

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE APOIO À PESQUISA
PROGRAMA INSTITUCIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

PRODUÇÃO DE COMPÓSITO POLIMÉRICO À BASE DE
RESINA DERIVADA DE ÓLEO DE MAMONA E FIBRAS DE CURAUÁ

Bolsista: Luzia Soares Leal Neta, FAPEAM

MANAUS

2013

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE APOIO À PESQUISA
PROGRAMA INSTITUCIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

RELATÓRIO PARCIAL

PIB-E/0096/2012

PRODUÇÃO DE COMPÓSITO POLIMÉRICO À BASE DE
RESINA DERIVADA DE ÓLEO DE MAMONA E FIBRAS DE CURAUÁ

Bolsista: Luzia Soares Leal Neta, FAPEAM

Orientadora: Prof^a Dr^a Virginia Mansanares Giacon

MANAUS

2013

RESUMO

Nos últimos anos a preocupação mundial com a preservação do meio ambiente tem motivado o desenvolvimento de pesquisas com materiais derivados de fontes renováveis. Os compósitos formados por matriz polimérica e fibras vegetais vêm sendo empregados em diversos setores industriais em substituição parcial aos materiais derivados do petróleo. Neste trabalho, foram desenvolvidos compósitos poliméricos utilizando resina poliuretano derivada do óleo da mamona e fibras de curauá e avaliados os níveis de inchamento e absorção em água. Os compósitos apresentaram níveis, de inchamento e absorção em água, superiores ao especificado na norma e ao mencionado na literatura. As propriedades analisadas mostraram que as quantidades utilizadas fibra/resina devem ser modificadas a fim de obter os mínimos requeridos pela norma.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	3
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
2.1 Materiais Compósitos	4
2.2 Matriz polimérica	5
2.2.1 Resina poliuretano derivada do óleo da mamona	5
2.3 Fibras naturais	7
2.3.1 Fibras vegetais	7
3. MÉTODOS UTILIZADOS	10
3.1 Materiais Utilizados	10
3.2 Métodos	11
3.2.1 Preparação das Fibras de Curauá	11
3.2.2 Produção do Compósito	12
3.2.3 Caracterização Físico-mecânica	13
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	15
4.1 Inchamento e Absorção em água	15
4.2 Flexão estática	16
5. CONCLUSÃO	17
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	17
7. CRONOGRAMA EXECUTADO	19

1. INTRODUÇÃO

Na atualidade os compósitos formados por matriz polimérica e fibra vegetal constituem uma das áreas de maior interesse na pesquisa de materiais compósitos (SILVA, 2003). Esse interesse deve-se, entre outros fatores, à intensa preocupação ambiental, que vem impulsionando pesquisas direcionadas a materiais provenientes de fontes renováveis (DA SILVA *et al*, 2008).

Compósitos reforçados com fibras vegetais têm potencial para aplicação em componentes sujeitos a carregamentos leves ou moderados (DA SILVA *et al*, 2008). Na indústria automotiva esses compósitos estão sendo utilizados na fabricação de painéis internos de portas, painéis de encostos de bancos e de cabeça, botões, maçanetas, tampas internas de porta-malas e painéis internos de teto em alguns veículos. (SILVA, 2010).

O compósito formado pela associação de fibras vegetais e resinas derivadas de óleos vegetais é classificado como “oko-compósito”, ou seja, compósito formado por materiais provenientes de fontes renováveis (SILVA, 2003).

Dentre as resinas utilizadas para a produção desses compósitos, pode-se citar as resinas de poliuretanos, que são polímeros versáteis, podendo ser produzidos como termorrígidos, termoplásticos, elastômeros, espumas rígidas ou adesivos. O tipo de material resultante dependerá da escolha adequada de seus elementos constituintes (SILVA, 2003).

A utilização de fibras vegetais em compósitos se deve as características desses materiais como baixa densidade, biodegradabilidade, e baixa abrasividade, além da neutralidade de emissão de dióxido de carbono. As fibras vegetais são obtidas de fontes renováveis, crescem em diferentes zonas climáticas e através do seu ciclo de reciclagem natural reduzem a emissão de dióxido de carbono na atmosfera, sendo este um dos gases responsáveis pelo efeito estufa e alterações climáticas (TOMCZAK, 2010). Especificamente o curauá é uma planta nativa da Amazônia que possui fibras dotadas de ótimo desempenho mecânico, leveza, ausência ao odor, suavidade ao toque, baixa densidade, além de ser de fácil cultivo e processamento. (SILVA, 2010; MACIEL *et al*, 2009).

Este trabalho teve os seguintes objetivos: desenvolver um compósito polimérico utilizando resina poliuretano derivada do óleo da mamona e fibras de curauá, caracterizar o compósito por meio de ensaio mecânico de flexão estática, medir os níveis de inchamento e absorção em água, comparar os resultados obtidos com os dados disponíveis na literatura e, finalmente, sugerir uma aplicação adequada.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Materiais Compósitos

Compósito é a combinação de duas ou mais fases, a nível macroscópico, que devem ser quimicamente diferentes e estar separadas por uma interface distinta. Em geral, é constituída por duas fases, uma denominada matriz, a qual é contínua e envolve a outra fase, denominada reforço. A combinação das fases no compósito produz melhores propriedades que suas fases constituintes oferecem individualmente (CALLISTER, 2008; LEVY NETO, 2006).

A matriz nos compósitos atua como um meio de transferência de carga para os reforços, mantendo-os na posição e orientação desejada e protegendo-os de danos ambientais, decorrentes, por exemplo, de condições como altas temperaturas e umidade (MALLICK, 2007). A matriz pode ser polimérica, metálica ou cerâmica, sendo a matriz polimérica bastante utilizada devido à versatilidade de formulação e ao baixo custo de processamento (RAMIRES, 2010).

Os reforços nos compósitos podem estar na forma de fibras contínuas, fibras picadas ou na forma de partículas. As fibras atuam dando reforço aos compósitos estruturais que suportam carregamento mecânico. Os reforços podem ser classificados segundo o diagrama da figura 1 (LEVY NETO, 2006).

As propriedades mecânicas dos compósitos dependem de fatores como: fração volumétrica da fibra na matriz, razão de aspecto (relação entre comprimento e diâmetro), distribuição e orientação das fibras, adesão matriz-fibra e composição química da matriz e das fibras (SILVA, 2003).

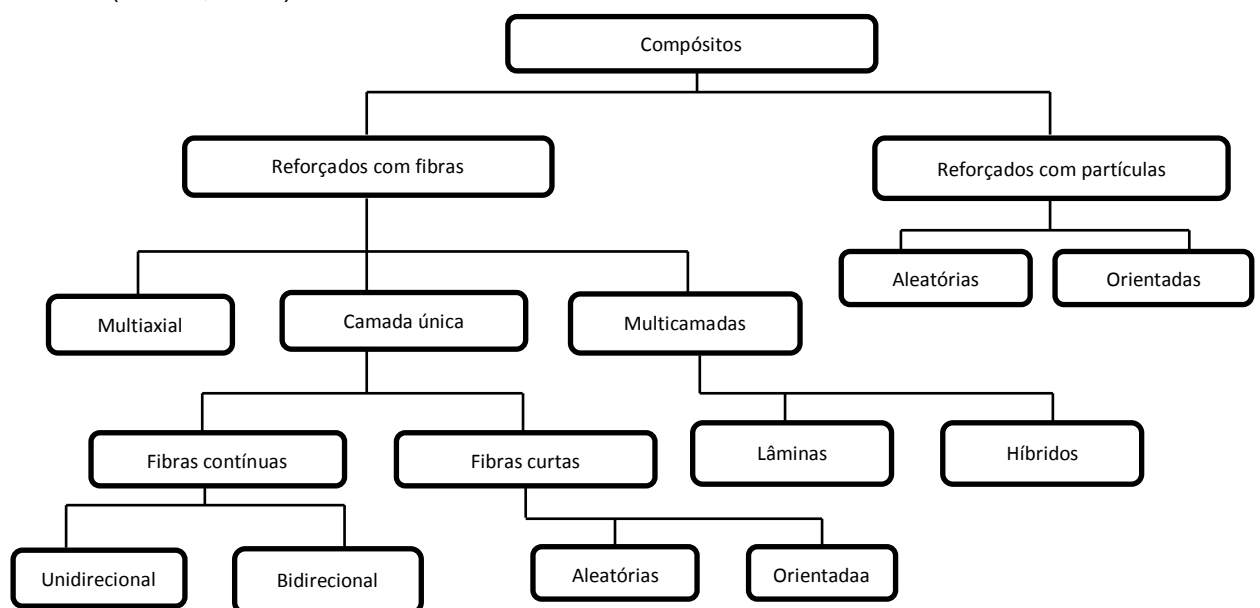


Figura 1 – Proposta de classificação hierárquica de compósitos sintéticos e naturais (LEVY NETO, 2006).

2.2 Matriz polimérica

Os polímeros podem ser classificados como termoplásticos, termorrígidos e elastômeros. Os compósitos podem ser produzidos utilizando a matriz à base de polímeros termoplásticos ou termorrígidos.

Os polímeros termoplásticos têm a capacidade de amolecer e fluir quando submetidos a aumentos de temperatura ou pressão. Uma vez modificadas essas variáveis, estes se solidificam na forma de produto final. Este processo pode ser refeito, fazendo com que estes polímeros apresentem características recicláveis (CANEVAROLO, 2002). Os termoplásticos são relativamente mais dúcteis e compõe a maioria dos polímeros lineares e aqueles que possuem algumas estruturas ramificadas com cadeia flexíveis. Dentre os polímeros mais utilizados em compósitos destaca-se o polietileno de baixa densidade e o polipropileno (SILVA, 2003; FIGUEIREDO, 2006).

Os polímeros termorrígidos têm a capacidade de amolecer e fluir quando submetidos à variações de temperatura e pressão, adquirindo a forma do molde, reagindo quimicamente, formando ligações cruzadas entre as cadeias e se solidificando. O processo não pode ser refeito, portanto, são não recicláveis (CANEVAROLO, 2002). Os polímeros termorrígidos são geralmente mais duros, mais rígidos e mais frágeis do que os termoplásticos e possuem melhor estabilidade dimensional. Os poliésteres, as epóxis, as poliamidas e as resinas fenólicas são os materiais mais comumente utilizados como matriz devido à facilidade de processamento e à baixa viscosidade. Como consequência, promovem uma excelente molhabilidade dos reforços, boa estabilidade térmica e resistência química (SILVA, 2003; FIGUEIREDO, 2006, MALLICK, 2007).

2.2.1 Resina poliuretano derivada do óleo da mamona

As resinas de poliuretano podem ser utilizadas como matriz em compósitos. Essas resinas podem ser provenientes tanto de fontes renováveis quanto de fontes não renováveis como o petróleo. Quando derivam de fontes naturais, tais como os óleos vegetais, podem ser chamadas de “biomonômeros”. Estes óleos podem ser extraídos de vegetais como soja, milho, açafrão, girassol, canola, amendoim, oliva e mamona (PETRIVIC *apud* SILVA 2003, p. 20).

Segundo Villar (1993) *apud* Borges (2009), os primeiros trabalhos sobre o desenvolvimento de poliuretano derivado do óleo da mamona tiveram origem na década de 40. O óleo da mamona é obtido da semente da planta, cujo nome científico é “*Ricinus Communis*”, encontrada em regiões tropicais e subtropicais, muito abundante no Brasil. O óleo é um líquido viscoso obtido pela compressão das sementes ou extração com solvente.

Os poliuretanos apresentam, em sua estrutura molecular, repetições de ligações de grupos uretano. Sua polimerização é obtida por reação de condensação entre um diisocianato e um poliol. Isto pode ser obtido, entre outras formas, pela reação de um poliisocilano com um poliol, conforme figura 2, ou ainda pela reação de um pré-polímero com um poliol (SANTOS, 2010).

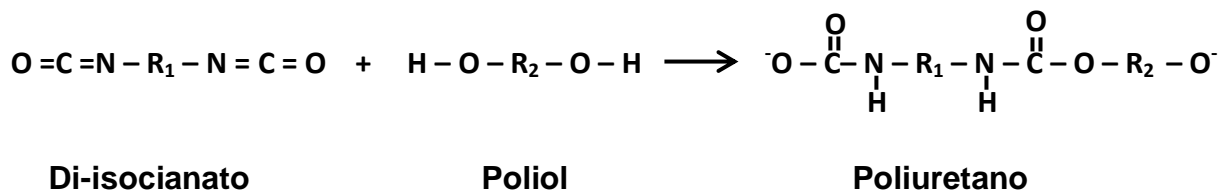


Figura 2 – Reação química de di-isocianato com poliol formando um poliuretano (SANTOS, 2010.)

Quirino (2010), confeccionou painéis com resina de poliuretano derivado da mamona e fibras de açai e avaliou as propriedades mecânicas por meio dos ensaios de flexão, tração perpendicular e arrancamento de parafuso de superfície. Obteve resultados satisfatórios, com valores acima da norma NBR 14810-3.

Fiorelliet *al* (2012), avaliaram a viabilidade da produção de painéis de partículas de fibra de coco com comprimento de 7mm e duas densidades diferentes (0,8 g/cm³ e 1,0 g/cm³), utilizando resina de poliuretano derivado do óleo da mamona e resina de ureia-formaldeído (resina utilizada como matriz em compósitos). Neste trabalho foram avaliados os níveis de inchamento e absorção em água, o módulo de elasticidade (MOE), o módulo de ruptura (MOR) à flexão. Verificou-se que os painéis produzidos com resina de poliuretano apresentam resultados superiores comparados aos painéis produzidos com resina de ureia-formaldeído.

Lima e Giacon (2012), avaliaram o potencial do uso de resíduos de madeira (*Dipteryx Odorata*) na produção de painéis aglomerados, utilizando resina poliuretana derivada do óleo de mamona. Foram produzidos 24 painéis (seguindo um planejamento fatorial, em diferentes condições de quantidade de resíduos 1000 a 1500g e teor de resina 10 e 15%) e avaliados por meio de ensaios mecânicos de Módulo de Ruptura (MOR), Módulo de Elasticidade (MOE), Arrancamento de Parafuso na Face e Adesão Interna. Verificou-se que em algumas condições de processo utilizadas, os painéis apresentaram conformidade com a norma.

2.3 Fibras naturais

As fibras naturais se classificam de acordo com sua origem, podendo ser de origem natural, animal ou mineral. As fibras vegetais como algodão, sisal, curauá, coco, rami e linho são de natureza lignocelulósica, enquanto as fibras de origem animal, tais como lã e seda, consistem basicamente de proteínas (LEÃO, 2008; MELO FILHO, 2005).

Dentre as fibras minerais o amianto é uma fibra utilizada em vários produtos comerciais por possuir uma grande flexibilidade, resistência química, elétrica e térmica, porém causam graves problemas à saúde (ORNAGHI JUNIOR, 2009).

2.3.1 Fibras vegetais

Segundo Young (1997) *apud* Leão (2008, p. 23), as fibras vegetais são classificadas de acordo com o tipo de vegetal e também conforme a parte da planta da qual ela é retirada. Com base nestes critérios identificam-se cinco classes, a seguir:

- Fibras de Gramíneas: adquiridas através da retirada das hastes das plantas monocotiledôneas, tais como os cereais (arroz, aveia, cevada, trigo entre outros), bambu e bagaço de cana;
- Fibras de Folhas: adquiridas através da retirada de suas folhas, tais como o curauá, sisal e fique ;
- Fibras de Caule: adquiridas da retirada de maço do interior do caule e de haste de plantas, tais como linho, juta, cânhamo e kenaf;
- Fibras de Sementes e Frutos: exemplos desse tipo de fibra são: o algodão, a paina e a esponja de *Luffa cylindrica*.
- Fibras de Madeiras: fibras de origem do xilema de vegetais (angiospermas e gimnospermas), tais como: eucaliptos, abetuos e pinus.

Os principais componentes estruturais das fibras vegetais são: celulose, hemicelulose (polioses), lignina, pectina e substâncias de caráter hidrofílico. Cada fibra vegetal é composta por fibras elementares ligadas entre si por lignina, que age como um material de cementação. Uma única fibra elementar é um composto constituído de uma matriz de lignina e hemicelulose que envolve rígidas microfibrilas de celulose. A lignina liga as microfibrilas e a hemicelulose atua como interface entre a microfibrila de celulose e a lignina (SILVA, 2003).

A celulose é um polímero cadeia linear de alta massa molar constituído de β -Dglucose ligados entre si por carbonos 1 e 4, e ainda classificado como polissacarídeo semicristalino (SPINACÉ *et al*, 2011; HUBER *et al*, 2012).

A Hemicelulose é um polímero amorfo constituído de açúcares (galactose, manose e outros), que tem baixo grau de polimerização e é solúvel em álcalis (PICANÇO, 2005).

A Lignina é um polímero amorfo de composição química complexa constituída por sistemas aromáticos, que atua como adesivo natural dando firmeza e rigidez estrutural às fibras de celulose (SILVA, 2003).

A Figura 03 representa um esquema de uma microfibrila. Nesta figura é possível observar as camadas, primária e secundária. No centro a cavidade chamada lúmen é responsável pela absorção de água e baixa massa específica aparente (PICANÇO, 2005).

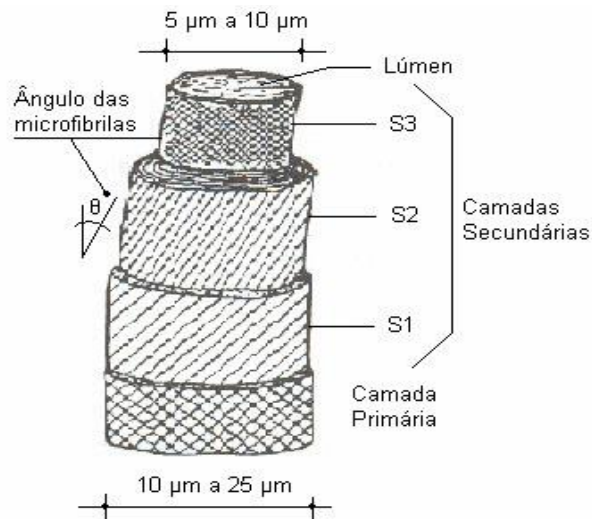


Figura 03- Esquema de uma fibro-célula de uma fibra vegetal com dimensões aproximadas (PICANÇO 2005).

2.3.1.1 Fibras de Curauá

O curauá é uma planta nativa da Amazônia, cujo nome científico, *Ananas erectifolius*. Pertence à família das bromeliáceas e identificada como sendo da família do abacaxi (*Ananás Comosus*), cujas fibras são de natureza lignocelulósica. Existem duas espécies de curauá, uma verde-clara, conhecida como curauá branco e outra roxo-avermelhada. O fruto é semelhante ao abacaxi, em aspecto e sabor, embora comestível o interesse econômico do curauá está associado as fibras extraídas de suas folhas (LOBATO, 2003 apud PICANÇO, 2005; PINTO, 2008; SPINACÉ *et al*, 2011). As folhas são duras, retas e com superfície plana, com dimensões aproximadas de 4 a 5 cm de largura, 5 mm de espessura e 1,5 m de comprimento (PICANÇO, 2005; d'ALMEIDA *et al*, 2006; TOMCZAK, 2010). O curauá não tem exigência quanto ao solo e a colheita é feita duas vezes por ano (PINTO, 2008).

Na Amazônia as fibras de curauá eram utilizadas pelos índios para tecer redes de dormir, fazer cordas e linhas de pesca. Atualmente, as fibras estão sendo utilizadas na substituição de fibras de vidro, no reforço de matriz polimérica e cimentícia, além de diversas aplicações na indústria automobilística tais como: revestimento interno e construção de freios (d'ALMEIDA *et al*, 2006; SANTOS, 2006, PINTO, 2008). O interesse por essa fibra se dá devido às suas características como: resistência mecânica, leveza, ausência de odor, suavidade ao toque, facilidade de composição com outras fibras. Estas características favorecem a ampla utilização na indústria automotiva e a possibilidade de utilização em outros mercados, como produto têxtil (fios e tecidos), plástico (reforço substituto à fibra de vidro), farmacêutico (anestésico e antibactericidas) e papel e celulose (papéis especiais) (MACIEL *et. al*. 2009).



Figura 04 - Curauá– Fonte: site rede mocoranga (CEAPAC), 2009.

Araujo *et al* (2010), compararam por meio de propriedades mecânicas e micrografias, compósitos poliméricos reforçados com fibra de vidro e fibras naturais de curauá com resina de polietileno de alta densidade, PEAD. Concluíram que os compósitos reforçados com fibras de curauá têm propriedades mecânicas comparáveis a compósitos produzidos comercialmente de PEAD reforçados com fibra de vidro.

Spinacé *et al* (2011), compararam as propriedades mecânicas dos compósitos de polietileno de alta densidade com 20% de massa de fibras curtas de sisal e de curauá. Os compósitos foram processados e ensaiados nas mesmas condições. Os resultados mostram que os compósitos com fibras de curauá apresentaram resistência ao impacto inferior aos resultados obtidos com fibras de sisal, porém resultados de tração e flexão com compósitos de fibras de curauá apresentaram-se ligeiramente superior.

3. MÉTODOS UTILIZADOS

3.1 Materiais Utilizados

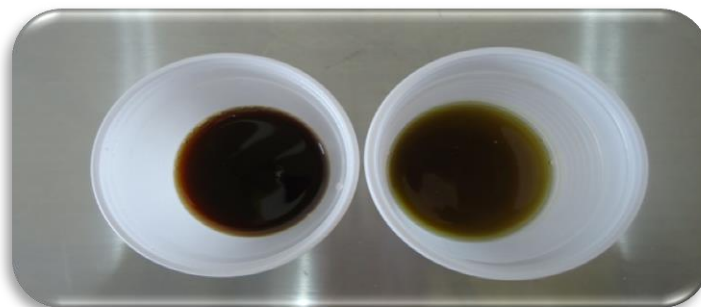
Os materiais utilizados na produção dos compósitos foram:

Fibras de Curauá: As fibras de curauá, mostrados na figura 05, foram doadas gentilmente pela PEMATEC/SP. A espécie (curauá branco ou roxo), o tipo de extração, as condições de beneficiamento e de armazenamento e a forma de exposição são desconhecidas.

Resina de Poliuretano à base da mamona: A resina de poliuretano foi generosamente fornecida pela Plural Indústria e Comercio de Produtos Químicos Ltda, localizada em São Carlos. A resina de poliuretano à base da mamona, mostrada na figura 06 é constituída de dois componentes: um polioli sintetizado do óleo da mamona e um pré-polímero derivado do petróleo, ambos são homogeneizados a frio para polimerizar.



Figura 05. Fibra de Curauá.



(a)

(b)

Figura 06. Resina Poliuretana à base da mamona: (a) pré-polímero derivado do petróleo; (b) polioli derivado do óleo da mamona.

3.2 Métodos

3.2.1 Preparação das Fibras de Curauá

A Figura 07 representa a sequência das etapas de preparação das fibras de curauá para sua utilizadas na produção dos compósitos. Inicialmente, conforme visto na figura 07 (a), as fibras foram desemaranhadas e posteriormente cortadas no comprimento de 5 cm, como mostrado na figura 7 (b). Em seguida foram lavadas com água destilada por 1 h à temperatura ambiente, figura 07 (c). Após a lavagem, as fibras foram pré-secas, com auxílio de secadores portáteis, figura 07 (d), seguido-se de uma etapa posterior de secagem durante 2 h em estufa (DE LEO) à 100 °C. Por fim, as fibras foram desfibriladas manualmente com ajuda de uma raspadeira, como mostrado na figura 07 (e).



Figura 07. (a) Desemaranhamento; (b) Corte; (c) Lavagem; (d) Secagem; (e) Desfibrilamento manual.

3.2.2 Produção do Compósito

Os compósitos poliméricos à base de resina derivada do óleo da mamona e fibras de curauá foram produzidos no Laboratório de Ensaio Físico-químicos de Materiais, Faculdade de Tecnologia, Universidade Federal do Amazonas, utilizando uma prensa hidráulica (HIDRALMAC) com capacidade de carga 100 toneladas, obedecendo as recomendações da norma NBR 14810-3 (ABNT, 2006) para painéis de madeira aglomerada. A escolha deste documento normativo foi devida à semelhança entre os painéis produzidos com fibras e painéis de madeira, uma vez que a composição química dos materiais lignocelulósicos é semelhante à da madeira.

Os compósitos foram produzidos com densidade $0,8 \text{ g / cm}^3$, utilizando-se 940,8 g de fibras de curauá e 15% em massa de resina poliuretano nas proporções 1:1, ou seja, 70,56 g de polioliol e 70,56 g de pré-polímero. Foram produzidos três compósitos, nas dimensões 28 cm x 28 cm e 1,5 cm de espessura. O processo de produção seguiu três etapas:

1. Na primeira etapa as fibras foram misturadas com a resina, conforme ilustrado na figura 08.
2. Na segunda etapa, figura 09, a mistura foi inserida em um molde de madeira e pré-prensada manualmente para formação do colchão.
3. Na última etapa, representada pela figura 10, o colchão foi colocado na prensa hidráulica com 1,87 MPa na temperatura $100 \pm 5 \text{ }^\circ \text{C}$ durante 10 minutos. (Figura 10)

Após o processo de prensagem, os compósitos foram armazenados no laboratório, em local arejado, por um de 48 horas para a cura da resina.



Figura 08. Mistura da resina nas fibras.



Figura 09. Formação do Colchão



Figura 10. Prensagem à quente.

3.2.3 Caracterização Físico-mecânica

Preparação dos corpos de prova

Os corpos de prova para caracterização físico-mecânica foram preparados de acordo com a norma NBR 14810-3 (ABNT, 2006). Após o período de cura, foram aparadas as bordas dos compósitos (Figura 11 a), em seguida foram cortados os corpos de prova para o ensaio físico e ensaio mecânico.

Para os ensaios de Inchamento e Absorção em água utilizou-se dez corpos de prova que foram cortados nas dimensões de 2,5 x 2,5 cm, conforme figura 11 c.

Para os ensaios de flexão estática foram utilizados dez corpos de prova cortados nas dimensões 25 x 5 cm (Figura 11 b).

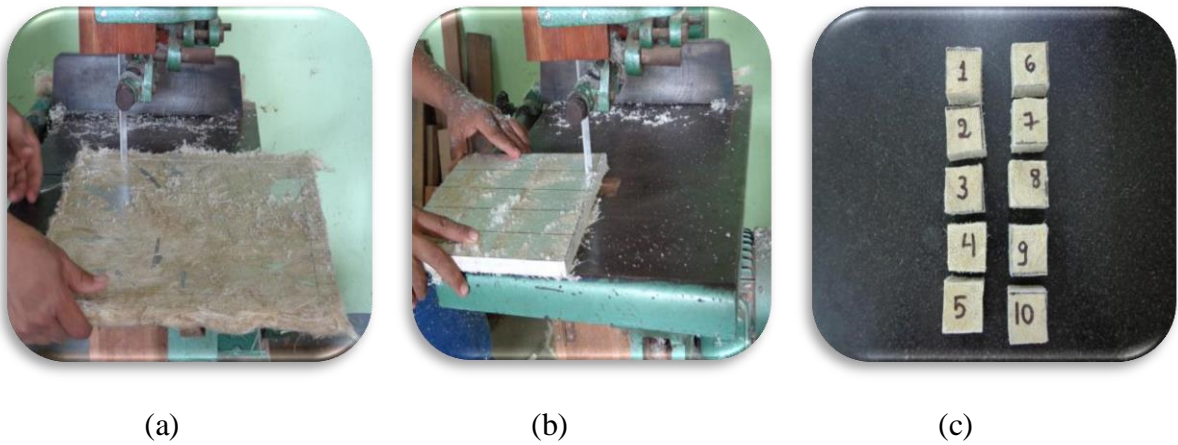


Figura 11. (a) Corte das bordas; (b) Corte para o ensaio de flexão estática; (c) Corpos de prova de Absorção e Inchamento.

Inchamento e Absorção em água

Os ensaios de inchamento e absorção em água foram realizados de acordo com a norma NBR 14810-3 (ABNT, 2006).

Para a realização dos testes utilizou-se dez amostras, devidamente identificadas, que foram submetidas a medições de espessura com auxílio de um micrômetro digital da marca Mitutoyo com precisão de 0,01 mm. Adicionalmente, medidas de massa foram feitas com o uso de uma balança analítica da marca GEHAKA com resolução 0,1 g. As amostras tiveram suas medidas e massas aferidas antes e após imersão em água por períodos de 2 e 24 horas durante o qual a temperatura foi mantida à 20 °C . O teste pode ser visualizado na Figura 12.

Para cálculo de inchamento em espessura, utilizou-se a equação 01.

$$[01] \quad I = \frac{E_1 - E_0}{E_0} \times 100$$

Onde:

I= Inchamento em espessura (%)

E₁= Espessura do corpo-de-prova após o período de imersão (mm)

E₀= Espessura do corpo-de-prova antes da imersão (mm)

Para o cálculo de absorção em água, utilizou-se a Equação 02.

$$[02] \quad A = \frac{M_1 - M_0}{M_0} \times 100$$

Onde:

A = Absorção de água (%)

M_1 = Massa do corpo-de-prova após imersão (g)

M_0 = Massa do corpo-de-prova antes da imersão (g)



Figura 12. Ensaio de Absorção e Inchamento.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Inchamento e Absorção em água

A tabela 1 apresenta os dados de Inchamento e Absorção em água após o período de 2 e 24 horas.

Tabela 1. Inchamento e Absorção em água.

Período	Inchamento (%)	Absorção (%)
2 horas	40,91 ± 7,3	54,01 ± 13,3
24 horas	53,01 ± 7,4	72,09 ± 13,0

O resultado de inchamento em espessura no período de 2 h foi acima dos 8% recomendados pela norma NBR 14810-2 (ABNT, 2006). A norma não cita especificações para o inchamento em espessura no período de 24 h e absorção em água em ambos os

períodos. Os resultados de inchamento apresentam-se acima do especificado pela norma e isto pode estar relacionado a variáveis como espécies de fibra, tamanho da fibra, densidade da chapa, nível de resina, eficiência da aplicação da resina e condições de prensagem (BRITO, 1995). Outro fator observado foi a falta de aderência entre fibra e matriz, como observado na figura 13.

A falta de aderência favorece a formação de gaps ou canais que permitem que a água, que permeia o material durante os testes, permaneça retida entre as superfícies da fibra e da matriz aumentando os níveis de inchamento e absorção de água. Este aumento não depende unicamente das características dos materiais que compõem o compósito. Assim sendo, mesmo para materiais absolutamente hidrofóbicos, a existência dos gaps favorecerá a retenção da água absorvida.

Desta forma, os resultados obtidos nos levam a inferir que os valores elevados de inchamento podem estar relacionados com a dificuldade de obtenção de uma boa aderência entre os componentes (fibra-matriz). O que fica ainda mais evidente quando os resultados são comparados aos obtidos por Santos (2013), cujos resultados apresentaram-se inferiores em painéis de mesma densidade, porém variando o volume, implicando assim em variações nas condições de prensagem.



Figura 13. Compósito polimérico de resina poliuretano à base da mamona e fibra de curauá.

4.2 Flexão estática

O ensaio mecânico de flexão estática não pôde ser realizado devido a máquina de ensaios mecânicos universal estar com defeito, porém o conserto da mesma está previsto

para Agosto de 2013. Este resultado será apresentado no Congresso de Iniciação Científica da UFAM (XXII CONIC).

5. CONCLUSÃO

Compósitos poliméricos utilizando resina poliuretano à base do óleo de mamona e fibras de curauá foram produzidos em densidade 0,8 g / cm³.

O resultado de inchamento em espessura no período de 2 h apresentou-se superior ao especificado na norma NBR 14810-2 (ABNT, 2006) e acima de valores encontrados na literatura. Esse fato pode estar relacionado à eficiência da aplicação da resina, aderência entre a fibra e a matriz, condições de prensagem, tamanho das fibras, bem como a quantidade de fibra/matriz.

Conclui-se que é possível produzir compósitos utilizando resina poliuretano à base do óleo de mamona e fibras de curauá. Porém, para obter-se resultados dentro dos parâmetros de especificação, requeridos pela norma para absorção e inchamento, faz-se necessário melhorar a aderência entre a fibra-matriz e estudar a influencia das quantidades de resina/fibra utilizadas.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14810-1 – Chapas de madeira aglomerada, Terminologia. Rio de Janeiro: ABNT, 2006.

_____. NBR 14810-2 – Chapas de madeira aglomerada, Requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2006.

_____. NBR 14810-3 – Chapas de madeira aglomerada, Métodos de Ensaio. Rio de Janeiro: ABNT, 2006.

ARAUJO, J. R.; MANO, B.; TEIXEIRA, G. M.; SPINACÉ, M. A. S.; DE PAOLI, M. Biomicrofibrilarcompositesof high densitypolyethylenereinforcedwithcurauáfibers: Mechanical, interfacial andmorphologicalproperties. Composites Science andTechonology, volume 70, issue 11, 15, 2010.

BRITO, E. O. Produção de chapas de partículas de madeira a partir de maravalhas de Pinus elliottiiEngelm. var.elliottii plantado no Sul de Brasil. 1995. 123p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1995.

BORGES, J. C. da S. Compósito de poliuretano de mamona e vermiculita para isolação térmica. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2009.

CALLISTER, W.D., “Ciências e Engenharia de Materiais”, Editora LTC 7ª edição, Rio de Janeiro, 2008.

CANEVAROLO, S.V. **Ciência dos Polímeros**. 2º Edição. São Carlos: Editora Artliber, 2002.

d'ALMEIDA, J. R. M.; MONTEIRO, S. N.; AQUINO, R. C. M. P., LOPES, F. P. D.; CARVALHO, E. A. C. Comportamento Mecânico e Características Estruturais de Compósitos Poliméricos Reforçados com Fibras Contínuas e Alinhadas de Curauá. *Revista Matéria*, 2006. vol. 11, nº 3, p. 197 – 203.

DA SILVA, R.V. ; AQUINO, E.M.F. ; RODRIGUES, L.P.S. ; BARROS, A.R.F. Desenvolvimento de um compósito laminado híbrido com fibras natural e sintética. *Revista Matéria*, v. 13, n. 1, pp. 154 – 161, 2008.

FIGUEIREDO, A. D.; AGOPYAN, V. Polímeros – Propriedades, aplicações e sustentabilidades na construção civil. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2006.

FIGURELLI, J.; CURTOLO, D. D.; BARRERO, N. G.; SAVASTANO, H. Jr.; PALLONE, E. M. J. A.; JOHNSON, R. Particulate composite based on coconut fiber and Castor oil polyurethane adhesive: An eco-efficient product. *Industrial Crops and Products*. 2012.

HUBER, T.; PANG, S.; ATAIGER, R. P. All cellulose composite laminates. *Composites: Part A – Applied Science and Manufacturing*, 2012.

LEÃO, M. A. Fibra de Licuri: Um reforço alternativo de compósito polimérico, Dissertação de Mestrado, Natal: Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2008.

LEVY NETO, F.; PARDINI, L. C. . Compósitos estruturais: ciências e tecnologia, Editora Edgard Blucher , 1ª ed., São Paulo, 2006.

LIMA, M. D. F.; GIACONI, V. M. Use of waste specie *diptryx odorata*(cumaru) in the production of particleboards with castor oil based polyurethane adhesive. 4º Amazon Green Materials Meeting, 2012.

MACIEL, C.D., VELINI, E.D.; SANTOS, R.F.; VIANA, A.G.P. Crescimento do curauá branco sob efeito de subdoses de glyphosate. *Revista Brasileira de Herbicidas*, v.8, n.1, p.11-18, jan./abr. 2009.

MALLICK, P. K. *Fiber-reinforced composites: materials, manufacturing, and design*. 3. Ed. Boca Raton: CRC Press, 2007.

MELO FILHO, J. de A. Desenvolvimento e Caracterização de Laminados Cimentícios Reforçados com fibras de sisal, Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, RJ, 2005.

ORGNAGHI JUNIOR, H. L. Caracterização mecânica e dinâmico-mecânica de compósito híbridos vidro/sisal moldados por RTM, Dissertação de Mestrado, UFRGS, Departamento de Materiais, Porto Alegre, 2009.

PICANÇO, M. DE S.. Compósitos cimentícios reforçados com fibra de curauá, Dissertação de Mestrado, Rio de Janeiro : PUC-Rio, Departamento de Engenharia Civil, 2005.

PINTO, A. R. A. G.. Fibras de curauá e sisal como reforço em matrizes de solo, Dissertação de Mestrado, Rio de Janeiro: PUC. Departamento de Engenharia Civil, 2008.

