

Análise de luminária de resíduos vítreos com foco no *design* sustentável

Patricia Silva Azevedo¹
Luis Magno Viana dos Santos²
Denilson Moreira Santos³

Resumo

Este artigo trata do desenvolvimento de um produto por meio de técnicas de *design* para sustentabilidade, evidenciando a real possibilidade de aproveitamento de resíduos industriais, decorrente da alta produtividade e consumo. É notório que o descarte inadequado de resíduos sólidos provoca danos ambientais cada vez mais sérios. Com isso, cresce constantemente a necessidade pela busca de alternativas para o reaproveitamento desses resíduos, sobretudo o vidro, visto que esse material apresenta características propícias para seu reuso. Junto a isso, o interesse de reforçar a proposta da geração de produtos sustentáveis. Assim, este artigo relata o desenvolvimento de uma luminária decorativa, por meio da técnica de *fusing* e ferramenta Eco. Cathedra, e analisa parâmetros de sustentabilidade, identificando, através de porcentagem, as estratégias e suas especificações presentes no produto.

Palavras-chave: Vidro. Sustentabilidade. Luminária.

Abstract

This article deals with the development of a product through design techniques for sustainability, demonstrating the real possibility of use of industrial waste, due to the higher productivity and consumption. It is clear that the improper disposal of solid waste causes environmental damage increasingly serious. With this, it constantly grows the need for the search of alternatives for reusing this waste, particularly glass, since this material has showed favorable characteristics for its reuse. Besides that, the interest of enhancing the proposal of sustainable product generation. Thus, this article describes the development of a decorative lamp, through the fusing technique and Eco tool. Cathedra, and analyzes sustainability parameters, identifying, through percentage, the strategies and their present specifications on the product.

Keywords: Glass. Sustainability. Light fixture.

¹ Doutora em Recursos Florestais pela Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ/USP), São Paulo, SP, Brasil. Professora da Universidade Federal do Maranhão (UFMA), São Luís, MA, Brasil. E-mail: psazeved@hotmail.com

² Graduando em *Design* pela Universidade Federal do Maranhão (UFMA). E-mail: luismg_santos@yahoo.com.br

³ Doutor em Química pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP), São Paulo. Professor da Universidade Federal do Maranhão (UFMA). E-mail: denilson@ufma.br

1 Introdução

A preocupação com as relações entre o homem e o meio ambiente aumenta a cada década, o que promove constantes discussões e debates sobre os processos de melhoria de reaproveitamento ou reciclagem de resíduos. Tal preocupação foi enfatizada nos anos de 1970 com a água, em 1980 com o ar e, em 1990, com os resíduos sólidos (COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO, 1991).

O setor de vidraçaria é responsável por diversos impactos contra o meio ambiente, como a grande geração de resíduos sólidos, provenientes de diversos setores da sociedade, como hospitais, bares e restaurantes, hotéis, entre outros. A disposição irregular desses resíduos pode representar um problema de sobrecarga dos sistemas de limpeza públicas municipais e, até mesmo, um risco para as pessoas que os manipulam em lixões e aterros sanitários (PINTO, 2014).

O vidro não é biodegradável. Sua resistência é tão alta que se estima um período mínimo de 4.000 anos para um recipiente de vidro se desintegrar pela erosão e agentes químicos, já que não pode ser afetado por microrganismos por conta de sua composição. Isso o torna um grande problema ambiental, já que ao ser descartado, pode vir a ser acumulado de maneira excessiva em lixões e aterros sanitários, impossibilitando que a natureza o absorva (ECO-UNIFESP, 2014). Contudo, Lima *et al.* (2013) afirma que o vidro é 100% reciclável e possui as mesmas características do vidro produzido, a partir de matérias primas virgens. Não há perda de volume e nem qualidade no processo de reciclagem, sendo uma atividade lucrativa ou tendo também um forte caráter social. Os benefícios obtidos são enormes para a sociedade, para a economia do país e para a natureza.

Para o campo de atuação projetual e de pesquisa, essa questão vem a ser um fator de muita importância, pois a busca por alternativas que promovam o baixo impacto ambiental, pode ser o grande diferencial em um projeto de produto.

Bons exemplos de aproveitamento do vidro, por meio do *fusing*, podem ser vistos em diversos artigos de bijuterias, utilitários e principalmente de decoração, onde o valor agregado oriundo do *Design*, promove a abertura de novos mercados e valorização desse profissional inovador e criativo (PINTO, 2014).

Surge, então, a necessidade da adoção do *fusing* no reaproveitamento de vidro e desenvolvimento de produtos para evidenciar a eficiência da técnica na confecção de tais peças. Consequentemente, reforçar sua utilização no cenário de *Design* de produto, minimizando os danos ao meio ambiente, causados pelos resíduos vítreos.

Tendo isso em mente, aproveitou-se estudos anteriores sobre o processo de *fusing*, dando-os continuidade e efetuando sua aplicação na confecção de luminárias decorativas. Para chegar aos produtos finais, realizaram-se pesquisas e especificações do vidro, utilizando ensaios com amostras do material e, posteriormente, o desenvolvimento das luminárias, utilizando-se a metodologia projetual de Munari (1998). Com a luminária já montada, analisou-se, por meio da ferramenta Eco.Cathedra, as estratégias de sustentabilidade (minimização de recursos; escolha de recursos e processos de baixo impacto; otimização da vida dos produtos; extensão da vida dos materiais; facilitando a desmontagem) e suas especificações, presentes no produto. Os dados são apresentados em forma de porcentagem e organizados em tabela e em gráfico.

2 Vidro e o reaproveitamento

No cenário brasileiro, dados do Compromisso Empresarial para a Reciclagem (2015), sobre o resíduo sólido de vidro, mostram que, em 2009, foram produzidas em média 980 mil toneladas de embalagens de vidro por ano. Para tal, utilizou-se cerca de quarenta e cinco por cento (45%) desse total de matéria-prima reciclada, a partir de cacos, cuja reciclagem gerou um faturamento de 1,5 bilhões de reais. Assim, demonstra-se a lucratividade para o reaproveitamento

dos resíduos de vidro, principalmente, quando são inseridos métodos e técnicas de *Design* para a produção de novos produtos, utilizando, para isso, tecnologia produtiva de base local e intervenção criativa, aumentando-se o valor agregado.

Burdek (2005) afirma que cada objeto de *design* é o resultado de um processo de desenvolvimento, sendo esse processo uma atividade multidisciplinar e criativa que transforma a oportunidade de mercado e a inovação tecnológica em produtos de sucesso de forma rápida, eficiente e precisa.

O profissional de *Design*, que atua de forma criativa e inovadora, busca o equilíbrio para o desenvolvimento de produtos e seu ciclo de vida, atribuindo processos mais eficientes, objetos mais duráveis e reaproveitáveis e um descarte mais apropriado (MOZOTA, 2003).

Dentre os materiais utilizados em projetos de *Design*, temos o vidro. Esse material possui como elemento básico a sílica, fornecida pela areia, que corresponde a setenta e dois por cento (72%) de sua composição total, além de zero vírgula sete por cento (0,7%) de alumina, quatorze

por cento (14%) de sódio, nove por cento (9%) de cálcio, quatro por cento (4%) de magnésio e zero vírgula três por cento (0,3%) de potássio (FERNANDES, 1999). Assim, o *designer* faz uso das suas características físicas e químicas para trabalhar na reciclabilidade desse material, no qual tais características não são alteradas, quando reprocessadas.

3 Produtos sustentáveis

Recentemente, dois produtos (luminárias) obtiveram destaque internacional, tanto pelo *design* diferenciado como o apelo sustentável: a luminária Penta, desenvolvida por Anon Pairot, e a luminária Ani, de autoria dos arquitetos brasileiros Domingos Pascali e Sarkis Semerdjian.

Na Tailândia, em certas épocas do ano, os agricultores enfrentam uma oferta excessiva de mandioca, causando uma enorme quantidade de resíduos. Ao buscar uma solução para esse problema e uma utilização para todo esse material desperdiçado, o *designer* Anon Pairot criou a luminária Penta (figura 1), uma luminária de teto 100% reciclável.



Figura 1 – Luminária Penta
Fonte: Cunha (2015).

O processo de produção dessa luminária gera zero desperdício e possibilita que cada peça defeituosa possa ser reprocessada em uma nova luminária. Segue, assim, a tendência que cresce, cada vez mais, no mundo, em que projetos industriais seguem a concepção pelo reaproveitamento de matéria-prima, onde um produto foi projetado, desde o início, para que no final de sua vida útil possa ser reciclado ou decomposto de forma prática. Como exemplo desse material,

tem-se o bioplástico feito de mandioca, 100% reciclável, que não deixa resíduos químicos. Em condições adequadas, o material pode ser decomposto, naturalmente dentro de duas a três semanas (CUNHA, 2015).

A luminária Penta foi apresentada no *Maison & Objet 2015*, em Paris. No *iF Design Awards 2015*, os arquitetos brasileiros Domingos Pascali e Sarkis Semerdjian foram premiados com o projeto da luminária Ani (figura 2).



Figura 2 – Luminária Ani
Fonte: Smerdjian (2015).

Esse produto foi desenvolvido, visando à simplicidade estética e à sustentabilidade dos processos. A base da peça pode ser produzida com madeiras como freijó, sucupira e outras reutilizadas de produções artesanais. A haste removível de aço permite ajustar o foco de luz em cinco posições diferentes.

Sarkis Semerdjian (2015), explica o conceito sustentável da Luminária Ani:

Para criar a luminária Ani, nós nos inspiramos na simplicidade e eliminamos os excessos. Para nós, sustentabilidade é durabilidade. Então,

fomos atrás de uma peça que não tivesse uma complexidade de ferragens, com necessidade de substituição de peças caras, e que, com isso, pudesse ser atemporal. E também divertida de se ter, possibilitando criar peças diferentes.

4 Fusing

Uma das técnicas de reaproveitamento do vidro é o do *fusing*. Técnica descoberta há mais de 1500 a.C. utilizada na fabricação de objetos decorativos. A técnica de *fusing* (vidro fundido) consiste em juntar pedaços de vidro em

sobreposições, colocando-os ao forno sob temperatura acima de 800 °C, até o ponto de fusão, para a formação de uma só peça. Tais peças podem ser decorativas e/ou funcionais, definidas no desenvolvimento do projeto.

Fernandes (2004 *apud* Lima *et al.*, 2013, p. 4, grifos do autor) conceitua essa técnica:

[...] *fusing* consiste no processo de fusão de uma ou mais chapas de vidro acomodadas sobre um molde e fundidas, em média, a 800 °C. Essa técnica é muito utilizada em ateliês por artistas e artesãos. Além dos variados formatos, os produtos obtidos pelo *fusing* podem ter inúmeras variações, decorrentes do uso de chapas de vidro de diferentes espessuras, cores e acabamentos.

O *fusing* consiste em derreter peças de vidro em fornos de alta temperatura, aplicando-lhe forma, através de fôrmas de gesso ou, mais comumente, de cerâmica. Ao se elevar a temperatura do vidro a aproximadamente 790 °C, ele começa a ficar gelatinoso e, posteriormente líquido, conformando-se à fôrma que o contém, criando formas personalizadas aos objetos que podem servir como elementos decorativos e/ou utilitários. (VILLELA, 2007).

5 Design para a sustentabilidade

O interesse de pesquisas, com ferramentas de *Design* para a sustentabilidade, tem crescido nos últimos anos, principalmente focando o reaproveitamento de materiais, visando o seu aumento do ciclo de vida e agregando maior valor de mercado. 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. Esses resíduos, ao serem eliminados em depósitos de lixo comum, podem gerar um forte impacto ao meio ambiente, por ser um produto de difícil dispersão e grande volume. Assim, a importância em utilizar as ferramentas de *Design*, para propor soluções inovadoras, criativas e de alto valor mercadológico, pela estética e funcionalidade dos produtos.

Pensando nisso, se propõe o desenvolvimento de luminária, por meio da reutilização desses resíduos vítreos com a técnica de *fusing* e ferramentas de *Design* para sustentabilidade. Para apresentar possibilidades de aproveitamento desse material, agregando valor, minimizando o impacto ambiental e contribuindo diretamente para a preservação do meio ambiente. Foi preciso analisar, por meio da ferramenta Eco.Cathedra, os parâmetros de sustentabilidade para a luminária produzida com resíduos de vidro.

6 Materiais 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.

6.1 Local da coleta

No município de São Luis (MA), foram listadas e visitadas vidraçarias e houve recolhimento de pedaços de vidro que seriam descartados, pois sua utilidade estaria comprometida. Eles apresentavam avarias como trincas, riscos ou estavam fora do padrão para corte. Foram armazenados nas áreas de trabalho, comprometendo o fluxo de produção, portanto, considerados refugos.

6.2 Classificação das amostras

Depois de recolhidos os resíduos de vidro foram transportados até o laboratório de Cerâmica, na Universidade Federal do Maranhão, localizado no prédio das Ciências Exatas e Tecnologia (CCET), onde foram lavados e secos.

Após a secagem das peças de vidro, elas foram trituradas em triturador TVL-103 e seus fragmentos separados por peneiras de aberturas de dezesseis milímetros (16mm) (peneira ABNT n. 4.76) e de dez milímetros (10mm) (peneira ABNT n. 1.4), de acordo com experimento prévio, proposto por Pinto (2014), que avaliou a conformação do vidro em formas cerâmicas, a partir das peneiras apresentadas, onde obteve

resultados aceitáveis para a textura do vidro e transparência das peças.

6.3 Processo de conformação

Com as amostras classificadas e preparadas, foram confeccionadas formas em argila e submetidas à queima a 600°C. Posteriormente, aplicou-se caulim em toda a superfície da forma, para facilitar o desmolde das peças. Com as formas prontas, foram colocados os resíduos de vidro submetidos à temperatura de 1000°C para a sua conformação.

6.4 Desenvolvimento dos produtos de *Design*

A metodologia utilizada na confecção da luminária decorativa foi a de Munari (1998). Essa metodologia tem uma estrutura simples e permite uma visão geral do projeto, além de possuir uma linguagem clara. Ela propõe maior flexibilidade das etapas processuais, possibilitando constante ajuste da técnica com a inventividade no projeto. Referência clássica em metodologia para área do *Design*, Munari apresenta operações necessárias que obedece a estrutura a seguir (figura 3).

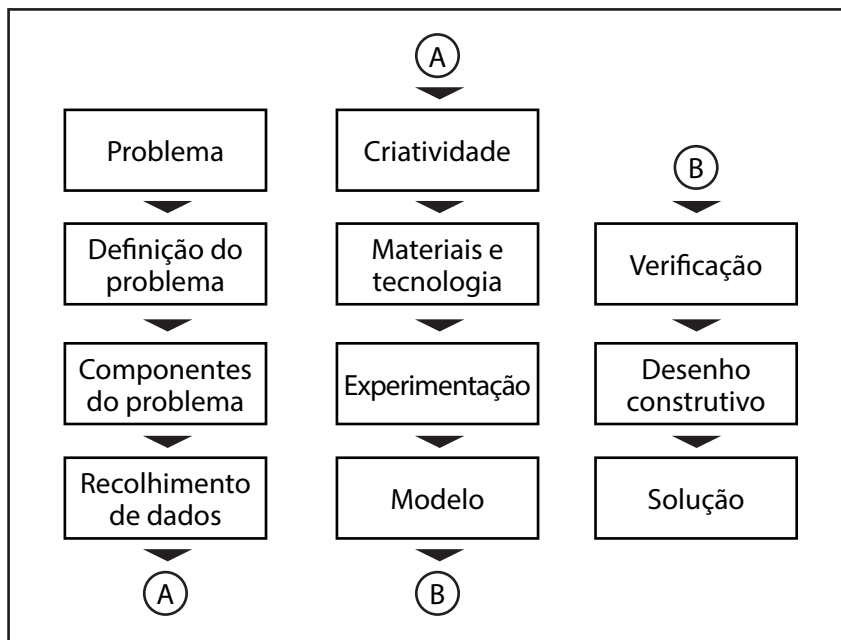


Figura 3 – Metodologia de Munari
Fonte: Munari (1998).

O problema estabelecido para o desenvolvimento da luminária partiu da necessidade de simplicidade. Assim, de uma unidade ou módulo, pòde-se formar sistemas complexos, ou seja, uma peça maior é formada, a partir da união de peças menores, por encaixe.

Escolheu-se utilizar uma peça em formato triangular. Dessa forma, seu desenho permitiu o encaixe preciso de peças iguais, para então, o produto pretendido ser montado (figura 4).

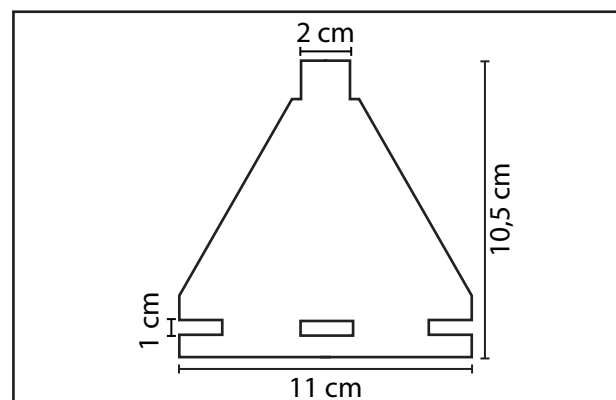


Figura 4 - Desenho desenvolvido para confecção das peças de vidro
Fonte: Os autores (2015).

6.5 Análise dos parâmetros de sustentabilidade

Para a análise dos parâmetros de sustentabilidade, utilizou-se o programa chamado Eco.Cathedra, desenvolvido pelo POLIMI (Politécnico de Milano), que classifica de forma macro as estratégias em: minimização de recursos; escolha de recursos e processos de baixo impacto; otimização da vida dos produtos; extensão da vida dos materiais e facilita a desmontagem.

Essas macroestratégias foram tabeladas no programa da Microsoft Excel 2010, expondo também suas especificidades correspondentes. Posteriormente, atribuiu-se o valor numérico um (1), na tabela de especificações das estratégias ambientais, que foram identificadas no processo de desenvolvimento da luminária e o valor zero (0), para as não encontradas, segundo exemplo para Minimização de Recursos (Apêndice 01).

Por meio de cálculo de média aritmética da frequência de valores um (1), para cada microestratégia, pôde-se identificar qual a macroestratégia correspondente que apresentou maior prioridade projetual. Após as análises, foi gerado, ao final, o gráfico de Radar por macroestratégias e seus valores percentuais.

7 Resultados

7.1 Análise de sustentabilidade da luminária

Dentre os resultados encontrados, noventa e dois por cento (92%) corresponde ao quesito “escolha por materiais e por processos de baixo impacto ambiental”, característica da utilização dos resíduos vítreos recuperados pelos processos, tanto de modularidade da forma para a confecção das peças, quanto pelo termo de modificação para moldagem e produção da luminária.

A luminária atingiu em suas especificações 100% no quesito “projetar a fidelidade” da estratégia de “otimização da vida dos produtos”, pois se buscou a máxima redução no número de partes e componentes do produto, visando simplificá-lo, além de primar por junções de

alta resistência, assim como a “facilidade de separar, antes da trituração” da estratégia de “facilitar a desmontagem”, pois a luminária é composta por elementos que podem ser identificados e retirados de forma célere e eficiente, tanto para substituição, como para reprocessamento. Com apenas doze peças presas com pontos de resina, para auxiliar na segurança das junções e pequenos quadros em madeira e acabamento com tinta branca à base de água, a luminária se apresenta na forma estética e um bocal para lâmpada LED (*Light Emitter Diode*) que é um componente semiconductor mais econômico que o uso da energia elétrica.

A análise (tabela 2) apresenta as macroestratégias e suas principais especificações encontradas no processo de desenvolvimento da luminária, organizadas em porcentagem. A partir da tabela 2 - na próxima página, é possível ter uma visão geral dos resultados encontrados, através de uma distribuição de dados de fácil compreensão.

O gráfico de radar aponta, com maior porcentagem, entre as macroestratégias, a “escolha por materiais e processos de baixo impacto ambiental”. Seu percentual é de setenta e um por cento (71%), visto que a utilização dos resíduos de vidro e o processo racional de conformação térmica das peças modulares torna a etapa mais ecoeficiente. Com quarenta e três por cento (43%) dos parâmetros encontrados na luminária, têm-se a “minimização de recursos” que se deu principalmente pelo planejamento do projeto. Racionalizou-se o uso de materiais, onde fosse realmente útil. Além disso, o processo de confecção considerou que deveria reduzir insumos, desde a pré-produção, até a sua distribuição, apresentando boa capacidade de transporte, armazenagem e facilidade na montagem para ser posta a uso coletivo.

Também, com quarenta e três por cento (43%), a estratégia de “otimização da vida do produto” que promove a maior durabilidade da luminária. A facilidade de recuperar e substituir peças intensificou o seu uso.

Tabela 1- Análise das estratégias e suas especificações presentes na luminária

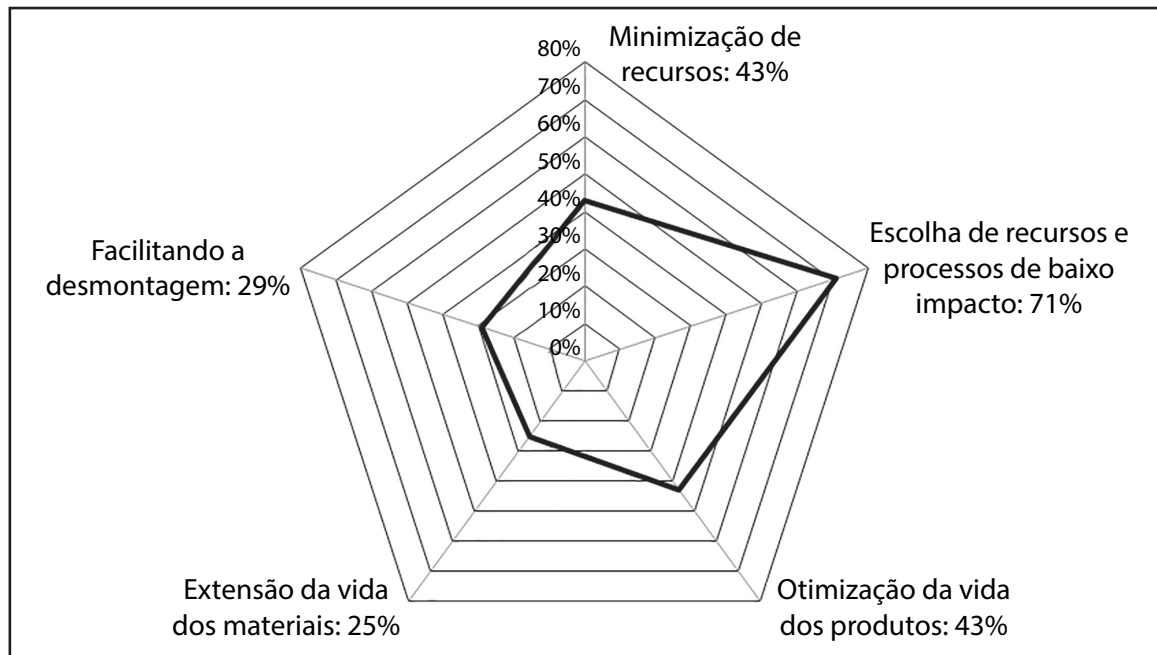
Macroestratégias	Especificações	%
Minimização de recursos	Minimizar o uso de recursos na pré-produção e produção	36%
	Minimizar recursos na distribuição	76%
	Minimizar o consumo de recursos durante o uso	21%
Escolha de recursos e processos de baixo impacto	Escolha dos materiais e dos processos de baixo impacto	92%
	Escolha de recursos energéticos de baixo impacto	50%
Otimização da vida dos produtos	Projetar a duração adequada	50%
	Projetar a fidelidade	100%
	Facilitar a atualização e a adaptabilidade	25%
	Facilitar a manutenção	28%
	Facilitar o reparo	50%
	Facilitar o reuso	57%
	Facilitar a refabricação	0%
Extensão da vida dos materiais	Intensificar o uso	33%
	Adotar a reciclagem de efeito cascata	0%
	Escolher materiais com tecnologias de reciclagens eficientes	33%
	Facilitar a recolha e o transporte, após o uso	0%
	Identificar os materiais	0%
	Minimizar o número de materiais incompatíveis entre si	40%
	Facilitar a limpeza	50%
Facilitar a compostagem	0%	
Facilitando a desmontagem	Facilitar a combustão e o incineramento	80%
	Minimizar e facilitar as operações para a desmontagem e sua separação	45%
	Usar sistemas com junções reversíveis	0%
	Usar sistemas de união permanente que se podem abrir facilmente	14%
	Prever tecnologias e formas especiais para a desmontagem destrutiva	12%
Usar materiais que possam ser facilmente separados, quando triturados	0%	
	Facilmente separados, antes da trituração dos materiais	100%

Fonte: Os autores (2016).

As porcentagens mais baixas ficaram para as estratégias de “facilitando a desmontagem”, com vinte e nove por cento (29%), que refere aos processos de separação dos componentes. A “extensão de vida dos materiais”, com vinte e cinco por cento (25%), onde os materiais empregados na luminária, em caso de incineramento, não devem produzir substâncias nocivas. É importante ressaltar que os materiais que dificultam a combustão podem ser facilmente separados dos demais que permitem uma queima fácil.

A luminária apresentou características de sustentabilidade nas cinco macroestratégias propostas pela ferramenta Eco. Cathedra, sendo a de maior frequência a de “escolha de recursos e processos de baixo impacto”, corroborando com a importância do uso de materiais considerados resíduos e reaproveitando-os de forma eficiente, dentro de um processo racional de produção, gera soluções viáveis, esteticamente e ambientalmente sustentáveis.

Gráfico 1- Macroestratégias e suas porcentagens, referentes à análise da luminária



Fonte: Os autores (2016).

7.2 Desenvolvimento da luminária

Na luminária desenvolvida, além do uso de materiais e processos de baixo impacto, apresenta ainda como características principais a modularidade e a flexibilidade para o tamanho

e tipo, pois, no primeiro caso, decorre da quantidade de módulos associados e, para os tipos, pode ser ajustada para ser pendente ou fixa (estilo abajur). A figura 5 apresenta o resultado da luminária para decoração tipo abajur.

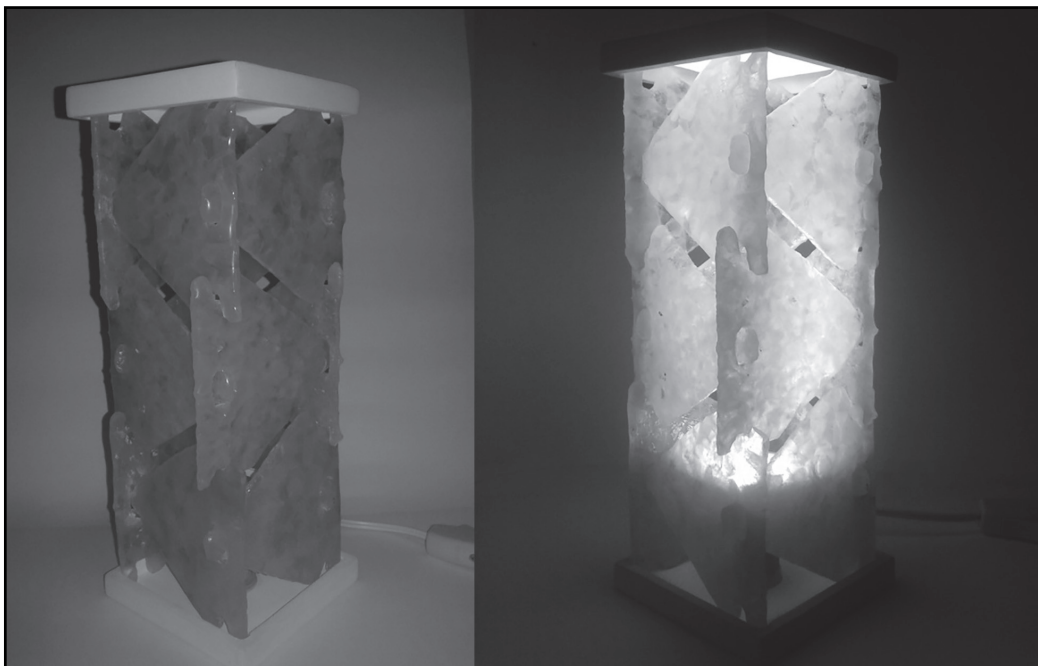


Figura 5 – Luminária desenvolvida
Fonte: Os autores (2016).

A luminária desenvolvida oferece uma textura singular nas peças de vidro, decorrente da associação dos seus pedaços triturados (cacos), que podem apresentar variações de acordo com as gramaturas utilizadas. Tais texturas causam efeitos diferenciados de iluminação, que podem ser combinados ainda com o tipo de lâmpada e a intensidade da luz e, para isso, sugere de LED (*Light Emitting Diode*), pelo baixo consumo de energia e o sistema de regulação de iluminação, os chamados “sistemas inteligentes”.

8 Conclusão

Diante do que foi exposto, percebeu-se que o uso de resíduos de vidro na produção da luminária trouxe consideráveis benefícios, tanto para o meio ambiente, como para o mercado.

O uso de ferramentas de sustentabilidade, para nortear as decisões projetuais de *design*, refletiu-se na análise das estratégias, onde a “escolha de recursos e processos de baixo impacto”, foi a mais frequente, o que vem a destacar a importância da escolha do material e dos processos para o adequado desenvolvimento de produtos ambientalmente corretos, assim como, mostra uma comprovação da existência de padrões sustentáveis, vindo a contribuir para elevação de seu valor agregado.

O *fusing* mostrou-se uma boa alternativa, uma vez que o vidro reaproveitado por esse processo apresenta as mesmas características de vidro novo, não há perda de material, durante processo, além de mostrar-se um meio de produção mais econômico que o convencional. Vale lembrar que a sustentabilidade é vista como valor agregado.

Essa prática é capaz de provocar uma reflexão e deflagrar a conscientização do uso sustentável dos recursos do planeta, vindo a motivar a reutilização de resíduos de vidro, acarretando na considerável redução de impactos ambientais.

É notória também a importância do *designer* no andamento desse processo, através de participação efetiva no desenvolvimento de produtos, levando em conta princípios que garantam

o mínimo possível de degradação ambiental, aliando esses princípios à busca pela inovação dos produtos e a satisfação de seus usuários.

Referências

BURDEK, B. E. **Design: história, teoria e prática do design de produto**. São Paulo: Edgard Blücher, 2005.

COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA A RECICLAGEM. 2015. Disponível em: <<http://www.cempre.org.br>>. Acesso em: 15 fev. 2015.

COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. **Nosso futuro comum**. 2. ed. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1991.

CUNHA, R. **Designer promove a sustentabilidade com luminária de bioplástico feito de resíduos de mandioca**. 2015. Disponível em: <<http://www.stylourbano.com.br/designer-promove-a-sustentabilidade-com-luminaria-de-bioplastico-feito-de-residuos-de-mandioca/>>. Acesso em: 20 mar. 2016.

ECO-UNIFESP. **Tempo de decomposição**. 2014. Disponível em: <http://dgi.unifesp.br/ecounifesp/index.php?option=com_content&view=article&id=16&Itemid=11>. Acesso em: 28 nov. 2014.

FERNANDES, M. H. V. **Introdução à ciência e tecnologia do vidro**. Lisboa: Universidade Aberta, 1999.

LIMA, N. M. O. *et al.* Reciclagem de embalagens de resíduos vítreos para confecção de artefatos de decoração. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL DE GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS, 3., 2013, São Paulo. **Anais...** São Paulo, 2013.

MOZOTA, B. B. **Design Management: using design to build brand value and corporate innovation**. New York: Allworth, 2003.

MUNARI, B. **Das coisas nascem coisas**. São Paulo: Martins Fontes, 1998.

PINTO, D. L. S. **Reutilização de resíduos de vidro: possibilidades de aplicação em produtos de design**. 2014. 50f. Monografia

(Bacharelado em Design) - Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2014.

SEMERDJIAN, S. **Luminária Ani recebe prêmio iF Gold Award 2015.** 2015. Disponível em: <<https://www.homify.com.br/projetos/70909/luminaria-ani-recebe-premio-if-gold-award-2015>>. Acesso em: 20 mar. 2016.

projetos/70909/luminaria-ani-recebe-premio-if-gold-award-2015>. Acesso em: 20 mar. 2016.

VILLELA, A. **Vidro:** propriedades do material e tecnologias de produção. Brasília: Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas, 2007. (Dossiê Técnico).

Apêndice 01 – Exemplo da macroestratégia de minimização de recursos e suas especificações

Minimização de Recursos	Minimizar o uso de recursos na pré produção e produção	Minimizar o conteúdo material de produto	Desmaterializar o produto ou algumas das suas partes	0
			Digitalizar o produto ou algumas das suas partes	0
			Miniaturizar	0
			Evitar os dimensionamentos excessivos	0
			Minimizar os valores das espessuras dos componentes	0
			Usar nervuras para enrijecer as estruturas	0
			Evitar componentes ou partes que não sejam estritamente funcionais	1
		Minimizar os refugos	Escolher os processos produtivos que minimizem os refugos de materiais	1
			Adotar sistemas de simulação para a otimização dos parâmetros dos processos de transformação	0
		Minimizar a energia na pré produção e na produção	Escolher os materiais com menor intensidade energética	0
			Escolher a tecnologia de processamento dos materiais com menor consumo energético	0
			Utilizar instrumentos e aparelhagem produtivas mais eficientes	0
			Utilizar o calor disperso de algum processo produtivo para o pré aquecimento de outros	0
			Utilizar sistemas de regulação flexível da velocidade dos elementos de funcionamento de bombas e de outros motores	0
			Utilizar sistemas de interrupção inteligentes das aparelhagens usadas	1
Escolher a dimensão e potência adequada para os motores	0			
Facilitar a manutenção dos motores	0			
Definir cuidadosamente os limites e tolerâncias	1			
Otimizar os volumes de compra dos estoques	0			
Otimizar os sistemas de controle de estoque	0			
Otimizar os sistemas e minimizar os pesos em todas as formas de transferência dos materiais e componentes	1			
Minimizar o consumo de recursos no desenvolvimento dos produtos	Utilizar sistemas eficientes de aquecimento, aeração e iluminação dos edifícios e galpões	0		
	Minimizar o consumo de materiais como papeis e embalagens	1		
	Utilizar instrumentos informáticos para o projeto, modelagem e protótipos	1		
	Utilizar instrumentos informáticos para arquivo, comunicação escrita e apresentações	1		
	Utilizar eficientes sistemas de aquecimento, ventilação e iluminação no local de trabalho	0		
Utilizar instrumentos de telecomunicações para a atividade a distância	0			

Minimização de Recursos	Minimizar recursos na distribuição	Minimizar embalagens	Evitar excesso de embalagens	1
			Utilizar material somente, onde for realmente útil	1
			Projetar a embalagem como parte integrada do produto	0
		Minimizar os consumos no transporte	Projetar produtos compactos com alta capacidade de transporte e de armazenagem	1
			Projetar produtos concentrados	1
			Projetar produtos montáveis no local de uso	1
	Minimizar o consumo de recursos durante o uso	Escolher sistemas mais eficientes	Tornar mais leves os produtos	1
			Otimizar a logística	0
			Projetar produtos de uso coletivo	1
			Projetar sistemas com consumo passivo de recursos	0
			Projetar sistemas de recuperação de energia e de materiais	0
			Projetar buscando a eficiência do consumo de recursos suficiente para o funcionamento do produto	1
			Projetar/ adotar sistemas de transmissão de energia de alta eficiência	0
			Adotar sistemas de transformação de energia de alto rendimento	0
			Utilizar materiais ou componentes técnicos altamente isolados	0
Minimizar sistemas a consumo flexível	Adotar sistemas a consumo flexível	Projetar sistemas com isolamento ou distribuição de recursos precisos	0	
		Minimizar o peso dos produtos que devem ser movidos	1	
		Facilitar o uso da economia de energias e de materiais	1	
		Fazer com que o estado de default seja o de menor consumo possível	1	
		Usar motores com maior eficiência	0	
		Usar suportes digitais reconfiguráveis	0	
Projetar sistemas com consumo variável de recursos para diferentes exigências de funcionamento	0			
Incorporar nos produtos mecanismos programáveis para desligar automaticamente	0			

Fonte: Os autores (2016).

