

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

USO POTENCIAL DA CASCA DO CUPUAÇU EM COMPÓSITOS DE MATRIZ
POLIMÉRICA: CARACTERÍSTICAS TERMO-MECÂNICAS

Bolsista: Yan David Franco Pereira, FAPEAM

MANAUS
2012

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

RELATORIO FINAL
PIB-E/0129/2011

USO POTENCIAL DA CASCA DO CUPUAÇU EM COMPÓSITOS DE MATRIZ
POLIMÉRICA: CARACTERÍSTICAS TERMO-MECÂNICAS

Bolsista: Yan David Franco Pereira, FAPEAM
Orientador: Prof^o. MSc. Rannier Marques Mendonça

MANAUS
2012

Todos os direitos deste relatório são reservados à Universidade Federal do Amazonas, ao Núcleo de Estudo e Pesquisa em Ciência da Informação e aos seus autores. Parte deste relatório só poderá ser reproduzida para fins acadêmicos ou científicos.

Esta pesquisa, financiada pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas - FAPEAM, através do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica da Universidade Federal do Amazonas, foi desenvolvida pelo Núcleo de Estudo e Pesquisa em Ciência da Informação e se caracteriza como subprojeto do projeto de pesquisa Bibliotecas Digitais.

RESUMO

Desde o início da humanidade, os materiais classificados de acordo com suas propriedades químicas e físicas. No entanto, apenas recentemente, vem se destacando uma forte preocupação com os problemas ambientais que esses materiais podem causar. Assim, várias alternativas têm sido estudadas para exploração dos materiais, especialmente no campo dos materiais compósitos. Hoje, a comunidade acadêmica e seus colaboradores têm dado ênfase ao "eco-compósitos" ou "Composites Verde". Novas matrizes poliméricas e novas fontes de cargas têm sido exploradas para obtenção de novos materiais com menor impacto ambiental. O objetivo desse trabalho é estudar o uso da casca do cupuaçu *Theobroma grandiflorum* (Malvales: Malvaceae), uma fruta que é pouco explorado e tecnologicamente originário da Amazônia brasileira, como carga para compósitos de matriz polimérica. As cascas foram secas a 100 ° C e trituradas em um moinho de bolas. O material foi então passada através de uma peneira (2 mm) para a separação dos resíduos sólidos do pó. A amostra foi analisada por meio da técnica de tamanho de partícula (granulometria) por difração de raios laser, utilizando água como dispersante médio, mostrando uma grande variação no tamanho das partículas que chegou a um desvio padrão de 57 µm, aproximadamente. Também foram realizados, Análise Termogravimétrica (TGA), Fluorescência de Raios X (XRF), Difração de Raios X (XRD) e Calorimetria Diferencial de Varredura (DSC), que apresentaram características peculiares à amostra e a presença de contaminantes. Foi analisado morfológicamente o pó com um Microscópio Eletrônica de Varredura (MEV), em que foram observadas as dimensões e a morfologia das partículas provocadas pelo processo de moagem. Portanto, estes resultados mostram que a casca do cupuaçu tem um grande potencial para ser utilizado como material de carga para compósito polimérico.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	6
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	7
2.1. O Fruto do Cupuaçuzeiro.....	7
2.2. Ecocompositos” ou “Compósitos Verdes”	7
2.3. Aplicabilidades na ciência e tecnologia	8
3. METODOS UTILIZADOS.....	9
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	10
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	16

1. INTRODUÇÃO

Desde o início da humanidade os materiais estão presentes na vida do homem diferindo em características, químicas e físicas. Com a evolução humana eles foram se mostrando capazes de suprir toda a necessidade que a eles eram e são atribuídas. Até então, não se tinha pensado em quando esses materiais iriam se esgotar. Atualmente, diversas alternativas vêm sendo propostas para que os materiais sejam melhor explorados, destacando-se, nessa linha, os materiais compósitos. Os quais possuem propriedades finais dependem da natureza dos seus componentes (matriz e carga) [LEVY NETO, PARDINI, 2006].

Foi proposto no Japão, um ano antes da Conferência Rio 1992, o conceito de eco material, com base em grande discussão entre cientistas de materiais e engenheiros [TUNDO, ROSSI, 2004]. Dessa forma, ultimamente, tem-se dado ênfase aos “ecocompositos” ou “Compósitos Verdes” que têm sido estudados com maior frequência quanto ao uso de novas fontes de cargas, com a finalidade de obter produtos de menor impacto ambiental e que possam ser aplicados a diferentes áreas da ciência e tecnologia [LA MANTIA, MORREALE, 2011]. Como exemplos de cargas naturais têm as fibras de bambu, sisal, algodão, curauá e coco [MELO, MARINHO, MENDONÇA, 2005; XIE, 2010; SARKI *et al*, 2011; BLEDZKI, MAMUN, VOLK, 2010]. Desse último, além da fibra também pode ser utilizado como carga a sua casca depois de moída [SARK *et al*, 2011; BLEDZKI, MAMUN, VOLK, 2010].

Com essa analogia ao coco e com a finalidade de também se utilizar como carga em compósito tem-se a casca do cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*), pouco explorado tecnologicamente, originário da Amazônia brasileira, tendo o fruto de 12 a 25 cm de comprimento, com diâmetro com cerca de 10 cm e sua massa pode alcançar até 4,0 kg, a casca é dura, lenhosa, quebrável e de coloração castanho-escuro, correspondendo cerca de 43 % da sua massa [VIANA, 2010].

Portanto, com essa ideia de proteção ao ambiente e com vista ao grande potencial da casca do cupuaçu, esse trabalho propõe a sua utilização como carga em materiais compósitos de matriz polimérica, visto que, a casca não tem valor agregado, sendo utilizado como adubo ou até mesmo liberado como resíduo [CARDOSO *et al*, 2011].

2. REVISÃO BIBLIOGRAFICA

2.1. O Fruto do Cupuaçuzeiro

O cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiforum* Schum) é uma fruteira nativa da floresta tropical úmida cujo fruto apresenta excelentes perspectivas de aproveitamento pelas agroindústrias [VILLACHICA, 1996]. O fruto (pericarpo) é considerado como o maior dentre os do gênero *Theobroma* (Malvales: Malvaceae: Sterculiaceae), tem as características de drupa (um tipo de fruto carnoso, com apenas uma semente) e de baga (tipo mais comum de fruto carnudo simples, no qual a parede do ovário inteiro amadurece em um pericarpo comestível), apresentando-se de forma alongada e com as extremidades arredondadas, classificando-se em diferentes formatos. O comprimento varia de 12 a 25 cm de diâmetro de 10 a 12 cm. Seu peso situa-se entre 500 e 4.500 g, com média de 1.275 g [VENTURIERI *et al.*, 1993] a 1.500 g [ROCHA NETO *et al.*, 1999].

Possui epicarpo (casca/camada rígida e lenhosa), epiderme (verde, coberta por revestimento ferrugíneo, que se desprende com a manipulação) e meso-endocarpo (camada mais interna, de cor branco-amarelada, medindo cerca de 7 mm de espessura, limitado internamente por uma película). Nele as sementes se sobrepõem em cinco fileiras verticais, envolvidas por uma polpa branco-amarelada, delicadamente fibrosa, de sabor acidulado e de cheiro agradável [VENTURIERI *et al.*, 1993; MÜLLER *et al.*, 1995; ROCHA NETO *et al.*, 1999].

Sendo uma espécie de boa adaptação à sombra, o cupuaçuzeiro propicia a formação de consórcios com outras plantas de porte florestal, permitindo resultados econômicos e ecológicos satisfatórios [MÜLLER *et al.*, 1995]. Segundo o Sebrae/AC (1995), em média 70% da população local aceita o fruto e seus derivados, devido, principalmente, ao seu grande uso na economia da região.

A composição média dos frutos constitui-se de 43% de casca, 38% de polpa, 17% de sementes e 2% de placenta [VENTURIERI *et al.*, 1993; ROCHA NETO *et al.*, 1999]. A espessura da casca (epicarpo e mesocarpo) varia de 0,6 a 1,0 cm [SOUZA, SOUZA, 2002].

2.2. Ecompositos” ou “Compósitos Verdes”

O uso de materiais reforçados por fibras vegetais é sugerido desde séculos passados. Segundo Muller e Krobijilowski (2003), os materiais compósitos reforçados por fibras naturais estão sendo considerados como alternativas aos compósitos reforçados por fibras sintéticas, como a fibra de vidro, de carbono ou aramida, devido

à conscientização ecológica e por causa das exigências legislativas quanto ao meio ambiente. Na literatura, podem ser encontrados diversos conceitos de materiais compósitos. Um material compósito pode ser conceituado como um conjunto de dois ou mais materiais diferentes, combinados em escala macroscópica, para funcionarem como unidade, visando obter um conjunto de propriedades que nenhum dos componentes apresenta individualmente [MENDONÇA, 2005].

2.3. Aplicabilidades na ciência e tecnologia

Segundo Santos *et al.* (2004) do Centro de Desenvolvimento Energético Amazônico (CDEAM), que desenvolveu um método de aproveitamento da casca do cupuaçuzeiro para a produção de energia, verificou que as análises elementar e térmica são conduzidas para a casca de cupuaçu “in natura” e para o carvão obtido a partir da carbonização. Portanto, observou-se que a casca e o carvão como insumo energético em processo de termoconversão para à geração de energia elétrica são favoráveis para aproveitamento.

A quantidade de casca gerado em uma área de 1 ha varia de acordo com o peso do fruto, fica entre 2,8 a 22 t de casca de cupuaçu. Só o município de Humaitá (AM) gera cerca 16,73 % de casca. Porém, a casca do fruto do cupuaçuzeiro é resíduo de biomassa agrícola, que alguns produtores o utilizam para fabricação de adubo orgânico, mas na maioria das vezes são aglomerados em um lugar perto da área de processamento dos frutos, contribuindo para a proliferação de pragas e doenças que incidem sob a cultura do cupuaçuzeiro.

3. METODOS UTILIZADOS

Primeiramente, as cascas de cupuaçu foram lavadas em água corrente para que fossem removidas as impurezas presentes em sua superfície e depois quebradas em pedaços pequenos. Após a secagem parcial as cascas foram postas em uma estufa a 100 °C durante uma semana para que fosse eliminada a umidade contida. A caracterização iniciou-se com a obtenção das partículas de cupuaçu, através do moinho de bolas. Segundo Norton (1973) o moinho de bolas (*“ball mill”*) é utilizado para moagem fina de materiais, podendo moer normalmente abaixo de 200 ou 325 meshes. Obtendo-se então o pó há uma peneira com abertura de 2mm.

Os métodos utilizados para analisar o pó foram através da Fluorescência de Raio X (FRX) em um equipamento da Shimadzu modelo WDXRF 1800; A Difração de Raio X (DRX), : foi realizado em uma máquina da Shimadzu DRX 6000, com varredura de ângulo de 10° a 80°; Análise Termogravimétrica (TG), no qual foi realizado em atmosfera de nitrogênio, com fluxo de 50 ml/min, com taxa de aquecimento de 10 °C/min, em um TMA-60 da Shimadzu. Também foi realizado Calorimetria Diferencial de Varredura (DSC) com taxa de aquecimento de 10 °C/min, em um DSC-50 da Shimadzu; Granulometria a Laser em solução de água, no equipamento de fabricante Microtac, modelo S3500. E por fim foi realizado a Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) da Hatachi modelo TM 3000.

O processo de fabricação do compósito ocorreu de forma manual. Os quais foram preparados amostras com 0%, 2%, 4%, 8% e 16% em massa do pó da casca do cupuaçu. Na qual, as fases constituintes do compósito (resina + partículas) foram colocadas em um recipiente e misturados com uma espátula. Em seguida a mistura foi colocada em um molde de vidro para a produção de corpos-de-prova. Em seguida os corpos-de-prova foram cortados e lixados de acordo com as normas ASTM D790-10 para o ensaio de flexão em três pontos e ASTM D5023-01 para as análises dinâmico-mecânicas, os quais foram realizados em uma “Maquina Universal de Ensaio” da Shimadzu e no DMA TA Q800, respectivamente. Ambos equipamentos encontram-se no Laboratório de Engenharia de Materiais da Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

As análises do pó por *Fluorescência de Raio-X*, demonstraram os principais elementos químicos encontrados na casca do cupuaçu (Table 1). O níquel se destaca com 40 %, aproximadamente. Isso pode ter ocorrido devido a característica de absorção e acumulação de metais pesados da planta, tendo em vista a presença de níquel no solo.

Table 1: Resultado da Fluorescência de Raio-X.

Element	Percentage (%)
Ni	39,4791
Cu	13,4120
Mg	11,4201
Si	8,9556
Ca	7,4040
S	5,3055
Al	5,2071
P	4,7317
Fe	3,3130
Ho	0,4267
Sn	0,3452

Na *Difração de Raio-X*, o padrão é apresentado na Fig. 1. É observado que a curva segue os padrões encontrado em outros tipos de materiais naturais rico em celulose com um pico mais acentuado em 2θ a $22,5^\circ$, aproximadamente [12, 13, 14]. De acordo com Hoyos and Vásquez, 2012, esse pico correspondendo ao plano 200 de reflexão atribuidos a celulose tipo I.

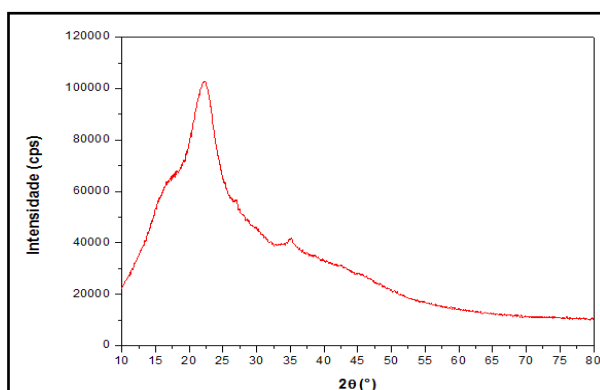


Fig. 1: Gráfico do DRX do pó da casca do cupuaçu.

Análise Termogravimétrica

A curva de TGA é mostrada na Fig. 2. Pode-se observar, pela análise térmica, que no primeiro declive ocorre uma perda de massa da ordem de 8,711%, esse fato ocorre a uma temperatura em média de 100°C , observando a curva de DrTGA, isso

provavelmente é referente à perda de umidade e substâncias voláteis, de acordo com a literatura [14, 15, 16, 17] **Erro! Fonte de referência não encontrada.** E em temperaturas próximas a 300 °C é observado apresentado pico de uma nova etapa de degradação e perda de massa continua até o início parcial de sua estabilização a partir de 500 °C.

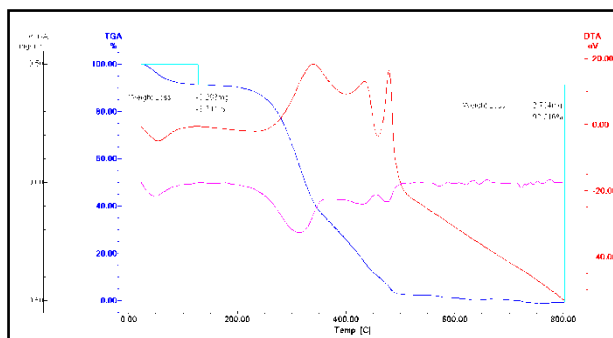


Fig. 2: Análise termogravimétrica do pó da casca do cupuaçu.

A curva DTA, Fig. 2, apresentou dois picos distintos com máximos em cerca de 325 e 475 °C, indicando que ocorrem duas etapas na degradação térmica da fibra. O primeiro pico é atribuído à decomposição de componentes da hemicelulose, e observa-se que na faixa de temperatura de 220 a 330 °C ocorre degradação lenta com perda de massa de 8%. A degradação da celulose ocorre em temperaturas mais altas em relação a hemicelulose e também a taxas mais rápida de decomposição, com seu pico ocorrendo em 475°C [14, 17].

Calorimetria Diferencial de Varredura (DSC)

Uma curva de DSC representativa do pó da casca do cupuaçu, em atmosfera de nitrogênio, é apresentada na Fig. 3, observam-se os picos referentes aos três maiores constituintes da fibra, celulose, hemicelulose e lignina. A endoterma observada em aproximadamente 75 °C é atribuída à evaporação da umidade presente nas amostras. O pico exotérmico observado na curva térmica do da casca do cupuaçu iniciando em 250 °C, com máximo em 333 °C é devido à degradação da fração de hemicelulose. E a endotérmica iniciando em 334 °C com mínimo em 360 °C é atribuída à degradação da celulose, que é o constituinte predominante das fibras naturais **Erro! Fonte de referência não encontrada.** e confirmado pela curva da DrDSC na Fig. 3. Martin et al. **Erro! Fonte de referência não encontrada.** atribuem esta endoterma a desidratação e à quebra de grupos hidroxila da molécula de celulose, resultando na evolução de água.

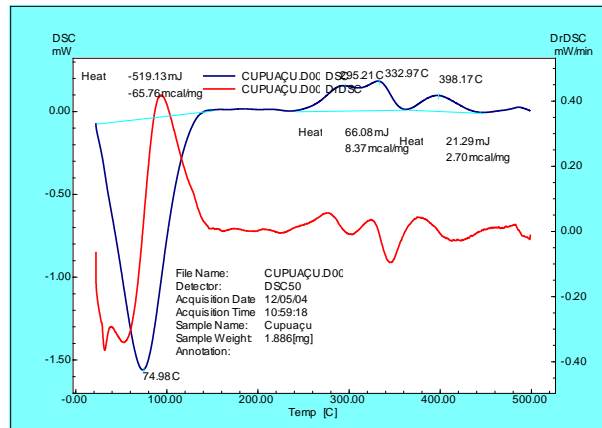


Fig. 3: Curva de DSC do pó da casca do cupuaçu.

Granulometria a Laser

O curto tempo da casca do cupuaçu no moinho de bolas não permitiu um bom processo de moagem. Dessa forma, a variação do tamanho das partículas ficou em um valor bastante expressivo, com um desvio padrão em torno de 57 μm . Sendo observado na Fig. 4.

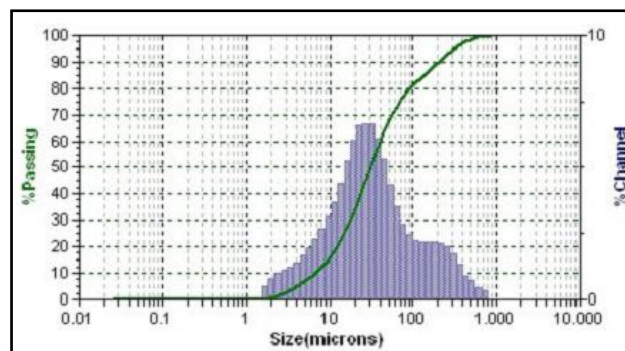


Fig. 4: Distribuição do tamanho das partículas do pó da casca do cupuaçu.

Microscopia Eletrônica de Varredura

Por microscopia eletrônica de varredura foi possível observar que as partículas obtidas da moagem da casca que originaram o pó apresentaram diferentes morfologias nos tamanhos de grãos Fig. 5.

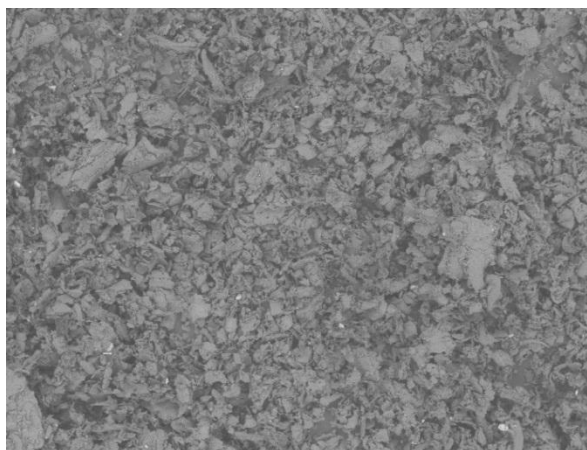


Fig. 5: Morfologia do pó da casca de cupuaçu em 200x.

E como constatado na análise de granulometria a laser são observados uma grande variedades no tamanho das partículas do pó da casca do cupuaçu com esse método de moagem (Fig. 6 e Fig. 7).

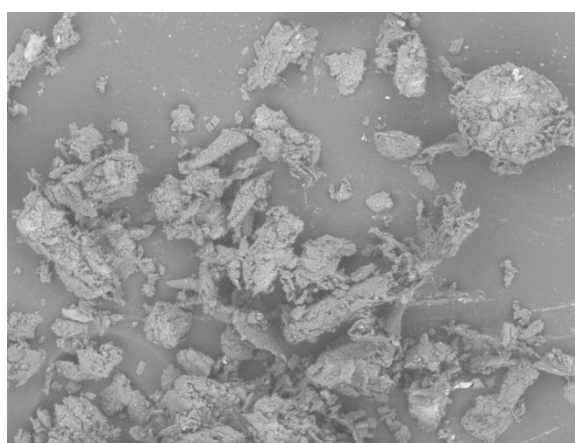


Fig. 6: Morfologia do pó da casca de cupuaçu em 600x.

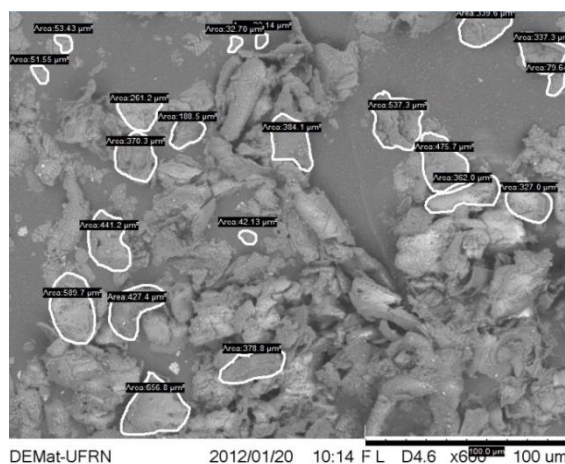


Fig. 7: Morfologia do pó da casca de cupuaçu em 600x com determinação das áreas das partículas.

Ensaio Mecânico

Já os compósitos apresentam propriedades mecânicas inconsistentes, impossibilitando a realização dos ensaios de flexão e DMA corretamente, como observado na Fig 8. O motivo o qual levou a esses problemas foi pela matriz polimérica não ter curado totalmente. Por tanto, devendo ser investigado o motivo real.

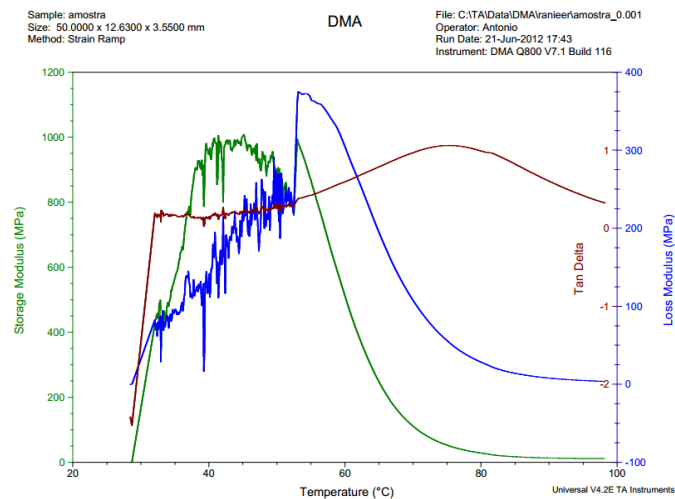


Fig 8: Gráfico do DMA da amostra a 0% em massa.

5. CONCLUSÕES

O pó da casca do cupuaçu da Amazonas brasileira (*Theobroma grandiflorum*) apresentou Características parecidas com as fibras naturais relatadas nas literaturas, mostrando-se adequada para ser utilizada em materiais compósitos poliméricos, assim como em outras aplicações. O pó da casca apresentou, também, boa estabilidade térmica até cerca de 250 °C, podendo desta forma, ser utilizada para processamento com a maioria dos polímeros na produção de compósitos. No entanto o método de processamento para a obtenção do pó da casca tem que ser melhorado ou com um maior tempo de no moinho de bolas ou com a utilização de outro tipo de processo de moagem. Já os compósitos devem ser investigados para verificar o motivo por não ter ocorrido a cura total da matriz polimérica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bledzki, A. K., Mamun, A. A., Volk, J., Barley Husk and Coconut Shell Reinforced Polypropylene Composites: The Effect of Fibre Physical, Chemical and Surface Properties, *Composites Science and Technology*, v. 70, 840-846, 2010.
- Callister, Jr; W. D. *Ciência e Engenharia de Materiais: Uma Introdução/ William D. Callister, Jr.; tradução Sérgio Murilo Stamile Soares. – Rio de Janeiro, 7ª. Ed., LTC 705p, 2008.*
- Canto L. B., Pessan, L. A. Resistência á tração, flexão e compressão. . In: Canevarolo Jr. S. V. *Técnicas de Caracterização de Polímeros*, Ed. Artliber- São Paulo, p. 341-360, 2007.
- Cardoso N. F., Lima, E. C., Pinto, I. S., Amavisca, C. V., Royer, B., Pinto, R. B., Alencar, W. S., Pereira, S. F. P., Application of cupuassu Shell as biosorbent for the removal of textile dyes from aqueous solution, *J. of Environmental Management*, v. 92, 1237-1247, 2011.
- Garcia, A.; Spim, J. A.; Santos, C. A. *Ensaio dos Materiais*, LTC SA – Rio de Janeiro, 247p, 2000.
- La Mantia, F. P., Morreale, M. Green Composites: A Brief Review, *Composites: Part A*, v. 42, 579-588, 2011.
- Melo, J. D. D., Marinho, G. S., Mendonça, R. M. Thermal and Mechanical Properties Analyses of Sisal Fiber Composite, 18th International Congress of Mechanical Engineering, Ouro Preto/MG, 2005.
- Mendonça, P. T. *Materiais compostos e estrutura-sanduiche: projeto e análise*. Barueri, SP: Manole, 2005.
- Matos, J.R., Machado L. D. B. Analise térmica- Termogravimetria. In: Canevarolo Jr. S. V. *Técnicas de Caracterização de Polímeros*, Ed. Artliber- São Paulo, p. 209-228, 2007.
- Mueller, D. H.; Krobjilowski, A. New discovery in the properties of composites reinforced with natural fibers. *Journal of Industrial textiles*, vol. 33, nº2, p. 111-130, Outubro de 2003.
- Müller, C. H.; Figueirêdo, F. J. C.; Nascimento, W. M. O. do; Galvão, E. U. P.; Stein, R. L. B.; Silva, A. de B.; Rodrigues, J. E. L. F.; Carvalho, J. E. U. de; Nunes, A. M. L.; Nazaré, R. F. R. de; Barbosa, W. C. *A cultura do cupuaçu*. Brasília, DF: Embrapa-SPI; Belém: Embrapa-CPATU, 1995, 61 p. (Embrapa –SPI. Coleção plantar, 24; Série Vermelha. Fruteiras).

- Neto Levy, F., Pardini, L. C., Compósito Estruturais: Ciências e Tecnologia, Ed. Edgard Blücher, 2006.
- Norton, F. H., Introdução a Tecnologia Cerâmica: Tradução Jefferson Vieira de Souza. São Paulo, Edgard Blücher, Ed. Da Universidade Federal de São Paulo, 325p, 1973.
- Rocha Neto, O. G. da; Oliveira Júnior, R. C. de; Carvalho, J. E. U. de; Lameira, O. A.; Souza A. R. de; Maradiaga, J. B. G. Cupuaçu. In: Principais produtos extrativos da Amazônia e seus coeficientes técnicos. Brasília: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, Centro Nacional de Desenvolvimento Sustentado das Populações Tradicionais, p. 24-40, 1999.
- Santos E. C. S. et al Aproveitamento Da Casca Do Cupuaçuzeiro Para a Produção De Energia .p. 1 – 8, 2004. Acesso em: 06/01/2012.
- Sarki, J., Hassan, S. B., Aigbodion, V. S., Oghenevweta, J. E., Potential of Using Coconut Shell particle Fillers in Eco-Composite Materials, J. of Alloys and Compounds, v. 509, 2381-2385, 2011.
- Serviço de Apoio às Pequenas e Grandes Empresas Do Acre. Cupuaçu: opções de investimento no Acre com produtos florestais não-madeireiros. Rio Branco: Sebrae, 36 p., 1995,
- Souza, A. Das G.C. De.; Souza, N. R., Melhoramento de fruteiras tropicais. Cláudio Horst Bruckner, editor, - Viçosa: UFV, 422 p., 2002..
- Tundo, P., Rossi, R. H., Química Verde em Latinoamérica, Ed. IUPAC, 2004.
- Viana, A. D., Propriedades Termofísicas e Comportamento Reológico da Pólipa de Cupuaçu (*Theobroma Grandiflorum*) em Diferentes Concentrações e Temperaturas, Dissertação, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, 2010.
- Villachica, H. Copoasu: *Theobroma grandiflorum* (Wild. Ex. Spreng.) Schum. In: Tratado de Cooperacion Amazônica. Secretaria Pro Tempore. Frutales e hortalizas promisorios de la Amazônia. Lima, pp. 104-112,1996.
- Venturieri, G. A.; Ronchi-Teles, B.; Ferraz, I. D. K.; Lourde, M.; Hamada, N. Cupuaçu: a espécie, sua cultura, usos e processamento, Belém: Clube do Cupu, pp. 108, 1993.

6. CRONOGRAMA EXECUTADO

Nº	Descrição	Mês 01	Mês 02	Mês 03	Mês 04	Mês 05	Mês 06	Mês 07	Mês 08	Mês 09	Mês 10	Mês 11	Mês 12
1	Revisão Bibliográfica	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
2	Realização de questionário junto as empresas	X	X	X									
3	Obtenção de cascas de cupuaçu e resina polimérica	X	X	X	X								
4	Produção de pó da casca do cupuaçu			X	X	X	X						
5	Preparação e ensaios dos compósitos					X	X	X	X	X			
6	Discussão dos resultados						X	X	X	X	X	X	
7	Elaboração do Resumo e Relatório Final											X	X
8	Preparação da Apresentação Final para o Congresso												X