

ANÁLISE DA TENSÃO NORMAL À COMPRESSÃO DE ARGAMASSA DE GESSO REFORÇADA COM RESÍDUO DE BARU

CARLOS EDUARDO ALVES OLIVEIRA¹, MARIA DA CONCEIÇÃO TRINDADE BEZERRA E OLIVEIRA², CLARA ALVES OLIVEIRA³, BIANKA SIMON FUZARO⁴, FLÁVIO ALVES DAMASCENO⁵

¹ Acadêmico de Engenharia Agrícola e Ambiental, UFMT/Rondonópolis-MT, ceao.eaa@hotmail.com

² Engenheira Agrícola, Professora Assistente, UFMT/Rondonópolis-MT, conceicaotrindade@yahoo.com.br

³ Acadêmica de Engenharia Agrícola e Ambiental, UFMT/Rondonópolis-MT, claraoliveira.a@outlook.com

⁴ Acadêmica de Engenharia Agrícola e Ambiental, UFMT/Rondonópolis-MT, bianka_simon@yahoo.com.br

⁵ Engenheiro Agrícola, Professor Adjunto, UFLA/Lavras-MG, flavio.damasceno@deg.ufla.br

Apresentado no

XLIV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2015
13 a 17 de setembro de 2015- São Pedro- SP, Brasil

RESUMO: Com o intuito de reaproveitar as fibras naturais providas do descarte de processos agroindustriais, objetivou-se com esta pesquisa avaliar o comportamento em resistência à compressão de matriz de gesso reforçado com fibras do fruto do baru (*Dipteryx alata*). O baru é uma espécie endêmica do bioma cerrado brasileiro de grande importância econômica e cultural para algumas comunidades da região. A utilização de resíduos proveniente do fruto do baru em compósitos é uma alternativa para destinação e aproveitamento destes. Estes materiais desenvolvidos são candidatos em potencial para serem utilizados em construção civil, principalmente devido a características de isolamento térmico e minimização do custo de obra. Foram submetidos a testes de tensão normal à compressão corpos de provas cilíndricos, variando os tratamentos em função das proporções de resíduo vegetal na mistura (0%, 5%, 10% e 15%), sendo o resíduo utilizado de dimensão inferior a 2,36 mm, e os corpos de prova foram confeccionados utilizando o fator água/gesso de 0,5. Os melhores resultados para o ensaio mecânico foram obtidos para o tratamento de 5% de resíduo vegetal em sua composição, sendo que os compósitos de gesso reforçado com endocarpo lenhoso do baru apresentaram diferença significativa entre si e em relação a testemunha (0%).

PALAVRAS-CHAVE: Baru, materiais compósitos, resistência mecânica

ANALYSIS OF COMPRESSION STRAIN OF PLASTER ENHANCED WITH WASTE BARU

ABSTRACT: In order to reuse the natural fibers originated from the disposal of agricultural processes, aimed with this research to evaluate the behavior in compressive strength of a reinforced plaster matrix with baru's fruit (*Dipteryx alata*). Baru is an endemic species of Brazilian cerrado which has great economic and cultural importance for some communities in the region. The use of residues from baru's fruit in composites is an alternative for the allocation and use of these. The developed materials are potential candidates for use in construction, mainly due to the thermal insulation characteristics and minimizing construction cost. Were submitted to compression strength cylindrical specimens, with treatments varying depending on vegetal residues proportions in the mixture (0%, 5%, 10% and 15%), with the residue used smaller than 2,36 mm, and the samples were prepared using the factor water/plaster of 0,5. The best result for mechanical testing were obtained for the treatment with 5% of vegetable residue in its composition, in which the plaster composites reinforced with baru's fiber were significantly different between themselves and in relation to the control specimen (0%).

KEYWORDS: Baru, composite materials, mechanical strength

INTRODUÇÃO: Uma das principais preocupações ambientais da atualidade diz respeito ao uso descontrolado dos recursos naturais. Segundo Cabral (2011), a indústria da construção civil é responsável por elevada exploração de matéria-prima na Terra, através da extração de agregados,

aglomerantes e outros materiais. Nesse cenário, é imprescindível que se busque a utilização de tecnologias alternativas, que priorizem a racionalização da utilização dos materiais e a sustentabilidade como forma de exploração. Conforme Bernhoeft (2011), o gesso é um material com crescente utilização no setor de construção civil, sendo visto como um excelente material por seu baixo custo e elevada qualidade. De acordo com Sano (2004), o baru (*Dipteryxalata*) é uma espécie endêmica do bioma Cerrado, que possui múltiplos usos, destacando-se sua utilização como suprimento alimentar, e a exploração da madeira de seu pecíolo. Borges (2004) em seu estudo sobre a castanha do baru, abordou que sua madeira é muito resistente e densa, apresentando grande utilidade para a fabricação de mourões e tábuas, bem como em estruturas de construção. Cada barueiro produz cerca de 1500 a 8000 frutos por ano (BORGES, 2004). Do fruto é extraída a castanha, que apresenta sabor semelhante ao amendoim e tem grande utilização na indústria culinária. Essa extração gera como resíduo o endocarpo lenhoso do baru, que é muito resistente, porém não recebe uma destinação correta. Buscando o aproveitamento desse endocarpo lenhoso e a descoberta de novos materiais de construção, objetivou-se com o presente trabalho avaliar a influência da adição de diferentes percentuais de resíduo de baru em matrizes gesso.

MATERIAL E MÉTODOS: O experimento foi conduzido no Laboratório de Materiais e Eletrotécnica, do curso de Engenharia Agrícola e Ambiental, na Universidade Federal de Mato Grosso, campus de Rondonópolis - MT.

Os frutos utilizados foram coletados no próprio *Campus*, sendo realizados processos de preparação dos mesmos: mecânicos (separação, trituração e peneiramento) e químico (lavagem em solução de cal). Foram então submetidos à uma prensa hidráulica, para retirada da castanha e, posteriormente, o endocarpo lenhoso foi triturado, utilizando-se um moinho de rotor com facas móveis e fixas, e peneira de 5 mm de malha, disponível no campus. Utilizando metodologia descrita por Ferreira e Fernandes (2007), realizou-se o peneiramento das frações fina e grosseira, adotando-se conjunto de peneiras Tamiz com crivos entre 4,75 mm e 0,525 mm. Na confecção das matrizes de gesso, foi empregado gesso natural, oriundo do polo gesseiro de Araripe – PE, sendo este adquirido em casas de material de construção de Rondonópolis – MT.

Após testes preliminares, foi escolhido como fator água/gesso 0,5, por apresentar melhor trabalhabilidade, e determinadas as proporções do resíduo vegetal em relação à massa de gesso, sendo escolhidas 0%, 5%, 10% e 15%, proporções estas que apresentaram boa consistência e possibilitaram homogeneização e manuseio adequados da mistura. Foram confeccionados corpos de prova em formato cilíndrico, com dimensões de 0,05 m de diâmetro, por 0,1 m de altura. Para cada tratamento, foram confeccionadas cinco repetições, sendo acondicionadas no molde por uma hora, e retiradas em seguida. Utilizando metodologia descrita por Oliveira (2012), as mesmas foram dispostas em uma mesa a temperatura ambiente por 24 h, sendo em seguida colocadas em estufa a $35 \pm 5^\circ\text{C}$ por mais 24 h, ou até atingirem massa constante. Os corpos de prova já secos, tiveram suas dimensões de diâmetro e altura medidas com o auxílio de um paquímetro digital, para obtenção do valor da área de secção transversal utilizada no cálculo de tensão máxima.

Os testes de resistência à compressão foram realizados na máquina de Ensaio Universal WDW – 100E, de acordo com método da (ABNT, 1991) – NBR 12129. Os mesmos foram executados a uma velocidade de $0,5 \text{ mm}\cdot\text{min}^{-1}$, sendo registrados dados de força máxima e, posteriormente, calculadas as tensões limite. Os valores de tensão normal à compressão foram submetidos à análise estatística, utilizando-se o Teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO:

Para avaliar a influência da adição de diferentes proporções do endocarpo lenhoso do baru na resistência à compressão dos compósitos, os dados obtidos no experimento foram submetidos à análise estatística, sendo aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, utilizando o software *Assistat 7.7 Beta* (SILVA e AZEVEDO, 2009).

TABELA 1 - Teste de Tukey a 5% para o ensaio de resistência à compressão

| Tratamento | Tensão normal à compressão (MPa) |
|-------------------------------------|----------------------------------|
| Gesso + 0% Resíduo Vegetal de Barú | 14.62240 a |
| Gesso + 5% Resíduo Vegetal de Barú | 12.98760 b |
| Gesso + 10% Resíduo Vegetal de Barú | 11.18780 c |
| Gesso + 15% Resíduo Vegetal de Barú | 9.33400 d |
| C.V. (%) | 6,44 |

C.V.: Coeficiente de variação.

Para a verificação dos resultados, tomou-se como base o valor de 8,4 MPa, de acordo com os requisitos para tensão normal à compressão da NBR 12129 (ABNT, 1991) de gesso para construção. Através da análise estatística, verificou-se que todos os tratamentos diferiram significativamente entre si, sendo observado ainda que o tratamento que apresentou maior tensão normal à compressão foi o referente aos compósitos de gesso sem a adição de endocarpo lenhoso de barú. Pode ser analisado que todos os compósitos confeccionados apresentam valores de resistência à compressão superiores à tal norma.

De acordo com Oliveira (2012), o aumento dos percentuais de adição do resíduo e do fator água/gesso ocasiona a redução da resistência à compressão dos compósitos. Como foi mantido o fator água/gesso constante neste experimento, averiguou-se a diminuição na resistência dos compósitos conforme aumentou-se a concentração da fibra vegetal de barú adicionada, sendo que dentre os tratamentos com adição de resíduo vegetal, o que obteve maior valor de tensão normal à compressão foi o tratamento com 5%.

Foi analisado, que conforme aumentou-se a concentração da fibra do endocarpo lenhoso do barú em relação a massa de gesso, elevou-se também a ductilidade do material, conforme pode ser observado na Figura 1.

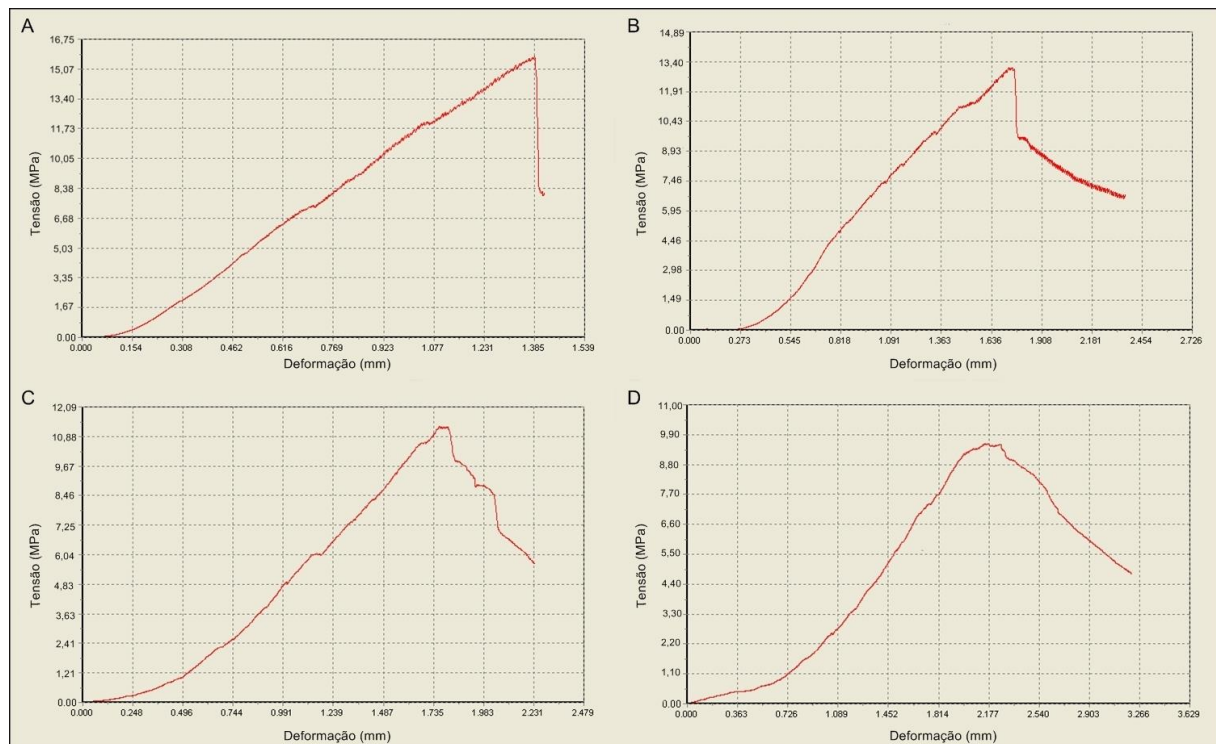


FIGURA 1. Curva de tensão-deformação para o tratamento (A) Gesso + 0% Resíduo vegetal de barú, (B) Gesso + 5% Resíduo vegetal de barú, (C) Gesso + 10% Resíduo vegetal de barú e (D) Gesso + 15% Resíduo vegetal de barú.

No ensaio de resistência à compressão observou-se que os compósitos sem adição do resíduo vegetal suportaram a uma carga média de 14,62240 MPa, ocorrendo uma ruptura brusca em seguida. Para as matrizes com adição do endocarpo lenhoso de barú, os valores de tensão normal à compressão foram

reduzindo, ao passo que também aumentou a ductilidade do material, ou seja, apresentaram deformações sem ocorrer ruptura. Segundo Agopyan (1991), o acréscimo de fibras em matrizes de gesso possibilita significativa melhoria em suas propriedades mecânicas, transformando a ruptura frágil do gesso em uma ruptura próxima a plástica. De acordo com Savastano Júnior (2000), a ductilidade do material está diretamente relacionada à quantidade de fibra adicionada, bem como com a aderência entre as duas fases coexistentes. Os resultados encontrados no presente experimento permitem afirmar que o aumento na adição do endocarpo lenhoso do baru resulta em um aumento expressivo na ductilidade do compósito, atribuindo ao mesmo característica plástica.

CONCLUSÕES: Os tratamentos analisados no presente estudo apresentaram valores superiores aos estipulados pela NBR 12129, comprovando desta maneira a potencial utilização do endocarpo lenhoso do baru como material aditivo na construção civil. Os maiores valores foram registrados para o tratamento sem adição de resíduo vegetal. Foi observado que houve o decréscimo da tensão normal à compressão dos compósitos, conforme aumentou-se a porcentagem de resíduo adicionado, evidenciando a influência da adição do resíduo na adesão das partículas. Os ensaios de resistência à compressão evidenciaram, por outro lado, que a adição do endocarpo lenhoso do baru ampliou a capacidade de deformação do compósito, ocorrendo um significativo ganho em termos de ductilidade.

REFERÊNCIAS

- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 12129: **Gesso para construção - Determinação das propriedades mecânicas**, Rio de Janeiro, 1991, 5p.
- AGOPYAN, V. **Materiais reforçados com fibras para a construção civil nos países em desenvolvimento: o uso de fibras vegetais**. São Paulo, 1991, 204p. Tese (Livre Docência), Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 1991.
- BERNHOFER, L. F.; GUSMÃO, A. D.; TAVARES, Y. V. P.; **Influência da adição de resíduo de gesso no calor de hidratação da argamassa de revestimento interno**, Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 11, n. 2, p. 189-199, abr./jun. 2011.
- BORGES, E. J. **Baru a castanha do cerrado**. 2004. 162 f. Monografia (Gastronomia e segurança alimentar), Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2004.
- CABRAL, A. E. B.; MOREIRA, K. M. V.; **Manual sobre os resíduos sólidos da construção civil**. Fortaleza, CE: SINDUSCON-CE, 2011.
- FERREIRA, R. C.; FERNANDES, M. O. **Incorporação de resíduos vegetais e seus efeitos sobre as características físico-mecânicas de misturas de solo-cimento para fins de construção rural**. Pesquisa Agropecuária Tropical 37(4): 204-213, 2007.
- OLIVEIRA, M. P.; BARBOSA, N. P.; TORRES, S. M.; LEAL, A. F.; SILVA, C. G. **Compósitos à base de gesso com resíduos de EVA e vermiculita**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.16, n.6, p.684–689, 2012.
- SANO, S. M.; RIBEIRO, J. F.; BRITO, M. A. **Baru: Biologia e uso**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2004, 52p.
- SAVASTANO JÚNIOR, H. **Materiais à base de cimento reforçados com fibra vegetal: reciclagem de resíduos para a construção de baixo custo**. São Paulo, 2000, 137p. Tese (Livre Docência), Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 2000.
- SILVA, F. de A. S.; AZEVEDO, C. A. V. **Principal Components Analysis in the Software Assistat-Statistical Attendance**. In: WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 7, Reno-NV-USA: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2009.