uma referência do tipo: “Os vãos envidraçados deverão apresentar características de funcionamento que respeitem a NP 2336: 1988”. Na Tabela 12 apresenta-se um resumo dos ensaios a efectuar. Para pormenores sobre a forma como o ensaio deve ser realizado aconselha-se a consulta ao Anexo 5.

Tabela 12 – Ensaio a efectuar segundo a NP 2336:1988

Tipos de janelas				Ensaio de solicitações simulando as manobras incorrectas (ver 9.2 no Anexo 5)				Ensaio dos dispositivos de espera ou travamento
				Empenamento	Carga na folha	Torsão	Deformação diagonal	
				1	2	3	4	
Abertura por dobradiças	Eixo vertical	Abertura interior	1	1.1	1.2*			
		Abertura exterior		1.1	1.2*			
	Eixo horizontal		2	2.1				
Abertura por pivots	Eixo vertical		4	3.1 A 3.1 B	3.2*			3.5
	Eixo horizontal		4	4.1 A 4.1 B				4.5*
Abertura de correr	Horizontal		5	5.1 A 5.2 B 5.3 C		5.3	5.4 A 5.4 B	
	Vertical		6	6.1 A 6.1 B 6.1 C		6.3	6.4	6.5

Nota: Os números do quadro correspondem às figuras das páginas 10 a 20 da norma apresentada no Anexo 5.

#### 2.6.4. Resistência à Corrosão

A “resistência à corrosão de ferragens para portas, janelas, estores e persianas e fachadas de cortina” é definida na norma NP EN 1670: 2000, a qual especifica os seguintes graus:

- Grau 0: resistência à corrosão não definida;
- Grau 1: resistência fraca – meios que são geralmente secos, incluindo a generalidade dos ambientes interiores;
- Grau 2: resistência moderada – ambientes que são por vezes húmidos, na maioria das localidades rurais e suburbanas, incluindo ainda interiores onde poderá ocorrer a condensação;
- Grau 3: resistência elevada – ambientes que são geralmente húmidos e/ou sujeitos a uma leve poluição de dióxido de enxofre, ácidos, álcalis ou sais, incluindo ainda alguns interiores húmidos e maior parte dos ambientes exteriores;
- Graus 4: resistência muito elevada – ambientes de localidades muito poluídas, tais como aqueles sujeitos a uma combinação de poluição industrial e marítima.

### 2.6.5. Emissão de Poluentes para o Meio Interior

Segundo o Comité Europeu de Normalização, tal como descrito no seu relatório CR 1752, os materiais podem ser divididos em três categorias – M1, M2 e M3 – de acordo com as emissões de poluentes associadas a cada um deles. Assim temos que:

- Categoria M1: materiais cujos valores de emissões de poluentes foram avaliados e que são (para uma idade de 4 semanas):
  - compostos orgânicos voláteis totais (COVT) inferior a 0,2 mg/m<sup>2</sup>.h;
  - formaldeído (H<sub>2</sub>CO) inferior a 0,05 mg/m<sup>2</sup>.h;
  - amónia (NH<sub>3</sub>) inferior a 0,03 mg/m<sup>2</sup>.h;
  - compostos carcinogénicos pertencentes à categoria 1 segundo a IARC inferior a 0,0005 mg/m<sup>2</sup>.h;
  - o material não emite odor (a percentagem de insatisfeitos deverá ser inferior a 15%).
  
- Categoria M2: materiais cujos valores de emissões de poluentes foram avaliados e que são (para uma idade de 4 semanas):
  - compostos orgânicos voláteis totais (COVT) inferior a 0,4 mg/m<sup>2</sup>.h;
  - formaldeído (H<sub>2</sub>CO) inferior a 0,125 mg/m<sup>2</sup>.h;
  - amónia (NH<sub>3</sub>) inferior a 0,06 mg/m<sup>2</sup>.h;
  - compostos carcinogénicos pertencentes à categoria 1 segundo a IARC inferior a 0,005 mg/m<sup>2</sup>.h;
  - o material não emite odor (a percentagem de insatisfeitos deverá ser inferior a 30%).
  
- Categoria M3: materiais cujos valores de emissões de poluentes não foram avaliados ou que foram avaliados e que excedem os limites máximos para a categoria M2.

### 3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] “Algumas Referências acerca do Factor Solar dos Vidros”, Lima, C., FEUP, Porto, 2003
- [2] Apontamentos da disciplina de Segurança Contra Incêndios, Porto, J., FEUP, 2004
- [3] Apontamentos da disciplina de Comportamento Térmico de Edifícios, Corvacho, M., FEUP, 2000
- [4] Apontamentos da disciplina de Tecnologia de Fachadas, Freitas, V., FEUP, 2000
- [5] BS EN 356: 2000 – “Glass in building – Security glazing – testing and classification of resistance against manual attack”, CEN, Brussels, 2000
- [6] BS EN 1063: 2000 – “Glass in building – Security glazing – testing and classification of resistance against bullet attack”, CEN, Brussels, 2000
- [7] “Certificat ACOTHERM – Règlement et Cahier des Prescriptions Techniques”, Direction Générale de l’Urbanism, de l’Habitat e de la Construction (DGUHC), Centre Expérimental de Recherches e d’Etudes du Bâtiment et des Travaux Publics (CEBTP), Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB), Centre Technique du Bois et l’Amublement (CTBA), 2004
- [8] Decreto-Lei nº40/90 de 6 de Fevereiro de 1990 - “Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios”
- [9] Dicionário de Francês – Português da Porto Editora, Porto, 1995
- [10] “Decisão da Comissão Europeia de 8 de Fevereiro de 2000 que aplica a Directiva 89/106/CEE do Conselho relativa à classificação dos produtos de construção no que respeita ao desempenho em matéria de reacção ao fogo” (2000/147/CE), Jornal Oficial das Comunidades Europeias, L50, 2000
- [11] “Decisão da Comissão Europeia de 3 de Maio de 2000 que aplica a Directiva 89/106/CEE do Conselho no que respeita à classificação do desempenho dos produtos de construção, das obras e de partes das obras em termos de resistência ao fogo” (2000/367/CE), Jornal Oficial das Comunidades Europeias, L133, 2000
- [12] “Guide Veritas”, Bureau Veritas, Editions du Moniteur, 2000
- [13] “Manual de la Ventana”, Kommerling, 2000
- [14] “Manual do Vidro – Edição 2000”, Saint-Gobain Glass, Paris, 2000
- [15] NF P78-201-1 (DTU 39) – “Travaux de bâtiment – Travaux de miroiterie-vitrierie – Partie 1: Cahier des clauses techniques + Amendement A1”, AFNOR, 1998
- [16] NF P78-201-1 (DTU 39) – “Travaux de bâtiment – Travaux de miroiterie-vitrierie – Partie 1: Cahier des clauses techniques + Amendement A2, A3”, AFNOR, 2000
- [17] NP EN 410: 2000 – “Vidro na construção – Determinação de características luminosas e solares dos envidraçados”, CEN, Bruxelas, 2000
- [18] NP EN 673: 2000 – “Vidro na construção – Determinação do coeficiente de transmissão térmica U – Método de cálculo, CEN, Bruxelas, 2000
- [19] NP EN 1670: 2000 – “Ferragens – Resistência à corrosão – Requisitos e métodos de ensaio”, CEN, Bruxelas, 2000
- [20] NP 2336: 1988 – “Métodos de ensaios de janelas – Ensaios mecânicos”, IPQ, Lisboa, 1988
- [21] Proposta de Revisão do Decreto-Lei nº40/90 de 6 de Fevereiro de 1990
- [22] “Seleccção exigencial de Caixilharias de Alumínio”, Paulo, R., FEUP, Porto, 2003

#### **4. ANEXOS**

**Anexo 1** Definição de Zona de estacionamento normal com base na NF P 78-201-1

**Anexo 2** Quadros para o cálculo do Factor Solar dos vãos envidraçados. Anexo ao Decreto-Lei nº40/90 de 6 de Fevereiro

**Anexo 3** Comparação da actual legislação portuguesa com a Decisão da Comissão Europeia de 8 de Fevereiro de 2000 que aplica a Directiva 89/106/CEE no que respeita as classes de reacção ao fogo

**Anexo 4** Pormenores de teste para avaliação da resistência dos vidros contra armas de fogo

**Anexo 5** Excerto da NP 2336: 1998 – “Métodos de ensaio de janelas – Ensaio mecânicos”

## **ANEXO 1**

Zona de estacionamento normal é aquela que é composta por um superfície contínua, sensivelmente horizontal, à qual é normalmente permitido o acesso e que:

- Se situa 0,45 m acima ou abaixo no nível normal de circulação;
- Se situa a uma distância inferior a 0,30 m da parte interior do guarda corpos sem protecção;
- As suas dimensões permitam que se coloquem ambos os pés e que se mantenha numa posição de equilíbrio normal.

Todas as superfícies que estejam de acordo com a definição e tenham as dimensões mínimas de 0,30 x 0,30 m são consideradas zonas de estacionamento normal.

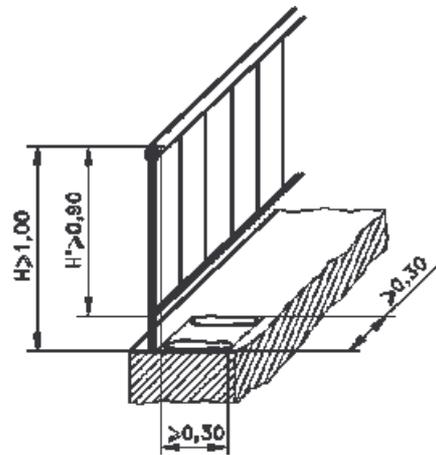


Figura A1. 1 – Exemplo de zona de estacionamento normal (dimensões em metro).

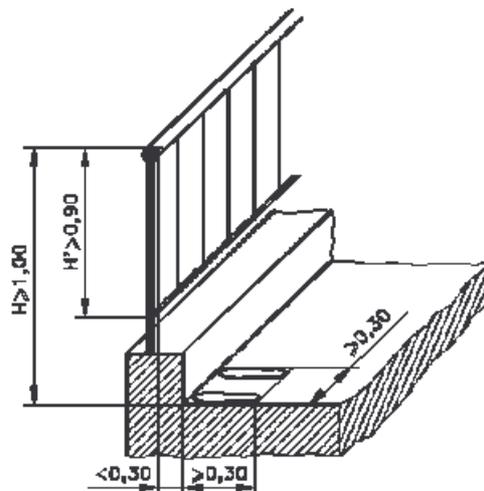


Figura A1. 2 - Exemplo de zona de estacionamento normal (dimensões em metro).

A parte superior do elemento guarda corpos é igualmente considerada como uma zona de estacionamento normal, quando a sua dimensão, medida paralelamente ao guarda corpos, é superior ou igual a 0,30 m e que as cotas indicadas na Figura A1. 3 e Figura A1. 4 são respeitadas.

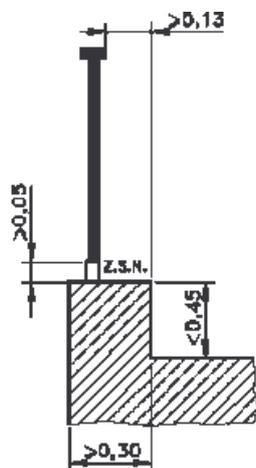


Figura A1. 3 – Caso particular de zona de estacionamento normal (dimensões em metro).

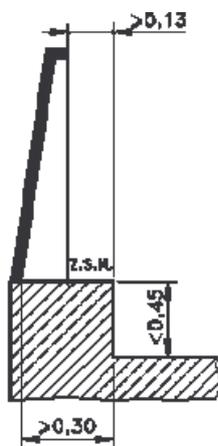


Figura A1. 4 - Caso particular de zona de estacionamento normal (dimensões em metro).

## **ANEXO 2**

Para efeito de cálculo o Decreto-Lei nº 40/90 prevê o cálculo do factor solar dos vãos envidraçados através da equação apresentada em 2.2.3 para a qual é necessário conhecer os valores que se seguem:

TIPO	Vidro simples			Vidro duplo		
	Cor da protecção			Cor da protecção		
	Clara	Média	Escura	Clara	Média	Escura
<b>Protecções exteriores:</b>						
Portada de madeira	0,04	0,07	0,09	0,03	0,05	0,06
Persiana de madeira	0,05	0,08	0,10	0,04	0,05	0,07
Persiana metálica ou plástica	0,07	0,10	0,13	0,04	0,07	0,09
Estore veneziano de madeira	—	0,11	—	—	0,08	—
Estore veneziano metálico	—	0,14	—	—	0,09	—
Estore de lona opaco	0,07	0,09	0,12	0,04	0,06	0,08
Estore de lona pouco transparente	0,14	0,17	0,19	0,10	0,12	0,14
Estore de lona muito transparente	0,21	0,23	0,25	0,16	0,18	0,20
<b>Protecções interiores:</b>						
Estores de lâminas	0,45	0,56	0,65	0,47	0,59	0,69
Cortinas opacas	0,34	0,45	0,57	0,39	0,54	0,63
Cortinas ligeiramente transparentes	0,36	0,47	0,59	0,39	0,54	0,63
Cortinas muito transparentes	0,39	0,50	0,61	0,42	0,55	0,68
Portadas de madeira	0,30	0,40	0,50	0,35	0,46	0,58
Persianas de madeira	0,35	0,45	0,57	0,40	0,55	0,65
Pala (ou equivalente com sombreamento total de Junho a Setembro)	—	0,25	—	—	0,22	—

Figura A2.1 – Valores do factor solar de alguns tipos de protecção solar de vãos envidraçados correntemente utilizados

Tipo	Factor solar
<b>Vidro simples:</b>	
Incolor (6 mm)	0,85
Bronze (5 mm)	0,63
Bronze (8 mm)	0,51
Cinzento (5 mm)	0,64
Cinzento (8 mm)	0,54
Verde (6 mm)	0,57
Reflectante bronze (6 mm)	0,39
Reflectante claro (6 mm)	0,56
Rosa (6 mm)	0,78
<b>Vidro duplo:</b>	
Incolor + incolor (5 mm + 5 mm)	0,75
Rosa + incolor (5 mm + 5 mm)	0,65
Bronze + incolor (5 mm + 5 mm)	0,54
Cinzento + incolor (5 mm + 5 mm)	0,54
Reflectante claro + incolor (6 mm + 6 mm)	0,49
Reflectante bronze + incolor (6 mm + 6 mm)	0,32

Figura A2.2 – Factor solar para alguns tipos de vidro sem protecção

## **ANEXO 3**

Na legislação comunitária definida ao nível do capítulo 2.3.1 existe também a distinção, para além das classes definidas, em subclasses que compreendem a questão da produção de fumos e a queda de gotas ou partículas inflamáveis. Na faz-se uma correspondência entre a regulamentação portuguesa e a legislação comunitária.

Tabela A3.1 – Comparação entre legislação portuguesa e europeia sobre as classes de classificação de reacção ao fogo

Classes actuais (regulamentação portuguesa)	Classificação da normalização europeia		
	Classes	Classificação complementar	
		Produção de fumos	Queda de gotas / partículas inflamáveis
M0	A1	-	-
	A2	s1	d0
M1	A2	s2	d0
		s3	
	B	s1	d0
		s2	
	s3		
M2	A2	s1	d1
		s2	
	B	s3	d0
		s1	
	C	s2	d1
		s3	
M3	D	s1	d0
		s2	d1
		s3	
M4	A2	s1	d2
	B		
	C	s2	
	D		
	E	-	Ausência de classificação
Sem classificação	F	-	d2
		-	-

Em que:

- A1 – nenhuma contribuição para o fogo;
- A2 – contribuição quase nula para o fogo;
- C – contribuição para o fogo muito limitada;
- D – contribuição para o fogo aceitável;
- E – reacção ao fogo aceitável;

- F – comportamento não determinado;
- s1 – taxa de propagação de fumos  $\leq 30 \text{ m}^2/\text{s}^2$  e produção total de fumo  $\leq 50 \text{ m}^2$ ;
- s2 – taxa de propagação de fumos  $\leq 180 \text{ m}^2/\text{s}^2$  e produção total de fumo  $\leq 200 \text{ m}^2$ ;
- s3 – nem s1 nem s2;
- d0 – não existe libertação de gotículas / partículas no ensaio EN 13823 (SBI) em 600s;
- d1 – não se observa a persistência de gotículas / partículas por mais de 10 s no ensaio EN 13823 (SBI) em 600s;
- d2 – nem d1 nem d2.

## **ANEXO 4**

Na Tabela A3.2 e Tabela A3.3 encontram-se a classificação e os requisitos pormenorizados de teste para avaliação da resistência dos vidros que necessitam de possuir para se considerarem aptos para protecção contra armas de fogo.

Tabela A3.2 – Classificação e requisitos de teste para resistência a armas de fogo: armas de mão e espingardas

Class	Type of weapon	Calibre	Type	Mass g	Test conditions			
					test range m	bullet velocity m/s	nr. of strikes	striking distance mm
BR1	rifle	0,22 LR	L/RN	2,6 ±0,1	10,00 ±0,5	360 ±10	3	120 ±10
BR2	hand gun	9mm Luger	FJ <sup>1)</sup> /RN/SC	8,0 ±0,1	5,00 ±0,5	400 ±10	3	120 ±10
BR3	hand gun	0,357 Magnum	FJ <sup>1)</sup> /CB/SC	10,2 ±0,1	5,00 ±0,5	430 ±10	3	120 ±10
BR4	hand gun	0,44 Rem. Magnum	FJ <sup>2)</sup> /FN/SC	15,6 ±0,1	5,00 ±0,5	440 ±10	3	120 ±10
BR5	rifle	5,56 x 45 *	FJ <sup>2)</sup> /PB/SCP 1	4,0 ±0,1	10,00 ±0,5	950 ±10	3	120 ±10
BR6	rifle	7,62 x 51	FJ <sup>1)</sup> /PB/SC	9,5 ±0,1	10,00 ±0,5	830 ±10	3	120 ±10
BR7	rifle	7,62 x 51 **	FJ <sup>2)</sup> /PB/HCl	9,8 ±0,1	10,00 ±0,5	820 ±10	3	120 ±10

1) full steel jacket (plated)  
2) full copper alloy jacket

\* twist length 178 mm ± 10 mm  
\*\* twist length 254 mm ± 10 mm

L - lead  
CB - coned bullet  
FJ - full metal jacket bullet  
FN - flat nose  
HCl - steel hard core, mass 3,7 g ± 0,1 g,  
hardness more than 63 HRC  
PB - pointed bullet  
RN - round nose  
SC - soft core (lead)  
SCP1 - soft core (lead) and steel penetrator (type SS109)

Tabela A3.3 – Classificação e requisitos de teste para resistência a armas de fogo: armas de caça

Class	Type of weapon	Calibre	Type	Mass g	Test conditions			
					test range m	striking velocity m/s	nr. of strikes	striking distance mm
SG1	shot gun	cal. 12/70	solid lead slug <sup>1)</sup>	31,0 ±0,5	10,00 ±0,5	420 ±20	1	-
SG2	shot gun	cal. 12/70	solid lead slug <sup>1)</sup>	31,0 ±0,5	10,00 ±0,5	420 ±20	3	125 ±10

1) Brenneke

NOTE 1: The classes BR1...BR7 are classified in order of the level of protection offered, e.g. a panel complying with the requirements specified for a certain class complies with those specified for the preceding classes.

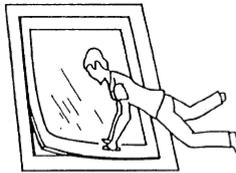
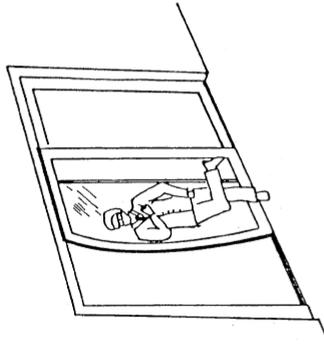
NOTE 2: Classes SG do not necessarily comply with the requirements specified in the classes BR, as the ammunition is different.

## **ANEXO 5**

**9.2.1.** Ensaio de empenamento

Este ensaio tem por objectivo determinar o comportamento da janela sob a acção de uma força aplicada perpendicularmente ao seu plano, com o fim de reproduzir, por exemplo:

- Para as janelas dos tipos 1, 2, 3 e 4, o efeito de uma abertura forçada quando um dos ângulos está bloqueado, ou;
- Para as janelas dos tipos 5 e 6, o efeito do apoio de uma pessoa ou do vento sobre a folha em posição aberta (vejam-se os desenhos n.ºs 1.1., 2.1., 3.1. A, 3.1. B, 4.1. A, 4.1. B, 5.1. C, 6.1. A, 6.1. B e 6.1. C, na secção A.1. do anexo).



**9. Técnica**

**9.1.** Medida das forças de manobras

**9.1.1.** Força necessária para mover a folha  
A força ou o binário necessário deve ser aplicado por meio de um dispositivo que reproduza, tão fielmente quanto possível, a acção da mão sobre o puxador. A força e o binário exprimem-se, respectivamente, em newton e em newton metro.

**9.1.2.** Força de abertura da folha

**a) Ensaio estático**  
Com a folha semiaberta e não bloqueada, aplica-se uma força estática sobre o puxador ou o dispositivo de manobra no sentido de abertura da janela. Anota-se a força mínima necessária à abertura completa, que deve ser expressa em newton.

**b) Ensaio dinâmico**

Se a forma de abertura da janela é de modo a que ela se abra de repente (ou se a força estática necessária ultrapassa os limites previstos), o ensaio estático é completado por um ensaio dinâmico.

Neste ensaio, a força produz-se pela queda de uma massa de 5 kg, ligada ao puxador ou ao dispositivo de manobra, por um cabo de aço de 2 a 3 mm de diâmetro e composto por 7 cabos de 7 fios, tendo um comprimento aproximado de um metro. A altura da queda será a necessária à manobra da folha.

A folha semiaberta e não bloqueada deve aplicar-se a força dinâmica sobre o puxador ou o dispositivo de manobra no sentido de abertura da janela. Determina-se, com arredondamento ao centímetro, a altura da queda pela qual se obtém a abertura completa da folha.

**9.1.3.** Força (estática) de movimentação

Com a folha não bloqueada na posição de fechada, mede-se a força necessária para obter um movimento lento e uniforme de abertura. Anotam-se os valores, mínimo e máximo, obtidos ao longo do ensaio. Estes valores são expressos em newton.

**9.2.** Ensaio de solicitações simulando as manobras incorrectas  
Estes ensaios têm por objectivo determinar o comportamento das janelas quando solicitadas por forças excepcionais (manobras incorrectas).

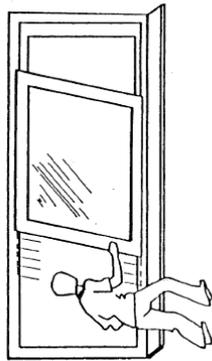
Os métodos e o desenrolar dos ensaios são ilustrados nos desenhos esquemáticos apresentados em anexo.

As forças são, geralmente, aplicadas ao dispositivo de manobra, de modo a evitar as deformações localizadas.

A aplicação da força deve ser suave e progressiva. Cada aplicação será repetida uma vez. As medidas serão efectuadas só na segunda aplicação.

Mede-se o deslocamento do ponto de aplicação da força e observa-se o comportamento da janela.

**9.2.4.** Ensaio de deformação diagonal  
Este ensaio tem por objectivo determinar o comportamento das janelas de correr em caso de obstrução accidental, durante a abertura ou o fecho (vejam-se os desenhos n.ºs. 5.4. A, 5.4. B, e 6.4. na secção A.4. do anexo).

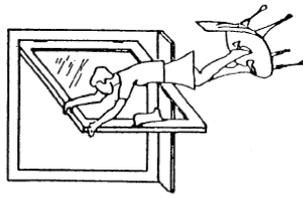


**9.3.** Ensaio dos dispositivos de espera e ou travamento  
Este ensaio tem por objectivo determinar o comportamento no dispositivo de espera ou travamento das janelas no caso de força repentina (por exemplo rajada de vento ou um golpe de mão).  
Os ensaios devem ser executados de acordo com os desenhos esquemáticos apresentados nas secções A.5. e A.6. do anexo, de acordo com o tipo de janela a ensaiar.

Para os ensaios dos dispositivos de travamento, a folha é bloqueada na posição de abertura estável com a ajuda de um dispositivo adequado. A força é aplicada perpendicularmente ao plano da folha, ao meio do lado mais afastado do eixo de rotação.

As condições de aplicação da força são as indicadas na secção 9.2.

**9.2.2.** Ensaio de força no plano da folha  
Este ensaio tem por objectivo determinar o comportamento das janelas quando se aplica uma força complementar na vertical (por exemplo, pelo utilizador) sobre a janela aberta (vejam-se os desenhos n.ºs. 1.2. e 3.2. na secção A.2 do anexo).



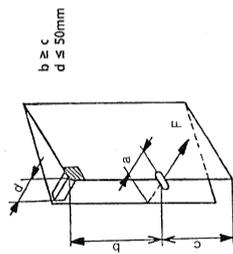
**9.2.3.** Ensaio de torção  
Este ensaio tem por objectivo determinar o comportamento das janelas de correr (tipos 5 e 6), quando se exerce sobre a extremidade do dispositivo de manobra uma força de modo a provocar uma torção do perfil que suporta este dispositivo (vejam-se os desenhos n.ºs. 5.3. e 6.3. na secção A.3. do anexo).



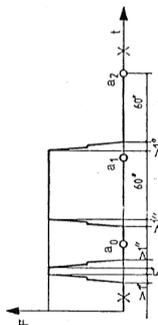
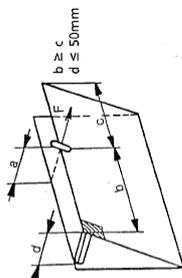
ANEXO

A.1. Ensaio de empennamento

N.º 1.1  
abertura por dobradiças  
eixo vertical



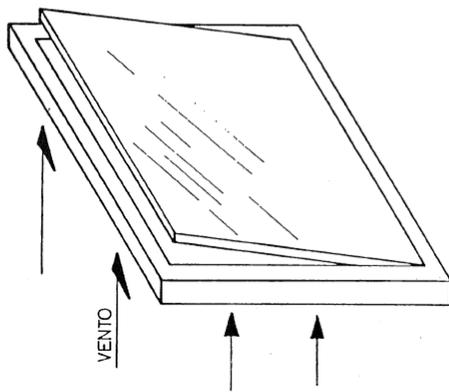
N.º 2.1  
abertura por dobradiças  
eixo horizontal



Ângulo bloqueado
O
X

$a_1 - a_0 = \text{--- mm}$   
 $a_2 - a_0 = \text{--- mm}$

9.3.1. Ensaio dos dispositivos de espera  
Veja-se o desenho n.º 2.5. A na secção A.5 do anexo.



9.3.2. Ensaio dos dispositivos de travamento  
Vejam-se os desenhos n.ºs 1-5, 2-5 B, 3-5, 4-5, 6-5 na secção A.6 do anexo.

10. Resultados

Para cada ensaio, anotam-se os resultados de acordo com o indicado na secção 9. Anotam-se igualmente as várias degradações que se tenham produzido, bem como o estado da janela após o ensaio.

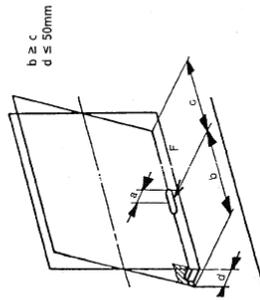
11. Relatório de ensaio

O relatório de ensaio deve ser apresentado de acordo com o estabelecido na Norma NP 3700.

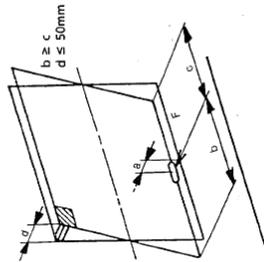
12. Referência à normalização internacional e regional

A presente Norma é equivalente à norma europeia EN 107(1980) «Méthodes d'essais des fenêtres. Essais mécaniques».

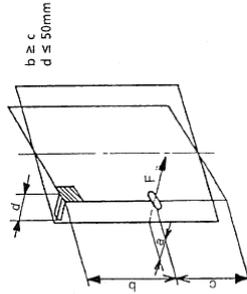
Nº 4.1.A  
abertura por pivôs  
eixo horizontal



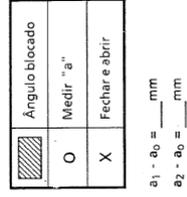
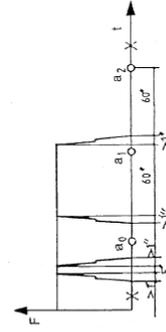
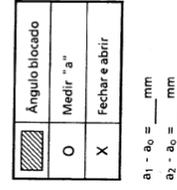
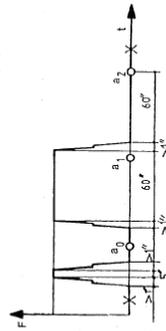
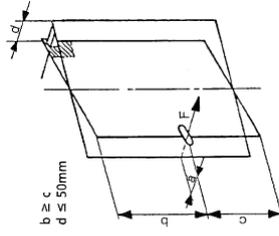
Nº 4.1.B  
abertura por pivôs  
eixo horizontal



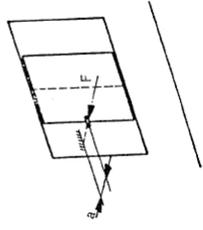
Nº 3.1.A  
abertura por pivôs  
eixo vertical



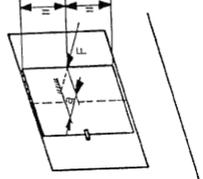
Nº 3.1.B  
abertura por pivôs  
eixo vertical



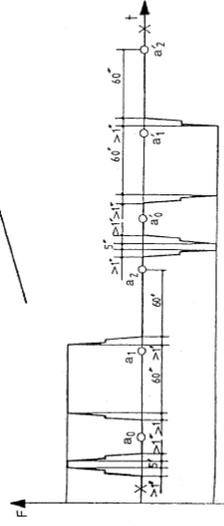
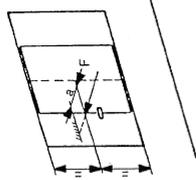
N.º 5.1.A  
de correr horizontal



N.º 5.1.B  
de correr horizontal



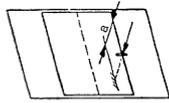
N.º 5.1.C  
de correr horizontal



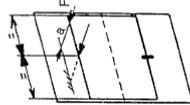
Medir "a"	
O	Fechar e abrir
X	Fechar e abrir

a<sub>1</sub> - a<sub>0</sub> = \_\_\_ mm  
a<sub>2</sub> - a<sub>0</sub> = \_\_\_ mm

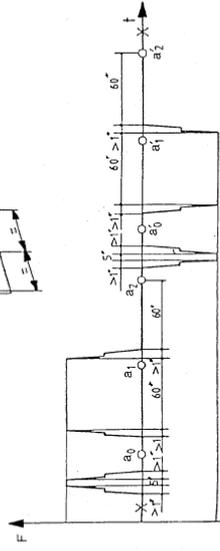
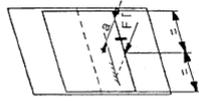
N.º 6.1.A  
de correr vertical



N.º 6.1.B  
de correr vertical



N.º 6.1.C  
de correr vertical



Medir "a"	
O	Fechar e abrir
X	Fechar e abrir

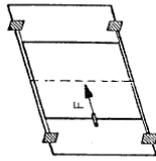
a<sub>1</sub> - a<sub>0</sub> = \_\_\_ mm  
a<sub>2</sub> - a<sub>0</sub> = \_\_\_ mm

a<sub>1</sub> - a<sub>0</sub> = \_\_\_ mm  
a<sub>2</sub> - a<sub>0</sub> = \_\_\_ mm

**A.3. Ensaio de torção**

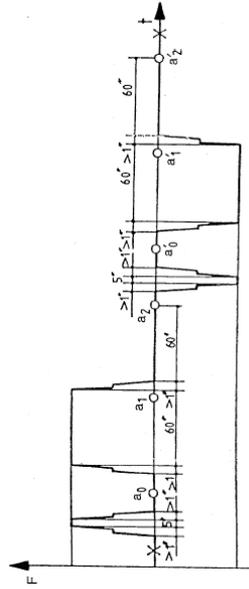
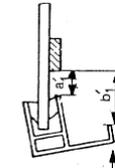
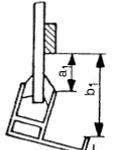
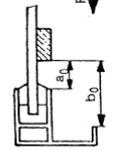
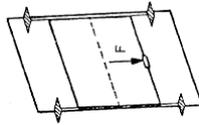
N.º 6.3

de correr horizontal



N.º 6.3

de correr vertical



O	Medir "a"
X	Fechar e abrir

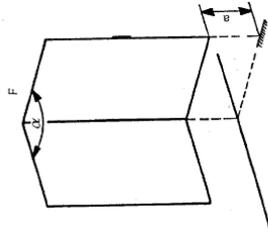
a<sub>1</sub> - a<sub>0</sub> = \_\_\_\_ mm    a<sub>1</sub> - a<sub>0</sub> = \_\_\_\_ mm  
a<sub>2</sub> - a<sub>0</sub> = \_\_\_\_ mm    a<sub>2</sub> - a<sub>0</sub> = \_\_\_\_ mm

**A.2. Ensaio de carga na folha**

N.º 1.2

abertura interior por dobradiças  
eixo vertical

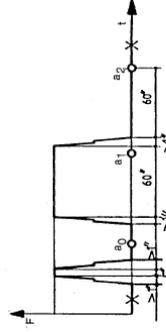
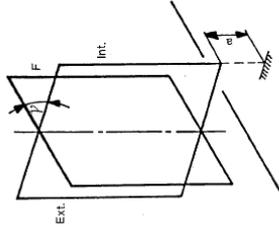
$\alpha = 90^\circ \pm 5^\circ$



N.º 3.2

abertura por pivôs  
eixo vertical

$\alpha = 90^\circ \pm 5^\circ$

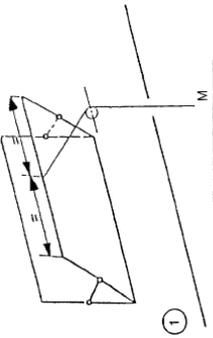


O	Medir "a"
X	Fechar e abrir

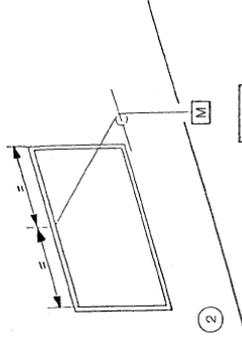
a<sub>1</sub> - a<sub>0</sub> = \_\_\_\_ mm  
a<sub>2</sub> - a<sub>0</sub> = \_\_\_\_ mm

**A.5. Ensaio dos dispositivos de espera**

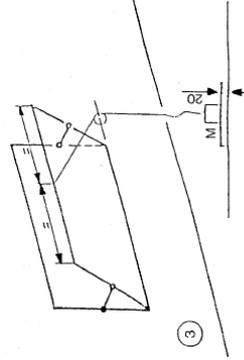
N.º 2.5.A  
abertura por dobradiças  
eixo horizontal



(1)



(2)



(3)

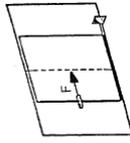
Fixar uma massa M a um cabo que passa numa roldana e liga no centro da travessa superior da folha.  
A posição da roldana é tal que a direcção do cabo é normal ao plano da folha totalmente aberta.

O comprimento do cabo é tal que a massa suspensa apenas toca o chão, quando a folha estiver totalmente aberta. (1).

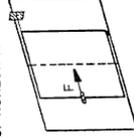
Colocar uma placa de 20 mm de espessura sobre o chão no local onde o impacte se vai produzir (2). A sua abertura é acelerada pela massa M que tocará a placa antes que o arco móvel caia na posição de travamento (3).  
A abertura é medida antes e depois do ensaio: o número de quedas será anotado.

**A.4. Ensaio de deformação diagonal**

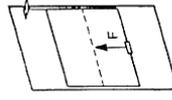
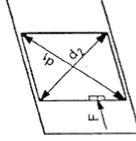
N.º 5.4.A  
de correr horizontal



N.º 5.4.B  
de correr horizontal

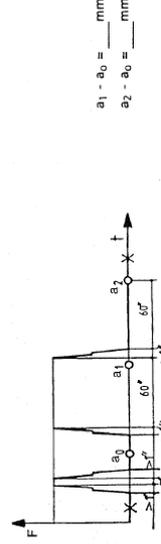


N.º 6.4  
de correr vertical



$a_0 = d_1 - d_2$  Valor antes do ensaio  
 $a_1 = d_1' - d_2'$  Valor antes do ensaio

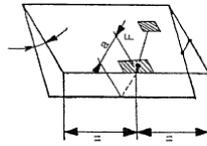
O	Medir "a"
X	Fechar e abrir



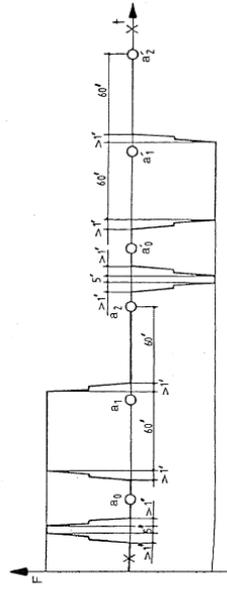
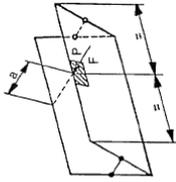
$a_1 - a_0 = \text{--- mm}$   
 $a_2 - a_0 = \text{--- mm}$

A.6. Ensaio dos dispositivos de travamento

N.º 1.5  
abertura por dobradiças  
eixo vertical



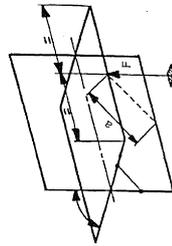
N.º 2.5.B  
abertura por dobradiças  
eixo vertical



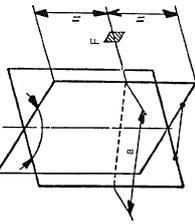
O	Medir "a"
X	Fechar e abrir
	Angulo bloqueado

$a_1 - a_0 = \text{mm}$   $a_1 - a_0 = \text{mm}$   
 $a_2 - a_0 = \text{mm}$   $a_2 - a_0 = \text{mm}$

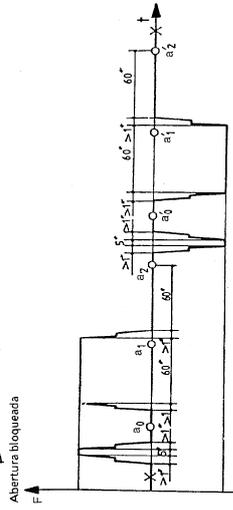
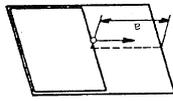
N.º 4.5  
abertura por pivôs  
eixo horizontal



N.º 3.5  
abertura por pivôs  
eixo vertical



N.º 6.5  
de correr vertical



O	Medir "a"
X	Fechar e abrir

$a_1 - a_0 = \text{mm}$   $a_1 - a_0 = \text{mm}$   
 $a_2 - a_0 = \text{mm}$   $a_2 - a_0 = \text{mm}$