

UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO  
CENTRO DE CIENCIAS EXATAS E TECNOLOGIA  
CURSO DE DESENHO INDUSTRIAL

DAIZY LAUDIANA SILVA PINTO

**REUTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS DE VIDRO:** Possibilidades de Aplicação em Produtos  
de Design

São Luís

2014

DAIZY LAUDIANA SILVA PINTO

**REUTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS DE VIDRO:** Possibilidades de Aplicação em Produtos de Design.

Monografia apresentada ao curso de Desenho Industrial da Universidade Federal do Maranhão, para obtenção do grau de Bacharel em Design.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Patrícia Silva Azevedo de Mendonça.

São Luís

2014

Pinto, Daizy Laudiana Silva.

Reutilização de resíduos de vidro, baseado nas possibilidades de aplicação em produtos de design/ Daizy Laudiana Silva Pinto. – São Luís, 2014.

54 f.

Impresso por computador (fotocópia).

Orientadora: Patrícia Silva Azevedo de Mendonça.

Monografia (Graduação) – Universidade Federal do Maranhão, Curso de Desenho Industrial, 2014.

1. Resíduos de vidro - Design. 2. Reutilização. I. Título.

CDU 748

DAIZY LAUDIANA SILVA PINTO

**REUTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS DE VIDRO:** Possibilidades de Aplicação em Produtos de Design

Monografia apresentada ao curso de Desenho Industrial da Universidade Federal do Maranhão, para obtenção do grau de Bacharel em Design.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Patrícia Silva Azevedo de Mendonça

Aprovada em: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

BANCA EXAMINADORA

---

Prof.<sup>a</sup> Patrícia Silva Azevedo de Mendonça  
(Orientadora)

---

Prof. Dr. Denílson Moreira Santos

---

Prof.<sup>a</sup> Luciana Bugarin Caracas

À memória do meu amado pai.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela minha vida e por ter me dado de presente, no meio de todo esse momento tão tenso de fim de curso, meu amado filho Danilo Kheiron para que assim eu voltasse a ter motivação em realizar esta conquista.

Agradeço a minha mãe Francinete Pinto, por toda paciência e apoio em momentos tão complicados e difíceis e por dizer por diversas vezes “eu estou ao seu lado”.

Agradeço à minha família pelo incentivo e paciência em todas as vezes que chegava cansada e estressada e não dava atenção, por sempre torcerem por mim e me aguentarem nos momentos mais difíceis. Obrigada Junior e Cris.

Agradeço à meu amor Roberto Sousa, por todo apoio desde a escolha do curso, toda empolgação em cada trabalho que me ajudava a concluir, por acreditar sempre na minha capacidade me incentivando e motivando para que essa conquista se realizasse.

Agradeço à Dona Neilde e a Seu Correa por terem acreditado e praticamente me adotado como filha nesta reta final do curso, com todo o carinho e proteção de pais.

Obrigada aos amigos de curso que batalharam ao meu lado, mostrando que sempre depois de grandes esforços vem grandes recompensas.

À minha orientadora Patrícia Azevedo, por ter acreditado que eu poderia realizar este projeto, por toda paciência para esperar eu poder voltar a dar continuidade a ele.

A todas as pessoas que direta ou indiretamente fizeram com que fosse possível a realização deste trabalho.

“O êxito da vida não se mede pelo caminho que você conquistou, mas sim pelas dificuldades que você superou nos caminhos”.

Abrahan Licoln

## RESUMO

O mercado vidreiro em expansão traz um problema, o aumento dos resíduos gerados pela indústria, para a diminuição deste problema foi feito um estudo visando as possibilidades de reaproveitamento desses resíduos, abordando fatos históricos, definindo composição, propriedades e aplicações. Foram estudados processos e verificadas as possibilidades para trabalhar suas características na aplicação em produtos de design.

Palavras-chave: Vidro. Resíduos sólidos. Estética.

## ABSTRACT

The glassmaker expanding market brings a problem, the increase of waste generated by industry, to reduce this problem was studied in such waste reuse opportunities, addressing historical facts, defining the composition, properties and applications. Processes were studied and verified the possibilities to work its features in application design products.

Keywords: Glass. Solid wastes. Aesthetics.

## LISTA DE ILUSTRAÇÃO

	p.
Figura 1 - Classificação dos resíduos sólidos a partir da fonte de geração SCHALCH (1995).....	19
Figura 2 - Diagrama de porcentagem com as substâncias que compõem o vidro.....	24
Figura 3 - Lente de microscópio.....	26
Figura 4 - Tubo de Luz.....	27
Figura 5 - Bloco de vidro (Construção Civil).....	27
Figura 6 - Travessas de mesa.....	28
Figura 7 - Termômetros.....	28
Figura 8 - Vidro plano.....	30
Figura 9 - Principais componentes do vidro em porcentagem.....	32
Figura 10 - Vantagens da Reciclagem.....	33
Figura 11 - Processo Fusing.....	35
Figura 12 - Processo sopro em cana.....	36
Figura 13 - Processo sopro em Tocha com maçarico.....	36
Figura 14 - Resíduos de vidro sem utilidade na Indústria.....	40
Figura 15 - Peneiras ABNT.....	41
Figura 16 - Forno de cerâmica.....	41
Figura 17 - Gráfico de queima Temperatura x Tempo.....	42
Figura 18 - Telha com caulim, teste com 1 e 2 camadas.....	42
Figura 19 - Telha com caulim, teste com 1 camadas.....	43
Figura 20 - Aplicação Ilustrativa do vidro em luminária de parede.....	46
Figura 21 - Tabela de Resultados das Amostras.....	47

## LISTA DE SIGLAS

- ABRELPE - Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais.
- CEMPRE - Compromisso empresarial para a Reciclagem.
- ETAs - Estações de Tratamento de Água.
- ETEs - Estações de Esgotos.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.
- NBR - Norma Brasileira.
- ONU - Organização das Nações Unidas.
- RSU - Resíduos Sólidos Urbanos.

## SUMÁRIO

	LISTA DE ILUSTRAÇÃO.....	p. 9
	LISTA DE SIGLAS.....	10
<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	13
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS.....</b>	14
2.1	Geral.....	14
2.2	Específico.....	14
<b>3</b>	<b>JUSTIFICATIVA.....</b>	14
<b>4</b>	<b>REVISÃO LITERÁRIA.....</b>	15
4.1	Resíduos Sólidos.....	15
4.1.1	Histórico.....	16
4.1.2	Cenário Brasileiro dos Resíduos Sólidos.....	17
4.1.3	Classificação.....	19
4.2	Vidro.....	20
4.2.1	Histórico.....	20
4.2.2	Vidro no Brasil.....	21
4.2.3	A Revolução do Cristal.....	22
4.2.4	Origem do Vidro.....	23
4.2.5	Tipos de Vidro.....	25
4.2.6	Características dos Vidros.....	26
4.2.7	Vidro Plano (Float).....	29
4.2.8	Produtos do Vidro Plano.....	30
4.2.9	Tipos Comerciais de Vidro.....	32
4.2.10	Formas de Reaproveitamento do Vidro.....	33
4.2.11	Reaproveitamento por Processo com Vidro.....	34
4.3	Estética.....	36
4.3.1	Estética no Design.....	38
4.3.2	Função Estética.....	38
<b>5</b>	<b>MATERIAL E MÉTODO.....</b>	40
5.1	Resultados e Discussão.....	43
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	46
	REFERENCIA.....	48
	ANEXOS	

## 1 INTRODUÇÃO

Um dos materiais mais utilizados em todo o mundo é o vidro, com seus vários tipos e suas várias possibilidades de utilização, como o uso em produtos diversos, arquitetura, engenharia e decoração. O uso do vidro na fabricação desses produtos tem aumentado consideravelmente, sendo assim acontece também o aumento dos seus resíduos e como não existe uma coleta seletiva para estes, seu destino é o lixo comum. Contrariamente ao que se esperava com o desenvolvimento tecnológico que permite à humanidade conceber infinita gama de produtos para seu benefício, ainda não há a utilização equilibrada dos recursos naturais o que compromete o futuro do planeta (Oliveira et. Al., 2008)

A preocupação com as relações entre o homem e o meio ambiente procedeu na década de 1970 com a preocupação com a água, nos anos de 1980 com o ar e em 1990, com os resíduos sólidos (CAVALCANTI, 1980). Existe uma grande ligação entre resíduos sólidos e problemas ambientais, pois a resistência deste tipo de material para dispersão é muito alta e um outro problema é o volume originado por ele.

No cenário brasileiro, dados do Compromisso empresarial para a Reciclagem – CEMPRE (2011), sobre o resíduo sólido de vidro, mostram que em 2009 foram produzidas em média 980 mil toneladas de embalagens de vidro por ano, usando cerca de 45% de matéria prima reciclada na forma de cacos, com a reciclagem gerou-se um faturamento de 1,5 bilhões de reais.

Assim, promover possibilidades de reaproveitamento dos resíduos de vidro plano para a produção de novos produtos, utilizando para isso tecnologia local e a intervenção criativa e inovadora do designer, torna-se uma alternativa atrativa.

Para chegar a tal possibilidade, foram feitas pesquisas sobre o material vidro desde sua origem, histórico, usos, tipos, classificações e características, para assim passar para uma fase de ensaios com vidro plano moído e depois queimado em forno cerâmico.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Geral**

Apresentar possibilidades de processos e testes com os resíduos de vidro plano para a posterior fabricação de produtos a partir de projetos de designers, utilizando para isso o processo de vitrofusão.

### **2.2 Específicos**

- ✓ Testar diferentes tamanhos de resíduos de vidro plano com a técnica de vitrofusão;
- ✓ Testar diferentes temperaturas para o reaproveitamento dos resíduos de vidro;
- ✓ Identificar as características estéticas para aplicação em produtos de design.

## **3 JUSTIFICATIVA**

Com o aumento do uso de vidro nas Indústrias, devido à crescente demanda da construção civil e outros setores da arquitetura e engenharias, surge o aumento dos resíduos gerados tanto no processo de produção quanto no número de produtos defeituosos, que são eliminados em depósitos de lixo comum, podendo gerar o um forte impacto no meio ambiente, por ser um produto de difícil dispersão e grande volume.

Pensando nisso propomos um projeto de reutilização desses resíduos, para minimizar o impacto ambiental, contribuindo diretamente para a preservação do meio ambiente e à inovação por meio da confecção de objetos que possam ser aplicados ou utilizados independentes.

## 4 REVISÃO DE LITERATURA

### 4.1 Resíduos Sólidos

Para Faria (2002) O resíduo sólido constitui-se de toda sobra que não possui mais função de uso apenas para seu agente gerador se tornando assim inútil, indesejável ou descartável para aquele, contudo, nas mãos de outro pode ser elemento reutilizável. Foi estabelecido em 2 de agosto de 2010 a Lei Nº 12.305, que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos e prevê a prevenção e a redução na geração de resíduos, tendo como proposta a prática de hábitos de consumo sustentável com um conjunto de instrumentos para propiciar o aumento da reciclagem e da reutilização dos resíduos sólidos e a destinação ambientalmente adequada dos rejeitos. Institui a responsabilidade pós consumo, pensando em todo um ciclo e não somente impor o produto ao mercado, a citada norma define como resíduos sólidos quando os resíduos estão tanto no estado sólido quanto semissólido que resultam da atividade da comunidade de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, de serviços, de varrição ou agrícola. Incluem-se os lodos de Estações de Tratamento de Água (ETAs) e Estações de Esgotos (ETEs), resíduos gerados em equipamentos e instalações de controle da poluição e líquidos que não possam ser lançados na rede pública de esgotos, em função de suas particularidades.

Segundo Leripio (2004), somos a sociedade do lixo, cercado totalmente por ele, mas só recentemente acordamos para este triste aspecto de nossa realidade. Ele diz ainda que, nos últimos 20 anos, a população mundial cresceu menos que o volume de lixo por ela produzido. Enquanto de 1970 a 1990 a população do planeta aumentou 18%, a quantidade de lixo sobre a terra passou a ser 25% maior.

Os resíduos sólidos são uma das principais causas da poluição do solo decorrentes dos acúmulos de embalagens de plástico, papel e metais, e de produtos químicos, como fertilizantes, pesticidas e herbicidas. O material sólido do lixo demora muito tempo para desaparecer no ambiente. O vidro, por exemplo, leva em torno de cinco mil anos para se decompor, enquanto determinados tipos de plástico nunca se decompõem, pois são resistentes ao processo de biodegradação promovido pelos micro-organismos.

De acordo com os dados da Pesquisa Nacional de Saneamento Básico, realizada em 2008, pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), os

vazadouros a céu aberto, conhecidos como “lixões”, ainda são o destino final dos resíduos sólidos em 50,8% dos municípios brasileiros, mas esse quadro teve uma mudança significativa nos últimos 20 anos: em 1989, eles representavam o destino final de resíduos sólidos em 88,2% dos municípios. As regiões Nordeste (89,3%) e Norte (85,5%) registraram as maiores proporções de municípios que destinavam seus resíduos aos lixões, enquanto as regiões Sul (15,8%) e Sudeste (18,7%) apresentaram os menores percentuais. Paralelamente, houve uma expansão no destino dos resíduos para os aterros sanitários, solução mais adequada, que passou de 17,3% dos municípios, em 2000, para 27,7%, em 2008 (IBGE, 2011).

Muitos destes resíduos sólidos são compostos de materiais recicláveis e podem retornar a cadeia de produção, gerando renda para trabalhadores e lucro para empresas. Para que isto ocorra, é necessário que haja nas cidades um bom sistema de coleta seletiva e reciclagem de lixo. Cidades que não praticam este tipo de processo, jogando todo tipo de resíduo sólido em aterros sanitários, acabam poluindo o meio ambiente. Isto ocorre, pois muitos resíduos sólidos levam décadas ou até séculos para serem decompostos. Alguns tipos de resíduos sólidos são altamente perigosos para o meio ambiente e merecem um sistema de coleta e reciclagem rigorosos. Podemos citar como exemplos, as pilhas e baterias de celulares que são formadas por compostos químicos com alta capacidade de poluição e toxidades para o solo e água.

#### 4.1.1 Histórico

Segundo Dias (2002) o lixo surgiu no dia em que os homens passaram a viver em grupos, fixando-se em determinados lugares e abandonando os hábitos de andar de lugar em lugar à procura de alimentos ou pastoreando rebanhos. Existem algumas referências na história antiga ao enterramento e ao uso do fogo para destruição dos restos inaproveitáveis. Tais práticas com o passar do tempo foram sendo insatisfatórias mas continuavam sendo utilizadas.

Somente no Século XX começaram a surgir outras alternativas para o problema do lixo urbano capazes de atender aos aspectos sanitários e econômicos; desde então passaram a ser adotadas medidas para a regulamentação do serviço e procedimento no campo da limpeza. (JUNKES, 2002)

Em todos os países do mundo, o serviço de coleta começou antes do tratamento, o que criava os primeiros lixões a céu aberto. Alguns países, percebendo o estrago causado ao meio ambiente e não encontrando outra solução, resolveram então enterrar todo o lixo gerado. Foi o início dos aterros sanitários. Entre as desvantagens do aterro sanitário vale citar o não reaproveitamento dos recursos naturais e o fato de os aterros possuírem uma capacidade limitada de armazenamento de lixo, a chamada vida útil do aterro sanitário. Com isso, depois de esgotada sua vida útil, era necessário encontrar outra área que não poluísse os lençóis freáticos e fosse grande o suficiente para guardar lixo durante o máximo de tempo possível.

Já nos anos 80 a humanidade percebia a catástrofe que poderia acontecer com o planeta através da problemática do efeito estufa. Nos anos 90 os grandes eventos internacionais sobre meio ambiente ganharam mais força. Pesquisadores no mundo inteiro identificaram na geração de lixo e de energia elétrica os grandes vilões do meio ambiente.

A partir de então, os países desenvolvidos começaram a pensar em tecnologias para solucionar esses problemas. A ONU discutia os melhores caminhos para o tratamento do lixo. Mudaram-se os conceitos e o lixo passou a ser visto com a fonte de recursos naturais do futuro.

#### 4.1.2 Cenário Brasileiro dos Resíduos Sólidos

No Brasil, a prestação dos serviços de manejo de resíduos urbanos se encontra distante de ser equacionada, no entanto verifica-se uma melhoria de alguns indicadores.

O atendimento da população pelos serviços de coleta de resíduos domiciliares na zona urbana está próximo da universalização. Observa-se a expansão de 79%, no ano 2000, para 97,8% em 2008 (IBGE, 2010). A coleta dos resíduos sólidos urbanos está cada vez mais privatizada, e o número de empresas filiadas à Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (Abrelpe) passou de 45, em 2000, para 92, em 2009, que coletaram cerca de 183 mil toneladas de lixo diariamente em 2009.

A média de geração de resíduos sólidos urbanos no país, segundo projeções do SNIS (2010) da Abrelpe (2009), varia de 1 a 1,15 kg por hab./dia, padrão próximo

aos dos países da União Europeia, cuja média é de 1,2 kg por dia por habitante. Para a Abrelpe, enquanto o crescimento populacional foi de apenas 1% entre os anos de 2008 e 2009, a geração per capita apresentou um aumento real de 6,6% na quantidade de resíduos domiciliares gerados, o que demonstra a ausência de ações com o objetivo de minimizar a geração de resíduos (Abrelpe, 2009).

O país gerou mais de 57 milhões toneladas de resíduos sólidos em 2009, crescimento de 7,7% em relação ao volume do ano anterior. As capitais e as cidades com mais de 500 mil habitantes foram responsáveis por quase 23 milhões de toneladas de RSU dia (Abrelpe, 2009).

No Brasil, amplia-se o número de aterros que implantam esses projetos, destacando-se os dois aterros públicos da cidade de São Paulo, Bandeirantes e São João. No país, até 31 de janeiro de 2011, de 496 atividades de projetos de MDL realizados em diversos setores, 36 consistiam em aterros sanitários (Brasil, 2011).

Os resíduos da construção civil também representam um grande problema ambiental, especialmente pela disposição inadequada em córregos, terrenos baldios e beira de estradas. Nas cidades de médio e grande portes no Brasil, esses constituem mais de 50% da massa dos resíduos urbanos. Estudos realizados em alguns municípios apontam que os resíduos da construção formal têm uma participação entre 15% e 30% na massa dos resíduos da construção e demolição, e 75% provêm de eventos informais, obras de construção, reformas e demolições, realizadas, em geral, pelos próprios usuários dos imóveis (Sinduscon, 2005).

Cabe aos municípios a elaboração de planos integrados de gerenciamento que incorporem: a) Programa Municipal de Gerenciamento (para geradores de pequenos volumes); b) Projetos de Gerenciamento em obra (para aprovação dos empreendimentos dos geradores de grandes volumes). Esses projetos devem caracterizar os resíduos e indicar procedimentos para triagem, acondicionamento, transporte e destinação (Resolução Conama n. 307, de julho de 2002).

A prestação do serviço de coleta seletiva pelos municípios brasileiros tem avançado. No entanto, ainda se encontra muito aquém dos patamares necessários para efetivamente reduzir a quantidade de resíduos potencialmente recicláveis que ainda são dispostos em aterros ou lixões e os impactos decorrentes. Cabe destacar que as primeiras iniciativas no Brasil datam de 1989 e que a ausência durante mais de vinte anos de uma política nacional de resíduos sólidos e de vontade política dos administradores municipais gerou um passivo ambiental de lixões e aterros sanitários

controlados. E ainda, a necessidade de construção de novos aterros em razão do esgotamento da vida útil da maioria dos existentes.

#### 4.1.3 Classificação

Segundo a NBR 10.004/04 os resíduos sólidos são classificados em 3 classes quanto aos seus riscos potenciais ao meio ambiente e a saúde pública, Resíduos Classe I – Perigosos (são aqueles que apresentam periculosidade e características como inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade). Resíduos Classe II – Não Inerte (são aqueles que não se enquadram nas classificações de resíduos classe I). Resíduos classe II – Inertes (são quaisquer resíduos que, quando amostrados de uma forma representativa e submetidos a um contato dinâmico e estático com água destilada ou deionizada, à temperatura ambiente não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando-se aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor).

Schalch (1991) propunha a divisão dos resíduos em: Residencial (chamado de lixo domiciliar), Comercial (provenientes de diversos estabelecimentos comerciais), Industrial (resultante de diferentes áreas da Indústria), Serviços de saúde (resíduos de todas as áreas do estabelecimento), Especial (lixo constituído por resíduos produzidos esporadicamente).

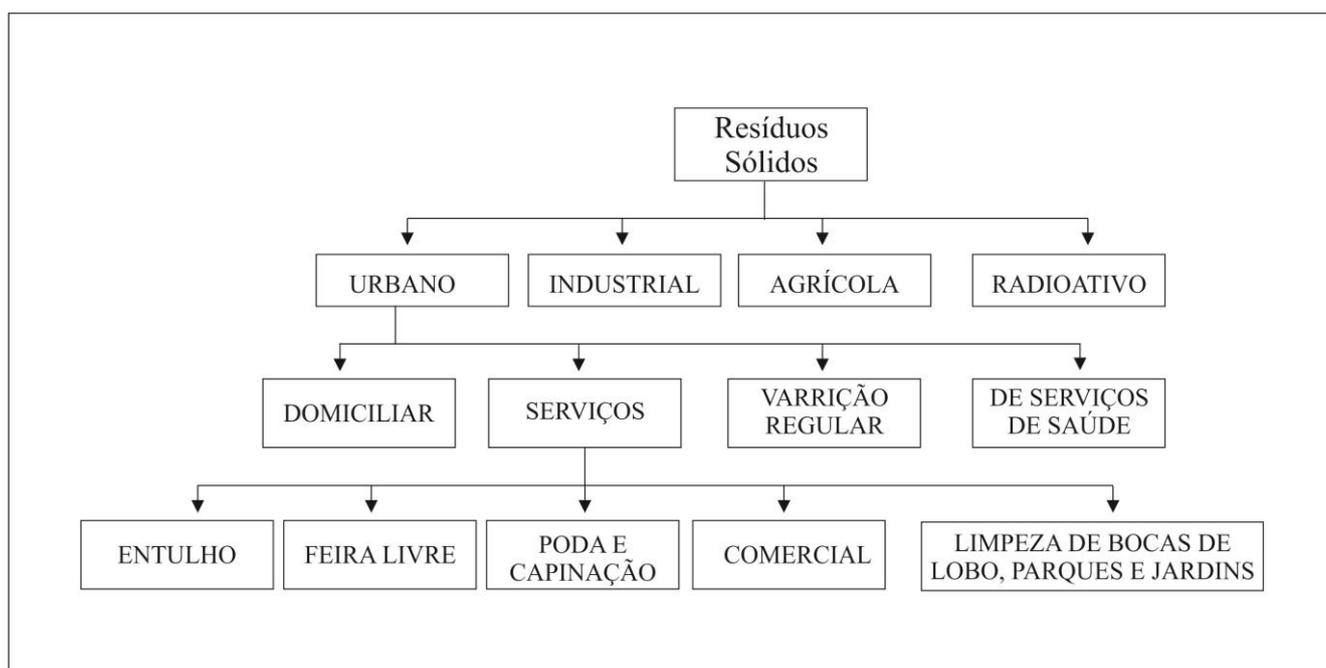


Figura 1 – Classificação dos resíduos sólidos a partir da fonte de geração SCHALCH (1995).

D'Almeida (2000) quanto a origem os separa em domiciliar, comercial, público, serviços de saúde e hospitalar, portos, aeroportos e terminais rodoviários, industriais, agrícolas e entulhos.

## 4.2 Vidro

Analisando as características do vidro, pode-se identificar que merecem importância relacionadas à questão ambiental, pois mesmo quando descartado não polui o meio ambiente e é fabricado exclusivamente com matérias-primas naturais como areia, barrilha, calcário e feldspato (ABIVIDRO, 2002).

O vidro é um material que confere a maior quantidade de qualidades tais como: Transparência e elegância, Inercia, praticidade, Dinâmico higiênico, impermeável, resistente térmico, versátil, reutilizável, retornável e reciclável.

O vidro é uma substância sólida, transparente e quebradiça, que se obtém pela fusão e solidificação de uma mistura de quartzo, carbonato de cálcio e carbonato de sódio. O elemento básico de sua composição é a sílica, fornecida pela areia. Portanto o vidro é uma substância inorgânica (SANTOS, 2009).

### 4.2.1 Histórico

Não se sabe ao certo a data ou local onde o vidro foi descoberto, essas informações são bastante contraditórias, após serem descobertos vidros nas necrópoles egípcias concluiu-se que o vidro já era conhecido pelo menos a 4000 AC, segundo alguns historiadores, Tebas parece ter sido o verdadeiro berço da Indústria vidreira egípcia (MALONEY, 1998)

Outros historiadores apontam os navegadores fenícios como os precursores da Indústria do vidro. A origem teria sido casual, em uma fogueira, usando blocos de salitre e soda, feita para preparar as refeições foi percebido depois de certo tempo uma substância brilhante que solidificava rapidamente, esse fato levou-os a fazerem diversas tentativas para reproduzir os mesmos resultados observados, descobrindo assim o vidro (SHREVE; BRINK JR, 2003).

A partir do século XVIII, a Indústria começou a prosperar e se espalhar pelo mundo inteiro, com a fabricação do cristal branco na Inglaterra, o vidro tornou-se acessível, pois antes desse acontecimento esse material só era utilizado pelos ricos.

No século XX, três poderosos centros de produção do vidro emergiram e permaneceram os mais importantes centros a leste do Atlântico. A França, berço de muitas técnicas originais, a Inglaterra, berço da Revolução Industrial, e a Bélgica, o berço de Fourcault, assim começaram as pesquisas sobre as propriedades físicas e químicas, possibilitando o desenvolvimento de novos tipos de vidro como o vidro cerâmico, vidros com superfície tratada, fibras óticas, vidros de segurança entre outros.

A indústria do Reino Unido consolidou-se quando a Pilkington Brothers, fundada em 1826, assim como a St. Helens Crown Glass Company, tentou alguns experimentos em 1923, relacionados ao uso do processo Ford para fazer folhas maiores. Por volta de 1938, Pilkington criou uma máquina contínua de prensagem com cilindros, desgaste e polimento, operando comercialmente. Por volta de 1940, a estrutura da indústria primária do vidro no mundo ocidental estava estabelecida com quatro nações envolvidas, cada uma dominada por um pequeno número de fabricantes principais, todos relacionados e separados por uma rede de patentes e interdependências. ([www.fau.usp.br](http://www.fau.usp.br)).

#### 4.2.2 Vidro no Brasil

No Brasil, a história do vidro ocorreu entre 1624 e 1635 com a invasão holandesa montada em Pernambuco pelos artesãos trazidos por Maurício de Nassau. Com a determinação de todas as manufaturas, em 1735, o vidro passou a ser importado de alguns países da Europa. A partir do século XIX e início do século XX manufaturas de vidro foram criadas sendo que algumas atuam até hoje no mercado brasileiro (ABIVIDRO, 2002).

O vidro voltou a entrar no mapa econômico do país a partir de 1810, quando, em 12 de janeiro daquele ano, o português Francisco Ignácio da Siqueira Nobre recebeu carta régia autorizando a instalação de uma indústria de vidro no Brasil. A fábrica instalada na Bahia produzia vidros lisos, de cristal branco, frascos, garrações e garrafas. Ela entrou em operação em 1812. Em 1825, fechou em função das grandes dificuldades financeiras.

Em 1839, um italiano, de nome Folco, funda no Rio de Janeiro a fábrica Nacional de Vidros São Roque, com 43 operários italianos e brasileiros, com fornos à candinhos e processo inteiramente manual. Sofre a concorrência das importações de produtos da Europa e sobras de consumo que são vendidas a qualquer preço. Já em 1861, a indústria vidreira brasileira apresenta os seus produtos na exposição nacional na Escola Central, no largo São Francisco, no Rio de Janeiro.

Em 1878, Francisco Antônio Esberard funda a fábrica de Vidros e Cristais do Brasil em São Cristóvão (RJ). A fábrica trabalhava com quatro grandes fornos e três menores, e com máquinas a vapor e elétrica. Fabricava vidros para lampiões, janelas, copos e artigos de mesa e importava suas máquinas da Europa para fabricar garrafas e frascos. O seu cristal era comparado ao da tradicional Bacarat. Empregava 600 pessoas entre operários e artistas do vidro. A fábrica de Vidro Esberard esteve ativa até 1940. Outra fábrica de destacada presença foi a Fratelli Vita, da Bahia, fundada em 1902, que produziu garrafas para sodas, refrigerantes, e cristais de qualidade.

Até o século XX, a produção de vidro era essencialmente artesanal, utilizando os processos de sopro e de prensagem, sendo as peças produzidas uma a uma. 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 automáticas para produções em massa.

Em 1982, a indústria francesa Saint-Gobain e a inglesa Pilkington uniram suas forças para construir a primeira fábrica de vidro Float do Brasil, a CEBRACE, na região do Vale do Paraíba, no estado de São Paulo.

A primeira linha foi construída em Jacareí e, 1982, a segunda em Caçapava, em 1989 e a terceira em Jacareí, em 1996. Juntas, as três unidades produzem até 1.800 toneladas de vidro por dia.

#### 4.2.3 A Revolução do Cristal

“Mais tarde, a descoberta do cristal agitou o mundo vidreiro”, afirma um dos maiores nomes do vidro artístico no Brasil, a designer egípcia Elvira Schuartz. Foram os italianos, da ilha de Murano, os primeiros a conseguir um vidro totalmente transparente, revela. Diz a lenda que para obter a fórmula do cristal, guardada a sete chaves, os franceses sequestraram os vidreiros de Murano, difundindo a técnica depois aperfeiçoada pelos ingleses. Após muito tempo, nem a chegada do plástico, na década

de 1960, pôde conter a ascensão vítrea. O material se renovou, evoluiu e foi capaz de dar asas à imaginação do artista.

#### 4.2.4 Origem do Vidro

O vidro é um material cerâmico, uma vez que é feito a partir de materiais inorgânicos a altas temperaturas, distinguindo-se de outros materiais cerâmicos pelo fato de seus componentes serem aquecidos até a fusão e depois resfriados para um estado rígidos em cristalização. Assim, o vidro pode ser definido como uma substância inorgânica, homogênea e amorfa, obtida através do resfriamento de uma massa a base de sílica em fusão (NORTON, 1994)

O vidro é fundamentalmente um composto formado por óxidos de sílica (74%) e de sódio (12%) muito embora outros elementos tais como o sódio, cálcio, magnésio, alumínio e potássio tomem parte da composição final. Segundo a definição proposta pela American Society for Testing and Materials (ASTM, 2009), o vidro é um produto inorgânico de fusão, que foi resfriado até atingir condição de rigidez, sem sofrer cristalização (ASTM, 2009;).

Existem milhares de fórmulas para o vidro, mas cerca de 90% dos seus componentes, ainda são a sílica, a soda e a cal, que são os materiais utilizados em sua fabricação a mais de 2000 anos. Sendo assim a maior parte dos vidros fabricados no mundo são compostos por:

- Sílica ( $\text{SiO}_2$ ) – 72%, é a matéria prima básica com função vitrificante. Seu teor de ferro não deve exceder a 0,4%, na sílica para o vidro de mesa, ou a 0,015%, para o vidro ótico, pois o ferro não tem efeito benéfico sobre a coloração.

- Óxido de Sódio ( $\text{Na}_2\text{O}$ ) – 14%, esta substancia provém principalmente da barrilha ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ), outras fontes podem ser o bicarbonato de sódio, o sulfato de sódio e o nitrato de sódio. Estes te a utilidade de oxidar o ferro e acelerar a fusão da sílica.

- Cálcio ( $\text{CaO}$ ) – 9% suas fontes são o calcário ( $\text{CaCO}_3$ ) e a cal da dolomita calcina. Sua função é dar estabilidade ao vidro contra os ataques de agentes atmosféricos.

- Magnésio ( $\text{MgO}$ ): 4%, o magnésio transmite ao vidro resistência para suportar, dentro de certos limites, mudanças bruscas de temperatura, além de enriquecer sua resistência mecânica. É introduzida através da dolomita calcinada.

- Feldspato – possuem muitas vantagens sobre a maioria dos outros materiais como fonte de alumínio ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), pois são baratos, puros e fusíveis, além de serem constituído inteiramente por óxidos formadores de vidro. O alumínio só é utilizado quando o custo é um item secundário. O teor de alumínio serve para baixar o ponto de fusão, retardar a desvitrificação e aumentar a resistência mecânica do vidro. Os feldspatos também são fontes de oxido de potássio e sílica.

- Nitrato de Sódio e Potássio – essas substancias servem para oxidar o ferro e torna-lo menos notável no vidro acabado.

- Óxido de Cobalto, Óxido de ferro, Oxido de Selênio – são utilizados como corantes para dar aos vidros a coloração azul, verde, e cinza respectivamente.

- Sucata de vidro – é o vidro aos pedaços provenientes de objetos imperfeitos, de recortes e de outros refugos de vidro. É eficiente, pois facilita a fusão e utiliza material rejeitado. Pode constituir uma pequena fração da carga, uns 10% ou chegar até a 80% da carga.

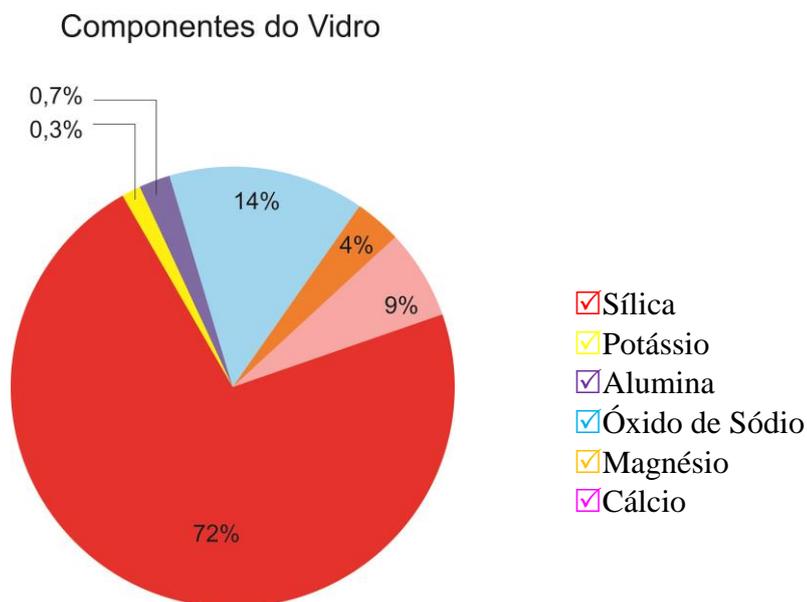


Figura 2 – Diagrama de porcentagem com as substâncias que compõem o vidro.

O vidro possui uma série de propriedades físicas que o torna um produto muito apreciado pela civilização moderna, tem uma alta durabilidade, elevada transparência, ótima resistência à água, a solventes e ácidos (exceto para o ácido fluorídrico, HF e o ácido fosfórico,  $\text{H}_3\text{PI}_4$ ). O vidro, em geral, pode ser facilmente reciclável muito embora isso não seja possível para alguns tipos de vidros. Essas

características, aliadas ao baixo preço se comparado ao alumínio, garantem a sua praticidade e versatilidade de usos.

Assim como os plásticos, certas propriedades físicas dos vidros podem ser modificadas pela adição de um determinado tipo de aditivo. O vidros podem ter uma impressionante diversidade de cores que podem ser obtidas pela adição de vários tipos de óxidos. O Cobalto e o cobre conferem uma tonalidade azul enquanto o manganês e o selênio geram cores em vermelho. O cromo e o níquel são usados quando se deseja obter uma coloração amarela ou marrom e o verde é obtido quando se adiciona o ferro.

#### 4.2.5 Tipos de Vidro

Hoje o vidro é encontrado em vários produtos, para-brisas, janelas, garrafas, utensílios de cozinha, moveis, lentes, fibra ótica entre outras. Os materiais vítreos apresentam características muito importantes, do ponto de vista tecnológico e de sua aplicabilidade tais como: retornabilidade (uso do vidro para o mesmo fim várias vezes); reutilização (uso da embalagem de maneira diferente para a qual foi fabricada); total reciclabilidade (sem perda de volume ou de propriedades); ser inerte e impermeável (British Glass,2008).

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. Já nos programas de coleta seletiva o vidro representa cerca de 14% dos materiais selecionados (CEMPRE, 2011).

A evolução da ciência química vidreira e da técnica aplicada a produção de vidro, nos últimos 50 anos, permite o domínio completo em todas as fases do processo e de todas as variáveis que influenciam a qualidade que se pretende obter. Dispõe-se hoje em dia de todos os meios para se obter um vidro leve como o alumínio e resistente como o aço, sob a forma de folha transparente ou de fio flexível, moldado como chumbo, serrado como madeira, transformado em lã para isolamento do calor, do frio e da eletricidade, etc.

Existem vários tipos de vidro: Sílica Vítreo; Vidros ao chumbo; Vidros Sodo-Cálcicos; Vidros boros silicatos; Vidros alumínio-boro-silicato, Vidros Planos.

Os vidros planos podem ser vidros temperados vidros laminados e os espelhos que recebem uma camada de prata para refletir as imagens. Os vidros planos,

em geral, exigem uma tecnologia especial para serem reciclados. Alguns vidros planos resultam da sobreposição de camadas de vidros e polímeros tais como o policarbonato, por exemplo. Esse polímero pode atingir transparência de até 90%, além de ser extremamente resistente a impactos. É muito utilizado na produção de vidros planos, lentes de óculos e cds.

#### 4.2.6 Características dos Vidros

##### SÍLICA VÍTREA

- Feitos a altas temperatura feita pela pirólise do tetracloreto de silício.
- Tem baixo coeficiente de expansão e pelo elevado ponto de amolecimento.
- Possui grande resistência térmica e química.
- Está entre os mais transparentes.
- Possui uso limitado, lentes de microscópio (Figura 3) e instrumento de laboratório.
- Constituído de 100% de dióxido de silício.



Figura 3 – Lente de microscópio.

##### VIDROS AO CHUMBO

- Utilizados com grande importância por causa do seu alto índice de refração e da grande dispersão, em trabalhos óticos.
- Alta resistência elétrica.
- Custo relativamente baixo.
- Utilizados em lâmpadas de neon (Figura 4), válvulas eletrônicas e proteção nuclear.
- Teor de Chumbo é variável.



Figura 4 – Tubo de Luz

### VIDROS SODO CÁLCICOS

- Vidros de baixo custo e muito utilizado atualmente.
- Tem fácil fundição e boa resistência química.
- Qualidade de cor pela utilização do selênio como descorante.
- São usados para embalagens, construção civil (Figura 5), vidraças, vidros de automóveis.



Figura 5 – Bloco de vidro (Construção Civil)

### VIDROS BOROS SILICATOS

- Possuem baixo coeficiente de dilatação térmica.
- Excelente estabilidade química e resistência ao choque térmico e ao calor.
- Utilizados na fabricação de vidrarias de laboratório, tubulações, isoladores de alta tensão, travessas de cozinha (Figura 6) e vidros de fornos.
- Possuem de 80% a 87% de sílica.



Figura 6 – Travessas de mesa.

### VIDROS ALUMÍNIO SILICATO

- Possuem 20% ou mais de alumina.
- Boa resistência a temperaturas elevadas e ao choque térmico, assim como a intempéries e produtos químicos.
- Custo elevado por causa da utilização do alumínio em sua fórmula.
- Tem excelente estabilidade química, grande resistência ao choque.



Figura 7 – Termômetros.

#### 4.2.7 - Vidro Plano (Float)

O vidro float (figura 8), é um vidro plano transparente, incolor ou colorido, com espessura uniforme e massa homogênea. É o vidro ideal para aplicações que exijam perfeita visibilidade, pois não apresenta distorção óptica, e possui alta transmissão de luz.

Constitui a matéria-prima para processamento de todos os demais vidros planos, sendo aplicado em diferentes segmentos e pode ser: laminado, temperado, curvo, serigrafado e usado em duplo envidraçamento. Utilizado na indústria automobilística, eletrodomésticos, construção civil, móveis e decoração. (<http://www.cebrace.com.br>).

O termo “float” se refere tanto ao tipo de vidro quanto ao processo pelo qual é produzido. Vidro float é o vidro básico do qual quase todos os produtos de vidros planos são derivados. Pode ser claro ou colorido e é geralmente produzido em grandes chapas (6 x 3.21 m) que, normalmente, são processados em produtos secundários.

O processo float envolve, literalmente, a flutuação do vidro fundido em um banho de estanho líquido, produzindo perfeitamente uma superfície plana em ambos os lados. A matéria prima para o vidro plano é composta por 73% de areia (dióxido de silício), 15% de soda (carbonato de sódio), 10% de calcário (carbonato de cálcio) e 2% de outros aditivos ([www.agcbrasil.com](http://www.agcbrasil.com)).

O processo do vidro float foi desenvolvido pela Pilkington em 1952 e é padrão mundial para a fabricação de vidro plano de alta qualidade. O processo, que originalmente produzia somente vidros com espessura de 6 mm, produz atualmente vidros que variam entre 0,4 e 25mm. As matérias-primas são misturadas com precisão e fundidas no forno. O vidro fundido a aproximadamente 1000°C, é continuamente derramado num tanque de estanho liquefeito, quimicamente controlado. Ele flutua no estanho, de maneira similar à que ocorre quando se mistura óleo e água, espalhando-se uniformemente. A espessura é controlada pela velocidade da chapa de vidro que se solidifica a medida que continua avançando. Após o recozimento (resfriamento controlado), o processo termina com o vidro apresentando superfícies polidas e paralelas.

Geralmente utilizados na construção civil, automóveis, eletrodomésticos, móveis e objetos de decoração, os vidros planos são considerados, hoje, dominantes na indústria vidreira mundial.



Figura. 8 – Vidro Plano

#### 4.2.8 Produtos do Vidro Plano

Vidros com Lâminas (Impressos): Os vidros com lâmina distinguem-se dos vidros planos em razão do seu método de manufatura, antes dos materiais que o contêm. Apesar disso esta é uma importante família a se considerar, envolvendo a modificação de uma ou ambas superfícies durante o processo de laminação, eles compreendem um grupo de vidros no qual a natureza da transparência é alterada: distorções na superfície alteram o padrão de transmissão da radiação por refração, e resulta em obscurações visuais. O desenvolvimento recente no desenho e manufatura de padrões abriram uma nova gama de produtos.

Vidro Natural: Este é um produto laminado com ou sem uma forma padrão, produzido pelo processo de laminação simples porque é opticamente plano, superfícies paralelas não são exigidas. O padrão, se existe um, aparece em uma superfície somente.

Vidros com lâminas convencionais incluem os seguintes produtos:

Vidro Ornamental: Esta categoria cobre o grupo de vidros desenhados para obscurecer tanto para efeito decorativo como para alta dispersão e redução do brilho ofuscante.

Vidro “Greenhouse”: Essa é uma forma mais precisa, com uma superfície especialmente desenhada para dispersar eventualmente a radiação solar.

Vidro Aramado: Esse usa métodos de laminação para implantar uma malha de arame no vidro para sustentá-lo junto no caso de quebra, por dano mecânico ou fogo. Pode ser natural ou polido. Tradicionalmente vidros aramados tem tido um lugar importante no projeto de edifícios, sendo um produto que foi cedo considerado conveniente para certos locais de risco.

Vidro em Perfil: A forma mais comum de perfil é produzida em “U”, que tem a vantagem de ser autoportante. Esses vidros são geralmente translúcidos, antes de transparentes, dando a natureza dispersiva da superfície criada durante a manufatura.

Todos os vidros citados acima podem ser claros ou tingidos.

Vidro Antigo: Essa família que compreende vidros fabricados pelos métodos de sopro, desenho ou outro qualquer, mantém vivo os velhos métodos de produção na arte de fazer vidros.

Vidro Anti Reflectivo: A reflexão da luz golpeando perpendicularmente a superfície do vidro é de cerca de quatro por cento, e essa aumenta à medida em que o ângulo torna-se oblíquo.

Vidros Temperados: Endurecido, ou temperado, é uma das duas maneiras geralmente usadas para melhorar a resistência do vidro, ao mesmo tempo alterando as suas características de quebra. Os termos diferem nas diferentes partes do mundo, mas uma distinção é geralmente feita entre o temperado (totalmente temperado) e o semi temperado. O temperado é necessário para dar uma força genuína ao produto; o semi temperado é usado para aumentar a resistência ao esforço térmico.

Vidros Laminados: Esses produtos estendem-se desde simples vidros de segurança até complexos sistemas multicamadas e na combinação de vidros e plásticos, constituem um grupo de vidros extremamente importante.

O princípio básico por trás do uso do vidro laminado é a combinação do vidro rígido e durável mas quebradiço, com as propriedades elásticas do plástico. A chave para o sucesso é a adesão, e a técnica de manufatura convencional envolve o uso de uma folha de polivinil butiral (PVB).

## 4.2.9 Tipos Comerciais de Vidro

PRINCIPAIS COMPONENTES EM PERCENTAGEM								
TIPOS	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	CaO	Na <sub>2</sub> O	B <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	MgO	PbO	OBSERVAÇÕES
Sílica Fundida	99							Dilatação térmica muito baixa e viscosidade muito alta.
96% de sílica (vycor)					4			Dilatação térmica muito baixa e viscosidade alta.
Pirex	81	2		4	12			Dilatação térmica baixa, alto ponto de amolecimento, boa resistência térmica.
Vasilhame	74	1	5	15		4		Fácil trabalhabilidade e grande durabilidade
Pratos	73	1	13	13				Alta durabilidade
Vidros de janela	72	1	10	14		2		Alta durabilidade
Bulbo de lâmpada	74	1	5	16		4		Fácil trabalhabilidade
Haste de lâmpada	55	1		12			32	Alta resistividade
Fibras	54	14	16		10	4		Baixo teor de alcalis, alta temperatura de amolecimento
Termômetros	73	6		10	10			Estabilidade dimensional

Figura 9 – Principais componentes do vidro em percentagem

## 4.2.10 Formas de Reaproveitamento do Vidro

### 4.2.10.1 Reciclagem

“O vidro é 100% reciclável porque sua composição não se altera durante o processo de fusão e não existe perda das suas características químicas ou mecânicas”, explica Sérgio Minerbo, presidente da União Brasileira de Vidros (UBV).

Uma das primeiras etapas no processo de reciclagem do vidro é sua separação por cores (âmbar, verde, translúcido e azul) e tipos (lisos, ondulados, vidros de janelas, de copos, etc). Esta separação é de extrema importância para a fabricação de novos objetos de vidro, pois garante suas características e qualidades.



Figura 10 – Vantagens da Reciclagem

### Problemas na Reciclagem

Os vidros com diferentes tratamentos, como espelhos, vidros coloridos, vidros com tratamento para proteção solar, blindados, laminados e aramados recebem uma porcentagem diferente de substâncias químicas o que pode ocasionar um produto final com uma característica diferente do produto idealizado. Sendo assim esses tipos não podem ser reciclados junto com o vidro branco limpo.

Existe também o problema do custo da reciclagem, a poluição ocasionada pelos carros de coleta e apelo a coleta seletiva que na maior parte do país não existe.

## Mercado para Reciclagem

O Brasil produz em média 980 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 seletiva. Em 2009, o setor faturou cerca de 1,5 bilhões de reais.

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.

### 4.2.11 Reaproveitamento por Processos com Vidro

Atualmente, os processos mais usados pelos artistas no Brasil são o fusing, o sopro em cana e o sopro em tocha (maçarico) – técnicas a quente –, além dos procedimentos a frio – mosaico e vitral. O que determina a escolha da técnica é o projeto que se tem em mãos. Para cada peça existe uma técnica específica. Atualmente, os processos mais usados pelos artistas no Brasil são o fusing, o sopro em cana e o sopro em tocha (maçarico) – técnicas a quente –, além dos procedimentos a frio – mosaico e vitral. Um dos processos preferidos pelos artistas é o fu-sing. Para trabalhar com ele, deve-se criar uma forma de qualquer material que tenha resistência maior que vidro, capaz de suportar mais de 900°, como aço, cerâmica, porcelana, entre outros.

#### Processo Fusing ou Vitrofundição

A técnica do fusing Fig.11, foi descoberta há mais de 1500 anos a.c. na fabricação de objetos de vidro. O fusing (vidro fundido ou glass fusing) consiste em juntar pedaços de vidro em sobreposições, colocando-os no forno, elevando-se a temperatura acima dos 800°C até o ponto de fusão para formar uma só peça.



Figura 11 – Processo Fusing ou Vitrofusão

### PROCESSO SOPRO EM CANA

No século II d.C., os romanos levaram a invenção do sopro Fig.12 (processo pelo qual se colhe uma bola de vidro na ponta de um tubo de aço - a cana - e, com a boca, sopra nesta bola até dar-lhe o formato desejado, a mão livre ou dentro de um molde de madeira ou ferro) a um refinamento comparável ao da ourivesaria e muitos desses vasos se encontram hoje em museus. Os bizantinos usaram-no realmente na ourivesaria, fazendo peças de vidro colorido ou decoradas com folhas douradas. Os merovíngios produziram taças sem pés e vãos funerários. Mais tarde, Veneza começou a produzir vidros e tornou-se o centro de vidraria no Ocidente.

Os primeiros registros da moldagem de frascos datam do ano de 1500 a.C., na Babilônia. A invenção da chamada Cana de Assopro, ocorrida na Síria por volta do ano 100 a.C. foi o avanço técnico decisivo na produção de frascos. Esse instrumento possibilitou a fabricação da maioria dos objetos de vidro e ainda encontra utilização nos dias de hoje.

Por volta desse mesmo período, 100 a.C., os romanos contribuíram muito para o desenvolvimento do vidro. Iniciaram a produção de vidro por sopro dentro de moldes prensados, aumentando em muito a possibilidade de fabricação em série das manufaturas (vasilhas simples e objetos requintados de arte). Eles foram os primeiros a inventar e usar o vidro para janelas.



Figura 12 – Processo sopra em cana

#### PROCESSO DE SOPRO EM TOCHA

Nessa técnica, o maçarico lança sua chama a fim de derreter o vidro em bastão – feito na técnica de sopra de cana –, permitindo que o material seja moldado. O calor de aproximadamente 1.500oC é o responsável pelo derretimento do vidro. Com a ajuda de pinça, alicate ou tesoura, cria-se a peça. O resfriamento, segundo ela, é cauteloso e feito em estufa para evitar choque térmico numa temperatura de mais ou menos 350oC. Apesar de ter tampa, a estufa permanece aberta para que se possa manipular a peça por aproximadamente seis horas. Objetos mais delicados, como bijuterias, puxadores, flores, incensários, acessórios para cortinas, bolsas etc., são feitos a partir dessa técnica. Fig.13



Figura 13 – Processo sopra em tocha com maçarico

#### 4.3 Estética

Estética é a tradução da palavra grega *aisthetiké*, que significa "conhecimento sensorial", "experiência sensível", "sensibilidade". Foi empregada pelo

primeira vez para referir-se às artes pelo alemão Baumgarten, por volta de 1750, portanto em plena modernidade.

Em seu estudo inicial, a estética se referia ao estudo das obras de arte enquanto criações da sensibilidade (isto é, das experiências dos cinco sentidos e dos sentimentos causados por elas), tendo como finalidade o belo. Pouco a pouco, substituiu a noção de arte poética e passou a designar toda investigação filosófica que tinha por objeto as artes ou uma arte. Do lado do artista e da obra, a estética busca compreender como se dá a realização da beleza; do lado do espectador e receptor, busca interpretar a reação à obra de arte sob a forma do juízo do gosto ou do bom gosto.

Como seu nome indica, a estética se ocupa preferencialmente com a expressão da sensibilidade e da fantasia do artista e com o sentimento produzido pela obra sobre o espectador ou receptor.

## História

Durante o período paleolítico com o homo sapiens, houve um grande desenvolvimento intelectual da linguagem e da expressão iniciando os primeiros vestígios da arte, assim dividindo-se em vários períodos. Com suas pinturas e desenhos, percebe-se que o homem começa a se importar com a sua imagem e seus significados. Contudo, é curioso observar que, durante este período, enquanto a sociedade humana vivia nas cavernas, em que a sua prioridade era, sem dúvida nenhuma, a sobrevivência, o poder do enfeite no rosto, ao mesmo tempo que se pintavam cenas diárias nas paredes, tinha uma enorme carga emocional, uma vez que através dessa pintura se dava a transformação do ser. O homem desta época demonstrou dedicar-se à contemplação da beleza e da estética e, como prova evidente temos as pinturas rupestres e as esculturas, assim como iniciou o uso de pinturas e de enfeites corporais, podendo-se afirmar tratar-se da primeira manifestação do gosto pela maquiagem, pela estética e pela beleza.

“Quando se tem a possibilidade de observar as estatuetas das Vênus pré-históricas, vemos a nítida preocupação em ressaltar as ancas, as nádegas, os seios e o ventre. Há descaso pela cabeça, pelo rosto e até pelos ombros. Isto se pode observar claramente com a Vênus de Lespugne, entre outras. De todas, porém, a mais obesa é a chamada Vênus de Willendorf, encontrada na Áustria. A monstruosidade de suas formas supera todos os padrões surrealistas modernos, mas como o conceito de beleza é muito relativo, talvez ela tenha sido uma espécie de protótipo paleolítico da Garota de Ipanema.” (CAVALCANTI, 1990)

Hoje com as descobertas da medicina, que nos apresenta os malefícios da obesidade, e dos remédios que permitem uma gama de tratamentos para muitas doenças que matavam os humanos naquela época, nos trazendo os benefícios da longevidade, para nós, atualmente, um corpo saudável é um corpo magro e jovem.

#### 4.3.1 Estética no Design

Para Löbach (2001, p.156), o processo de comunicação estética no design industrial é, em sua totalidade, tema de uma estética do design. Tal estética envolve processos variáveis, que não se limitam à descrição dos objetos estéticos, mas que devem considerar, além desta perspectiva, as relações entre as pessoas e os objetos.

Conforme Löbach (2001, p. 156-158), a “estética do objeto” se relaciona à maneira como os elementos estéticos do produto se mostram claros e perceptíveis aos sentidos do receptor, principalmente à visão. Ou seja, a “estética do objeto” refere-se à descrição das características visuais do produto, dando a este uma identidade própria e a possibilidade de expressar por meio da organização dos seus elementos configurativos suas especificidades funcionais.

No design de produtos a forma coerente e harmônica atrai olhares e curiosos. Segundo Norman (2008, p. 39) “objetos atraentes fazem as pessoas se sentirem bem, o que por sua vez faz com que pensem de maneira mais criativa”. Como isso faz com que alguma coisa se torne mais fácil de usar. Lobach (2001) define estética como significante de algo da percepção sensorial. Define como sendo a “ciência das aparências perceptíveis pelos sentidos (por exemplo, a estética do objeto), de sua percepção pelos homens (percepção estética) e sua importância para os homens como parte de um sistema sociocultural (estética de valor) “.

Já o dicionário da língua portuguesa define estética como a ciência do belo, a filosofia das belas-artes, bem como a harmonia das formas, seus contornos e coloridos, etc. A estética nos produtos industriais é considerada fator importante para agradar os olhos dos usuários.

#### 4.3.2 Função Estética

A estética para Löbach - e para a maior parte dos designers - não diz respeito à beleza de um produto, mas a capacidade de sensibilizar pelo menos um dos

sentidos humanos. Assim, os produtos devem ser projetados de forma que os elementos estéticos (cores, formas, texturas, sons, entre outros) se relacionem entre si de forma harmoniosa, e cumpram a função de atrair a atenção e seduzir os usuários.

A função estética é geralmente a primeira que estabelece alguma reação nos usuários, justamente por ser a menos mediada por conceitos e necessidades, a cor amarela em uma placa de sinalização de trânsito é percebida como cor antes de ser associada à ideia de advertência, as formas de um carro são vistas e avaliadas antes que se perceba as suas características técnicas, como potência ou consumo. Por isso a função estética é a mais intimamente relacionada ao design pelo público em geral, apesar de não ser a mais importante e nem a única função de um bom produto.

Sendo o design uma atividade projetual (VILLAS-BOAS, 1999), o designer—profissional da área—seria o responsável por projetar, dentre outras coisas, objetos. Considerando aqui, a beleza, uma característica essencial dos objetos, tanto do ponto de vista afetivo, nas relações homem-objeto, como do ponto de vista do mercado, então o designer deveria incluir, além de todas as outras características, a beleza em suas criações.

## 5 MATERIAL E MÉTODOS

Para o desenvolvimento deste trabalho realizou-se inicialmente um levantamento bibliográfico, junto aos principais acervos digitais e impressos para o melhor entendimento sobre o assunto.

Posteriormente foram recolhidos, em vidraçarias de São Luís, pedaços de vidro plano transparente de 5mm de espessura, que seriam descartados, pois sua utilidade dentro da empresa não seria mais possível. Foi notado o grande montante de placas de vidro paradas sem finalidade, fig. 14, por estar fora do padrão ou por estar com quebras e defeitos, ocupando um espaço nos galpões das empresas.



Fig.14 Resíduos de vidro sem utilidade na Indústria

Depois de recolhido, os resíduos de vidros, foram transportado até o laboratório de Cerâmica, na UFMA no prédio CCT, onde foram lavados, secos e separados em três tamanhos: inteiros, onde foram cortados em peças com diâmetro de aproximadamente 12cm, para se adequar melhor à fôrma; médios, onde foram quebrados em cacos e passados em equipamento vibrador de peneira ABNT nº4, com abertura de 4.76mm e pequeno, referente aos cacos em peneiras ABNT nº14 com abertura 1.4 mm Fig.15



Fig. 15 – Peneiras ABNT

As amostras foram submetidas à 3 temperaturas 800° C, 900° C e 1000° C, em forno específico para queima de cerâmicas Fig. 16, com 3 repetições cada teste e em fôrmas próprias de 12cm de diâmetro.



Fig. 16 – Forno de cerâmica

Com as amostras preparadas realizou-se as definições da vitrofusão de acordo com a figura 17.

### Gráfico de Temperatura x Tempo

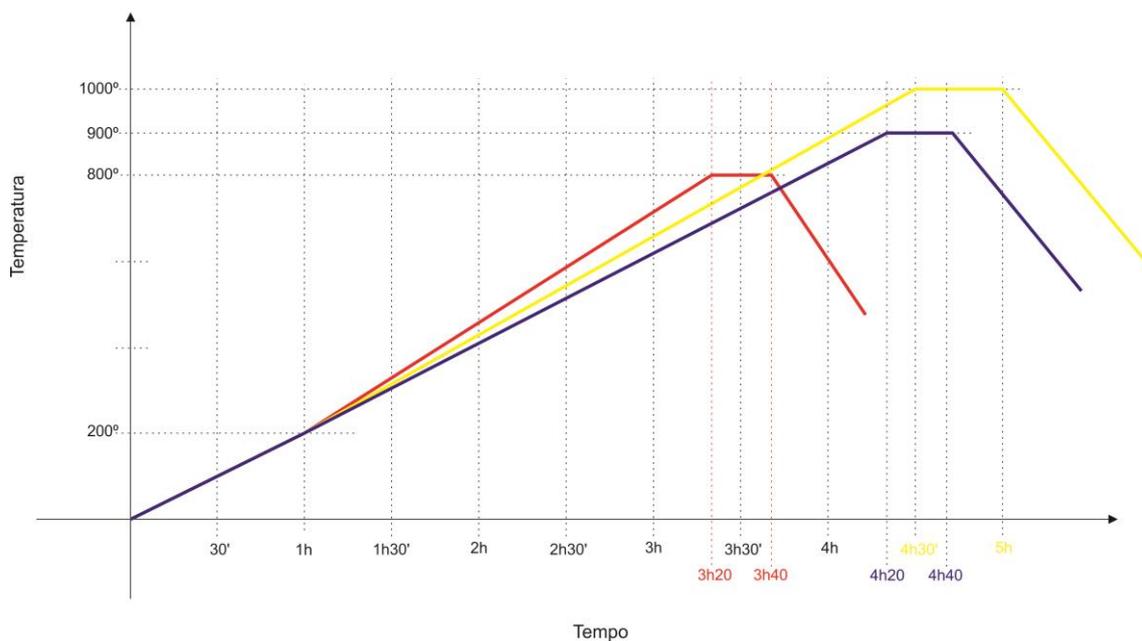


Figura 17– Gráfico de queima Temperatura x Tempo

Em uma segunda etapa de teste, foi usado uma telha de cerâmica para moldar o vidro. A telha foi pintada com caulim do lado convexo, assim foram feitos dois tipos de teste no mesmo molde, um colando, utilizando cola branca de madeira, uma camada de vidro e o segundo com duas camadas ambas utilizando os cacos com granulometria 4.76mm peneira nº4 ABNT, colocado no forno com temperatura de 800°.

Fig. 18



Fig. 18 – Telha com caulim, teste com 1 e 2 camadas

Em uma terceira etapa de teste, foi utilizado uma telha como molde, do lado côncavo, pintada com caulim, feita uma camada de vidro com granulometria de 4.76mm peneira nº4 ABNT, foi levado ao forno em temperatura de 1000°. Fig. 19



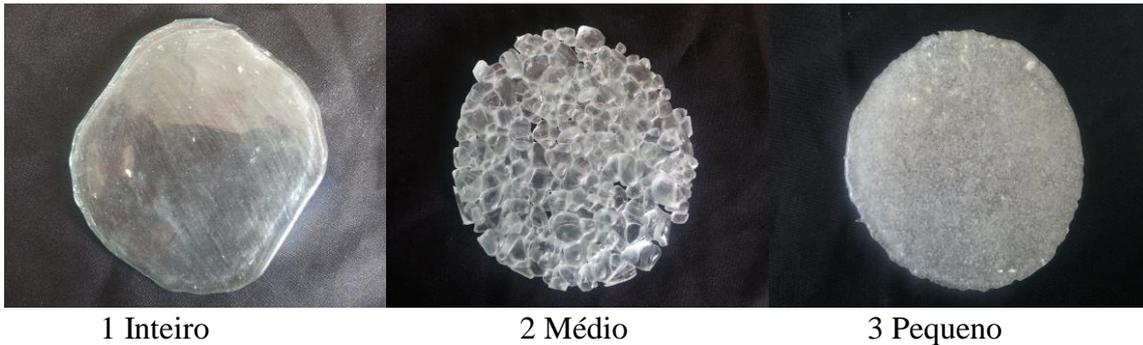
Fig. 19 – Telha com caulim, teste com 1 camadas

Este trabalho não realizou análise estatística ou mesmo testes técnicos para verificação de características físico mecânicas das peças, se tratou apenas de um ensaio para posteriores estudos científicos. Foi uma análise empírica e subjetiva, de carácter estético para aplicações em projetos de designers. Contudo, apresenta métodos claros e sistemáticos.

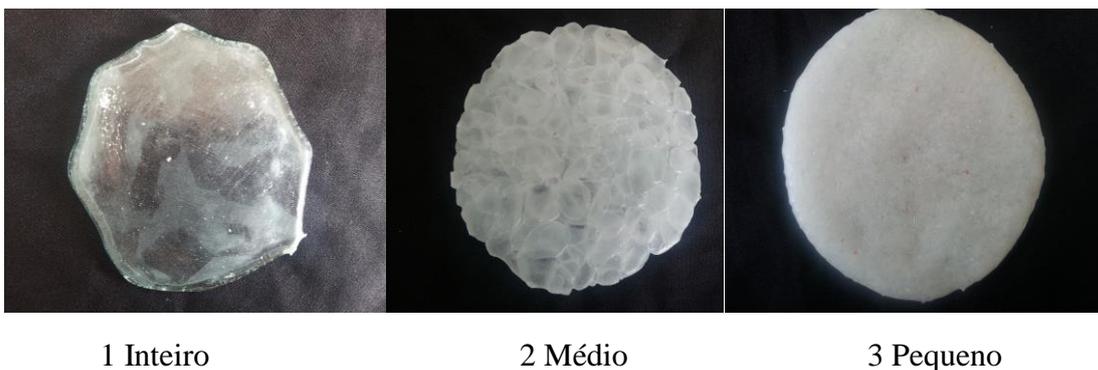
Para as análises das amostras utilizaram-se os parâmetros de transparência, brilho, textura e valor estética, classificados em uma escala de variação de 1 à 3, sendo 1 baixo, 2 médio e 3 alto Fig.20

### 5.1 Resultados e Discussão

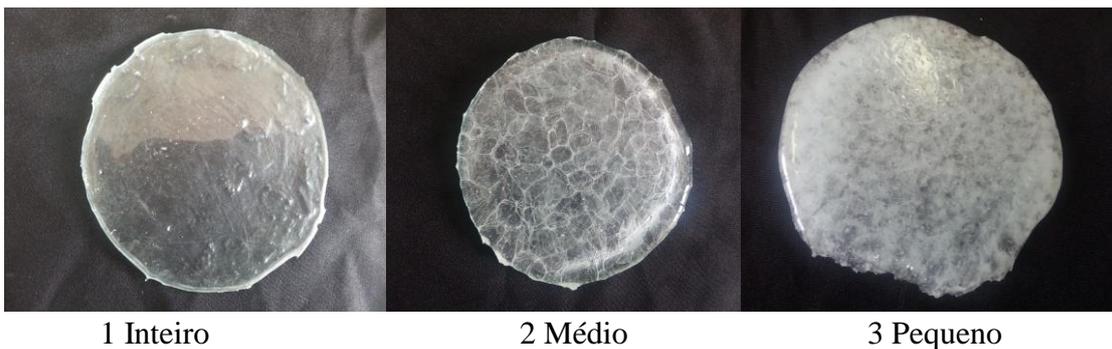
Para as temperaturas de 800°C: os resultados mostraram que as amostras inteiras, não apresentavam modificações significantes, pois se mantiveram transparentes e não se moldavam totalmente à forma. Nas peças com pedaços médios, observou-se que eles se conformavam às fôrmas e também apresentavam brilho e uma textura pelo derretimento, esteticamente atraente. Para as amostras de pedaços pequenos, observou-se a falta de brilho, mas a conformação à forma foi mais uniforme.



Para as temperaturas de 900°C: os resultados mostram que as amostras inteiras, ficaram com pouco brilho, transparente e se moldou razoavelmente. Nas peças com pedaços médios, observou-se que ficaram opacos, com boa moldagem e uma textura esteticamente atraente. Para as amostras de pedaços pequenos, observou-se que a peça ficou totalmente opaca, teve boa conformação e a textura não teve um efeito estético atraente.



Para as temperaturas de 1000°C: os resultados mostram que as amostras inteiras, se mantinham com superfície brilhosa, pouca aderência ao caulim, ótima conformação, sem efeito de superfície, Nas peças com tamanho médio, observou-se que ficaram brilhosos, com uma ótima moldagem, bastante transparência e um efeito de textura com manchas e esteticamente atrativos. Nas amostras de pequenos pedaços, observou-se uma superfície brilhosa, pouca transparência, ótima moldagem e uma textura rajada esteticamente atrativa.



Para o teste na telha em temperatura de 800°C com 1 camada e com 2 camadas de vidro: as amostras se mantiveram com superfície brilhosa, transparente, com textura e com uma estética bem atrativa. Ambas amostras não conformaram por completo separando pedaços próximo a borda da telha.



1 Camada

2 Camadas

1 Camada

Para o teste na telha em temperaturas de 1000°C: as amostras se mantiveram com superfície brilhosa, média transparência, ocorreu o derretimento total dos cacos não conformando ao molde, mas com efeito de textura esteticamente atrativo.



Resultado Teste em telha Côncava

## 6 CONCLUSÃO

O Aumento da produção das Industrias vidreiras vem causando paralelamente um aumento também dos resíduos de vidro despejados nos lixões, sendo esse, um resíduo de difícil degradação, uma das possibilidades para diminuir esse problema é a reutilização desses resíduos.

Foi percebido com os testes que existe a possibilidade de reaproveitamento dos resíduos de vidro plano, características como brilho, transparência, efeito de superfície sem acréscimo de nenhuma substancia, conformação e valor estético, foram estudadas, Fig. 21.

Com os testes feitos, foi concluído a possibilidade de aplicação desse material em produtos de design Fig.20, pois o vidro é totalmente reutilizável e não perde suas características físicas com esse processo e, até mesmo, acaba agregando valores estéticos a outros produtos. Para os testes foi usado o processo vitrofusão de derretimento do vidro, assim foi possível estabelecer as características e propriedades depois do processo,

A dificuldade encontrada neste trabalho fica por conta do difícil deslocamento dos resíduos até o local onde ele possa ser trabalhado, por ser um material perigoso, pesado e frágil, e do passo a passo da metodologia aplicada (limpar, secar, quebrar, peneirar e a demora do processo de forno).



Fig.20 Aplicação Ilustrativa do vidro em luminária de parede.

TABELA DE RESULTADOS DAS AMOSTRAS

AMOSTRAS	800°C					900°C					1000°C				
	Transparência	Brilho	Textura	Valor Estético	Valor Estético	Transparência	Brilho	Textura	Valor Estético	Valor Estético	Transparência	Brilho	Textura	Valor Estético	Valor Estético
INTEIRO	3	3	1	1	1	3	2	1	1	1	3	3	1	1	1
ABNT n°4 4.76mm	3	3	3	3	3	1	1	3	3	3	3	3	3	3	3
ABNT n°14 1.4mm	1	1	3	2	2	1	1	3	1	1	2	3	3	3	3
TELHA CONVEXA 1 CAMADA 2	3	3	3	3	3										
CAMADAS ABNT n°4 4.76mm															
TELHA CONCAVA 1 CAMADA ABNT n°4 4.76mm											2	3	2	3	1

Referência – 1 pouco; 2 médio; 3 muito  
Fig. 21 Tabela de Resultados das Amostras

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS AUTOMOTIVAS DE VIDRO. Reciclagem: Índice de reciclagem. Disponível em: <<http://www.abividro.org.br/index.php/28>> Acesso em: 05 set. 2014

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR-10.004: Resíduos Sólidos - Classificação. ABNT: Rio de Janeiro, 2004.

BAXTER, Mike. **Projeto de produto: guia prático para o design de novos produtos**. São Paulo: Editora Edgard Blücher Ltda, 2001.

BENISON, samuel. APROVEITAMENTO DE RESÍDUO DE VIDROS: Um estudo de caso preliminar sobre saúde e ambiente. 2011. 96 f. Dissertação (Mestrado em Saúde e Ambiente) – Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2014.

BLINDEX. Disponível em: < <http://www.blindex.com.br>>. Acesso em 16 nov. 2014

CAVALCANTI, J. E. **A década de 90 é dos resíduos sólidos**. Revista Saneamento Ambiental – nº 54, p. 16-24, nov./dez. 1998. Acesso em 05 set. 2014.

COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA A RECICLAGEM. Vidro: O mercado para reciclagem. Disponível em: <[http://www.cempre.org.br/ft\\_vidros.php](http://www.cempre.org.br/ft_vidros.php)>. Acesso em: 10 set. 2014.

ESTÉTICA: Disponível em: <https://4ed.cc/br/artigos/as-funcoes-pratica-estetica-e-simbolica-de-loebach> Acesso em em 02 dez. 2014

ESTÉTICA. Influenciando o usuário. Disponível em: <<http://design.blog.br/design-grafico>>, Acesso em 2 dez 2014.

GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM SÃO PAULO: DESAFIOS DA SUSTENTABILIDADE. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S010340142011000100010&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S010340142011000100010&script=sci_arttext)>. Acesso em: 12 nov. 2014.

PROCESSO DE PRODUÇÃO DO VIDRO, disponível em: <[mundoestranho.abril.com.br/ciencia/pergunta](http://mundoestranho.abril.com.br/ciencia/pergunta)>. Acesso: 05 de novembro de 2014.

RESÍDUOS: Disponível em < <http://www.trsolidos.com/2013/02/um-pouco-da-historia-no-brasil-e-no.html>> Acesso em: 20 nov.2014.

RESÍDUOS SÓLIDOS. Disponível em: <http://www.resol.com.br>>. Acesso em 04 dez 2014.

VIDRO: Disponível em:< <http://www.cebrace.com.br/v2/vidro>>. Acesso em: 12 nov. 2014.

## ANEXOS

Produtos obtido da técnica de Vitrofusão (Fusing)





