

## Análise da aplicação de resíduos do corte de palmito pupunha (*Bactris gasipaes* H.B.K.) em compósitos de matriz poliéster com diferentes proporções

M. Z. Farina\*, T. E. Soares, S. K. Chilomer, A. P. T. Pezzin, D. A. K. Silva

Departamento de Engenharia Ambiental – Universidade da Região de Joinville

Campus Universitário, s/nº, CEP 89201-974, Joinville – SC

(Recebido em 15/12/2009; revisado em 29/08/2011; aceito em 31/08/2012)

(Todas as informações contidas neste artigo são de responsabilidade dos autores)

### Resumo:

O cultivo de pupunheira é crescente na região de Joinville e fonte de renda para as famílias rurais. No entanto, após a extração do palmito há geração de resíduos que representa uma grande quantidade de biomassa. A utilização de algumas partes tais como, as nervuras centrais dos segmentos foliares (NCFS) e as bainhas, em compósitos, poderia favorecer economicamente o agricultor. Assim, este trabalho teve por objetivo, avaliar o efeito de diferentes proporções de fibras da pupunheira na forma de trama e manta no desempenho mecânico dos compósitos. Aplicaram-se as nervuras centrais tanto para produzir tramas quanto para confeccionar mantas. Ambas foram incorporadas em resina poliéster insaturada e as composições em massa das fibras nos compósitos foram de 6% em tramas e 6% e 10% m/m em mantas. Após, os corpos de prova foram acondicionados de acordo com a norma e submetidos aos ensaios de tração e de absorção de água de acordo com suas respectivas normas. As fraturas dos corpos de prova, provenientes do ensaio de tração foram submetidas à análise por MEV e TGA. Os resultados apontaram que o percentual de manta altera significativamente o módulo de elasticidade. O aumento do percentual de fibra vegetal refletiu em um acréscimo de 5% de no teor de água absorvido. As micrografias das fraturas do compósito com trama evidenciaram que a interface fibra/matriz apresenta uma baixa adesão. Já quando as mantas estão presentes nos compósitos observou-se a impregnação das fibras pela matriz e uma melhor interação entre as fases na interface.

**Palavras-chave:** Pupunheira; manta vegetal; compósitos; biocompósitos.

### Abstract:

The cultivation of peach palm is increasing in the region of Joinville and source of income for rural households. However, after the extraction of palm waste is generated that represents a large amount of biomass. The use of some parts such as the midrib of the leaf segment (MRLF) and sheaths, in composites, could encourage farmers economically. Thus, this study aimed to evaluate the effect of different proportions of fibers of the palm in the form of weaves and woven on the mechanical performance of composites. Applied to both midrib to produce weaves and for making woven. Both were incorporated into unsaturated polyester resin and the mass of fibers in composites were 6% in weaves and 6% and 10% m / m in woven. Afterwards, the specimens were packed in accordance with the standard and subjected to tensile strength and water absorption in accordance with their respective standards. Fractures of specimens, from the tensile test were analyzed by SEM and TGA. The results showed that the woven percentage significantly alter the modulus of elasticity. The increase in the woven percentage reflected in an increase of 5% of the water content absorbed. The micrographs of fractures of the composite with weave showed that the fiber/matrix interface has a low adhesion. Yet when the woven are present in the composites showed the impregnation of the fibers by the matrix was observed and a better interaction between the phases in the interface.

**Keywords:** Peach palm; vegetal woven; composites; biocomposites.

### 1. Introdução

A maior parte das tecnologias modernas exige materiais com combinações incomuns de propriedades que não podem ser atendidas pelas ligas metálicas, cerâmicas e materiais poliméricos convencionais. As combinações e as faixas das propriedades dos materiais foram, ampliadas através do desenvolvimento de materiais compósitos [1].

Muitos materiais compósitos são formados por apenas duas fases; uma denominada de matriz, a qual é contínua e envolve a outra fase, chamada freqüentemente de fase dispersa. As propriedades dos compósitos são uma função das propriedades das fases constituintes, das suas quantidades relativas e da geometria da fase dispersa e da adesão entre as fases. Nesse contexto, por “geometria de fase dispersa”

\*Email: [minazf@hotmail.com](mailto:minazf@hotmail.com) (M. Z. Farina)

subtende-se a forma das partículas e seu tamanho, sua distribuição e sua orientação [1].

O uso de matérias-primas de fontes renováveis vem sendo objeto de inúmeros estudos e pesquisas, devido ao seu potencial na substituição de derivados petroquímicos. Diversos autores concordam que as fibras naturais apresentam um grande potencial de aplicações industriais nas áreas de revestimento interno de automóveis, ônibus e caminhões, bem como em painéis para construção civil [2-8].

Nos últimos anos houve um grande crescimento na procura por materiais compósitos que utilizam fibras menos poluentes de modo a substituir a fibra de vidro convencionalmente usada na indústria em geral. Uma das alternativas é a substituição destas fibras por fibras naturais em compósitos poliméricos, pois são de fácil disponibilidade, contribuem para a biodegradação e renovação do ciclo ecológico, além de possuírem baixa densidade e possibilitarem a redução de custos, eficiência de energia, alta rigidez apresentando resistência específica aceitável tais como a tenacidade e a resistência à fadiga, e serem menos abrasivas [7,9,10].

Estas características resultam em uma redução de peso entre 10 a 30 % em um compósito. A estas vantagens somam-se as regulares propriedades mecânicas e acústicas quando comparada à fibra de vidro, preços vantajosos quando comparadas às fibras sintéticas (as quais têm aumentado seu custo de acordo com o aumento do preço do petróleo), e efeitos positivos na agricultura [11,12].

No último caso pode-se destacar o cultivo de palmito pupunha, que possui forte apelo ecológico aos consumidores, pois sua preferência se baseia na aquisição de um produto de origem conhecida e na preservação da *Euterpe edulis*, a palmeira mais visada pelos extrativistas. Segundo o Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia INPA, “por ser uma espécie domesticada, a tolerância ecológica da pupunheira é muito mais ampla do que qualquer um de seus prováveis ancestrais” [13].

O cultivo do palmito pupunha (*Bactris gasipaes* H.B.K) é crescente na região de Joinville em função das condições edafoclimáticas, sendo uma importante alternativa agroecológica para diversificação e fonte de renda para as famílias rurais. No entanto, após a extração do palmito, observa-se a geração de resíduos (nervuras, bainhas, folhas, entre outros), que representam uma grande quantidade de biomassa [7,14].

Por tudo isso a aplicação de parte dos resíduos de pupunheira, mais especificamente as fibras, como reforço em compósitos poliméricos sob diversas condições é uma alternativa.

Conhecer características anatômicas das fibras tais como comprimento, bem como sua composição lignocelulósica, de acordo com Satyanarayana *et al.* [14], auxilia no momento de propor novas estratégias e funções para esses resíduos. Conforme descreve Farina *et al.* [8], em relação às outras partes da pupunheira, as fibras das nervuras centrais dos segmentos foliares (NCSF) são mais curtas ( $931 \pm 367 \mu\text{m}$ ) e apresentam menor diâmetro ( $13, \pm 3 \mu\text{m}$ ), ou seja, possuem uma alta razão de aspecto que favorecem a adesão. Entretanto, para

aplicação em compósitos o dado mais relevante é a razão de aspecto.

Ainda de acordo com Farina *et al.* [8], as nervuras centrais dos segmentos foliares (NCSF) fornecem mais fibras que outras partes do vegetal, para a mesma quantidade de material dissociado, o que representa aproximadamente 50%. Por isso na NCSF não há grande quantidade de parênquimas de preenchimento, o que acarreta um tempo de dissociação de cerca de 40 horas.

Este estudo teve por objetivo, avaliar os compósitos em matrix poliéster insaturada com diferentes proporções e formas de distribuição das fibras da NCSF seu desempenho mecânico sob tração, o efeito da temperatura na taxa de absorção de água, bem como investigar a intenção fibra/matrix.

## 2. Materiais e Métodos

A Figura 1 ilustra o fluxograma da metodologia aplicada neste trabalho e que é descrita na subseção posterior.

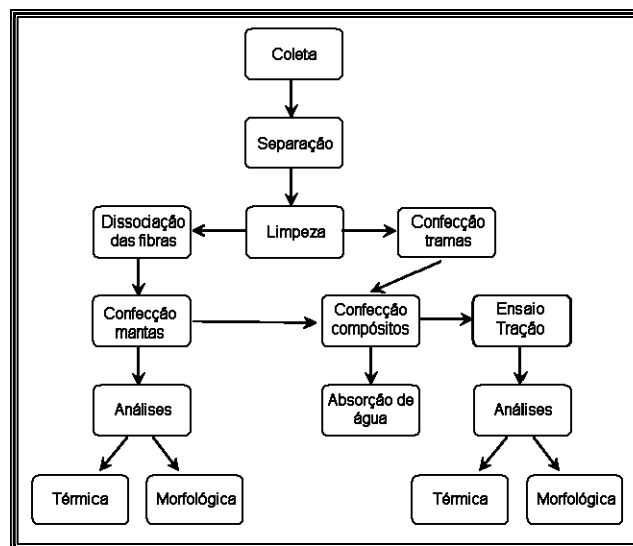


Figura 1. Fluxograma, de todas as etapas desenvolvidas no projeto

### 2.1. Coleta do Material Vegetal

O local de coleta (Figura 2) foi uma propriedade particular, localizada na região do Quiriri (SC-301), em Joinville/SC pertencente a um agricultor que participa da cooperativa local de produção e envase de palmito, o qual é cortado todas as semanas, sendo seus resíduos deixados no solo. Segundo os técnicos da Fundação 25 de Julho, as folhas e o caule que caem ou são cortados, não têm um uso nobre, sendo utilizadas como camas e para a alimentação de animais.



Figura 2. Plantação de Pupunheira

### 2.2. Separação e Limpeza das Fibras

Em seguida ao corte das palmeiras e extração do material para a produção de palmito, foram coletadas as folhas rejeitadas. Assim, os resíduos resultantes da coleta das folhas da *palmácea* foram selecionados e divididos em tiras, sendo submetidos a um processo de raspagem com facas. O resultado de cada etapa pode ser visto na Figura 3. Este é um processo lento, pois as fibras são retiradas uma a uma de forma manual, depois, raspadas para remoção de resíduos.



Figura 3. Processo de obtenção das fibras das folhas da *palmácea*. (1) Local onde fica o palmito. (2) e (3) Parte da folha em que é retirada a fibra. (4) Fibras Separadas. (5) Separação das parte verde. (6) Fibras raspadas com faca

### 2.3. Confeção das Tramas

De acordo com Farias *et al.* [15], as nervuras centrais dos segmentos foliares foram separadas manualmente e metade delas teve os resíduos clorofilados raspados. As tramas foram confeccionadas com o uso de tiras de elastômero como suporte, uma a uma os feixes das NCSF foram sendo esticadas e tramadas bilateralmente com espaçamento de 5 mm entre elas, conforme observado na Figura 4.

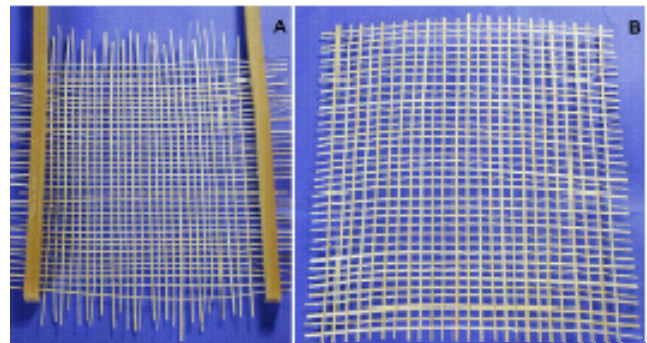


Figura 4. Fibras tramadas no suporte de elastômero (A) e Fibras tramadas prontas para incorporação na matriz (B)

### 2.4. Dissociação das Fibras

Todo o material foi fracionado e dissociado pelo método de Franklin, modificado por Berlyn & Miksche [16], conforme Farina *et al.* [8].

### 2.5. Confeção das Mantas

A polpa de fibras foi espalhada homogeneamente sobre uma tela e levada à estufa com circulação de ar forçada a 60°C por 1h para retirar o excesso de umidade, logo após a manta foi passada por um sistema de rolos onde foi definida sua espessura que varia de acordo com a percentagem em massa que se deseja (Figura 5). Em seguida esta manta retornou para estufa a 60°C até massa constante.



Figura 5. Manta da fibra

## 2.6. Análise morfológica do Material Vegetal

A morfologia da NCSF e da manta de fibras foram observadas e fotografadas em um microscópio eletrônico de varredura DSM 940A da marca Zeiss.

## 2.7. Análise Térmica do Material Vegetal

A análise termogravimétrica- TGA da NCSF e da manta de fibras foi conduzida em um equipamento é TA Instruments, sendo as amostras submetidas a um gradiente de temperatura variando de 25 °C a 800 °C, com taxa de aquecimento de 10 °C/min.

## 2.8. Densidade da Material Vegetal

A densidade das amostras foi determinada utilizando-se um picnômetro, conforme NBR 11936 [17], em duplicata.

## 2.9. Confeção dos Compósitos

Em um molde de aço (300 x 180 mm), foram confeccionadas placas de compósitos. de resina Poliéster insaturada (catalisador MEK) contendo 6%, em massa de trama ou de manta e ainda placas contendo 10% em massa de manta de fibras. Foram empregados como controle corpos de prova de resina pura.

## 2.10. Ensaio de Tração

As placas de compósitos foram submetidas à usinagem para produção dos corpos de prova e foram pré-condicionados segundo a norma ASTM 618 [18]. Os ensaios de tração foram realizados conforme a norma ASTM 638-02 [19], com taxa de 5 mm/min.

Para a obtenção de valores médios da resistência à tração e da deformação na ruptura, os ensaios de tração foram realizados em 5 corpos de prova para todos os percentuais.

## 2.11. Ensaio de Absorção de Água com Temperatura

Os ensaios foram realizados com seis amostras para as condições de temperatura em 50°C, segundo a norma ASTM D570-98 [20], com o auxílio de uma balança de 0,1mg de precisão.

## 2.12. Análise Morfológica das Fraturas dos Compósitos

Para a avaliação do grau de adesão interfacial entre fibra/matriz as fraturas dos ensaios mecânicos, foram observadas por MEV.

## 2.13. Análise Térmica dos Compósitos (TGA)

A determinação das propriedades térmicas dos compósitos confeccionados foi realizada por análise termogravimétrica (TGA) sob o mesmo intervalo de

temperatura e ambiente inerte descrito para a análise do material vegetal.

## 3. Resultados e Discussão

### 3.1. Análise Morfológica e Térmica do Material Vegetal

Observa-se na microscopia da NCSF, após a raspagem, na Figura 6A o alinhamento longitudinal característico da fibra. Entretanto, o revestimento superficial das fibras não foi removido, pois não é observado o tecido parenquimático, responsável pela união das fibrilas, confirmando assim que só a raspagem não é suficiente para uma melhor interação fibra/matriz.

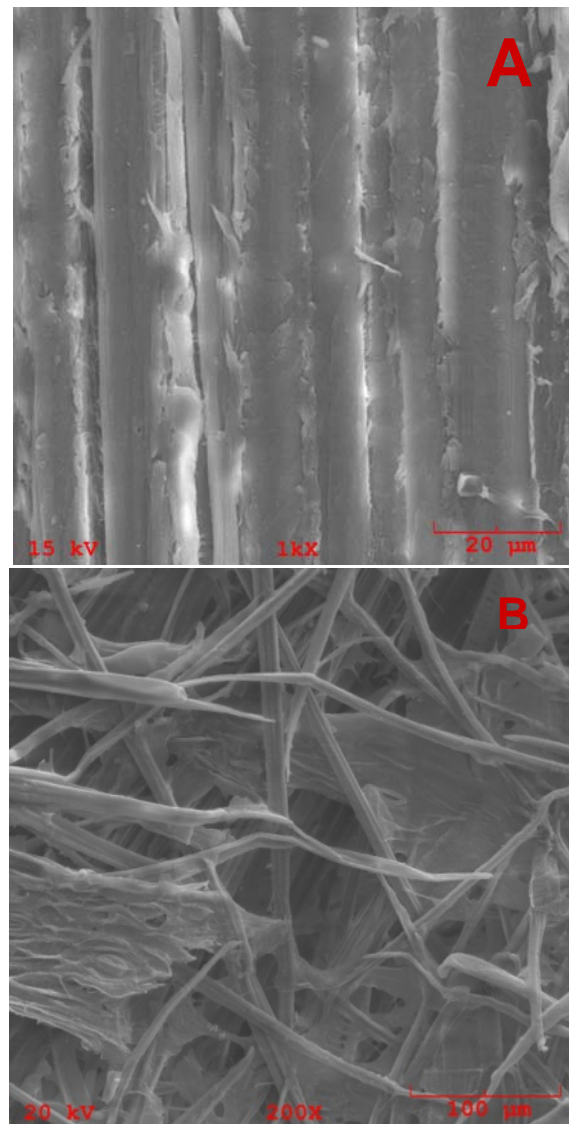


Figura 6. Micrografia de MEV da superfície da NCSF. Ampliação de 1000X (A) e da Manta. Ampliação 200X (B)

A Figura 6B mostra a distribuição aleatória das fibras entrelaçada, o que caracteriza a forma de manta. Propriedade esta, que ajuda a melhorar a interação fibra/matriz.

A Figura 7 mostra as curvas TG e DTG da NCSF e da manta, e na Tabela 1, os dados destas curvas.

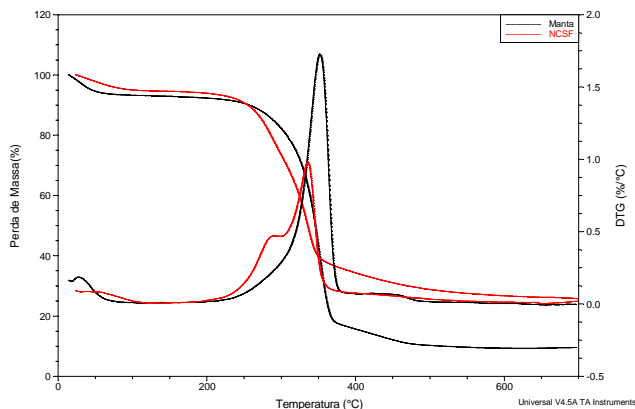


Figura 7. Curvas de TG e DTG para as NCSF e manta

As curvas de TG e DTG das NCSF apresentaram 4 estágios de degradação, sendo o primeiro referente à perda de água, com temperatura onset em 83 °C e cerca de 5% de perda de massa, com o segundo, terceiro e quarto estágios atribuídos à degradação NCSF. O segundo, a 256,9 °C e pode ser atribuída a despolimerização da hemicelulose e a separação dos glicosídeos da celulose e o terceiro estágio ocorre em 348 °C e pode ser atribuído à decomposição da  $\alpha$ -celulose [21]. Estes estágios estão de acordo com o registrado por Santos *et al.* (2008), para esse mesmo material e para outras fibras naturais que apresentam dois estágios de degradação em 215 e 340 °C para sisal e juta e em 285 e 345 °C para linho [22].

Tabela 1. Dados de temperatura de degradação e porcentagem de perda de massa das nervuras centrais dos segmentos foliares (NCSF) e da manta, determinados a partir das curvas de TGA

Material Vegetal	1° Estágio		2° Estágio		3° Estágio		4° Estágio	
	T <sub>onset</sub> (°C)	Perda de massa (%)	T <sub>onset</sub> (°C)	Perda de massa (%)	T <sub>onset</sub> (°C)	Perda de massa (%)	T <sub>onset</sub> (°C)	Perda de massa (%)
NCSF	83	4,9	256,9	21,8	348	40,5	543,6	6,9
MANTAS	72,0	6,6	–	–	325	25,5	446	6,5

### 3.3. Confeção dos Compósitos

Para este estudo foram incorporadas duas proporções, em massa, de material vegetal à matriz, 6 % de tramas NCSF e de manta e 10 % de manta. Estes percentuais basearam-se em resultados obtidos anteriormente pelo grupo.

### 3.4. Ensaio de Tração

Os dados do ensaio de tração foram verificados estatisticamente pelo Teste Q (rejeição de resultados), com nível de confiança de 90% [24] e pelo Teste de variância

resultados obtidos com fibras da bananeira sem tratamento [23] também são muito similares a estes.

As mantas apresentaram 3 estágios de degradação, sendo um estágio referente à perda água, com T<sub>onset</sub> em 42,5 °C e perda de massa superior à NCSF (4,9%), e os outros dois estágios a 325 °C e a 446 °C, relacionados a degradação da celulose, que corresponde, neste caso a 76% da massa da manta. Para este material a degradação na faixa de 200 °C não foi observado, este fato pode estar relacionado aos baixos percentuais de lignina (5,3%) e hemicelulose (9,1%) obtidos.

Ao comparar a temperatura do principal estágio de degradação, verifica-se que a estabilidade térmica da manta é levemente inferior ao registrado pela NCSF. Acredita-se que o processo de extração e confecção das mantas tenha alterado a composição.

### 3.2. Densidade do Material Vegetal

Os valores de densidade do material vegetal foram de 0,8797 g/cm<sup>3</sup> para NCSF e 1,4069 g/cm<sup>3</sup> para a manta. Sabe-se que as estruturas de sustentação vegetal são ricas em hemicelulose como forma de suporte das microfibrilas, considerando que o grau de polimerização (GP) da hemicelulose é em torno de 50 a 300, enquanto que as microfibrilas, apresentam GP próximo a 10.000, conferindo uma estrutura semicristalina a celulose denominada celulose I que atribui às microfibrilas uma forma de finos bastonetes [21].

Dessa forma, entende-se que o aumento significativo do valor de densidade registrado para as microfibrilas da manta deve-se ao alto GP da celulose. Com estes resultados, pode-se manter a proporção em massa de material vegetal e de resina poliéster nos compósitos.

(F5%), para analisar a ocorrência ou não de diferença significativa entre as médias dos dados registrados [25].

A Tabela 2 demonstra os resultados obtidos no Ensaio de Tração para os compósitos.

Em relação às diferentes composições, por meio do teste de variância (F5%), os resultados dos ensaios de tração se mostraram significativos para o módulo de elasticidade, e não significativos para a resistência a tração na ruptura.

Estes resultados mostraram-se superiores aqueles registrados por Santos *et al.* [7], para os compósitos com 10% de NCSF sem tratamento ou tratadas com NaOH, C<sub>3</sub>H<sub>3</sub>N e

H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, distribuídas na forma aleatória na mesma matriz, cujos valores resistência a tração na ruptura foram de aproximadamente 11 MPa. Chama atenção as médias obtidas para resistência a tração na ruptura no compósito com manta 6% de 22,3 MPa, valor que aproxima-se daquele registrado por Fontan [26] para compósitos com 10% de Fibra de Vidro de 28,7 MPa e semelhantes aos valores de resina pura. O aumento do percentual de manta influenciou significativamente no módulo de elasticidade.

Apesar de apresentarem uma boa razão de aspecto, fator este que facilita a molhabilidade, houve dificuldades de impregnação da resina nas mantas, principalmente a de 10%, pois o tempo de *crosslinking* polimérico inicia-se antes de ocorrer à completa impregnação.

### 3.5. Ensaio de Absorção de Água com Temperatura

Para os compósitos com 6% de manta a média da absorção de água das seis amostras utilizadas foi de 0,02 g o que representa o aumento de 1% em massa e para os compósitos com 10% de manta a média da absorção de água

foi de 0,17 g, ou seja 7%. Estes valores são justificados, pelo elevado teor de vazios e também em razão do reforço ser um material vegetal, altamente hidrofílico, quanto maior sua proporção conseqüentemente maior será sua absorção. O aumento do teor de fibra vegetal refletiu em 5% de crescimento de absorção de água.

### 3.6. Análise Morfológica e Térmica das Fraturas dos Compósitos

A Figura 8 apresenta as micrografias das fraturas do compósito com trama. Na Figura 8A, observa-se um feixe de NCSF no centro da imagem e a resina ao redor. A superfície indica uma fratura frágil, característica da resina poliéster. Já a Figura 8B apresenta a interface fibra/matriz distante em 7 µm o que aponta uma baixa adesão.

As Figuras 9 e 10 apresentam os MEVs das fraturas dos compósitos com 6% e 10% de manta respectivamente.

Tabela 2. Dados do ensaio de tração, dos compósitos (corpos de prova)

Propriedades	Trama 6%	Manta 6%	Manta 10%	Resina
Resistência a tração na ruptura (MPa)	16,26 (± 2,72)	22,29 (± 4,22)	18,88 (± 3,26)	26,04 (± 4,34)
Módulo (GPa)	3,65 (± 0,47)	2,96 (± 0,35)	4,17 (± 0,68)	3,08 (± 0,66)

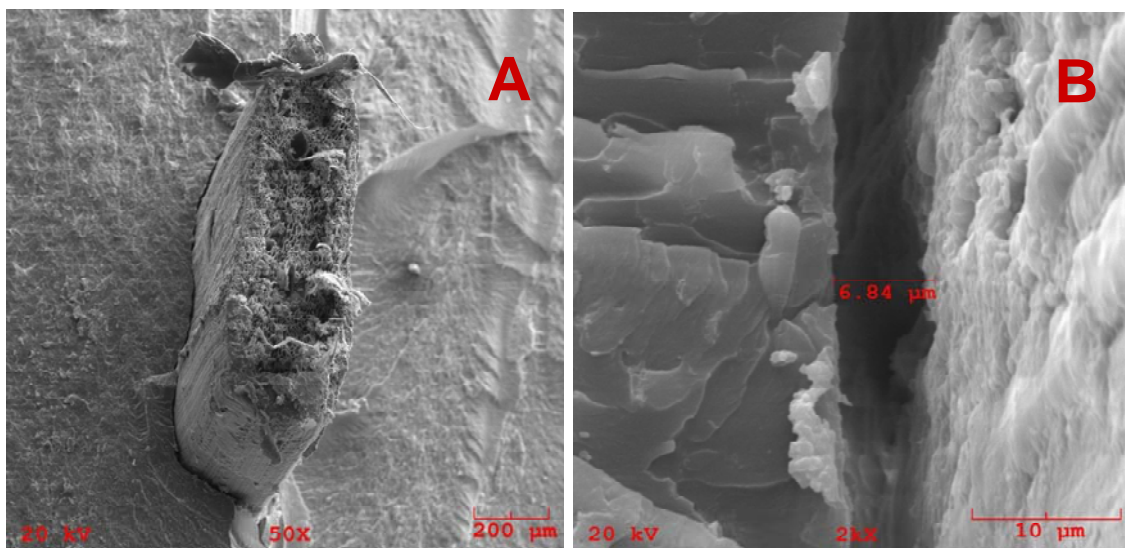


Figura 8. Micrografia de MEV da fratura do compósito de trama 6%. Ampliação de 50X(A) e da região de interface. Ampliação 2000X(B)

A manta destaca-se na superfície da fratura na Figura 9, no interior da manta observam-se alguns vazios (a), em uma região de aproximadamente 100 µm verifica-se a impregnação das fibras pela matriz (b) e uma melhor interação entre as fases na interface.

Na Figura 10 as duas fases encontram-se bem definidas. No interior da manta vegetal também ocorrem vazios, como observado no compósito com manta em 6% a matriz impregna as fibras no interior da manta e dessa forma a interface não é bem definida.

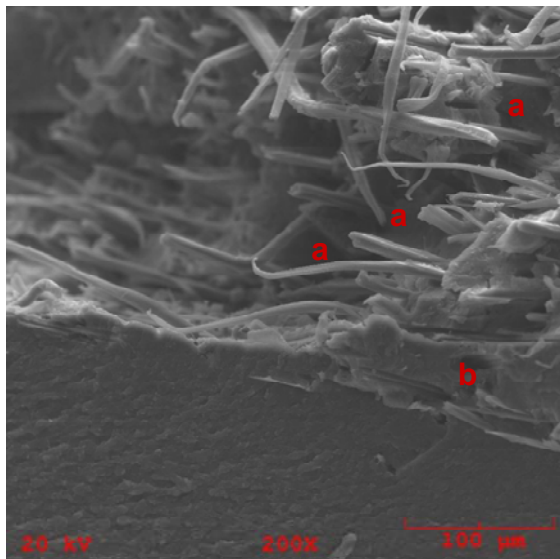


Figura 9. Micrografia de MEV da fratura do compósito de manta 6% e da região de interface. Ampliação de 200X

A Tabela 3 mostra as curvas comparativas de TG e DTG dos biocompósitos.

As curvas de TGA e DTG dos compósitos de mantas 6% e 10% apresentaram 3 estágios de degradação, sendo os dois primeiros referentes a degradação das mantas e o terceiro a degradação da resina conforme já observado por Fontan Jr. [26]. O primeiro estágio de degradação observado para resina, refere-se a degradação do estireno (174,2). Sendo assim, a

variação da proporção não influencia na degradação térmica dos compósitos.

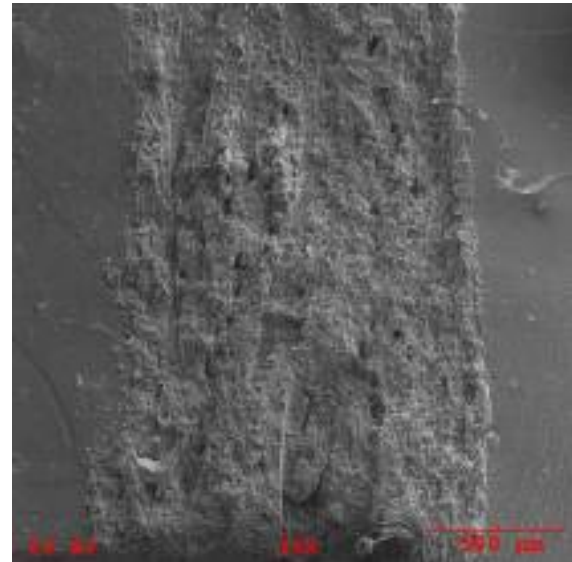


Figura 10. Micrografia de MEV da fratura do compósito de manta 10%. Ampliação de 35X e da região de interface

Tabela 3. Dados de temperatura de degradação e porcentagem de perda de massa determinados a partir das curvas de TGA dos compósitos

Compósitos	1º Estágio		2º Estágio		3º Estágio		4º Estágio	
	T <sub>onset</sub> (°C)	Perda de massa (%)	T <sub>onset</sub> (°C)	Perda de massa (%)	T <sub>onset</sub> (°C)	Perda de massa (%)	T <sub>onset</sub> (°C)	Perda de massa (%)
Trama 6%	52,6	2,3	293,4	31,5	409	57,5	52,6	2,3
Manta 6%	156	3,8	324	36,8	413,6	54	156	3,8
Manta 10%	66	4	324	47	377	45	66	4
Resina	174,2	4,9	322,5	39,6	418,8	54,9	174,2	4,9

#### 4. Conclusões

A maior densidade da manta em relação às NCSF deve-se ao alto GP da celulose.

Com relação aos ensaios de tração os resultados mostraram que o percentual de manta altera significativamente o módulo de elasticidade, mas não a resistência a tração na ruptura. O ensaio de tração revelou ainda um resultado promissor em virtude do valor de módulo registrado para os compósitos com manta em 10%, tendo em vista o desenvolvimento de um novo material.

O aumento do teor de fibra vegetal refletiu em um acréscimo de 5% de no teor de água absorvido.

As imagens das fraturas do compósito com trama evidenciou que a interface fibra/matriz apresenta uma baixa

adesão entre os constituintes. Já quando as mantas estão presentes nos compósitos observou-se a impregnação das fibras pela matriz e uma melhor interação entre as fases na interface.

Diante desses resultados, sugere-se a investigação da aplicação da manta da pupunheira em outras matrizes termofixas, bem como a modificação da estrutura da matriz poliéster insaturada, visando à melhoria da impregnação.

#### Agradecimentos

Este trabalho teve apoio do FAP/UNIVILLE e UDESC/CCT/ Mestrado em Ciência e Engenharia dos Materiais.

## Referências

- [1] Callister Jr., W. D., Fundamentos da ciência e engenharia de materiais: uma abordagem integrada. 2. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2006.
- [2] Satyanarayana, K.G. Agrobased fibers of Brazil and their composites – An overview. International Conference on Textiles for Sustainable Developments. FAO/ ESCORENA, Port Elizabeth, p.312–24, October, 2005.
- [3] Singh, S., Mohanty, A. K., Composites Science and Technology, 2007
- [4] Mutjé, P., Gironès, J., Lòpez, A., Llop M. F., Vilaseca, F. Hemp Strands: PP Composites by Injection Molding: Effect of Low Cost Physico-chemical Treatments. Journal of Reinforced Plastics and Composites, v. 25, 2006.
- [5] Zah, R., Hischer, R., Leão, A. L., Brown, I. Curauá Fibers in Automobile Industry – A sustainability Assessment. J. Cleaner Production, v.15, p.1032-1040, 2007.
- [7] Santos, A.S., Farina, M.Z., Pezzin, A.P.T., Silva, D.A.K., The application of peach palm fibers as an alternative to fiber reinforced polyester composites. Journal of Reinforced Plastics and Composites, v. 27, p.1805-1816, 2008.
- [8] Farina, M. Z., Lima, S. G. De, Gehrman, S., Quadros, K. E., Pezzin, A. P. T., Silva, D. A. K. Estudo da Composição de Resíduos de Pupunheira e Proposta de Método de Confecção de mantas de Fibras Vegetais para Aplicação em Compósitos. Anais do 10º Congresso Brasileiro de Polímeros. Foz do Iguaçu, 2009.
- [9] Satyanarayana, K. G., Guimarães, J. L., Wypych, F., Amico, C. S., Sydenstricker, T. H. D., Ramos, L. P. Studies on natural fibers of Brazil and green composites. Met. Mater. Proc., v.17, p.183-194, 2005.
- [10] Aquino, R. C. M. P., De Deus, J. F., Monteiro, S. N., D'almeida, J. R. M. Use of Recycled Natural Fiber Wastes as Reinforcement for Polymeric Composites, In: Global Symposium on Recycling Waste Treatment and Clean Technology – REWAS'2004, San Sebastian, Espanha (p. 475-482), 2004
- [11] Pervaiz, M., Sain, M. M. Sheet-Moulded Polyolefin Natural Fiber Composites for Automotive Applications, Macromol. Mater. Eng. (553–557). 2003.
- [12] Karus, M., Kaup, M. Natural Fibres in the European Automotive Industry. Journal of Industrial Hemp p.117–129, 2002.
- [13] Pupunha-net. Rede de pesquisa e desenvolvimento da pupunha no Brasil. Disponível em <http://www.inpa.gov.br/pupunha>. Acesso em: 05/11/2009.
- [14] Satyanarayanam, 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.
- [15] Farias, M., Farina, M. Z., Pezzin, A. P. T., Silva, D. A. K., Pezzin, A. P. T. Unsaturated polyester composites reinforced with fiber and powder of peach palm: mechanical characterization and water absorption profile. Materials Science & Engineering. C, Biomimetic Materials, Sensors and Systems, v. 29, p. 510-513, 2008.
- [16] Berlyn, G. P., Miksche, J. P. Botanical microtechnique and cytochemistry. Anes, The Iowa State University Press, 1976.
- [17] Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. NBR 11936: Determinação do Peso Específico de Plásticos com o Uso de Picnômetro. 1977.
- [18] ASTM D618: Standard Practice for Conditioning Plastics for Testing.
- [19] ASTM D638: Standard Test Method for Tensile Properties.
- [20] ASTM D570: Standard Test Method for Water Absorption.
- [21] Mohanty, A. K., Misra, M., Drzal, L. T. Natural Fibers, Biopolymers, and Biocomposites. 2005.
- [22] Manfredi, L. B., Rodríguez, E. S., Przybylak, M. W., Vázquez, Analía. Thermal degradation and fire resistance of unsaturated polyester, modified acrylic resins and their composites with natural fibres. Polymer Degradation and Stability, 91, p-255-261, 2006.
- [23] Wessler, K., Fogagnolo, C., Everling, M., Bernardo, H. P., Sobral, J. C., Pezzin, A. P. T., Balzer, P. S., Araujo, M. I. S. Obtenção e caracterização de compósitos de resina de poliéster insaturada e fibras de bananeira. In: Congresso em Ciência dos Materiais do Mercosul – Sulmat, Joinville, 2004.
- [24] Giovanela, L. E. M., Bonatti, M., Apati, G. P., Silva, D. A. K. Efeito da degradação de extratos de *Allium sativum* L. (Liliiflorae – Liliaceae) nos crescimento de microorganismos patogênicos. In: Caderno de Iniciação à Pesquisa, v.4, p. 25 – 31, 2002.
- [25] Vieira, S. Estatística experimental. 2ed São Paulo: Paulus, 1992.
- [26] Fontan, Jr. O. Aplicação de Tramas de Fibras de Pupunheira (*Bactris Gasipaes*, H.B.K.) em Compósitos Híbridos com Fibra de vidro em Matriz de Resina Poliéster Insaturada. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Processos, UNIVILLE, 2009.