

## 1. INTRODUÇÃO

No início da Revolução Industrial, a indústria de vidro tinha o foco em fabricar vidro para a indústria automotiva, mas no século XX, teve a invenção de dois métodos-chaves, no qual consistia em processo de folha estirada e o de flutuação (float), tempos foram se passando e muitos pesquisadores foram tentando aprimorar estas folhas de vidro por estiramento, onde consistia em deixá-las mais finas e com maior qualidade (USP, 2011).

Durante a virada do século XX, surgiram três poderosos centros de produção do vidro, a França berço de muitas técnicas originais; a Inglaterra berço da Revolução Industrial e a Bélgica berço de Fourcault (USP, 2011).

A fabricação de vidro mais moderna era a fabricação Européia, logo quando uma indústria americana surgiu ao mesmo tempo Fourcault tentava aperfeiçoar o seu processo, mas do outro lado do oceano havia acontecendo um avanço paralelo com o processo de Libbey Owens que estava aprimorando a técnica que Fourcault havia criado. A Pittsburgh Plate Glass Company de Fourcault implantou um processo de estiramento ainda melhor e a partir disso veio a ser um produtor mais importante (MARTINS).

No começo da década de XX, a demanda da indústria automotiva levou a Ford Motor Company a criar um processo que colocou a produção em massa onde levou a um aperfeiçoamento do produto prensado, que mais tarde expandiu a indústria americana (USP).

A indústria Pilkington Borthers juntamente com a Crown Glass Company tentou fazer alguns experimentos relacionados com o processo Ford para tentar fazer folhas maiores, mas só em 1938, a Pilkington criou uma máquina contínua de prensagem com cilindros, desgaste e polimento (PILKINGTON).

Em 1940, a estrutura primária do vidro estava estabelecida com quatro nações envolvidas, cada uma dominada por um pequeno número de fabricantes principais onde todos estavam relacionados e separados por uma rede de patentes (USP).

A reciclagem é um processo de transformação de um material, cuja primeira utilidade terminou em outro produto, com isso ela acaba gerando economia de matérias-primas, água e energia, é menos poluente e alivia os aterros sanitários onde sua vida útil é aumentada, poupando espaços preciosos da cidade que poderiam ser usados para construções de hospitais, escolas, bibliotecas dentre outros fins (GERBER, 2011).

O vidro é o único material 100% reciclável, é utilizado mesmo depois de velhos, saem das usinas de reciclagem em formas de cacos, direto para as fábricas de vidro, estes cacos entram novamente no processo de produção para gerar novos vidros (ARKEMAN, 2011).

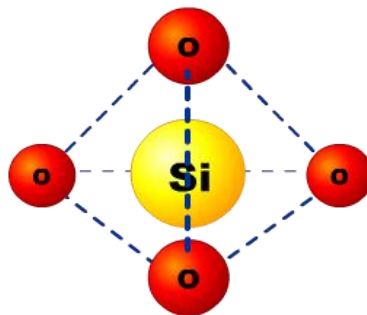
O objetivo deste trabalho é avaliar a reciclagem do vidro como tema para a educação ambiental no ensino de química.

## 2. VIDRO

É uma substância inorgânica, amorfa e física homogênea, com resfriamento da massa em fusão endurecendo com aumento contínuo a viscosidade até atingir a condição de rigidez, sem sofrer cristalização (Barsa).

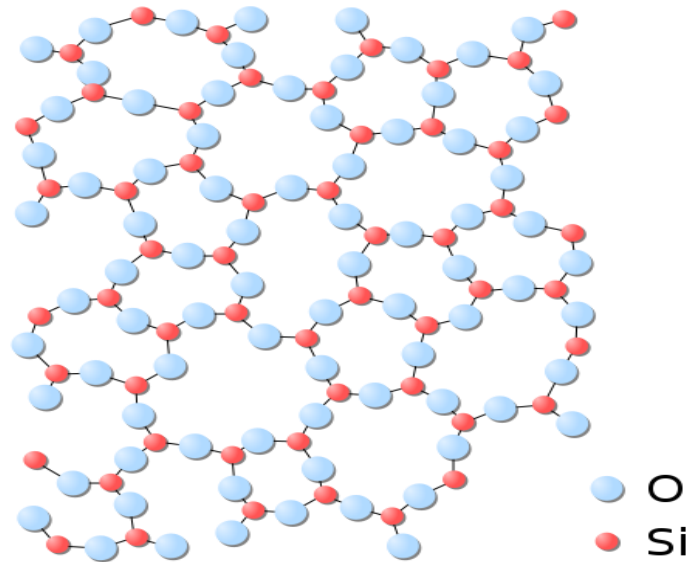
A indústria restringe o conceito vidro ao produto resultante da fusão, pelo calor, de óxidos e seus derivados e misturas, constituindo principalmente a sílica ou o óxido de silício (UNICAMP).

A unidade estrutural básica da maioria das formas da sílica e dos silicatos é um arranjo tetraédrico de 4 átomos de oxigênio ao redor de um átomo de silício centralizado, silício tetraédrico,  $\text{SiO}_4$ . Esse arranjo tetraédrico possibilita a formação de uma rede cristalina tridimensional infinita por meio do compartilhamento de todos os átomos de oxigênio de um tetraedro com os grupos vizinhos (KIRK, 1997).



**Figura 1- A forma Básica da Sílica (GERBER, 2011).**

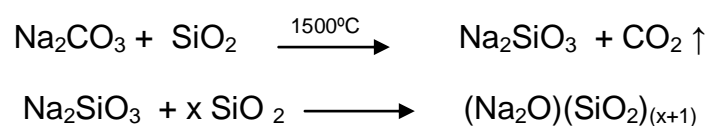
A sílica derretida resfria rápido, tendo uma organização randômica do tetraedro, é formada ligando pelas pontas, dando um material amorfo conhecido como sílica vítrea (PILKINGTON, 15 de abr, 2011).



**Figura 2- Representação Dimensional do arranjo cristalino. (ALVES mai de 2001).**

A fundição do vidro que é um produto inorgânico constituído principalmente de sílica, resfriando-se na condição rígida sem cristalização, com rede tridimensional estendida aleatória, com ausência de simetria e periodicidade (ALVES, mai de 2001).

A figura 2 representa a reação básica da química do vidro. O carbonato de sódio reage com dióxido de silício (sílica) a 1500°C produzindo silicato de sódio que reage moléculas de sílicas formando a estrutura do vidro



**Figura 3- Reação básica da química do vidro**

## 2.1 HISTÓRICO

Os materiais vítreos muitas vezes foram completamente despercebidos na natureza em qualquer circunstância eles estão por perto sendo o mais antigos feito pelo homem, e utilizados no início dos primeiros registros históricos (ALVES, 2001).

Os vidros manufaturados mais antigos de conhecimento são de 2.500 anos a.C, que foram fabricadas pelos egípcios (VANIN, 2005).

Sabemos que os vidros sendo materiais frágeis em alguns casos, são transparentes, não dando importância na sociedade moderna, mesmo sendo tão antigos e tão modernos, contextualizando na história da ciência e tecnologia, quanto a sua fabricação relacionando ao cotidiano da alta forma de reciclagem (ALVES, 2001).

O homem nem sempre fabricou os vidros, temos os vidros naturais fundidos pelas rochas em altas temperaturas, nos quais são solidificadas rapidamente, acontece nas erupções vulcânicas, vidros assim criados são denominados obsidian e tektites que foram confeccionados objetos de corte para uso doméstico e para sua defesa na idade da pedra (Viegas, 2006).

No início da fabricação dos grandes materiais antigos registram à 5.000 a.C.; quando mercadores fenícios através de uma fogueira descobriram acidentalmente na praia com blocos de nitrato de sódio (que serviam para segurar suas painéis). O fogo, a areia e o nitrato de sódio, originou, pela primeira vez um líquido transparente, o vidro. Já a 100 a.C., os romanos produziam vidro por técnicas de sopro em moldes, para fazer "janelas", a 300 d.C. o imperador Constantino começou cobrar impostos dos vidreiros, dependendo da lucratividade do produto. Entre 500 e 600 d.C., novo método executou o vidro plano, por sopro de uma esfera e depois rotação em forno, até o século XIX, a maior parte da produção do vidro foi fabricado por este sistema (ABIVIDRO, 16 de mar, 2011).

A invenção do vidro tinha tamanha disputa entre fenícios e egípcios, os fenícios relatam que quando voltaram ao Egito, pararam em Sidom as margens do rio Belus, ali deixaram os sacos que traziam as costas que estavam cheios de trona.

Sendo a trona o carbonato de sódio natural, que eles usavam para tingir lã, acenderam o fogo com lenha, e colocaram os pedaços mais grossos de trona para neles apoiar as panelas onde deveriam cozinhar os animais caçados. Após 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 (ABIVIDRO, 16 de mar, 2011).

Os fenícios caíram de joelhos acreditando que algum gênio desconhecido tinha realizado um milagre, mas o sábio Zelu, descobriu que sob os blocos de trona também havia desaparecido a areia, com o tamanho acontecimento resolveram reacender os fogos, durante a tarde, quando perceberam um líquido rubro e fumegante escorreu das cinzas. Antes que a areia incandescente solidificasse, Zelu com uma faca tocou o líquido conferindo a forma aleatória fosse maravilhosa, arrancando gritos de espanto dos fenícios, a partir daí estava descoberto o vidro (AKERMAN, de 16 mar 2011).

## 2.2 PROPRIEDADES DO VIDRO

As propriedades dos vidros e outros tipos de materiais dependem das características estruturais, condicionada pela composição química. As propriedades variam com a composição, relacionada com a concentração dos componentes podendo interferir em fatos de proporcionalidades, obtidos para cada óxido e cada propriedade, as faixas de aplicação destas fórmulas aditivas são mais ou menos restritas, podendo perder sua validade quando muda as composições estruturais no vidro, ou a interação de seus componentes (Maia, 2003).

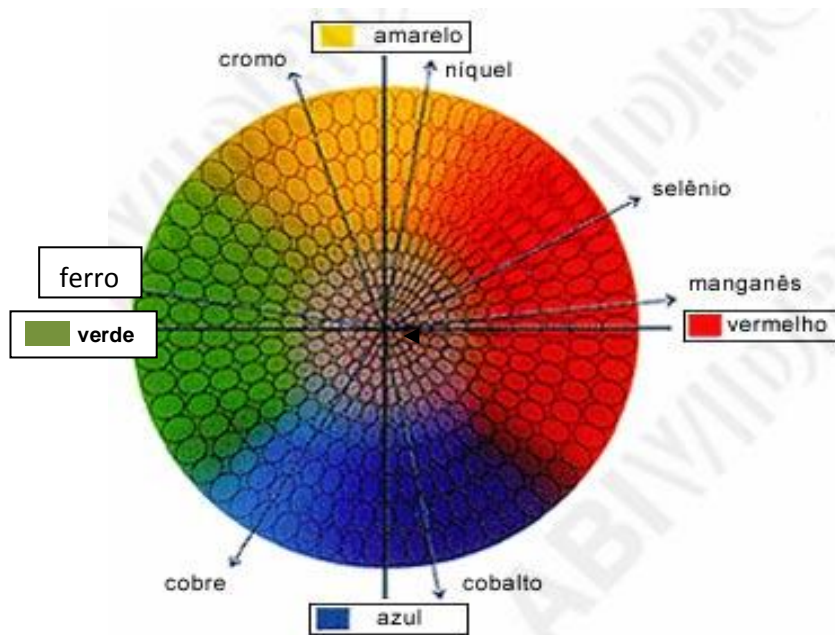
### 2.2.1 Principais características

As principais características são: reciclabilidade, transparência, dureza, isolante dielétrico, baixa condutividade térmica, abundância de recursos da natureza e durabilidade. O vidro é o único material 100% reciclável (FAZ FÁCIL, 10 de mar, 2011).

### 2.2.2 Coloração

Características interessantes do vidro é a cor, pode ser incolor até em infinitas cores, que variam de uma leve tonalidade a total opacidade, acontece muitas vezes por questões de marketing, pois a cor é muito importante, gerando grande influência na escolha do produto (Martins, 2004).

Através de óxidos metálicos misturados aos ingredientes básicos determinavam-se as cores, a figura 4, sugerida pela ABVIDRO padronizava a cor durante o processo de fabricação, ou seja, durante mês e anos os vidros têm um mesmo padrão de cor. A cor azul pálido é obtida com cobre ( $\text{CuO}$ ), azul escuro pode ser obtido com o cobalto ( $\text{CoO}$ ), verde era devido ao ferro do óxido ferroso ( $\text{FeO}$ ) enquanto o ferro do óxido férrico ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) é responsável pela cor âmbar, já o manganês do dióxido de manganês ( $\text{MnO}_2$ ) dá uma cor púrpura e o vermelho é obtido com uma suspensão de óxido cuproso ( $\text{Cu}_2\text{O}$ ) e os óxidos de antimônio ( $\text{Sb}_4\text{O}_6$ ) e estanho ( $\text{SnO}_2$ ) responsáveis pelas cores amarelo e branco opacos (IQSC, 01 de abr, 2011).



**Figura 4 - Efeito de diversos corantes (ABIVIDRO, 16 de mar, 2011).**

### 2.2.3 Composição do vidro

Durante muitas formulações do vidro, nos últimos 30 anos, lembra-se que a cal, a sílica e a soda constituem cerca de 90% do vidro, em todo o mundo, da mesma forma que há 2000 anos atrás (SHREVE).

O vidro é composto pelos seguintes elementos: sílica, soda, cálcio, magnésio, alumina, cloreto de sódio, nitrato de sódio, óxidos e sucatas de vidros, como ilustra o gráfico 1.

A sílica ( $\text{SiO}_2$ ) é o vitrificante, a soda ( $\text{Na}_2\text{O}$ ) baixa o ponto de fusão da sílica., o cálcio ( $\text{CaO}$ ) estabilidade do vidro, magnésio ( $\text{MgO}$ ) enriquece sua resistência mecânica, a alumina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) reforça suas resistências, o cloreto de sódio, nitrato de sódio, óxido de selênio são afinantes. Os óxidos são utilizados como corantes de vidro. A sucata de vidros é utilizada na faixa de 20% a 40% para fusão (FAZ FACIL,16 mai, 2011).





Figura 5 – Composição do vidro (ABIVIDRO, 10 de mai, 2011).

### 2.3 CURIOSIDADES SOBRE A COMPOSIÇÃO DO VIDRO

Os vidros mais comuns é aqueles usados nas embalagens, é popular e são denominados "sodocálcicos", têm uma composição química muito parecida com a da crosta terrestre, tabela 1.

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

Tabela 1 – Componentes do vidro e da crosta terrestre (ABIVIDRO, 16 de mar, 2011).

## 2.4 TIPOS DE VIDRO

Infinitas formulações e funções de aplicação em produção e disponibilidade de matérias-primas, comercialmente os vidros em numerosas classes incluindo entre elas; sílica vítrea, silicatos alcalinos, vidros sodo-cálcicos, vidros ao chumbo, vidros borossilicatos e vidros alumino-borossilicato.

### 2.4.1 Sílica vítrea

Aquecendo-se areia de sílica ou cristais de quartzo com temperatura de fusão da sílica 1.725°C, produzindo em altas temperaturas pela pirólise do tetracloreto de silício, com um grau de expansão térmico baixo, ideal para janelas de veículos espaciais, espelhos astronômicos, e outras com baixa expansão térmica, mas com resistência a choques térmicos ou estabilidade dimensional e também utilizada para produção de fibras óticas. O vidro resultante é tão viscoso que qualquer bolha de gás formada durante o processo de fusão não se liberta por si só (AKERMAN, 12 de mar, 2011).

### 2.4.2 Silicatos alcalinos

Com a proposta de reduzir a viscosidade do vidro fundido de sílica, é necessário adicionar um fluxo ou modificador de rede, os óxidos alcalinos são excelentes fluxos, eles “amolecem” a estrutura do vidro pela geração de oxigênio. São normalmente incorporados nas composições dos vidros como carbonatos acima de 550°C os carbonatos reagem com a sílica formando um líquido silicoso e se a proporção de carbonato alcalino e sílica forem adequadas, formará um vidro com o resfriamento abaixo do ponto de fusão da sílica. A adição desses alcalinos diminuem a resistência química do vidro. Com altas concentrações de álcalis, o vidro será solúvel em água, formando a base

da indústria de silicatos solúveis utilizados em adesivos, produtos de limpeza e películas protetoras (MEDEIROS, 31 de ago, 2011).

### **2.4.3 Vidros Sodo-Cálcicos**

São obtidos a partir da adição de sódio e cálcio a sílica, esses ingredientes proporcionam maior resistência ao produto final, hoje em dia é o vidro mais comum como garrafas, frascos, potes, janelas, bulbos e tubos de lâmpadas (SOUZA, 12 de set, 2011).

### **2.4.4 Vidros ao Chumbo ou Cristal**

Vidros alcalinos ao chumbo agem como um modificador de rede ou formador de rede, com uma linha de trabalho alta, altera a viscosidade com diminuição de temperatura, por isso usam a séculos produzindo de artigos finos como peças de arte. O chumbo dá ao vidro mais refração, incrementando seu brilho (AKERMAN, 12 de mar, 2011).

Também eram usados vidro ao chumbo na nobreza fazendo copos e taças finas conhecido como cristal, termo ambíguo, pois, sabemos que não sendo cristalino não pode ser o verdadeiro cristal de chumbo o vidro precisa conter no mínimo 19% de óxido de chumbo. Vidros com 30% ou mais de Chumbo é chamados de Cristais Totais. Porém hoje em dia o padrão moderno de qualidade para o Cristal de Chumbo tem sido de 24% (QUALIS, 02 de jun, 2011).

Sendo um grande absorvido de raio X é usado na fabricação de funil de televisão(tubo) a cores é um exemplo na comercialização destes vidros utilizam também em óticas, devido aos seus altos índices de refração (Viegas,2006).

#### **2.4.5 Vidros borossilicatos**

Cerca de 13 a 28% de  $B_2O_3$  e 80 a 87% de sílica; o coeficiente de expansão é baixa, a resistência ao choque é alta, com resistência e estabilidade química elétrica grande (SHREVE ).

Podendo ser levados ao forno devido à alta resistência ao choque térmico por isso é usado em produtos de mesa como Pyrex e do Marinex. Porque tem os menores índices de óxidos modificadores, é também muito resistente ao ataque químico utilizados em equipamentos de laboratório (Viegas, 2006).

#### **2.4.6 Vidros alumínio-borossilicato**

Compreendem o alumínio em porcentagem dez vezes mais do que nos vidros sodo-cálcicos, quando adicionado alumina (óxido de alumínio) na formulação de vidro silicato alcalino, é mais viscoso em altas temperaturas. O óxido de boro está presente com resultado de muita estabilidade química, utiliza-se em tubos de combustão, fibras de reforço, vidros com alta resistência química e vitro-cerâmicos, como consequência, vidros alumino-silicatos comerciais podem ser aquecidos a temperaturas superiores sem deformação, comparado a vidros sodo-cálcicos ou a maioria dos borossilicatos (AKERMAN, 2011).

### **2.5 Vidros Modernos**

Até o século XX, os vidros eram todos feitos artesanalmente, consistindo na técnica do sopro e de prensagem, sendo assim produzidos peça por peça. Mas ao passar dos anos essa produção foi se aprimorando e adquirindo novas técnicas, no início do século XX, foram introduzidos a produção, fornos contínuos a recuperação de calor e equipamentos com máquinas automáticas para gerar uma maior produção (CEBRACE, 3 out 2011).

## 2.6 Vidro Líquido

É uma resina epóxi de alta transparência, brilho, aderência e resistência, que apresenta ótimos acabamentos para materiais e peças decorativas, que simula uma cobertura de vidro, este pode ser aplicado sobre madeira, cerâmica, gesso, cartão, metais, papel e uma infinidade de outras superfícies (Gato Preto, 3 out de 2011).

O vidro líquido é conhecido comercialmente como; verniz vidro cristal, este nome pode variar dependendo da marca e do fabricante, gato preto, acrílex e corfix são marcas do produto.

Silicato de sódio também conhecido com vidro líquido e água de vidro, encontrado em solução aquosa e na forma sólida, é um composto de fórmula  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ , utilizado em cimentos, proteção passiva ao fogo, refratário e na produção de têxteis e madeira (WIKIPÉDIA).

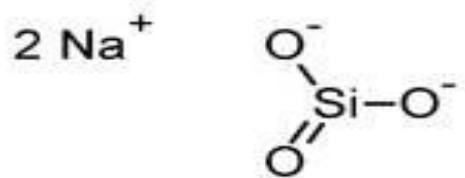


Figura 6 – Estrutura do silicato de sódio (WIKIPÉDIA).

## 2.7 Vidro de segurança

São produzidos a partir do vidro float, com o objetivo de diminuir os acidentes causados pela quebra, estes são definidos como sendo aqueles que quando quebrados, produzem pequenos pedaços, causando um menor risco de causar acidentes (Martins, 2004).

## 2.8 Vidros especiais

Com o avanço da tecnologia estes vidros são criados com micro camadas de diversos materiais diferentes, camadas essas de dimensões microscópicas onde surgiram inúmeros tipos de vidros especiais; como os vidros de controle solar, auto-limpante, baixa reflexão e baixo-emissivo (CEBRACE, 3 out 2011).

**2.8.1 Vidro de controle solar:** também conhecido como vidro refletivo, eles tem a função de reduzir a entrada de calor para o interior do ambiente, além de reduzir a entrada da luz para o interior das edificações.

**2.8.2 Vidro auto- limpante:** é produzido a partir de um vidro float, que recebe uma camada ainda no seu processo de fabricação, esta camada aproveita a força dos raios ultravioleta e da água da chuva para combater a sujeira e os resíduos que acumulam no exterior, onde mantém a superfície do vidro limpa. Este vidro é visualmente idêntico aos vidros normais, são aplicados sempre na parte externa de edifícios, fachadas, coberturas, janelas e outras áreas altamente poluídas.

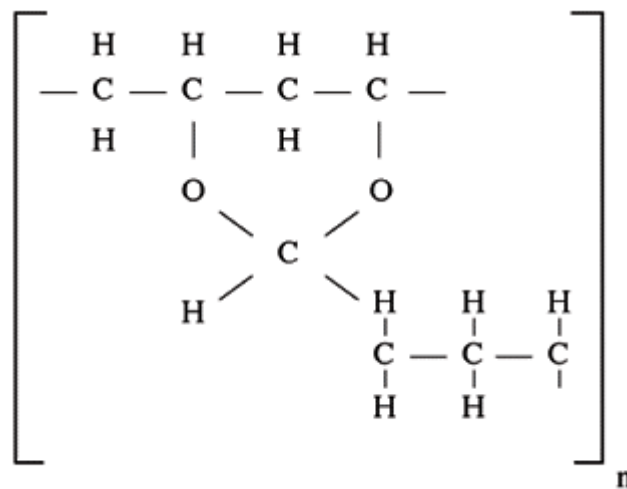
**2.8.3 Vidro com baixa reflexão:** é um vidro float extra, tem uma baixa concentração de ferro em sua composição e por isso são extremamente claros e não esverdeados, onde recebe uma camada capaz de reduzir a reflexão em 5 vezes, comparado ao vidro float incolor.

**2.8.4 Vidro baixo-emissivo:** é produzido por um processo onde não permite a troca de calor entre o ambiente interno e externo, possui aparência do vidro float incolor, reduzindo a entrada de calor ou frio, muito usado na construção civil em fachadas e coberturas.

## 2.9 Vidros Blindados

São compostos por lâminas de cristal transparente, interligadas entre si através de um material plástico extremamente resistente e flexível, como é o caso do

PVB- polivinilbutiral que sobre pressão e calor são aplicados em um forno por uma autoclave.



**Figura 7- Estrutura molecular do poli (vinil butiral) (BRITO, 2007).**

Esse vidro blindado é feito na forma de sanduíche, onde o vidro faz o papel do pão e o recheio é formado de plástico ou resina sintética. Sua espessura varia de acordo com o calibre das balas que ele deverá suportar. A resina e o plástico por sua vez servem tanto para colar um vidro no outro quanto para amolecer o impacto da bala e impedir que o vidro quebre em pedacinhos (Oliveira, 2011).

## 2.10 Telas Touch Screen

É uma tela sensível ao toque, onde podemos ver o que aparece no monitor do computador ou na tela de algum aparelho, podemos tocá-la e ela responderá como se estivéssemos tocando nos objetos mostrados no aparelho, esta é uma nova tecnologia onde os sensores ficam aparentemente na tela (Assis, 2009).

Atualmente já estão disponíveis no mercado quatro tipos diferentes de tela touch screen: telas resistivas, telas capacitivas, telas de ondas acústicas superficial e a tela que utiliza microcâmaras no lugar de sensores.

**2.10.1 Telas resistivas:** Funciona através de pressão na tela, este sistema consiste na pressão de duas placas bem finas onde estão separadas por um afastador, onde uma é feita de um metal e a outra de vidro, entre elas passa uma corrente elétrica leve, quando elas se encontram a uma mudança de campo elétrico, que são assim reconhecidas e enviadas ao computador.

**2.10.2 Telas Capacitivas:** usadas nos iphones e itouchs, funciona a partir de uma camada carregada de eletricidade, conhecida como camada capacitiva, onde ao tocarmos na tela parte desses elétrons é transmitida para o dedo como se fosse um pequeno choque, tão leve a ponto de nem se perceber, onde o computador entende essa pequena descarga naquele ponto e calcula as coordenadas pelo comando.

**2.10.3 Telas de ondas acústicas:** talvez a melhor tecnologia até agora, porém diferentes das outras, esta por sua vez proporciona dois transdutores de cada lado da tela, um receptor e um transmissor, o transdutor transmissor emite uma pequena onda que então é percebida pelo receptor transdutor. Quando algo encosta-se à tela, os receptores percebem uma interrupção no envio das informações e informa automaticamente a coordenada do toque, traduzindo isso como um comando na tela.

**2.10.4 Sistema de microcâmaras:** Basicamente, ele é uma tela grande com cinco câmeras espalhadas por suas bordas que percebem o toque na tela ou quando algo é depositado sobre ela, é uma tecnologia que esta em fase de teste.

A tela touch screen é composta por diversos elementos além do vidro que a recobre, elementos eletrônicos transparentes que são aplicados à face interna do vidro para permitir o reconhecimento dos toques, e uma terceira camada é composta pelos elementos óticos que geram os pixels visíveis (Assis, 2009).



## 2.11 Lentes fotocromáticas

São lentes que escurecem quando expostas ao sol, o que são chamados de fotocromáticos, onde depende de uma reação química exposta à radiação UV, estas lentes tem milhares de moléculas de cloreto de prata ou haletos de prata embutidas nelas, quando expostas a luz solar elas sofre um processo químico no qual muda sua forma, onde a estrutura molecular absorve parte da luz visível, fazendo com que as lentes escureçam, quando a não está exposta a luz acontece o processo inverso (Tyson).

Estas lentes são disponíveis em cristal ou em resina. Nas lentes de cristal, os microcristais de prata são distribuídos uniformemente, estes ao ser expostos a luz UV, às partículas de prata se juntam para formar colóides de prata, que absorvem luz, dando o efeito de escurecer as lentes. Lentes de cristal são conhecidas como fotocromáticas ou fotocromáticas, esse nome é devido ao material estar distribuído por toda sua espessura, onde pode apresentar diferenças na cor, sendo mais intensas no centro, onde a aera é mais grossa e menos intensa as áreas mais finas, como é o caso das bordas. Lente fotocromáticas tem a capacidade de ativação reduzida ao passar do tempo, sendo então indicadas para ser trocadas a cada dois anos (Chaves).

A lente de resina já é um material fotocromico convertido em corante orgânico, que absorve a luz, resultando na mudança de coloração, como a lente de resina tem a mesma espessura por toda a sua superfície a intensidade de coloração é uniforme. Estudo vem sendo feitos para impregnar o corante fotocromico reversacol em filmes de policarbonato (PC) e sílica-gel (Si), com a finalidade de obter aplicações nessas lentes os filmes de PC puros também foram impregnados nas mesmas condições, para verificar o efeito da adição de sílica-gel (Lima).

Uma pesquisa foi realizada com alunos da USP - Universidade de São Paulo, onde alunos entre 21 e 35 anos, teriam que usar óculos com lentes normais, as incolores e após uns dias trocaram elas pelas lentes fotocromáticas, no final da pesquisa dados apontaram que eles preferiam as lentes fotocromáticas, pois puderam realizar suas atividades normalmente, especialistas relatam que estas

lentes podem ajudar e muito as pessoas que realmente precisam usar óculos, podendo gerar maior conforto, estas lentes são também conhecidas como dois em um, por funcionarem como lentes de grau e proteção solar, mas por ter estes aspectos o preço também é maior, sendo até quatro vezes mais caro que lentes comuns (Paulo).

### **3. A INDÚSTRIA E A PRODUÇÃO DO VIDRO**

Os fabricantes de vidro procuram reunir materiais básicos baratos com pequenas quantidades de componentes, para que o produto ficasse extremamente refinado.

As etapas de produção incluem; transporte das matérias primas, pesagem, mistura das matérias primas e a introdução da massa no forno, os procedimentos da fabricação incluem quatro etapas: fusão, moldagem, recozimento e acabamento, ao ser adicionado ao forno o vidro é fundido e passa para a moldagem, em seguida uma máquina molda o objeto muito rápido cerca de segundos, todo o processo é feito em tempo muito curto, porque o vidro transforma-se rapidamente de líquido viscoso para sólido (CRQ, 15 set de 2011).

O vidro plano é fabricado em 1 ou 2 estágios, na indústria primária, o produto básico plano ou produto principal é feito de forma secundária na qual o produto primário é apurado e adicionado a outro. Quando usa técnicas secundária evita correções de custo alto à indústria primária.

#### **3.1 INDÚSTRIA PRIMÁRIA**

A indústria primária resume-se em geral, a três operações básicas: fusão, modelagem e resfriamento (têmpera).

##### **3.1.1 Fusão**

Na forma dos moldados com temperatura de 1.600 a 1800°C tornam-se em fluidos e consiste em aquecer os constituintes, isso se dá a fusão (LESKO, 2004).

### **3.1.2 Modelagem**

No processo de esfriamento e endurecimento origina do material para endurecer, passando do estado líquido a uma consistência semelhante à do melado enquanto sua temperatura cai de 1.600°C a 800°C (BAUER, 1994).

### **3.1.3 Resfriamento (têmpera)**

O aquecimento e resfriamento gradual na indústria do vidro refere-se à 600°C a 100°C, sobre muito controle a indústria tem como termo praticado em um lehr, ficando com todas as propriedades essenciais ao vidro, por exemplo, sua propriedade de ser cortado reto (MONTEIRO, 2001).

### **3.1.4 Histórico da indústria primária.**

Os fabricantes de vidro vêm ao longo dos anos aperfeiçoando os métodos de moldagem, e solucionando os problemas na produção. Antigamente usavam fusão, sopramento e fiação. Os Romanos fizeram chapas fundidas de até 1m<sup>2</sup>, mas a indústria de janelas de vidro usando cilindros soprados se desenvolveu na Europa Setentrional em torno de 1000 d.C. tentando melhorar as necessidades climáticas e de estilo. A técnica envolvia o sopramento de um grande cilindro que era cortado aberto e então achatado, esta técnica obteve um grande avanço durante a Idade Média, foi o aperfeiçoamento da técnica de fazer vidro como um disco rotativo. Os dois métodos: cilindro e disco resultaram em vidro fino, fraco e irregular, tornando-o inadequado para aplicações que exigissem uma superfície e resistência como os espelhos de veículos (USP).

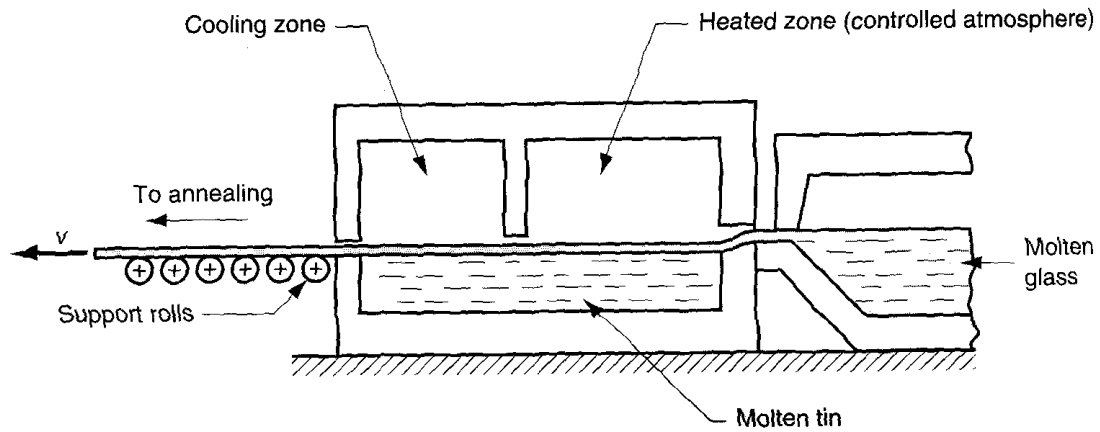
Até a década de 50, todo vidro plano de janela era feito segundo uma das duas técnicas. A prensagem com cilindros era usada para fabricar vidro moldado,

vidros de tamanhos grandes, ou o produto básico para chapas planas polidas, que exigissem um alto grau de perfeição, onde tinham que ser completamente plana como para espelhos; esse vidro era espesso e caro quando se exigia que tivesse boas qualidades de superfície, existia então outra técnica que tinha outro acabamento e os vidros não eram tão planos, e eram bem restritos no tamanho, mas era o que na época satisfazia a necessidade de vidros mais baratos.

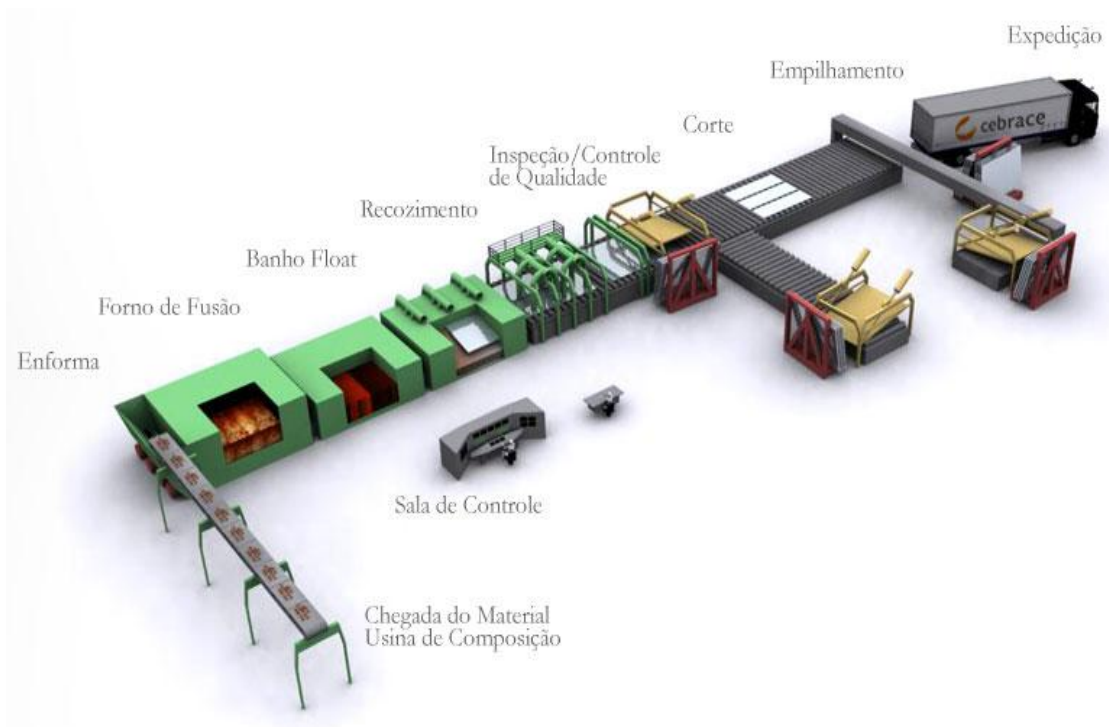
Com isso acabou gerando preocupação para indústria de procurar um método de produção contínuo que pudesse fabricar vidro em espessuras diferentes, mas que apresentasse boas qualidades de superfície (USP).

### 3.2 O PROCESSO DE FLUTUAÇÃO (VIDRO FLOAT)

No processo de flutuação a matéria-prima quase liquefeita é derramada sobre um tanque de estanho líquido, onde o vidro irá flutuar, buscando assumir a forma de uma lâmina lisa e contínua, enquanto o produto já acabado passa pela esteira lentamente ao longo do percurso por centenas de metros, a massa vai se esfriando naturalmente. Alimentada, na seqüência, para o forno de recozimento, sofre um tratamento térmico padrão onde chamamos de recozimento da massa, após a superfície é inspecionada para controle de qualidade, por computadores, e finalmente cortada em chapas. A espessura final dessas chapas de vidro é definida pela velocidade com que a lâmina se move no trajeto. O processo "float" produz um vidro sem ondulações de superfície, eliminando assim a deficiência visual inerente ao processo anterior, denominado "por estiramento", pois a massa de vidro é literalmente arrastada sobre roletes. No Brasil 98% do vidro é feito desta forma, denominando-se vidro cristal (ALUSISTEM, 20 set de 2011).



**Figura 8- Processo de flutuação do vidro float. (Departamento de engenharia mecânica, 20 set de 2011).**



**Figura 9- Etapas do processos de produção (Cebrace)**

### 3.3 FABRICAÇÃO SECUNDÁRIA

As técnicas de fabricação usadas pela indústria secundária variam do simples e comparativamente tradicional aos mais sofisticados, vem crescendo cada vez mais a demanda de produtos com melhor desempenho, pois as necessidades de resistência e segurança obrigam a indústria a desenvolver novos materiais feitos para padrões mais exigentes, e hoje em dia podemos perceber que mais vidro é usado para manufatura secundária do que para simples vidraças na sua forma primária (BAUER, 1994).

#### 3.3.1 Endurecimento pelo calor da têmpera

Em 1870 foi dominada uma técnica que envolvia aquecer o vidro e esfriá-lo em óleo. Por volta de 1928, os franceses desenvolveram o *SECURIT*; o método de produção consistia na suspensão do vidro em uma fornalha elétrica, seguida de rápido resfriamento realizado soprando ar frio em ambos os lados. Esse método ainda é usado mas tem a desvantagem de deixar marcas das tenazes gravadas na superfície do vidro, por onde ficou preso suspenso verticalmente durante o processo. Durante os 10 últimos anos, o processo vertical foi substituído pelo horizontal onde as demandas do mercado justificassem o alto investimento de capital necessário, onde é produzido um vidro de melhor qualidade, livre das marcas das tenazes sendo ainda plano suficiente para polimento duplo ou laminação. O processo horizontal resume-se em: criar a resistência no vidro, por qualquer que seja o processo (BAUER, 1994).

### 3.3.2 Arqueamento ou Curvatura

O arqueamento é uma das técnicas secundárias mais antigas, este repousa no aquecimento controlado do vidro até o ponto em que se torna maleável e relaxa para ser colocado num molde, seguido de resfriamento e endurecimento. Três métodos são usados: moldagem (ou arqueamento), arqueamento preso e tenazes e arqueamento na fornalha com esteira rolante (USP).

No arqueamento com ajuda de tenazes, o vidro é mergulhado na fornalha e aquecido, depois é levantado e comprimido na forma antes de ser resfriado. O método da esteira rolante molda o vidro enquanto ele está sendo levado lentamente, dessa forma produzindo os maiores tamanhos possíveis, a facilidade do arqueamento depende da espessura do vidro. O método de moldagem pode ser usado para fazer vidro laminado PVB, permitindo que duas chapas finas caíssem juntas no molde, uma em cima da outra como é usado para pára-brisas de automóveis (USP).

### 3.3.3 Laminação

O principal vidro de segurança depois do temperado é o laminado, que pode também ter uma variedade de outras aplicações. O princípio da laminação é a aglutinação de duas ou mais chapas de vidro com uma camada intercalada. Estes vidros são compostos pelo sanduiche de vidro, PVB e vidro novamente, seu preparo é feito a partir da coloração do filme de poli (vinil butiral) PVB entre duas ou mais chapas de vidro sodo-cal (Vargas).

Na laminação com resina, folhas de vidro são unidas com um espaço entre elas, formado por uma fita adesiva de dupla-face colocada em seu perímetro. Uma quantidade calculada de resina líquida, correspondente ao volume dado de ar, é derramada na cavidade. Quando todo o ar tiver sido deslocado a borda aberta é selada e o produto laminado guardado horizontalmente, enquanto a resina cura para formar a camada intercalada rígida. Esse processo tem a



vantagem de permitir que uma cavidade de dimensões flutuantes (tal como é produzida com vidro moldado ou feito a mão) seja preenchida (USP)

Atualmente esse vidros são encontrados, não somente na industria automobilística para confecção de pára-brisas, mas também são encontrados na construção civil, em portas e divisórias de vidro (Vargas).

### **3.3.4 Gravação**

É um método onde o vidro é sujeito ao ataque de alguns ácidos, como ácido hidrofúorídrico, o resultado, às vezes chamado foscamento, é uma superfície opaca no lado submetido à corrosão pelo ácido, produzindo (quando cuidadosamente controlado), uma superfície regular translúcida, opaca. Vapores ou banhos do ácido podem ser usados dependendo do que se pretende uma gravação profunda ou somente uma superfície levemente fosca (MONTEIRO, 2001).

Um termo comum usado para descrever o processo simples é gravação com "ácido branco". O uso de ácido hidrofúorídrico por si só, dissolve a superfície do vidro, mas pode deixá-la relativamente clara. Uma combinação de ácido hidrofúorídrico e um alcalino como bifúorido de sódio, produz um acabamento áspero, fosco, branco, leitoso. Um tratamento posterior com ácido hidrofúorídrico diluído clareia a superfície fosca para produzir um acabamento de "ácido matizado" que é mais translúcido e fácil de limpar. Tratamentos posteriores produzem o que é conhecido como acabamento "acetinado", a mais delicada forma de acabamento por gravação. A gravação pode ser usada para criar desenhos gráficos no vidro. Cera é aplicada para criar "resistência" na superfície do vidro, e o desenho desejado é cortado na cera para revelar o vidro embaixo. O ácido não ataca a cera e a gravação só tem lugar onde o vidro fica exposto. O uso de "resistências" em vários estágios de gravação múltipla é usado para criar desenhos no vidro (MONTEIRO, 2001).

### **3.3.5 Uso do Jato de Areia**

Segundo BAUER (1994), o jato de areia é o outro meio convencional de gravar a superfície do vidro, o processo envolvia uma corrente de areia impelida por vapor, ar ou água para aguçar, perfurar, moer, recortar e pulverizar ou gravar pedra, metal, vidro, madeira e outras superfícies duras e sólidas.

Desde 1870, a técnica floresceu em muitas indústrias, e a areia tem sido substituída por uma variedade de outros materiais cortantes, como grãos de coríndon. É possível cobrir certas partes da superfície do vidro para mantê-las intocadas e a técnica é usada por artesãos do vidro.

### **3.3.6 Esmaltagem Cerâmica**

A esmaltagem é a fusão de uma "tinta" cerâmica na superfície do vidro à temperatura de solidificação de cerca de 620 a 650°C, na qual o menor amolecimento do vidro cria uma aderência fundida e uma superfície de esmalte muito resistente, efetivamente tão dura quanto o próprio vidro.

A adesão e a resistência são tão boas que o vidro pode ser polido/revestido na superfície externamente, mas isto, em geral não é aconselhado, uma vez que o chumbo na tinta pode se transformar em sulfeto de chumbo se exposto ao tempo, o que escurece as cores, esta esmaltagem oferece toda uma nova série de produtos para um arquiteto interessado em explorar o vidro, obtendo vários graus de transparência e translucidez na mesma peça (MONTEIRO, 2001).

### **3.3.7 Vidraças de folhas múltiplas**

As vidraças de folhas múltiplas tornaram-se uma enorme indústria nos países desenvolvidos, transformando-se mais e mais em padrão em todos os tipos de construção. Os benefícios da dupla ou múltipla vidraça foram conhecidos

durante séculos, mas sua implementação bem sucedida requer que as folhas duplas possam ser abertas para limpeza ou que sejam seladas hermeticamente. (SANTOS, 2011).

### **3.3.8 Revestimentos**

O desenvolvimento de técnicas de revestimento com película fina revolucionou a vidraria e provavelmente continuará a fazê-lo. O vidro em si é um material maravilhosamente variado, e a destreza dos fabricantes de vidro explorou por longo tempo as variedades de cor e desempenho resultantes da alteração química e técnicas de moldagem existentes.

Segundo SANTOS (2011), com a emergência de tecnologia micrométrica na qual os materiais podem ser depositados em espessuras medidas em milionésimos de milímetros, materiais habitualmente opacos podem ser transformados em transparentes.

### **3.3.9 Revestimento on-line (durante a fabricação)**

Esse método oferece uma série extremamente útil de produtos na qual, o material usado pode ser lançado sobre a superfície do vidro enquanto ele está sob temperaturas muito altas, alcançadas durante a flutuação e a têmpera. O revestimento é intrinsecamente resistente, e o vidro pode freqüentemente ser colocado com a superfície revestida para dentro ou para fora do edifício

A desvantagem da técnica é que, em geral, só é possível aplicar uma ou duas camadas. O material pode ser aplicado sobre o vidro enquanto ainda está no banho de flutuação ou no lehr de resfriamento (têmpera), ou mesmo, no intervalo entre os dois, o chamado intervalo lehr. No processo de modificação de um banho de flutuação típico, íons de metal (partículas carregadas eletricamente) são atraídos para dentro do vidro por uma força eletromotiva, enquanto ele ainda está em estado fundido (USP).

### **3.3.10 Sedimentação por solução**

Um exemplo característico de sedimentação da película de metal é o revestimento convencional de um espelho prateado com películas.

### **3.3.11 Prateação**

A fabricação de espelhos é uma das mais antigas técnicas na indústria do vidro. A necessidade humana de espelhos teve um importante impacto sobre a indústria do vidro em geral. Os fabricantes de espelhos de Veneza formaram sua corporação em 1569, onde a técnica de achatamento e polimento de um vidro cilíndrico soprado, seguido da aplicação da camada refletora de amálgama de mercúrio e estanho uma técnica desenvolvida em Veneza 250 anos antes (USP).

Até a metade do século XIX, espelhos eram fabricados pelo vidro em flutuação em contato com a lâmina de estanho revestida. Até que em 1840 a prateação foi descoberta, o que envolvia sedimentação química. Caracteristicamente, nitrato de prata e uma solução redutora eram derramados sobre vidro de alta qualidade perfeitamente limpo. A prata metálica sedimentava-se em contato com o vidro em questão de minutos. Com a emergência da tecnologia da película fina, os espelhos podem ser agora fabricados de várias formas, mas muitos acreditam que a melhor forma para obter espelhos perfeitos ainda é a sedimentação química de prata, usando a técnica de pulverização (*spray*) (USP).

### **3.3.12 Bombardeio de partículas**

Trata-se de uma tecnologia surpreendentemente antiga que utiliza íons positivamente carregados, a elétrons negativamente carregados. O princípio do

bombardeio de partículas é notável: um alvo é bombardeado por íons que deslocam fisicamente seus átomos, fazendo com que deixem a superfície e atinja o substrato aderindo a ele, assim, uma película se forma devagar. A lentidão de sua construção foi um motivo para que a técnica fosse muito aplicada até os anos 60. O bombardeio, ao contrário das técnicas com raios de elétrons, pode operar não só sobre elementos puros, mas sobre ligas e compostos. Pode ser também efetuada em ambientes com gás de alto vácuo usando oxigênio ou nitrogênio para criar óxidos e nitratos com novos desempenhos (USP).

### 3.4 SETORES DA INDÚSTRIA

A indústria do vidro de hoje é a união entre história e tecnologia, relacionada com uma série de sucessivas técnicas de fabricação, a indústria se caracteriza por setores: indústria primária, dirigida para a fabricação do produto temperado inicial ou de algum outro resultado da fusão; processamento secundário, relacionado ao que a indústria chama de valor agregado (CEMPRE).

A estrutura da indústria é bem complicada embora, seja algumas vezes capaz de atender às necessidades individuais, suas forças e capacidades ficam dispersas. A compreensão da indústria e de sua estrutura é importante para designers que desejam tirar o máximo dela (ABIVIDRO).

A figura abaixo esta relacionada com a produção de vasilhames de vidro, mostrando que toda a produção acaba gerando um ciclo, pois as garrafas produzidas vão para o mercado, a população leva pra casa, após serem consumidas , são levadas para usina, e logo serão encaminhadas para fábrica, para novamente entrar no processo de produção de novas garrafas (ABIVIDRO).



Figura 10 - Produção de Vasilhames de vidro (ABIVIDRO, 16 de mar, 2011).

## 4. RECICLAGEM DE VIDRO

Reciclagem é o processo de transformação de um material, cuja primeira utilidade terminou, em outro produto, reciclagem gera economia de matérias-primas, água e energia, é menos poluente e aliviam os aterros sanitários, cuja vida útil é aumentada, poupando espaços preciosos da cidade que poderiam ser usados para outros fins como parques, casas, hospitais, entre outros (COELHO 2011).

### 4.1 O CICLO DA RECICLAGEM

Nos sistemas de reciclagem mais completos, o vidro bruto é estocado em tambores é submetido a um eletroímã para separação dos metais contaminantes, este 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, após 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 (CEMPRE, 24 de mai, 2011).

O vidro é armazenado em silo ou tambores para abastecimento da vidraria, que usa o material na composição de novas embalagens.

### 4.2 BENEFÍCIOS

Com a preservação do meio ambiente as embalagens de vidro podem ser totalmente reaproveitadas, consumindo menor quantidade de energia,

deixando de emitir resíduos de CO<sub>2</sub>, o que também contribui para a preservação do meio ambiente. Outro aspecto bastante importante é o menor descarte de lixo, reduzindo os custos de coleta urbana, e aumentando a vida útil dos aterros sanitários. O vidro por ser 100% reciclável, pode ser reciclado inúmeras vezes, ao agregarmos o caco na fusão, diminuimos a retirada de matéria-prima da natureza, pois 10% de "cacos" aumenta 4% ganho energético por 1 tonelada de "cacos" de vidro utilizado o que aumenta a economia de 1,2 toneladas de matérias-primas, reduzindo em 5% a emissão de CO<sub>2</sub>, isso ajuda muito o Protocolo de Kyoto (ABIVIDRO, 18 de mai, 2011).

#### 4.3 VIABILIDADE DA RECICLAGEM DO VIDRO

Na questão econômica a reciclagem do vidro, é uma atividade aproveitável, no Brasil o reaproveitamento ainda é visto como uma atividade menos favorecida, depende muito de uma mentalidade empresarial. Podemos utilizar o vidro, pois é o único que possui três importantes qualidades que faz o diferencial em qualquer outro material: 100% reciclável, totalmente retornável e totalmente reutilizável.

100% Reciclável: com as mesmas qualidades, se fosse matéria- primas virgens independente do número de reutilização, sendo a única embalagem amiga da natureza, sendo totalmente retornável: garrafas de refrigerantes, cervejas, podendo ser reaproveitadas várias vezes sem problemas de deformidades, absorção de sabores, mesmos lavadas em temperaturas altas com detergentes adequados e totalmente reutilizável: diferentemente o vidro é reutilizado da maneira que foram produzidos, sendo recipientes utilizados em armazenar algo, ou como decoração (ABIVIDRO, 18 de mai, 2011).



## 4.4 O MERCADO PARA RECICLAGEM

Ao ano constam que o Brasil produz em média 980 mil toneladas de embalagens, com 45% de matéria-prima originadas de cacos, partes sendo geradas como restos das fábricas e parte voltou pela coleta seletiva, faturando cerca de 1,5 bilhões de reais em 2009 (FIGUEIREDO, 2005).

Como as vidrarias significam o principal mercado de vidros usados, comprando de sucateiros os cacos recebendo de suas campanhas de reciclagem, voltando a produção de embalagens, a sucata poderá ser usada na composição de asfalto e pavimentação de estradas, construção de sistema de drenagem, fibra de vidro, bijuterias e tintas reflexivas (SILVA FILHO, 2005).

### 4.4.1 Quanto é reciclado

No Brasil são reciclados 47% das embalagens de vidro em 2009, somando 470 mil toneladas/ano, sendo 40% vindo de indústrias de envase, 40% do mercado difuso, 10% de canal frio (bares, restaurantes, hotéis etc.) e 10% refugo da indústria.

Índice de reciclagem: EUA: 40% correspondendo a 2,5 milhões - toneladas, ALEMANHA: 97% correspondendo a 2,6 milhões- toneladas, em 2004, NORUEGA: 89%, ITÁLIA: 61%, FINLÂNDIA: 72% e SUÍÇA: 96% (FIGUEIREDO, 2005).

### 4.4.2 Qual o peso desses resíduos no lixo

O Brasil corresponde em média 3% dos resíduos urbanos, somente as embalagens de vidro correspondem a 1%, já em São Paulo o peso do vidro é de 1,5% no total do lixo urbano, com a coleta seletiva o vidro representa 14% dos materiais selecionados (SILVA FILHO, 2006).

#### **4.4.3 Limitações**

Os pedaços de vidro não podem conter cristais, espelhos, lâmpadas, vidro de automóveis, vidros usados em construção civil, contendo os mesmos; composição química diferente, esses tipos de vidros causam trincas e defeitos nas embalagens.

Para não contaminar na fabricação as indústrias incorporam percentuais de vidro plano, por que os cacos não podem estar misturados com terra, pedras, cerâmicas, louças, gerando micro partículas que enfraquecendo as embalagens, gerando bolhas e alterando a cor, o mesmo problema verificado quando há contaminação por metais, como as tampas de cervejas, refrigerantes, além das bolhas e manchas que danificam o forno (CEMPRE, 5 de mai, 2011).

#### **4.4.4 Rígidas Especificações do Material**

Preferencialmente o vidro é separado por cor, evitando alterações do padrão visual do produto final, agregando valores, já os frascos de remédio devem ser separadamente coletados se forem descontaminados (KANVASFER, 2011).

#### **4.4.5 Importante saber**

Na fabricação de garrafas mais leves que tenham a mesma resistência, a indústria desenvolveu técnicas de redução de peso, apostando na diminuição de insumos, além das formas de reciclagem, existem inúmeras outras, tais como: agregados para leitos de estradas, materiais abrasivos, blocos de pavimentação, cimento a ser aplicado em encanamentos, tanques sépticos de sistemas de tratamento de esgoto, filtros, janelas, clarabóias, telhas etc. Todas estas aplicações utilizam a sucata de vidro moída e/ou em cacos o tamanho do

vidro varia conforme a aplicação adicionada em porcentagens adequadas aos elementos já constituintes (CEMPRE, 2011).

#### 4.5 PROCESSO DA RECICLAGEM DO VIDRO

O reaproveitamento dos cacos para a confecção de novos vidros pressupõe uma certa homogeneidade no tipo de material a ser reciclado. Os vidros de cor âmbar, como os de garrafa de cerveja, são beneficiados num grupo separado dos vidros verdes ou brancos, com mostra a figura 11.



**Figura 11- Processo de separação dos vidros pela cor (Indriunas, 2011).**

Após serem separados os tipos de vidros, o processo de preparação é bem simples, o vidro é passado pela esteira, para ver se não há impurezas, como: pedras, metal entre outros como demonstra a figura 12. O material é jogado para ser quebrado em pedaços, o que a máquina não quebra é quebrado manualmente



**Figura 12- Vidro passando pela esteira para detectar impurezas (Indriunas, 2011).**

A figura 13 abaixo mostra o vidro passando pelo processo de lavagem, após serem quebrados.



**Figura 13- Os vidros passado pelo processo de lavagem (Indriunas, 2011).**

Na figura 14, ele passa por uma lavagem, onde são retiradas impurezas mais leves como etiquetas e restos de bebidas.



**Figura 14 – Processo no qual os catadores retiram as etiquetas do vidro já quebrado (Indriunas, 2011).**

Na figura 15 a seguir, uma nova triagem retira tampas e eventuais plásticos e papéis que, por ventura, ficaram. Na esteira, ele caia no monte que segue para a indústria de vidro.



**Figura 15 – Etapa final, após passar pela esteira é encaminhado direto para fábrica (Indriunas, 2011).**

Na indústria de vidro, o caco é jogado nos fornos com temperaturas de 1.500°C e se mistura às outras substâncias.

Uma interessante fase do processo é o reaproveitamento dos vidros que sobram grudados em tampas ou outro produto. Uma máquina quebra o vidro em minúsculos pedaços que servem para polimento de fornos de usinagem, como mostra a figura 16 abaixo.



**Figura 16 – O reaproveitamento das sobras de vidro que sobraram grudados em tampas ou outro produto (Indriunas, 2011).**

#### 4.6 CUIDADOS NO DESCARTE DO VIDRO

Os cacos devem estar livres de impurezas como: pedras, louça, terra, objetos metálicos, plásticos como tampas e papéis. É importante eliminar qualquer tipo de material como tampas, cápsulas de gargalos e adereços das embalagens antes de promover o descarte. Estes elementos são contaminantes que não só afetarão os novos recipientes como poderão danificar o material refratário dos fornos, reduzindo sua vida útil. A cada lote de cacos recebido pela vidraria, é

realizada uma análise para determinar a porcentagem dos contaminantes (VIDROPAZ, 16 de jul, 2011).

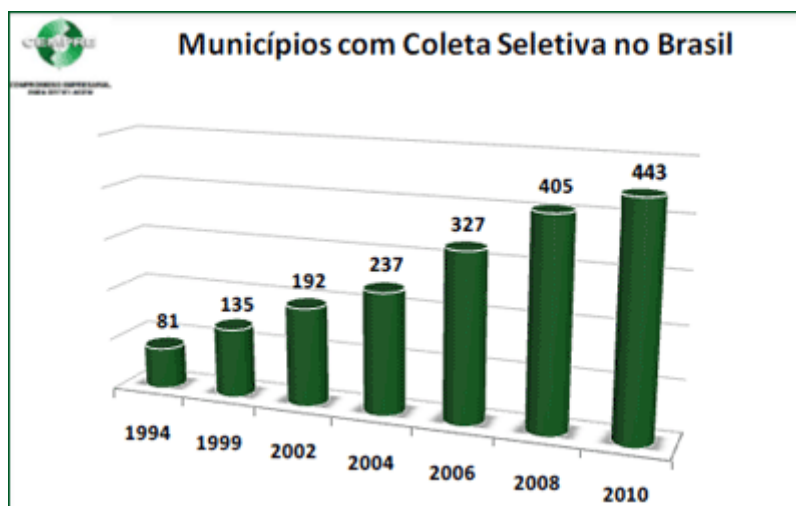
Rótulos não precisam ser eliminados, pois queimam totalmente nas altas temperaturas dos fornos das vidrarias. É importante orientar a população a também lavar as embalagens em casa antes de descartá-las: isso evita a proliferação de insetos e o mau cheiro e melhora a qualidade do caco. A população precisa ser orientada de que nem todo vidro serve para a reciclagem de embalagens, embora possa ser aproveitado para outras finalidades.

Tipos de Impurezas: Pedras, concreto, tijolos, louça, cerâmica e terra, nas altas temperaturas do forno, estes elementos estouram em pequenos fragmentos que dificilmente são fundidos, podendo reaparecer nos produtos finais de forma heterogênea (VIDROPAZ, 16 de jul, 2011).

#### **4.7 COLETA SELETIVA**

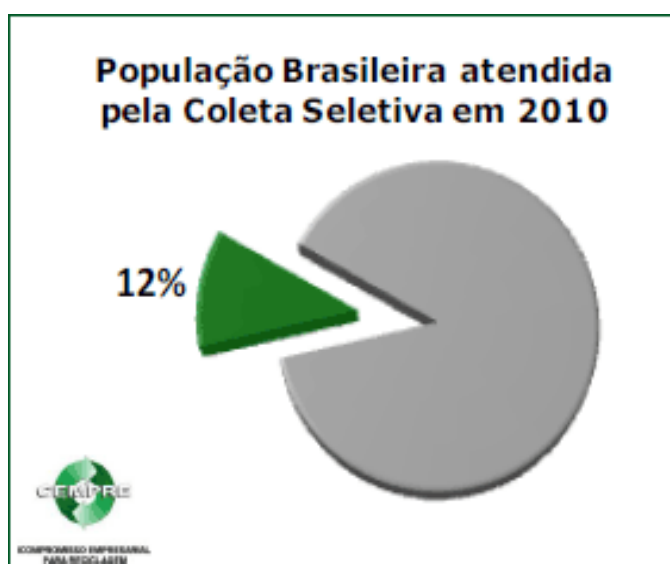
É um sistema de recolhimento de materiais recicláveis: papéis, plásticos, vidros, metais e orgânicos, previamente separados na fonte geradora e que podem ser reutilizados ou reciclados. A coleta seletiva funciona, também, como um processo de educação ambiental na medida em que sensibiliza a comunidade sobre os problemas do desperdício de recursos naturais e da poluição causada pelo lixo (COELHO, 2011).

No gráfico abaixo apresenta os 443 municípios brasileiros que operam programas de coleta seletiva (cerca de 8% do total);



**Figura 17 – Apresenta os municípios com coleta seletiva no Brasil (CEMPRE, 3 de abr, 2011).**

Cerca de 22 milhões de brasileiros têm acesso a programas municipais de coleta seletiva; apesar do número de cidades com esse serviço ter aumentado, na maior parte delas a coleta não cobre mais que 10% da população local (CEMPRE, 3 de abr, 2011).



**Figura 18 – Apresenta a População Brasileira atendida pela Coleta Seletiva em 2010 (CEMPRE, 3 de abr, 2011).**



A coleta seletiva dos resíduos sólidos municipais é feita pela própria Prefeitura em 52% das cidades pesquisadas; Empresas particulares são contratadas para executar a coleta em 26%; Mais da metade (62%) apóia ou mantém cooperativas de catadores como agentes executores da coleta seletiva municipal. Dentre os apoios mais comuns, estão: equipamentos, galpão de triagem, pagamento de gastos com água e energia elétrica, caminhões, capacitações e auxílio na divulgação e educação ambiental. Os municípios podem ter mais de um agente executor da coleta seletiva (CEMPRE, 3 de abr, 2011).

No gráfico a seguir são mostrados os Agentes executores da Coleta Seletiva Municipal, divididas nos seguintes setores: Prefeitura, Empresa Particular e Cooperativa.



**Figura 19 – Apresenta os Agentes executores da Coleta Seletiva Municipal (CEMPRE, 3 de abr, 2011).**

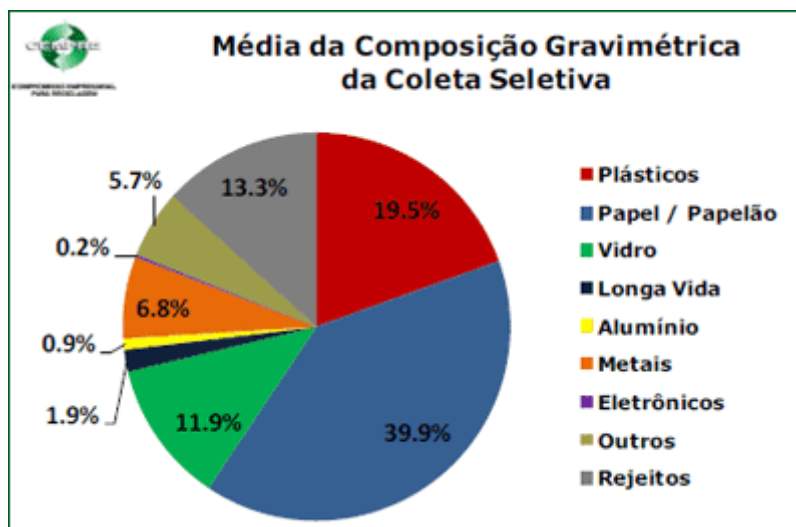
A figura a seguir mostra o processo de coleta seletiva de porta em porta, triagem como é realizada e a separação das cores dos vidros para a reciclagem.



**Figura 20 – Todo o processo de Reciclagem de vidro e sua preparação.**

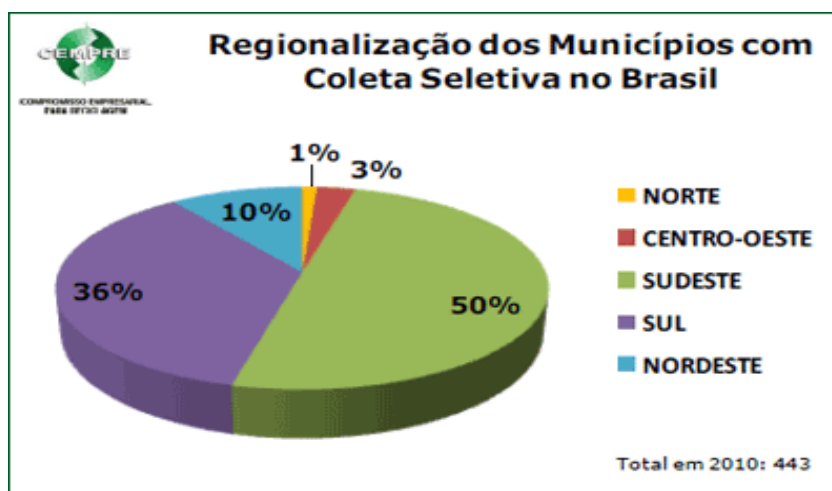
Papel de modo geral continuam sendo os tipos de materiais recicláveis mais coletados por sistemas municipais de coleta seletiva (em peso), seguidos dos plásticos em geral, vidros, metais e embalagens longa vida; A porcentagem de rejeito ainda é grande, o que reforça a idéia de que é preciso tanto melhorar o serviço de coleta como conscientizar a população para separar o lixo corretamente em suas casas (ABIVIDRO).

No gráfico a baixo mostra a medias da composição gravimétrica da coleta seletiva.



**Figura 21 – apresenta Média da Composição Gravimétrica da Coleta Seletiva (CEMPRE, 3 de abr, 2011).**

A concentração dos programas municipais de coleta seletiva permanece nas regiões Sudeste e Sul do País. Do total de municípios brasileiros que realizam esse serviço, 86% está situado nessas regiões. Distribuição dos municípios com Coleta Seletiva por Regiões: Norte (05); Centro-Oeste (13); Nordeste (45); Sul (159); Sudeste (221). É o que mostra o gráfico abaixo.



**Figura 22 – apresenta a Regionalização dos Municípios com Coleta seletiva no Brasil (CEMPRE, 3 de abr, 2011).**

Foram expostos dados detalhados de 20 municípios quanto à composição, quantidade de resíduos coletados, parcela da população atendida e custo da coleta seletiva.

Municípios: Belo Horizonte/MG; Brasília/DF; Campinas/SP; Curitiba/PR; Florianópolis/SC; Goiânia/GO; Itabira/MG; Londrina/PR; Manaus/AM; Porto Alegre/RS; Recife/PE; Ribeirão Preto/SP; Rio Branco/AC; Rio de Janeiro/RJ; Salvador/BA; Santo André/SP; Santos/SP; São Bernardo do Campo/SP; São José dos Campos/SP; São Paulo/SP (CEMPRE, 3 de abr, 2011).

## 5. A RECICLAGEM DO VIDRO NO ENSINO DE QUÍMICA

A reciclagem é um assunto que está sempre em evidência e é de extrema importância para a sociedade, porém o que poucos conhecem é que podem ser desenvolvidos inúmeros conceitos em sala de aula.

Situações relacionadas com a disciplina de química estão presentes no dia-a-dia de todas as pessoas, sendo importante o ensino da reciclagem de materiais. A partir de um bom aprendizado, o aluno pode tornar-se um cidadão com melhores condições de analisar criticamente situações do cotidiano e se interagir de forma mais consciente com o mundo. Alunos do ensino médio nem sempre percebem essa importância, talvez seja por que a química ensinada não faz referência aos materiais do seu cotidiano.

A metodologia usual e tradicional de ensino, dá ênfase em memorizar fórmulas e regras de nomenclatura. Assim o aluno acaba ficando preso a essa metodologia, diminuindo o interesse para o aprendizado. Há a necessidade de temas que envolva o cotidiano dos alunos com assuntos que são de seu interesse, partindo sempre para a realidade. Há muito tempo vem sendo discutido a respeito da reciclagem, em jornais, revistas, tentando assim conscientizar a população, pois reciclando o vidro, podemos poupar grande parte de matéria-prima, sendo estas retiradas do solo.

O tema reciclagem de vidro pode incentivar na aprendizagem ao ensino de química, no estudo de seus compostos, propriedades, história e mostrar que o vidro é o único material 100% reciclável.

Atualmente o governo do estado de São Paulo tem proporcionado aos professores da rede pública um livro específico de cada matéria, sendo um para cada semestre, mas este não tem conteúdo que envolva reciclagem de vidro.

## **6. METODOLOGIA**

Foi aplicado um questionário avaliando o conhecimento sobre o vidro e sua reciclagem.

O questionário foi aplicado a 03 grupos de pessoas; alunos do ensino médio, alunos do curso superior de Química Industrial e o terceiro grupo a população de Assis-SP.

## 7. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resultado do questionário para avaliar o conhecimento sobre o vidro aos 03 grupos esta apresentado na tabela 2.

GRUPO				
Questão		Ensino Médio	Ensino Superior	População
		% acerto	% acerto	% acerto
1	Defina vidro?	40%	45%	45%
2	Cor tambor da coleta seletiva p/ vidro?	70%	65%	35%
3	Pq usar vidro p/ armazenar alimentos?	55%	30%	40%
4	Propriedades do vidro?	40%	40%	35%
5	Diferença do cristal e vidro?	5%	20%	0%
6	Composto dá cor ao vidro?	0%	15%	15%
7	Tempo de decomposição?	15%	20%	30%
8	Já estudou vidro?	0%	0%	0%

**Tabela 2- Questionário de avaliação do conhecimento dos grupos mencionados.**

A pergunta 01 quer avaliar o conhecimento da definição de vidro mostra que este conceito é de conhecimento popular o que é coerente com a questão 08 onde todos afirmaram nunca ter estudado o tema vidro.

As questões 02, 03, 04, 06 e 07 que tratam de conceito ligados ao conhecimento popular, verifica-se que todos os grupos tem praticamente o mesmo índice de acerto.

A questão 05 exige conhecimento mais aprofundado de química. Portanto, o índice de acerto maior do grupo do ensino superior já era esperado.

Todos os 44 entrevistados demonstraram interesse em conhecer mais sobre este tema. O que permite acreditar que as pessoas gostam de obter maior conhecimento sobre assunto relacionado ao seu cotidiano.

## **8. CONCLUSÃO**

O tema vidro e sua reciclagem é praticamente desconhecido da população, independente do grau de escolaridade.

Todos os entrevistados têm interesse em conhecer mais sobre o vidro, pois entende que este material faz parte do seu cotidiano.

Este tema poderia ser melhor explorado no ensino de química, utilizando inclusive para o ensino de química ambiental.



## REFERÊNCIAS

ABIVIDRO – Associação Técnica Brasileira das Indústrias de Vidro. **Vidro**. Disponível em: <<http://www.abividro.org.br/index.php/18>>. Acesso em: 16 mar. 2011.

AKERMAN, Mauro. **Natureza, Estrutura e Propriedades do Vidro**. CETEV – Centro técnico de elaboração do vidro. Disponível em < <http://www.saint-gobain-cetev.com.br>>. Acesso em: 12 mar. 2011.

ALUSISTEM, **Vidros**, o que você gostaria de saber então tem pra quem perguntar. Disponível:< <http://www.alusistem.com.br/VIDROS.htm>>.

ALVES, Oswaldo Luis; GIMENEZ, Iara de Fátima; Mazali, Ítalo, Odone Mazali. Vidros. **Revista Química Nova na Escola**, edição especial, fevereiro, 2001, p. 9-20.

ASSIS, Pablo. **Como funcionam as telas sensíveis ao toque (touch sreen)**. Disponível: <http://www.tecmundo.com.br/2449-como-funcionam-as-telas-sensiveis-ao-toque-touch-screen-.htm>.

BARSA, Enciclopédia. Rio de Janeiro: Enciclopédia Britânica Consultoria Editorial LTDA. Vol. 15 p. 410 – 420.

BAUER, L. & A . FALCÃO. **Materiais de Construção**. Rio de Janeir : LTC . livros técnicos e científicos, 1994,5ª ed. Vol. 1, p.49.

BRITO, P. J. B. Marcos; M. M. Henrique; D. Gouvêa. **Laboratório de Processos Cerâmicos** - Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais, Escola Politécnica da Universidade de S. Paulo

(EPUSP).Disponível:<[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_artext&pid=S0366-69132007000100016](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_artext&pid=S0366-69132007000100016)>.

CEMPRE, **Vidros**.Compromisso Empresarial para Reciclagem. Disponível: <[http://www.cempre.org.br/ft\\_vidros.php](http://www.cempre.org.br/ft_vidros.php)>. Acesso em: 09 abr. 2011.

CHAVES Flávia Oliveira, **A Radiação Ultravioleta e as lentes fotocromicas**. Arquivos Brasileiros de Oftalmologia, Mar/Apr. 2001. Vol.64.

COELHO, Maria do Rosário Fonseca. **Coleta Seletiva**. Disponível em: <<http://www.lixo.com.br/documentos/coleta%20seletiva%20como%20fazer.pdf>> . Acesso em: 13 mai. 2011.

FAZ FÁCIL, **vidro e suas características**. Disponível: <<http://www.fazfacil.com.br/materiais/vidro> > Acesso em: 10 mar. 2011.

FIGUEIREDO, P. J. M., **A sociedade do lixo: os resíduos, a questão energética e crise ambiental**. Piracicaba: Unimep, 2005. 2ª Ed, 240p.

GERBER, Ivete. **Química do Vidro**. Disponível em: <<http://www.ivege.no.comunidades.net/index.php?pagina=1281442867>>. Acesso em 07 jul. 2011.

INDRIUNAS, Luís. **Como funciona a reciclagem dos vidros**. Disponível em: <<http://ambiente.hsw.uol.com.br/reciclagem-vidro.htm>>. Acesso em: 18 mai. 2011.

IQSC, **Vidro, vitrificação e fritas**. Instituto de Química de São Carlos. Disponível em:< [www.iqsc.usp.br/cursos/quimicageral/history/www/vidro.htm](http://www.iqsc.usp.br/cursos/quimicageral/history/www/vidro.htm)>. Acesso em: 01 abr. 2011.

KANVASFER. **Vidros**. CEMPRE – Compromisso Empresarial para Reciclagem. Disponível em: <[http://www.cempre.org.br/ft\\_vidros.php](http://www.cempre.org.br/ft_vidros.php)>. Acesso em: 09 abr. 2011.

KIRK, Otmer. Encyclopedia of Chemical Technology. **Silica**. Volume 21: p 977-1005 Fourth Edition. A Willy Interscience Publication. John Wiley Sons. Inc. 1997. Disponível:<<http://www.zirtec.com.br/areia/silica.htm>>.

LESKO Jim. **Design Industrial - Materiais e Processos de Fabricação**. São Paulo: Editora Edgar Blücher, 2004.

LIMA, Fernanda Almeida Fin & SANTOS, Onélia Aparecida Andreo. **Impregnação de Filmes do Compósito de Policarbonato (PC e Sílica-gel) com Corante Fotocromico em Fluido Supercrítico**. Disponível: <Periódicos.uem.br > 2009.

MAIA, Samuel Berg. **O Vidro e sua fabricação**. Ed: Interciencia Rio de Janeiro, 2003.

MARTINS, João Guerra & PINTO, Emanuel Lopes. **O Vidro: série de materiais**. 1º Ed. 2004. (artigo). Disponível:<[www.ufp.pt/~jguerra/pdpconstrucoes/vidros](http://www.ufp.pt/~jguerra/pdpconstrucoes/vidros)>.

MONTEIRO, José Henrique Penido, et al. **Manual de Gerenciamento energética e a crise ambiental**. Piracicaba: Unimep, 2005. 2a ed., 240 p., il.

MOORE, Walter John. **Físico-Química**. 4ª ed. Tradução de Helena Li Chun, Ivo Jordan e Milton Caetano Ferreroni. São Paulo: Editora Edgard Blucher, 1976.

OLIVEIRA, Mendonça Marcos. **Como é feito o Vidro Blindado**. Disponível: [http://super.abril.com.br/superarquivo/2002/conteudo\\_120333.shtml](http://super.abril.com.br/superarquivo/2002/conteudo_120333.shtml).

PAULO, Michela. **Tecnologia Óptica: Novidades no Setor são as Lentes Fotocromáticas**. Inovação Uniemp (online) 2007, Vol. 3 no. 2, pg. 38-39. Paulo: Editora Edgar Blücher, 2004.

PILKINGTON. **A História do vidro plano no Brasil**. Disponível em: <<http://www.pilkington.com/the+americas/brazil/portuguese/about+pilkington/history+of+float+in+brazil/default.htm> >. Acesso em: 15 abr. 2011.

QUALIS, **Tipos de Vidros**. Comércio, importação e exportação LTDA. Disponível em: <[http://www.qualis-br.com.br/prod\\_historico\\_br.php](http://www.qualis-br.com.br/prod_historico_br.php)>. Acesso em: 20 mai. 2011.

SHREVE, R. Norris; BRINK, Joseph A. Jr. **Indústrias de Processos Químicos**. 4ª ed. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan S. A., 1997.

SILVA FILHO, José Carlos L. **Sistema de Gestão Ambiental Aplicado a prefeituras**: Uma nova Possibilidade de Gestão Pública. In: V Encontro Nacional Sobre Gestão Empresarial e meu ambiente, São Paulo: Plêaide, 1999.

TYSON, Jeff. **Tecnologia de Óculos de Sol**. Disponível: <<http://viagem.hsw.uol.com.br/oculos-de-sol2.htm>>.

UNICAMP- Universidade Estadual de Campinas. **Vidros**. Disponível em: <<http://ftp.fem.unicamp.br/pub/ES242/Vidros.ppt> >. Acesso em 16 jul. 2011.

USP, Santos Andréia Romano dos. **Vidro**. Departamento de Construção Civil (DCC). Disponível:< <http://www.reciclagem.pcc.usp.br/vidro.htm>>. Acesso em: 06 mai. 2011.

VANIN, José Atílio. **Alquimistas e Químicos: O passado, o presente e o futuro**. 2ª ed. São Paulo: Editora Moderna, 2005.

VARGAS, Isabella M. & Renner Sayerlack S.A. **Reciclagem de Vidro Laminado: Utilização dos vidros de baixa granulometria como carga abrasiva na formulação de vernizes de alto tráfego para pisos de madeira.** (artigo) Disponível: Escola politécnica da USP, Engenharia Metalúrgica e de Materiais.

VIDROPAZ, **vidro100%reciclável**. Disponível:<<http://www.vidropaz.com.br/reciclagem.htm>>.

VIDROPORTO, **História do Vidro**. Disponível em: <<http://www.vidroporto.com.br/vidro.php>>. Acesso em: 05 mai. 2011.

VIEGAS, José Pereira Acácio. **Desenvolvimento de novos produtos em vidro utilizando tecnologia de prototipagem rápida**. Dissertação de Mestrado, Mar, 2006. Disponível:< <http://repositorio-aberto.up.pt>.

WIKIPÉDIA, Estrutura do silicato de sódio. Disponível: [WWW.wikipédia.com.br](http://www.wikipédia.com.br)

# ANEXO



Fundação Educacional do Município de Assis  
Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis  
Campus "José Santilli Sobrinho"

Nome: \_\_\_\_\_ Idade: \_\_\_\_\_

Escola: \_\_\_\_\_

Cidade: \_\_\_\_\_

### Questionário: vidro

1. O que é vidro?
2. Qual a cor dos tambores de coleta seletiva que podemos descartar o vidro?  
a) Amarelo    b) Azul    c) Verde    d) Vermelho
3. Porque o vidro é utilizado para o armazenamento de alimentos?
4. Cite 03 propriedades do vidro.
5. Você sabe o porque do cristal ser tão frágil? Qual a diferença entre o cristal e o vidro?
6. Qual o composto que dá cor para o vidro?
7. Quanto tempo um vidro que é jogado na natureza demora a se decompor:

a) Mil anos    b) 5 mil anos    c) 4 mil anos    d) Nem uma das alternativas

8. Você já tinha estudado na escola alguma coisa sobre o vidro? Acha que seria importante aprender sobre o assunto? Por quê?