

# VIDRO




---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

# VIDRO

A primeira peça de vidro terá sido fabricada há 5000 anos.

## Propriedades dos Vidros

- Transparência
- Dureza e fragilidade elevada
- Resistência mecânica
- Resistência à corrosão
- Propriedades isolantes
- Propriedades à prova de vácuo

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

# VIDRO

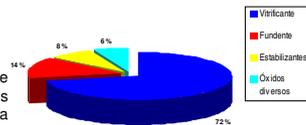
## Composição

**Sílica**, sob a forma de areia, que tem funções vitrificantes e preenche cerca de 70 a 72% da composição do vidro.

**Óxido de sódio**, sob a forma de carbonato e sulfato, que tem funções de fundente e preenche em 14% a composição do vidro.

**Óxidos de cálcio e magnésio**, sob a forma de calcário e dolomite, que têm funções de estabilizantes e preenchem cerca de 6 a 8% a composição do vidro.

A restante composição é feita por diversos óxidos, (de alumínio e de magnésio) que melhoram as propriedades físicas do vidro, principalmente o aumento de resistência à acção dos agentes atmosféricos.




---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

# VIDRO

## EFEITOS DOS ADITIVOS NAS PROPRIEDADES DOS VIDROS

**Silica vítrea:** vitro-cerâmicos

**Aluminosilicatos:** suportam temperaturas mais elevadas do que o vidro comum

**PbO:** reduz a temperatura de fusão

**B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>:** reduz a expansão térmica (Pyrex, marca registada da Corning, resistência ao choque térmico (3x) superior à de um de sílica modificada)

**Corantes:** FeO, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Na<sub>2</sub>, SO<sub>4</sub>, NO<sub>3</sub>, CoO

**Afinantes:** F, Na<sub>2</sub>O, K<sub>2</sub>O, SO<sub>4</sub> aumentam a possibilidade de libertação de bolhas gasosas

4

---



---



---



---



---



---



---



---

# VIDRO

## FABRICO DO VIDRO – Float Glass

O vidro sem contaminantes é **incolor** e para conseguir que ele se apresente em cores, determinados **óxidos** ou **elementos metálicos** são adicionados à sua composição, ficando dissolvidos na massa e interferindo com a luz

Os **corantes** mais comuns são

{	Cobalto
	Selénio
	Manganês
	Ferro
	Crómio

5

---



---



---



---



---



---



---



---

# VIDRO

## FABRICO DO VIDRO – Float Glass

### Vidros planos

Os chamados vidro planos, fabricados em chapas, são consumidos principalmente pela construção civil



### ETAPAS DO PROCESSAMENTO

1. Preparação dos materiais
2. Fusão (líquido viscoso)
3. Conformação

6

---



---



---



---



---



---



---



---

# VIDRO

Fábrica de vidro – unidade de composição



7

---

---

---

---

---

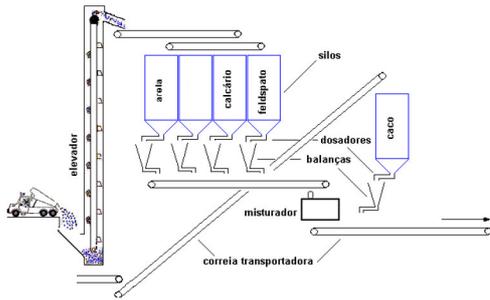
---

---

---

# VIDRO

Fábrica de vidro – esquema da unidade de composição



8

---

---

---

---

---

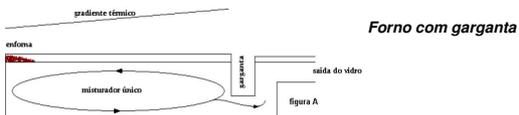
---

---

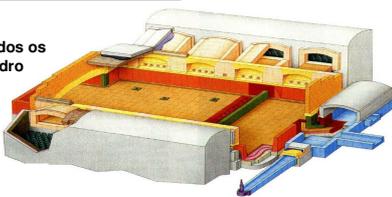
---

# VIDRO

Esquema de Forno



Fabrico de todos os tipos de vidro



9

---

---

---

---

---

---

---

---

ESTT Instituto politécnico de tomar *escola superior de tecnologia de tomar*

## VIDRO

**Forno para o fabrico de vidro através da técnica *Float***

10

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

ESTT Instituto politécnico de tomar *escola superior de tecnologia de tomar*

## VIDRO

### FABRICO DO VIDRO – Float Glass

Esta técnica de fabrico de vidro foi generalizada na década de 60 do século XX.

É o processo mais utilizado pelos fabricantes mundiais.

O vidro é obtido através do **deslizamento da massa vítrea em fusão**, sobre uma camada de estanho líquido, com temperatura e atmosfera controladas, produzindo lâminas de vidro com superfícies perfeitamente paralelas sem distorções de imagem e com excelente qualidade óptica.

↓

Desta forma, o vidro não necessita de polimento e pode ser imediatamente cortado.

11

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

ESTT Instituto politécnico de tomar *escola superior de tecnologia de tomar*

## VIDRO

Radiação Solar

- Radiações ultravioleta (UV):** têm um comprimento de onda entre 0,25 e 0,38  $\mu\text{m}$  e correspondem a 3% da radiação total;
- Radiações visíveis:** têm um comprimento de onda entre 0,38 e 0,78  $\mu\text{m}$ , do violeta ao vermelho, e correspondem a 42% da radiação total;
- Radiações infravermelhas (IR):** têm um comprimento de onda entre 0,78 e 21,5  $\mu\text{m}$  e correspondem a 55% da radiação total.

12

---

---

---

---

---

---

---

---

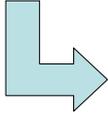
---

---

## VIDRO

### FACTOR DE TRANSMISSÃO LUMINOSA

O factor de transmissão luminosa absoluto, **FLA**, é a fracção da densidade de radiação luminosa incidente que atravessa o vidro na gama visível do espectro solar (entre 0.38 µm e 0.78 µm), isto é:



$$FLA = \frac{\text{densidade da radiação lum. transmitida}}{\text{densidade de radiação lum. incidente}}$$

13

---

---

---

---

---

---

---

---

## VIDRO

### FACTOR SOLAR

O factor solar depende do tipo de vidro e da sua espessura, do ângulo de incidência, da radiação solar directa e dos movimentos do ar ao longo do vidro.

O factor de transmissão solar relativo, **FSR**, é a relação entre o factor solar absoluto do vidro considerado e o factor solar absoluto de um vidro simples (que se admite 0.85).



$$FSR = \frac{FSA}{FSA_{\text{vidro simples}}} = \frac{FSA}{0.85}$$

14

---

---

---

---

---

---

---

---

## VIDRO

### FACTOR SOLAR

O **factor solar absoluto, FSA**, ou transmissão de energia total indica a fracção da radiação solar incidente que é transmitida para o ambiente interior, sob a forma de calor. O factor solar absoluto exprime-se através da relação:

$$FSA = \frac{\text{densidade do fluxo total calor total transmitido}}{\text{densidade do fluxo total de radiação solar incidente}}$$

**FSA** é directamente proporcional às fracções de **radiação transmitidas directamente** ( $\Phi_{dir}$ ), pelo fluxo de calor transmitido por **radiação de ondas longas e pelos movimentos convectivos** na superfície do vidro e o ambiente interior ( $\Phi_{ri} + \Phi_{ci}$ ), ou seja:



$$FSA = \frac{\Phi_{dir} + \Phi_{ri} + \Phi_{ci}}{\Phi_{sol}}$$

15

---

---

---

---

---

---

---

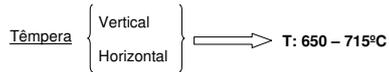
---

## VIDRO

### Têmpera do Vidro

Inventado em 1929, este procedimento consiste em colocar o vidro recozido, num forno suspenso por pinças - têmpera vertical - ou colocado sobre rolos - têmpera horizontal - sendo submetido a um aquecimento uniforme a uma temperatura entre os 650°C e os 715°C, em função da espessura do vidro.

Seguidamente, é provocado o **arrefecimento rápido** por jactos de ar nas faces externas do vidro a uma pressão controlada. Este processo provoca uma compressão das faces externas e uma expansão da zona interna. **Desta forma, o vidro adquire maior resistência mecânica.**



16

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## VIDRO

### TIPOS DE VIDRO

#### Vidro Temperado

Este vidro tem como característica partir-se em pequenas partículas, não apresentando, no entanto, ângulos cortantes. Assim, é classificado de **não estilhaçável** e como tal é considerado um vidro de segurança.

**Aplicações:** cabinas de duche, elementos corta-fogo, janelas, montras, caixas de bancos, fachadas-cortina, campos de *squash*, colectores solares, painéis acústicos, paragens de autocarro..



17

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## VIDRO



### Folheamento do vidro – Vidro Laminado

Descoberto em 1909 por Edouard Benedictus, este vidro teve a primeira designação de vidro Triplex.

O processo consiste em **colar duas folhas de vidro por uma folha plástica que faz do vidro um produto de segurança**. Após um choque violento, esta folha faz com que os fragmentos de vidro continuem colados a ela, de forma a **não projectar os estilhaços**. Esta técnica é usada para o fabrico dos para-brisas dos automóveis e para diversas aplicações na construção civil.



18

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

# VIDRO

## TIPOS DE VIDRO

### Vidro Laminado

O vidro laminado é um vidro constituído por duas chapas de vidro intercaladas por um plástico chamado *Polivinil Butiral (PVB)*, a principal característica desse vidro, é que em caso de quebra, os fragmentos ficam presos ao PVB.



**Aplicações:** protecção anti-vandalismo, protecção contra impacto de objectos - portas, janelas, pavimentos, coberturas, aquários.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

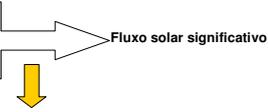
---

# VIDRO

## CONTROLO SOLAR

Durante o **Verão**, as condições meteorológicas são caracterizadas por:

- céu limpo
- temperatura elevada
- vento fraco
- prolongada exposição solar



O vão envidraçado claro é o lugar de passagem privilegiado do fluxo energético solar.

Nestas condições, isto pode traduzir-se por uma elevação importante da temperatura no interior dos edifícios. Os vidros de transmissão térmica limitada chamados **vidros de controlo solar** que não deixam passar uma fracção determinada de radiação energética solar **limitando o sobreaquecimento**, permitindo a iluminação, são, nestes casos, recomendados.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

# VIDRO

## TIPOS DE VIDRO

### Vidro de Controlo Solar

A massa de um vidro comum são adicionados óxidos metálicos estáveis que lhe conferem propriedades de baixa transmissão luminosa e de grande absorção energética; é assim possível reduzir também a quantidade de radiação infravermelha e ultravioleta da energia solar, que passa para o interior do espaço; normalmente, este tratamento confere ao vidro colorações bronze, rosa, cinza e verde.



**Aplicações:** Janelas, Montras, Estufas, Coberturas




---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## VIDRO

## TIPOS DE VIDRO

**Vidro Impresso**

A massa fundida passa através de cilindros de laminação. Estes cilindros estão gravados com motivos ornamentais. A massa de vidro ao passar através deles, adquire a impressão dos motivos ornamentais e a espessura desejada.

**Aplicações:** Janelas, Portas, Cabinas de duche, Divisórias

**Vidro Esmaltado**

É obtido através da aplicação de esmaltes vitrificáveis, fundido durante o processo de têmpera.

**Aplicações:** Montras, Coberturas

22

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## VIDRO

## TIPOS DE VIDRO

**Vidro anti-reflexo**

Composto por dois vidros extra claros, entre os quais são colocados dois ou mais filmes de *butiral de polivinilo* (PVB) de 0.38mm de espessura, cada um; nas faces exteriores do vidro são depositadas por pulverização catódica sob vácuo (sputtering), diversas capas transparentes de óxidos metálicos que diminuem significativamente a reflexão luminosa do vidro para cerca de 10 vezes menos, em relação a um vidro comum de espessura idêntica.

**Aplicações:** Janelas, Expositores de Museus, Montras



23

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## VIDRO

## TIPOS DE VIDRO

**Vidro Espelhado**

Constituído por uma base de vidro comum, à qual são adicionadas camadas de prata reflectiva, cobre protector, pintura anti-corrosiva e pintura cinzenta de acabamento. O vidro apresenta elevadas reflexões luminosa e visual.

**Aplicações:** Controlo Solar

**Vidro Aramado**

Estes vidros são, também, considerados de segurança, pois, no caso de partirem, os pedaços ficam agarrados à malha de aço.

**Aplicações:** Janelas baixas, Postigos de Caves

24

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**ESTT** Instituto politécnico de tomar *escola superior de tecnologia de tomar*

## Tijolo de vidro

25

---

---

---

---

---

---

---

---

**ESTT** Instituto politécnico de tomar *escola superior de tecnologia de tomar*

## VIDRO

Fibra de Vidro

26

---

---

---

---

---

---

---

---

**ESTT** Instituto politécnico de tomar *escola superior de tecnologia de tomar*

## VIDRO

Fibra de Vidro

27

---

---

---

---

---

---

---

---



28

---

---

---

---

---

---

---

---