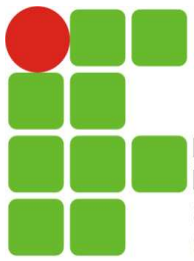


INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
SUL-RIO-GRANDENSE
Campus Passo Fundo

VIDROS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Disciplina: MATERIAIS E PROCESSOS
CONSTRUTIVOS III

Professora Sabrina Elicker Hagemann

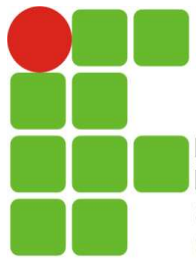


INTRODUÇÃO

- Produto fisicamente homogêneo composto por uma mistura de óxidos, com predomínio de sílica;
- Outros constituintes: sódio, cálcio, magnésio, potássio;
- Obtido através do resfriamento da massa de óxidos em fusão, que enrijece sem cristalizar;

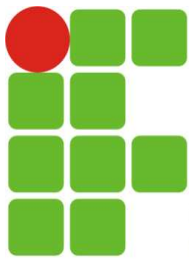
USO DO VIDRO NA CONSTRUÇÃO CIVIL:

- Durabilidade;
- Transparência;
- Dureza;
- Impermeabilidade;
- Variedade de tipos, tratamentos e espessuras.



PROPRIEDADES

- **Desempenho desejável:** diminuição dos ganhos solares na estação de arrefecimento (fator solar mínimo); diminuição das transferências de calor entre o exterior e o interior (coeficiente de transmissão térmica mínimo); maximização da transmissão luminosa (fator de transmissão luminosa elevado).
- **Fluxo de energia solar:** ultravioleta, luz solar e infravermelho;
- **Ultravioleta B:** efeito bactericida, provoca queimaduras e sintetiza vitamina D através da pele;
- **Ultravioleta A:** causa bronzeamento e descoloração de tecidos, tintas, quadros.
- **Vidro comum:** reduz a transmissão do ultravioleta B;
- **Vidros laminados ou vidros com películas para proteção solar:** impedem a ação do ultravioleta;
- **Luz visível:** influencia o grau de iluminação do ambiente – entrada desejável nos ambientes;
- **Infravermelho:** interfere nas condições internas de conforto ambiental através do ganho de calor.



PROPRIEDADES

Fator Solar (%)

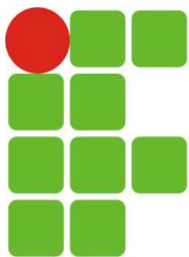
- Quanto menor o Fator Solar, menor a entrada de calor do sol.
- Para um projeto em clima quente, isso quer dizer uma redução em temperaturas internas, portanto uma redução no consumo do sistema de ar condicionado / temperaturas internas.

Transmitância Térmica (W/m^2K)

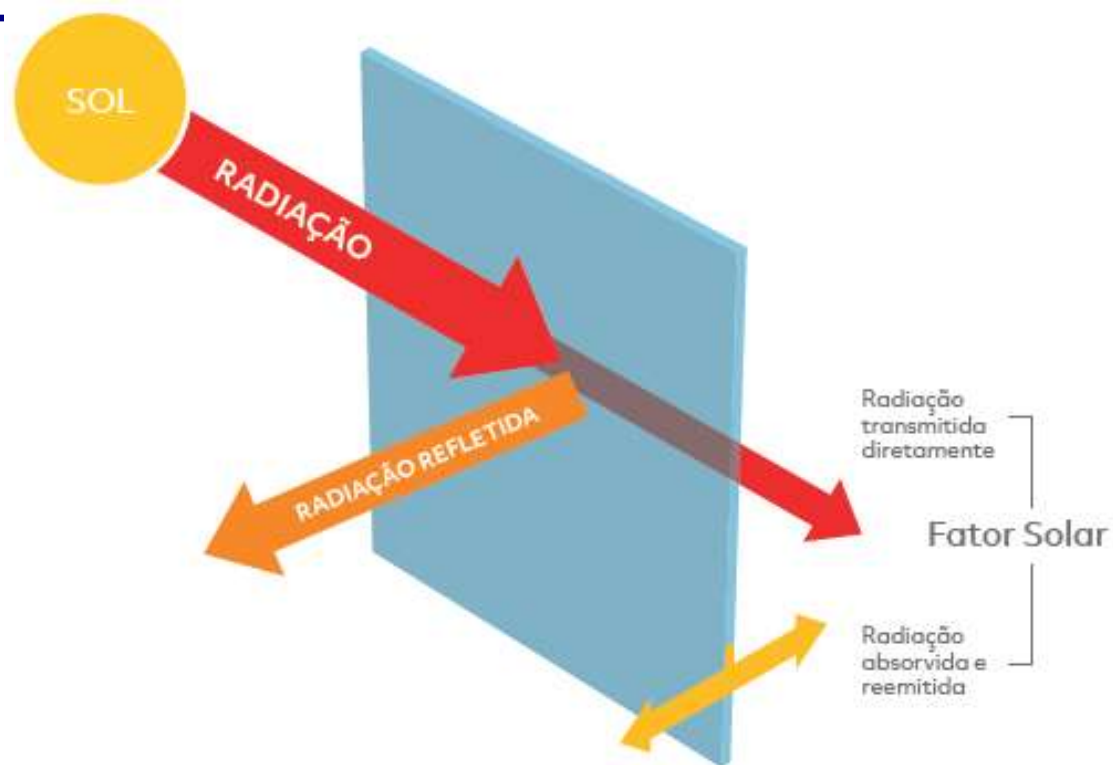
- Quanto menor a Transmitância Térmica, menor a entrada de calor do ambiente externo.
- Para um projeto em clima quente, é desejada uma redução em temperaturas internas, portanto uma redução no consumo do sistema de ar condicionado

Transmissão Luminosa (%)

- Quanto maior a Transmissão Luminosa, maior a entrada de iluminação natural.



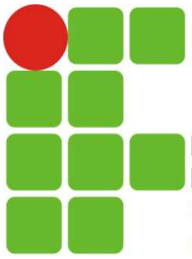
PROPRIEDADES



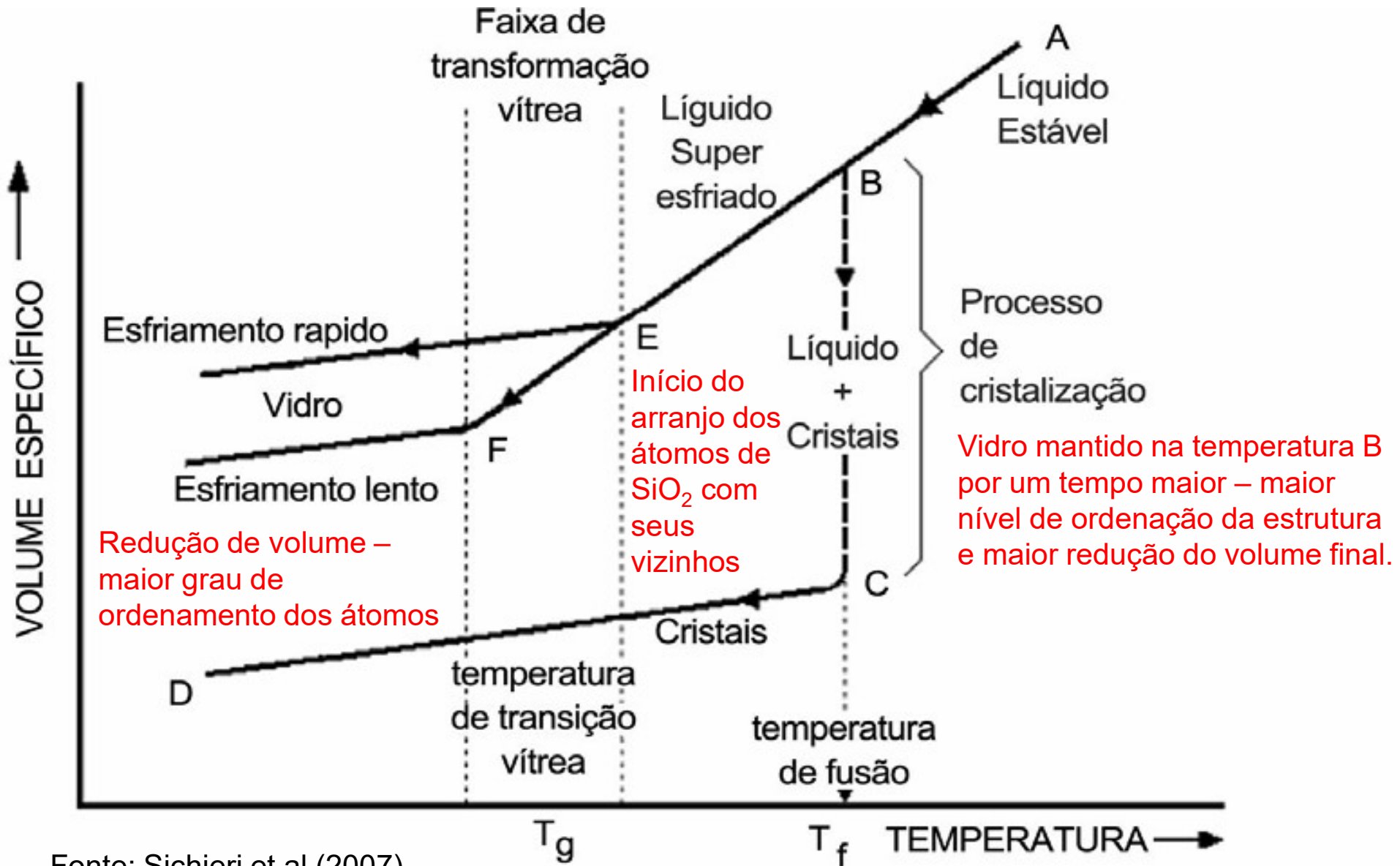
Valores de referência e exemplo:

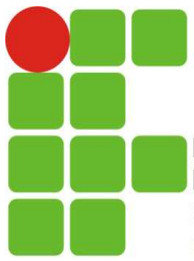
Representação do fator solar do vidro. |
Fonte: F. S. Westphal.

Vidro	Fator solar
Incolor 3 mm	87%
Verde 3 mm	62%
Controle solar 3 mm	<40%



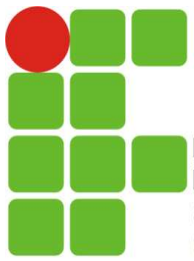
INTRODUÇÃO





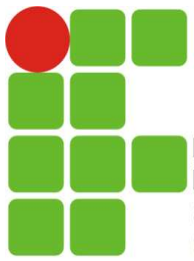
INTRODUÇÃO

- A superfície do vidro esfria mais rapidamente que o seu interior, ocupando um volume maior;
- Na superfície do vidro surgem tensões de compressão e no interior surgem tensões de tração, o que pode levar a quebra do vidro antes de seu uso;
- Para aliviar as tensões é realizado o recozimento do vidro;
- **Recozimento:** aquecimento do vidro até o ponto E de modo que toda a massa atinja o equilíbrio nessa temperatura, seguido de um resfriamento lento (trajeto EF);



INTRODUÇÃO

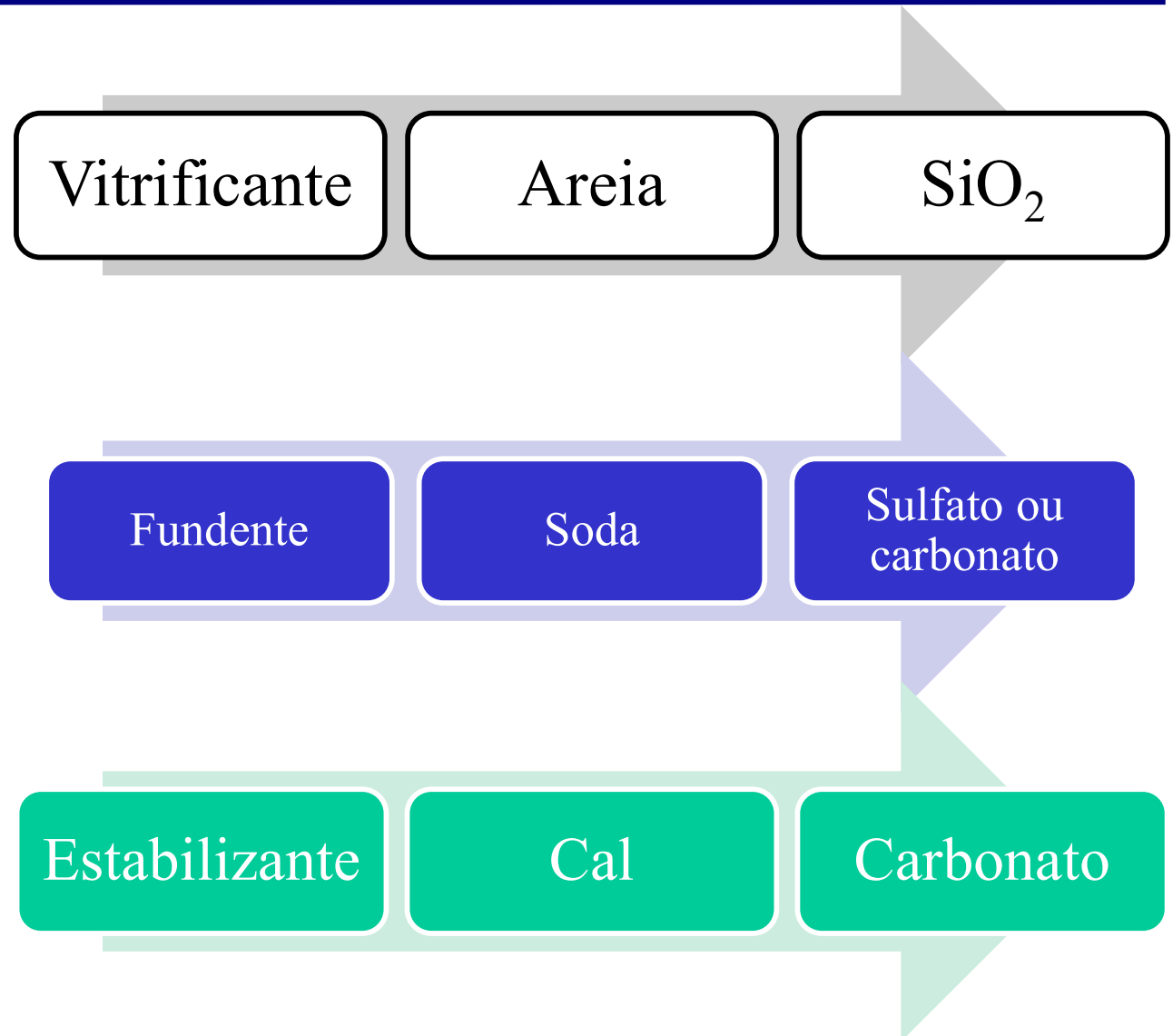
- Vidro de sílica pura: excelente qualidade mas custo elevado devido à necessidade de altas temperaturas para fusão;
- Mistura com óxidos de metais alcalinos (Na, K, Li, Pb) reduz a energia de ativação necessária à fluidez do vidro líquido, mas o uso de grandes quantidades prejudica a qualidade do vidro;
- Uso de agente modificadores (CaO , MgO , Al_2O_3) aumentam a resistência química e a resistência à devitrificação;
- Tipos: sodo-cálcico, boro-silicato, ao chumbo, aluminoborossilicato.

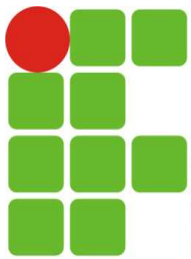


INTRODUÇÃO

VIDRO SODO-CÁLCICO

- Vidro utilizado em esquadrias;
- Processo de fabricação float ou estirado;
- Composto por componentes vitrificantes, fundentes e estabilizantes





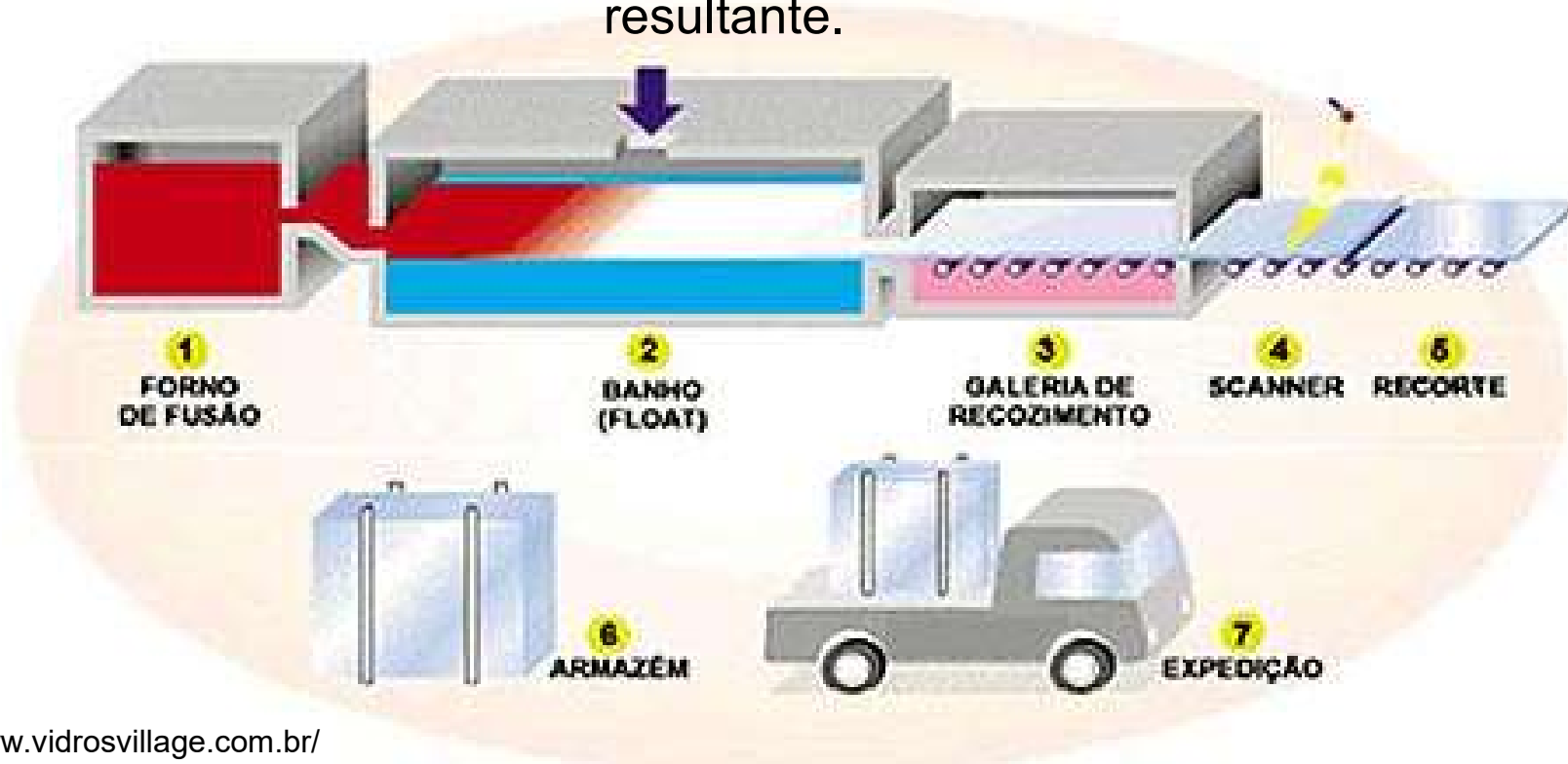
PROCESSO DE FABRICAÇÃO - VIDRO FLOAT

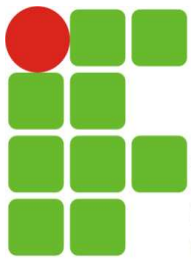
1

A mistura de componentes é colocada no forno a 1600°C e vira uma massa homogênea

2

A massa é derramada em uma piscina de estanho líquido. Devido à diferenças de densidade entre os materiais, o vidro flutua sobre o estanho, ocorrendo um paralelismo entre as duas superfícies. Quanto maior a velocidade da linha, menor a espessura resultante.



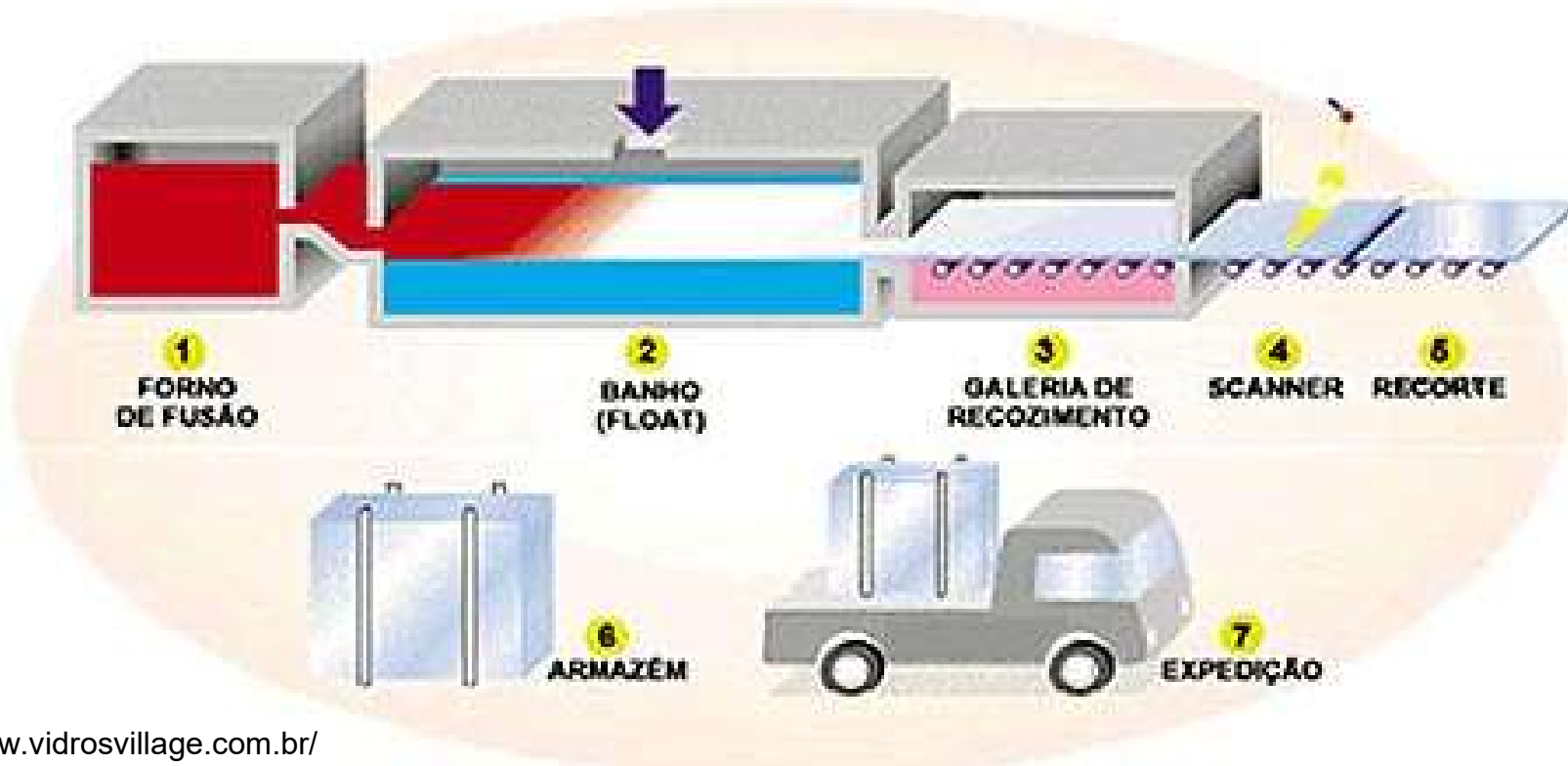


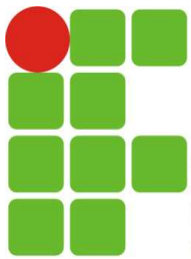
PROCESSO DE FABRICAÇÃO - VIDRO FLOAT

3 A folha de vidro é resfriada de maneira controlada até aproximadamente 120°C

4 A lâmina passa pela inspeção do scanner que identifica falhas e faz o refugo quando necessário

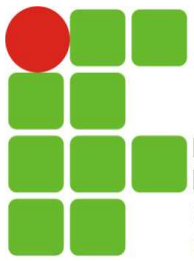
5 As chapas são recortadas em dimensões pré-programadas





CLASSIFICAÇÃO DOS VIDROS

TIPO	FORMA	TRANSPARÊNCIA	ACABAMENTO	COLORAÇÃO
Recozido Temperado Laminado Aramado Duplo ou insulado	Plano Plano de segurança Curvo Perfilado Ondulado	Transparente Translúcido Opaco	Liso Polido Impresso Impresso anti- reflexo Serigrafado Fosco Refletivo <i>Low E</i> Gravado Esmaltado	Incolor Colorido ou absorvente



TIPOS DE VIDROS

VIDRO FLOAT INCOLOR:

- Produto básico para a produção dos demais tipos de vidro
- Espessuras de 2 a 19 mm

VIDRO FLOAT COLORIDO:

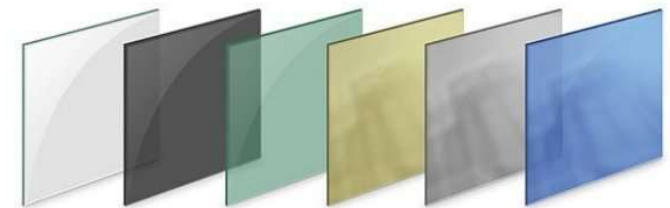
- Adição de compostos de metais
- Redução da transmitância solar
- Espessuras de 2 a 19 mm

VIDRO RECOZIDO:

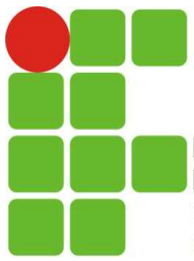
- vidro comum, tratado a fim de liberar suas tensões internas após a saída do forno



Fonte: www.politemper.com.br



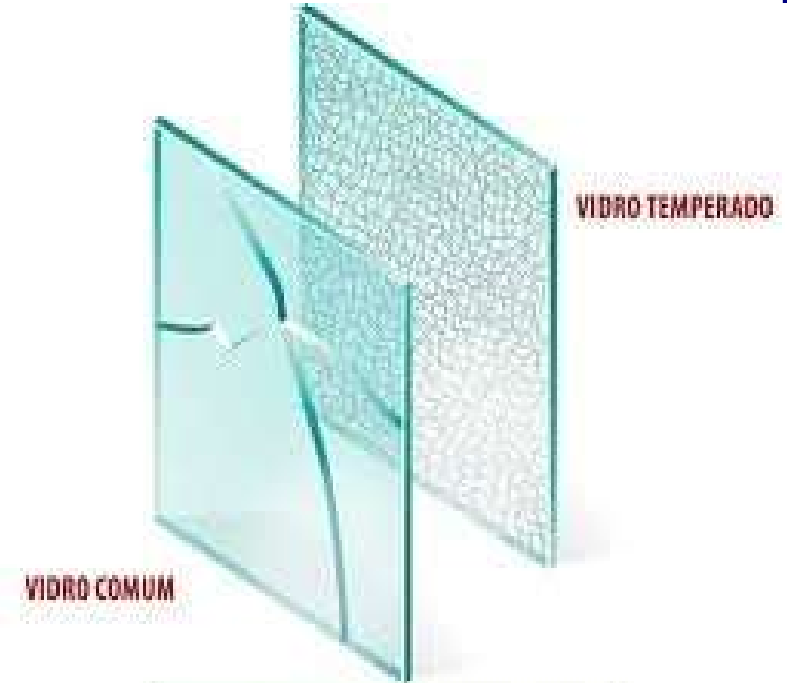
Fonte: betaeq.com.br



TIPOS DE VIDROS

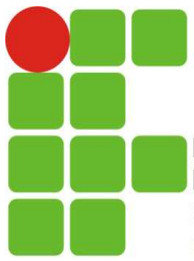
VIDRO TEMPERADO (NBR 14698):

- Fabricação por um processo de têmpera: **aquecimento gradativo** a uma temperatura próxima ao ponto de amolecimento do vidro (700°C) e **resfriamento rápido** por jatos de ar;
- Em caso de quebra, ocorre a **fragmentação em pedaços pequenos sem bordas cortantes** – indicados para áreas com maior risco de acidentes;
- **Resistência mecânica maior** – painéis maiores e utilização em locais altos
- **Não pode ser recortado, perfurado ou trabalhado após receber o tratamento.**



<http://realbox.com.br>

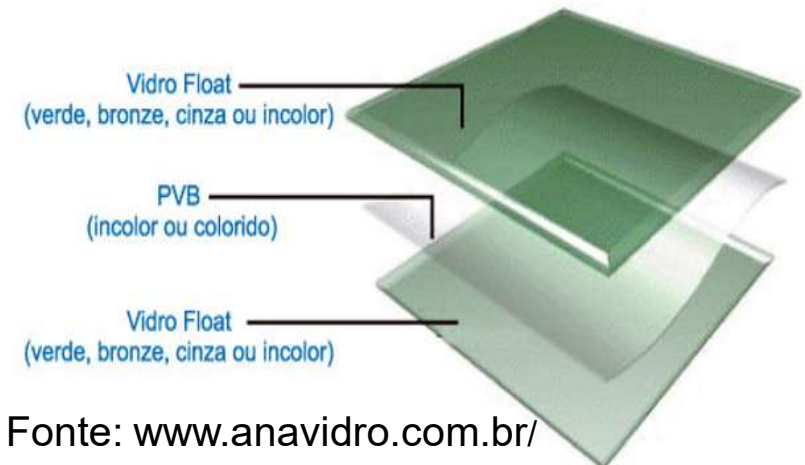
- Espessuras de 4 a 12mm.



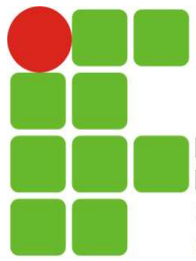
TIPOS DE VIDROS

VIDRO LAMINADO (NBR 14697):

- Composto por duas ou mais lâminas de vidro coladas pela intercalação de um até quatro filmes de policarbonato ou polivinil butiral (PVB);
- PVB – resistente, boa aderência ao vidro e boa elasticidade;
- A ligação filme-vidro é obtida por tratamento térmico sob pressão;
- Variedade de camadas de lâminas e de tipos de vidro.



Fonte: www.novvaaprimatic.com.br



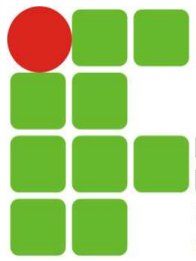
TIPOS DE VIDROS

VIDRO LAMINADO:

- A aderência da película às chapas faz com que em caso de quebra os fragmentos sejam retidos e a lâmina permaneça íntegra;
- A espessura pode chegar a 60mm, mas a maior espessura de lâmina utilizada não deve exceder 1,5 vezes a menor;
- Utilizados como eficientes barreiras mecânicas em vitrines, parapeitos, piscinas, clarabóias, entre outros e podem ser resistentes a disparos de armas de fogo.



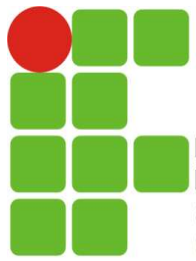
Fonte:
vidracariashowglass.com.br



TIPOS DE VIDROS

VIDRO ARAMADO:

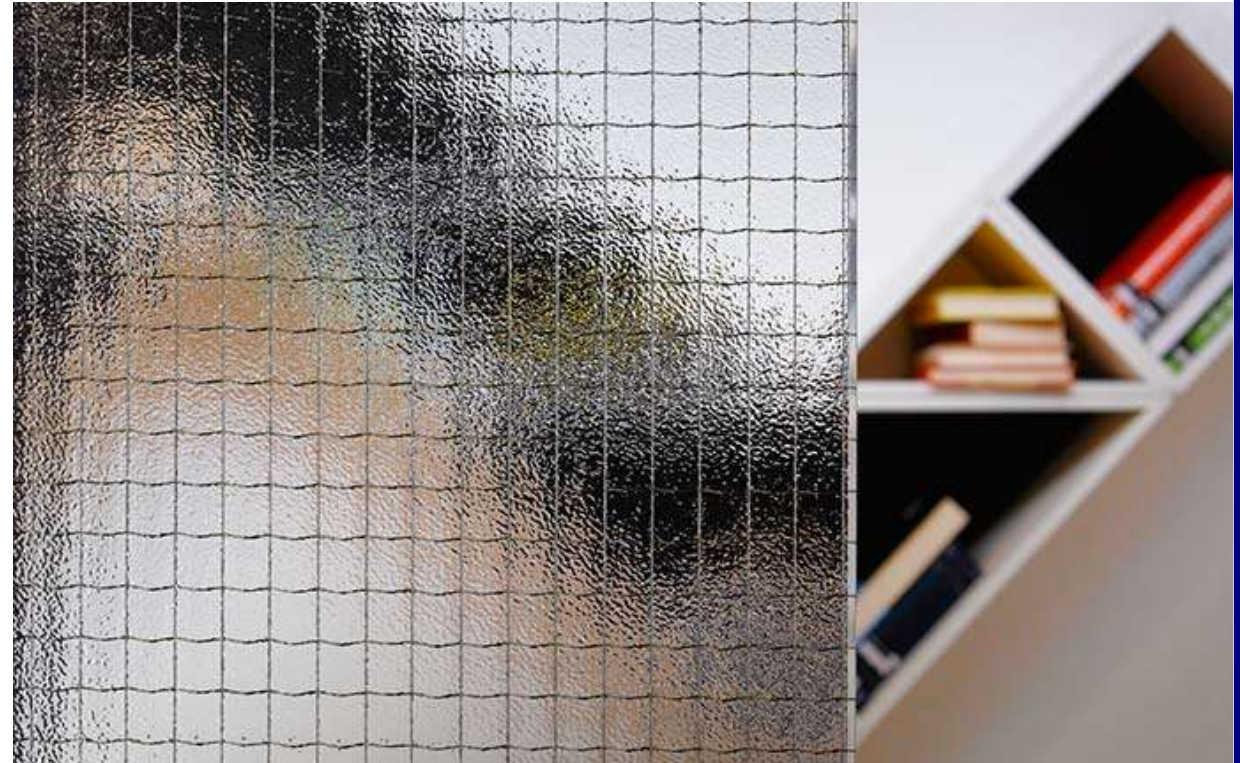
- Considerado um vidro de segurança, o aramado é um **impresso translúcido que possui uma rede metálica de malha quadriculada incorporada à sua massa.**
- Durante seu processo de fabricação — semelhante ao do vidro impresso —, assim que o vidro passa entre os cilindros metálicos e vai para a estenderia (conjunto de rolos), o arame (malha de aço) é colocado dentro da massa vítrea. Em seguida, é resfriado gradativamente.
- Benefícios: **A rede metálica incorporada ao vidro tem como função principal segurar os estilhaços de vidro na hora do rompimento da placa.**



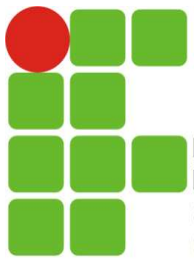
TIPOS DE VIDROS

VIDRO ARAMADO:

- Por ser translúcido, proporciona privacidade e estética ao projeto, ampliando o conceito de iluminação;



- Aplicações: Caixa de escada, coberturas, fechamentos de claraboias, sacadas, peitoris, tampos de balcões, composição de móveis, divisórias e guarda-corpos.

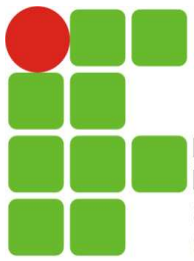


TIPOS DE VIDROS

VIDRO REFLETIVO:

- Produzido a partir da aplicação de uma **camada de óxido metálico** sobre o vidro float;
- Utilizados para **absorção de comprimentos de onda específicos**, resultando em uma **coloração característica**;
- Desenvolvidos para promover a **melhoria do conforto térmico**, principalmente em locais de clima frio, permitindo alta transmissão da luz visível com baixa perda de calor interno;
- Espessuras de 3 a 10 mm





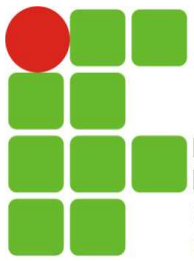
TIPOS DE VIDROS

VIDRO IMPRESSO OU FANTASIA:

- Vidro translúcido, que possui **desenhos ou motivos ornamentais** em uma ou duas de suas faces;
- É produzido passando-se uma tira de vidro fundido entre rolos a 900°C.



Fonte:
www.vidracariasalete.com.br



TIPOS DE VIDROS

VIDRO SERIGRAFADO:

- Vidro com aplicação de camadas de esmalte por meio de uma tela serigráfica em uma ou duas faces;

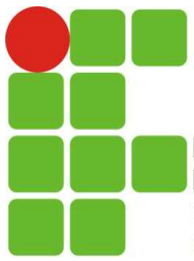


Fonte: www.vidracariaventura.com



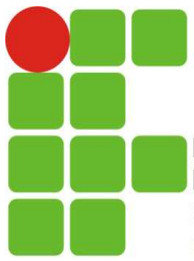
Fonte: www.vidracariaventura.com

- Possibilitam controle de sombreamento, entrada de luminosidade sem comprometer a privacidade, além do uso para escrita.



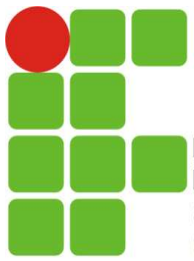
VIDRO ANTIBACTÉRIA:

- O vidro antibactéria compreende a **difusão de íons de prata nas suas camadas superiores**. Os íons interagem com as bactérias e as destroem em 24 hs, desativando seu metabolismo e interrompendo sua divisão mecânica. O efeito bactericida do vidro segue em curso indefinidamente, mesmo em condições de calor e umidade. Pode ser produzido a partir do vidro float incolor, colorido ou espelho, podendo ser aplicado em ambientes com atenção especial à saúde, como hospitais, clínicas e laboratórios. Pode ser utilizado em janelas e como material de revestimento de paredes, na composição de divisórias e móveis.



RESISTENTES AO FOGO

- A certificação será sempre do conjunto vidro e esquadria, especificando seus modelos, dimensões, fixação e vedação. Os materiais precisam trabalhar em sinergia para suportar o ataque do fogo, o que só se pode comprovar por meio de um ensaio. A norma NBR 14925 trata de requisitos exigidos para unidades envidraçadas resistentes ao fogo.
- No mercado, existem três categorias de vidros resistentes ao fogo: Para-chamas, redutor de radiação e corta-fogo.

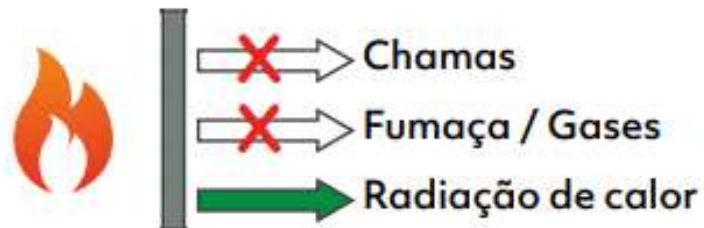


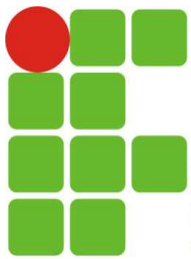
RESISTENTES AO FOGO

VIDROS UTILIZADOS EM SISTEMAS PARA SE OBTER A CLASSIFICAÇÃO E – PARA-CHAMAS

Os vidros utilizados para esta classificação são monolíticos com ou sem têmpera ou laminados feitos de compostos sodo-cálcicos com tratamento específico, cerâmicos ou boro silicatos.

- **Espessuras:** De 6 a 14 mm.
- **Tempo de resistência ao fogo:** De 30 a 180 minutos.
- **Onde usar:** para contenção de fumaça em fachadas e coberturas.





RESISTENTES AO FOGO

VIDROS UTILIZADOS EM SISTEMAS PARA SE OBTER A CLASSIFICAÇÃO EW – REDUTOR DE RADIAÇÃO

- Vidros monolíticos ou laminados com aplicação de revestimento
- Vidros laminados com entre-camada de gel intumescente.

Espessuras: De 6 (monolítico) a 20 mm (com gel).

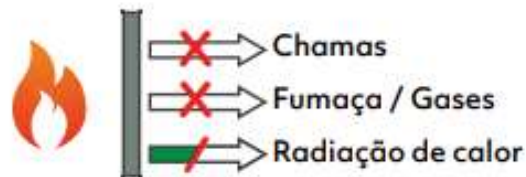
Tempo de resistência ao fogo: De 30 a 120 minutos.

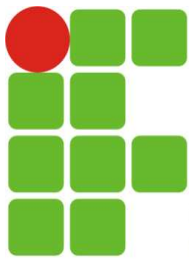
Onde usar: Paredes divisórias, portas, janelas (vedadores), fachadas, parapeitos e coberturas.

VIDRO MONOLÍTICO COM REVESTIMENTO E
VIDRO LAMINADO COM GEL INTUMESCENTE



FONTE: VETROTECH SAINT-GOBAIN





RESISTENTES AO FOGO

VIDROS UTILIZADOS EM SISTEMAS PARA SE OBTER A CLASSIFICAÇÃO EI, CORTA-FOGO (INTEGRIDADE + ISOLAMENTO TÉRMICO)

Vidros multi-laminados com gel intumescente.

Espessuras: De 11 a 64 mm.

Tempo de resistência ao fogo: De 15 a 180 minutos.

Onde usar: Paredes divisórias, paredes de caixa de escada, portas, janelas (vedadores), pisos (se usado assim, precisa ter também a capacidade portante - R).

Hospital Nove de Julho: Janela corta-fogo 60 minutos (EI60).

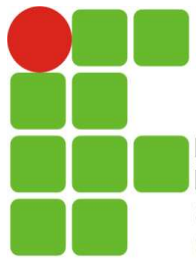
Fonte: Pilkington Brasil

VIDRO MONOLÍTICO COM REVESTIMENTO E
VIDRO LAMINADO COM GEL INTUMESCENTE



FONTE: VETROTECH SAINT-GOBAIN





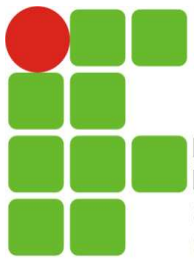
TIPOS DE VIDROS

ANTIRRISCO

O vidro antirrisco é produzido a partir da fusão de átomos de carbono em sua superfície, conferindo maior resistência a arranhões do que o vidro float comum.

AUTOLIMPANTE

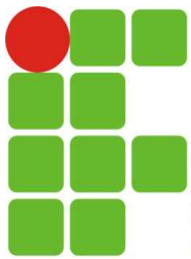
Na produção do vidro autolimpante, o vidro float recebe uma película com partículas de dióxido de titânio (TiO_2). A camada de cobertura age de duas formas: na quebra das moléculas orgânicas e, em seguida, na eliminação da poeira inorgânica.



INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
SUL-RIO-GRANDENSE
Campus Passo Fundo

TIPOS DE VIDROS



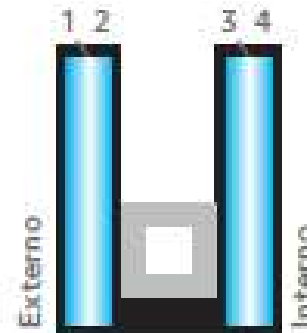


TIPOS DE VIDROS

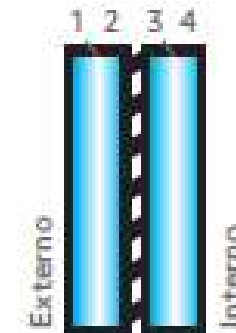
Monolítico



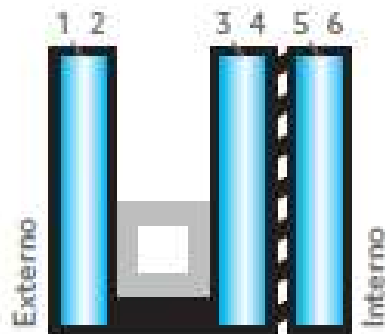
Insulado



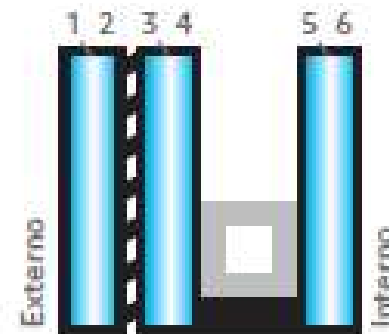
Laminado



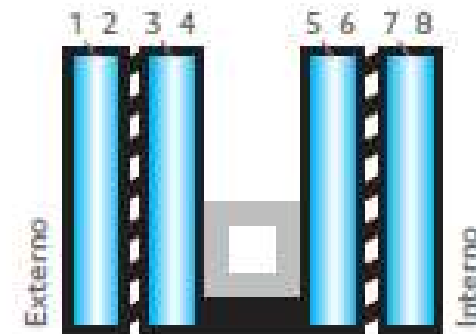
Insulado com laminado interno



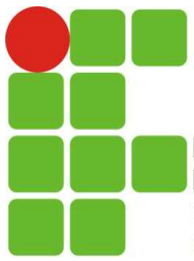
Insulado com laminado externo



Laminado externo e interno



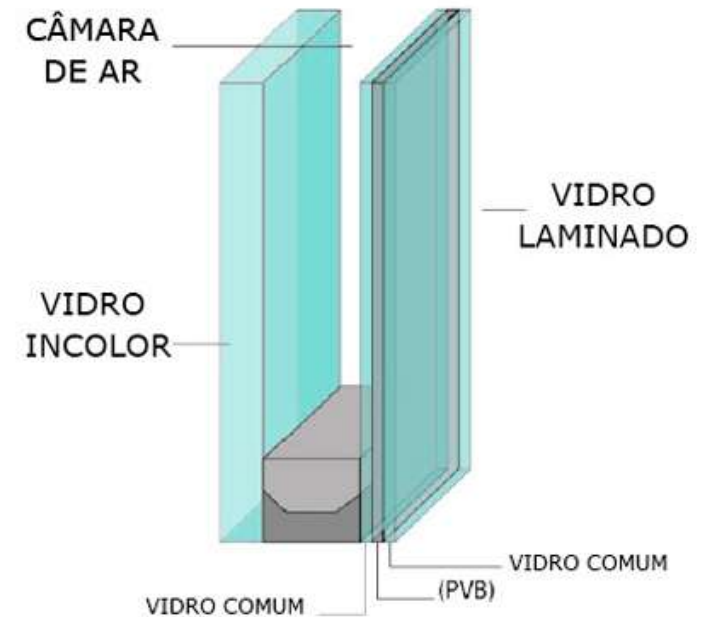
Nomenclatura das faces de composições de vidro plano. | Fonte: Guardian (2010).



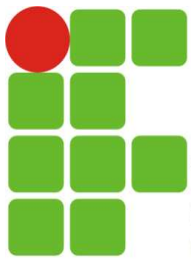
TIPOS DE VIDROS

VIDRO DUPLO:

- Composto por **duas ou mais lâminas de vidro separadas por gás inerte** (ar desidratado ou gases nobres);
- As bordas do vidro são fechadas com materiais que suportam variações de temperatura e resistem à radiação UV;
- Apresenta **bom isolamento acústico, baixa transferência de calor por condução e efeito antiembaçamento**;
- Uso de diferentes tipos de vidros em fachadas, coberturas e esquadrias.



Fonte: <http://www.ekoglass.com.br>

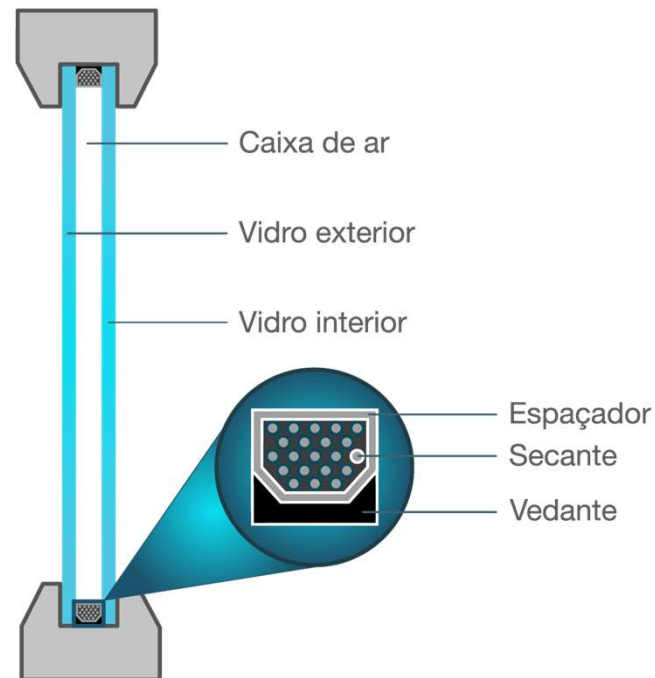


TIPOS DE VIDROS

VIDROS DE ISOLAMENTO TÉRMICO

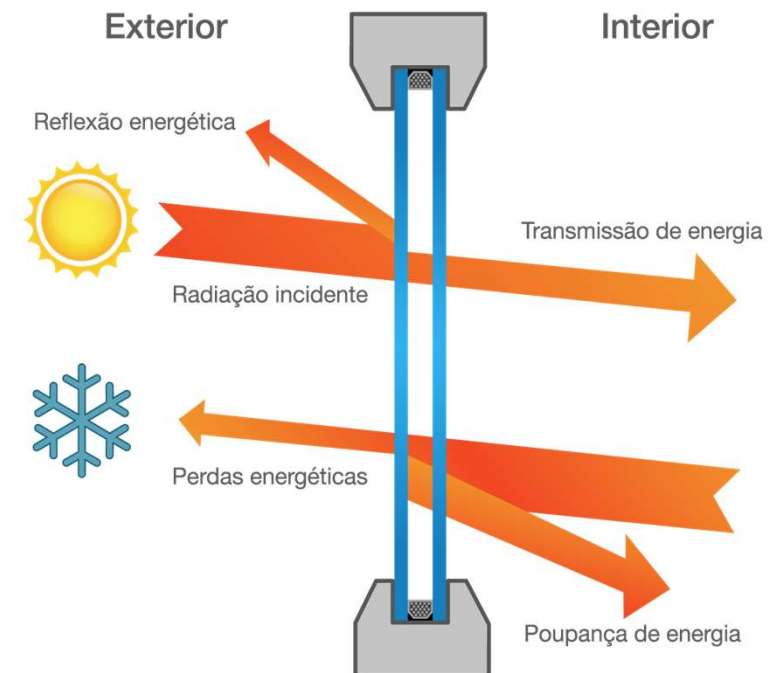
É uma unidade de vidro isolante formada por 2 ou mais vidros selados no seu perímetro por um espaçador que cria uma câmara intermédia. Reúne as propriedades da baixa emissividade e controle solar.

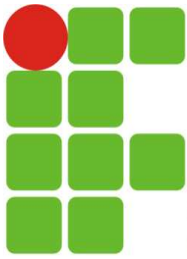
Constituição de um vidro de isolamento térmico



Fonte: www.monteiros.pt/caixilharia/produtos/vidros/

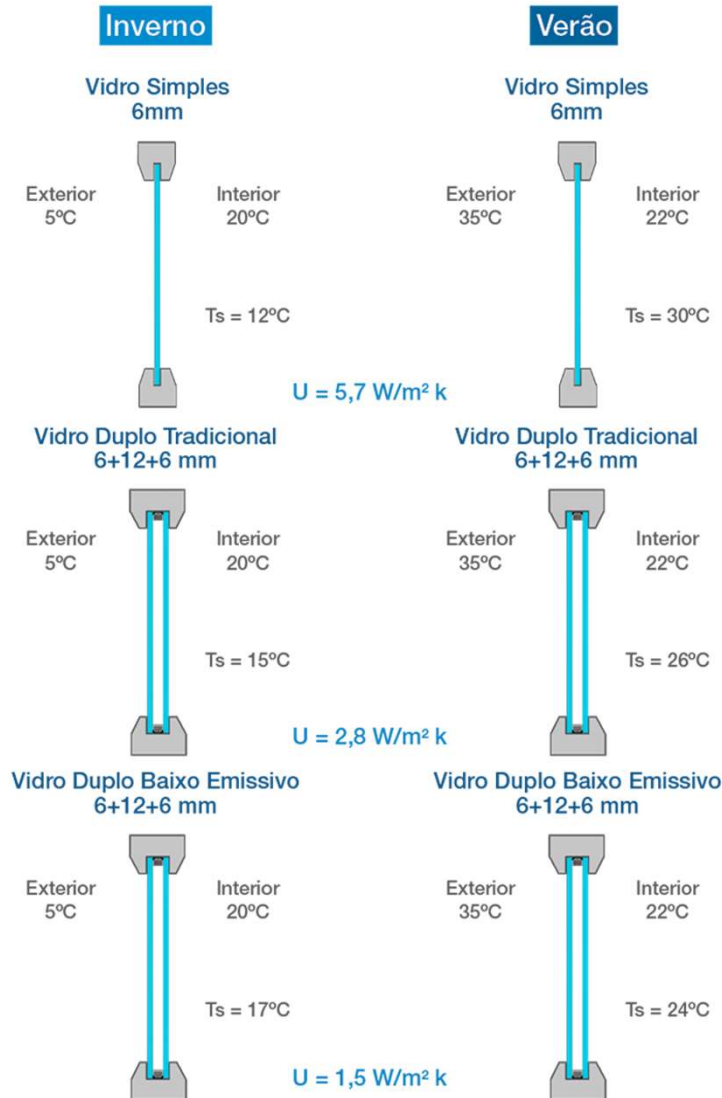
Funcionamento de um vidro de isolamento térmico



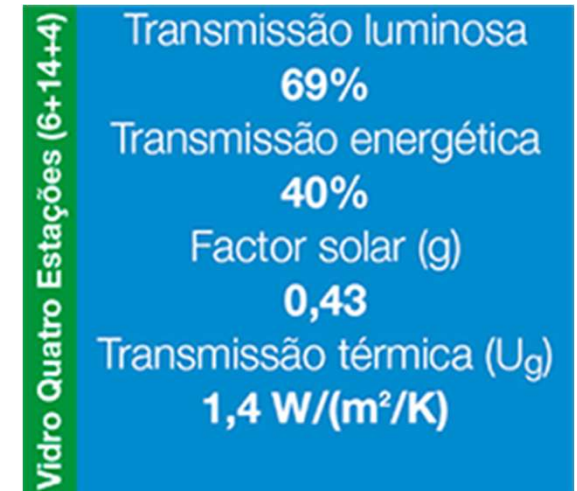
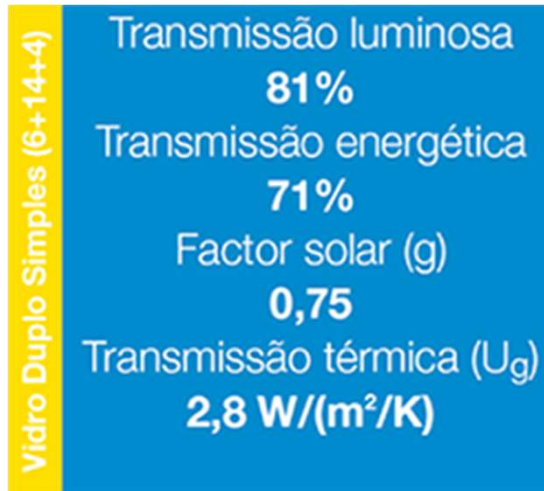
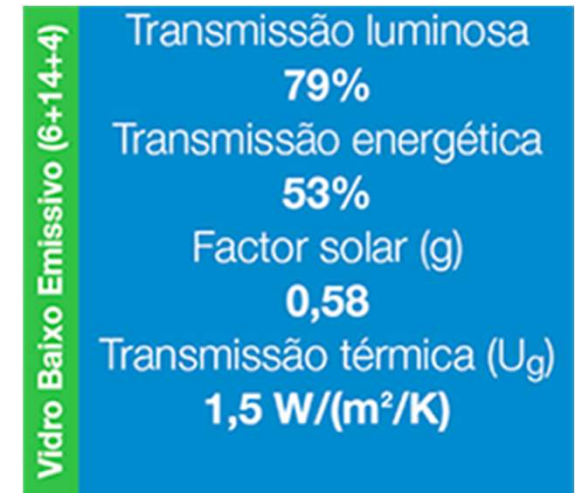
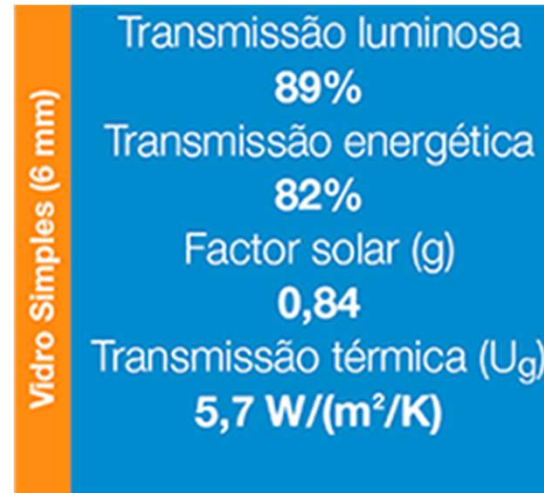


TIPOS DE VIDROS

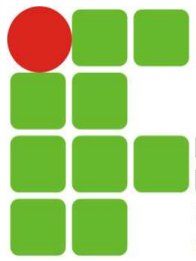
VIDROS DE ISOLAMENTO TÉRMICO



*Ts - Temperatura superficial do vidro



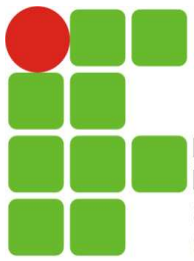
Fonte://www.monteiros.pt/caixilharia/produtos/vidros/



TIPOS DE VIDROS

VIDRO DE BAIXA EMISSIVIDADE (low-e):

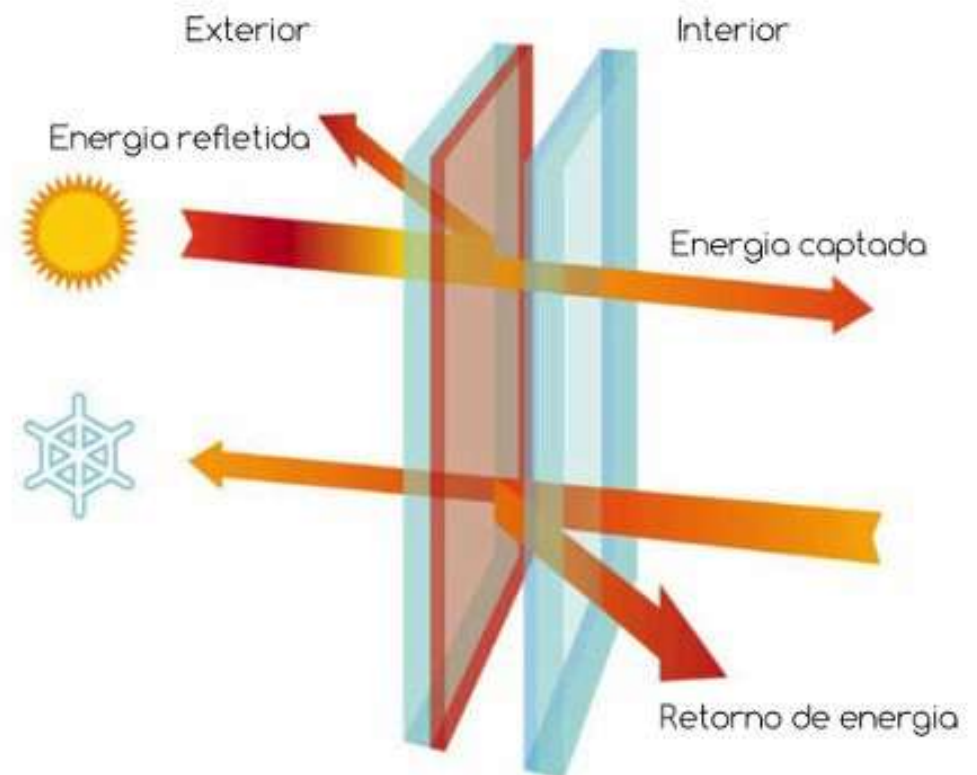
- **Vidro baixo emissivo** que possui **baixa transferência de temperatura** entre o ambiente interno e o externo, com **alto índice de transparência**, que proporciona aproveitamento de luz natural sem comprometer o conforto de ambientes internos.
- Desenvolvido inicialmente para ser aplicado em edifícios de países de clima frio, que precisam manter o interior do edifício aquecido, os vidros low-e são de baixa emissividade e impedem a transferência térmica entre dois ambientes. Low-e é a abreviação do termo em inglês low emissivity (baixa emissividade).
- **Apresentam, em uma de suas faces, um revestimento extrafino de metais e óxidos metálicos** que proporciona baixa emissividade de calor. Invisíveis a olho nu, essas **partículas nanométricas absorvem raios infravermelhos**, permitindo controlar ganhos e perdas térmicas.



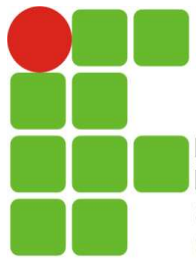
TIPOS DE VIDROS

VIDRO DE BAIXA EMISSIVIDADE (low-e):

- A emissividade é a propriedade de transmitir o calor absorvido. Quanto menor for a emissividade, menos calor o vidro deixa passar.
- O maior benefício é a capacidade de refletir a maior parte das ondas infravermelhas (calor) e também dos raios UV, porém permitindo a passagem da luz visível. Os vidros de proteção solar sem *Low-e* reduzem também a passagem da luz visível.



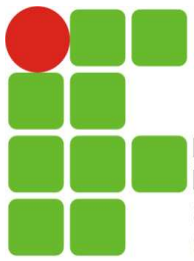
Fonte: www.anavidro.com.br



TIPOS DE VIDROS

VIDRO DE BAIXA EMISSIVIDADE (low-e):

- Pode ser temperado e sempre aplicado como vidro laminado e duplo.
- **Dependendo da posição** em que a superfície low-e é aplicada, o vidro pode **reduzir o ganho de calor solar em climas muito quentes** ou **manter os ambientes internos aquecidos em climas muito frios**.
- Por permitir a iluminação natural de ambientes internos sem comprometer o conforto térmico, os vidros low-e **reduzem o uso de equipamentos de climatização e luzes artificiais, diminuindo também o consumo de energia elétrica**.
- Em função do **alto custo**, são mais comumente utilizados no **segmento corporativo e em edifícios que buscam selos ambientais**. Pode ser **utilizado em fachadas de edifícios** para melhorar o conforto ambiental e a eficiência energética do projeto.



TIPOS DE VIDROS

VIDRO FOTOCRÔMICO:

- Mudam suas propriedades óticas quando expostos à radiação ultravioleta e comprimentos de onda mais curtos do visível.



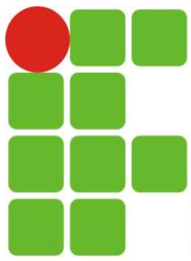
Fonte: allaboutthatglass.com

VIDRO TERMOCRÔMICO:

- Mudam suas propriedades óticas quando expostos à temperatura superior a do ambiente, devido à reações químicas termicamente induzidas



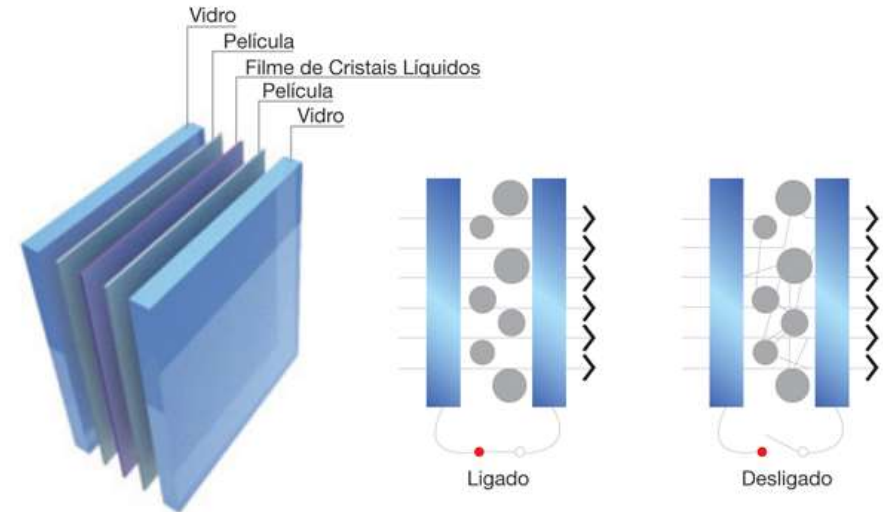
Fonte: blog.skkits.com.br



TIPOS DE VIDROS

VIDROS CRISTAIS LÍQUIDOS:

- Ao aplicar uma corrente elétrica os cristais orientam-se e alinham-se, tornando o vidro transparente.

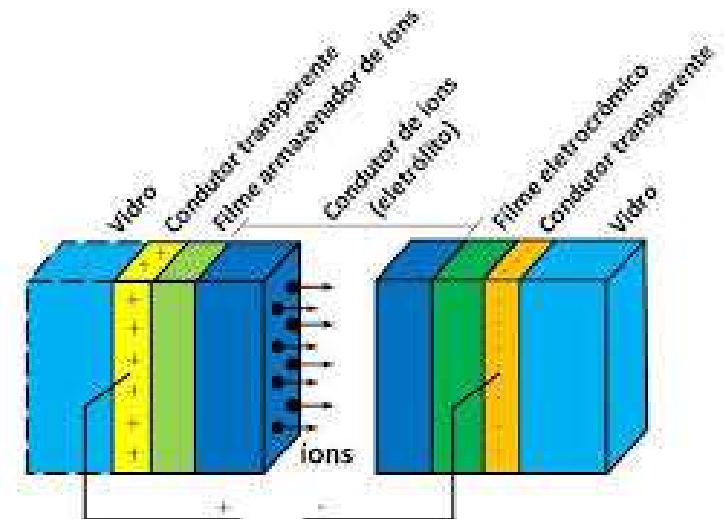


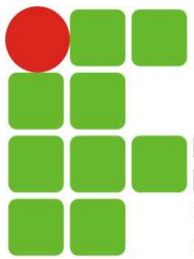
Fonte: www.paulistavidros.com.br

Fonte: www2.ufcg.edu.br

JANELAS ELETROCRÔMICAS:

- Camadas de filmes finos que mudam de coloração com a aplicação de potencial elétrico nos seus condutores



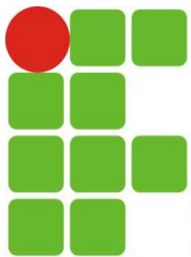


INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
SUL-RIO-GRANDENSE
Campus Passo Fundo

TIPOS DE VIDROS



ENGENHARIA CIVIL



INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
SUL-RIO-GRANDENSE
Campus Passo Fundo

ESPESSURAS DOS VIDROS

a/b

comprimento/largura do
vão envidraçado

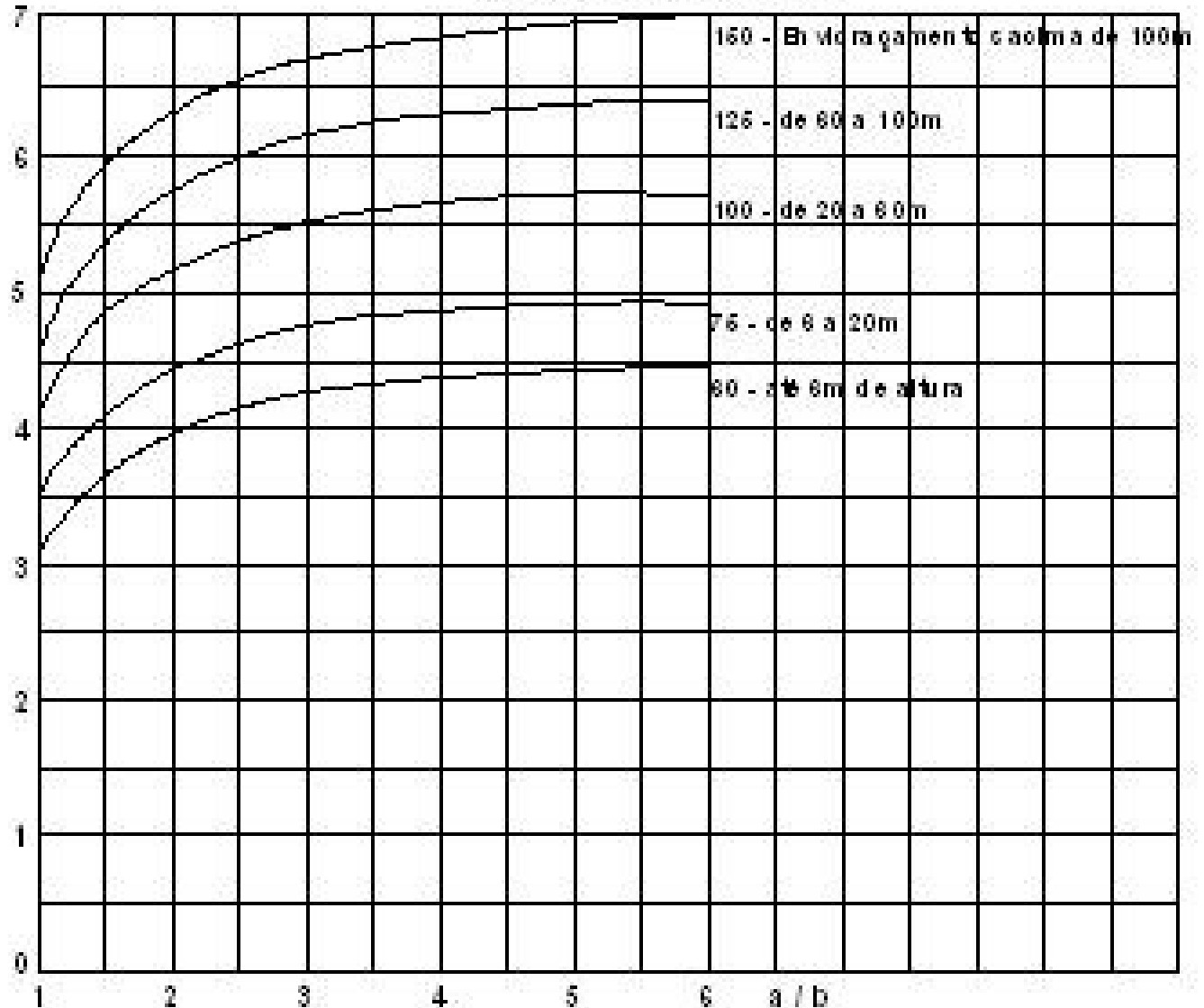
e/b

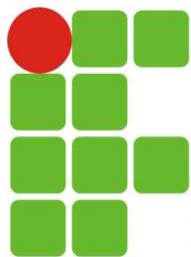
espessura/largura

- Adotar espessuras maiores pois vidros mais finos são mais frágeis, podendo quebrar durante o manuseio ou colocação

e/b

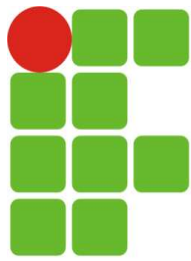
Pressão do vento Kg/m^2





PROPRIEDADES DOS VIDROS

PROPRIEDADE	VALOR
Massa específica	$2500 \pm 50 \text{ kg/m}^3$
Dureza	$\pm 6,5$ mohs
Tensão de ruptura à flexão	Vidro recozido = $40 \pm 5 \text{ MPa}$ Vidro de segurança temperado = $180 \pm 20 \text{ MPa}$
Módulo de elasticidade	$75000 \pm 5000 \text{ MPa}$
Calor específico entre 20 e 100°C	0,19 Kcal/Kg°C
Coeficiente de condutibilidade térmica a 20°C	0,8 a 1 Kcal/mh°C
Isolamento aos ruídos	Varia de acordo com a espessura e composição – Lei da Massa



BIBLIOGRAFIA

- SICHIERI, E.P. CARAM, R., SANTOS, J.C.P. Vidros na construção civil. In: ISAIA, G.C. (Org.). Materiais de construção civil e princípios de ciência e engenharia de materiais. 2v. São Paulo: IBRACON, 2007, p. 587-616.
- BAUER, L.A.F. Materiais de construção. 5ed. 2v. Rio de Janeiro: LTC, 2011, 538p.
- AMBROZEWICZ, P.H.L. Materiais de construção. São Paulo: PINI, 2012.