

## Laboratório de design: uso de compósito poliuretano de origem vegetal

Actas de Diseño (2012, Julio),  
Vol. 13, pp. 215-218. ISSN 1850-2032  
Fecha de recepción: marzo 2009  
Fecha de aceptación: febrero 2012  
Versión final: mayo 2012

Ana Karla Freire de Oliveira, Luciano Rosa Alonso  
Alvares y José Luiz Mendes Ripper (\*)

**Resumen:** La producción industrial es una de las causas de la escasez de los recursos naturales y viene conduciendo la sociedad en la búsqueda por materiales alternativos y no agresivos para el hombre y el medio ambiente. Entre estos materiales, los compuestos de poliméricos vegetal que es el asunto de este artículo, es un material ecológico y sensible de utilización por el diseño de productos.

**Palabras clave:** Diseño - Compuestos Vegetales - Resina - Medio Ambiente - Productos

[Resúmenes en inglés y portugués y currículum en p. 218]

### Produção industrial - Origem da preocupação com o meio ambiente

Nas últimas décadas o processo de degradação do meio ambiente e os movimentos ecológicos tornaram as questões ambientais algo bastante popular. A este processo de degradação, pode-se citar como causa maior o aumento da produção nas atividades industriais iniciadas a partir da Revolução Industrial e intensificadas na segunda metade do século XX. Iniciamos este artigo com um breve histórico a respeito dessa revolução, seu surgimento e as mudanças causadas no modo de viver da sociedade e no meio ambiente.

Em sentido restrito, a expressão “Revolução Industrial” aplica-se às transformações econômicas e técnicas ocorridas na Grã-Bretanha, no período que se estendeu do séc. XVIII ao XIX. Caracterizou-se pelo surgimento da grande indústria moderna nas Ilhas Britânicas. Em sentido amplo, podemos chamar de “Revolução Industrial” à fase do desenvolvimento industrial que corresponde à passagem do processo de produção artesanal, manufatura, para um processo mecanizado.

Como conseqüências gerais da Revolução Industrial podemos citar: urbanização rápida e intensa; industrialização dos meios de produção rurais; incremento do comércio interno e internacional; expansão e aperfeiçoamento dos meios de transporte; crescimento demográfico; e por fim, a mudança da produção artesanal para uma industrialização voltada para a produção de objetos em série. Novos produtos influíram nas necessidades de consumo. A revolução afetou em primeiro lugar a fabricação dos bens de consumo: tecidos, roupas, utensílios em geral e posteriormente utensílios derivados do petróleo. Na esfera social, o principal efeito da Revolução Industrial foi a transformação nas condições de vida.

Assim, quando a degradação ambiental causada pela produção industrial começou a apresentar graves conseqüências repercutindo na opinião pública mundial, surgem na década de 60, vários movimentos ecológicos preocupados com o estado do meio ambiente, relacionados a recursos naturais e poluição. As várias atividades industriais que utilizam processos produtivos e materiais que acabam comprometendo o equilíbrio do meio ambiente, tanto por

serem poluentes como por utilizarem recursos naturais não renováveis e que já começavam a apresentar níveis preocupantes de degradação, levando a sociedade a buscar soluções alternativas para este problema.

Dentre os materiais alternativos podemos citar o uso de fibras vegetais na confecção de compósitos diversos, desde os cimentícios até os poliméricos, sendo tais compósitos utilizados tanto na construção civil quanto na confecção de objetos industriais.

O compósito polimérico à base de resina de mamona e fibras vegetais se apresenta como um material ecológico e biodegradável, algo que vai ao encontro do que se postula em tantos tratados a respeito de desenvolvimento sustentável, sendo justamente, o foco deste artigo.

### A escolha de recursos e processos de baixo impacto - Relação com a atividade do Design Industrial

Segundo Manzini & Vezzoli (2005), o designer tem um papel relevante na escolha e aplicação dos materiais empregados em produtos de produção em série, mesmo sabendo que não vai estar envolvido com a origem ou com o fim destes materiais ao cessar o ciclo de vida dos produtos.

Na verdade é lógico que quanto menor o uso de materiais menor também será o impacto ambiental. Porém, as escolhas dos materiais devem ser feitas tomando-se por base o objetivo de minimizar os impactos ambientais, considerando-se para tanto, os processos de produção e de transformação dos materiais, sistemas de distribuição, uso, manutenção e eliminação dos produtos.

Oliveira (1997) nos fala que o movimento de design ecológico que emergiu nos anos 70 consistiu de várias contribuições interconectadas: vozes dissidentes dentro dos profissionais de design mais notavelmente Victor Papanek e Gui Bonsiepe.

Para Madge (1993), Papanek, em seu livro *Design para um Mundo Real: Ecologia Humana e Mudanças Sociais* – 1971, lança no mundo dos designers as discussões sobre a metodologia do consumeirismo, ciclo de vida plane-

jada, biônica, adequabilidade de produtos, reciclagem e principalmente, sobre a ética e a responsabilidade social do projetista. Gui Bonsiepe através de seus trabalhos e artigos, debate a questão da importância do Design feito nos países da periferia em oposição ao design para a periferia feito pelos países desenvolvidos.

Após estes autores entre outros terem revelado para o mundo novas idéias e ações a respeito do design relacionado com o meio ambiente, surge nos anos 90 termos como “Ecodesign” e conceitos como “Design Verde”, proporcionando uma visão menos alienada das indústrias em relação a sua participação no desenvolvimento mais limpo e comprometido com o meio ambiente.

No âmbito educacional, o ensino de Design foi consideravelmente influenciado pelos trabalhos de diversos autores. Foram discutidos vários conceitos em relação ao meio ambiente, a atividade do design e principalmente os métodos e processos produtivos tanto de artefatos quanto de moradias alternativas

### A atuação do LILD - PUC Rio no âmbito educacional e de pesquisa

O LILD –Laboratório de Investigação em Living Design– da PUC Rio de Janeiro, antigo LOTDP, que nas palavras de um de seus fundadores “Vem se colocando desde sua inauguração ao lado do meio ambiente e vem utilizando na sua pesquisa a contribuição de áreas como: geometria, geografia, biologia, antropologia, engenharia, arquitetura, comunicação, entre outras e metodologia própria do design”. Vem trabalhando com o som cada vez mais claro e ouvido por muitos que vivem abaixo da linha do Equador, um som do que ora parece um grito de apelo e ora uma ordem que transduzindo diz “me acudem, me acudem, ustedes que tambien son tierra”.

O LILD tem sua filosofia de trabalho galgada em técnicas que proporcione ao homem a busca de suas origens no que diz respeito ao uso de materiais locais e não agressivos ao meio ambiente, bem como o resgate da autonomia no construir.

Processos construtivos e materiais de baixo impacto, comprometidos com o meio ambiente, parte do que é conhecido por “Tecnologia Apropriada”, algo bastante difundido no Brasil através de órgãos de pesquisa, são tratados no laboratório de maneira a constituir objetos de arquitetura e engenharia e aqueles destinados a portadores de dificuldades motoras.

São trabalhados de formas diretas os vários materiais que a natureza proporciona prontos para o uso, sem maiores transformações, tais como: bambu, barro cru, fibras vegetais como a do sisal, coco, bananeira, entre outros. Estes materiais são processados sob diversas técnicas ali desenvolvidas visando o resgate da cultura e do saber buscando um menor impacto ambiental para o homem e meio ambiente.

Os objetos são estruturados por elementos auto-tensionados de bambu, geodésicas e vedados com barro cru na sua confecção, utilizam tecnologia apropriada ao meio rural e materiais acessíveis no local.

Ultimamente no LILD técnicas de laminação com poliuretanas biodegradáveis, oriunda de fontes vegetais

renováveis e ecológicas, tais como a resina de mamona e fibras de bambu, estão sendo implementadas.

### Compósito polimérico à base de óleo de mamona e fibras vegetais - Material de pesquisa do LILD PUC Rio para a obtenção de objetos de design

Sabe-se que alguns materiais como os polímeros oriundos de fontes petrolíferas apresentam emissões tóxicas ou danosas, devendo-se principalmente ao uso de uma série de aditivos, altamente nocivos ao homem, o que acarreta em um manuseio perigoso do material.

No entanto as resinas poliuretana podem ser derivadas tanto do petróleo como de fontes naturais (sic), e, neste caso, existem os chamados “biomonômeros”, que podem ser obtidos de fontes renováveis, como os óleos vegetais. Esses óleos derivam de um número variado de vegetais, tais como, soja, milho, girassol, canola, amendoim, oliva e mamona, entre outros (Petrovic, 1999).

Na década de 1940, as poliuretanas à base de óleo de mamona começaram a ser desenvolvidas, o óleo de mamona é extraído da semente da planta *Ricinus communis*, através da prensagem ou da extração por solvente, sendo encontrada em regiões tropicais e sub-tropicais de forma abundante no Brasil e apresentando-se na forma de um líquido viscoso (Vilarim, 2005).

As poliuretanas desenvolvidas à base de plantas estão sendo estudadas como matrizes na confecção de compósitos que utilizam como cargas de reforço fibras vegetais. Como exemplo destes compósitos, encontramos o que os engenheiros da Mitsubishi chamaram de “plástico verde”. O novo material utiliza uma resina à base de plantas, o succinato de polibutileno (PBS), combinado com fibras de bambu. A idéia por trás da pesquisa é a substituição de resinas à base de petróleo e madeiras nobres por materiais renováveis, feitos à base de plantas de rápido crescimento. O PBS, o principal componente do novo material, é uma resina de origem vegetal, composta principalmente de ácido succínico e 1,4-butanediol. O ácido succínico pode ser produzido a partir da fermentação do açúcar extraído da cana-de-açúcar ou do milho. A adição das fibras de bambu aumenta a rigidez do material. Segundo cálculos dos cientistas, o novo material representa uma redução de 50% na emissão de CO<sub>2</sub> em comparação com a fabricação do interior de automóveis à base de polipropileno, o polímero à base de petróleo mais utilizado. Em comparação com as madeiras tradicionais, a emissão de compostos orgânicos voláteis é reduzida em 85% (Revista Meio Ambiente, 2006).

Em comparação com as fibras sintéticas, as vegetais oferecem as seguintes vantagens: fonte abundante e de rápida renovação, baixo custo, baixa densidade, altas propriedades específicas, são menos abrasivas se comparadas às fibras de vidro, não-tóxicas e biodegradáveis. Como desvantagens podem ser citadas a baixa temperatura de processamento, limitada a aproximadamente 200°C. Para os compósitos com resinas termorrígidas, essa característica não é limitante, uma vez que a cura das resinas ocorre geralmente em temperaturas inferiores a 200°C, como é o caso da PU de mamona (Gassan, 1999).

As principais aplicações das fibras vegetais oriundas das não madeiras são as produções de fios, cordas, tecidos, mantas e artefatos de decoração. Porém, existem vários estudos que buscam o uso destas fibras em aplicações para a indústria da construção civil, entre outras, já que elas representam recursos naturais, renováveis e abundantes. Os materiais compósitos estruturais aparecem como um importante campo para a utilização dessas fibras, como material de reforço em matrizes poliméricas termorrígidas ou termoplásticas, em substituição às fibras sintéticas.

A associação de fibras vegetais com resinas derivadas de óleos vegetais origina uma classe especial de materiais chamada *oko-composite*, isto é, um compósito formado por materiais derivados de fontes renováveis. Se o polímero utilizado for biodegradável, tem-se o chamado *bio-composite* ou compósito biodegradável. Nesse caso, além de biodegradável, o polímero é, também, geralmente, derivado da biomassa (Schuh; Gayer, 1997).

A aplicação da biotecnologia industrial no processamento de matérias-primas naturais e renováveis possibilita o desenvolvimento e a produção de biopolímeros, que atualmente competem em termos de mercado com alguns polímeros tradicionais (plásticos baseados em combustíveis fósseis) por terem um apelo ecológico. O fato dos biopolímeros serem constituídos por materiais naturais dá-lhes uma vantagem significativa face à maioria dos plásticos, pela sua biodegradação e a baixa toxicidade. Existem hoje biopolímeros que superam o desempenho de alguns plásticos em termos de durabilidade, rigidez e resistência à radiação ultravioleta (UV).

Percebe-se por esses dados, a oportunidade de trabalhar com compósitos totalmente vegetais, não tóxicos ao homem e com possibilidades de utilização pelo design em vários fins, desde a confecção de artefatos até em elementos de construções arquitetônicas. Estes materiais podem passar por processos de processos de injeção e laminação, receber pigmentos, como os compósitos poliméricos usuais, combinando desta maneira as qualidades das fibras vegetais como a do bambu, com a versatilidade dos polímeros.

Neste sentido, atualmente o LILD vem desenvolvendo e testando cascas e membranas compósitas de poliuretanas com fibras celulósicas. São fibras de sisal, coco, bananeira, folhas e talos de palmeiras entre outras que, no processamento antes de serem organizadas por decantação, passam por um tratamento alcalino experimental que consiste na lavagem prévia das fibras em água corrente (visando a diminuição do PH), formando *mats* de tamanhos, espessuras e configurações que variam conforme as aplicações. Por exemplo, nas adaptações para portadores de dificuldades motoras os *mats* são palmares e configurados bem diferentes daqueles destinados a constituir elementos construtivos.

Para fins informativos a respeito da resina de mamona, a mesma é um material bi-componente (A + B), ou seja, são dois elementos a serem unidos, o poliál e o pré-polímero. Nos experimentos do LILD com esta resina, é utilizada a dosagem recomendada pelos fabricantes da mesma, ou seja, uma proporção de 1:1. Segundo José & Beraldo (2006), a partir do óleo de mamona torna-se possível sintetizar polióis e pré polímeros com diferentes características que, quando misturados, são origem a uma

poliuretana. Esta mistura poliál (à base de mamona) e pré-polímero, a frio, levam à reação de polimerização da mistura. Esta reação conduz à formação da poliuretana, podendo-se variar a porcentagem de poliál, que definirá maior ou menor dureza, bem como o emprego de catalisador adequado a fim de aumentar a velocidade da reação.

### Conclusões parciais

De acordo com as condições nas quais a pesquisa está sendo conduzida, e após uma observação dos resultados parciais, tornou-se possível concluir que:

Apesar de ainda ser necessária uma maior vivência com os materiais para que os mesmos possam ser utilizados como matéria-prima na confecção de objetos diversos, vislumbramos a viabilidades na utilização dos mesmos em detrimento aos materiais oriundos de fontes não renováveis como o petróleo.

Este artigo tem como objetivo maior, a exposição de um material ecológico que é razoavelmente recente para a comunidade científica.

A utilização de materiais ecológicos que possam ser utilizados na confecção de objetos de design considerando seu ciclo de vida desde o “berço ao túmulo” representa um dos grandes desafios do século XXI, que tende a se realizar tanto por questões éticas e de preocupação com a espécie humana quanto com o meio ambiente, nesse caso, as escolas de design precisam começar a enfrentar este desafio, pois seus alunos serão cobrados profissionalmente por isto.

O objetivo do LILD é desenvolver tecnologias que utilizem materiais não-convencionais buscando o desenvolvimento sustentável e ecologicamente correto. As informações técnicas necessárias para o desenvolvimento da pesquisa são coletadas junto às áreas já citadas anteriormente.

O Projeto para o Ambiente deve ser visto como uma ferramenta que incorpora considerações ambientais no projeto de produtos, processos. Seu objetivo é prevenir a poluição e minimizar o uso de reservas e energia, já que durante o desenvolvimento do produto é possível prevenir e, possivelmente, evitar vários dos impactos ambientais negativos dos produtos, ALMEIDA (2004).

### Referências Bibliográficas

- Manzini, Ezio. Carlo, Vezzoli. O desenvolvimento de Produtos Sustentáveis. 1. ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2005. 345 p.
- Oliveira, Alfredo Jefferson de. A importância da Inclusão dos Parâmetros Ambientais no Ensino de Graduação de Design. In: VI ENESD, 1997. Rio de Janeiro. Anais...Rio de Janeiro: ENESD, p. 133-144.
- Madge, Pauline. Design, Ecology, Technology: A Historiographical Review. In: Journal of Design History. Vol. 6, número 3. Inglaterra, 1993.
- Revista Meio Ambiente. Materiais polimérico vegetais. In: Revista Meio Ambiente. Vol. 4, número 5. Brasil, 2006.
- Vilarim, Rosana Silva. Compósito de Resina Poliuretano Derivada de Óleo de Mamona e Fibras Vegetais. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, curso de Engenharia de Materiais, 2003. 157 p.

José, Flávio J & Berald, Antonio L. Chapas prensadas de partículas de bambu e adesivo poliuretano à base de óleo de mamona. In: 10º Encontro Brasileiro em Madeiras e em Estruturas de Madeira - EBRAMEM, 2006. São Pedro. Anais...São Paulo: EBRAMEM.

Almeida, Cecilia M. V. B. Ecologia Industrial: Projeto para Meio Ambiente. Artigo digital. Acesso em: 24 de fevereiro de 2007. Disponível em: <http://www.ecologiaindustrial.br>. 2004.

Petrovic, Z.S. Thermosetting from vegetable oils. In: Annual Technical Conference, 57. 1999. New York. Proceedings...1CD Rom.

Schuh, T.; Gayer, U. Automotive application of natural fiber composite. In. LEÃO. São Paulo/USP. UNESP. 1997. p. 181-195.

**Abstract:** The industrial production is one of the reasons of the shortage of the natural resources and comes leading the company in the search for alternative and not aggressive materials for the man and the environment. Between these materials, the compounds of vegetable polymeric that is the matter of this article, is an ecological and sensitive material of utilization for the design of products.

**Key words:** Design - Vegetable Compounds - Resin - Environment - Products

**Resumo:** A produção industrial é uma das causas da escassez dos recursos naturais e vem conduzindo a sociedade na busca por materiais alternativos e não agressivos ao homem e ao meio ambiente. Dentre estes materiais, o compósito polimérico vegetal que é o assunto deste artigo, é um material ecológico e passível de utilização pelo design de produtos.

**Palavras chave:** Design - Compósitos Vegetais - Resina de Mamona - Meio Ambiente - Produtos

(\*) **Ana Karla Freire de Oliveira.** Doutoranda em Ciência dos Materiais / Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro - PUC RIO, **Luciano Rosa Alonso Álvares.** Mestrando em Design / Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro - PUC RIO, y **José Luiz Mendes Ripper.** Professor Livre Docente / Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro - PUC RIO.