

ESTUDO DE COMPÓSITOS DE MATRIZ POLIMÉRICA REFORÇADOS POR FIBRAS DO ENGAÇO DA PALMA

Edwillson Gonçalves de Oliveira Filho, edwillson19@hotmail.com¹

Fábio Santos de Sousa, fabio.eng.materiais@gmail.com¹

Jair Francisco Souza Magalhães, jairfsm@ufpa.br¹

Luciano Monteiro Almeida, lm_almeida@yahoo.com.br¹

Fábio Nascimento Barbosa, emailsparafabio@gmail.com¹

César Tadeu Nasser Medeiros Branco, cesartadeub@hotmail.com¹

Douglas Santos Silva, dougsantosilva@gmail.com¹

Igor dos Santos Gomes, igor.gomes@itec.ufpa.br¹

Moacir Kuwahara, moacirkuwahara@yahoo.com.br¹

Francisco Xavier Lima da Silva, fxavirlima@gmail.com¹

Roberto Tetsuo Fujiyama, fujiyama.ufpa@gmail.com¹

¹Universidade Federal do Pará, Rua Augusto Corrêa, 1 - Guamá, Belém - PA, 66075-110.

Resumo: Apresenta-se a fabricação de compósitos reforçados com fibras do engaço da Palma, oriundas do processo de extração de óleo de palma, as quais foram embutidas em uma matriz polimérica de poliéster insaturado tereftálica. A caracterização mecânica do compósito foi estudada por meio da realização de ensaios de tração. As fibras utilizadas no experimento estavam na condição *in natura* e tratadas quimicamente (mercerizadas) com Hidróxido de Sódio a 10% sob agitação ultrassônica. Para a verificação da resistência das amostras, foram utilizadas máquinas de ensaio universal AROTEC WDW-100E. Os ensaios de tração foram feitos com amostras reforçadas com fibras descontínuas e orientadas aleatoriamente, utilizando comprimentos de 5 mm. Além disso, foi realizada uma análise microscópica no estereoscópio para analisar as superfícies das fibras trabalhadas. As fibras *in natura* apresentaram menor tensão de ruptura e rigidez do que as tratadas quimicamente. Os resultados obtidos também indicaram que a deformação mecânica do compósito aumentou com o tratamento químico. Os resultados também foram comparados com dados encontrados na literatura, correlacionando com outros trabalhos com fibras vegetais e sintéticas.

Palavras-chave: Caracterização, Ensaio de Tração, Tratamento superficial, Microscopia, Sustentabilidade.

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a solução do desenvolvimento sustentável tem sido o interesse pelo desenvolvimento de novas tecnologias que possibilitem a utilização de produtos com menor impacto ambiental. Assim, os plásticos sintéticos têm recebido especial concentração por originar várias questões que devem ser centralizadas, sobretudo a não-biodegradabilidade e a dificuldade de reciclagem; o que acaba por gerar um grande acúmulo deste tipo de material em depósitos, lixões e no meio ambiente (Mattoso *et al.*, 1999).

Diante desse contexto, surgiu a ideia de analisar a fibra natural, como reforço de compósitos poliméricos, com a finalidade de criar um material compósito mais biodegradável. Essa fibra natural utilizada nesse experimento é proveniente da agroindústria, denominada engaço da Palma. No processamento agroindustrial do dendê, os cachos vazios não são aproveitados plenamente (Furlan Júnior, 2006). Contudo, essa fibra natural apresenta um aspecto *a priori* interessante e singular às outras fibras naturais já estudadas.

Contudo, as fibras naturais não são uma alternativa livre de problemas. Na prática, existem deficiências que estão relacionadas ao seu elevado grau de absorção de umidade e sua baixa estabilidade dimensional, além de possuírem propriedades mecânicas modestas comparadas as fibras sintéticas (Levi neto e Pardini, 2006). Por isso, um conhecimento cada vez mais aprofundado sobre todas as características das fibras naturais, tem permitido o desenvolvimento de técnicas de tratamentos que permitem solucionar as principais limitações do uso de fibras naturais em materiais compósitos (Castro, 2013). O tratamento superficial da fibra visa melhorar as propriedades da interface fibra/matriz de modo a garantir a efetividade desta no desempenho mecânico do compósito. Neste trabalho, realizou-se o principal tratamento superficial com NaOH que é a mercerização (Vieira, 2013).

As fibras do engaço da Palma, estavam na condição *in natura* e tratadas quimicamente (mercerizadas) com Hidróxido de Sódio a 10% sob agitação ultrassônica. Para a verificação da resistência das amostras, foram utilizadas máquinas de ensaio universal AROTEC WDW-100E. Fez-se o ensaio de tração das amostras reforçadas com fibras descontínuas e orientadas aleatoriamente, utilizando comprimentos de 5 mm. Além disso, foi realizada uma análise microscópica nas superfícies das fibras para analisar detalhes dos aspectos superfícies dos filamentos em condição *in natura* e mercerizadas. Em alguns casos, os resultados obtidos indicaram que as propriedades mecânicas aumentaram com o tratamento químico. Os resultados também foram comparados com dados encontrados na literatura, correlacionando com outros trabalhos com fibras vegetais e sintéticas.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O polímero utilizado no desenvolvimento do trabalho foi a resina poliéster tereftálica insaturada fabricada pela Ara Química S.A. sob a denominação comercial de Arazyn AZ 1.0 # 34. O agente de cura utilizado foi o peróxido de MEK (PERMEC D-45), nas proporções de 1% (v/v).

Depois da extração dos cachos vazios do dendezeiro, as amostras das fibras do engaço da palma foram trazidas para o laboratório de inspeção do Instituto Federal do Pará (IFPA). Essas fibras foram cortadas em comprimentos de 5 mm (Figura 1). Os comprimentos desejados foram obtidos através do corte manual (com tesoura) a partir dos feixes de fibra.

As fibras utilizadas no experimento estavam na condição *in natura* e tratadas quimicamente (mercerizadas) com Hidróxido de Sódio a 10% sob agitação ultrassônica. Foram utilizados para o tratamento de mercerização em solução de 10% de hidróxido de sódio (NaOH), 200 mL de solução, durante um período de 1h, à temperatura ambiente.

Após os tratamentos, as fibras foram neutralizadas com sucessivas lavagens em água e secas a temperatura ambiente (25,8°C) e umidade de 50% por 48 horas. Mediram-se também os percentuais médios das perdas de massa após a mercerização. Na Tabela 1, esses valores de perda percentuais foram esperados, já que durante a lavagem superficial, houve perdas de substâncias que continham impurezas as quais estavam impregnadas na superfície das fibras do engaço da Palma.

Tabela 1. Percentual médio das perdas de massa após o tratamento alcalino.

TIPO DE FIBRA	MÉDIA DAS PERDAS (%)	DESVIO PADRÃO	C.V. (%)
Engaço da Palma	22,760	2,100	9,250

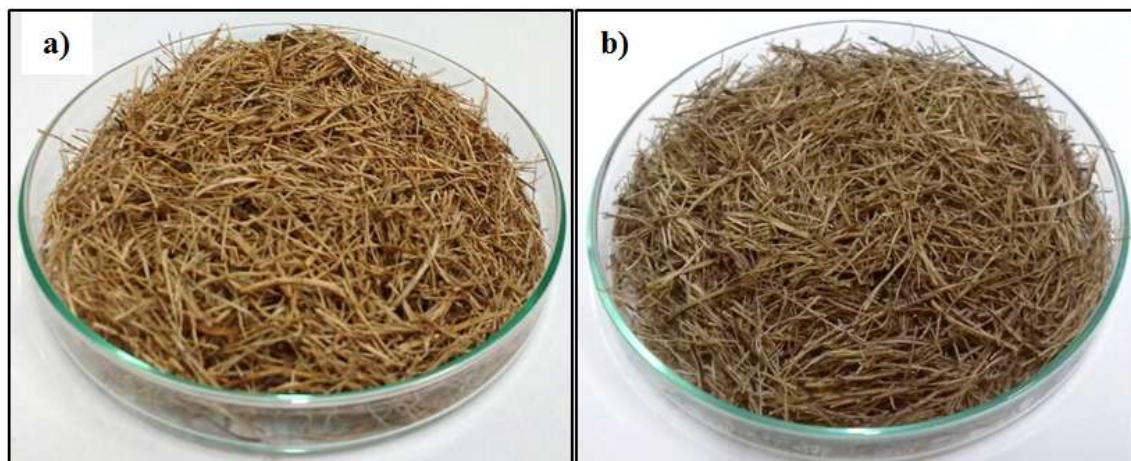


Figura 1. Fibra do engaço da palma cortada com 15 mm de comprimento: (a) *in natura* e (b) tratada quimicamente.

A fração mássica de cada tipo de reforço utilizado na fabricação dos corpos de prova desta pesquisa foi definida pela capacidade volumétrica do molde em acomodar o reforço sem pressão ou compactação e na ausência da matriz, conforme observamos na Figura (2). Para cada comprimento (5 mm) de reforço de fibras do engaço da palma, os moldes de tração foram cheios com o reforço até o limite de sua capacidade volumétrica, sem pressão ou vibração mecânica.



Figura 2. Molde cheio de reforço com o limite de sua capacidade volumétrica.

Em seguida, cada reforço foi devidamente pesado e o valor da massa obtida (convertida em fração mássica) foi estabelecido como sendo a referência de incorporação e trabalhabilidade para a fabricação de compósitos sem pressão. A partir deste valor de referência, foram estabelecidas as proporções a serem utilizadas nos compósitos de reforço da fibra de palma. As frações mássicas estão apresentadas na Tabela (2).

Tabela 2. Frações mássicas da fibra do engaço da Palma.

Comprimento de fibras (mm)	5
Fração mássica da Fibra natural do Engaço da Palma (%)	5,710

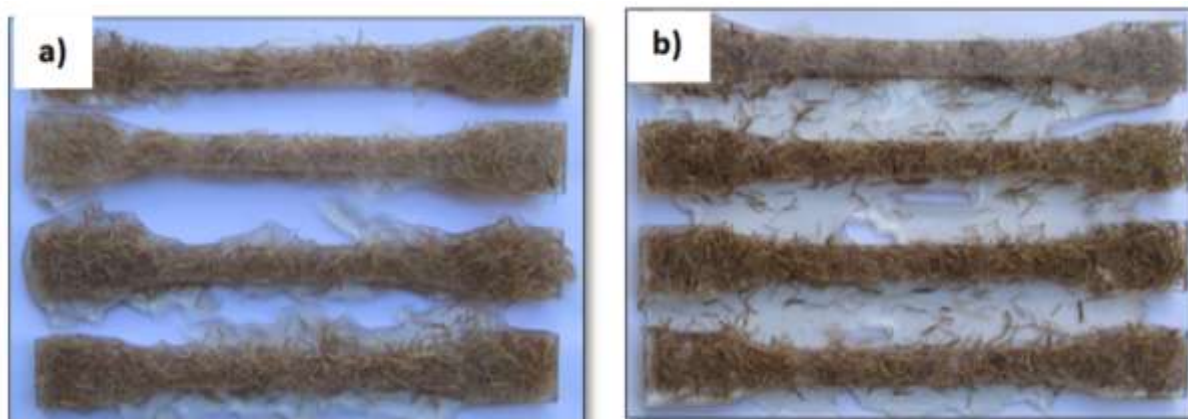


Figura 3. Amostras de compósitos reforçadas com fibras do engaço da palma descontínuas e orientadas aleatoriamente, utilizando comprimentos de 5 mm; a) In natura b) tratada quimicamente.

Para a verificação da resistência das amostras, foram utilizadas máquinas de ensaio universal AROTEC WDW-100E. Os corpos de prova foram fabricados por moldagem manual utilizando-se moldes de silicone, sem desmoldante e sem pressão. O ensaio de tração foram feito com amostras reforçadas com fibras descontínuas e orientadas aleatoriamente, utilizando comprimentos de 5 mm, conforme pode-se observar na Figura (3). Utilizou-se a norma ASTM D638 para a confecção dos corpos de prova, com ensaio de tração sendo realizado com velocidade de 5 mm/min em temperatura ambiente.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

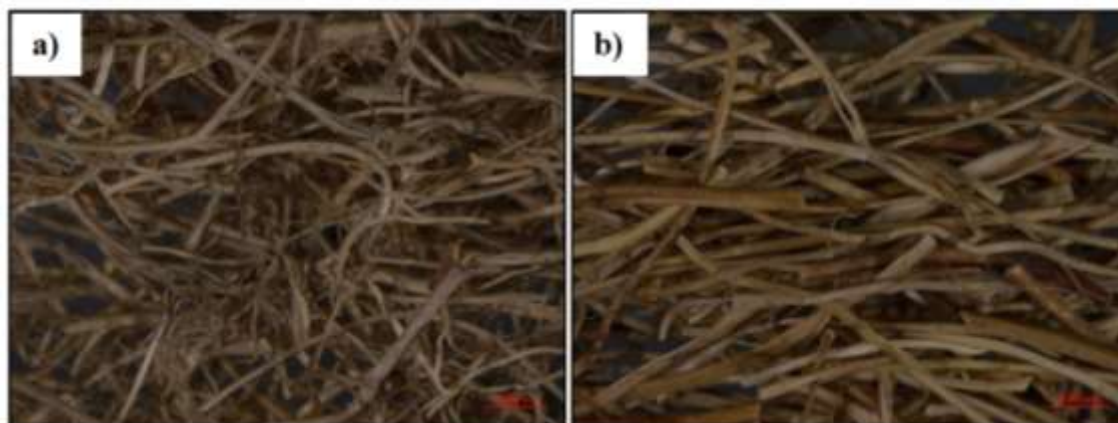


Figura 4. Fibra do engaço da palma com ampliações de 6x: (a) *in natura* e (b) tratada quimicamente.

Através da Figura (4), pode-se observar as distinções superficiais das fibras, onde a fibra tratada apresentou um aspecto mais limpo, destacando a cor real do engaço da Palma. O processo de mercerização atuou limpando a superfície da fibra de impurezas, como oleosidades, ceras e graxas, adquiridas na debulha mecânica, manuseio e manufatura das fibras. Além disso, o tratamento pode ainda remover parte da hemicelulose (parte mais resistente e flexível) e a lignina (parte mais rígida), aumentando assim a rugosidade da superfície da fibra. O interbloqueio mecânico entre a fibra e a matriz de resina é assim aumentado, bem como a adesão de fibra para matriz (D’Almeida et al, 2011). A Figura (5), nota-se mais detalhadamente a superfície dos reforços utilizados no experimento.

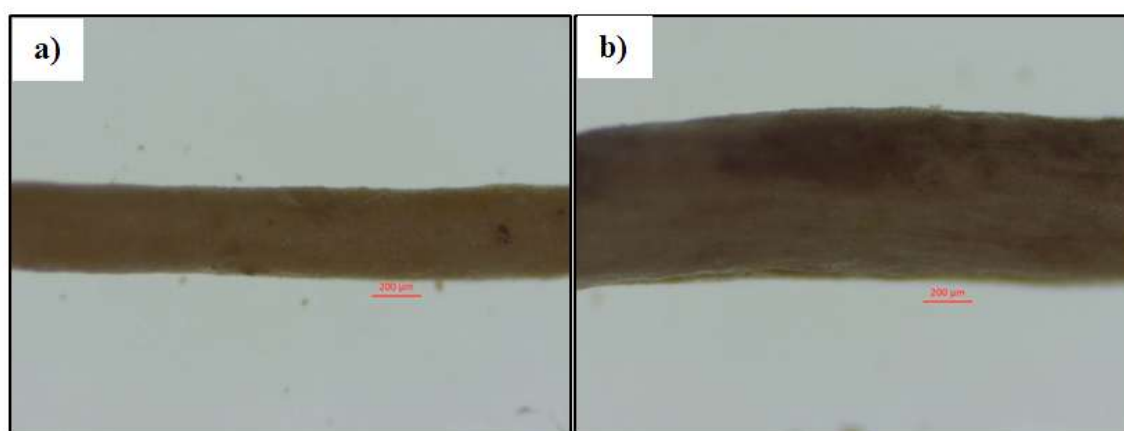


Figura 5. Fibra do engaço da palma com ampliações de 50x: (a) *in natura* e (b) tratada quimicamente.

Tabela 3. Resultados das propriedades mecânicas dos compósitos *in natura* e mercerizados.

Engaço da Palma	Propriedades mecânicas	Carga máxima (kN)	Tensão de ruptura (MPa)	Alongamento máximo (mm)	Deformação de ruptura (%)	Módulo de Elasticidade (GPa)	Área da secção transversal (mm ²)
Condição da fibra	In natura	0,371	12,327	0,991	1,65	1,065	30,08
	Mercerizada	0,402	13,241	1,001	1,67	1,273	30,36

Com os resultados Tabela (3), nota-se que os compósitos reforçados com fibras mercerizadas tiveram propriedades mecânicas, como deformação e tensão de ruptura, superiores comparados aos materiais reforçados com fibras *in natura*. Através da Figura (6), pode-se observar que com o tratamento químico, a adesão interfacial fibra/matriz foi discretamente maior. Os resultados dos ensaios mecânicos também indicaram que certamente ocorreu uma variação na

fração volumétrica, pois o volume das fibras diminuiu com o tratamento químico. Consequentemente, isso provocou um maior deslizamento das fibras na matriz, aumentando um pouco mais o valor da deformação e reduzindo a rigidez do material reforçado com fibras mercerizadas.

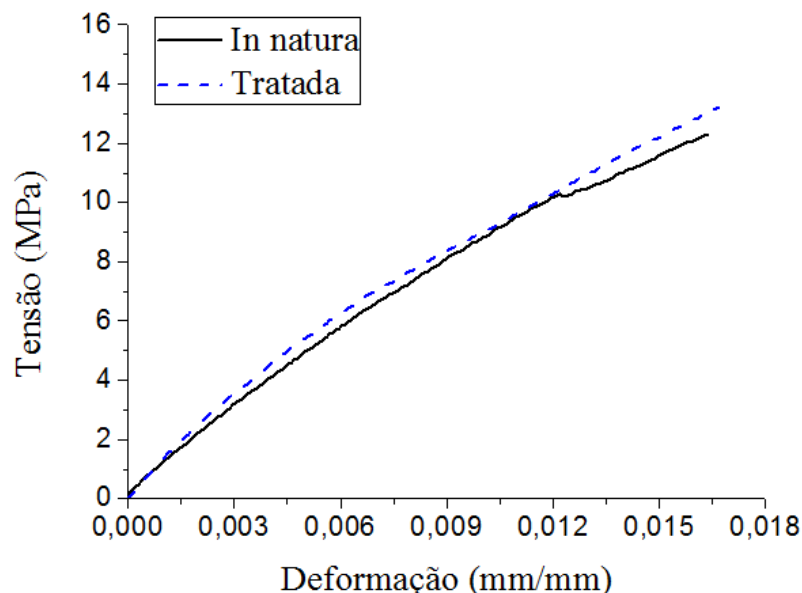


Figura 6. Amostras de compósitos reforçadas com fibras *in natura* e mercerizadas do engaço da palma descontínuas e orientadas aleatoriamente, utilizando comprimentos de 5 mm.

4. CONCLUSÃO

O tratamento químico ocorreu conforme o previsto, com valores de aquecimento de fibra não superiores a 60°C. Através dos resultados dos ensaios mecânicos, ficou evidenciada a influência do tratamento alcalino superficial nas propriedades de adesão e desempenho do compósito reforçado com fibra do engaço da Palma. As propriedades mecânicas, como deformação e tensão de ruptura foram superiores comparados aos materiais reforçados com fibras *in natura*. Com isso, concluímos que a adesão interfacial fibra/matriz foi discretamente maior. Os resultados dos ensaios mecânicos também indicaram que certamente ocorreu uma variação na fração volumétrica, pois o volume das fibras diminuiu com o tratamento químico. Consequentemente, isso provocou um maior deslizamento das fibras na matriz, aumentando um pouco mais o valor da deformação, porém não reduzindo a rigidez do material reforçado com fibras mercerizadas, o qual apresentou um aumento de 19% no módulo de elasticidade. Com isso, constatou-se que é possível maximizar as propriedades mecânicas dos compósitos com reforços naturais fazendo um tratamento superficial de fibras descontínuas e orientadas aleatoriamente, utilizando comprimentos de 5 mm.

5. AGRADECIMENTOS

A empresa de extração de óleo de palma Biopalma da Amazônia por fornecer as fibras do engaço da palma.

6. REFERÊNCIAS

- ASTM D 638 – 89. “Standard Test Method for Tensile Properties of Plastic (Metric).” Annual Book of ASTM Standards, American Society for Testing and Materials.
- Castro, B. F. M. “Estudo e Caracterização Mecânica de Compósitos Reforçados com Fibras Naturais.” Dissertação de mestrado. Instituto Superior de engenharia do Porto. Porto - Portugal. 2013.

- D’Almeida A. L. F. S, J. R. M. D’Almeida, D. W. Barreto, V. Calado. “Effect of surface treatments on the thermal behavior and tensile strength of piassava fibers.” *Journal of Applied Polymer Science*, Vol. 120, 2508–2515. 2011.
- Furlan Júnior, J. Dendê: manejo e uso dos subprodutos e dos resíduos. Embrapa Amazônia Oriental, Belém – PA. 2006.
- Levi Neto, F. Pardini, L. C. “Compósitos estruturais: ciência e tecnologia.” 1. Ed. São Paulo: Blucher, 2006.
- Mattoso, L. H. C. Pereira, N. C. Souza, M. L. e Agnelli, J. A. M. “EMBRAPA Produção e Informação”, in: Odilon R R F da Silva; Napoleão E D M Beltrão. (Org.). *O Agro Negócio do Sisal no Brasil*, 1: 161. 1999.
- Vieira, L. M. G. “Efeito do tratamento químico e da adição de nano sílica em compósitos híbridos de sisal.” 2013. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de São João del-Rei. Departamento de Engenharia Mecânica.

7. DIREITOS AUTORAIS

Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo do material impresso incluído neste trabalho.

POLYMERIC MATRIX COMPOSITES STUDY REINFORCED BY STALK PALM FIBER

Edwillson Gonçalves de Oliveira Filho, Federal University of Pará

Fábio Santos de Sousa, Federal University of Pará

Jair Francisco Souza Magalhães, Federal University of Pará

Luciano Monteiro Almeida, Federal University of Pará

Fábio Nascimento Barbosa, Federal University of Pará

César Tadeu Nasser Medeiros Branco, Federal University of Pará

Douglas Santos Silva, Federal University of Pará

Igor dos Santos Gomes, Federal University of Pará

Moacir Kuwahara, Federal University of Pará

Francisco Xavier Lima da Silva, Federal University of Pará

Roberto Tetsuo Fujiyama, Federal University of Pará

Abstract: Presents the manufacture of reinforced composites stalk fibers (empty clusters) of Palma, derived from palm oil extraction process, which were embedded in a polymeric matrix terephthalic polyester. The mechanical characterization of the composite was studied through performing tensile tests. The fibers used in the experiment were provided in natura and chemically treated (mercerized) with Sodium Hydroxide 10% under ultrasonic agitation. For verification of sample strength, AROTEC WDW-100E universal test machines were used. The tensile tests were done with samples reinforced with discontinuous fibers and randomly oriented, using lengths of 5 mm. In addition, a microscopic analysis was performed on the stereoscope to analyze in detail the surfaces of the worked fibers. The in natura fibers presented lower tensile strength and stiffness than those treated chemically. The results indicated that the mechanical strength increased with the chemical treatment. The results were also compared with data found in the literature, correlating with other works with vegetal and synthetic fibers.

Keywords: Characterization, Tensile test, surface treatment, microscopy, Sustainability.