

# SUBSTITUIÇÃO DA FIBRA DE VIDRO POR FIBRA DE BANANEIRA EM COMPÓSITOS

## SUBSTITUTION OF GLASS FIBER BY BANANARY FIBER IN COMPOSITES

FABIANE ASSIS CARVALHO<sup>1</sup>; GESSYMAR NAZARE SILVA SOUZA<sup>2</sup>; PRISCILA PEREIRA SELOS<sup>3</sup>; THAYS RYCHELLE CARVALHO DE MOURA<sup>4</sup>; WANDERSON OLIVEIRA COSTA<sup>5</sup>.

### RESUMO

A grande quantidade de despojos plásticos existentes no Brasil é um problema, portanto procura-se utilizar fibras lignocelulósicas para o reforço de plásticos por serem biodecomposto mais facilmente se comparado às fibras sintéticas. A substituição de fibras sintéticas por fibras vegetais é uma condição importante, por esta fibra ser de uma fonte renovável, biodegradável, economicamente acessível e acarretar menor impacto ambiental. O objetivo deste estudo é a produção de um compósito empregando material rejeitado da lavoura da bananeira (pseudocaule), o qual é fibrilado juntamente com resina sintética em substituição à fibra de vidro, a ser utilizado em elementos estruturais que não necessitam de grandes esforços mecânicos, tais como tanques, calhas, tubulações de esgoto, etc. Para tanto foi utilizado neste trabalho às fibras extraídas do pseudocaule da bananeira. A extração foi realizada manualmente. A fibra da bananeira foi preparada a partir de uma mistura com resina a base de poliéster insaturado de baixa viscosidade, tixotrópica e pré-acelerada. Quando catalisada com peróxido de metil cetona produz um polímero termofixo. A análise da propriedade térmica da fibra e a análise de densidade do produto foram avaliadas. De acordo com todas as análises e leituras

feitas, pode-se perceber que a utilização da fibra de bananeira em compósitos é uma ótima opção de substituição da fibra de vidro, necessitando apenas de um aperfeiçoamento no processo de obtenção das fibras (mecanização do procedimento) e um maior cuidado na fabricação do compósito.

**Palavras-chave:** Poliéster. Fibra de Vidro. Fibra Natural. Compósitos poliméricos. Fibra de Bananeira. Fibras Lignocelulósicas.

### ABSTRACT

The large amount of existing plastic debris in Brazil is a problem, Therefore lignocellulosic fibers are used to reinforce plastics because they are more easily bio-composite than synthetic fibers. The substitution of synthetic fibers for vegetable fibers is an important condition, by this fiber being from a renewable source, biodegradable, economically accessible and have a lower environmental impact. The objective of this study is the production of a composite using rejected material from the banana plantation (pseudocaule), which is fibrillated together with synthetic resin instead of glass fiber, to be used in structural elements, which do not require great mechanical stresses, such as tanks,

<sup>1</sup> Professora do curso de engenharia química da faculdade única ipatinga

<sup>2</sup> Graduando do Curso de Engenharia Química da Faculdade Única de Ipatinga – MG

<sup>3</sup> Graduando do Curso de Engenharia Química da Faculdade Única de Ipatinga – MG

<sup>4</sup> Graduando do Curso de Engenharia Química da Faculdade Única de Ipatinga – MG

<sup>5</sup> Graduando do Curso de Engenharia Química da Faculdade Única de Ipatinga – MG

gutters, sewage pipes, etc. For this purpose, the fibers extracted from the banana pseudocaule were used in this work. The extraction was performed manually. The banana fiber was prepared from a mixture with unsaturated polyester base resin of low viscosity, thixotropic and pre-accelerated. When catalyzed with methyl ketone peroxide product a thermoset polymer. The thermal property of the product was evaluated. According to all the analyzes and readings made, it can be seen that the use of banana fiber in composites is a great option for replacing fiberglass, needing only an improvement in the process of obtaining the fibers (mechanization of the procedure) and a greater care in the manufacture of the composite.

**Key-words:** Polyester. Fiberglass. Natural Fiber. Polymeric composites. Fiber of Bananeira. Lignocellulosic Fibers.

## 1. INTRODUÇÃO

Na construção de materiais compósitos, o processo deve ser potencializado aproveitando as características das fibras. Nessa conjuntura, é importante, que a escolha do material utilizado como reforço possua características que ofereçam melhores desempenhos, técnica de fabricação e custo adequados ao projeto do congresso brasileiro de engenharia e ciências do materiais. A fibra de vidro é o material mais utilizado na criação de compósitos, em virtude de apresentar propriedades como: resistência mecânica, baixo custo, não ser inflamável e não reagir quimicamente com outros materiais, apresentar resistência à corrosão e à umidade (OTA, 2004).

Entretanto, o contato irrestrito e contínuo com os filamentos de fibra de vidro pode acarretar doenças respiratórias e pulmonares, além de aumentar a probabilidade do desenvolvimento de câncer. Pesquisas feitas pelo Conselho de Defesa dos Recursos Naturais (NRDC; Washington), detectaram que o risco de

câncer ligado ao manuseio de fibra de vidro é igual ao causado pelo amianto (GEHLEN, 2014).

Devido a tal fato, torna-se cada vez mais necessário o investimento em materiais alternativos que contribuam tanto para a defesa e segurança do meio ambiente quanto para a sustentabilidade da vida e saúde (CARASCHI e LEÃO, 2002).

É infável afirmar que desde a descoberta dos polímeros até os dias de hoje, tais materiais são lançados no meio ambiente de forma ininterrupta e acelerada. O avanço tecnológico e o crescimento econômico viabilizaram grandes benefícios à população. Porém, associado ao desenvolvimento social e ao consumo inadequado, causaram vários distúrbios entre os quais destaca-se a poluição, sendo o principal responsável pela destruição ambiental e diminuição da qualidade de vida do ser humano (ROLIM, 2000).

Na construção de materiais compósitos, o processo deve ser potencializado aproveitando as características das fibras. Nessa conjuntura, é importante, que a escolha do material utilizado como reforço possua características que ofereçam melhores desempenhos, técnica de fabricação e custo adequados ao projeto do congresso brasileiro de engenharia e ciências do materiais. A fibra de vidro é o material mais utilizado na criação de compósitos, em virtude de apresentar propriedades como: resistência mecânica, baixo custo, não ser inflamável.

A grande quantidade de despojos plásticos existentes em aterros sanitários, ruas, lagos e rios, dentre os vários estragos provocados no meio ambiente, são um dos grandes destaques. Esses rejeitos demoram muito para se decomporem naturalmente e não podem ser incinerados porque liberam gases tóxicos. Por consequência disso, para diminuir esses resíduos é feito um reaproveitamento desses materiais procurando assim um novo propósito para eles, reinserindo-os em processos produtivos, diminuindo a quantidade

desprezada em aterros sanitários. Resultando em conservação dos recursos naturais, racionamento de energia, produção de empregos, entre outros. Esse reaproveitamento é na maioria das vezes com o uso de fibras de vidro (CARASCHI e LEÃO, 2002).

Em relação aos polímeros, a reciclagem contribui ou almeja fazer com que o polímero pós-consumo torne-se o mais parecido possível com o polímero puro; a fim de serem utilizados na produção de materiais com utilidades superiores, como a criação de compósitos sendo uma ótima opção para conseguir um material sustentável (SPINACÉ e PAOLI, 2005).

O início do uso dos plásticos reforçados com fibras naturais foi no começo do século XX com o aparecimento do grande empenho global na criação de tecnologias "verdes" que facilitariam o uso de produtos com menor impacto ambiental. A química "verde" envolve todo o desenvolvimento de processos químicos e produtos que contribui para estabelecer um meio ambiente mais limpo, saudável e sustentável, por isso estes materiais tem mobilizado bilhões de dólares no mundo. Com foco na sustentabilidade, inúmeras pesquisas e trabalhos na área de polímeros e compósitos foram, e ainda estão sendo, feitos para assegurar a preservação do meio ambiente e promover uma melhora na qualidade de vida. Entre as buscas feitas nesta área, as que usam recursos naturais na fabricação dos materiais vêm crescendo, dando ênfase no uso de fibras naturais (SILVA, 2009).

A Organização das Nações Unidas para a Agricultura e a Alimentação (FAO-ONU – *Food and Agriculture Organization of the United Nations*) estabeleceu o ano de 2009 como o ano mundial das fibras naturais propondo assim conscientizar e encorajar o emprego de fibras naturais, impulsionando políticas do governo de incentivo ao setor e às ações sustentáveis das empresas, para a sua utilização (FAO, 2009).

Deve-se dedicar uma atenção superior à utilização de fibras naturais de origem vegetal, devido à grande diversidade de espécies que podem ser pesquisadas. Muitas das fibras vegetais são produzidas em quase todos os países e frequentemente são chamadas de materiais lignocelulósicos. Algumas fibras ocorrem espontaneamente na natureza, outras só ocorrem com o cultivo agrícola e existem também as que vêm de resíduos gerados, especialmente, pela agroindústria. A grande quantidade disponível de fibras lignocelulósicas, junto com a necessidade de uma fonte renovável para a produção de polímeros, tem assim uma grande chance para desenvolver tecnologias que ao mesmo tempo aumentam o valor dos produtos da agroindústria e haja na estabilização do carbono na natureza. Auxiliando na diminuição do lançamento de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) para atmosfera durante a produção, processamento e utilização de produtos da agroindústria, elevando o poder econômico do agronegócio devido à possibilidade de comercialização de créditos de carbono para a cadeia produtiva, que foi criada devido ao sistema de desenvolvimento limpo previsto pelo Protocolo de Kyoto (SILVA, 2009).

Neste sentido, atualmente ocorre um aumento no interesse do emprego de materiais lignocelulósicos (fibras de sisal, coco, banana, curauá e juta), como reforço em compósitos de matrizes termofixas ou termoplásticas. A relevância do emprego das fibras vegetais como responsável pelo reforço nos compósitos está ligado ao seu baixo custo, densidade menor quando comparadas às fibras de vidro, ainda mais por serem fontes renováveis, não abrasivas, biodegradáveis e serem abundantes no território nacional (PIRES *et al.*, 2011).

O Brasil é um dos maiores produtores de banana do mundo perdendo só para a Índia e China, e dentro do Brasil, o norte de Santa Catarina é um dos locais que mais produz banana (BECKER *et al.*, 2011) torna a fibra da bananeira uma fibra muito interessante para o uso. Mesmo diante desse fato, existem poucos estudos

sobre a fibra da bananeira em geral, sua utilização se destaca na área têxtil e de papel (ALBINANTE *et al.*, 2012).

O polímero mais usado junto às fibras é o poliéster. Pois ele é um material que tem um apropriado equilíbrio térmico, químico e elétrico, além de um baixo custo, tendo uma ótima resistência a rupturas por dobradura e fadiga (PETRY, 2011).

Porém, por causa da pouca ligação existente entre a fibra e o polímero, o uso deste material é baixo. Por gerarem ligações fracas, a tensão entre os dois materiais fará que o produto não tenha um alto desempenho, tendo uma característica de produto fraco que não resiste por muito tempo. Por esse motivo vários processos foram criados e ampliados, para remediar esse problema e assim aumentar o desempenho dos compósitos fabricados (d'ALMEIDA *et al.*, 2005).

O objetivo geral é a produção de um compósito empregando material rejeitado da lavoura da bananeira (pseudocaule), o qual é fibrilado juntamente com resina sintética em substituição à fibra de vidro, a ser utilizado em elementos estruturais que não necessitam de grandes esforços mecânicos, tais como tanques, calhas, tubulações de esgoto, etc. Já os objetivos específicos são: 1º Produção da fibra de bananeira; 2º Utilização da resina a base de poliéster insaturado; 3º Produção da fibra de bananeira em compósitos de poliéster insaturado catalisado com peróxido de metil etil cetona.

## 2 MÉTODOS

As extrações das fibras foram feitas manualmente e com tratamento químico. As fibras utilizadas neste estudo foram extraídas do pseudocaule (tronco) da bananeira do tipo Prata (*Musa Sapientum*, Musaceae), localizada em Santana do Paraíso- MG. O pseudocaule é formado pela sobre posição de bainhas foliares (camada), onde cada pseudocaule é composto por aproximadamente 15 bainhas em condições

de uso para a produção de fibras. Essas camadas foram separadas em três partes: camada externa, camada intermediária e camada interna. Para este trabalho foi utilizada a camada intermediária mais externa como ponto de estudo, já que entre as camadas, foi a que apresentou aparentemente uma maior facilidade de extração.

As bainhas foliares são destacadas do tronco, uma por uma, e recortadas em tiras longitudinais. Cada tira pode ser aproveitada inteira ou ser desdobrada, retirando-se as camadas internas; as tiras foram então colocadas para secar. Numa mesma bainha, após o desmembramento, obtêm-se diferentes tipos de palha.

As características das palhas também se diferenciam de acordo com a espécie, variedade, localidade de crescimento da planta, condições edafoclimáticas (características referentes ao clima, o relevo, a litológica, a temperatura, a umidade do ar, a radiação, o tipo de solo, o vento, a composição atmosférica e a precipitação pluvial) e tratos culturais, bem como conforme sua localização no pseudocaule. As bainhas mais externas fornecem palhas mais escuras e mais resistentes, que se tornam mais claras e mais frágeis à medida que se aproximam do centro do mesmo.

Após a extração das palhas do pseudocaule, elas foram tratadas com ácido acético e solução aquosa de hipoclorito de sódio (Água Sanitária) para a limpeza, desinfecção e esterilização das fibras extraídas de uma possível contaminação no manuseio, e colocadas para secar. Para a obtenção de fibras pode-se utilizar processo manual ou mecânico. No processo de extração manual, após o corte do pseudocaule, as bainhas foliares são retiradas e passadas numa calandra manual (tipo cilindro para massas), para extração da água, colocadas sobre uma mesa e “penteadas” com garfo ou escova fina de aço para soltar a porção não fibrosa existente entre as fibras. Esse procedimento foi repetido por duas vezes e depois o

material foi lavado e pendurado em varal, onde as fibras foram separadas com as mãos e deixadas para secar.

Após a operação de desfibragem manual, a fibra de bananeira foi lavada em água para se eliminar a mucilagem residual, melhorando a limpeza e aumentando o brilho. Depois secas ao sol, que age como um alvejante natural (por degradar a clorofila). Posteriormente, fora colocada numa estufa a 40°C por 24 horas para retirar toda a umidade.

Os pedaços de filamento foram cortados em comprimento de 0,5 a 5 cm e utilizados para fabricação de massas para moldagem.

Para a produção do compósito utilizou-se o processo “*HANDLAY-UP*” (PROCESSO MANUAL), no qual a resina já acelerada e catalisada foi aplicada manualmente com pincéis à fibra que cobre o molde e removeram-se as bolhas de ar existentes com roletes. Então, a peça formada ficou secando ao sol por 24 horas.

## **Caracterização das Fibras de Bananeira**

### **Termogravimetria (TG)**

Para qualificar o quanto estas fibras são estáveis termicamente fez-se análises termogravimétricas (TG). O ensaio possibilita a medição da perda de massa de uma determinada substância ou material em decorrência do aquecimento controlado e do tempo, caracterizando assim o comportamento térmico dos materiais. A metodologia básica da termogravimetria constitui-se de uma balança eletrônica de precisão acoplada a um forno que tenha o aumento controlado da temperatura de forma linear com o tempo. Neste trabalho, a amostra foi analisada em um analisador termogravimétrico, TGA-51 H, marca SHIMADZU, em uma atmosfera de ar normal (pois retrata o ambiente em que o compósito será utilizado) um cadinho de platina, com um gradiente de temperatura de 28°C a 500°C, a uma taxa de aquecimento de 10°C por minuto. A amostra no formato de raspa foi colocada

em um cadinho corretamente tarado acoplado a uma plataforma; dentro dele foram colocados 5 mg de amostra por vez, para determinarem as temperaturas de degradação do compósito. O cadinho foi então envolto pelo forno elétrico, de tal forma que a amostra pudesse ter sua temperatura monitorada em função da variação da potência do forno.

O resultado pode ser observado através de curvas termogravimétricas (TG), em que a alteração do peso é verificada em relação ao aumento controlado da temperatura ou do tempo. Então, qualquer variação na massa que ocorra em temperaturas próximas logo será identificada. Algumas condições podem afetar o resultado de um ensaio termogravimétrico, como efeitos instrumentais (velocidade do forno, atmosfera, forma e material do cadinho), características da amostra (peso, granulometria, umidade, forma de preparação), entre outros.

## **Caracterização do Produto Final**

### **Análise de densidade**

A determinação da densidade, para as amostras analisadas, foi realizada por meios matemáticos, sendo determinado por meio do princípio de que um corpo imerso em um fluido sofre um empuxo igual ao volume de fluido deslocado pelo corpo. Equipamentos usados na determinação da densidade são uma balança analítica para saber o valor da massa de cada amostra analisada e uma proveta de 2000 mL. Foram analisadas três amostras com cerca de 2,0; 0,4 e 0,8% de fibras no compósito; com o intuito de verificar sua interferência nas características do produto final. Além disso, a primeira amostra foi feita com maior espessura que as outras duas amostras subsequentes a fim de avaliar se a espessura das fibras afeta o resultado final.

### **Densidade (g/cm<sup>3</sup>)**

### 3- DISCURSOES DE RESULTADOS Análise de Termogravimetria (TG)

No gráfico da FIG. 1 pode ser visto o comportamento adotado pela amostra que não tem polímeros nos ensaios termogravimétricos como apresentado no gráfico nº 01 do Comportamento Térmico da Amostra.

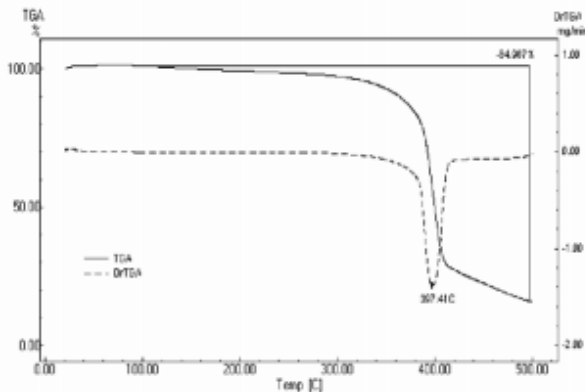


Figura 1 – Fonte: os autores.

Pode-se observar que a fibra iniciou a perda de massa a partir de 120°C atribuído a perda de água. A partir deste ponto ocorreu uma diminuição lenta e continua da massa até cerca de 85% do total a uma temperatura média de 380°C.

Isso mostrou que esta fibra pode trabalhar numa faixa de temperatura de 85°C sem danificar a segurança e suas propriedades.

#### Análise de Densidade ( $\rho$ )

Nos gráficos das FIG. 2 e 3 podem ser visto as densidades obtidas das amostras analisadas no ensaio da densidade.

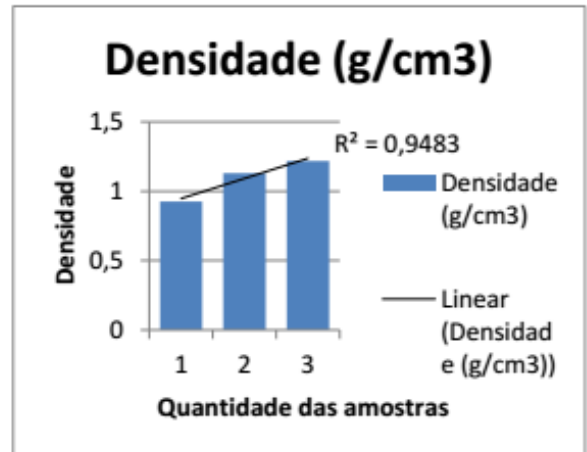


Figura 2 - Fonte: os autores.

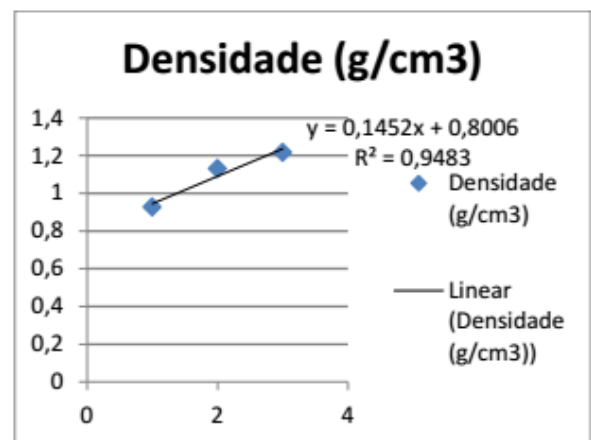


Figura 3 - Resultado da análise de densidade para todas as amostras analisadas. - Fonte: os autores.

Observa-se que os valores de densidade variaram entre 0,92 g/cm<sup>3</sup> e 1,22 g/cm<sup>3</sup>. A mudança mais significativa ocorreu no valor da densidade da 1ª amostra em relação às outras, cerca de 18% em relação a segunda e 23,9% em relação a terceira, entretanto, houve uma pequena variação na diferença da densidade entre a 2ª e a 3ª amostra com cerca de 7%. Demonstrando assim, que a espessura da amostra afeta a interação entre fibra e matriz produzindo bolhas e alterando a densidade do material. Depreende-se que quanto maior a quantidade de fibras, maior é a densidade da amostra.

### 4- CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos pelas análises e outros artigos e teses, como: Mota (2010), Leão (2013), que foram lidos, percebe-se

que a fibra de bananeira dispõe de uma microestrutura similar a outras fibras. Além de que os percentuais das fibras estão relacionados com suas características finais. Foi confirmado que a fibra apresenta boa estabilidade térmica, o que proporciona uma aplicabilidade em temperaturas até 100 °C.

O processo de fabricação, do trabalho manual, influencia diretamente nos resultados, pois a espessura das fibras afeta a densidade do compósito deixando o material menos denso, fazendo com que a interação entre fibra/resina seja menor quanto maior for à espessura. Mas de acordo com todas as análises e leituras feitas, pode-se perceber que a utilização da fibra de bananeira em compósitos é uma ótima opção de substituição da fibra de vidro, necessitando apenas de um aperfeiçoamento no processo de obtenção das fibras (mecanização do procedimento) e um maior cuidado na fabricação do compósito. Caso isso ocorra, irá agregar um valor maior ao produto final.

Este compósito, por sua fabricação ser de baixo custo e ter um grande potencial de implementação por cooperativas de trabalhadores rurais, pode ser um diferencial na vida dos povos carentes e pequenos produtores de banana.

Como estudo futuro, sugere-se realizar ensaios de tração, ensaio de flexão, análise de espectroscopia na região do infravermelho com transformada de fourier (FTIR), análise do índice de fluidez (MFI), análise de dureza, visto que por meios destes testes que são possíveis determinantes para a viabilidade deste compósito.

## REFERENCIAS

[1] ALBINANTE, Sandra R; et al. Caracterização de Fibras de Bananeiras e de Coco por Ressonância Magnética Nuclear de Alta Resolução no Estado Sólido. **Polímeros**, Rio de Janeiro, v. 22, n. 5, p. 460-466, jan. 2012. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0104-](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-14282012000500011)

[14282012000500011](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-14282012000500011)>. Acesso em: 3 abr. 2016.

[2] BECKER, Daniela; et al. Influência da sequência de Mistura do PP-MA nas Propriedades dos Compósitos de PP e Fibra de Bananeira. **Polímeros**, Joinville, v. 21, n. 1, p. 7-12, jul. 2011. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0104-14282011000100004&lng=pt&tlng=en](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-14282011000100004&lng=pt&tlng=en)>. Acesso em: 3 abr. 2016

[3] CARASCHI, José Cláudio; LEÃO, Alcides Lopes. Avaliação das propriedades mecânicas dos plásticos reciclados provenientes de resíduos sólidos urbanos. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 24, n. 6, p. 1599-1602, setembro de 2002. Disponível em: <<http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd48/raschi.pdf>>. Acesso em: 3 abr. 2016.

[4] CARVALHO, A. **Compósitos pra uso industrial**. São Paulo, SP, 2012.

[5] CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA E CIÊNCIAS DOS MATERIAIS, 20, 2012, Joinville. **Propriedades mecânicas em laminados fibras de vidro e fibra de carbono em resina epóxi**. Bauru: 2012. P. 11663 – 11671. Disponível em: <<http://www2.fc.unesp.br/gsm/dnm/capella/417-223.pdf>>. Acesso em: 3 abr. 2016.

[6] D' ALMEIDA, Ana L. F. S.; et al. Acetilação da fibras de bucha (*Luffa cylindrica*). **Polímeros**, São Carlos, v. 15, n. 1, jan. / mar. 2005. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S010414282005000100013&lng=pt&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010414282005000100013&lng=pt&tlng=pt)>. Acesso em: 3 abr. 2016.

[7] GEHLEN, Larissa Rossi. **Efeito da Utilização de Fibras Lignocelulósicas (Açaí e Curauá) em compósitos com matriz de resina Poliéster insaturado**. 2014. 104 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciência dos Materiais) –

Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2014. Disponível em: <<http://www.pipe.ufpr.br/portal/defesas/dissertacao/273.pdf>>. Acesso em: 3 abr. 2016.

[8] LEÃO, Ariadne Gonçalves de. **Compósitos sustentáveis á Base de Polipropileno Pós-consumo e Fibras de Bananeira Modificada por tratamento químico**. 2013. 84 f. Monografia (Trabalho de Conclusão do curso de graduação em Tecnologia em Polímeros) – Centro Universitário Estadual da Zona Oeste, Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: <<http://www.crea-rj.org.br/premiocrearjniemeyer/files/2014/10/UEZO-Grad-TecnPol%C3%ADmeros.pdf>>. Acesso em: 3 abr. 2016.

[10] MOTA, Rui Carlos de Sousa. **Análise de viabilidade Técnica de Utilização da Fibra de Bananeira com resina sintética em Compósitos**. 2010. 108 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2010. Disponível em: <[https://repositorio.ufrn.br/jspui/bitstream/123456789/15617/1/RuiCSM\\_MESTRE.pdf](https://repositorio.ufrn.br/jspui/bitstream/123456789/15617/1/RuiCSM_MESTRE.pdf)>. Acesso em: 8 maio 2016.

[11] ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A AGRICULTURA E ALIMENTAÇÃO (FAO). Disponível em: <<http://www.fao.org/natural-fibres-2009/es/>>. Acesso em: 18 de abr. 2016.

[12] OTA, Waldyr Naoki. **Análise de Compósitos de Polipropileno e Fibras de Vidro utilizadas pela indústria automotiva nacional**. 2004. 104 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia dos Materiais) – Curitiba, 2004. Disponível em: <<http://www.pipe.ufpr.br/portal/defesas/dissertacao/058.pdf>>. Acesso em: 3 abr. 2016.

[13] PETRY, André. **Mercado Brasileiro de Polipropileno com ênfase no setor Automobilístico**. 2011. 35 f. Monografia (Trabalho de conclusão do curso de

Engenharia Química) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011. Disponível em: <[http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/36895/000793\\_010.pdf](http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/36895/000793_010.pdf)>. Acesso em: 3 abr. 2016.

[14] PIRES, Eduardo N.; et al. Efeito do Tratamento alcalino de fibras de juta no comportamento mecânico de compósitos de matriz epóxi. **Polímeros**, São Carlos, v.22, n. 4, Ago. 2012. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0104-14282012000400006](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-14282012000400006)>. Acesso em: 3 abr.2016.

[15] ROLIM, Aline Marques. **A reciclagem de Resíduos Plásticos Pós-consumo em oito empresas do Rio Grande do Sul**. 2000. 142 f. Dissertação (Mestrado em Administração) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2000. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/2397/000273408.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 3 abr. 2016.

[16] SILVA, Rafael; et al. Aplicação de Fibras Lignocelulósicas na Química de Polímeros e em compósitos. **Química Nova**, Maringá, v. 32, n. 3, p. 661-671, abr. 2009. Disponível em: <[http://quimicanova.sbq.org.br/imagebank/pdf/Vol32No3\\_661\\_09-QN09050.pdf](http://quimicanova.sbq.org.br/imagebank/pdf/Vol32No3_661_09-QN09050.pdf)>. Acesso em: 10 abr. 2016.