

# **Luminárias Desenvolvidas a partir de Compósitos de Resina Poliéster e Resíduos de Pupunheira (*Bactris gasepaes* H.B.K.)**

## ***Lamps Developed from Composite and Polyester Waste Peach Palm (*Bactris gasepaes* H.B.K.)***

**Denise Abatti Kasper Silva**

Doutora em Química. UNIVILLE

**Thamara Cristina Brehm**

Mestre em Saúde e Meio Ambiente. UNIVILLE

### **Resumo**

Os princípios do ecodesign devem guiar o desenvolvimento de produtos que buscam reduzir os impactos ao meio ambiente. Os compósitos poliméricos reforçados com fibras naturais atendem esses princípios, pois, as fibras são provenientes de fonte renovável, de baixo custo, contribuem para diminuição de resíduos sólidos, são alternativa de renda, possuem capacidade de reciclagem e não oferecem riscos a saúde humana. Destaca-se aqui a fibra de resíduo de pupunheira, cujas propriedades mecânicas e de usabilidade alinhadas à qualidade estética do material permite desenvolver produtos na linha de móveis e decoração. Este trabalho buscou desenvolver luminárias utilizando compósitos reforçados com fibra de pupunheira como matéria prima que possua design diferenciado e atenda as diretrizes do ecodesign. Para isso aplicou-se as ferramentas do design e gerou-se dez alternativas. O resultado foi a confecção de duas luminárias que inovam nos aspectos formais e conceituais e contribuem para minimização dos impactos ao meio ambiente.

**PALAVRAS CHAVE:** fibras de pupunheira, resina poliéster, compósitos, ecodesign, luminárias

### **Abstract**

*The ecodesign principles should guide the development of products that seek to reduce the impacts to the environment. Polymer composites reinforced with natural fibers meet these principles, therefore, the fibers come from renewable sources, low cost, contribute to reducing solid waste, are an alternative income, are capable of recycling and not pose risks to human health. We highlight here the peach palm fiber waste, whose mechanical properties and usability aligned aesthetic quality of the material allowed to develop products in line of furniture and decoration. This study aimed to develop luminaires using composites reinforced with peach palm fiber as raw material that has different design and meets the guidelines of ecodesign. For this we applied the tools of design and generated are ten alternatives. The result was the construction of two light fixtures that innovate in the formal and conceptual aspects and contribute to minimizing environmental impacts.*

**KEYWORDS:** *peach palm fibers, polyester resin, composite, ecodesign, light fixtures*

## Introdução

A ideia de que os recursos naturais são infinitos e que estão disponíveis ao homem mostra-se equivocada, pois graves acidentes que comprometeram o meio ambiente e a saúde da população são efeitos dessa abordagem. Os problemas ambientais representam-se como: escassez dos recursos naturais, poluição do ar, solo e água, geração excessiva de resíduos sólidos, extinção de espécies, etc. Dentre os fatores que contribuem para esses problemas estão o crescimento populacional ilimitado, as buscas incessantes por desenvolvimento, o consumo excessivo, os limites da biosfera, entre outros.

O termo desenvolvimento sustentável está sendo discutido desde a década de 60 e surge como uma resposta aos problemas ambientais. Assim como em países desenvolvidos, o desenvolvimento sustentável deve ser visto como uma mudança de paradigmas. Os profissionais do design podem contribuir para a sustentabilidade aplicando a teoria do Ecodesign ao desenvolvimento de produtos.

Os princípios do Ecodesign consideram os impactos que o desenvolvimento de um produto pode causar ao meio ambiente desde o projeto do produto, seleção e utilização dos materiais, processos de fabricação, transporte, uso e descarte, buscando alternativas menos agressivas. Quando o designer opta pela utilização de matérias prima provenientes de fonte renovável no desenvolvimento de produto, está adotando uma das diretrizes do Ecodesign.

Os compósitos poliméricos reforçados com fibras naturais são materiais que viabilizam o desenvolvimento de produtos que buscam reduzir as agressões ao meio ambiente. Essa relação com a sustentabilidade se dá em virtude da presença da fibra vegetal no material, que favorece sua degradação no solo, após o descarte.

A abundância de fibras vegetais disponíveis na biodiversidade brasileira favorece a fabricação desses compósitos. Em Joinville - SC, na região do Quiriri a cultura das palmeiras real e pupunha estão em ascensão. Para este trabalho selecionou-se a fibra de pupunheira, pois: contribui para diminuição dos resíduos sólidos, pode tornar-se uma alternativa de renda para os pequenos produtores da região, são provenientes de fontes renováveis e compreendidas como importantes para o desenvolvimento sustentável, possui baixo custo, capacidade de reciclagem e não oferece riscos a saúde humana.

A aplicação de fibras de pupunheira em compósitos poliméricos é recente e se baseiam na aplicação de diferentes partes da pupunheira como reforço ou carga em compósitos tendo como matriz resinas termofixas principalmente a poliéster.

As propriedades registradas para esses compósitos alinhadas à qualidade estética do material permitiram desenvolver produtos na linha de decoração sendo que o início foi com uma

proposta de uma pia de lavabo e pretende-se expandir o número de alternativas de aplicação desses materiais.

Diante do retrospecto, o objetivo deste trabalho foi desenvolver luminárias com design diferenciado que utiliza como matéria prima um compósito de resina poliéster reforçado com fibra de pupunheira.

## **Revisão da Literatura**

A Terra não deve ser vista como um “capital natural” disponível para o uso humano. Os recursos naturais são finitos e a biosfera já está mostrando seus limites, exemplos para isso não faltam: aquecimento global, ruptura da camada de ozônio, desertificação, extinção da biodiversidade, escassez da água (MÉRICO, 2002).

Os estudiosos mais otimistas projetam situações ambientais catastróficas para os próximos anos. Salati *et al* (2006) alerta para alguns problemas ambientais que estarão em evidência nos próximos 15 - 25 anos: escassez dos recursos naturais, destinos dos resíduos sólidos industriais, poluição da atmosfera entre outros.

A vida nos padrões europeus necessitar-se-ia de dois planetas e meio para satisfazer as necessidades da população já nos padrões americanos seriam necessários cinco planetas (KAZAZIAN, 2005). Independente da área de atuação, todos podem colaborar com o meio ambiente, seja com atitudes pequenas ou de maiores proporções. Entretanto, as atividades do design devem ser uma ponte entre as necessidades humanas, a cultura e a ecologia (PAPANÉK, 1995).

Isso é um desafio para o designer, pois além da busca pela inovação e satisfação das necessidades dos usuários de produtos, questões voltadas aos cuidados com o meio ambiente também devem ser consideradas na criação de produtos. No entanto, esse conjunto de fatores também pode ser visto como uma oportunidade de inovação e inserção de novos conceitos de produtos ecologicamente corretos (PAPANÉK, 1995).

Os designers buscam unir os consumidores aos produtos de forma emocional, visto que a maioria dos produtos é adquirida pelos consumidores por impulso emocional. Entretanto, os designers conscientes estão cada vez mais adotando a filosofia do Ecodesign, relacionando design e ecologia como uma ferramenta esperançosa.

O desenvolvimento de um produto que respeita os princípios do ecodesign considera seu impacto no ambiente por meio da correta utilização e seleção dos materiais ou processos de fabricação, buscando facilitar sua desmontagem, reuso e reciclagem. Dentre as diretrizes do ecodesign destacam-se: a fabricação de produtos que sejam duráveis ao invés de descartáveis, produtos que poupem ao máximo os recursos naturais, utilizar materiais reciclados, minimizar o

peso de produtos, evitar dimensionamentos excessivos, utilizar matéria prima de fonte renovável, etc. (MANZINI e VEZZOLI, 2005).

A aplicação de fibras vegetais como reforço em compósitos poliméricos é uma alternativa, pois são oriundas de fontes renováveis, de baixo custo e importantes para o desenvolvimento sustentável (FARIAS, *et al.*, 2009).

Compósito é um material resultante da combinação de dois ou mais materiais distintos, de modo a alcançar propriedades e características superiores. Podem ser cerâmicos, metálicos ou poliméricos. Os compósitos poliméricos consistem de uma resina polimérica como matriz, e o reforço são usualmente fibras (ABMACO, 2010).

A função do reforço é fornecer resistência ao material, por exemplo, as barras de ferro numa viga de concreto. Quando o comprimento da fibra é muito pequeno ou em forma de pó, as fibras deixam de atuar como reforço e fazem o papel de carga (LEÃO 2007).

Os reforços para matriz polimérica geralmente são fibra de vidro, aramida ou fibra de carbono, dependendo da aplicação final (ABMACO, 2010). No entanto, explica Santos (2007), que a fibra de vidro, responsável por quase 90% dos reforços em resinas termofixas, gera resíduos sólidos de difícil reaproveitamento, considerados tóxicos as pessoas que entram em contato direto com esse material.

Dentre as características dos compósitos poliméricos destacam-se: baixo peso, resistência química e mecânica, resistência a intempéries, flexibilidade arquitetônica e durabilidade. Estas características permitem que o material seja utilizado como matéria prima em diversos segmentos de mercado, como: transporte automotivo, ferroviário, marítimo e aéreo, construção civil, eletro eletrônico, lazer, entre outros (ABMACO, 2010).

As fibras naturais são aquelas encontradas na natureza e utilizadas “in natura” ou após beneficiamento. Podem ser de origem animal, vegetal ou mineral. Embora a aplicação de fibras de origem natural em compósitos date de períodos remotos (por volta de 300 – 200 a.C.) registra-se, nas últimas duas décadas, um movimento mundial em aplicar essas fibras em matrizes poliméricas para o desenvolvimento de compósitos (SATYANARAYANA, 2007).

A aplicação desses compósitos, principalmente com fibras vegetais como reforço já está bem estabelecida e destaca-se em alguns setores como o de peças automotivas (SILVA *et al.*, 2009), de materiais para a construção civil, mobiliários, portas e janelas e para a indústria de embalagens rígidas (MOHANTY *et al.*, 2005).

Dentre os motivos para esse interesse estão: a origem, ou seja, de fontes consideradas renováveis; a necessidade econômica de buscar alternativas para fibras sintéticas (RAO, *et al.*, 2010) e a preocupação com a destinação dos resíduos pós-consumo, pois há problemas de disposição final em virtude do volume gerado, além de apresentar baixa biodegradação (SATYANARAYANA, 2007).

A origem dessas fibras está vinculada às áreas rurais provenientes, em sua maioria, de resíduos da agricultura, embora haja exemplos de cultivos de plantas com o objetivo de gerar fibras, como é o caso do Curauá e da Piaçava. De qualquer modo, o Brasil está na vanguarda em pesquisas com aplicação de fibras vegetais em compósitos poliméricos (SATYANARAYANA, 2007). Esse fato pode ser representado tanto pelo número de grupos que atuam com a aplicação de fibras de origem vegetal quanto pela variedade de espécies estudadas. Dentre essas destacam-se, o Curauá (*Ananas erectifolius*), Sisal (*Agave sisalana*), Juta (*Corchorus olitorius L.*), bagaço de cana de açúcar (*Saccharum officinarum L.*), Côco (*Cocos nucifera L.*), que são aplicadas com carga tanto em resinas termofixas quanto termoplásticas (MANO, *et al.*, 2010; SANTOS, *et al.*, 2009; AMICO, *et al.*, 2010; VIEIRA, *et al.*, 2009; CAVALCANTI, 2010; De CARVALHO, 2009; CORRADINI, 2009; ROSA, 2009).

O Brasil está entre os maiores produtores de palmito e destaca-se também como maior consumidor. O estado do Pará é o principal produtor, detendo 92,8% da produção nacional de palmito e o único município que se destaca nacionalmente fora do Pará é Blumenau em Santa Catarina. Na região de Joinville/SC de acordo com a Fundação Municipal de Desenvolvimento Rural 25 de Julho (FMDR), a agroindústria local caracteriza-se principalmente pela produção de banana e arroz, sendo que as culturas de palmeira real e pupunha estão em ascensão.

No entanto, o cultivo e a extração de palmitos geram grande quantidade de resíduos e apenas uma pequena parte da biomassa é comercializada na forma de palmito em conserva, a maior parte dela permanece no solo após a extração.

A utilização das fibras de pupunheira como reforço em compósitos especificamente não estão reportadas em literatura, exceto nos trabalhos desenvolvidos desde 2005 pelo grupo de Materiais Poliméricos da UNIVILLE e publicados a partir de então. Os estudos do grupo baseiam-se na aplicação de diferentes partes da pupunheira como carga em compósitos tendo como matriz a resina poliéster insaturada ortoftálica e também termoplásticos biodegradáveis como o poli (3-hidroxi-butirato-co-3-hidroxi-valerato) (PHBV) (BATISTA, *et al.*, 2010, FONTAN JR, 2010, FARIAS, *et al.*, 2009, SANTOS, *et al.*, 2007 e MIRANDA, *et al.*, 2007).

A proposta do grupo é gerar alternativas para agregar valor à fibra vegetal, de modo que possa ter um uso nobre e tornar-se outra fonte de renda para o produtor. Esse panorama mostra um segmento economicamente aquecido e que possui um papel importante socialmente, pois ao permitir a ampliação da renda familiar no campo reduz o êxodo rural e permite melhorar a qualidade de vida nas regiões de produção.

## **Metodologia**

Por meio da metodologia de projeto de produtos aplicaram-se algumas ferramentas que

subsidiaram o desenvolvimento dos produtos. Foram realizadas a análise diacrônica, análise sincrônica e pesquisa sobre o público alvo a fim de reunir informações necessárias para desenvolver as alternativas para as luminárias.

A análise diacrônica é uma coleção de material histórico que visa salientar a evolução e as transformações ocorridas por um determinado produto no transcurso do tempo. Essa análise mostrou que as luminárias sofreram modificações no transcorrer dos anos devido a aplicação de novos materiais e influências de estilos estéticos da época. No início do século XIX, os aparelhos ganharam formas orgânicas influenciadas pela tendência *art nouveau*, caracterizada pela forte presença de ornamentos. A partir de 1920 a *art déco* mostra-se presente pela geometrização das formas. Por volta de 1940 as luminárias apresentam um design mais simples e limpo. A tendência *pop art* trouxe formas arredondadas e cores ousadas nas décadas de 60 e 70, que foram substituídas pela funcionalidade e tecnologia característica dos anos 80 (Designboom, 2010)

Um pesquisa acerca dos produtos concorrentes evidenciou o estado da arte, organizou informações técnicas e salientou os pontos fortes e fracos de diversos produtos concorrentes. O público alvo foi investigado por meio de pesquisas bibliográficas e entrevista realizada com três vendedores de três diferentes lojas de iluminação da cidade de Joinville – SC. Os principais objetivos das entrevistas são: conhecer o universo do produto em questão, confirmar os estudos teóricos, definir o perfil do público alvo e levantar dados que irão orientar a geração de alternativas. O painel semântico (Figura 1) traça uma imagem do público alvo.



FIGURA 1 – Painel Semântico

Deste modo, definiu-se o público alvo, entendido como consumidor e usuário para o produto desenvolvido, como: adultos de ambos os sexos, com idade compreendida em 25 a 55 anos, com moradia própria, pertencentes a classe social B, que adquirem luminárias decorativas para compor salas de estar, buscam luminárias que ofereçam praticidade (limpeza e troca de lâmpadas), design *clean*, formas simples, preocupam-se com o meio ambiente buscando adquirir produtos que consumam menos energia (lâmpadas fluorescentes). A entrevista salientou ainda que essas pessoas equilibram o fator custo ao design, procurando produtos inovadores, porém não muito caros.

Uma lista de requisitos de projeto foi elaborada para orientar o processo criativo, salientando os itens mais importantes que o produto deve apresentar. Esses requisitos são: ambientalmente amigável/sustentável, de fácil limpeza e manutenção, formas simples, lâmpadas econômicas e design arrojado.

A metodologia utilizada para fabricação dos compósitos e confecção das luminárias está ilustrada no fluxograma da Figura 2.

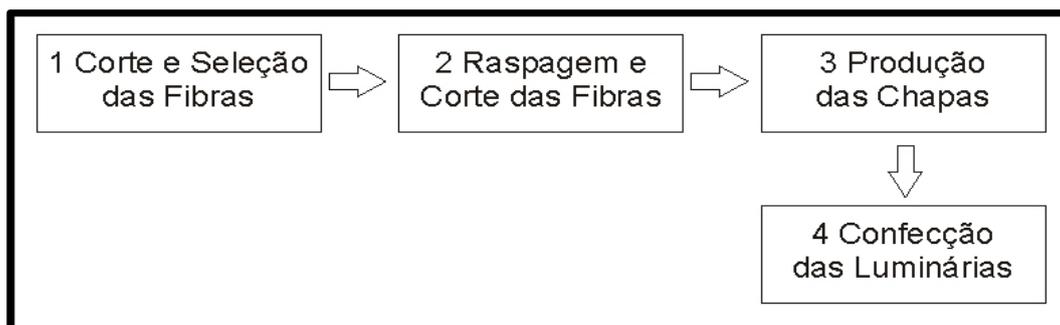


FIGURA 2 – Fluxograma da Metodologia

O local de coleta das fibras é uma propriedade particular, localizada na região do Quiriri (margens da SC-301), em Joinville – SC, pertencente a um agricultor que participa da cooperativa local de produção e envase de palmito em conserva. O processo de seleção das fibras ocorre após o corte das palmeiras e extração do palmito, são coletadas as folhas rejeitadas, essas são separadas e delas retiradas as nervuras centrais dos segmentos foliares.

As fibras passam por um processo de raspagem uma a uma que se faz necessária a fim de remover o tecido clorofilado e células parenquimáticas, ficando assim apenas a fibra longa da pupunha. A espessura da fibra varia ao longo do seu comprimento (comumente entre 0,3 a 3,0 mm), isto implicou na remoção da extremidade mais fina (inferior a 0,8 mm) de modo a reduzir esse intervalo e manter a mesma variação espessura do material caracterizado anteriormente por Santos, *et.al.*, (2008). A raspagem é manual feita com faca de serra fina sem ponta, tornando essa etapa muito lenta. O corte das fibras com comprimento de aproximadamente 25 mm foi feito manualmente com tesoura, um gabarito foi criado para facilitar o processo.

Os compósitos foram fabricados em forma de chapa, para isso dois moldes de vidro temperado foram confeccionados por uma vidraçaria terceirizada, o molde menor medindo 490 mm por 340 mm e outro maior medindo 600 mm por 600 mm, com altura de aproximadamente 50 mm, de acordo com os produtos que foram desenvolvidos. As laterais dos moldes foram unidas com adesivo à base de silicone.

De acordo com o tamanho das chapas a serem fabricadas é necessário fazer um cálculo para determinar a quantidade de fibra, resina poliéster e catalisador a serem utilizadas. Para determinar as quantidades corretas de cada componente foi utilizada a fórmula de densidade. Sabe-se que a densidade da resina poliéster é de 1,12 cm<sup>3</sup>, e os volumes dos moldes são conhecidos o que permite estimar a massa que deverá ser usada. A Figura 3 apresenta um exemplo do cálculo feito para fabricação de uma chapa cujo molde mede 49 cm x 34 cm x 4 cm de espessura.

Molde (49 mm X 34 mm X 4 mm) Volume Total: 666,40 cm <sup>3</sup>		
$d = \frac{m}{V}$	$1,12 = \frac{m}{666,40}$	$m = 746,37$
Sendo:		
10% fibra = 74,64 gramas de fibra		
90% resina = 671,73 gramas de resina		
1% catalizador = 7,4 gramas de catalizador		

FIGURA 3 – Cálculo da Quantidade de Material

As fibras foram submetidas a uma temperatura de 40°C em estufa durante 20 minutos para retirar a umidade. A perda foi em torno de 1%. Após a secagem e de acordo com os resultados obtidos nos cálculos, foi utilizada uma balança de precisão para determinar a quantidade de resina poliéster, catalisador e material vegetal necessário para fabricação das chapas. Na sequência e para facilitar a retirada das chapas do molde após a cura foi aplicada nos moldes de vidro cera de carnaúba, com auxílio de papel toalha, em camada fina e única. Após pesagem, a resina e o catalisador foram homogeneizados em recipientes plástico com espátula de metal com movimentos em forma de 8, as fibras foram adicionadas após 2 minutos de homogeneização, aproximadamente.

Em seguida, o material foi depositado no molde e espalhado para separar as fibras que tendem a se aglomerar. Essa etapa deve ser realizada rapidamente, pois o processo de cura já se inicia logo após adição do catalisador. A retirada das chapas dos moldes de vidro foi feita após 48 horas com auxílio de espátulas e martelo de borracha. Esse processo exige cuidado a fim de não trincar a chapa já reticulada.

Com as chapas de compósitos prontos, as luminárias foram confeccionadas. Para esse fim, as chapas foram cortadas no formato final em que serão aplicadas aos produtos, para tanto foi utilizada serra fita e o corte foi feito manualmente. Para unir o material foi utilizado um adesivo à base de silicone transparente e a furação foi realizada com furadeira portátil.

A confecção da luminária de mesa se deu nas seguintes etapas: união das chapas para montagem da cúpula, corte dos tubos metálicos para sustentação da cúpula e porta objetos, união dos tubos metálicos na base, instalação do sistema elétrico e colocação da lâmpada. Para montagem da luminária de teto foram feitos as furações, colocação das lâmpadas e fixação (por meio de parafusos) da chapa na estrutura.

## Resultados e Discussão

O objetivo da conceituação introduzida ao trabalho é produzir princípios de projeto para o novo produto. A escolha das palavras-chave utilizadas para conceituar os produtos propostos ocorreu após a realização das análises descritas anteriormente. Portanto, os conceitos incorporados às luminárias são: ecodesign, simplicidade e rusticidade.

O conceito de **ecodesign** incorporado a luminária vem com o objetivo de mostrar que o projeto desse produto preocupou-se com a estética e com o meio ambiente, buscando desenvolver um produto inovador e ecologicamente correto, além de facilitar a introdução da luminária no mercado.

A palavra **simplicidade** está ligada ao conceito do ecodesign, pois produtos desenvolvidos sustentavelmente possuem linhas simples que evitam ornamentos, dimensionamentos e formas desnecessárias, além de expressar o estilo de vida do público alvo.

A **rusticidade** que a luminária apresenta visualmente busca resgatar valores de uma vida simples. O objetivo da introdução desse conceito ao produto é transmitir ao consumidor uma ideia de que não se precisa de “muito” para viver bem e que a natureza tem muito mais a oferecer do que as futilidades da vida moderna. A Figura 4 apresenta um painel semântico dos conceitos atribuídos à luminária.



FIGURA 4 – Painel Semântico dos Conceitos

As imagens relacionadas ao ecodesign apresentam a mata preservada transmitindo os cuidados com o meio ambiente, produto (skate) cujo material é proveniente de fontes de matéria prima renovável, a balança que simboliza o equilíbrio entre a ecologia e a economia e a mão que segurando uma pequena planta que expressa o desenvolvimento sustentável e a responsabilidade do homem para com a natureza. As imagens que ilustram o conceito de simplicidade mostram atividades simples, como caminhar ao ar livre, formas sustentáveis de trabalho, como pesca artesanal e um clipe de papel, produto extremamente simples e muito funcional. A três últimas imagens buscam expressar o conceito de rusticidade, a casa simples a beira mar, o chapéu de palha e um banco de madeira maciça.

A geração de alternativas para as luminárias consiste em agregar ao produto os requisitos adquiridos por meio de pesquisas, entrevistas e análises. Foram geradas dez alternativas entre luminárias de teto (pendente) e de mesa. Os projetos das luminárias foram desenvolvidos em software 3D (Rhinceros).

As alternativas foram submetidas a matriz de seleção apresentada no Quadro 1 que é uma ferramenta que auxilia na escolha pela alternativa final. As luminárias devem atender satisfatoriamente os requisitos de projeto. Os critérios de avaliação são aspectos que analisam se a alternativa atende ou não o requisito proposto. Assim foram atribuídas notas de 0 a 2, onde 0 =

não atende, 1 = atende parcialmente e 2 = atende.

X		Critérios de Avaliação						X
<b>Alternativas</b>		Uso de compósitos de resina poliéster reforçados com fibra de pupunheira como matéria prima	Ambientalmente amigável/sustentável	Fácil de Limpar/Manutenção	Formas simples/design clean	Lâmpadas Econômicas	Design Inovador/unção decorativa	<b>TOTAL</b>
1		2	2	1	1	2	2	10
2		2	2	1	1	2	2	10
3		2	2	1	2	2	1	10
4		2	2	2	2	2	2	12
5		2	2	2	2	2	1	11
6		2	2	2	2	2	2	12
7		2	2	1	2	2	1	10
8		2	2	2	2	2	1	11

9		2	2	1	1	2	2	10
10		2	2	2	2	2	1	11

QUADRO 1 – Matriz de Seleção

Na matriz de seleção as alternativas 4 e 6 apresentaram melhor pontuação, no entanto, algumas melhorias precisaram ser feitas para atender plenamente os requisitos de projeto, otimizar o processo de fabricação, facilitar o uso e melhorar o design.

Para a alternativa 4, um pendente, o sistema de fixação no teto foi modificado por uma por uma estrutura mais leve e flexível e o design da chapa fabricada com resina e fibra de pupunheira ficou mais robusta (Figura 5) e com dimensões maiores para facilitar a colocação dos parafusos e aproveitar melhor a chapa que possui 600X600 mm.



FIGURA 5 – Luminária de Teto

As melhorias na alternativa 6 são apresentadas na Figura 6 e consistem em um aumento na altura da cúpula para esconder o sistema elétrico e a lâmpada. A diminuição da altura do tubo

metálico que sustenta a cúpula proporciona maior estabilidade à luminária e a nova base menor e mais leve segue as diretrizes do ecodesign.



FIGURA 6 – Luminária de Mesa

As Figuras 7 e 8 apresentam fotografias das luminárias confeccionadas a partir de compósitos de resina poliéster e resíduos de pupunheira.



FIGURA 7 – Fotografia da Luminária de Teto

FIGURA 8 – Fotografia da Luminária de Mesa

O modelo de mesa necessita de uma lâmpada fluorescente e possui porta objetos. A base e a cúpula foram confeccionadas com as chapas fabricadas a partir dos compósitos. As limitações do material possibilitaram a criação da cúpula em formas retas e a base em forma orgânica. Ao analisar os riscos à saúde humana e ao meio ambiente para todas as etapas



envolvidas na geração desses produtos foi possível constatar que:

- A etapa de preparação das fibras é lenta e artesanal, o desenvolvimento de um gabarito facilitou o trabalho de corte. Ao pensar na produção em maior escala seria interessante o desenvolvimento de um equipamento fizesse o processo de raspagem e corte das fibras. O risco à saúde limita-se a um possível acidente com a faca de raspagem quanto ao ambiente não foi identificado qualquer risco uma vez que os resíduos gerados é proveniente de processo mecânico e ao considerar que o material é vegetal há possibilidade de reincorporação ao solo.
- Durante a produção das chapas foi possível observar que o processo de fabricação é simples, pois ocorre a mistura direta da matriz e das fibras (carga) sendo vertida no molde em seguida. Entretanto nessa etapa, há risco à saúde do indivíduo em virtude da resina ser diluída em monômero de estireno o qual pode penetrar no organismo por inalação, ingestão, contato com a pele e olhos. Tanto o líquido como o vapor é irritante para os olhos, nariz, garganta e pele (FISPQ, web, 2012). Por isso, a produção das chapas deve ocorrer em câmara de exaustão ou com a pessoa usando conjunto de EPI e em ambiente bem arejado.
- Ainda durante a fabricação das chapas, merece destaque o fato que alguns fabricantes recomendarem a utilização de 2% de catalisador para reticulação da resina, essa porcentagem não pode ser utilizada quando se acrescenta a fibra de pupunheira ao compósito, pois a fibra queima devido a cura muito rápida. Foram fabricadas chapas relativamente grandes, e essas podem empenar durante a reticulação, no entanto, recomenda-se não colocar pesos para prensar a chapa, pois se corre o risco de a chapa grudar no molde de vidro dificultando e até impossibilitando a retirada da chapa do molde de vidro.
- Na etapa de confecção das luminárias observou-se que os riscos a saúde consistem em possíveis acidentes na manipulação de ferramentas de corte (serra fita) e furação (furadeira portátil). Quanto ao meio ambiente não foi identificado qualquer risco.
- Por ser um compósito à base de resina termofixa esse apresenta características de produto durável. Entretanto, caso seja descartado, acredita-se que em virtude da presença das fibras vegetais esse venha a se decompor mais rapidamente que aqueles em mesma matriz e com fibras sintéticas.

## **Conclusão**

Neste trabalho foram desenvolvidas duas luminárias, uma pendular e uma de mesa, as características de usabilidade do material permitiram mesclar formas orgânicas, planas e retas no projeto das luminárias. Esses produtos atendem os objetivos de design inovador caracterizado pelos aspectos formais, conceituais e visuais explorado pelo efeito das fibras dispostas aleatoriamente na matriz aliada a coloração da amarelada da resina.

A matéria prima utilizada foi compósito de resina poliéster reforçado com fibra de pupunheira. A utilização desse material, proveniente de fonte renovável, mais leve, que possui baixo custo, é durável e de fácil reaproveitamento incorporou ao trabalho os princípios do ecodesign. As luminárias contribuíram para minimização dos impactos ao meio ambiente por serem fáceis de desmontar, reciclar e evitarem qualquer tipo de poluição.

Este foi o primeiro estudo de produto desenvolvido explorando o efeito da distribuição aleatória das fibras de pupunheira na matriz poliéster, é importante destacar que essa forma de distribuição oferece uma boa qualidade estética e facilita a fabricação dos compósitos.

A fabricação de chapas quadradas de grandes dimensões dificulta a retirada dos compósitos do molde de vidro, facilita o surgimento de trincas e exige maior experiência prática. As chapas retangulares mostraram-se menos sucessíveis a empenamento.

Resinas poliéster envasadas em embalagens diferentes, porém do mesmo fabricante, apresentaram diferença na coloração e translucidez. As fibras tendem a se aglomerar e flutuar pela diferença da densidade entre a fibra e resina, portanto a fabricação de chapas com espessura superior que 5 mm apresentarão as fibras aglomeradas na parte superior da chapa.

Como contribuição para futuros trabalhos que utilizem fibras aleatórias podem ser desenvolvidos produtos na área mobiliários, decoração e aplicação em produtos diversos podendo explorar a iluminação para destacar a qualidade estética do material.

## Referências

ABMACO – Associação Brasileira de Compósitos. **Compósitos**. Disponível em: <<http://www.abmaco.org.br>> Acesso em: 03 agosto 2009.

AMICO, S.C. ; ANGRIZANI, C.C. ; DRUMMOND, M.L. Influence of the Stacking Sequence on the Mechanical Properties of Glass/Sisal Hybrid Composites. **Journal of Reinforced Plastics and Composites (Print)**, v. 29, p. 179-189, 2010.

BATISTA, K.C.; SILVA, D.A.K. ; COELHO, L.A.F.; PEZZIN, S.H.; PEZZIN, A.P.T. . Soil biodegradation of PHBV/peach palm particles biocomposites. **Journal of Polymers and the Environment**, 2010.

CAVALCANTI, W. S. ; LIMA, A G B ; CARVALHO, L. H. Sorção de água em compósitos de poliéster insaturado reforçados com tecidos de juta e juta/vidro: Modelagem, simulação e experimentação. **Polímeros (São Carlos. Impresso)**, v. 20, p. 78-83, 2010.

CORRADINI, E ; IMAM, Syed H. ; AGNELLI, José A. M. ; MATTOSO, Luiz H. C. . Effect of Coconut, Sisal and Jute Fibers on the Properties of Starch/Gluten/Glycerol Matrix. **Journal of Polymers and the Environment**, p. 1, 2009.

DESIGN BOOM. Disponível em: <<http://www.designboom.com>> Acesso em: 02 de jun de 2010.

DE CARVALHO, L.H. ; MORAES, G.S. ; D'ALMEIDA, J.R.M. Influence of Water Absorption and Pre-drying Conditions on the Tensile Mechanical Properties of Hybrid Lignocellulosic Fiber/Polyester Composites. **Journal of Reinforced Plastics and Composites** (Print), v. 28, p. 1921-1932, 2009.

FARIAS, M. A. de; FARINA, M. Z.; PEZZIN, A. P. T.; SILVA, D. A. K. Unsaturated polyester composites reinforced with fiber and power of peach palm: mechanical characterization and water absorption profile. **Materials Science & Engineering. C, Biomimetic Materials, Sensors and Systems**, v. 29, p. 510-513, 2009.

FONTAN JUNIOR, O; OLIVEIRA, F; SILVA, D.A.K.; Caracterização de compósitos híbridos de fibra de pupunheira/fibra de vidro em matriz de resina poliéster insaturada. *In*: 19º Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais, CBCiMat, 2010, Campos do Jordão, SP. **Anais do 19º Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais**, CBCiMat, 2010. p. 2707-2715.

KAZAZIAN, Thierry. **Haverá a idade das coisas leves**. São Paulo: Senac São Paulo, 2005.

LEÃO, Alcides Lopes. **O Sisal do Brasil**. Bahia: Link, 2007.

MANO, B. Araújo, J.R., Spinacé M.A.S., De Paoli M.A. Polyolefin composites with curaua fibres: Effect of the processing conditions on mechanical properties, morphology and fibres dimensions. **Composites Science and Technology** v. 70, p. 29–35, 2010.

MANZINI, Ezio. VEZZOLI, Carlos. **O desenvolvimento de produtos sustentáveis: Os requisitos ambientais dos produtos industriais**. São Paulo: Edusp, 2008.

MERICO, Luiz Fernando. **Introdução a Economia Ecológica**. Blumenau: Edifurb, 2002.

MIRANDA, Marcos A. **Avaliação das propriedades mecânicas: tração e impacto, para matriz de poliéster insaturada reforçada com pó da pupunheira (*Bactris gassepaes* H.B.K.)** Joinville 2007. TCC - Universidade da Região de Joinville – UNIVILLE.

MOHANTY, A. K., MISRA, M. AND HINRICHSEN, G. (2000). **Biofibres, Biodegradable Polymers and Biocomposites: An Overview**, *Macromol. Mater. Eng.*, 276/277: 1–24.

PAPANEK, Victor. **Arquitetura e Design**. Lisboa: Edições 70, 1995.

RAO, K.M.M.; RAO, K.M.; PRASAD, A.V.R. Fabrication and testing of natural fibre composites: Vakka, sisal, bamboo and banana. **Materials and Design**, 31 (2010) 508–513.

ROSA, M F; CHIOU, BOR-SEN ; MEDEIROS, E. S. ; WOOD, D F ; WILLIAMS, TG.; MATTOSO, LHC.; ORTS, WJ.; IMAM, S H.. Effect of fiber treatments on tensile and thermal properties of starch/ethylene vinyl alcohol copolymers/coir biocomposites. **Bioresource Technology**, v. 100, p. 5196-5202, 2009.

SALATI, Eneas; SANTOS, Ângelo Augusto dos; KLABI, Israel. Temas Ambientais Relevantes. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 20, n. 56, jan./abr. 2006.

SANTOS, Adriane Shibata. **Estudo da Viabilidade de aplicação de fibras de pupunheira (*bactris gassepaes* H.B.K.) como alternativa a fibra de vidro no desenvolvimento de produtos**. 2007. 102 f. Dissertação (Mestrado em Saúde e Meio Ambiente) – Universidade da Região de Joinville, Joinville.

SANTOS, Álvaro F.; BEZERRA, José L.; TESSMANN, Dauri J.; POLTRONIERI, Luiz S.

**Ocorrência de *Curvularia senegalensis* em pupunheira e palmeira real no Brasil.** Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-41582003000200017](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-41582003000200017)> Acesso em: 03 agosto de 2007.

SANTOS, P. A. ; SPINACÉ, M. A. S. ; FERMOSELLI, K. K. G.; DE PAOLI, M.A. Efeito da forma de processamento e do tratamento da fibra de curauá nas propriedades de compósitos com poliamida-6. **Polímeros**, v. 19, p. 31-39, 2009.

SILVA, R.; HARAGUCHI, S.K.; MUNIZ, E. C.; RUBIRA, A.F. Aplicações de fibras lignocelulósicas na química de polímeros e em compósitos. **Quim. Nova**, 32 (3) (2009) 661-671.

SATYANARAYANA, K.G.; GUIMARÃES, J.L.; WYPYCH, F. Studies on lignocellulosic fibers of Brazil. Part I: Source, production, morphology, properties and applications. **Composites: Part A** v. 38 p.1694–1709, 2007.

VIEIRA, C. A. B. ; MONDADORE, N. M. L. ; FREIRE, E. ; AMICO, S. C. ; ZATTERA, A. J. Interferência da lavagem de fibras sobre o desempenho do sizing nas propriedades mecânicas em compósitos híbridos vidro/sisal. **Revista Iberoamericana de Polímeros**, v.10, p. 222-234, 2009.

#### **Sobre os autores:**

**Denise Abatti Kasper Silva** é doutora em Química pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, mestre em Química pela Universidade de São Paulo e graduada em Química UFPR. Professora na UNIVILLE.

E-mail: denise.abatti@univille.br

**Thamara Cristina Brehm** é mestre em Saúde e Meio Ambiente pela Universidade da Região de Joinville – UNIVILLE, pós graduada em Desenvolvimento de Produtos e Processos pela UNIVILLE e designer de produtos pela UNIVILLE. Professora na UNIVILLE.

E-mail: thamaracristina@univille.br