

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

apostila de vidros

MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO
EDIFICAÇÕES

OUT.2010
PROFA. CAROLINA BARROS
revisão
PROFA. TAÍS VIANA

ESTA APOSTILA É UMA COMPILAÇÃO DE DIVERSOS MATERIAIS,
COMO LIVROS, SITES E CATÁLOGOS INDICADOS NAS REFERÊNCIAS.

Índice

Introdução.....	2
A origem do vidro.....	2
O vidro no Brasil.....	3
1. Características gerais e propriedades do vidro.....	4
1.1. Composição.....	4
1.2. Propriedades físicas.....	5
1.3. Propriedades mecânicas.....	5
1.4. Classificação dos Vidros.....	6
1.4.1. Quanto ao tipo.....	6
1.4.2. Quanto à forma e a transparência.....	6
1.4.3. Quanto ao acabamento da superfície.....	7
1.4.4. Quanto à cor.....	7
1.5. Diferenças entre vidro estirado, float e cristal.....	7
1.5.1. Vidro Impresso.....	8
1.5.2. Vidro plano polido.....	8
1.5.3. Vidros coloridos ou termo absorventes.....	8
1.5.4. Espelhos.....	9
1.5.5. Vidro aramado.....	9
1.5.6. Vidro temperado.....	10
1.5.7. Laminado.....	11
1.5.8. Vidro curvo – laminado.....	12
1.5.9. Vidro curvo.....	12
1.5.10. Lã de Vidro.....	12
1.5.11. Fibra de Vidro.....	13
1.5.12. Tijolos ou bloco de Vidro.....	14
1.5.13. Vidros duplos.....	14
1.5.14. Vidros de segurança.....	15
2. Normas técnicas.....	16
3. Reciclagem do vidro.....	17
Referencias.....	19

Introdução

A origem do vidro

Os povos que disputam a primazia da invenção do vidro são os fenícios e os egípcios. Os fenícios contam que, ao voltarem à pátria, do Egito, pararam em Sidom. Chegados às margens do rio Belus, pousaram os sacos que traziam às costas, que estavam cheios de trona. A trona é carbonato de sódio natural, que eles usavam para tingir lã. Acenderam o fogo com lenha, e empregaram os pedaços mais grossos de trona para neles apoiar os vasos onde deveriam cozer os animais caçados. Depois comeram e deitaram-se; adormeceram e deixaram o fogo aceso. Quando despertaram, ao amanhecer, em lugar das pedras de trona encontraram blocos brilhantes e transparentes, que pareciam enormes pedras preciosas.

Os fenícios caíram de joelhos, acreditando que, durante a noite, algum gênio desconhecido realizara aquele milagre, mas o sábio Zelu, chefe da caravana, percebeu que, sob os blocos de trona também a areia desaparecera. Os fogos foram então re-acesos e, durante a tarde, uma esteira de líquido rubro e fumegante escorreu das cinzas. Antes que a areia incandescente se solidificasse, Zelu tocou, com uma faca, aquele líquido e lhe conferiu uma forma que embora aleatória era maravilhosa, arrancando gritos de espanto dos mercadores fenícios. O vidro estava descoberto.

Esta é a versão, um tanto lendária, que nos transmitiram as narrativas de Plínio, um historiador latino que viveu de 23 a 79 d.C.. Mas, notícias mais verossímeis sobre o conhecimento do vidro remontam ao ano 4000 a.C., após descobertas feitas em túmulos daquela época.

Segundo Verçozza, embora o uso do vidro só tenha sido incrementado a partir da Idade Média, já o homem das cavernas o empregou. Não era vidro artificial, mas uma forma natural de vidro, as obsidianas, usadas em pontas de lanças, flechas, facas. No entanto, as formas artificiais mais antigas que se conhece são uma esfera pequena do ano 12.000 A.C, e um amuleto verde da idade de 7.000 A.C, ambos egípcios chegaram a confecção de pequenos vasos de vidros primitivos.

De fato, a primeira industrialização de vidro surgiu nessa época, na Mesopotâmia, Síria, Palestina e entre os chineses. Esses vidros, entretanto, eram moldados sobre areia e ficavam foscos. Conta a lenda que esses vidros foram descobertos nos fogos de acampamentos árabes, ao acenderem fogo sobre carbonatos de cálcio misturados com areia, usando como combustível algas marinhas. Cal, areia e soda (das algas) são realmente os componentes básicos do vidro, mas dificilmente um fogo aberto conseguiria alcançar os 1450 graus centígrados necessários à fabricação.

O vidro transparente teve como precursores os árabes. Com as Cruzadas, o vidro foi introduzido na Europa, Veneza foi o primeiro empório, visto que era o centro das atenções bélicas. Ali foi desenvolvida a alta técnica garantindo assim o monopólio. No entanto, em 1612 foi publicado um livro “Laerte Vetraria”, que difundiu estas técnicas inclusive o consumo por todo o mundo.

A evolução da indústria do vidro é marcada por fatos que, embora analisados sob os conhecimentos de hoje pareçam simples, são na verdade repletos de criatividade e inventividade. Até 1500 a.C., o vidro tinha pouca utilidade prática e era empregado principalmente como adorno. A partir desta época no Egito iniciou-se a produção de recipientes da seguinte maneira: a partir do vidro fundido faziam-se filetes que eram enrolados em forma de espiral em moldes de argila. Quando o vidro se esfriava tirava-se a argila do interior e se obtinha um frasco, que pela dificuldade de obtenção era somente acessível aos muito ricos.

Por volta de 300 a.C., uma grande descoberta revolucionou o vidro: o sopro, que consiste em colher uma pequena porção do material em fusão com a ponta de um tubo (o vidro fundido é viscoso como o mel) e soprar pela outra extremidade, de maneira a se produzir uma bolha no interior da massa que passará a ser a parte interna da embalagem. Partir daí ficou mais fácil à obtenção de frascos e recipientes em geral. E para termos noção da importância desta descoberta, basta dizer que ainda hoje, mais de 2000 anos depois, se utiliza o princípio do sopro para moldar embalagens mesmo nos mais modernos equipamentos.

Também a partir de gotas, colhidas na ponta de tubos e sopradas, passou-se a produzir vidro plano. Depois que a bolha estava grande se cortava o fundo deixando a parte que estava presa no tubo e com a rotação deste se produzia um disco de vidro plano, que era utilizado para fazer vidraças e vitrais. Durante a idade média, os vitrais eram muito utilizados nas catedrais para contar as histórias, pois, naquela época pouca gente sabia ler. Por volta do ano de 1200 da nossa era, os vidreiros foram confinados na ilha de Murano ao lado de Veneza na Itália, para que não se espalhassem os conhecimentos vidreiros que eram passados de pai para filho. Lá uma nova descoberta: a produção de um vidro muito claro e transparente que foi denominado de cristal, por ter a transparência de um cristal.

Na era cristã são produzidos espelhos, lentes e prismas ópticos, porque se consegue um maior grau de pureza. No séc. XIV existe uma grande preocupação com a qualidade do vidro, tal como a sua transparência e homogeneidade, visto que estas propriedades afetam as componentes ópticas. Através da leitura de um jornal cultural português consegue perceber-se a história do vidro na época medieval no séc. XIX:

“Nos tempos modernos dizem que um frade inglês chamado Benalt inventou de novo o vidro no séc. IX; e que já se usava em vidraças de casas particulares em 1180. Afirmam outros que a invenção é francesa, e que a arte de fazer o vidro passou de França para a Inglaterra em 674, sendo os monges os primeiros que se serviram de vidraças nas janelas das igrejas e mosteiros; o que parece certo é que o uso das vidraças nas casas particulares era ainda muito raro no século duodécimo.”

Segundo Beda, a arte de fazer vidro entrou nesse país em meados do séc. VII pela mão de um tal Benedito, um eclesiástico e ministro de Osway rei de Northumberland. Contudo, Thomas Stubb afirma que tal introdução foi feita por Wigfrid, bispo de Worcester, em 726 d.C. Inclui Leão Ostiense em 760 d.C. o uso de placas de vidro nas janelas de habitações e Anastásio, historiador romano, dizem em 800 d.C. que no pontificado de Leão III eram usados vidros pintados nas janelas e que existiam dois painéis de vidro pendurados na igreja de S. Clemente em 850 d.C.

Em Portugal a indústria de vidro surge no século XV. Escreve-se sobre a indústria do vidro no fim do séc. XIX:

“A indústria do vidro, em Portugal, foi introduzida no século XV, com a fundação de uma pequena fabrica na freguesia de S. Pedro de Villa-Chã, concelho de Oliveira de Azemeis, denominada fabrica do Côvo, pelos anos de 1484. Foi esta fabrica protegida pelo rei D. João II, que lhe deu uma provisão garantindo que não se pudesse estabelecer outra fabrica, sem consentimento do dono da primeira, um tal Diogo Fernandes ao que parece. Apesar d’este privilegio, em 1498 estabeleceu-se outra pequena fabrica de vidros em Coima, não se sabe se com consentimento do proprietário da fabrica do Côvo. Esta nova fabrica que a principio pouca produção teve, foi desenvolvendo-se com o andar dos tempos, de modo que em 1580 os seus produtos faziam grande concorrência á fabrica do Côvo, o que obrigou esta a fazer-se valer dos seus antigos privilégios perante D. Affonso.”

Ainda hoje se chamam cristais, os vidros mais finos de mesa. A partir deste vidro claro e límpido puderam ser criadas lentes e com elas serem inventados os binóculos (1590) e os telescópios (1611), com os quais se podem começar a desvendar os segredos do universo. Também nesta época, graças à produção dos recipientes especiais e termômetros de laboratório, houve um grande desenvolvimento da Química.

Muitas outras aplicações surgiram para o vidro: as fibras que tanto servem para isolamento térmico e acústico, como para reforço de outros materiais. As fibras óticas que substituem com enormes vantagens os tradicionais cabos de cobre e alumínio utilizados em comunicações, lâmpadas, isoladores, etc..

Os países que se destacaram como produtores mundiais são: Bélgica, pelos seus cristais; Inglaterra, Japão, pela qualidade dos vidros impressos; Estados Unidos, França pelas pesquisas constantes no campo do vidro.

O vidro no Brasil

A história da indústria do vidro no Brasil iniciou-se com as invasões holandesas (1624/35), em Olinda e Recife (PE), onde a primeira oficina de vidro foi montada por quatro artesões que acompanharam o príncipe Maurício de Nassau. A oficina fabricava vidros para janelas, copos e frascos.

Foi a partir do início do século XX que a indústria do vidro se desenvolveu com a introdução de fornos contínuos, a recuperação de calor e equipados com máquinas semi ou totalmente automática para produções em escala. Um fato marcante para o setor vidreiro brasileiro foi o surgimento, a partir do final do século passado, de importantes empresas, que ainda hoje dominam o mercado.

No Brasil colonial, durante muito tempo o vidro mais refletiu, do que interveio na paisagem brasileira. Na vida modesta da sociedade da colônia de construções rústicas, o vidro limitou-se apenas a alguns utensílios domésticos, como frascos e copos que, de tão raros, entravam nos inventários familiares. Numa época em que as casas rústicas limitavam suas fachadas apenas a uma porta e uma janela de madeira, era comum encontrar as conhecidas rótulas e moçarabes de origem mourisca, um privilégio das famílias abastadas, de senhores de terras, comerciantes ricos, e autoridades civis ou religiosas.

As janelas com vidraças, só aparecem nos séculos XVII e XVIII, quase que exclusivamente em construções “nobres”, igrejas e palácios, nas mais prósperas cidades e mais importantes ligadas à estrutura, política e econômica da colônia. Em 1811, por ordem do Regente D. João, todos os moradores foram obrigados a retirarem de suas casas e sobrados às rótulas das paredes e sacadas e as substituírem por janelas envidraçadas. A Corte Portuguesa chegara, era preciso alegrar a cidade. As “folhas de vidro de abrir”, como eram assim conhecidas, foram introduzidas lentamente, na

paisagem brasileira, uma vez que o vidro era raro, escasso e caro; e trazê-lo de Portugal ao interior da colônia sem quebrar, era uma missão bastante arriscada. Na virada para o século XX, a República apressou o passo em busca da modernidade, o país passa por grandes mudanças arquitetônicas e o vidro toma espaços, melhorando as estruturas de saúde, educação, trabalho e lazer.

No Brasil a indústria vidreira surgiu no fim do século XIX e como no século XX, era dominada pela vidraria São Paulo de propriedade da firma portuguesa. Em 1896 surgiu a vidraçaria Santa Marina e, em 1941 começaram a surgir outras fábricas no Brasil.(Verçoza)

1. Características gerais e propriedades do vidro

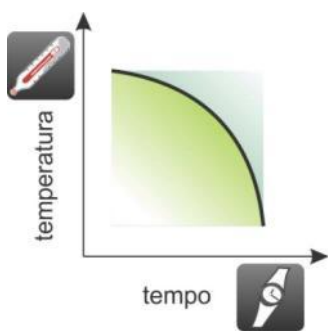
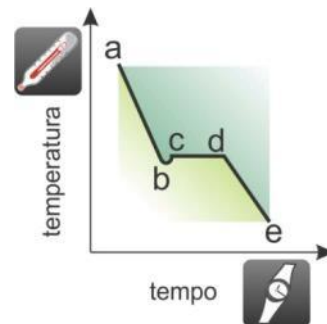
O vidro é um material tão comum nas nossas vidas que, muitas vezes, nem nos apercebemos o quanto ele está presente. Porém, basta olharmos à nossa volta com um pouco de atenção e vamos encontrá-lo nas janelas, nas lâmpadas, na mesa de refeições, em garrafas, copos, pratos, travessas. Além disso, muitos estarão a ver tudo isso através de óculos com lentes de vidro.

Mas, o que é o vidro? E o que faz este material ter tantas aplicações e continuar a ser usado em tão larga escala ao longo de todos estes milhares de anos? Segundo a definição aceita internacionalmente, "o vidro é um produto inorgânico, de fusão, que foi resfriado até atingir a rigidez, sem formar cristais".

O vidro é uma substância inorgânica, amorfa e fisicamente homogênea, obtida por resfriamento de uma massa em fusão que endurece pelo aumento contínuo de viscosidade até atingir a condição de rigidez, mas sem sofrer cristalização (Barsa).

Para Morey, vidro é uma substância inorgânica obtida por fusão, que se encontra em uma condição contínua e análoga ao estado líquido. Substância, mas que devido a uma variação reversível da viscosidade durante o resfriamento, possui uma viscosidade tão elevada que pode ser considerado rígido fins práticos.

Para entender isso é preciso atender ao fato de que as substâncias sólidas, quando submetidas a altas temperaturas, fundem. Depois de esfriar, tem uma curva de resfriamento, típica, mostrada na figura abaixo. No primeiro trecho há simplesmente diminuição da temperatura sobre até a temperatura de fusão t_f , enquanto a massa toda solidifica, ela permanece constante na linha cd . E ela é constante porque nesse patamar o calor perdido é compensado pelo calor de cristalização: formam-se cristais ou fibras ou grãos. Depois que toda a massa solidifica, a temperatura começa a descer o patamar correspondente à transformação de estado líquido em estado sólido.



Já o vidro, entretanto, apresenta a curva de resfriamento mostrada na figura abaixo; não há o patamar de cristalização; e o vidro realmente não tem cristais, nem fibras, nem grãos.

Em suma, ele não abandona o estado líquido, por isso a definição de Morey, que significa ser o vidro um líquido com tal viscosidade que pode ser considerado sólido para fins práticos.

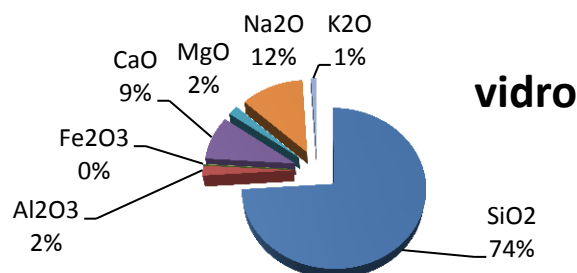
1.1. Composição

Na construção são utilizados os vidros silício-sodo-cálcicos são compostos por:

- um vitrificante, a sílica, introduzida sob a forma de areia (70 a 72 %);
- um fundente, a soda, sob a forma de carbonato e sulfato (cerca de 14%);
- um estabilizante, o óxido de cálcio, sob a forma de calcário (cerca de 10%);
- vários outros óxidos, tais como o alumínio e o magnésio, melhoram as propriedades físicas do vidro, especialmente a resistência à ação dos agentes atmosféricos;
- para determinados tipos de vidro, a incorporação de diversos óxidos metálicos permitem a coloração na massa.

Uma das razões de o vidro ser tão popular e duradouro, talvez esteja na sua análise, pois os vidros mais comuns, aqueles usados para fazer os vidros planos e embalagens e que, tecnicamente, são denominados "silício-sodo-cálcicos", têm uma composição química muito parecida com a da crosta terrestre:

Óxido	% na crosta terrestre	% nos vidros comuns
SiO ₂ (sílica)	60	74
Al ₂ O ₃ (alumina)	15	2
Fe ₂ O ₃ (Óxido de Ferro)	7	0,1
CaO (cálcio)	5	9
MgO (magnésio)	3	2
Na ₂ O (sódio)	4	12
K ₂ O (potássio)	3	1



1.2. Propriedades físicas

1.2.1. Densidade

As densidades são muito variáveis, assim temos:

Cristal ordinário	3.33	Normalmente se aceita o valor 2.5, o que dá uma massa de 2,5 kg por m ² e por mm de espessura para os vidros planos.
Vidro para óculos	2.46	
Vidro ordinário	2.56	
Vidro para garrafas	2.64	

1.2.2. Dureza

Para determinar a dureza superficial, isto é, a resistência a ser riscado por outro material, utiliza-se a escala de MOHS. O vidro tem a dureza 6.5 entre a ORTOSE (6) e o quartzo (7).

1.2.3. Resistência à abrasão

É 16 vezes mais resistente que o granito.

1.3. Propriedades mecânicas

1.3.1. Elasticidade

O vidro é um material perfeitamente elástico: nunca apresenta deformação permanente. No entanto é frágil, ou seja, submetido a uma flexão crescente, parte sem apresentar sinais precursores.

1.3.2. Resistência à tração

A resistência à tração varia de 300 a 700 daN/cm² e depende de:

- Duração da carga para cargas permanentes, a resistência à tração diminui em cerca de 40%;
- Humidade; diminui em cerca de 20%;
- Temperatura: a resistência diminui com o aumento de temperatura;
- Estado da sua superfície, função de polimento;
- Corte e estado dos bordos;
- Os componentes e suas proporções.

1.3.3. Resistência à compressão

A resistência do vidro à compressão é muito elevada, cerca de 1000 N/mm² (1000 MPa) e não limita praticamente o campo das suas aplicações. Em termos práticos significa que para quebrar um cubo de 1cm de lado, a carga necessária será na ordem das 10 toneladas.

1.3.4. Resistência à flexão

Um vidro submetido à flexão tem uma em face de trabalhar à compressão e a outra à tração. A resistência à rotura por flexão é da ordem de: • 40 MPa (N/mm²) para um vidro recozido polido; • 120 a 200 MPa (N/mm²) para um vidro temperado (segundo a espessura, manufatura dos bordos e tipo de fabrico).

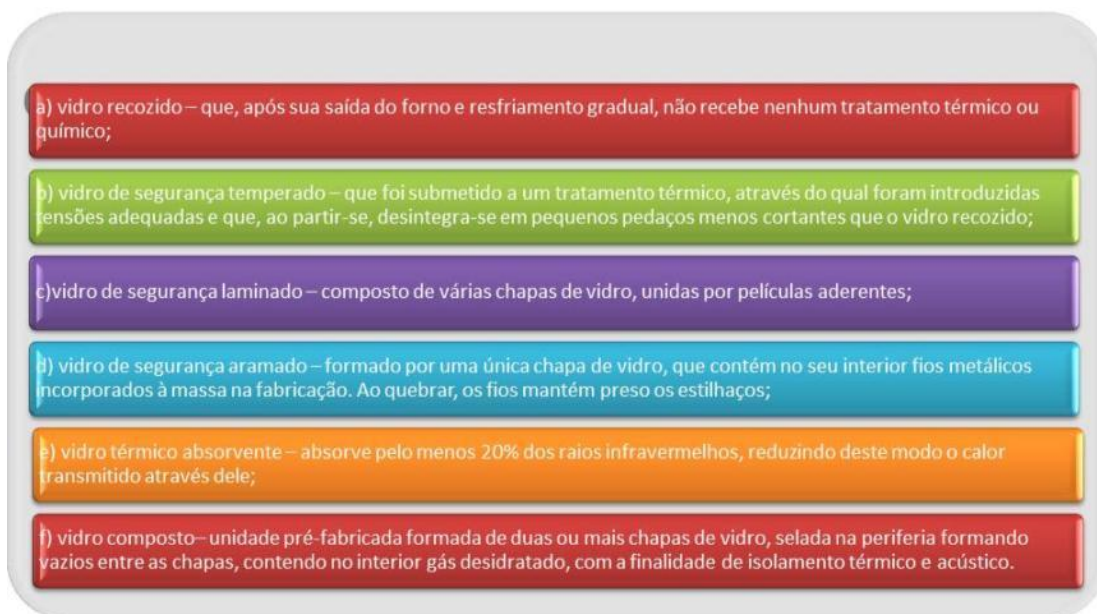
O elevado valor da resistência do vidro temperado deve-se à operação de têmpera que coloca as superfícies do vidro em forte compressão. Tendo em conta os coeficientes de segurança, as tensões de segurança, σ , habitualmente utilizadas são as indicadas na tabela 1 (em daN/cm²).

1.4. Classificação dos Vidros

Os vidros podem se classificar das seguintes maneiras: quanto ao TIPO, quanto a FORMA, quanto a TRANSPARENCIA, quanto ao ACABAMENTO DA SUPERFÍCIE e quanto as CORES.

A NB – 226 adota as seguintes divisões:

1.4.1. Quanto ao tipo



1.4.2. Quanto à forma e a transparência



1.4.3. Quanto ao acabamento da superfície

- a) vidro liso – transparente, apresentando leve distorção das imagens refratadas, em virtude das características da superfície ocasionadas pelo processo de fabricação;
- b) vidro polido – transparente, mas permitindo visão sem distorção das imagens, pelo tratamento superficial;
- c) vidro impresso (fantasia) – durante a fabricação é impresso um desenho em uma ou nas duas superfícies;
- d) vidro fosco – translúcido, pelo tratamento mecânico ou químico em uma ou nas duas superfícies;
- e) vidro espelhado – reflete totalmente os raios luminosos, em virtude do tratamento químico em uma das superfícies;
- f) vidro gravado – por meio de tratamentos químicos ou mecânicos apresenta ornamentos em uma das ou nas duas superfícies;
- g) vidro esmaltado – ornamentado através da aplicação de esmalte vitrificável em uma ou nas duas superfícies;
- h) Vidro termo-refletor – colorido e refletor pelo tratamento químico em uma das faces, feito em alta temperatura.

1.4.4. Quanto à cor



NBR 7199 NB 226

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

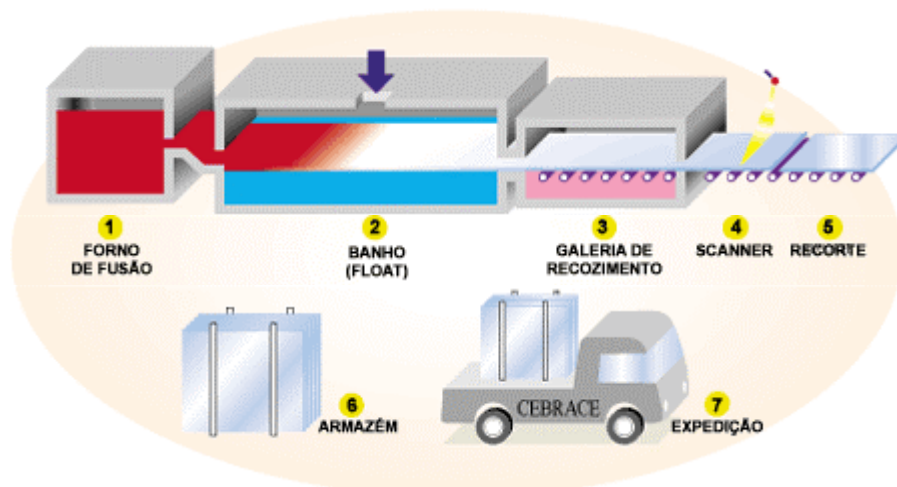
Esta Norma se aplica ao envidraçamento de janelas, portas, divisões de ambientes, quichês...

A seguir exemplificaremos com mais detalhes os principais vidros utilizados na construção civil.

1.5. Diferenças entre vidro estirado, float e cristal.

Poucas são as diferenças entre o vidro estirado, o cristal e o vidro float, tanto no que diz respeito à sua composição química quer à sua resistência mecânica. Grandes diferenças residem na aparência e nas propriedades ópticas. O vidro estirado e o vidro float, principalmente em espessuras maiores, apresentam ondulações que são visíveis e que produzem distorções de imagens.

No cristal não são visíveis ondulações superficiais, porque têm menor percentagem de defeitos e, por sua vez, também não produzem distorção de imagens devido ao paralelismo das suas faces. O verdadeiro cristal é empregue no fabrico de artigos de decoração e não na indústria da construção civil devido às suas características. É um vidro com excelentes características de brilho e transparência. Este brilho é consequência do chumbo que aumenta grandemente o índice de refração do vidro. Contudo, a tecnologia atual de fabrico limita a níveis quase imperceptíveis os inconvenientes dos vidros estirados e float.



1.5.1. Vidro Impresso

Este tipo de vidro surgiu quando se desenvolveu o processo pelo qual o vidro emerge do forno e passa através de dois rolos, um dos quais possui um desenho gravado na superfície. Esse desenho transmite-se ao vidro e dá-se o recozimento, o arrefecimento e, de seguida, é cortado.

Este tipo de vidro tem uma similar composição química, é translúcido, com figuras ou desenhos, numa só ou em ambas as faces. A resistência mecânica deste vidro é aumentada se também for temperado. A utilização deste tipo de vidro é destinado a locais ou situações que necessitem de privacidade sem comprometer a quantidade de luz no local que o vidro deixa passar. A facilidade de manutenção e limpeza são pontos a ter em conta, aquando da escolha do vidro. Este vidro é muitas vezes utilizado em portas, janelas, divisórias, fachadas, casas de banho, entre outros. As duas tabelas que se podem consultar no anexo I mostram a variedade de tipos e acabamentos existentes no mercado.

1.5.2. Vidro plano polido

É um vidro transparente cujas faces são polidas e sem distorção de visão, isto é, é possível ver os objetos através dele, ou refletidos pela sua superfície em qualquer ângulo. Diferencia-se do vidro plano liso pela perfeição das suas superfícies polidas isentas de ondulações, permitindo uma visão indeformada dos objetos através dele.

1.5.3. Vidros coloridos ou termo absorventes

Além do aspecto estético, podem reduzir o consumo energético de uma construção. Estes vidros reduzem a energia radiante transmitida pelo sol, quer refletindo a radiação solar antes de entrar na habitação, quer absorvendo-a no corpo do vidro. Os vidros termo absorventes são produzidos pela introdução de óxidos metálicos na massa do vidro, que produzem cores variadas e reduzem a transmissão solar, aumentando a absorção do vidro.

O espectro solar é composto de três partes distintas: ultravioleta, luz ou espectro visível e infravermelho. A energia ultravioleta representa apenas 2 % da energia solar e causa descoloração de tapetes, cortinas, móveis, queimaduras solares, entre outros, sendo invisível. Por outro lado, a luz que representa 45 % da energia solar é a porção de energia à qual a retina é sensível. Em último, a energia infravermelha que compreende comprimentos de onda elevados em relação às outras energias, corresponde a 53 % da energia solar e também é invisível. Todas elas são convertidas em calor. Conclui-se que a escolha do vidro é importante para minimizar o consumo de energia eléctrica para iluminação e refrigeração, ou aquecimento. No anexo V, poder-se-á ver uma figura que mostra como os raios solares atingem uma vidraça e as suas repercussões.



1.5.4. Espelhos

Em tempos antigos, os espelhos consistiam em metais polidos, geralmente o bronze. Alguns espelhos de vidro revestidos de estanho e prata também foram encontrados. Na Idade Média, embora o processo de revestimento do vidro com finas camadas metálicas fosse conhecido, predominavam, quase que exclusivamente, os espelhos de metais polidos como o aço, a prata ou ouro. Alguns espelhos de vidro foram fabricados em Nuremberg em 1373, e pequenos espelhos foram produzidos antes de 1500. A fabricação de espelhos como conhecemos hoje teve início em Veneza. Em 1507, dois cidadãos de Murano obtiveram o privilégio exclusivo de produzir espelhos por um período de 20 anos. Em 1564, os fabricantes de espelhos de Veneza uniram-se formando uma associação e, pouco tempo depois, os espelhos de vidro passaram a substituir os espelhos metálicos.

No início, os espelhos eram fabricados soprando-se um cilindro de vidro, cortando-o longitudinalmente ao meio e alisando-o sobre uma superfície de pedra. O vidro era, em seguida, polido cuidadosamente. Ao lado, numa superfície plana, uma lâmina de estanho polido era colocada sobre uma manta e despejava-se mercúrio sobre ela, aplicando-se, posteriormente, uma folha de papel sobre o mercúrio. Em seguida, o vidro polido era cuidadosamente assentado sobre o conjunto, retirando-se antes a folha de papel, a fim que uma superfície limpa de mercúrio entrasse em contato com o vidro. Pesos eram colocados sobre o vidro e o excesso de mercúrio eliminado, fazendo com que um amálgama (liga líquida) de estanho e mercúrio aderisse à superfície do vidro.

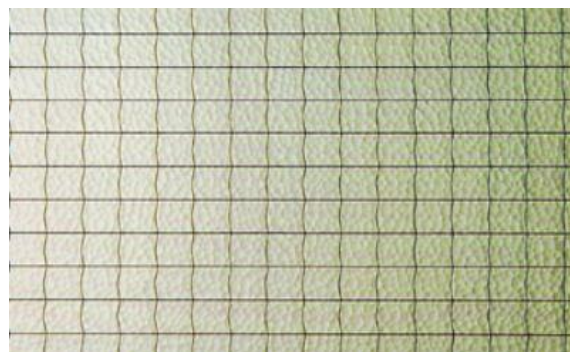
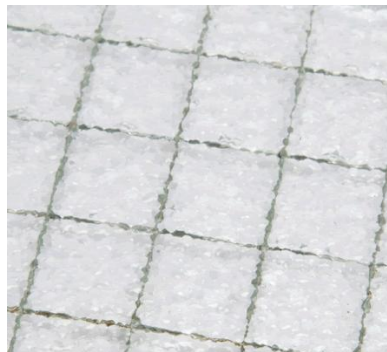
A invenção e a fabricação do vidro polido, cristal, em 1691, na França, marcou um outro avanço na produção de espelhos. Todos os espelhos eram fabricados utilizando o processo anteriormente descrito, até que Liebig, em 1835, descobriu o processo químico de revestimento de vidros com prata. Atualmente a espelhação é um processo pelo qual compostos prata-amônia são quimicamente reduzidos à prata metálica. A maioria dos espelhos é fabricada desse modo. Outro processo consiste em fazer passar o vidro limpo por entre uma esteira, no interior de uma câmara, onde soluções, convenientemente preparadas, encontram-se em forma de spray, depositando-se prata diretamente sobre o vidro. Muitos vidros, entretanto, são, ainda hoje, espelhados quimicamente por processos manuais.

A película de prata pode ser protegida por uma camada de verniz, laca ou tinta. Para uma proteção quase permanente, uma camada de cobre electrodepositado pode ser aplicada. O chamado “vidro espião” (opaco por uma face e transparente por outra) é produzido em câmaras onde vácuo parcial é criado (um décimo de ar permanece). Ligas de cromo em partículas são aplicadas num filamento e, quando uma corrente eléctrica atravessa esse filamento, o metal evapora e as partículas metálicas depositam-se sobre o vidro, formando um filme metálico resistente e aderente.



1.5.5. Vidro aramado

As pesquisas de materiais resistentes ao fogo levaram ao desenvolvimento do vidro de segurança aramado que, em 1899, foi testado e aprovado nos Estados Unidos para esta finalidade. O processo de fabricação consiste em fazer passar o vidro em fusão, juntamente com uma malha metálica, através de um par de rolos, de tal modo que a malha fique posicionada aproximadamente no centro do vidro. Neste processo, um mecanismo alimenta a malha metálica a uma velocidade e tensão predeterminadas, compatíveis com a velocidade de alimentação da massa de vidro fundente, proveniente do forno. A principal característica desse vidro é a sua resistência ao fogo, sendo considerado um material anti-chama. Ele reduz também o risco de acidentes, pois, caso quebre, não estilhaça, e os fragmentos mantêm-se presos à tela metálica. É resistente à corrosão, não se decompõe, nem enferruja.



Podemos encontrar vidros aramados transparentes, coloridos, com diversos tipos de acabamento superficial e malhas metálicas hexagonais e em forma de losango. O vidro aramado como material resistente ao fogo pode ser utilizado em portas corta-fogo, janelas, dutos de ventilação vertical e passagens para saídas de incêndio. Para essas aplicações, deverão ser estudados caixilhos, calços e juntas especiais. O vidro aramado é recomendado, também, em locais sujeitos a impacto e abusos, bem como onde a queda de lascas de vidros represente um risco para os usuários da instalação. Como exemplo, podemos citar: peitoris, sacadas, divisórias e coberturas.



1. Os vãos onde são aplicados os vidros aramados devem ser medidos, rigorosamente, antes da compra dos mesmos, pois as chapas não aceitam cortes ou furos executado na obra, vindo o material pronto da fábrica para a colocação.
2. A colocação deve ser executada de forma a não sujeitar o vidro a esforços ocasionados por contrações ou dilatações, resultantes da movimentação dos caixilhos que os guarnecem ou de deformações devidas a flechas dos elementos da estrutura.
3. Para instalações de cobertura, as dimensões máximas do vidro devem ser 3.00m*0.60m. Para coberturas com mais de 3.00m de comprimento, as chapas devem ter uma sobreposição mínima de 8cm.

1.5.6. Vidro temperado

▪ Definição e processo de fabricação

O que é vidro temperado?

O vidro temperado tem esse nome por analogia ao aço temperado. Ambos têm a sua resistência aumentada pela têmpera, um processo que consiste em aquecer o material até uma temperatura crítica e depois resfriá-lo rapidamente. Aqui termina a analogia, porque os efeitos desse tratamento são muito diferentes para os dois materiais. No aço, um novo balanço de dureza e resistência é produzido pela precipitação de carbides. A têmpera no vidro produz um sistema de tensões que aumenta a resistência, induzindo tensões de compressão na sua superfície. Isto acontece porque o vidro, como a maior parte dos materiais frágeis, tem grande resistência à compressão, porém pouca resistência à tração.



Como a fratura geralmente ocorre por um defeito na superfície, que provoca uma concentração de tensões, a pré-compressão da superfície permite uma resistência muito maior. Uma distribuição típica das tensões na espessura de uma peça de vidro temperado é exibida na figura 11. A distribuição é aproximadamente parabólica, sendo a compressão

na parte externa compensada pela tração no interior. Como geralmente não existem defeitos na parte interna do vidro, que atuariam como elevadores de tensões, a tração interna não representa problema especial.

Qualquer carga aplicada no vidro temperado, antes de tracionar as camadas externas, deverá, primeiramente, neutralizar as tensões de compressão ali induzidas. A resistência do vidro recozido pode ser tomada como 400kgf/cm². A tensão de compressão de um vidro temperado é tipicamente de 1.000 kgf/cm² (100 MPa), logo a resistência efetiva do vidro temperado será de 1.400 kgf/cm² (140 MPa), entre três e cinco vezes a resistência do vidro comum recozido.

Devido às tensões induzidas no vidro temperado, quando este rompe em qualquer ponto, toda a chapa se quebra em pequenos fragmentos sem arestas cortantes e lascas pontiagudas, menos susceptíveis de causar ferimentos. Deste modo o vidro temperado pode ser designado como um vidro com características de segurança.



O vidro temperado é indicado para locais que requerem resistência, como boxes de chuveiro, portas de vidro ou frontões de lareira, seu uso em fachadas está restrito a entre vãos de pequenas dimensões dentro de caixilhos.

O vidro temperado oferece segurança por evitar ferimentos graves ao ser quebrado devido a seus pequenos fragmentos arredondados, pois possuem furações e recortes especiais que não fragilizam a peça, tendo excelente efeito estético pela ausência de esquadrias, baixo custo comparado com o vidro comum.

O vidro temperado quando fraturado se fragmenta em pequenos pedaços, com arestas menos cortantes que o vidro comum. Tem resistência mecânica cerca de quatro a cinco vezes superiores.

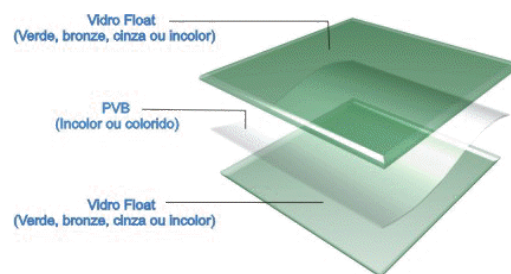
1.5.7. Laminado

▪ Definição e processo de fabricação

O vidro de segurança laminado consiste em duas ou mais lâminas de vidro fortemente interligadas, sob calor e pressão, por uma ou mais camadas de polivinil butiral-PVB, resina muito resistente e flexível, ou outra resina plástica aprovada. Na produção do laminado deve-se ter uma sala bem vedada, com temperatura e humidade controladas, onde o PVB é deixado algum tempo para atingir a humidade dentro dos limites previstos pelo fabricante. Se ela ficar fora desses limites, o laminado produzido terá sérias deficiências, pouca ou excessiva aderência, aparência de embasamento, pouca resistência à penetração, etc. Por outras palavras, se não for empregada a humidade adequada, o laminado produzido poderá não ser, realmente, um vidro de segurança.

A produção do vidro laminado é feita do seguinte modo:

1. As chapas de vidro preparadas (isto é, cortadas, lavadas e secas) são montadas na sala especial, juntamente com o butiral;
2. Transportadas para uma estufa que proporciona uma primeira aderência entre vidro e butiral;
3. Submetidas a uma pré-remoção de ar feita por uma calandra que comprime o laminado, expulsando parte do ar que ficou entre as duas chapas de vidro;
4. Posteriormente, o conjunto vidro-butiral é enviado para a autoclave, onde é submetido a um ciclo que atinge 10 a 15 atmosferas de pressão, a mais de 100° C de temperatura;
5. Após o ciclo de autoclave, as lâminas de vidro e butiral estão firmemente unidas, constituindo o laminado.



▪ Propriedades

O laminado mais usado consiste em duas lâminas de float de 3 mm e uma película de PVB 0,015" (0,38 mm) ou 0,030" (0,76 mm). Em caso de quebra do vidro laminado, os fragmentos ficarão presos ao butiral, inimizando o risco de lacerações ou queda de vidros. Mesmo depois de quebrado, o vidro resiste ao atravessamento do PVB, que pode ser distendido mais de cinco vezes da sua medida inicial sem se romper. Além do aspecto segurança, o vidro laminado apresenta propriedades que o diferenciam dos vidros recozidos ou temperados. Os vidros de segurança laminados são excelentes filtros de raios ultravioleta, reduzindo em 99,6% ou mais a transmissão desses raios.

Os laminados simples são adequados para locais onde se queira diminuir o risco de quedas de objetos, ou fissurações. Os coloridos ou termorefectores reduzem a incidência térmica. Encontramos este tipo de vidro em automóveis, fachadas de edifícios, caixas de escadas, vitrinas, entre outros. Por outro lado, os laminados múltiplos são adequados para locais de exigência maior, como por exemplo os para-brisas, nos carros blindados, torres de segurança, como especificidade de vidros anti-bala, instalações hidráulicas, aeroportos.



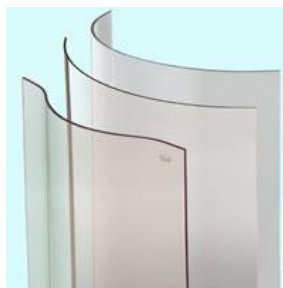
1.5.8. Vidro curvo – laminado

Visando oferecer segurança, os vidros curvo-laminados proporcionam também beleza e modernidade. Depois de recozidos são laminados, sendo unidos por intercalário plástico, que os torna seguros. Podem ser utilizados nas portas de segurança de bancos, estações de autocarros, coberturas. As cores disponíveis são várias.



1.5.9. Vidro curvo

Correspondendo à necessidade do seu ambiente é um vidro com um desenho moderno. São aquecidos a uma temperatura de aproximadamente 650 graus e depositados em moldes de aço, onde passam por um processo lento de cozedura. Podem ser utilizados em indústrias de móveis e de refrigeração e podem ser vistos em incolor e em várias cores.



1.5.10. Lã de Vidro

É produzida fazendo passar o vidro fundido através de pequenos furos ou orifícios, à medida que os filetes de vidro fundido escorrem através dos orifícios, eles são atingidos por jactos de ar ou vapor a alta pressão fazendo com que o produto seja produzido. A temperatura do vidro, a dimensão dos orifícios e a pressão dos jactos condicionam o tipo de fibra fabricada. Elas podem ser longas, curtas, finas ou grossas.

As fibras são controladas em relação às dimensões e espessuras. A lã de vidro é, então transformada em chapas ou placas rígidas através de outro processo. De seguida, apresentam-se três processos de produção de fibras. A fibra de vidro é um material incombustível, não absorvente, quimicamente estável, resiste ao ataque de insetos, roedores e fungos. As fibras de vidro são utilizadas para reforçar plásticos, fitas, tendo variadas aplicações. Destacam-se como isolante térmico e acústico e são produzidas a partir de vidros de baixa alcalinidade.

A lã de vidro atende aos mais exigentes requisitos do mercado. Sempre proporcionando conforto ambiental e economia de energia, aliados à segurança, minimiza os riscos de incêndio e a sua propagação, além da proteção pessoal contra altas temperaturas. Encontra-se na construção civil, principalmente aplicada sob a forma de forros, feltros para isolamento de coberturas e de paredes Drywall, somando-se a uma completa linha de produtos destinada às construções residenciais as instalações de ar condicionado preserva a qualidade do sistema através da isolamento térmica dos dutos de

distribuição de ar, atenuação dos ruídos gerados pelos equipamentos e até mesmo como elemento construtivo da rede de dutos. É utilizada no segmento industrial na fabricação de fogões, refrigeradores, fornos e outros eletrodomésticos, além de automóveis, trens, aviões etc.



1.5.11. Fibra de Vidro

O vidro pode ser moldado em fibras de diâmetro até de 0.1 microm, com grande comprimento. Nestas condições apresenta enorme resistência a tração. O processo de fabricação consiste de um tambor metálico com orifícios e, que gira a alta velocidade. Este tambor pode ter cerca de 100 orifícios de 1 a 2 mm de diâmetro, que ficam colocados no fundo do mesmo, próximo do forno.

Pelos orifícios escorrem os filetes, que são retirados, diminuindo o diâmetro, e são enrolados em um cilindro.



▪ características mais importantes

- Leveza: partes de plástico reforçadas ajudam a economizar peso comparadas às partes de aço (até 30% mais leves) com propriedades termo-mecânicas semelhantes.
- Reciclagem: Devido a métodos técnicos diferentes, reciclagem de fibra de vidro é agora possível, como também o reciclagem de termoplásticos ou reforços de vidro de thermoset.
- Não apodrecimento: Filamento de vidro não deteriora e não apodrece. Não é afetado pela ação de insetos e roedores.
- Baixa condutividade térmica: Esta característica é altamente estimada na indústria de construção civil, onde o uso de compostos de fibra de vidro torna possível eliminar passagens térmicas possibilitando economia de calor.
- Higiene: não é poroso
- Resistência alta a agentes químicos: Quando combinada com resinas apropriadas, compostos com esta característica podem ser feitos de filamento de vidro.
- Força mecânica: Filamento de vidro tem uma resistência específica mais alta (resistência à tensão/massa volumétrica) do que a do aço. Esta característica é o ponto de partida para o desenvolvimento de fibra de vidro para produzir compostos de alto desempenho.
- Características elétricas: Suas propriedades como um isolador elétrico excelente, até mesmo a espessuras pequenas, combinadas com sua força mecânica e comportamento a temperaturas diferentes, formou a base das primeiras aplicações para o filamento de vidro.
- Incombustibilidade: Como um material mineral, fibra de vidro é naturalmente incombustível. Nem propaga nem mantém uma chama. Quando exposta ao calor, não emite fumaça nem produtos tóxicos.
- Estabilidade dimensional: Filamento de vidro é insensível a variações em temperatura e higrometria e tem um baixo coeficiente de expansão linear.
- Compatibilidade com matrizes orgânicas: A habilidade da fibra de vidro para aceitar tipos diferentes de tamanho cria uma liga entre o vidro e a matriz, possibilitando que seja combinada com muitas resinas sintéticas, como também, com certas matrizes minerais (gesso, cimento).
- Permeabilidade de Dielétricos: Isto é essencial em aplicações como radomes, janelas eletromagnéticas, etc.

- Integração de funções: Material composto de fibra de vidro pode ser usado para produzir partes de uma peça que integram várias funções e substituir diversas partes montadas.

fonte:Modelglass

1.5.12. Tijolos ou bloco de Vidro

São fabricados por um processo algo complexo. Primeiro, duas peças de vidro retangulares ou quadradas são fabricadas. Essas metades são unidas por fusão a altas temperaturas, sendo o ar no espaço entre os vidros evacuado, de modo a criar-se um vácuo. Por fim, as bordas são revestidas por plástico, para melhor vedação.



▪ Modo de aplicação

Em obra, o assentamento do tijolo de vidro faz-se com argamassa à base de quatro partes de cal hidratada, três partes de areia e uma parte de cimento comum. Ao iniciar a aplicação deve-se conferir o nível e o prumo da primeira peça. Os tijolos são assentes com 1cm de distância entre eles, e às paredes laterais. São colocados também nas juntas de cada peça dois separadores para manter uma boa simetria. As peças devem ser limpas antes que a massa fique seca e, por fim, faz-se o reajustamento com cimento branco. O limite de altura de paredes é de 2,50m, a partir deste valor será necessário estruturar o painel. Os blocos de vidros não podem estar sujeitos a cargas de construção, apenas o seu peso próprio, nem devem ser aplicados em locais sujeitos a impactos.

1.5.13. Vidros duplos

Os vidros duplos são envidraçados termo acústicos compostos por duas ou mais chapas de vidros laminados, temperados, impressos, reflectivos ou float. Os vidros e o perfil são unidos por dupla selagem. A primeira, feita com butil polisobutileno injectado na lateral do perfil. A segunda, que é externa, pode ser feita com polisulfuro ou silicone estrutural. Os dois vidros são, normalmente, espaçados de 6, 8, 10, 12 e 20 milímetros. O vidro duplo pode ser instalado em janelas, fachadas, portas, coberturas, entre outros, sejam eles de madeira, alumínio, aço ou PVC.



▪ Bloqueio térmico e acústico

O vidro duplo tem a característica de oferecer mais conforto ao ambiente e tem como objetivo resolver todos os problemas térmicos. O vidro duplo dificulta as trocas térmicas entre os dois ambientes (exterior e interior), criando uma barreira ao frio e ao calor. Por exemplo, comparando com um vidro simples, o coeficiente de calor é reduzido à metade.

O controle acústico, além de tornar o ambiente mais harmonioso, proporciona melhor qualidade de vida aos usuários, protegendo-os da possível poluição sonora. Na sua composição são utilizados vidros laminados com resina acústica. Proporciona uma redução de 30 a 50 decibéis. Eis um dos fatores pelos quais este tipo de vidro é procurado para projetos de escolas, hospitais e hotéis. Deve-se, contudo, realçar que é recomendado um espaçamento, entre as duas vidraças do vidro duplo, o máximo possível. Na verdade, é mais eficaz, para efeitos de isolamento acústico duas chapas de vidro simples afastadas de 7 cm (caixilharia dupla) do que um vidro duplo corrente.

1.5.14. Vidros de segurança

O vidro de segurança distingue-se dos outros vidros recozidos comuns pela diferença fundamental de, perante uma fratura, não produz fragmentos que possam causar danos às pessoas em causa. Este tipo de vidro pode dividir-se em laminado, temperado e aramado. O vidro de segurança desenvolveu-se em função de grandes avanços da indústria automobilística e em menor grau na indústria do plástico. Isto fez com que toda a indústria do vidro se especializasse em vidros que tem uma capacidade diversificada de segurança. Houve no vidro laminado a junção de nitrato de celulose, depois o acetato de celulose e, mais tarde, foi e é utilizado o polivinil butiral. Atualmente as instituições competentes assumem como necessário o vidro de segurança em portas de vidro, laterais de vidro que possam confundir-se com portas, janelas baixas, envidraçados de piscinas, banheiras, envidraçados de grandes alturas, telhados, vitrinas e vidraças que dão para o exterior (em alguns casos), entre outros.



▪ Tipos de acabamentos

Os vidros de segurança temperados podem ser lisos ou impressos. Os lisos são o float incolor ou verde e os vidros bronze ou cinza. Atualmente as cores cinza e bronze são obtidas em float. Os vidros temperados impressos encontrados no mercado são o diáfano e o pontilhado. É possível realizar opacação leve nos vidros temperados, através de jactos de areia ou ácido hidrófluorídrico, desde que o polimento atinja no máximo 0,3 mm de profundidade. Convém ressaltar que nesses casos a resistência do vidro é consideravelmente reduzida.

As bordas dos vidros temperados podem ser simplesmente filetadas ou escantilhadas para aplicação em caixilhos, ou lapidadas, com lapidação reta ou redonda, nas instalações autoportantes.



Os vidros de segurança temperados são especialmente indicados para os projetos que especifiquem vidros em locais sujeitos a impactos, choques térmicos ou utilização sob condições adversas, que requeiram resistência mecânica.

1.5.15. Materiais empregados na fixação da chapa de vidro

Massa de vidraceiro: é utilizada para ligar o vidro a madeira ou ferro das esquadrias e, eventualmente corrigir defeitos superficiais nas madeiras ou alvenarias que irão receber pintura. É constituída por uma mistura de 180 a 200 gramas de óleo de linhaça com 1000gramas de gesso crê. Quando a fixação é feita sobre ferro é conveniente que tenha um pouco de zarcão na sua constituição, para que não cause ferrugem. É um tipo de material que, com o decorrer do tempo, perde a elasticidade, trinca, enruga e muitas vezes solta-se. É um material de baixo custo por deixar muito a desejar em termos de qualidade e durabilidade.

Mastique: é uma massa plástica de elasticidade permanente e excelente aderência e vedação. É fornecida em latas ou em cartuchos que facilitam a aplicação. Um cartucho rende aproximadamente 4m de junta de 1x1cm. Aplica-se com pistola. Um material com características similares é a borracha de silicone fornecida em tubos com aplicação direta, é incolor.

Exemplo de mastiques: Sikaflex-1, Borracha de silicone Vedante

Perfis de plástico ou borracha sintética

Baguetes de alumínio e/ou madeira

2. Normas técnicas

NBR11706: Vidro na construção civil - Esta norma fixa as condições exigíveis para vidros planos aplicados na construção civil.

NBR12067: Vidro plano - Determinação da resistência à tração na flexão - Esta norma especifica um método para a determinação da resistência à tração na flexão de vidros planos. Adicionalmente, apresenta-se o procedimento para a medição da flexão máxima oriunda do carregamento, a ser determinado sempre que houver interesse.

NBR7199: Projeto, execução e aplicações de vidros na construção civil - Esta norma fixa as condições que devem ser obedecidas no projeto de envidraçamento em construções.

NBR13866: Vidro temperado para aparelhos domésticos da linha branca - Esta norma especifica os requisitos e os métodos de ensaios para vidros temperados utilizados em aparelhos domésticos da linha branca.

NBR14207: Boxes de banheiro fabricados com vidro de segurança - Esta norma especifica os requisitos mínimos, em termos de segurança, para os materiais utilizados no projeto e na instalação de boxes de banheiro fabricados a partir de painéis de vidro de segurança para uso em apartamentos, casas, hotéis e outras residências.

NBR14488: Tampos de vidro para mesa – requisitos - Esta norma especifica as exigências de desempenho e as medidas lineares necessárias para garantir a segurança da aplicação de vidro plano maior que 0,02m², utilizado na composição de mesas que tenham o vidro como componente de uso aplicado à sua utilização.

NBR14564: Vidros para sistemas de prateleiras - Requisitos e métodos de ensaios - Esta norma especifica as exigências de desempenho e medidas lineares necessárias para garantir a segurança da aplicação de vidro plano utilizado na composição de sistemas de prateleiras que tenham o vidro como componente de uso aplicado à sua utilização.

NBR14696: Espelhos de prata - Esta norma especifica os requisitos gerais, métodos de ensaio para garantir a durabilidade e a qualidade dos espelhos de prata manufaturados; não se aplica a espelhos curvos e metalizados.

NBR14697: Vidro laminado - Esta norma especifica os requisitos gerais, métodos de ensaios e cuidados necessários para garantir a segurança e a durabilidade do vidro laminado em suas aplicações na construção civil e na indústria moveleira, bem como a metodologia de classificação deste produto como vidro de segurança.

NBR14698: Vidro temperado - Esta norma especifica os requisitos gerais, métodos de ensaios e cuidados necessários para garantir a segurança, a durabilidade e a qualidade do vidro temperado plano em suas aplicações na construção civil, na indústria moveleira e nos eletrodomésticos da linha branca. Também fornece a metodologia de classificação deste produto como vidro de segurança.

NBR15198: Espelho prata - Beneficiamento e instalação - Esta norma especifica os requisitos mínimos para beneficiamento e instalação dos espelhos prata, de maneira a garantir a durabilidade e a segurança do produto.

NBR NM293: Terminologia de vidros planos e dos componentes acessórios a sua aplicação - Esta norma estabelece os termos aplicáveis a produtos de vidro plano em chapas e acessórios usados na construção civil.

NBR NM294: Vidro float - Esta norma Mercosul tem por objetivo estabelecer as dimensões e requisitos de qualidade (em relação aos defeitos óticos e de aspecto) do vidro plano float, incolor e colorido, destinados aos mercados de arquitetura e decoração. Também estabelece a sua composição química e suas principais características físicas e mecânicas. Esta norma não se aplica ao vidro cortado em peças de tamanho adequado ao seu uso final.

NBR NM295: Vidro aramado - Esta norma Mercosul tem por objetivo especificar as dimensões e requisitos mínimos de quantidade em relação aos defeitos óticos, de aspecto e do arame metálico do vidro aramado. Esta norma não é aplicável ao vidro aramado cortado, apenas às chapas padrão.

NBR NM297: Vidro impresso - Esta norma Mercosul tem por objetivo especificar as dimensões e requisitos de qualidade em relação aos defeitos de aspecto de vidro plano impresso. Também estabelece a sua composição química e suas principais características físicas e mecânicas. Esta norma não é aplicável ao vidro impresso cortado.

NBR NM298: Classificação do vidro plano quanto ao impacto - Esta norma Mercosul estabelece a classificação de produtos de vidro plano, os requisitos e os métodos de ensaio para o vidro plano ser considerado como vidro de segurança.

3. Reciclagem do vidro

Além de ser 100% reciclável o vidro é muito bem aplicado para embalagens retornáveis. Neste caso a embalagem apenas sofre um processo de esterilização e pode ser utilizada novamente, como é feito com os cascos retornáveis de bebidas. O uso de embalagens retornáveis reduz a necessidade de fabricação de novas embalagens, e consequentemente resulta em economia na extração de matéria-prima, nos gastos da fabricação e na emissão de poluentes proveniente do processo industrial. • No processo de reciclagem, o vidro comum funde a uma temperatura entre 1000oC e 1200oC, enquanto que a temperatura de fusão da fabricação do vidro, a partir dos minérios, ocorre entre 500oC e 1600oC. Isso reflete em economia de energia e água, maior durabilidade dos fornos e ainda reduz a extração, beneficiamento e transporte dos minérios, diminuindo ainda mais os gastos energéticos e de materiais.



3.1. O mercado para reciclagem

O Brasil produz em média 890 mil toneladas de embalagens de vidro por ano, usando cerca de 45% de matéria-prima reciclada na forma de cacos. Parte deles foi gerado como refugo nas fábricas e parte retornou por meio da coleta.

Os Estados Unidos produziram 10,3 milhões de toneladas em 2000 sendo o segundo material em massa mais reciclado, perdendo apenas para os jornais.

O principal mercado para recipientes de vidros usados é formado pelas vidrarias, que compram o material de sucateiros na forma de cacos ou recebem diretamente de suas campanhas de reciclagem. Além de voltar à produção de embalagens, a sucata pode ser aplicada na composição de asfalto e pavimentação de estradas, construção de sistemas de drenagem contra enchentes, produção de espuma e fibra de vidro, bijuterias e tintas reflexivas.

3.1.1. Quanto é reciclado?

46% das embalagens de vidro são recicladas no Brasil, somando 390 mil ton./ano. Desse total, 40% é oriundo da indústria de envase, 40% do mercado difuso, 10% do "canal frio" (bares, restaurantes, hotéis etc.) e 10 % do refugo da indústria.

Nos EUA, o índice de reciclagem gira em torno de 40%, correspondendo a 2,5 milhões de toneladas. Na Alemanha, o índice de reciclagem em 2001 foi de 87%, correspondendo a 2,6 milhões de toneladas. Índices de reciclagem em outros países: Suíça (92%), Noruega (88%), Finlândia (91%), Bélgica (88%).

3.1.2. Conhecendo o material

As embalagens de vidro são usadas para bebidas, produtos alimentícios, medicamentos, perfumes, cosméticos e outros artigos. Garrafas, potes e frascos superam a metade da produção de vidro do Brasil. Usando em sua formulação areia, calcário, barrilha e feldspato, o vidro é durável, inerte e tem alta taxa de reaproveitamento nas residências.

A metade dos recipientes de vidro fabricados no País é retornável. Além disso, o material é de fácil reciclagem: pode voltar à produção de novas embalagens, substituindo totalmente o produto virgem sem perda de qualidade. A inclusão de caco de vidro no processo normal de fabricação de vidro reduz o gasto com energia e água.

Para cada 10% de caco de vidro na mistura economiza-se 4% da energia necessária para a fusão nos fornos industriais e a redução de 9,5% no consumo de água.



▪ Qual o peso desses resíduos no lixo?

No Brasil, todos os produtos feitos com vidros correspondem em média a 3% dos resíduos urbanos. E somente as embalagens de vidro correspondem a 1%. Em São Paulo o peso do vidro corresponde a 1,5 % do total do lixo urbano.

▪ Contaminação

Em princípio, os cacos encaminhados para reciclagem não podem conter pedaços de cristais, espelhos, lâmpadas e vidro plano usado nos automóveis e na construção civil. Por terem composição química diferente, esses tipos de vidro causam trincas e defeitos nas embalagens. No entanto, algumas indústrias de vidro já incorporam percentuais de vidro plano na produção.

Os cacos não devem estar misturados com terra, pedras, cerâmicas e louças : contaminantes que quando fundidos junto com o vidro, geram micropartículas que deixam a embalagem com menor resistência. Plástico em excesso pode gerar bolhas e alterar a cor da embalagem. Igual problema se verifica quando há contaminação por metais, como as tampas de cerveja e refrigerante: além de bolhas e manchas, que danifica o forno.

3.1.3. Rígidas Especificações do Material

O vidro deve ser preferencialmente separado por cor para evitar alterações de padrão visual do produto final e agregar valor. Frascos de remédios só podem ser reciclados se coletados separadamente e estiverem descontaminados.

▪ Compostagem

O vidro não é biodegradável e precisa ser separado por processos manuais.

▪ Incineração

O material não é combustível e se funde a 1.500 graus, transformando-se em cinzas. Seu efeito abrasivo pode causar problemas aos fornos e equipamentos de transporte.

▪ Aterro

As embalagens de vidro não são biodegradáveis.



3.2. O ciclo da reciclagem

3.2.1. Voltando às Origens

Nos sistemas de reciclagem mais completos, o vidro bruto estocado em tambores é submetido a um eletroímã para separação dos metais contaminantes. O material é lavado em tanque com água, que após o processo precisa ser tratada e recuperada para evitar desperdício e contaminação de cursos d'água. Depois, o material passa por uma esteira ou mesa destinada à catação de impurezas, como restos de metais, pedras, plásticos e vidros indesejáveis que não tenham sido retidos. Um triturador com motor de 2 HP transforma as embalagens em cacos de tamanho homogêneo que são encaminhados para uma peneira vibratória.

Outra esteira leva o material para um segundo eletroímã, que separa metais ainda existentes nos cacos. O vidro é armazenado em silo ou tambores para abastecimento da vidraria, que usa o material na composição de novas embalagens. (Fonte: www.cempre.org.br)



Referencias

AKERMAN, Mauro. Apostila: A Elaboração do Vidro, 1990.

Associação Técnica Brasileira das Indústrias Automáticas de Vidro, www.abividro.org.br, acessado em 20 de março de 2011.

BAUER, L. A ,Falcão. Materiais de Construção. Editora Pini. São Paulo 1995

Centro de Informações sobre Reciclagem e Meio Ambiente, www.recicloteca.org.br, acessado em 20 de março de 2011.

<http://www.dec.estt.ipt.pt/trabalhos/20024210.pdf>

<http://www.vibras.com.br>

<http://www.vibras.snm.com.br/>

<http://www.vidreiros.org.br>

<http://www.vidroline.com.br>www.copercristal.com.br

Manual do Vidro 2000. Saint Gobain disponível em www.saint-gobain.com.br

Norma Técnicas – ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

Ed. Globo.

PETRUCCI, E.G.R. Materiais de construção. Ed. Globo.

PIANCA, J. Batista. Manual do Construtor. 3a edição. 5 volumes. Ed. Globo. Porto Alegre. 1974

Revistas Técnicas – Arquitetura e Construção, Finestra e Técnica - Editora Pini

VERÇOSA, Enio. Materiais de construção. Porto Alegre. Editora da UFRS. 2000.

WIGGINTON, Michael, Glass in Architecture, editora Phaidon 1996.

ZANOTTO, Edgar Dutra. Vidros: Arte, Ciência e Tecnologia de 4000 a.C. a 2000 d.C -