

Portas, janelas e persianas

FINSTRAL[®]

TUDO SOBRE VIDRO.

INFORMAÇÃO DETALHADA.



ÍNDICE

Definição de vidro

Vidro duplo

Vidro de protecção térmica

Vidro de protecção solar

Vidro laminado de segurança (VSG)

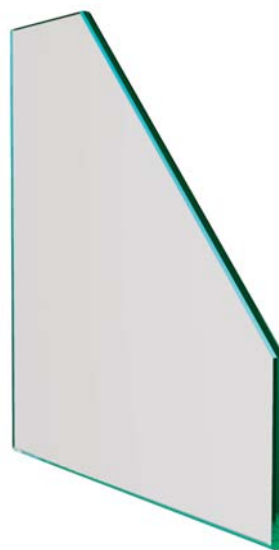
Vidro temperado de segurança (ESG)

Protecção acústica

Vidros impressos e decorativos

Expectativas para o futuro

DEFINIÇÃO DE VIDRO



Material

- O vidro é um material frágil e transparente que resulta da solidificação de um líquido incandescente
- É um material amorfo (rede atômica desordenada) que se fragmenta, quando sujeito a cargas excessivas

Composição de vidro

- **Areia/ sílica** (aprox. 60%)
- **Carbonato de Calcio** (aprox. 20%)
- **Carbonato de Sódio** (aprox. 20%)

Dependendo da composição química de cada componente, podemos verificar ligeiras diferenças de tonalidade de cor, as quais por regra não apresentam qualquer relevância para a sua utilização no sector da construção.

Vidro Float

- O vidro utilizado no sector da construção tem o nome de vidro Float (vidro plano).
- “Float” = fluir
- O Float é uma técnica que consiste em fazer flutuar, á saída do forno, uma chapa de vidro em fusão sobre um banho de estanho líquido, que nivela as duas faces do vidro formando a dimensão e a espessura pretendida, através de um processo de controlo de fluidos.

Etapas de fabrico

1. Fundição dos componentes do vidro, e de seguida um processo de branqueamento
2. Dar forma/ determinar a espessura do vidro (vidro plano)
3. Arrefecimento do vidro
4. Corte e armazenamento

Unidade de produção de vidro plano



Produção de vidro Float de INTERPANE (Seinghouse)

Diferentes tipos de vidro plano

- Vidro plano sem revestimento (capa) térmico
- Vidro laminado de segurança sem revestimento térmico (VSG)
- Vidro temperado de segurança sem revestimento térmico (ESG)

- Vidro de protecção térmica com revestimento (capa)
- Vidro de protecção solar com revestimento (capa)
- Vidro laminado de segurança e protecção térmica com revestimento (VSG)

- Vidros decorativos

Vidro plano sem capa pirolítica

Diferentes espessuras dos vidros elaborados por FINSTRAL

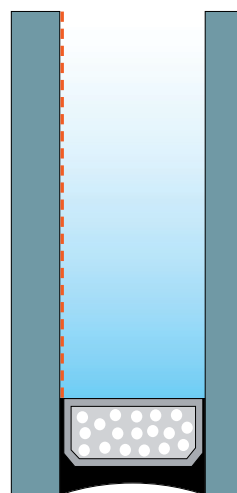
- 4 mm
- 6 mm
- 8 mm
- 10 mm

Com o aumento da espessura do vidro, este adquire uma maior intensidade de cor (tonalidade mais esverdeada)

Dimensão da placa de vidro = 6000 x 3210 mm

(Peso de 1 mm de vidro por m² = 2,5 kg)

VIDRO DUPLO



Definição vidro duplo

- Um vidro duplo é formado por 2 vidros (pelo menos), separados por um perfil intercalar com um agente desidratante
- O resultado é a redução do coeficiente de transmissão térmica
- Actualmente este espaço de separação é preenchido com um gás nobre

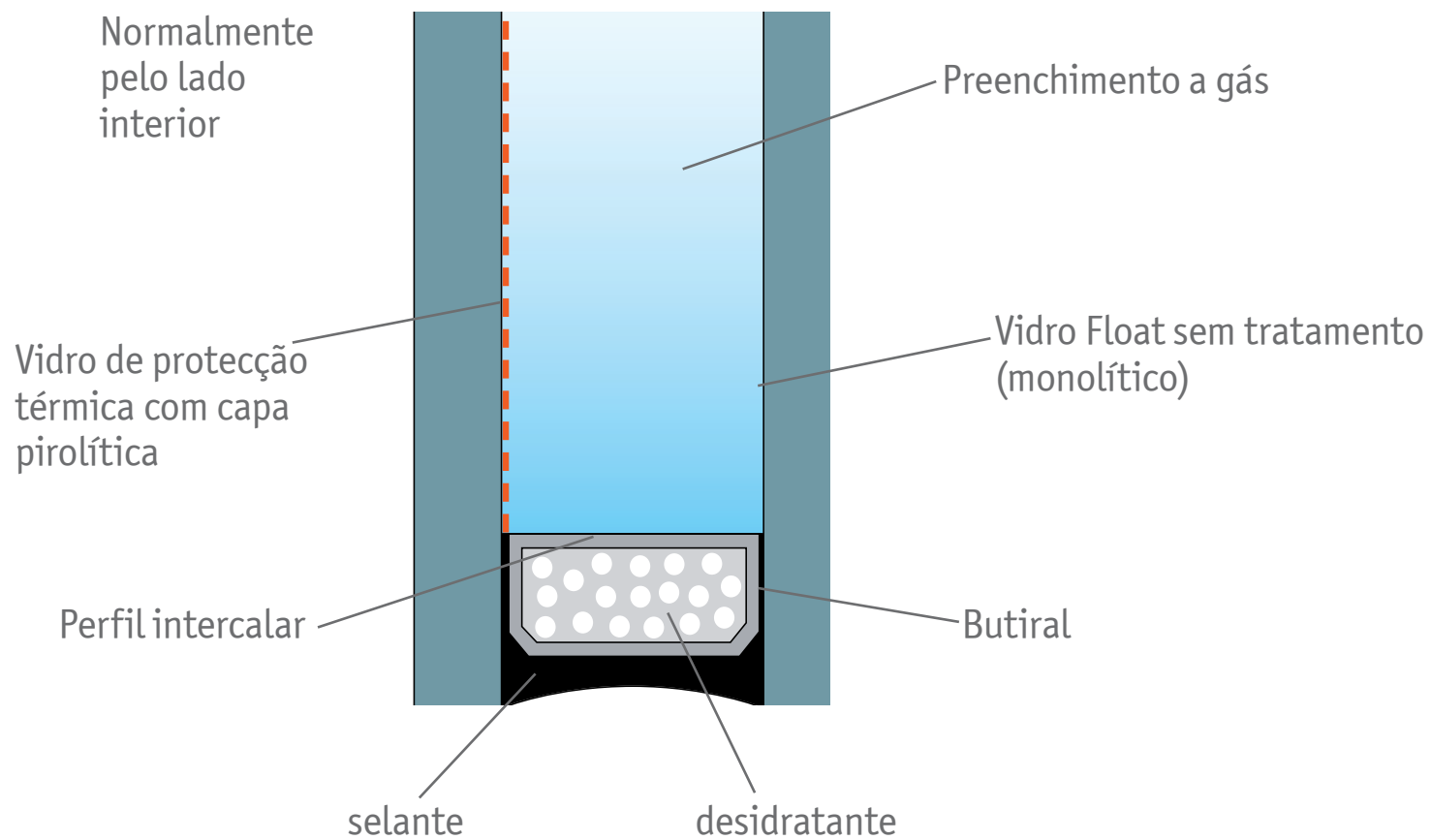
VIDRO DUPLO

Portas, janelas e persianas

FINSTRAL[®]

13

Componentes do vidro duplo



Componentes do vidro duplo

> Perfil separador de vidro

- Perfil intercalar em alumínio com agente desidratante (standard)
- Perfil intercalar térmicamente optimizado – actualmente opcional – num futuro próximo seguramente será standard

Componentes do vidro duplo

> Preenchimento a gás

- O gás nobre presente na câmara entre vidros favorece o isolamento térmico do vidro duplo, já que apresenta uma menor capacidade de condutividade térmica que o ar
- Basicamente é utilizado o gás Argón como gás de preenchimento porque além de corresponder aos valores pretendidos é também mais económico

Componentes do vidro duplo

> Enchimento de gás Krypton

- O Krypton tem menor condutividade térmica que o argón e melhora o valor total de isolamento, mas apenas se justifica em vidros com câmaras de 10 mm ou inferiores .
Para vidros com câmara de 16 mm por exemplo o gás krypton não é o mais eficiente
- A relação custo/benefício do gás Krypton não é a melhor – e tem vindo a perder importância a sua aplicação em vidros duplos.

¡FINSTRAL já não utiliza gás Krypton na gama de vidro com câmara!

Componentes do vidro duplo

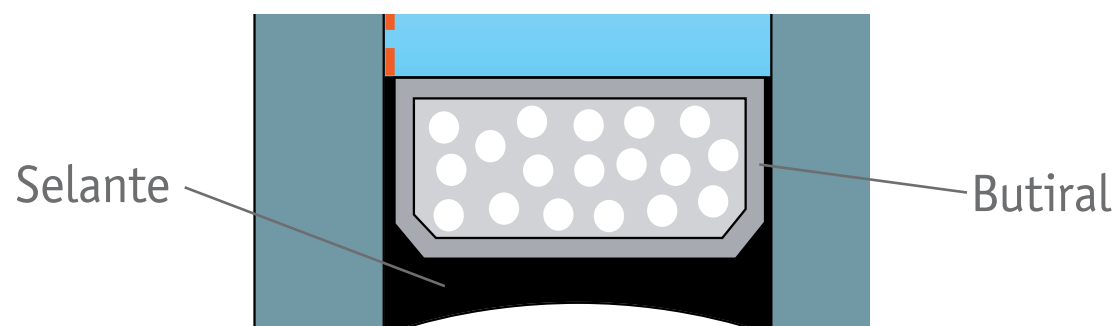
> Selante de Butiral

- O butiral é uma massa com propriedades de adesão, que é aplicada entre o vidro e o perfil intercalar do vidro
- A função principal da massa de butiral é por um lado fazer a adesão entre o vidro e o perfil intercalar e por outro lado isolar a câmara entre vidros de forma hermética ao ar, e deste modo evitar a entrada de humidade e a fuga de gás (hermeticidade á difusão do gás)

Componentes do vidro duplo

> Selante

- O selante é um material tipo borracha, que se utiliza para isolar a parte lateral
- No caso do canto do vidro ter exposição directa á radiação solar então deve utilizar silicone em vez de selante, já que este não é resistente aos raios UV.
- Além disso o Selante é bastante sensível á água!!
(Drenagem + arejamento da ranhura do vidro é importante)

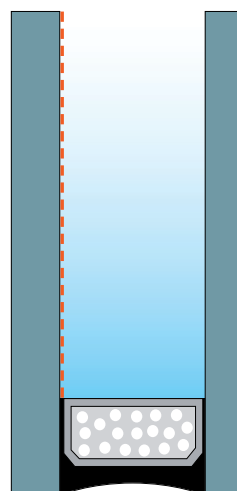


Componentes do vidro duplo

> desidratante

- O preenchimento do interior dos perfis intercalares perfurados é efectuado com um desidratante que absorve a humidade do ar que se encontra na câmara entre vidros.
- A substância desidratante tem a tarefa de absorver o vapor de água que entra no vidro duplo pela zona lateral durante o período de vida funcional do vidro.

VIDRO DE PROTECÇÃO TÉRMICA



Vidro de protecção térmica com capa pirolítica

> Elaboração

- O vidro Float é elaborado com 4 capas diferentes
- A capa principal de protecção térmica é a capa prateada
- As outras três capas são capas de adesão, protecção e de recobrimento

Composição da capa de um vidro de protecção térmica



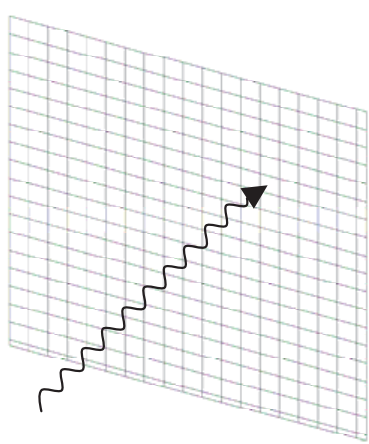
Importante: o revestimento de protecção térmica apenas se pode aplicar na câmara entre os vidros, para evitar a reacção com o ar (oxidação)

Efeito do vidro de protecção térmica

> Os revestimentos de protecção térmica têm uma função de filtro

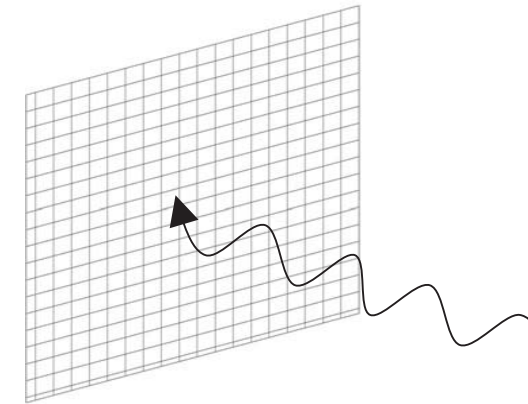
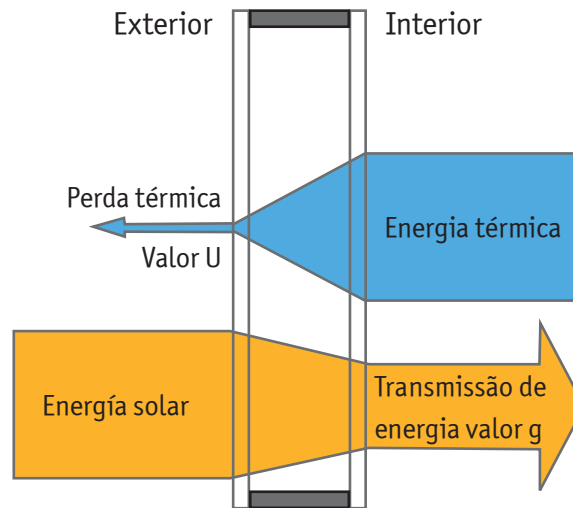
- A breve radiação solar pode trespassar com relativa facilidade o revestimento
- A radiação térmica mais intensa no interior de um edifício é reflectida pelo revestimento, sendo grande parte dela para o interior

Função do vidro de protecção térmica



Breve radiação solar,
Uma grande parte de energia trespassa o vidro

Num vidro de protecção térmica cerca de 60% do total da energia solar (valor g) é transmitido para o interior



Prolongada radiação térmica,
a energia é retida na sua maior parte e reflectida para o interior

O valor Ug do Vidro duplo normal = 3,0
Valor Ug do vidro duplo com revestimento (capa térmica) de protecção térmica = 1,1 W/m²K

Definição Valor U

- O valor U assim como o coeficiente de transmissão térmica é a medida que expressa a transmissão da corrente térmica dos materiais.

Valor U_g representa o coeficiente de transmissão térmica do Vidro (**g**lass)

Valores U de diferentes materiais em comparação

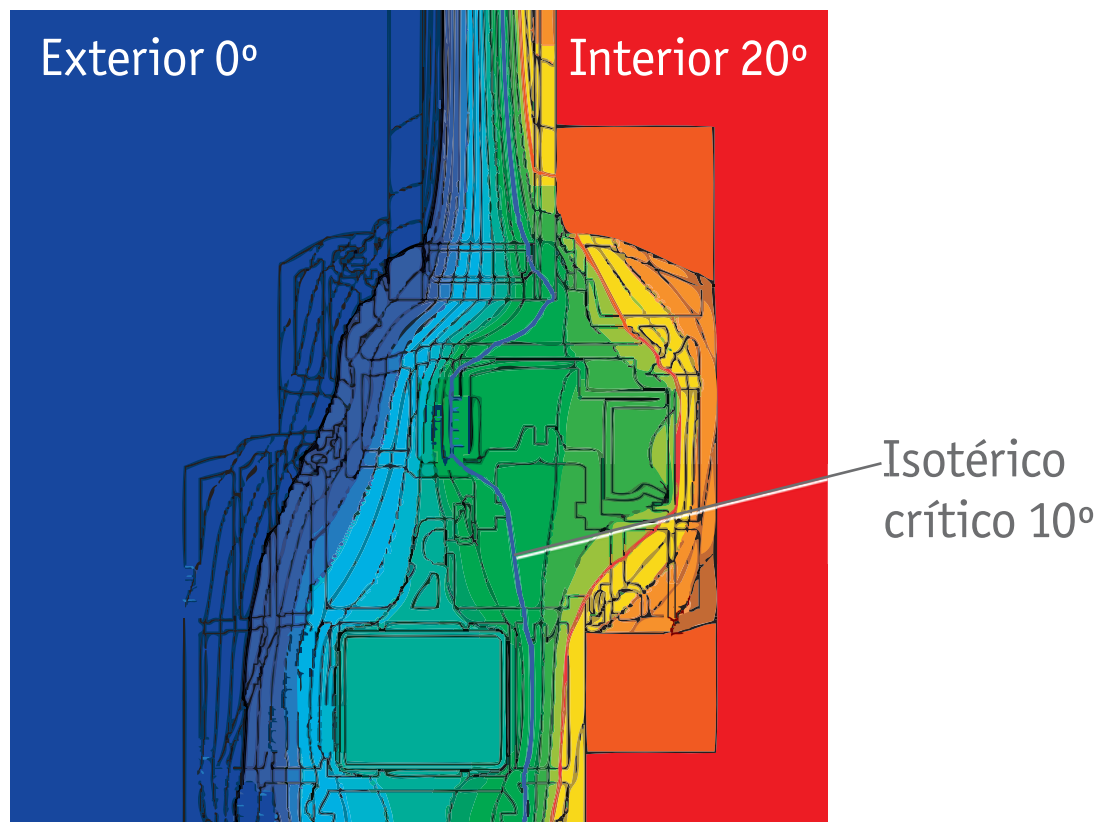
Material	Valor U [W/m ² K]
Parede betão sem isolamento	3,3
Parede de cerâmicos com isolamento	0,32
Construção em madeira com câmara	0,15-0,2
Construção em madeira maciça	0,5
Vidro simples	5,9
Vidro duplo normal	3,0
Vidro duplo de protecção térmica	1,1
Vidro triplo de protecção térmica	0,6

Factores de influência sobre o valor U

Existem diferentes factores que podem fazer variar o valor U

- Revestimento sobre o vidro
- Dimensão da câmara existente entre os vidros
- Tipo de gas existente na câmara entre os vidros
- Dimensões do vidro duplo

Curvas isotérmicas



Valor Ug do vidro duplo em função da dimensão da câmara

Composição do vidro:

Preenchimento do vidro:

Preenchimento nominal:

Grau de emissão normal do revestimento (capa térmica) ϵ_n :

Diferença de Temperatura ΔT :

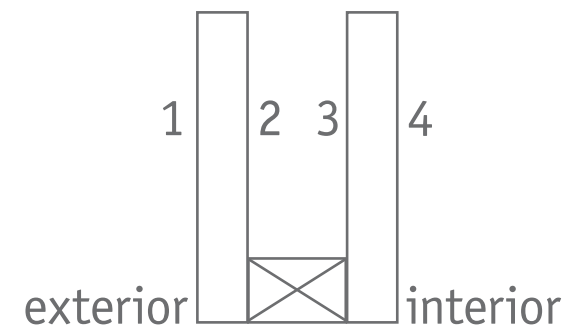
Vidro duplo

Argon

90%

0,03

15 K



Espaço entre vidros [mm]	Valor Ug [W/m ² K]
10	1,4
12	1,3
14	1,2
14 (com mín 1 VSG)	1,1
16	1,1
18	1,1
20	1,1
22	1,2

Indicação:

O valor Ug em W/m²K é válido para o revestimento (capa térmica) sobre a posição 2 ou 3 (lado interior da câmara sobre um ou outro vidro) do vidro duplo.

Valor Ug para o vidro triplo em função do espaço existente entre os vidros

Composição do vidro:

Preenchimento do vidro:

Preenchimento nominal:

Grau de emissão normal do revestimento (capa térmica) ϵ_n :

Diferença de Temperatura ΔT :

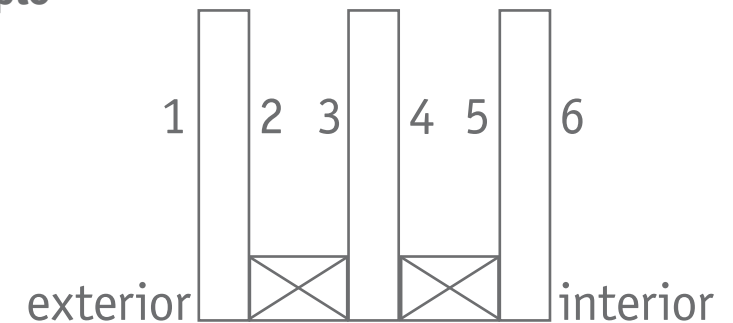
vidro triplo

Argon

90%

0,03

15 K



Espaço entre vidros 1 [mm] \ Espaço entre vidros 2 [mm]	Valor Ug [W/m ² K]			
	8	10	12	14
8	1,0	0,9	0,8	0,8
10	0,9	0,8	0,8	0,7
12	0,8	0,8	0,7	0,7
14	0,8	0,7	0,7	0,6

Indicação:

O valor Ug em W/m²K é válido para o revestimento (capa térmica) colocado sobre a posição 2 e 5 do vidro câmara.

Efeito do perfil intercalar do vidro

FINSTRAL utiliza perfis intercalares de vidro otimizados térmicamente desde outubro de 2008, o produto Thermix TX.N

Propriedades

- Reduzida condutividade térmica dos materiais

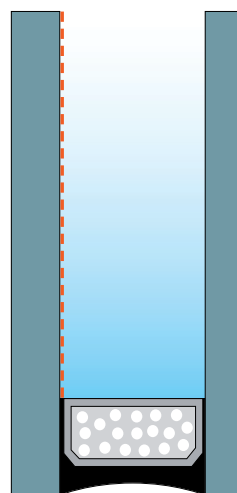
Vantagens

- A zona problemática do borde é mantida mais isolada
- Reduzida perda térmica
- Sem aparecimento de água proveniente da condensação nas zonas laterais ou mesmo no borde do vidro
- Melhoria do valor total da janela U_w em $0,1 \text{ W/m}^2\text{K}$

Vidros de protecção térmica especiais FINSTRAL

Código	Descrição	Valor Ug	Valor g	τ_v	Observações
94424	4-16-:4	1,1 W/m ² K	62%	80%	Standard
84430	4:-8-4-10-:4	0,9 W/m ² K	51%	72%	Melhoria mínima Elevados custos
84440	4:-14-4-14-:4	0,6 W/m ² K	50%	72%	Vidro ideal de protecção térmica
92430	4-18-P2A	1,1 W/m ² K	58%	77%	Apesar do vidro laminado Ug 1,1
82440	4:-12-4-12-:P2A	0,7 W/m ² K	50%	69%	Bom valor de isolamento Menos luz mediante existência de 4 vidros

VIDROS DE PROTECÇÃO SOLAR



Vidros de protecção solar

A função de um vidro de protecção solar é determinada pelo valor g

- O valor g define a transmissão total de energia de um vidro
- Um baixo valor g mantém o calor fora e reduz o sobreaquecimento das habitações
- No inverno um baixo valor g diminui os ganhos térmicos através do vidro

Valor g (Vidro standard de protecção térmica):	aprox. 60%
Valor g (bom vidro de protecção solar):	aprox. 40%
Valor g (excelente vidro de protecção solar):	aprox. 28%

Os vidros de protecção térmica são recomendados nas zonas do sul da Europa e em fachadas de grande superfície para diminuir os gastos com os sistemas de refrigeração.

Definição Vidros de protecção solar

O vidro de protecção solar é um vidro Float com um revestimento especial, o qual reduz a energia da radiação solar que entra para o interior.

Existem 3 possibilidades para o conseguir:

- **Absorção**
- **Absorção/Reflexão**
- **Reflexão**

Definição Vidros de protecção solar

> Vidro de absorção

- Durante o processo de fabricação do vidro são misturados corantes (Óxido de ferro, óxido de cobre) (por. ex. Parsol).
- Normalmente estes vidros apresentam coloração forte e têm um baixo valor de transmissão de luz (hoje em dia não são recomendados)
- Estes vidros quando aplicados pelo lado exterior aquecem demasiado e apresentam um grande perigo de ruptura.

Tipos de vidros de protecção solar

> Vidro de absorção/reflexão

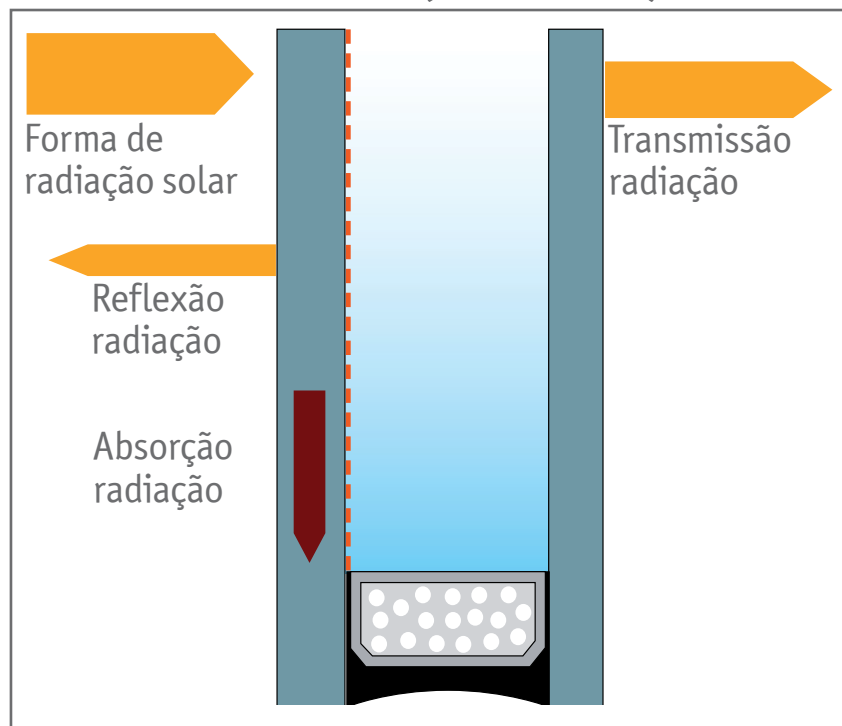
- Neste vidro o impedimento da corrente de energia é efectuado em parte através de um processo de absorção, ou seja o vidro recebe/absorve o calor que de seguida é lentamente “desviado” para o exterior, enquanto que uma parte é directamente reflectida.
- Estes vidros aquecem intensamente a sua superfície pelo exterior. O que pode levar a um determinado risco de ruptura, sobretudo se existir alguma sombra parcial sobre a superfície do vidro.

p.ex. FINSTRAL Multivalor Sun Valor $g = 42 \%$
Valor $\tau_v = 71 \%$

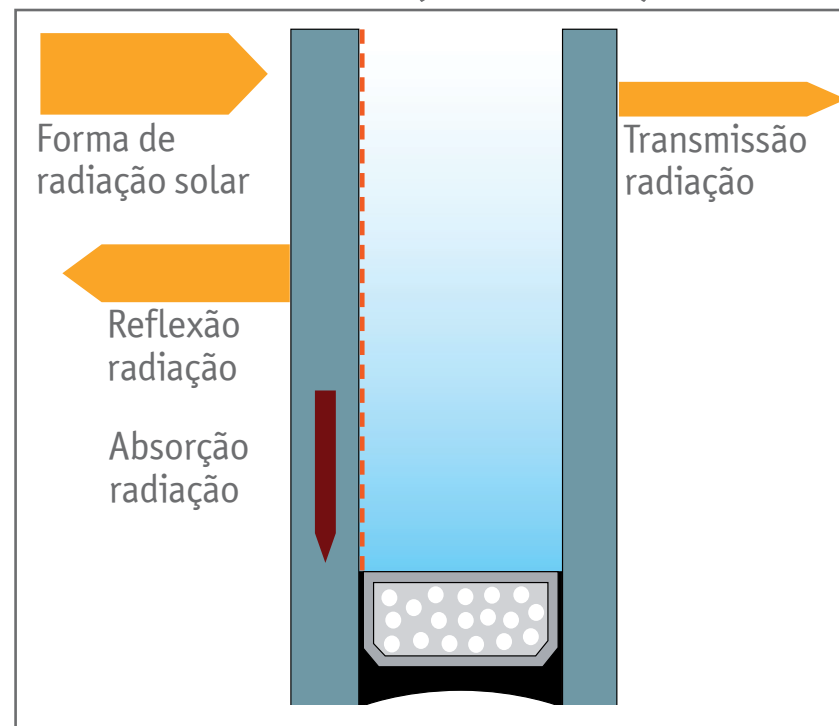
Ilustração esquemática da função de protecção solar

Ilustração de ambos os vidros de protecção solar com os seus diferentes efeitos

Vidros de absorção (Multivalor)



Vidros de reflexão (Platin Sun)



Efeito óptico dos vidros de protecção solar

Apresentação de vidros reflectantes de protecção solar



O típico efeito de reflexo azul dos vidros de protecção solar

Vidros especiais FINSTRAL de protecção solar

Multivalor Sun

Código	Descrição	Valores Ug	Valor g	τ_v	Observações
74428	4:-20-4	1,1 (W/m ² K)	43%	71%	Absorção/Reflexão
74630	6:-20-4	1,1 (W/m ² K)	42%	70%	Absorção/Reflexão
64440	4:-14-4-14-:4	0,6 (W/m ² K)	38%	63%	Absorção/Reflexão
66640	6:-10-6-12-:6	0,8 (W/m ² K)	37%	61%	Absorção/Reflexão

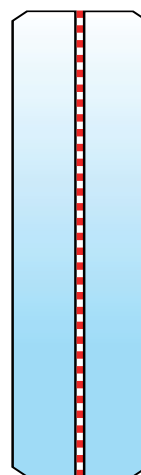
Vidros especiais FINSTRAL de protecção solar

Platin Sun

Código	Descrição	Valor Ug	Valor g	τ_v	Observações
54630	6:-20-4	1,1 W/m ² K	29%	47%	Reflexão

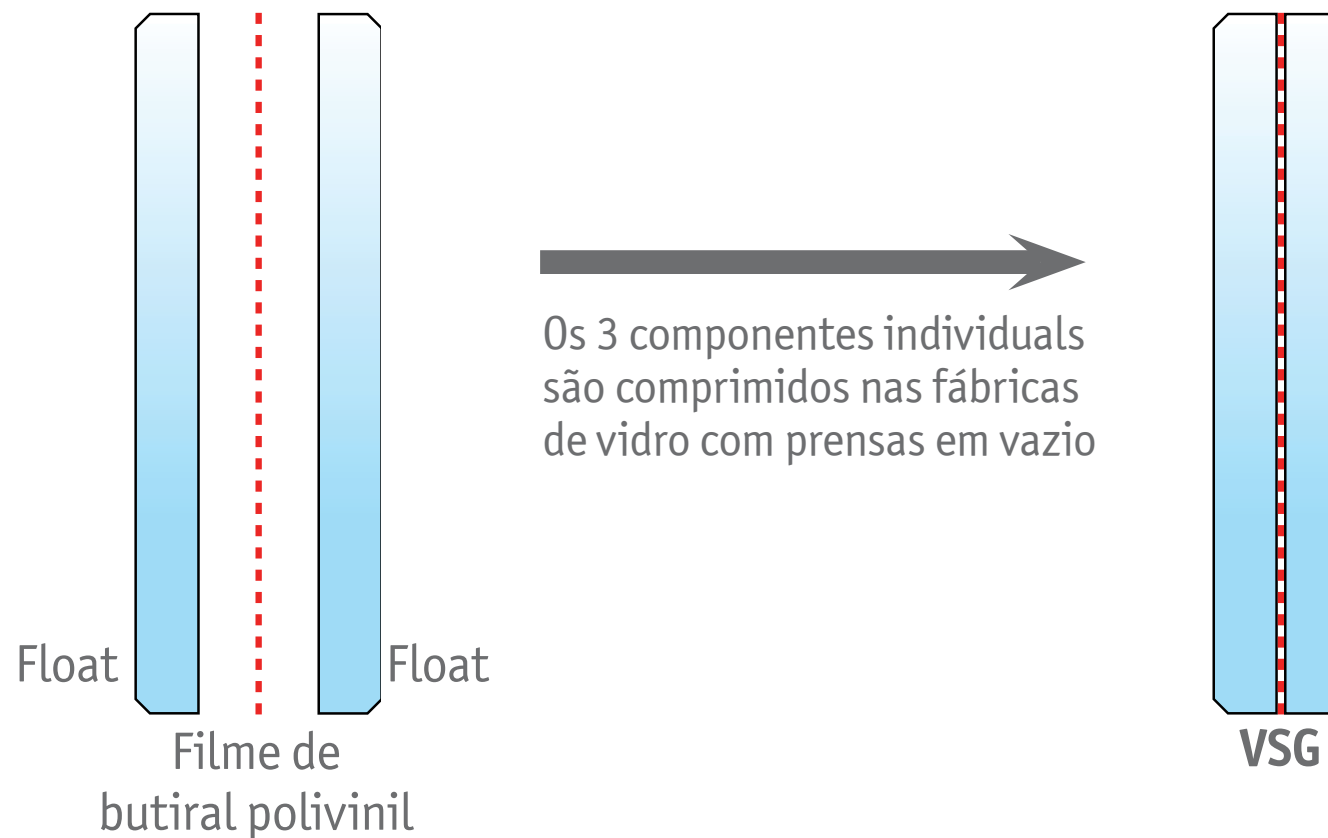
Nos vidros triplos não se recomenda a aplicação do vidro Platin Sun, já que a transmissão de luz, o valor τ_v é demasiado baixo

VIDRO LAMINADO DE SEGURANÇA (VSG)



Vidro laminado de segurança (VSG)

Os vidros combinados de segurança são construídos a partir da colocação de um filme de PVB entre duas chapas de vidro, filme esse altamente resistente á ruptura



¿Porquê vidro laminado de segurança?

Os vidros laminados de segurança (VSG) não se fragmentam como os vidros normais, após ruptura os fragmentos do vidro ficam colados á película e evitam que o vidro se desintegre, o que favorece a **protecção contra lesões**

Mediante a elevada resistênciá á ruptura do filme de PVB, o vidro laminado VSG também serve eficazmente como **protecção contra tentativas de intrusão**

Execuções de vidro VSG

- O vidro laminado VSG normalmente é fabricado a partir de vidros Float sem revestimento, embora seja também possível a partir de vidros com revestimento por um dos lados
- Os vidros diferem no grau de resistência á intrusão em função das diferentes espessuras do filme de PVB

Vidro laminado de segurança

> Finstral tem 7 tipos de vidro laminado VSG no programa:

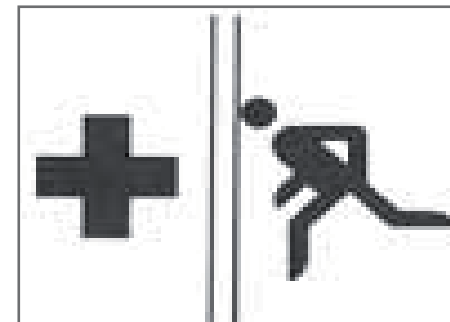
VSG 3-0,38-3	VSG 6/7	(1 filme PVB) revestimento/sem revestimento
VSG 4-0,76-4	P2A	(2 filme PVB) revestimento/sem revestimento
VSG 4-1,52-4	P4A	(4 filme PVB) revestimento/sem revestimento
VSG 4-2,28-4	P5A	(6 filme PVB) revestimento

Vidro como elemento de segurança



Segurança activa

=> Protecção intrusão/ruptura



Segurança passiva

=> Protecção contra lesões

- A segurança activa é normalmente uma exigência dos clientes perante um potencial de perigo
- A segurança passiva é exigida mediante normativas e disposições legais.

Segurança activa

Para segurança activa apenas são apropriados vidros laminados VSG com filme de PVB no mínimo a partir de 0,76 mm de espessura

- Filme PVB 0,76mm = mediana resistência á ruptura P2A
- Filme PVB 1,52mm = Elevada resistência á ruptura P4A
- Filme PVB 2,28mm = Excelente resistência á ruptura P5A

Para a construção de vivendas privadas por regra é suficiente o nível de resistência de P2A ou melhor o P4A

Em casos de maior risco é recomendado o P5A

A espessura do vidro propriamente dito, tem pouca importância na resistência á ruptura. Apenas se deve seleccionar em função da dimensão do vidro

Segurança activa

Atenção:

;;O vidro laminado VSG 4/0,76/4 não apresenta a mesma estabilidade quando sujeito á carga do vento, tal como um vidro monolítico (único) de 8 mm!!

;;O vidro laminado VSG 3/0,38/3 não apresenta a mesma estabilidade quando sujeito á carga do vento, tal como um vidro monolítico (único) de 6 mm!!

Vidro de segurança passiva

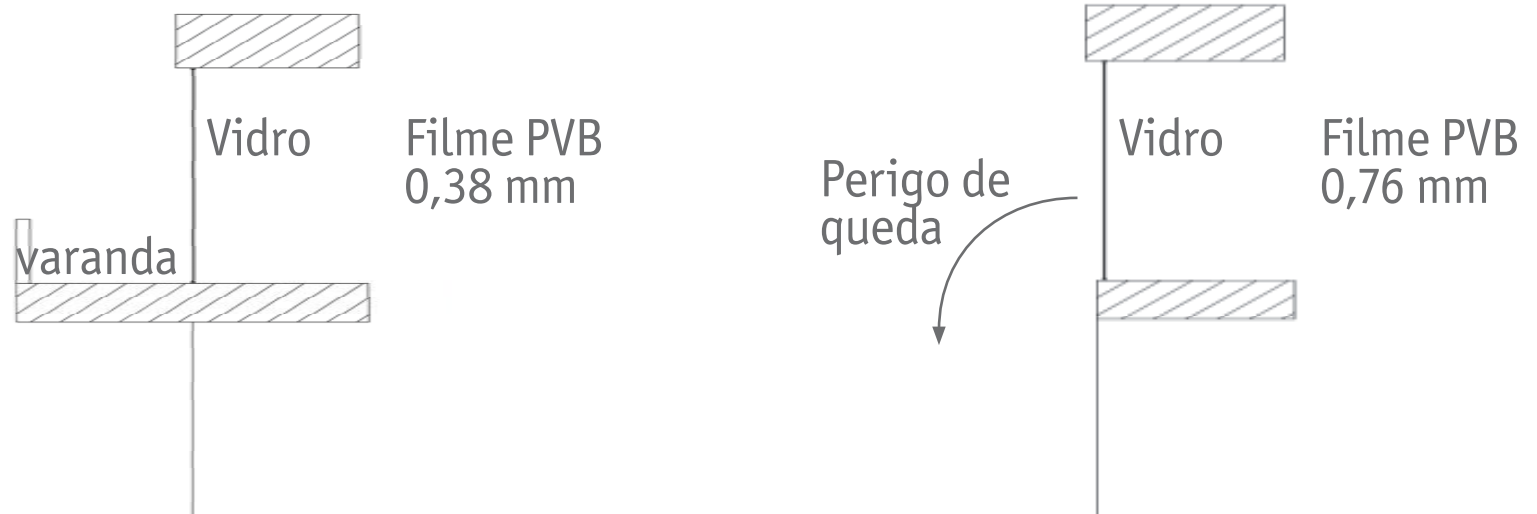
A segurança passiva tem vindo a ganhar cada vez mais importância mediante:

- Maiores fachadas de vidro
- Envidraçados até ao solo
- Maior consciência dos projectistas sobre protecção civil
- O aumento da Responsabilidade civil, por ex. nos Hoteis e Edifícios públicos

;;As disposições legais são **definidas segundo as normativas de cada país!!**

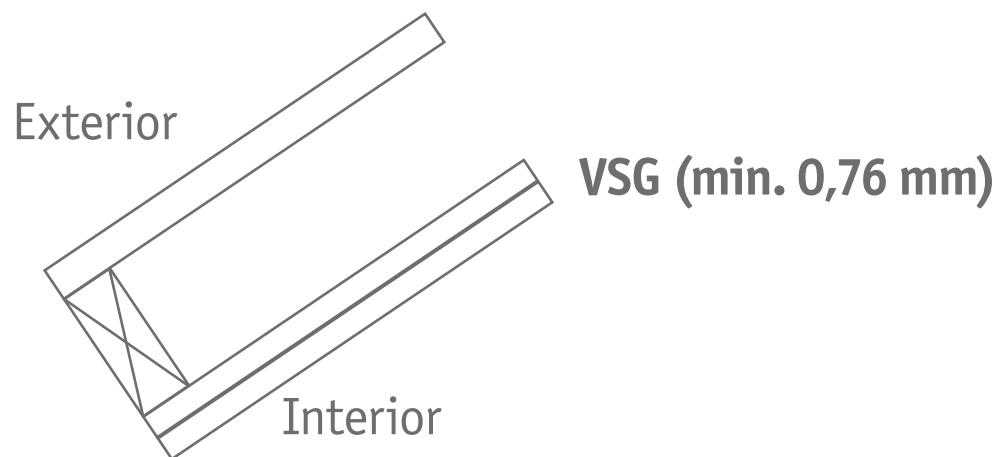
Envidraçados até ao solo

- O vidro VSG é especialmente apropriado
- A partir de 0,38 mm de espessura do filme PVB já conseguimos garantir um bom nível de protecção às pessoas, desde que não se verifique o perigo de queda de queda
- Com perigo de queda é no mínimo necessário um filme PVB de 0,76 mm de espessura



Vidros colocados sobre as pessoas (tectos)

- Pelo lado interior deve utilizar sempre um vidro laminado VSGA espessura mínima do filme de PVB deve ser de 0,76mm
- Dependendo da dimensão do vidro duplo deve seleccionar a espessura do vidro que fica pelo exterior
- Aplicado pelo lado exterior o vidro laminado VSG não apresenta qualquer vantagem adicional, visto que a queda de granizo não é maior do que a de um vidro monolítico

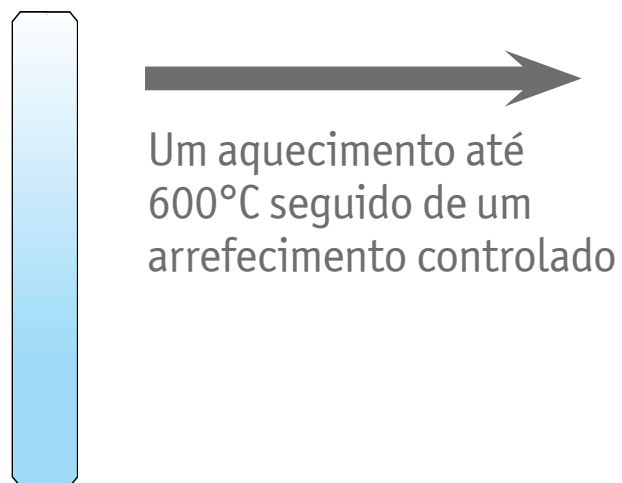


VIDRO TEMPERADO DE SEGURANÇA (ESG)



Vidro de segurança (ESG)

O vidro temperado é proveniente de um processo de aquecimento até 600° seguido de um arrefecimento controlado, este choque térmico vai comprimir as faces exteriores do vidro e aumentar a sua resistência mecânica



Atenção: não aplicar em vidros colocados sobre as pessoas (tectos) ou como vidro de protecção contra quedas

Vidro de segurança (ESG)

Os vidros temperados ESG não podem ser cortados ou tratados, a sua forma deve ser determinada antes do processo da têmpera.

Por este motivo os vidros temperados ESG não existem em grandes placas de 3210 x 6000 mm.

Efeito: muito resistente às oscilações de temperatura, assim como ao impacto. Em caso de ruptura o vidro é desintegrado em pequenos fragmentos, com o mínimo risco de sofrer cortes ou pequenas lesões

ESG como vidro de segurança

Se não se verifica perigo de queda, o ESG também pode ser utilizado como vidro de segurança

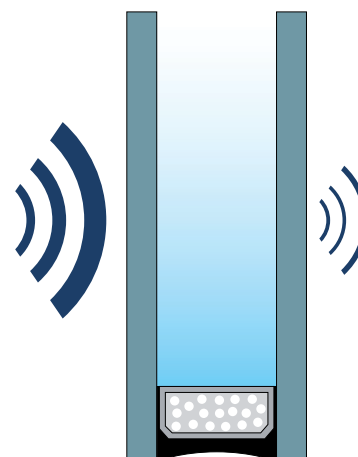
Vantagem

- Reduzido peso do vidro
- Elevada resistência ao impacto
- Resistente ao granizo (Zona tecto lado exterior)
- Elevada estabilidade quando sujeito a altas temperaturas

Desvantagem

- Logística difícil
- Qualidade óptica inferior

PROTECÇÃO ACÚSTICA



Definição Acústica e isolamento acústico

Acústica

Tom, ruído, som etc. detectado pela audição de uma pessoa.

Existem dois tipos de acústica:

- Acústica útil (falar, música)
- Acústica nefasta (Tráfico automóvel, Ruído de obras, etc.)

Isolamento acústico

Evitar ou dificultar a expansão da acústica.

Uma redução acústica de 10 dB significa reduzir a cerca de metade a força acústica

Ruído avião	80 dB
Tráfico pesado	70 dB
Rua normal	60 dB
Conversa normal	50 dB

Função da protecção acústica do vidro duplo

> A protecção acústica do vidro é influenciada por

- A espessura do vidro
- A capacidade de flexibilidade do vidro
- A combinação das espessuras dos vidros
- A largura dos perfis separadores do vidro (câmara do vidro)



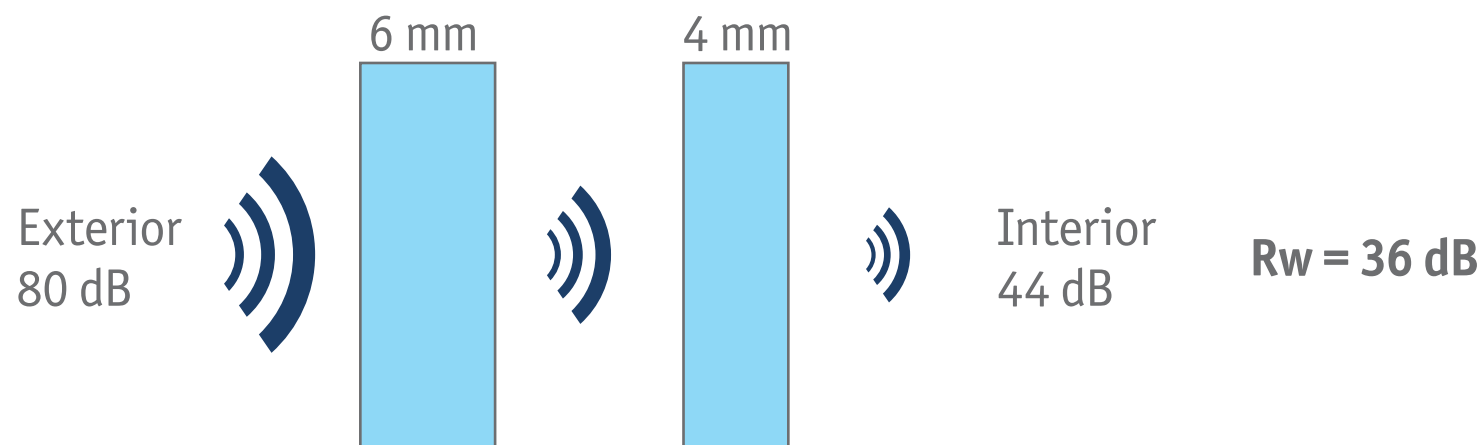
Função de protecção acústica do vidro duplo

> Espessura do vidro

- A maior espessura de vidro contribui para a melhoria do valor de isolamento acústico
- Quanto maior for a diferença entre os diferentes vidros que compõem o vidro duplo, maior será o valor de isolamento acústico.
Desta forma consegue cubrir uma grande zona de frequências

Função de protecção acústica do vidro duplo

O principal motivo é a interrupção das ondas acústicas, que leva a perda da sua força (e mudança de frequência)



Função de protecção acústica do vidro duplo

Conseguimos melhorar a protecção acústica aplicando vidros laminados:

- Laminado 4+4 (VSG 8/9 normal) – Valores até R_w 40 dB
- Vidro 8 SI (Vidro de isolamento acústico de alta qualidade) –
Valores até R_w de 42 dB

A principal causa da melhoria dos valores R_w deve-se sobretudo á maior flexibilidade deste tipo de vidro com melhores propriedades de absorção acústica („engolem“ o ruído).

O vidro de protecção acústica é sempre colocado pelo lado exterior do vidro duplo

Explicação dos valores

Rw = Medida em valor de isolamento acústico
(Verificada em banco de ensaios)

Valor C = Espectro valor de adaptação (Espectro 1) na sua maior parte
para ruídos de alta frequência

Valor C_{tr} = Espectro valor de adaptação (Espectro 2) na sua maior parte para
ruídos de baixa frequência

As propriedades de isolamento acústico de um produto não são todas iguais através de toda a banda de frequências de audição, mas sim muito diferentes.

A verificação é realizada com uma frequência de 500HZ e o valor Rw corresponde ao isolamento acústico com esta determinada frequência.

Significado dos valores

Especialmente no ruído com baixa banda de frequência o isolamento acústico da janela reduz significativamente, de tal forma que apenas o valor R_w por si só, não indica o valor efectivo de isolamento acústico.

A correcção é determinada mediante o valor C_{tr} (por regra entre -4 até -6 dB).

Significado dos valores

Para maiores frequências é válido o valor C. Allí por regra a correcção não é muito grande (-1 dB até -2 dB).

Esta situação deve ser incluída no assessoramento nos casos em que o cliente procura um elevado valor de isolamento acústico.

Em princípio o valor do vidro por si só não é determinante, ou seja, devemos sempre fazer referência ao valor do conjunto janela/ vidro.

Valores de isolamento acústico Finstral Sistema 200

Código	Descrição	Rw	C	C _{tr}	Observações
94424	4:-16-4	34	-2	-6	Bom standard
94630	4:-20-6	36	-2	-5	Óptimo-mínimos custos/ bom valor
92430	4:-18-P2A	40	-2	-6	Bom valor, custo alto, segurança acrescida
94830	4:-18-8	38	-2	-5	Custos aceitáveis, bom valor
99630	6-16-8/9SI	42	-2	-6	Muito bom valor, elevados custos
96936	P2A:-18-8/9SI	45	-2	-6	Valor excelente, elevados custos
KV	4:-16-4-35-6	42	-1	-6	ideal para Multifunções
KV	6:-14-4-35-6	44	-2	-6	Elevados valores –Multifuncional
KV	8/9:P2A-12-4-35-6	45	-1	-5	Elevados valores– segurança acrescida

VIDROS IMPRESSOS E DECORATIVOS



Vidros impressos e decorativos

- Existe uma grande variedade no mercado
- Geralmente sem recobrimento
- Divididos em:
 - Vidros estruturais- vidros impressos
 - Vidros tratados na superfície (por ex. satinados)

A grande e diversificada variedade do programa provoca problemas de logística e corte

=> !!!Tendência para a redução da oferta!!!

EXPECTATIVAS PARA O FUTURO



Expectativas para os próximos anos

- A actual técnica de capas não vai trazer grandes melhorias já que o valor da emissão actualmente já é bastante reduzido. Outra diminuição levaria a uma importante perda de transmissão de luz.
- Aumento dos vidros de protecção solar e calor nas zonas a sul da Europa
- Perfil separador de vidro optimizado térmicamente
- Aumento do vidro triplo de protecção térmica

Expectativas para os próximos anos

- Aumento de vidros laminados VSG por exigências legais
- Aumento de vidros temperados ESG para reduzir o peso

O futuro do vidro duplo

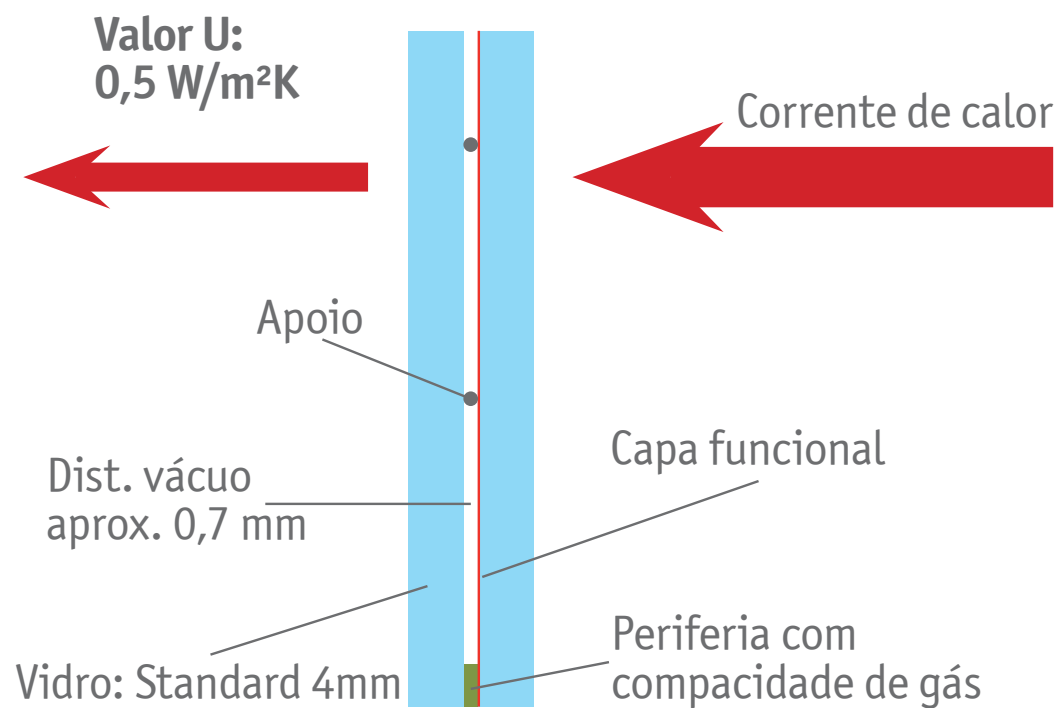
> Vidro em vácuo

Para reduzir mais o valor U e aumentar o valor de isolamento térmico existe um projecto em desenvolvimento que aponta para o vidro em vácuo:

- Entre os dois vidros é criado um campo de vácuo (alta depressão de $> 1000 \text{ kg/m}^2$)
- Nas câmaras existentes entre os vidros devem ser colocados grãos de vidro para manter os 2 vidros separados
- A distância entre ambos os vidros é de aprox. 1 mm
- Já se efectuaram as primeiras experiências

Vidro em vácuo

O vácuo tem um menor coeficiente de conductividade térmica do que os gases nobres



O futuro do vidro duplo

> Vidro em vácuo

- Até 2010 não será possível uma produção a nível industrial ou técnico
- Valor U_g do vidro até $0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$ \Rightarrow como vidro duplo até $0,3 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Todavia não se podem prever ou mesmo calcular os custos
- Para janelas com dimensões normais a aplicação de vidro em vácuo não terá qualquer importância!

**AGRADECEMOS TODA A VOSSA ATENÇÃO.
DESEJANDO O MAIOR ÊXITO NO ASSESSORAMENTO
DOS VOSSOS CLIENTES.**