

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
PRO REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE APOIO A PESQUISA
PROGRAMA INSTITUCIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

CARACTERIZAÇÃO DE FIBRASVEGETAIS REGIONAIS

Bolsista: Eduardo Ferreira Silveira, CNPQ

MANAUS

2012

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
PRO REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE APOIO A PESQUISA
PROGRAMA INSTITUCIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

RELATÓRIO FINAL

PIB-E/0037/2011

CARACTERIZAÇÃO DE FIBRAS VEGETAIS REGIONAIS

Bolsista: Eduardo Ferreira Silveira, CNPQ

Orientadora: Prof^a Dr^a Virginia MansanaresGiacon

MANAUS

2012

RESUMO

Fibras vegetais são alternativas as fibras sintéticas na produção de compósitos, com matriz cimentícia e polimérica. Isso ocorre devido as características das fibras vegetais no que diz respeito a densidade, boa resistência e sendo uma fonte renovável. Especificamente na região amazônica há uma grande diversidade de fibras vegetais, muitas vezes com suas características desconhecidas. Nesse sentido, o presente estudo teve como principal objetivo conhecer as propriedades da fibra Jauari, uma fibra típica da região. As caracterizações químicas e morfológicas indicaram semelhança com fibras já estudadas. Um fator interessante observado esta relacionado à baixa densidade, que apresenta-se próxima a fibra de coco, muito utilizada em revestimentos.

SUMARIO

RESUMO	3
1. INTRODUÇÃO	3
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	4
2.1 FIBRAS VEGETAIS.....	4
2.1.1 COMPOSIÇÕES DAS FIBRAS.....	4
2.2 ASTROCARYUM JAUARI.....	5
3. METODOLOGIA.....	6
3.1 ENSAIO DE CINZAS.....	6
3.2 TERMOGRAVIMETRIA	6
3.3 PICNOMETRIA A GAS	7
3.4 ESPECTROSCOPIA DE INFRAVERMELHO.....	7
3.5 MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA	8
3.6 MICROSCOPIA ÓTICA	8
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	9
4.1 TEOR DE CINZAS.....	9
4.2 TERMOGRAVIMETRIA	9
4.3 DENSIDADE.....	10
4.4 ESPECTROSCOPIA DE INFRAVERMELHO.....	11
4.5 MICROSCOPIA ELETRONICA DE VARREDURA	12
4.6 MICROSCOPIA ÓTICA	13
4.7 ENSAIOS MECANICOS	13
CONCLUSAO	14

1. INTRODUÇÃO

Durantes muitos séculos o homem utilizou os materiais de origem natural para se desenvolver, mas com o passar do tempo foi-se necessário desenvolver outros tipos de matérias, principalmente de origem sintética, para atender o que lhe era solicitado. Isso não foi diferente com as fibras vegetais, com algumas desvantagens aparentes em relação as fibras sintéticas, estas foram sendo substituídas aos poucos na indústria e no cotidiano. Porém as fibras vegetais apresentam algumas vantagens quando comparadas as fibras sintéticas, no que diz respeito a biodegradabilidade, além de ser uma fonte renovável e proporcionar desenvolvimento em comunidades que produzem esse tipo de material. Especificamente na região Amazônica há uma grande biodiversidade, com aproximadamente 6.000 espécies de fibras muitas vezes apenas catalogadas, sem nenhum estudo sobre suas características. Assim, a pesquisa científica para conhecer esses materiais é de grande importância, tanto para o desenvolvimento de comunidades, como para o desenvolvimento de novos produtos.

Assim, o presente estudo tem como objetivo caracterizar a fibra *Astrocaryum Jauari*, através de ensaios químicos, físicos e mecânicos e com base nos resultados obtidos, sugerir aplicações para esse material.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 FIBRAS VEGETAIS

Fibras vegetais (algodão, curauá, juta, malva, sisal, entre outros) são polímeros de origens naturais, constituídos de polissacarídeos como: celulose, hemicelulose e lignina (LEÃO 2008). Sendo utilizados em nosso cotidiano, principalmente na região amazônica, como: tecidos, paneros, tipitis e etc .

As fibras vegetais são agrupadas em 5 categorias de acordo com TEOLI, 2005:

1. Fibras de Gramíneas: retiradas das hastes das plantas monocotiledôneas, tendo como exemplo os cereais (trigo, aveia, cevada, arroz e outros). Junco, bambu e bagaço-de-cana.

2. Fibras de Folhas: retiradas ao longo do comprimento das folhas, exemplos típicos incluem a abacá, sisal e *Astrocaryum Jauari*.

3. Fibras de Caule: São de maços retirados do interior da casca (caule) de hastes de plantas, tendo como exemplos, linho, Juta, cânhamo e kenaf

4. Fibras de Sementes e Frutos: Os exemplos mais comuns são o algodão, apaina e a esponja de Luffacylindrica.

5. Fibras de Madeiras: São fibras provenientes do xilema de vegetais (angiospermas e gimnospermas). Exemplos incluem os eucaliptos, abetuos, pinus, entre outros.

2.1.1 COMPOSIÇÕES DAS FIBRAS

As fibras vegetais são constituídas por polissacarídeos como: Celulose de 60-80% (exceto para algumas espécies como o algodão que tem 95%), Hemicelulose, Lignina de 5-20% (podendo em algumas espécies chegar a 25%) e constituintes menores, que incluem matéria orgânica e inorgânica que são essenciais para as propriedades intrínsecas de cada fibra. (TEOLI 2005).

O tecido vegetal de sustentação denominado esclerênquima é formado por dois tipos de células: os esclereides e as fibras esclerenquimáticas, que são células alongadas, responsáveis pela resistência e flexão das fibras. (HENDGES, 2010).

A celulose é o principal componente da parede celular dos vegetais sendo constituído por um único monômero carboidratado, formando um polissacarídeo que é um polímero de cadeia linear. O constituinte da celulose é o α -Dglucose (monômero) que se liga através do Carbono 1 e 4 dando origem ao seu caráter linear (TEOLI, 2005).

A hemicelulose que constitui cerca de 20-30% das fibras vegetais (sendo esta faixa variável para cada espécie) é formada por polioses e tem suas cadeias ramificadas e curtas. Essas características acabam diferenciando a hemicelulose da celulose e da lignina, mesmo que tenham uma estreita associação. Também é responsável pela biodegradação, absorção de umidade e degradação térmica (TEOLI, 2005).

A lignina é um composto macromolecular tridimensional, que tem características de um polímero amorfo de cadeia complexa. Possui a função de dar firmeza, rigidez e proteção contra ataques biológicos a fibra.

2.2 ASTROCARYUM JAUARI

Astrocaryum Jauari é uma planta características de regiões alagadas e de águas escuras, muito comum no Amazonas, nos igapós do Rio Negro. Tem estipe cespitoso, raramente solitário, 5-13m de comprimento, 9-30cm de diâmetro, *entre-nós* com espinhos achatados negros.

Esta espécie tem de 6-10 folhas ascendentes; com uma bainha variando entre 0,5-1,7m de comprimento, fechada na base; bainha, pecíolo e raque moderada a densamente cobertas por espinhos achatados, negros ou cinza; pecíolo de 0,6-1,5cm de comprimento; raque de 1,5-2,6m de comprimento; 56-148 pinas, irregularmente arranjadas e dispostas em vários planos, bífidas no ápice, as medianas com 0,6-1,1m de comprimento e 2-3 cm de largura, cinza-branco biaxialmente (LINHARES 2000).

A *Astrocaryum Jauari* apresenta as seguintes finalidades: os frutos são usados como iscas para peixes, mas não são consumidos pelo homem; as pinas podem ser usadas na confecção de chapéus. A epiderme do estipe é usada para fazer esteiras, coberturas e "tipitis" (cestos de prensar massa de mandioca); o mesocarpo do fruto contém óleo comestível e o endosperma possui 21% de gordura (Pio Corrêa, 1984). O endosperma imaturo do fruto é comestível, a camada externa da raque da folha pode ser usada para a confecção de cestos e peneiras, e as folhas imaturas são usadas para a extração de fibras para confecção de chapéus e abanos, sendo necessárias três folhas para a confecção de um chapéu (MEJIA, 1988; SCHULTES, 1977).

3. METODOLOGIA

Abaixo estão descritas as metodologias utilizadas para caracterização da fibra vegetal:

3.1 ENSAIO DE CINZAS

Cinzas são definidas como sendo o resíduo de massa restante de uma calcinação a temperaturas específicas para cada material (TEOLI 2005). Isso ocorre devido a parcela orgânica ser transformada em CO₂, H₂O e NO₂ (TONELOTTO 2005), restando então apenas compostos inorgânicos como K, Ca, Si e Mg.

Para esse ensaio utilizou-se a norma TAPPI T15 m -58. Secou-se os cadinhos em um forno Mufla Modelo Q-318D21 a 575 [c] +/- 25 [°C] em um intervalo de 30-60 minutos, para a retirada da umidade. Em seguida, picotou-se a amostra e fez-se a pulverização em um pulverizador Modelo MA048, com o intuito de aumentar a superfície de contato. Após este processo, os cadinhos foram pesados.

3.2 TERMOGRAVIMETRIA

A análise termogravimétrica nos permite medir a variação de uma substância em função da temperatura ou do tempo. Sendo assim, é um sistema com vasto campo de aplicação na caracterização do comportamento térmico dos materiais (ROJAS, 2004). Para que a curva termogravimétrica possa ser interpretada de forma mais eficiente é comum utilizar simultaneamente a derivada em função desta curva, que é chamada de curva DTG. E para a confirmação da interpretação dos picos de DTG faz-se a comparação com a DTA, que consiste no registro de diferença de temperatura entre a amostra e um material de referência a medida que ambos são submetidas a um mesmo ciclo térmico. (RODRIGUES, 2003).

As amostras de *Astrocaryum Jauari* foram pulverizadas (5 mg aproximadamente) e em seguida analisadas por termogravimetria (TG),

termogravimetria derivada (DTG) e por análise térmica diferencial, em equipamento TG/DTA simultâneo da TA Instruments, modelo 2960, utilizando como gás de purga 100mL/min de ar a uma razão de aquecimento de 10°C.min⁻¹.

3.3 PICNOMETRIA A GAS

No método de picnometria a gás, para obtenção da densidade, foi realizado utilizando um multi-picnômetro (Ultrapycnometer 1000) com gás Hélio, gás inerte que penetra facilmente nos poros das fibras. No procedimento a amostra foi previamente seca em estufa em temperatura 60 °C por 24h. O teste foi realizado em 5 amostras e o cálculo da densidade (ρ) foi obtido pela equação 01, onde M_i é massa inicial e V_a volume da amostra.

$$\rho = \frac{M_i}{V_a} \quad \text{equação 01}$$

3.4 ESPECTROSCOPIA DE INFRAVERMELHO

A análise de espectroscopia de infravermelho é realizado a partir da leitura da resposta das ligações moleculares a ondas na região do infravermelho. Dentre os polímeros naturais amorfos presentes nas plantas terrestres, encontra-se a lignina, que é formada pela polimerização dos álcoois cumarílico, coniferílico e sinapílico, sendo que a variação da proporção resulta em diferentes tipos de lignina. Também se encontra a hemicelulose, que é um polissacarídeo da parede celular primária e constituída de uma mistura de polímeros de hexoses, pentoses, com fórmulas gerais de C₅H₈O₄ e C₆H₁₀O₅, e ácidos urônicos (SOUZA, 2007)

A análise de infravermelho foi realizada em um equipamento NICOLET IR200 FT-IR, na faixa de 400 a 4000cm⁻¹, scan 32 e resolução 4cm⁻¹. Foram utilizadas fibras moídas em um pulverizador Modelo MA048. Misturou-se 2g da amostra com 8 g de KBr, prensou-se a 10 toneladas/cm² durante 10 minutos, produzindo uma pastilha.

3.4 MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA

A microscopia eletrônica de varredura é uma análise superficial capaz de produzir imagens de alta resolução da superfície e com aparência tridimensional. Com isso possibilitando uma análise mais detalhada da morfologia da amostra.

Para esta análise, a amostra foi cortada com auxílio de um bisturi cirúrgico. Contudo necessitou de uma deposição metálica para sua visualização. Utilizou-se equipamento da marca FEI, modelo Quanta 250.

3.5 MICROSCOPIA ÓTICA

A microscopia ótica é uma técnica de análise superficial, que em comparação com o MEV tem uma resolução reduzida, porém apresenta vantagem de ser uma análise simples e com baixo custo. A amostra foi cortada com um arco de serra, mas pelo fato de ser um material fibroso deixou muitos resíduos, produzindo amostras que quando analisadas apresentaram resultados de baixa qualidade. Assim, optou-se por fazer uma lixamento das amostras, utilizando uma Lixadeira Politriz Automática Mecatech 234-tc10.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Abaixo são apresentados os resultados obtidos na caracterização da fibra *Astrocaryum Jauari*:

4.1 TEOR DE CINZAS

Tabela 1: teor de cinzas

Amostras	C1	M1	P1 (C1+M1)	P1-C1	P2	P2-C1	% de matéria inorgânica
I	38,3647	1,0063	39,3279	0,9632	38,3863	0,0216	2,2425%
II	35,0562	1,0067	36,0297	0,9735	35,0760	0,0198	2,0338%
III	33,6821	1,0097	34,6544	0,9723	33,7019	0,0198	2,0364%

Onde :P1 – peso do conjunto (Cadinho (C1) e Amostra (M1)), P2 – massa após o ensaio.

Obteve-se uma média de porcentagem de matéria inorgânica de 2,1043% \pm 0,001. Esse resultado implica em presença de elementos inorgânicos que poderão ser analisados através de Difração de Raio X em trabalho futuro.

É possível observar pela literatura que há uma grande variação de resultados de teor de cinzas comparando as mesmas fibras (HILL et al.,2004). Essa variação pode ser devido ao solo em que as fibras são plantadas ou ainda ao processamento dessas fibras.

4.2 TERMOGRAVIMETRIA

A Figura 1 apresenta as curvas TG, DTG e DTA da fibra javari, onde se pode verificar que a amostra perdeu 10,86% de umidade, em sua primeira etapa de perda de massa. A perda de massa oriunda de decomposição térmica de material orgânico inicia-se a 150°C, abaixo de resultados encontrados em fibras de Açaí e Sisal (Souza, 2010) (Junior, 2007). Assim mostrando inicialmente um pequeno pico DTG que em seguida é superposto por outro maior, o que indica a presença de material menos estável termicamente, possivelmente mais hemicelulose, que se pirolisa. Observa-se a 200°C o primeiro pico DTA exotérmico, o que também indica que a combustão resultou da auto-combustão dos produtos de pirólise da fibra. Essa fibra apresenta um teor de cinzas de 1,27, menor que a da fibra de curauá (Leal, 2012)

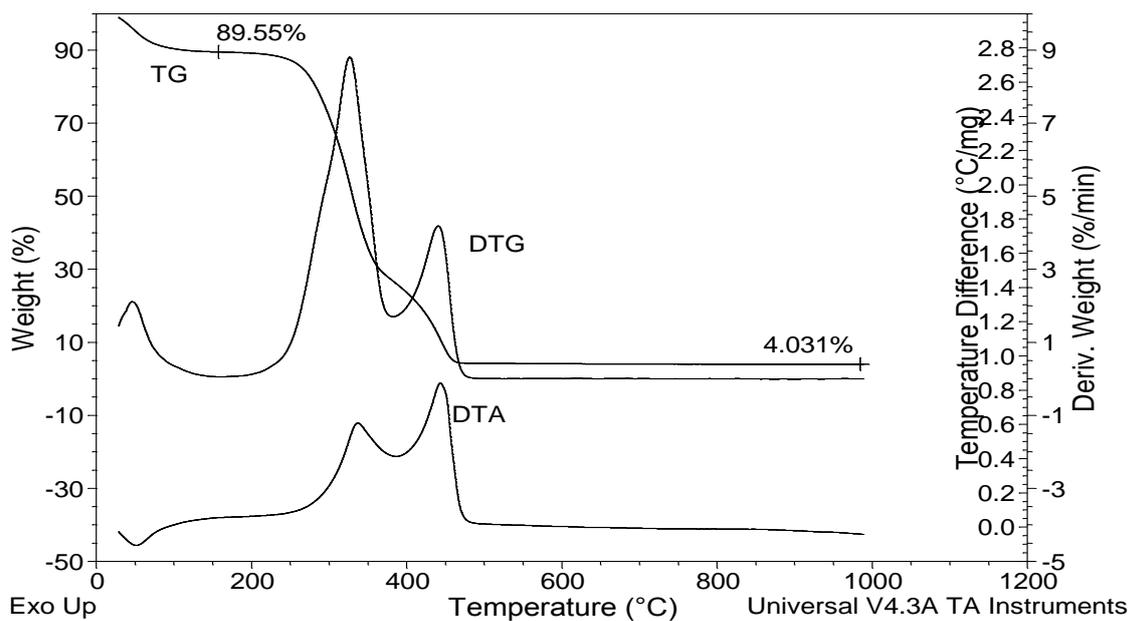


Figura 1 – Curvas TG, DTG e DTA da fibra javari em atmosfera de ar a 10°C/min.

4.3 DENSIDADE

A Tabela 2 abaixo apresenta os resultados de densidade das fibras de javari obtidos por picnometria a gás.

Tabela 2. Densidade e Peso específico (picnometria a gás)

<i>Amostra n^o</i>	Densidade (Kg/m ³) 24 horas de secagem	Densidade (Kg/m ³) 48 horas de secagem
01	1,170529	1,086722
02	1,214964	1,086063
03	1,203063	1,082266
04	1,168606	1,093322
05	1,201010	1,091987
Média aritmética	1,191634	1,088072
Desvio padrão	0,020848	0,004540

E possível observar que a fibra de jaruari apresenta baixa densidade, apresentando densidade próxima a fibra de coco (1,01 g/cm³) (PINTO, 2008).

4.4 ESPECTROSCOPIA DE INFRAVERMELHO

Este ensaio teve como principal objetivo a identificação das ligações comuns em materiais lignocelulósicos, ou seja, celulose, hemicelulose e lignina.

A presença do reforço (celulose) e da matriz naturais (lignina, hemicelulose e pectina) na fibra analisada pode ser inferida a partir do estudo dos picos representados na Figura2.

O espectro de infravermelho das fibras de jauari mostra as bandas de absorção dos grupos característicos de seus constituintes: lignina, hemicelulose e celulose. Estes componentes são compostos de alcenos e grupos aromáticos, além de diferentes grupos funcionais contendo oxigênio, como ésteres, cetonas e álcool.

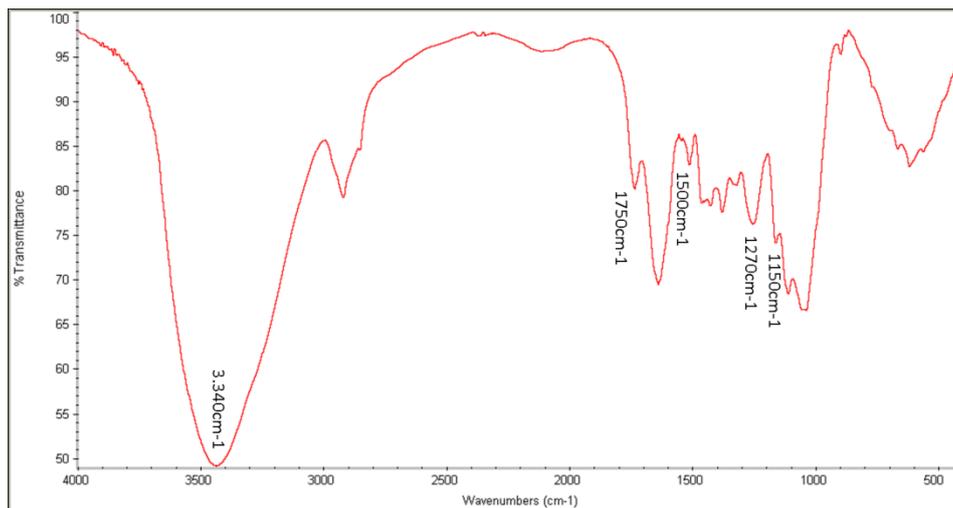


Figura 2: espectroscopia de fibra *Astrocaryum Jauari*:

As bandas de absorção destes componentes são observados em: -OH (3400 – 3200cm-1), possivelmente a hidroxila da celulose, C=O (1776-1715cm-1) de ácidos carboxílicos da hemicelulose. A banda de 1.600 a 1.450 cm-1 refere-se à ligação C=C de aromáticos (lignina) (1.500 cm-1), C-O-C (1270cm-1) e C-OH (~1050cm-1). A banda mais intensa atribuída para OH e CO-C são encontrados para a celulose. Esses resultados são semelhantes às fibras vegetais já conhecidas (TOMCZAK, 2010)

4.5 MICROSCOPIA ELETRONICA DE VARREDURA

Nas microscopias abaixo, Figura 3, é possível observar a morfologia das fibras de Jauri. Na Figura 3 (a) observa-se a seção transversal de uma fibra unitária onde podem ser identificadas várias fibro-células unidas pela lamela media. Já na Figura 3 (b), com maior aumento (10000 x) observa-se uma fibro-celula unitária, mostrando que a área do lumem é cerca de 30% da área transversal da fibro-celula. Essas características morfológicas são semelhantes as encontradas em outras fibras vegetais, como Sisal, Curaua, entre outras (MORAES, 2010).

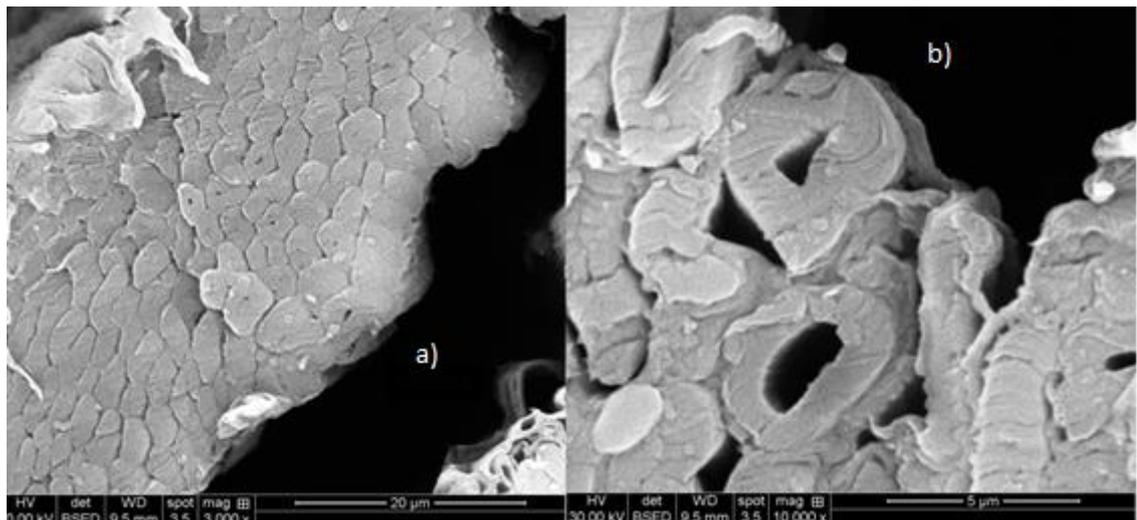


Figura 3: Microscopia Eletronica de Varredura

4.6 MICROSCOPIA ÓTICA

Essa análise teve como intuito analisar a se há diferença entre as regiões externa e interna do talo da planta. A Figura 4 mostra que existe uma diferença entre os espaçamentos de fibras entre as duas regiões, sendo que na região externa há uma menor espaçamento entre as fibras, diferentemente ao constatado pela região interna.



Figura 4: microscopia óptica

4.7 ENSAIOS MECANICOS

O ensaio mecânico não pode ser realizado devido a máquina de ensaio de tração não possuir um agarra apropriada para materiais de pequeno diâmetro. Teste

utilizando epóxi foram realizados para proporcionar um suporte entre a garra do equipamento e a fibra, porém, observou-se falta de aderência entre a fibra e o polímero (epóxi), inviabilizando o ensaio.

5. CONCLUSÃO

Fibras de *Jauari* foram caracterizadas química e fisicamente de acordo com os objetivos propostos no presente trabalho e através dos resultados é possível fazer as seguintes conclusões:

1. O resultado do teor de cinzas apresentou-se mais alto ($2,1043\% \pm 0,001$), indicando uma maior quantidade de substâncias inorgânicas

2. Análise térmica indicou que a perda de massa oriunda de decomposição térmica de material orgânico inicia-se a 150°C , abaixo dos resultados encontrados em fibras de Curau, por exemplo.

3. A densidade obtida por picnometria a gás foi de $1,09 \text{ g/cm}^3$, indicando uma vantagem para aplicações em compósitos.

4. Análises químicas de infravermelho indicaram resultados semelhantes aos encontrados na literatura para outras fibras, ou seja, presença de todos os componentes encontrados em fibras vegetais.

5. As análises de morfologia (MEV e MO) indicaram a presença de fibra unitária, contendo várias fibro-celuloses unidas pela lamela média, além de menor espaçamento entre as fibras da região externa, diferentemente ao constatado pela região interna, o que também são características de fibras vegetais.

Com esses resultados é possível sugerir a aplicação dessas fibras em compósitos de matriz cimentícia, principalmente devido a baixa densidade dessa fibra e baixa estabilidade térmica. Análises mecânicas e testes de *Pull Out* deverão ser realizados, com o intuito de verificar a resistência da fibra e aderência entre matriz e fibra. Outro fator que deve ser considerado é

REFERÊNCIAS

ANNUNCIADO, Teoli Rodrigues. **Estudo da Chorisua Spiosa e outras fibras vegetais como solventes para setor de petróleo.**

SANTOS, Paulo Aparecido dos. **Uso de fibras de curaua como agente de reforço para poliamida.** Campinas, 2007.

MATTOSO, Luiz Henrique Capparelli; PERREIRA, Nilson; SOUZA, Miguel Luiz de; AGNELLIS, José Augusto Marcondes. **Utilização de fibras vegetais para reforço de plásticos.** São Carlos, 1996.

ISHIZAKI, Marina H.; Visconte, Leila L.Y.; Furtado, Cristina R. G.; LEITE, Márcia C. A. M.; LEBLANC, Jean L.. **Caracterização Mecânica e Morfológica de Compósitos de Polipropileno e Fibras de Coco Verde: Influência do Teor de Fibra e das Condições de Mistura.** Rio de Janeiro, 2006.

MARINELLI, Alessandra L.; MONTEIRO, Marcos R.; AMBRÓSIO, José D.; BRANCIFORTI, Márcia C.; KOBAYASHI, Márcio; Nobre, Antonio Donato. **Desenvolvimento de Compósitos Poliméricos com Fibras Vegetais Naturais da Biodiversidade: Uma Contribuição para a Sustentabilidade Amazônica.** São Carlos, 2008.

JUNIOR, Ubirajara Marques Lima. **Fibras Da Semente Do Açaizeiro: Avaliação Quanto Ao Uso Como Reforço De Compósitos Fibrocimentícios.** Porto Alegre, 2007.

BARCELLOS, Daniel Camara. **Caracterização Do Carvão Vegetal Através Do Uso De Espectroscopia No Infravermelho Próximo.** Minas Gerais, 2007.

TOMCZAK, Fabio. **Estudo Sobre A Estrutura E Propriedades De Fibra De Coco E Curauá Do Brasil.** Curitiba, 2010.

ARÁUJO, Joyce Rodrigues de. **Compósitos De Polietileno De Alta Densidade Reforçados Com Fibra De Curauá Obtido Por Extrusão E Injeção.** Campinas, 2009.

GONÇALVES, Jorge Antônio Vieira. **Compósitos À Base De Resina Epóxi Reforçado Com Fibra De Coco.** São Cristóvão, 2010.

FAGURY, Régia Vânia Guilliod. **Avaliação De Fibras Naturais Para A Fabricação Ed Compósitos: Açaí, Coco E Juta.** Belém, 2005.

Martins, Maria Alice. **Fibra De Sisal: Mercerização, Acetilação E Aplicação Em Compósitos De Borracha De Pneu Triturado.** Campinas, 2001.

LEÃO, Mirtânia Antunes. **Fibra de Licuri: Um reforço alternativo de compósito polimérico.** Dissertação de Mestrado. Natal: Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2008.

SOUZA, Kelly Carla Almeida. Atenuação do processo de lignificação em células de *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake, em suspensão, por 2,4-D (ácido 2,4-diclorofenoxiacético). Dissertação de Mestrado. Rio de Janeiro: UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO, 2007.

LEAL NETA, L. S. GIACON, V. M., COSTELLA, A. M. S., VASCONCELOS, R. P., ARAÚJO, P. R. CARACTERIZAÇÃO FÍSICO QUÍMICA DA FIBRA DE CURAUÁ (*ANANAS ERECTIFOLIUS*). In: 20º CBECIMAT, 2012. Joinville, 2012. p 3305-3312.

PINTO, André Ricardo Alves Guedes. **Fibras de curauá e sisal como reforço em matrizes de solo**. Dissertação de Mestrado: Rio de Janeiro: Pontifícia Universidade Católica, 2008.

MORAES, A. G. de O. Estudo do íon boroidreto com agente protetor de fibra de sisal no tratamento em meio alcalino. Dissertação de Mestrado. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2010.

6CRONOGRAMA EXECULTADO

Nº	Descrição	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul
		2011					2012						
	Coleta das Fibras	X											
	Caracterização Química		X	X	X								
	Caracterização Física				X	X	X						
	Caracterização Mecânica						X	X	X				
	Análise dos Resultados									X	X		
	- Elaboração do Resumo e Relatório Final (atividade obrigatória) - Preparação da Apresentação Final para o Congresso (atividade obrigatória)										X	X	X