

ANÁLISE DO COMPÓSITO DE POLIESTIRENO E CASCA DA CASTANHA DO BRASIL (*Bertholletia excelsea*) PARA VERIFICAÇÃO DE PROPRIEDADES MECÂNICAS

JEFFERSON RENAN SANTOS DA SILVA^{1*}; JOSÉ COSTA DE MACEDO NETO²;
GILBERTO GARCIA DEL PINO³; MARCOS DANTAS DOS SANTOS⁴

¹Mestrando do PPGCEM – UFAM. e-mail: eng.jeffersonrenan@gmail.com;

²Professor Dr. do curso de Engenharia de Materiais – UEA. e-mail: jotacostaneto@gmail.com

³Professor Dr. do curso de Engenharia de Mecânica – UEA. e-mail: ggdelphin@usp.br

⁴Professor MSc. do curso de Engenharia de Controle e Automação – IFAM.
email:marcosdantas73@hotmail.com;

Apresentado no
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC
Palmas/TO – Brasil
17 a 19 de setembro de 2019

RESUMO: Na região amazônica, no Estado do Amazonas, um dos locais com maior produção de castanha do Brasil tem um potencial enorme para utilização dos resíduos deste fruto que possuíam apenas finalidade para transformação em adubo, a serem aplicados na produção de novos materiais para aplicação na indústria automotiva. Para esta finalidade faz-se necessário um estudo dos componentes que constituem o novo material, das propriedades individuais, das características térmicas e mecânicas.

PALAVRAS-CHAVE: Poliestireno, casca da Castanha do Brasil, compósito, DRX.

ANALYSIS OF POLYSTYRENE AND CASCADE COMPOST OF BRAZILIAN CASTANHA (*Bertholletia excelsea*) FOR VERIFICATION OF MECHANICAL PROPERTIES

ABSTRACT: In the Amazon region, in the state of Amazonas, one of the places with the highest production of Brazil nuts has enormous potential for the use of the residues of this fruit that only had a purpose for processing into fertilizer, to be applied in the production of new materials for application in the industry automotive. For this purpose it is necessary to study the components that make up the new material, the individual properties, the thermal and mechanical characteristics.

KEYWORDS: Polystyrene, Brazil nut shell, composite, DRX.

INTRODUÇÃO

A castanheira, uma árvore nativa da região Amazônica, apresenta divisão botânica, a partir da seguinte classificação: é uma Angiosperma, da classe Dicotiledônea, da ordem Mirtiflora e, pertencente à família das Lecythydaceae, gênero *Bertholletia*, espécie *Excelsea*.

Seu fruto é um ouriço, de forma esférica ou capsular, com cerca de 20 cm de diâmetro, que contém em seu interior em média de 12 a 24 castanhas ou sementes, as quais envolvem as amêndoas (parte comestível do fruto).

Apesar de ainda ser conhecida popularmente como castanha-do-pará, comercialmente, a partir do decreto lei N°51.209, de 18 de setembro de 1961, passou a ser denominada, para efeito de comércio exterior, como castanha-do-brasil (BRASIL, 1961).

O poliestireno é um tipo de polímero com propriedades termoplásticas produzidas a partir do derivado do petróleo monômero, o estireno. Uma variação para este polímero é a adição de 5% a 15% de polibutadieno que ao longo do processo de adição formam partículas microscópicas de borracha aumentando a resistência ao impacto e alongamento, sendo chamado de HIPS (sigla de *High Impact Polystyrene*).

De acordo com (Kalpakjian, 2008) um material compósito é uma combinação de duas ou mais fases quimicamente distintas e insolúveis com uma interface reconhecível, de maneira que sua propriedade e seu desempenho estrutural são superiores a dos seus componentes quando atuam de modo independente e complementa que os reforços de fibra melhoraram a força, rigidez e resistência dos materiais plásticos, de modo especial sua relação com peso e rigidez.

O objetivo deste trabalho é a caracterização por termogravimetria, DRX (difração de raios X) para identificar características amórficas ou cristalinas, bem como realizar ensaios de tração para determinar as propriedades mecânicas em amostras do material *in natura* (casca de castanha do Brasil) e em amostras de compósitos produzida por injeção plástica a partir de casca da castanha do Brasil e de poliestireno.

MATERIAL E MÉTODOS

As amostras de casca de castanha do Brasil *in natura* foram trituradas em moinho e peneiradas ($d= 0,8\text{mm}$) e estocadas em frascos com tampas. O material moído foi preparado posteriormente para a mistura com o polímero em formato de pequenos pellets e em seguida para a injeção dos corpos de prova para ensaio de tração. O equipamento utilizado para a injeção foi o da marca KRAUSS MAFFEI, sendo o molde fabricado de acordo com as normas para formatos padrões de corpos de prova para ensaio de tração. O material injetado foi doado pela empresa INNOVA, localizada na cidade de Manaus em uma grande parceria com a Universidade Federal do Amazonas. O HIPS, foi utilizado para mistura do compósito com reforço de casca da castanha granulada com $0,8\text{mm}$ e em duas porcentagens distintas de reforço, sendo utilizadas frações de 2,5% e 5%. O material foi misturado em saco de armazenagem e despejado no funil de entrada da máquina. Os parâmetros da injeção são mostrados na tabela 1.

Tabela 1. Parâmetros de injeção do equipamento.

S7(mm)	S8(mm)	V5-Vel(mm/s)	P2-Pressão de injeção(bar)	P30-Pressão de recalque (s)	T60-Tempo de recalque (s)	Tempo de injeção(s)	T2- Tempo de resfriamento(s)
34,5	8	75	900	800	15	5	30

Na figura 1 mostra-se a rota de preparação das amostras desde quando foi coletado o fruto na árvore até a pesagem de suas frações em laboratório.

Figura 1. A- Castanheira; B- Ouriço; C- Castanha; D- Amêndoa; E- Casca da castanha; F- pesagem do PS; G- pesagem dos grãos da casca da castanha.



Em seguida, os grãos da casca da castanha foram misturados aos *pellets* de poliestireno em um compartimento até o despejo no funil de entrada da injetora. A partir das amostras produzidas, o ensaio de tração dos corpos de prova foi realizado no equipamento INSTRON SERIES 5980 onde utilizou-se as amostras *in natura*, pscast 2,5%, pscast 5% para comparação das propriedades mecânicas.

Na figura 2 podem ser observados os corpos de provas obtidos para realizar ensaio de tração do material: *in natura* (a); pscast5% (b); epscast2,5% (c); em (d) ilustra-se uma amostra antes de ser realizada o ensaio fixada entre as garras do equipamento INSTRON SERIES 5980; e em (e) pode se ver amostras após a fratura.

Figura 2- Ensaio de tração dos corpos de prova.



Na figura 3 visualiza-se como foi realizado o ensaio de difração de raio x no equipamento XRD-6000 com o sistema θ 2. As amostras foram preparadas através de técnica de embutimento e serragem para dois formatos de porta amostra conforme padrões usuais pelo laboratório de técnicas mineralógicas da UFAM.

Figura 3- Ensaio de difratometria (a) amostras preparadas para o ensaio (b) Equipamento de ensaio.



Em seguida os dados foram coletados e posteriormente trabalhados no *software* OriginPro 2018. Na tabela 2 pode-se verificar os parâmetros utilizados no equipamento de difração de raio x.

Tabela 2. Parâmetros de Medição do difratômetro XRD 6000

X-ray tube		Slits		Scanning	
target	Cu			drive axis =	Theta-2Theta
voltage	40.0 (kV)	divergence slit =	1.00000 (deg)	scan range =	10.000-100.000
current	30.0 (mA)	scatter slit =	1.00000 (deg)	scan mode =	Continuous Scan
		receiving slit =	0.30000 (mm)	Scan speed =	2.0000(deg/min)
				sampling pitch =	0.0200 (deg)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos no ensaio de tração estão discriminados na tabela 3.

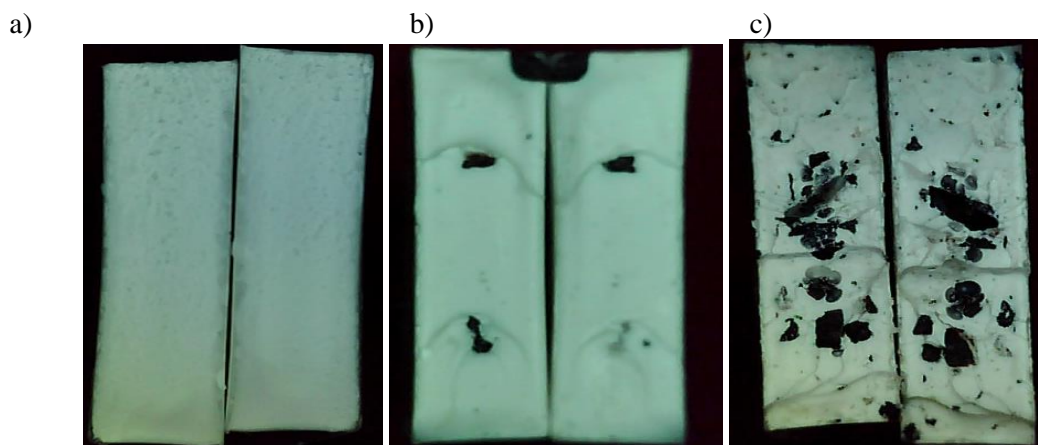
Tabela 3. Resultado do ensaio de tração

Amostra	Tensão de escoamento (MPa) Média	Tensão máxima (MPa) Média	Alongamento (mm/mm) Média	Módulo de elasticidade (MPa) Média
Ps in natura	10,07	14,06	0,63	718,42
Pscast2,5%	14,58	17,92	0,13	1031,29
Pscast5%	15,34	19,20	0,09	1022,34

O ensaio de tração mostrou que a tensão de escoamento aumentou em 52,33% para a amostra com 5% e 44,79% para a amostra com 2,5% com relação ao material poliestireno in natura. Já a tensão máxima aumentou em 36,56% para 5% e 27,45% para 2,5%. A porcentagem do alongamento por sua vez diminuiu com relação ao material in natura e a amostra de 5% representa apenas 14,29% do alongamento total, assim como a amostra de 2,5% somente 20,63%. O módulo de elasticidade aumentou com relação ao in natura em 42,30% para 5% e 43,55% para 2,5%.

Na figura 4 visualiza-se em lupa óptica, resultado das fraturas do ensaio de tração, onde pode-se perceber a interação entre a matriz polimérica e o reforço natural.

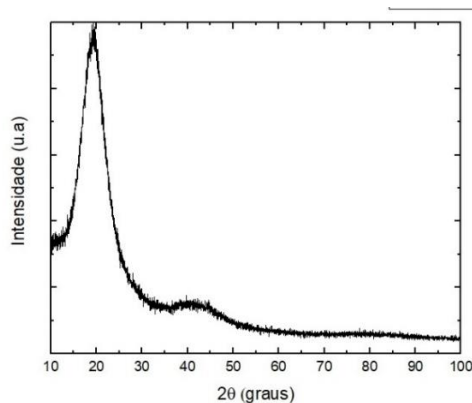
Figura 4 (a) amostra com PS in natura; (b) 2,5% de casca de castanha com OS e (c) 5% de casca de castanha com PS



Na análise pela lupa óptica verificou-se que houve uma maior distribuição do reforço em toda matriz polimérica, tendo maior influência nas propriedades mecânicas como podemos ver na tabela do ensaio de tração.

A figura 5 evidencia o resultado da difração de raio x. Onde foi observado em todas as amostras a tendência do material compósito ser um sólido amorfo, pois apresenta apenas um pico de no ângulo de Bragg de 20° e decaimento característico.

Figura 5. Difratoograma em amostras de material compósito de casca de castanha com poliestireno



CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos pode-se verificar que as amostras com frações de casca de castanha na matriz de poliestireno apresentaram características amórficas, sendo um material amorfo aquele que não possui ordenação espacial a longa distância (em termos atômicos), ou seja, não possui uma estrutura atômica definida. Foi possível perceber uma fácil compatibilidade do reforço (casca de castanha) na matriz de poliestireno. Além disso, pode-se destacar o significativo aumento de resistência a tração das amostras nas quais foi realizado frações de 2,5% e 5% de casca de castanha em relação ao material poliestireno *in natura*, o que possibilita além de fazer comparações com o resultado de outros compósitos de fibras vegetais também projetar possibilidades de aplicações em peças mecânicas com este novo material.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos que me auxiliaram no decorrer deste trabalho, INNOVA S/A, UFAM e UEA.

REFERÊNCIAS

- BRAGA, J.M.; DEFELIPO, B.V. Determinação espectrofotométrica de fósforo em extratos de solo e material vegetal, Minas Gerais, 1974.
- KALPAKJIAN, S., SCHMID, R.S. Manufactura, Ingeniería y Tecnología. Editora Pearson Educacion, Mexico, 2008.
- G. P. Petrechen^{1,2*}, J. D. Ambrósio^{1,2}. Preparação e caracterização mecânica de compósitos de polipropileno com resíduos lignocelulósicos da castanha do brasil. *Bertholletia excelsa*, 2016.
- MENDES, A., MORAES, G.L., SENA, L.S. (UFPA, UEPA) aproveitamento de casca e ouriço de castanha-do-brasil como adubo orgânico, 2007.