



6º ErgotripDesign
29 e 30 Nov. '17
Universidade de Aveiro
Portugal

ETD'17

Ergotrip Design

Coletânea de textos
selecionados pela
Comissão Científica
dos encontros
internacionais de
estudos luso-brasileiros
em Design e Ergonomia

Organizadores
Álvaro Sousa
Cátia Pereira
Gonçalo Gomes

34.

Refloor – Revestimento de compósito reforçado por fibras vegetais

Refloor – Ecocomposite for industrial design

Ana Karla Freire Oliveira
UFRJ · Universidade Federal
do Rio de Janeiro
anakarla@eba.ufrj.br

Os consumidores estão cada vez mais conscientes de que suas escolhas e ações refletem de alguma forma em consequências ao meio ambiente e por isso mesmo, vêm optando por produtos com tecnologia mais limpa e materiais ditos sustentáveis. Neste cenário, o design industrial é convidado a contribuir com suas ações através de projetos de produtos e serviços mais conscientes e em harmonia com as necessidades atuais da sociedade e o meio ambiente. Neste sentido, os designers precisam estar informados sobre materiais de origem menos agressora ao meio ambiente e seus respectivos processos com menor gasto de recursos, o que ajuda no momento de selecionar um que irá compor o seu projeto e converter sua ideia em uma unidade física tangível. Nesse contexto, as áreas de Design & Materiais encontram-se em consonância, realizando pesquisas com foco no desenvolvimento e aplicação de materiais mais sustentáveis para vários fins, e entre estes, os compósitos reforçados por fibras vegetais se destacam por apresentarem uma série de vantagens. Este artigo tem como objetivo apresentar um relato de experiências de design e materiais, mais especificamente o estudo da viabilidade de aplicação de compósito com matriz cimentícia e polimérica reforçado pela fibra de tururi, na fabricação de revestimentos residenciais. Serão apresentados dados técnicos sobre a fibra de tururi e o aspecto do compósito obtido, através do uso da geometria de reforço, ou seja, fibras curtas e orientadas aleatoriamente. O revestimento foi projetado levando em conta conceitos funcionais, estéticos e sensoriais, seguindo passos comumente utilizados na metodologia de design. Este estudo apoia e une-se a tantas outras iniciativas genuínas e necessárias no que diz respeito a buscas de fontes alternativas de recursos sustentáveis de materiais a serem aplicado no design industrial.

Palavras-chave design & materiais, fibra de tururi, revestimento.

Article presenting the development and methodology of ecocomposite with potential of use in the area of industrial design. The material consists of short tururi fiber and randomly distributed in cement matrix composite and vegetable polyurethane resin, based on castor oil.

Keywords tururi fiber, castor oil, ecocomposite.

1. Introdução

Na atividade do Design Industrial, a seleção de um material menos agressor ao meio ambiente para compor um produto é importante pois suas etapas de extração, processamento e refino, se bem analisadas, podem ser menos poluentes e consumir menos energia se comparados com outros materiais mais impactantes ambientalmente. Neste cenário, as fibras de origem vegetal se destacam, pois quando utilizadas como reforço em matrizes poliméricas ou cimentícias podem representar um recurso renovável com excelentes vantagens ambientais e econômicas, com alto desempenho, resistência e leveza.

A ubuçu (*Manicaria saccifera*) é uma palmácea encontrada em países da América Central e do Sul, sendo que no Brasil, encontra-se principalmente na Região Norte. Esta fibra se apresenta como um resíduo da ubuçu sendo muito utilizada no artesanato e em alguns setores da indústria têxtil. Em sua tese de doutorado, OLIVEIRA (2011), caracterizou a fibra de tururi no que diz respeito às suas potencialidades físico-químicas e mecânicas e sua posterior aplicação como reforço em matrizes poliméricas, obtendo resultados animadores com relação a este compósito - a geometria do reforço utilizada consistiu na de fibras contínuas, alinhadas e distribuídas alternando-se os ângulos de 0° e 90°.

Neste trabalho será apresentado o compósito produzido tanto com matriz poliuretana de mamona quanto com matriz cimentícia, porém com fibras curtas descontínuas e orientadas aleatoriamente. Segundo CALLISTER (2006), o arranjo ou orientação das fibras em relação umas às outras, a concentração das fibras e sua distribuição têm influência significativa sobre a resistência e sobre as propriedades dos compósitos reforçados com fibras.

Este artigo apresentará a caracterização térmica, química, física e mecânica da fibra de tururi através de ensaios realizados (OLIVEIRA, 2011). Em seguida serão descritas as experiências na fabricação do compósito e o processo de desenvolvimento das ideias de design para a fabricação do revestimento. Em um próximo artigo, serão publicados os dados técnicos de caracterização física, mecânica, térmica e química do compósito produzido.

2. Revisão Bibliográfica

As áreas de Materiais e Design são complementares no que diz respeito ao objeto de estudo (material), uma vez que o projeto de um produto mesmo nos primeiros esboços carrega consigo o uso de um determinado material e conseqüente um processo de fabricação. Diversos são os fatores que propiciam a inovação em design de produtos e um deles, certamente, vem da aplicação de um material específico para a configuração destes objetos.

Neste sentido, a busca por materiais inovadores e sustentáveis vem sendo conduzida tanto pela Ciência dos Materiais como por designers, como por exemplo, Domingos Tótora que elegeu o papelão como matéria-prima para o seu trabalho – que transita entre a arte e o design. O processo consiste em desmanchar o papelão e submetê-lo a tratamento com cola e derivados de aglutinação, transformando-o em massa de celulose moldável com 100% de reaproveitamento, conforme ilustra o banco da Figura 1.

Segundo MANZINI & VEZZOLI (2008) todos os materiais determinam um impacto ambiental, em diferentes níveis. Para calcular esse impacto é preciso realizar um estudo de ciclo de vida do produto, observando as etapas de produção, transformação dos materiais, distribuição e descarte final. Assim, materiais de origem não petrolífera ou renovável, apresentam grande potencial de utilização neste quadro atual.

O estudo do compósito proposto neste trabalho para a fabricação de revestimentos residenciais tem como objetivo uma alternativa ao uso dos materiais atualmente empregados, como algumas madeiras de lei, que se encontram em escassez. Entretanto, para o uso desse compósito como material de engenharia e design econômica e tecnicamente viável, se faz necessário um estudo científico de suas propriedades e características. Além disso, é fundamental adotar um cuidado especial com o manejo dessas culturas em seus locais de produção, visando uma produção sustentável. A Norma ASTM D3878-95, define compósito como uma substância consistindo de dois ou mais materiais, insolúveis entre si, que são combinados para formar um material de engenharia útil com certas propriedades que não se encontram nos materiais isoladamente. HULL (1996) cita que a finalidade da combinação é prover características específicas para o material resultante, para cada tipo de aplicação desejada.

Em geral, compósitos são formados por dois constituintes, um é chamada de fase matriz que é contínua e envolve a outra fase, chamada fase dispersa. As propriedades dos compósitos são uma função das propriedades das fases constituintes, das suas quantidades relativas e da geometria da fase dispersa. CALISTER (2007) propõe uma classificação dos compósitos de acordo com o esquema da Figura 2, levando em conta a geometria do reforço.

As fibras vegetais mais utilizadas como reforço em matrizes poliméricas ou cimentícias são as fibras de sisal, coco, juta, banana, madeira, bagaço de cana e bambu. Segundo MONTEIRO et al (2006), muitas fibras são regularmente cultivadas, outras existem como subproduto de plantas, já o terceiro grupo corresponde àquelas fibras vegetais pouco conhecidas que só recentemente vêm sendo investigadas para aproveitamento como reforço de compósitos. Como exemplo temos: curauá, bucha, piaçava e a fibra de tururi, esta última, objeto desta pesquisa.

O incentivo ao uso das fibras naturais, segundo a FAO (2010), é fundamental para o desenvolvimento das regiões de onde essas fibras são originárias, como ocorre no Brasil que é um dos maiores produtores mundiais de fibras de sisal.



Figura 1. Banco Domingos Tótora.
Fonte: www.domingostotora.com.br

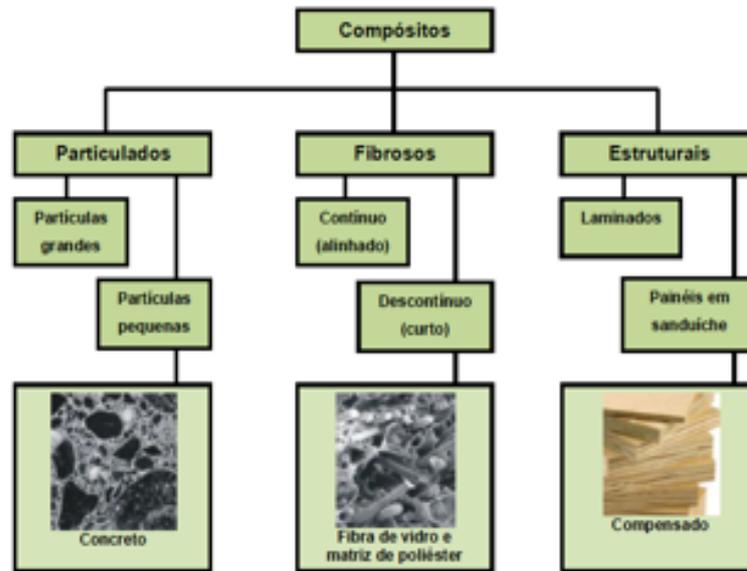


Figura 2. Classificação dos compósitos (Adaptado de CALLISTER, 2007).

Quando comparadas com as fibras sintéticas, as vegetais oferecem as seguintes vantagens: fonte abundante e de rápida renovação, baixo custo, baixa densidade, elevadas propriedades específicas, são menos abrasivas se comparadas com as fibras de vidro, não tóxicas e biodegradáveis (BLEDZKI & GASSAN, 1999).



Figura 3. Estrutura da palmeira ubuçu. 1. Invólucro/saco fibroso "tururi". 2. Folhas. 3. Frutos. MARTIUS (1823). Adaptada.

2.1. Fibra de Tururi e Resina de Mamona

A *Manicaria saccifera* é uma palmeira encontrada em países da América Central e do Sul. A sua classificação científica obedece a seguinte ordem: Reino: Plantae; Divisão: Magnoliophyta; Classe: Liliopsid; Ordem: Arecales; Família: Arecaceae; Gênero: *Manicaria*; Espécie: *Manicaria saccifera*. A planta também é conhecida popularmente como buçu, obuçu, Ubuçu, Tururi. No Brasil, esta planta é encontrada na Amazônia e Amapá, sendo a fibra deste estudo oriunda do Amapá.

De acordo com WALLACE (1953), o ubuçu em geral mede de 3 a 6 metros de altura. Suas folhas são grandes e quase inteiras, muito semelhantes as das bananeiras, medindo de 4 a 8 metros de comprimento, por 1,5 metros de largura. A palmeira possui frutos que são protegidos por um invólucro constituído por um saco formado de tecido fibroso, flexível e resistente denominado "tururi", a fibra deste estudo – com cores do castanho natural ao castanho escuro podendo ser alterada conforme exposição solar.

Estima-se que 60% das palmeiras amazônicas ocorrentes no estuário sejam utilizadas pelo homem ribeirinho na habitação, alimentação, ornamentação, medicina tradicional e, principalmente nas indústrias, como é o caso do palmito, açaí e das fibras do ubuçu (BALEE, 1988; JARDIM et al., 2004). A Figura 3 ilustra a estrutura da palmeira ubuçu e o invólucro denominado Tururi.

OLIVEIRA (2011) em sua tese de doutorado, caracterizou a fibra de tururi através de diversos ensaios mecânicos, físicos e químicos, obtendo-se as seguintes informações técnicas a respeito da fibra: Difração de Raios X – Índice de cristalinidade de 60,6%, próximo ao encontrado para as fibras de sisal; Análise Termogravimétrica TGA – A fibra começa a perder 10% de sua massa (relativa a umidade) a 100°C. Até 264°C, é termicamente estável, comparável com a fibra de curauá. A taxa máxima de perda de massa foi de 379°C (referente a decomposição térmica da celulose). Esse valor a torna comparável a outras fibras duras, com as de sisal e curauá. Densidade aparente em relação à água – 0,97 g/cm³. Gramatura – 204,7 ± 57 g/m², mais leve que o tecido de fibra de vidro analisado (239,4 ± 12 g/m²) e fibra de sisal (344 g/m²). Resistência à Tração – Carga máxima suportada de 596N.

As poliuretanas de óleo de mamona têm origem na década de 40, quando foram realizadas as primeiras pesquisas com este polímero, obtido pela compressão das sementes da mamoneira ou por extração com solventes (VILAR, 1993). O polímero é obtido de recursos naturais e renováveis, totalmente atóxico e sem cheiro. Não agride o meio ambiente: 100% sólidos, completamente isentas de metais pesados, solventes ou voláteis. Biodegradabilidade compatível com sua vida útil. Formulada e polimerizada a frio, não perdendo massa após a sua cura. Quando queimadas não propagam chamas e não liberam gases tóxicos. Bicomponentes, monolíticas, elásticas e flexíveis. Indicações de uso: tratamento de pisos industriais, reservatórios de água potável, impermeabilização de pisos, entre outros (IMPERVEG – Poliuretano Vegetal, 2016). A Figura 4 ilustra o óleo de mamona e a Figura 5 a amplitude das aplicações do óleo de mamona, bem como as reações que as originam.



Figura 4. Mamona/Detalhe da planta e sementes (OLIVEIRA, 2011).



Figura 5. Aplicações do óleo de mamona (Fontes: JOSHI 1991/Química e Derivados, 1967).

3. Materiais e Métodos

3.1. Materiais

A fibra utilizada tem origem no Estado do Amapá (Cidade de Macapá) e passou por processo de amaciamento que consistiu em nada mais do que lavagem em água corrente para retirada das impurezas, sendo este um processo que não gera resíduos químicos na natureza. A fibra de tururi foi recebida na forma de invólucro (saco) in natura, medindo em média, 60 cm de comprimento e 12 cm de largura (Figura 6). Suas cores variavam do castanho claro ao castanho escuro, não passou por secagem em estufa neste primeiro momento (justamente para testar suas possibilidades de adesão à resina de mamona e por tentar se obter um processo mais simples de produção). As fibras foram cortadas em comprimento de 5 mm para posteriormente serem imersas nas matrizes de resina de mamona e cimentícia.

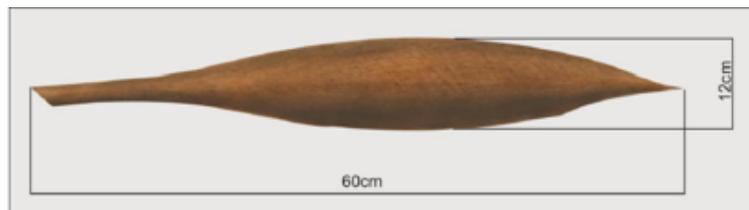


Figura 6. Folha de tururi do estudo e suas dimensões.

A poliuretana de mamona utilizada foi a IMPERVEG® RP1315 A, sendo uma resina impermeabilizante a base de poliuretano vegetal de óleo de mamona, bi-componente, 100% sólido (isento de solventes), que forma sobre a superfície na qual foi aplicada uma membrana monolítica, de excepcional estabilidade físico-química, elasticidade e aderência em materiais porosos como concreto, argamassa e madeira e pisos em chapa metálica. Atende as recomendações prescritas na NBR 9575/2003, pode ser aplicado em ambientes confinados, pois não libera vapores tóxicos. Características: consistência fluida; cor âmbar após a cura; resistência ao calor (apresentando perda de massa somente após 210°C), isenta de liberação de elementos tóxicos; secagem ao toque de 40 a 180 minutos (dependendo da temperatura ambiente); tensão de ruptura à tração de 15MPa; resistência à compressão de 29 MPa; alongamento de ruptura de +/-8% e dureza Shore D:65. Proporção utilizada: 1:1,5 (uma parte do componente A + uma parte e meia do componente B, em volume respectivamente).

A matriz cimentícia foi produzida com cimento cinza comum CONSTRUCOLA® reforçado com areia e fibras de tururi.

3.2. Métodos

O objetivo na construção do compósito aqui proposto foi o de utilizar uma tecnologia acessível, buscando caminhos para uma produção simplificada. Deste modo, optou-se por analisar a fibra de tururi e suas interações com as matrizes (polimérica e cimentícia), em seu estado natural, sem passar por estufa (para melhorar a adesão fibra/matriz).

A fabricação do revestimento (20 x 20 x 1 cm) se deu utilizando a técnica de moldagem em fôrma única e envolveu as seguintes etapas descritas a seguir:

- Fabricação de molde em silicone de alta densidade, no qual foram vertidas as misturas de fibra/resina e fibra/cimento;
- Corte das fibras em comprimentos de 5 mm;
- Pesagem das fibras, resina de mamona (bicomponente) e matriz de cimento;
- Mistura da fibra com a resina de mamona e mistura da fibra com a matriz cimentícia. Em seguida, a mistura foi colocada no molde para curar à temperatura ambiente.
- A fabricação do revestimento em si, só se deu após os estudos de design realizados analisando sua composição formal.

As Figuras 7 e 8 ilustram uma parte do processo utilizado para a fabricação do compósito aqui proposto. É possível observar que primeiro se fez a mistura da fibra com a resina de mamona e se distribuiu essa mistura no molde conforme o desenho proposto. A outra parte se traduzia no “trapézio” da mistura cimento/areia/fibra, que complementava a peça. O compósito permaneceu neste molde por aproximadamente 24 horas, para sua completa secagem. A desmoldagem ocorreu facilmente, já foi passada uma camada de vaselina líquida no molde. Ao todo foram produzidas 10 peças de revestimento e estudadas as suas possíveis composições formais.



Figura 7. Etapas de fabricação do compósito



Figura 8. Etapas de fabricação do compósito

4. Resultados e discussão

Após a desmoldagem foi possível observar o resultado estético real obtido na fabricação do compósito de matriz dupla. Esse detalhe de trabalhar uma matriz polimérica e uma matriz cimentícia no compósito se traduz no desejo de obter um material com características sensoriais táteis que podem fazer a diferença em um revestimento. A matriz de cimento tem a característica de ser um material “frio”, já a matriz polimérica, passa uma sensação mais “quente” e o revestimento em peça única possibilita essas sensações. O uso do cimento também se dá pela busca no custo do produto, pois o material mais caro ainda é a resina de mamona. Sendo assim, a matriz cimentícia além de fornecer resistência, também barateia o custo do processo de fabricação, embora a viabilidade dessa técnica de fabricação ainda não tenha sido testada em laboratório. O que se pode adiantar em relação a esta experimentação em design e materiais é que o resultado é bastante animador, esteticamente falando, conforme imagens a seguir e embora ainda não tenha sido testado em laboratório, apresenta alguma resistência, pois vários usuários de percentis antropométricos diferentes a testaram pisando em uma plataforma montada com aproximadamente seis peças. As próximas etapas dizem respeito à realização de ensaios de natureza mecânica, física e química, afim de analisar as potencialidades deste compósito.



Figura 9. Aspecto da peça de revestimento obtida



Figura 10. Estudo de composição 1 Refloor



Figura 11. Estudo de composição 2 Refloor



Figura 12. Estudo de composição 5 Refloor



Figura 13. Estudo de composição 6 Refloor

5. Conclusões Prévias

Os resultados obtidos com a fabricação do compósito reforçado com fibra de tururi (curtas e aleatoriamente orientadas) se mostrou bastante animador. O compósito com matriz dupla oferece uma gama de possibilidades formais que transformam o ambiente residencial de forma convidativa, podendo ser utilizado tanto para pisos residenciais de médio tráfego (após a realização futura de testes mecânicos) como para revestimento de fachadas. As próximas etapas consistem na caracterização mecânica deste compósito em laboratório, visando apresentar um produto a um público interessado com possibilidades diversas. A geometria de fibra curta se mostrou bastante interessante esteticamente, e, de acordo com observações iniciais, bastante resistente. O Refloor ainda tem um longo caminho a percorrer, mas seus resultados iniciais são animadores e o classificaram para segunda etapa de um importante prêmio de Design no Brasil, o qual se está aguardando o resultado final que deverá sair no mês de novembro de 2017.

Referências Bibliográficas

- ASTM D3878-95 (1995). *Standard terminology of high-modulus reinforcing fibers and their composites*.
- BALEÉ, W. (1988). *Indigenous adaptation to Amazonian palms forest*. Principes, V. 32, n. 2, p. 47-54.
- BLEDZKI, A.K.; GASSAN, J. (1999). *Composites Reinforced with Cellulose-Based Fibres*. Progress in Polymer Science. V. 24, p.221-274.
- CALISTER, W.D. (2007) *Materials Science and Engineering: An Introduction*. 5th edition, John Wiley and Sons, Inc. USA.
- FAO. (2006). *Cultura e produção da mamoneira*. Disponível em: <http://apps.fao.org/page/collections?subset=agriculture>. Acesso em: 12 de fevereiro de 2010.
- HULL, D. (1996). *An Introduction to composites materials*. Cambridge Solid State Sciences Series 2ndEd.
- MANZINI, E.; VEZZOLI C. (2005). *O Desenvolvimento de Produtos Sustentáveis*. Tradução de Astrid de Carvalho. 1 ed. 1. reimp – São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 366p.
- MONTEIRO, S.N.; DE DEUS, J.F.; D'ALMEIDA, J.R.M., (2006). *Mechanical and Structural Characterization Of Curaua Fibers*, In: Characterization of Minerals, Metals & Materials - TMS Conference, San Antonio, USA, CD-Rom, p.369-375.
- OLIVEIRA, A.K.F; DALMEIDA, J.R.M. (2011). *Estudo da viabilidade técnica de utilização do compósito poliuretano de resina de mamona e fibra de ubuçu na fabricação de pisos e revestimentos*. Tese de Doutorado. PUC Rio.
- WALLACE, A.R. (1853). *Palm trees of the Amazon and their uses*. John Van Voorst, London.
- VILAR, W.D. (1993). *Química e tecnologia dos poliuretanos*. Rio de Janeiro: Vilar, 340 p.

6 ETD '17



LARUSDESIGN

trincaxá

