

ANÁLISE COMPARATIVA DE UM MATERIAL COMPÓSITO DE MATRIZ POLIMÉRICA COM DIFERENTES PROPORÇÕES DE FIBRA DE PIAÇAVA DO AMAZONAS.

W.S. Dias¹; B.M. Freitas¹; L.C. Cruz¹; G.M. Santos¹; J.C.M. Neto¹; S.P.R. Kimura¹; J.C.P. Fonseca¹

1-Universidade do Estado do Amazonas/ EST- Laboratório de Materiais e Processamento
(LabMat-Pro). 69028-120, Manaus, AM.

E-mail: wsd.mec@uea.edu.br

RESUMO

A área de Materiais compósitos tem concentrado esforços para a busca de materiais que apresentem propriedades aperfeiçoadas em relação às apresentadas por materiais convencionais. O processamento dos compósitos de matriz polimérica juntamente com as fibras da Piaçava está ligado ao fato do aproveitamento integral dos resíduos da fibra e pela substituição de materiais mais prejudiciais ao meio ambiente como as fibras sintéticas, fato que pode gerar um possível investimento na região gerando assim um desenvolvimento para a mesma. O trabalho analisou as propriedades físico-mecânicas através da termogravimetria (TGA) na fibra, análise química da fibra e ensaio de tração no compósito polimérico utilizando poliéster, como matriz, e fibras de Piaçava da Amazônia (Leopoldina Piassaba) variando 0, 5, 10 e 15% em fração volumétrica. Observou-se que quando se acrescenta essas proporções de fibra há uma redução na resistência à tração e no módulo de elasticidade do compósito.

Palavras-chave: Material compósito; Propriedades mecânicas; Piaçava do Amazonas, Resistência à tração.

INTRODUÇÃO

O conceito de novo material aplica-se não só àqueles de grande sofisticação tecnológica, mas também a outros com impacto sobre as atuais necessidades da sociedade, como a preservação do meio ambiente. Os materiais recicláveis e

biodegradáveis, à base de fibras naturais, que não eram tão importantes no passado tornam-se decisivos atualmente na engenharia de novos materiais [1].

A Piaçava é uma fibra natural extraída de palmeiras e no Brasil é explorada desde o período colonial e o estado da Bahia é responsável por 95% do total da produção nacional. A exploração das piaçaveiras na Bahia, Amazonas e Pará é uma atividade puramente extrativista, por isso existe a necessidade de um manejo racional para que sua sobrevivência seja garantida [1].

A análise da composição química, as características estruturais e as propriedades mecânicas da fibra de Piaçava foram estudadas por [2], onde os resultados dos testes de tração mostraram uma tensão de ruptura de $133 \pm 13,5$ MPa e, dependendo da distância entre as garras da máquina de teste, o Módulo de Elasticidade (MOE) variou entre 1,07 e 4,59 GPa. Após a correção dos erros oriundos da máquina o MOE foi de 6,2 GPa.

O comportamento mecânico de compósitos de matriz epóxi reforçados com fibras de Piaçava e também, com e sem tratamento com NaOH foram fabricados variando a percentagem volumétrica de fibra de 10 a 40 % (limite este levantado pelos autores como sendo o limite máximo de fibra que se pode incorporar ao compósito para que o mesmo fique praticamente livre de defeitos e uniforme). Um tratamento foi realizado a uma solução aquosa com 10% de NaOH por 1 hora e outro com 0,1% de NaOH por 1 minuto. As frações de 10% de fibra não provocaram efeitos no reforço dos materiais compósitos e as frações maiores, como a de 40%, provocou melhor resultado na resistência do compósito [3].

Há uma importância grande em se conhecer quimicamente o material com que se quer trabalhar, pois esse fator é primordial na discussão de resultados. O Método de Van Soest é muito utilizado na caracterização de fibras, apresenta vantagens em relação a outros, em virtude de sua maior precisão. Este método é baseado na separação das diversas frações constituintes da fibra, por meio de reagentes específicos, denominados detergentes [4].

Para melhorar a adesão entre a fibra e a matriz, uma das alternativas é modificar química ou fisicamente as fibras antes da incorporação à matriz polimérica. Tratamentos químicos, tais como o tratamento de Branqueamento, os quais removem as impurezas superficiais, induzem a uma superfície rugosa das fibras, melhorando a adesão com a matriz e, conseqüentemente, as propriedades mecânicas do compósito [5,6]. A adesão inadequada entre as fases envolvidas na interface poderá provocar o início de falhas, comprometendo o desempenho do compósito [7,8]. O branqueamento das fibras tratadas com NaOH e submetida ao tratamento com peróxido alcalino (branqueada) mostrou que

grande parte destes componentes foram removidos, houve melhora da adesão da fibra na matriz e uma melhora de 145% na resistência à tração da fibra [9].

A análise Termogravimétrica (TGA) é utilizada para verificar o comportamento da fibra em relação à temperatura em um determinado espaço de tempo. [10] analisaram através da TGA o comportamento da Piaçava oriunda da Bahia, onde ocorreu uma pequena perda de peso da amostra entre 75 e 85°C, e o início da degradação térmica da fibra após 225°C. A pequena perda de peso de aproximadamente 5,18% foi atribuída à presença de água na forma combinada ou à umidade absorvida [10].

Sendo assim, esse projeto visou analisar de forma comparativa a resistência do material compósito de matriz polimérica com diferentes proporções de fibra da Piaçava, verificando assim, as diferentes propriedades mecânicas do material de acordo com as proporções de fibra.

MATERIAIS E MÉTODOS

Materiais

As fibras de Piaçava da Amazônia com comprimento variando de 20 a 30 cm foram obtidas através de um produtor de vassouras, Figura 1(a), no município de Barcelos do estado do Amazonas-AM. O único tratamento que sofrem é o penteamento, Figura 1(b).



(A)



(B)

Figura 1- Fibras de Piaçava in natura no ponto de coleta (A); fibras de Piaçava penteada (B).

A Resina poliéster insaturada ortoftálica e o iniciador de reação Peróxido de Benzoila foram obtidas na empresa Pool postes, localizada no município de Iranduba-AM.

Para o teste de tração foi utilizada uma máquina de ensaio universal INSTRON modelo 5582. A Termogravimetria (TGA) foi realizada em um equipamento Shimadzu TGA-50. Os reagentes empregados para os diferentes tratamentos das fibras foram:

solução de peróxido de hidrogênio (H_2O_2 16% (v/v) e solução de hidróxido de sódio (NaOH 5 wt. (%)).

Métodos

Para determinação do teor de celulose e lignina foi utilizado o método de Van Soest, um dos vários métodos utilizados para esta determinação em vegetais [4].

A termogravimetria (TG/DTG) foi realizada com fluxo de nitrogênio de 20 mL/min, razão de aquecimento de 10°C/min, e faixa de temperatura ambiente 25°C até 700°C.

O branqueamento das fibras de Piaçava foi realizado de acordo com [9] e deu-se em duas etapas: 1) Tratamento alcalino (NaOH) Aproximadamente 20 g da fibra contínua foram colocados em um béquer contendo 400 mL de solução de hidróxido de sódio (NaOH 5%) à temperatura de 90°C. O sistema permaneceu sob constante agitação por 60 minutos. Após o resfriamento à temperatura ambiente, procedeu-se a filtração sob vácuo. O material sólido retido foi lavado com água destilada até que esta atingisse o pH neutro. A fibra foi seca em estufa com circulação de ar a 50 °C até massa constante. 2) Branqueamento com solução de peróxido alcalino, aproximadamente 10 g da fibra tratada com NaOH foram colocados em uma mistura de peróxido de hidrogênio (H_2O_2 16%) e hidróxido de sódio (NaOH 5%) à temperatura de 55 °C. O sistema permaneceu sob constante agitação por 90 minutos. Após o resfriamento à temperatura ambiente procedeu-se a filtração sob vácuo lavando-se o material com água destilada até que esta atingisse a neutralidade. A fibra foi seca em estufa com circulação de ar a 50 °C até massa constante.

Na Figura 2 estão expostos os aspectos das fibras de Piaçava durante o branqueamento, sendo Fig. 2 (A) sem nenhum tratamento químico, (B) com o tratamento de mercerização e (C) com peróxido alcalino.

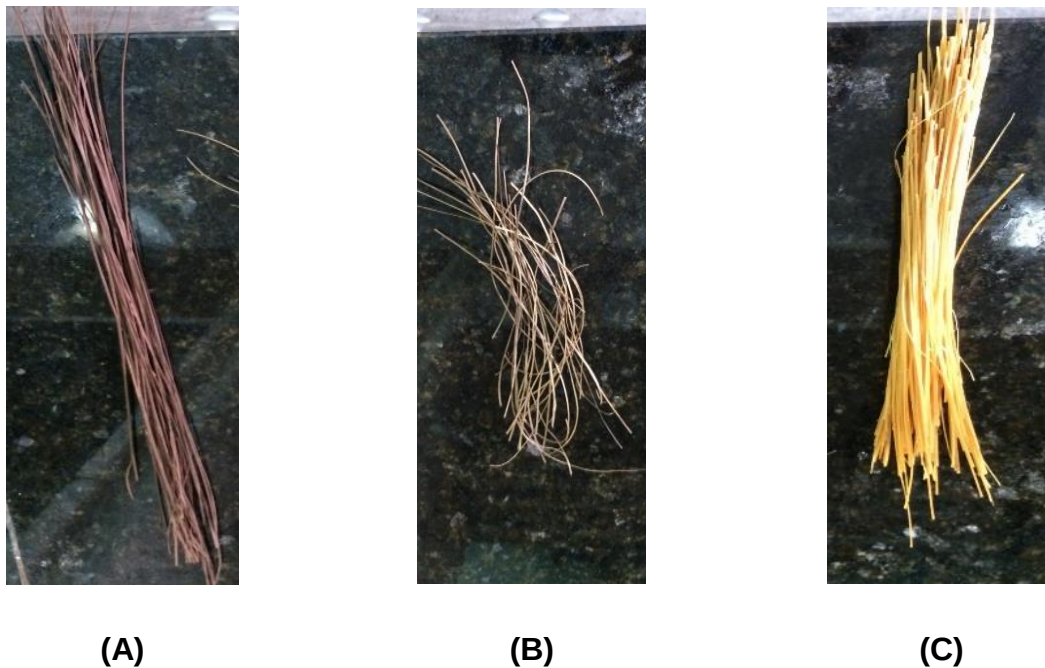


Figura 2- Fibras de Piaçava sem o tratamento (A), mercerizada (B) e tratada com peróxido alcalino (C), respectivamente.

Preparação dos corpos de prova

Os corpos de prova foram preparados vertendo-se a resina poliéster sobre as fibras dispostas no molde pelo método de gravidade. Foram fabricados um total de 20 corpos de prova, com fração de fibras variando entre 0% Fig. 3(A), 5% Fig. 3(B), 10% Fig. 3(C) e 15% Fig. 3(D) em fração volumétrica, sendo as fibras dispostas com orientação unidirecional.

A quantidade de fibras no compósito foi calculada de acordo com a densidade, determinada através da Equação (A) [10]:

$$\rho = P/V \text{ (A)}$$

Onde:

- ρ = densidade (g/cm³).
- P= peso do corpo de prova após cura (g).
- V= volume do corpo de prova após cura (cm³).

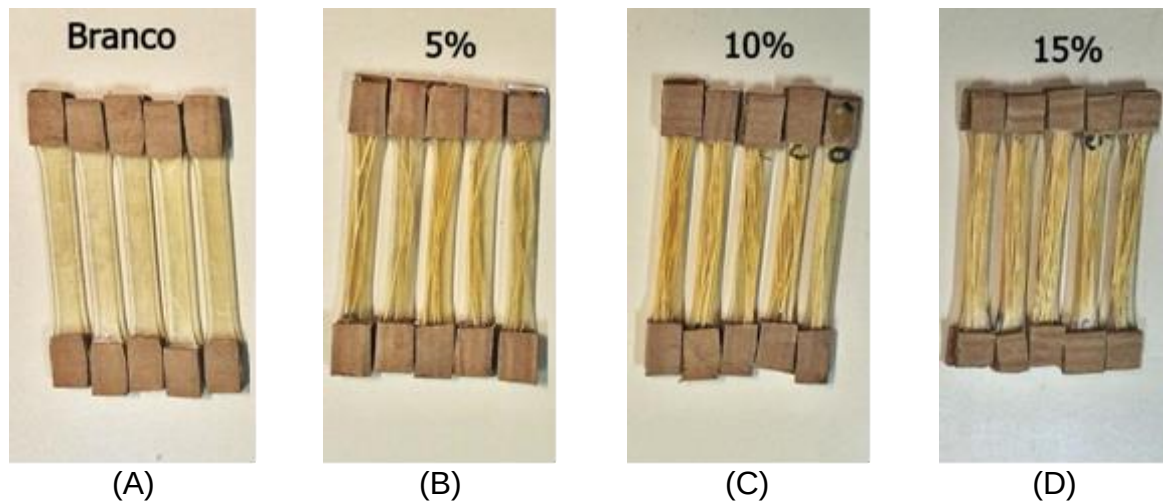


Figura 3- Corpos de prova com as variações de fibras. (A)- 0%, (B)- 5%, (C)- 10% e (D)-15% de fibras.

O ensaio mecânico foi realizado seguindo as normas ASTM D638, em uma máquina universal de ensaio da marca INSTRON, com célula de carga de 5 kN, a uma velocidade de 1mm/min. e garra de fixação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A composição química da fibra de Piaçava do Amazonas mostra resultados singulares, Tabela 1. O teor de fibra apresentou 86.53%. A celulose com 26.05% obteve porcentagens inferiores a outras fibras, quando comparadas com [11], o que pode afetar na resistência a tração paralela das fibras. Já referente à porcentagem de lignina (60.16%), a Piaçava do Amazonas possui uma grande quantidade frente às outras fibras conforme [11], que está relacionada parcialmente por sua resistência à compressão.

Tabela 1- Composição química da fibra de Piaçava.

Espécie	Componentes fundamentais			
	Teor de Fibra (%)	Celulose (%)	Hemicelulose (%)	Lignina (%)
Piaçava do Amazonas (Leopoldina piassaba)	86.53	26.05	-	60.16
Bagaço de cana [13]	-	52.2	16.8	25.3
Juta [13]	-	61-71	14-20	12-13
Curauá [13]	-	73.6	9.9	7.5
Sisal [13]	-	65	12	9.9

Mesmo com a resina poliéster não necessitando de altas temperaturas para a conformação, é importante conhecer o comportamento da fibra em relação à temperatura, pois a mesma passou por um tratamento que submete a mesma a certas temperaturas. A Figura 4 apresenta as curvas da análise termogravimétrica (TGA). Podem-se observar as perdas de massa relativas ao processo de degradação da fibra de Piaçava através da pirólise dos seus constituintes principais (hemicelulose, celulose e lignina) [12]. Observa-se na análise do gráfico, que entre 30 e 130°C, há uma primeira queda de 10% de massa referente ao percentual de umidade presente na fibra. A degradação térmica da fibra inicia-se próxima da temperatura de 230°C e continua caindo rapidamente até 410°C, aproximadamente. Nesse intervalo a fibra diminui cerca de 40% de sua massa. Na curva DTG em termos de dependência da temperatura, existe um evento inicial, com vale a cerca de 60°C, que podem ser associados com a liberação de água relacionados à umidade absorvida pelas fibras de Piaçava. As perdas mais elevadas de porcentagem de massa ocorrem em torno de 375°C, associadas com a maior perda de massa por TGA a uma temperatura entre 230 a 410°C podendo ser atribuída à degradação térmica da estrutura lignocelulósica das fibras. De fato, as reações de degradação de fibras de Curauá foram encontradas aproximadamente na mesma faixa de temperatura, entre 220 a 350°C como visto por [13].

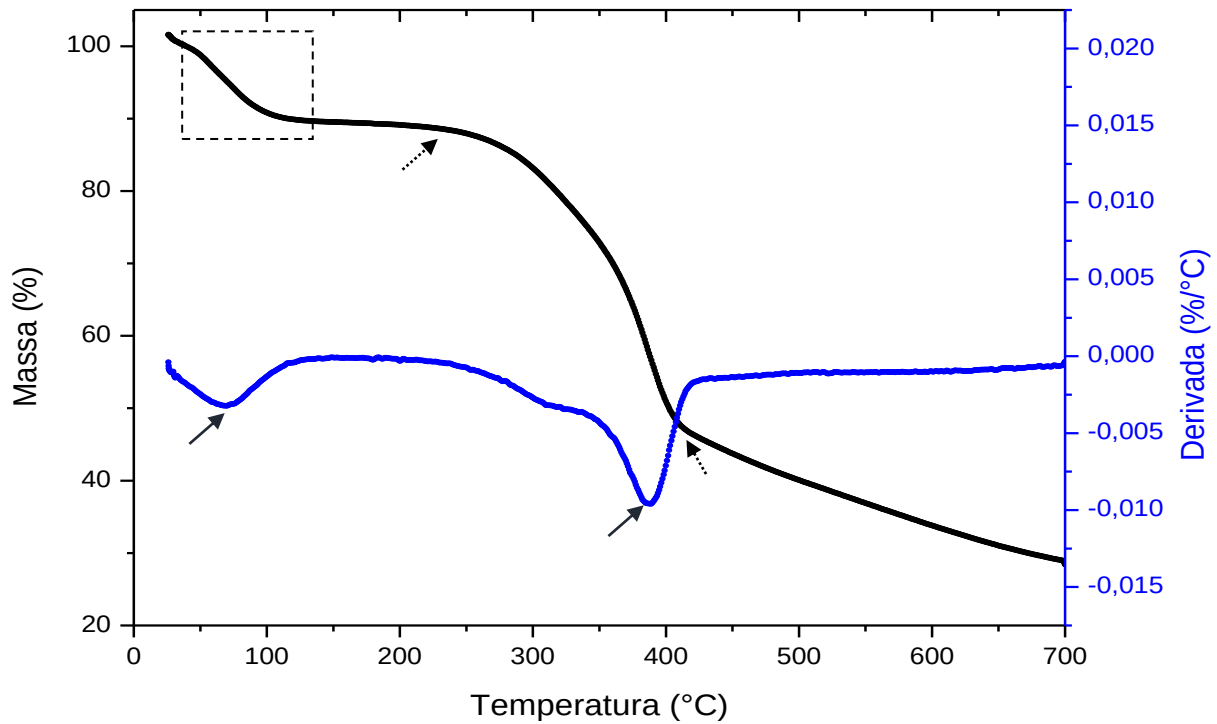


Figura 4- Gráfico da termogravimetria da fibra.

Analisando a Tabela 2, os ensaios de tração das amostras não apresentaram reforço com a adição de nenhuma das porcentagens de fibras em relação à resistência dos corpos de prova sem fibras. Os corpos de prova brancos apresentaram uma média de 49.26 Mpa na resistência a sua tração, os com 5% de fibra apresentaram em média 33.28-Mpa, com 10% de fibra resultou em 23.54-MPa e para os corpos de prova com adição de 15% obtiveram uma resistência à tração de 21.07-MPa em média. O mesmo comportamento de demérito no valor do módulo de elasticidade ocorre com o aumento do acréscimo das porcentagens de fibra.

Tabela 2- Propriedades no teste de tração.

Volume de fibra de Piaçava (%)	Resistência à tração (MPa)	Módulo de Elasticidade (GPa)	Deformação (%)
0	49.26 ± 2.18	0.77 ± 0.03	6.40 ± 1.079
5	33.26 ± 7.84	0.69 ± 0.03	3.85 ± 1.745
10	23.54 ± 2.51	0.63 ± 0.13	2.16 ± 1.492
15	21.07 ± 2.22	0.53 ± 0.04	4.39 ± 1.480

Com a análise do gráfico da resistência a tração, na Figura 5, a resistência diminui no compósito de acordo com a adição das proporções de fibras de Piaçava na matriz. Nota-se claramente uma diminuição da resistência à tração no compósito polimérico. Dentro dessas proporções, quanto maior a quantidade de fibras inseridas na matriz é notável a redução da resistência à tração.

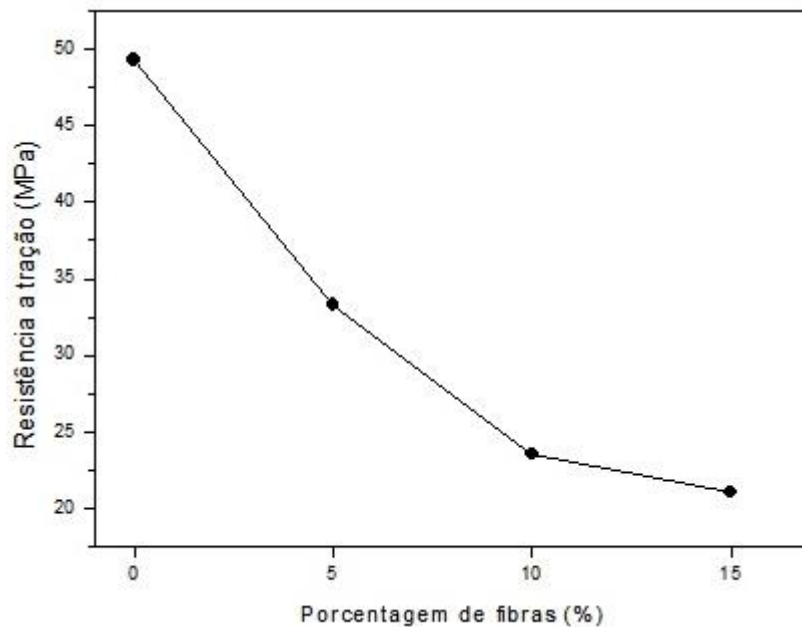


Figura 5- Gráfico da resistência à tração (MPa) em relação às proporções.

Com a análise do gráfico do módulo de elasticidade, Figura 6, nota-se que o material tem uma redução nos valores, assim que inserido uma maior proporção de fibra na matriz. Esse resultado está diretamente ligado à rigidez do material. Isso se deve ao fato do compósito apresentar uma queda na rigidez, originada de defeitos na matriz com as fibras inseridas. Comparando a Figura 5 com a Figura 6, é observada uma semelhança quanto à queda dos resultados do ensaio de tração e do módulo de elasticidade, respectivamente.

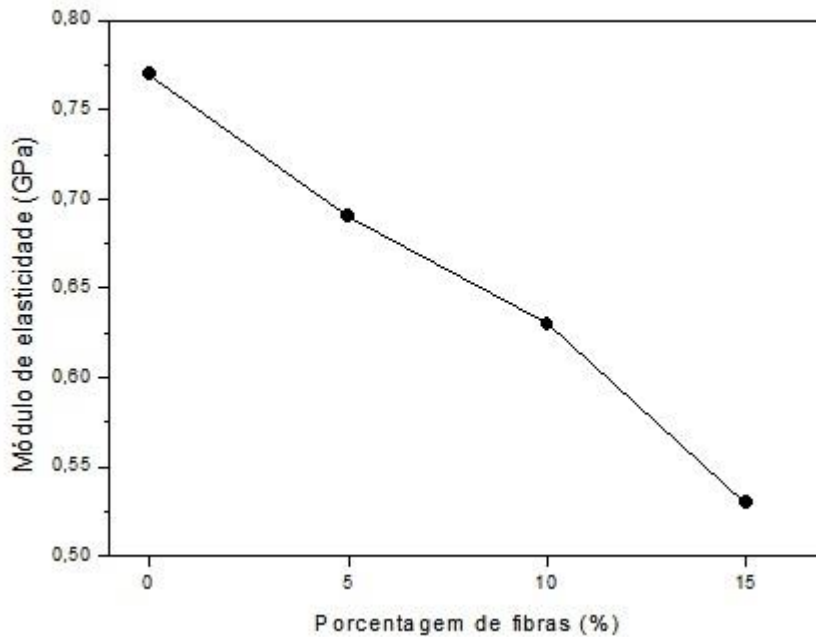


Figura 6- Gráfico do módulo de elasticidade (GPa) em relação às proporções.

Sugere-se que a fratura é ocasionada pela descoesão, ou seja, as falhas, os defeitos interfaciais e os vazios entre duas fibras, por exemplo. Logo, de acordo com a análise realizada por [3] através da visualização em MEV, a fratura começa transversalmente através da matriz de poliéster quebradiça, pois é notável que as fibras não serviram como agentes de conexão das trincas.

CONCLUSÕES

Os testes de tração nos compósitos com fibras de Piaçava contínuas e unidirecionais mostram uma diminuição no resultado da resistência a tração e do módulo de elasticidade em relação a matriz de poliéster puro. Não há um reforço no material polimérico com a orientação unidirecional e com as proporções de fibras analisadas. Isso deve-se ao fato de uma possível baixa molhabilidade da fibra com a resina e pela dificuldade no controle do posicionamento da fibra na matriz, ocasionando um possível surgimento de um ponto de fragilidade e isso se torna mais evidente quando há o aumento da proporção de fibra na matriz.

AGRADECIMENTOS

O autor agradece pelo financiamento do CNPq, FAPEAM, Universidade do Estado do Amazonas pela oportunidade a mim conferida e ao IMPA (Instituto de Pesquisa do Amazonas) pelo suporte técnico para a realização das análises.

REFERÊNCIAS

[1] CAMPANA FILHO, S.P., FROLLINI, E., CURVELO, A.A.S. Organ solo Delignification of Lignocellulose Materials: Preparation and Characterization of Lignin and Cellulose Derivates, Inst. de Quim, São Carlos – USP. 1997.

[2] D'ALMEIDA, J.R.M.; AQUINO, R.C.M.P.; MONTEIRO, S.N. Tensile mechanical properties, morphological aspects and chemical characterization of piassava (*Attalea funifera*) fibers. Composites Part A: Applied Science and Manufacturing, v. 37, n. 9, p. 1473-79, 2006.

[3] NASCIMENTO, D.C.O.; FERREIRA, A.S.; MONTEIRO, S.N.; AQUINO, R.C.M.P.; KESTUR, S.G. Studies on the characterization of piassava fibers and their epoxy composites. Composites Part A: Applied Science and Manufacturing, v. 43, n. 3, p. 353-62, 2012.

[4] VAN S.P.J.; WINE, R.H. The determination of lignin and cellulose in acid-detergent fibre with permanganate. Journal of the Association of Official Analytical Chemists, v.51, p.780-785, 1968.

[5] CORRADINI, E.; MORAIS, L. C.; ROSA, M. F.; MAZZETTO, S. E.; MATTOSO, L. H. C.; AGNELLI, J. A. M. A. Macromol. Symp., **245-246**, p.558 (2006).

[6] MATTOSO, L. H. C.; FERREIRA, F. C.; CURVELO, A. A. S. – “Sisal Fiber: Morphology and Applications in Polymer Composites”, in: “*Lignocellulosic-Plastic Composites*”, A. L. Leão; F. X. Carvalho & E. Frollini (Eds.), USP, São Paulo, p.241 (1997).

[7] LI, Y.; MAI, Y.; YE, L. - Composites Science Technology, **60**, p.2037-2055 (2000).

[8] MARTINS, M. A.; JOEKES, I. – Journal of Applied Polymer Science, **89**, p.2507-2515 (2003).

[9] KALIA, S.; KAITH, B. S.; KAUR, I. – Polym. Eng. Sci., **49**, p.1253 (2009).

[10] AQUINO, R.C.M.P. D'ALMEIDA, J.R.M. MONTEIRO, S.N. Propriedades de Compósitos de Piaçava com Matriz Polimérica. 55º Congresso Anual da Associação Brasileira de Metalurgia e de Materiais. 2000.

[11] FARUK, O. et al. Biocomposites reinforced with natural fibers: 2000-2010. Progress in Polymer Science, London, v. 37, n. 11, p. 1552-1596, 2012.

[12] SANTOS, M.S. - "Propriedades térmicas e mecânicas de materiais reciclados à base de PET pós-consumo e cargas de coco", Tese de Mestrado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil (2002).

[13] TOMCZAK, F., SATYANARAYANA, K. G., SYDENSTRICKER, T. H. D. (2007). Studies on lignocellulosic fibers of Brazil. Part III: Morphology and properties of Brazilian curaua fibers. Composites Part A, 38, 2227-2236.

COMPARATIVE ANALYSIS OF A POLYMER MATRIX COMPOSITE MATERIALS WITH AMAZON PIAÇAVA FIBER PROPORTIONS DIFFERENT.

ABSTRACT

The area of composite materials has focused efforts in the search for materials that have improved properties compared to those presented by conventional materials. The processing of polymer matrix composites with fibers of Piaçava linked to the fact that the full use of fiber waste and the substitution of more harmful materials to the environment as synthetic fibers, which can generate a possible investment in generating region development for the same. The article seeks to analyze the physical and mechanical properties by tensile test and study the microstructure to analyze the connection between the phases of a polymeric composite producing specimens using polyester as matrix, and Amazon Piaçava fiber (*Leopoldina piassaba*) ranging 5, 10 and 15% by volume fraction of fiber in its composition, thereby exposing the main physical characteristics of polymer matrix composite reinforced with natural Amazon fiber.

Keywords: composite material; Amazon fiber; Mechanical properties; Piaçava Amazon reinforced polymer fiber.