



## CARACTERIZAÇÃO DA FIBRA DE RAMIE PARA UTILIZAÇÃO EM COMPÓSITOS POLIMÉRICOS

Daiane Romanzini<sup>1\*</sup>, Franciele G. Oliveira<sup>1</sup>, Heitor L. Ornaghi Jr.<sup>2</sup>, Sandro C. Amico<sup>2</sup>, Ademir J. Zattera<sup>1</sup>.

1\* - Universidade de Caxias do Sul - UCS, Caxias do Sul – RS- dairomanzini@ibest.com.br

2 - Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS – Porto Alegre - RS

**Resumo:** O Brasil hoje é o terceiro maior produtor mundial da fibra de ramie, uma planta da família *Urticaceae*, cujo interesse na sua aplicação em compósitos poliméricos híbridos se deve às ótimas propriedades mecânicas quando comparada as outras fibras naturais. A caracterização da fibra de ramie *in natura* e lavada foi realizada, com objetivo de verificar as mudanças na composição química da fibra, analisar a estabilidade térmica e a superfície da fibra antes e depois da lavagem. A análise de FTIR mostra que não houve alteração significativa na estrutura química da fibra *in natura* e lavada, o processo de lavagem promoveu um ligeiro aumento na estabilidade térmica, devido ao deslocamento para maiores temperaturas dos picos de degradação. Além disso, a remoção de sujidades e o diâmetro da fibra foram observadas via MEV. Com isso, as fibras de ramie lavadas se apresentam como alternativa para utilização em compósitos poliméricos híbridos.

**Palavras-chave:** *Fibra natural. Ramie. Compósitos.*

### *Characterization of ramie fiber for use in polymer composites*

**Abstract:** Brazil is nowadays the third global producer of ramie, a plant of the *Urticaceae* family. The use of ramie fibers as reinforcement in hybrid polymer composites is justified considering their excellent mechanical properties if compared with other natural fibers. In this work, the characterization of ramie fibers aimed to verify changes in chemical composition, thermal stability and fiber surface due to washing with distilled water. FTIR analysis did not indicate significant alteration in chemical structure between *in natura* and washed fiber, whereas thermal analysis showed a slight increase in thermal stability, with a shift of the degradation peaks to higher temperatures. Also the removal of impurities and the fiber diameter could be observed by MEV. Thus, washed ramie fibers may be considered an alternative for hybrid polymer composites.

**Keywords:** *Natural fiber. Ramie. Composites.*

### Introdução

As fibras naturais são materiais de uso crescente em compósitos poliméricos devido a várias propriedades vantajosas, quando comparadas as fibras sintéticas: baixo custo, densidade, toxicidade, excelente biodegradabilidade, não é abrasiva durante o processamento, não libera excesso de dióxido de carbono quando retorna para atmosfera ao ser compostado ou sofrer combustão, as condições para se trabalhar são melhores, pois reduz irritação na pele ou respiratória [1-3].

O ramie é uma planta da família *Urticaceae* e a sua fibra é oriunda do líber da *Boehmeria Nivea* e da *Boehmeria Tenacissima*, cujas fibras são longas, variando entre 150 e 200 mm. A China e as Filipinas são os maiores produtores mundiais da fibra de Ramie, seguidos pelo Brasil, cujo estado

do Paraná concentra grande parte da cultura [4]. Pode ser utilizado em diversos segmentos, tais como na fabricação de tecidos, cordas e barbantes, na geração de celulose para produção de papel-moeda, na fabricação de mangueiras, pneus, fios de pára quedas, entre outras [5]. Para efeito de comparação com outras fibras naturais e sintéticas, a Tabela 1 apresenta as propriedades mecânicas, tais como o módulo, a resistência à tração e o alongamento na ruptura.

**Tabela 1** - Propriedades mecânicas de algumas fibras lignocelulósicas [adaptado de 6].

Fibra	Módulo elástico (GPa)	Resistência à tração (MPa)	Alongamento na ruptura (%)
Algodão	5,5-12,6	400	7,0-8,0
Juta	26,5	393-773	1,5-1,8
Cânhamo	70	690	2-4
Ramie	61,4-128	400-938	3,6-3,8
Sisal	9,4-22	511-635	2,0-2,5
Vidro (E-glass)	70	2000-3500	0,5
Aramida	63 – 67	3000-3150	3,3-3,7
Carbono	230-240	4000	1,4-1,8

De acordo com a Tabela 1, a fibra de ramie possui elevado módulo, alongamento e resistência à tração, se comparada às outras fibras naturais. Em relação às fibras sintéticas, estas possuem melhor desempenho. Margem *et al.* [7] comenta que a excepcional resistência à tração da fibra de rami tem motivado investigações sobre a sua aplicação em compósitos poliméricos híbridos. Ao estudar a incorporação da fibra de ramie em resina epóxi através da análise dinâmico mecânica do compósito, os resultados mostraram que a incorporação da fibra tende a aumentar o módulo de armazenamento, ou seja, a rigidez do compósito, indicando que a mobilidade dos segmentos de cadeia da resina epóxi é afetada pela interação com a fibra de ramie.

Este trabalho tem por objetivo caracterizar a fibra de ramie *in natura* e lavada para verificar as mudanças na composição química da fibra, analisar a estabilidade térmica e a superfície da fibra antes e depois da lavagem.

## Experimental

### *Materials*

As fibras de ramie foram adquiridas em forma de corda, sem pigmentação e com anti-mofo, da empresa Sisalsul Fibras Naturais.

### *Métodos*

#### *Preparação das fibras de Ramie lavadas*

As fibras naturais foram mergulhadas em um Becker com água destilada, durante 10 minutos, para então serem distorcidas e dispostas em uma bandeja para posterior lavagem com água destilada por

50 minutos. Após, as fibras foram secas em estufa com circulação de ar, a 105°C durante 1 hora. Depois de retiradas da estufa, foram penteadas e finalmente estão prontas para a realização dos ensaios.

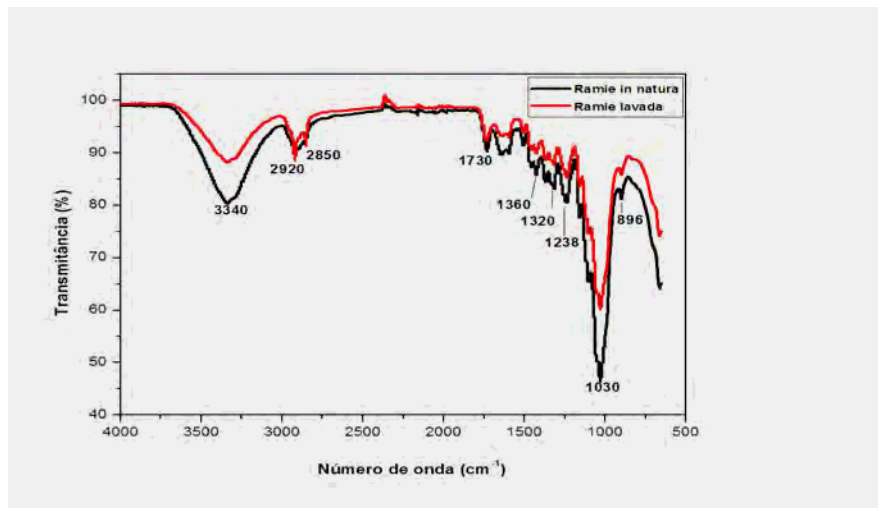
#### *Caracterização da fibra de ramie*

As mudanças na composição química da superfície da fibra de ramie *in natura* e lavada foram verificadas através da análise de espectroscopia no infravermelho com transformada de Fourier (FTIR – Nicolet IS10 – Termo Scientific), cujo espectro foi obtido pela técnica de refletância total atenuada (ATR). A estabilidade térmica da fibra foi observada através das análises termogravimétricas (TGA – Shimadzu TGA-50) e realizada a uma taxa de 10°C.min<sup>-1</sup>. A mudança na superfície da fibra antes e depois da lavagem foi confirmada utilizando o microscópio eletrônico de varredura (MEV – SHIMADZU, modelo Superscan SS-550).

### **Resultados e Discussão**

A Fig. 1 mostra os espectros da fibra *in natura* (FN) e lavada (FL) analisados por ATR-FTIR. Segundo a Figura, bandas de absorção de grupos químicos característicos da composição das fibras lignocelulósicas (celulose, hemicelulose e lignina) podem ser observadas. Os espectros revelaram um pico largo e intenso na região de 3340 cm<sup>-1</sup> que são característicos dos grupos hidroxilas presentes na estrutura da celulose e lignina [8,10]. Os picos em 2920 e 2850 cm<sup>-1</sup> são bandas características das vibrações do (C-H) presente nos componentes da celulose e hemicelulose. A banda em 1730 cm<sup>-1</sup> é atribuída ao grupo carbonila (C=O) da hemicelulose [8-10]. A região entre 1320 a 1360 cm<sup>-1</sup> refere-se às vibrações do estiramento (C-O) presente do grupo acetil na lignina e hemicelulose [8]. A banda em 1238 cm<sup>-1</sup> é relatada para a vibração (C-O) dos ésteres, éter e grupos fenólicos atribuídos a presença de ceras na superfície da fibra [10]. O pico de absorção em 1030 cm<sup>-1</sup> está relacionado às vibrações do estiramento (C-O) e (O-H) pertencentes ao polissacarídeo da celulose. E finalmente, o pico observado em 896 cm<sup>-1</sup> é atribuído a presença de ligações *b*-glicosídicas em monossacarídeos [8].

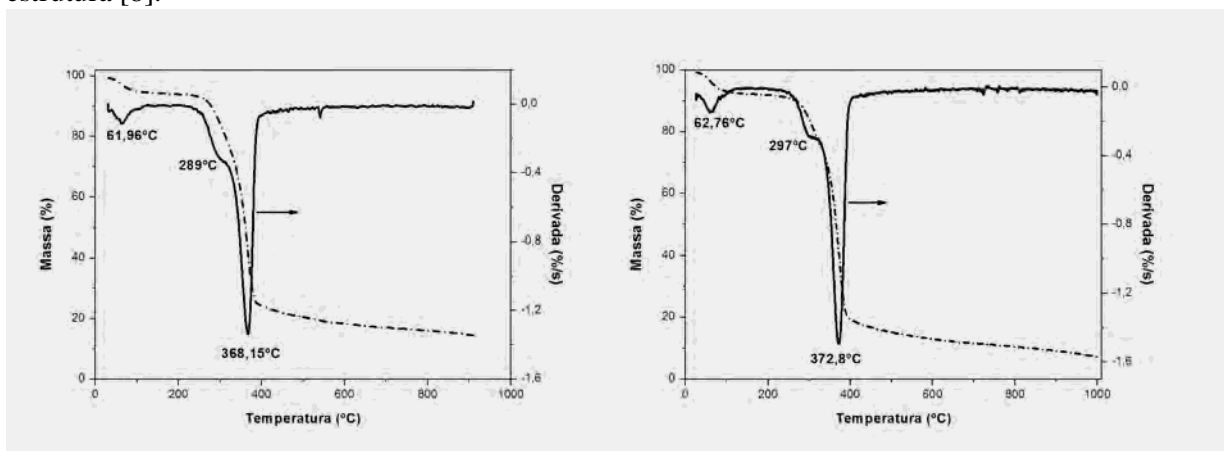
A análise revela que as bandas de absorção observadas para as fibras lavadas são semelhantes às bandas da fibra *in natura*, portanto não há uma alteração significativa na estrutura química da fibra lavada.



**Figura 1.** ATR-FTIR da fibra de ramie *in natura* (FN) e lavada (FL)

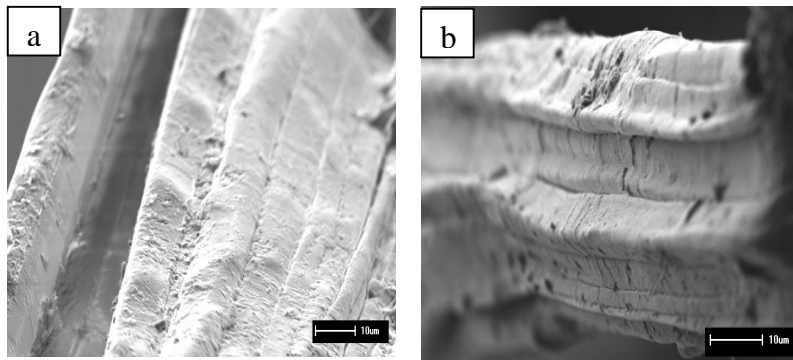
Resultados análogos foram encontrados na literatura para fibras de palmeira que receberam tratamento alcalino. A diferença é que durante o tratamento alcalino a remoção da hemicelulose fica evidenciada [11], o que ocorreu em parte com as fibras lavadas, pois não houve alteração significativa nos picos 2920, 2850 e 1730  $\text{cm}^{-1}$ .

Os resultados obtidos para a análise termogravimétrica (TGA) da fibra de ramie *in natura* (FN) e lavada (FL) estão apresentados na Fig. 2. A perda de massa inicial observada entre 40 e 110°C é atribuída à vaporização de água das fibras. A degradação da fibra de ramie inicia a altas temperaturas, mais precisamente a partir de 225°C. Um segundo processo de perda de massa com máxima degradação em 289°C (FN) e 297°C (FL), está associado à despolimerização térmica da hemicelulose, pectina e rompimento das ligações glicosídicas da celulose, enquanto que o terceiro (368,15 °C para FN e 372,8 para FL) corresponde à degradação da  $\alpha$ -celulose presente na fibra. A decomposição da lignina ocorre lentamente em toda faixa de temperatura, devido à sua complexa estrutura [8].



**Figura 2.** Análise termogravimétrica (TGA) da fibra de ramie (a) *in natura* (FN) e (b) lavada (FL)

O processo de lavagem promoveu um ligeiro aumento na estabilidade térmica da fibra, pois houve deslocamento para maiores temperaturas dos picos de degradação de 289°C para 297°C e 368,15°C para 372,8°C. Estudos anteriores mostraram que tratamento com hidróxido de sódio promove um aumento na resistência térmica devido à remoção de impurezas naturais e artificiais, tornando a superfície mais áspera [11]. Vieira [12] estudou o tratamento das fibras de sisal e verificou que quando tratadas com água destilada produziram compósitos com propriedades superiores à *in natura*. Mesmo o tratamento sendo menos agressivo que o alcalino, esta lavagem é suficiente para a retirada de sujidades e compostos que prejudicam a adesão da fibra na matriz poliéster, e neste caso pode ter sido a responsável pelo aumento da estabilidade térmica. A remoção de sujidades pode ser confirmada visualizando a Fig. 3.



**Figura 3.** MEV da fibra (a) *in natura* (x1000) e (b) lavada (x1000).

O diâmetro médio observado via MEV para fibras *in natura* foi de  $68,6 \pm 26,5 \mu\text{m}$ , enquanto que para fibras lavadas foi de  $47,9 \pm 14,4 \mu\text{m}$ . Pelo fato das fibras *in natura* apresentarem um erro maior que a diferença entre os dois valores, este resultado não é indicativo da redução do diâmetro pelo processo de lavagem das fibras.

### Conclusões

A análise de infravermelho realizada nas fibras de ramie indicou a presença de bandas de absorção de grupos químicos característicos da composição das fibras lignocelulósicas, além disso, mostrou que não houve alteração significativa na estrutura química da fibra lavada em relação à fibra *in natura*. A análise de TGA revelou um ligeiro aumento na estabilidade térmica com o deslocamento para maiores temperaturas dos picos de degradação, enquanto que a análise morfológica, realizada via MEV, evidenciou a remoção de sujidades e compostos que prejudicam a adesão da fibra na matriz. Portanto, recomenda-se a lavagem das fibras naturais com água destilada com objetivo de melhoria do desempenho de compósitos poliméricos.

## Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPQ e a CAPES pela concessão das bolsas, ao LPOL pelo auxílio técnico e disposição dos equipamentos para realização dos ensaios, e aos programas PGEPROTEC e PPGEM.

## Referências Bibliográficas

1. J. C. Oliveira; C. S. Miranda; R. F. Carvalho; N. M. José; J. S. Boaventura in 19º Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais, Campos do Jordão, 2010, 3109.
2. M. A. S. Spinacé; C. S. Lambert; K.G. Fermoselli; M. A. De Paoli *Carbohydr. Polym.* 2009, 77, 47.
3. M. J. John; S. Thomas *Carbohydr. Polym.* 2008, 71, 343.
4. M.A. Leão, Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2008.
5. M. H. Oliveira. Principais matérias-primas utilizadas na indústria têxtil, Brasil, 1997.
6. H. Ku; H. Wang; N. Pattarachaiyakoo; M. Trada *Comp. Part B: Engineering.* 2011, 42, 856.
7. F. M. Margemi; S. N. Monteiro; J. B. Neto; R. J. S. Rodriguez; B. G. Soares *R. Matéria.* 2010, 15, 164.
8. I. M. De Rosa; J. M. Kenny; M. Maniruzzaman; M. Moniruzzaman; M. Monti; D. Puglia; C. Santulli; F. Sarasini *Comp. Sci. Tech.* 2011, 71, 246.
9. K. O. Reddy; C. U. Maheswari; D. J. P. Reddy; A. V. Rajulu *Mater. Lett.* 2009, 63, 2390.
10. A. I. S. Brígida; V. M. A. Calado; L. R. B. Gonçalves; M.A.Z Coelho *Carbohydr. Polym.* 2010, 79, 832.
11. A. Alawar; A. M. Hamed; K. Al-Kaabi *Comp. Part B.* 2009, 40, 601.
12. C. A. B. Vieira. Dissertação de Mestrado, Universidade de Caxias do Sul, 2008.