

CAULE DO AÇAIZEIRO (*EUTERPE OLERACEA* MART.) COMO ALTERNATIVA DE ISOLAMENTO TÉRMICO TESTADO POR ESPECTROSCOPIA INFRAVERMELHO

CEZAR DIAS CARDOSO JUNIOR^{1*}, DIEGO LIMA AGUIAR²
ALESSANDRA SILVA BATISTA³; BRUNO MONTEIRO BALBONI⁴, LUCIETA GUERREIRO MARTORANO⁵

¹Graduando em Engenharia Florestal, UFOPA, Santarém-PA, cezar.cardosojr@gmail.com

²Graduando em Engenharia Florestal, UFOPA, Santarém-PA, lima.diego.raiuga@gmail.com

³Graduanda em Engenharia Florestal, UFOPA, Santarém-PA, alessandrabatista.19@gmail.com

⁴Engenheiro Florestal/Biólogo, UFOPA, Santarém-PA, brunobalboni@gmail.com

⁵Dr^a Pesquisadora Embrapa Amazônia Oriental, martorano.lucietta@gmail.com

Apresentado no
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC'2017
8 a 11 de agosto de 2017 – Belém-PA, Brasil

RESUMO: O poliestireno expandido (EPS) tem sido amplamente utilizado como isolante térmico, entretanto, devido à sua reduzida biodegradabilidade, busca-se por produtos de fonte natural que apresentem propriedades isolantes. O caule do açaizeiro possui características como biodegradabilidade e baixa densidade, podendo ser testado como alternativa para substituir o EPS. O trabalho tem como objetivo avaliar o potencial do interior do caule do açaizeiro como isolante térmico, comparando-o com o EPS e três espécies de madeiras amazônicas de diferentes densidades. Os corpos de provas expostos ao sol, onde foram coletadas imagens em câmera de termografia infravermelho. Os resultados demonstraram que apesar de apresentar baixa densidade aparente, 0,28 g.cm⁻³, o caule do açaizeiro apresentou temperatura duas vezes superior ao EPS, bem como superior às outras espécies madeireiras de densidade até 3 vezes maior, não sendo apropriado, portanto, para isolamento térmico, sob condição de plena exposição aos raios solares.

PALAVRAS-CHAVE: infravermelho próximo, isolamento térmico, Euterpe, açaizeiro.

STEM OF AÇAIZEIRO (*EUTERPE OLERACEA* MART.) AS AN ALTERNATIVE FOR THERMAL INSULATION TESTED WITH INFRARED SPECTROSCOPY

ABSTRACT: Expanded Polystyrene (EPS) is vastly used for thermal insulation, in the reason of its low density and thermal conductivity. However, as it is not biodegradable, a natural material with adequate thermal insulation properties is searched. The stem of *Euterpe oleraceae* presents interesting properties to substitute EPS, for being biodegradable and for presenting low density. The present study aims to evaluate the potential of the inner portion of *E. oleraceae* stem, comparing it with EPS and 3 Amazon timber species of different densities. Samples of the five treatments were exposed to sunlight between 10 am and 12 pm, when infrared images were taken. Results showed that even though *Euterpe* stem presents low density, 0.28 g.cm⁻³, its temperature was twice the value found for EPS, and still higher than timbers 3 times denser. The material is not appropriate to be used for thermal insulation.

KEYWORDS: Near Infra Red, thermal insulation, Euterpe, açai-berry plant

INTRODUÇÃO

O poliestireno expandido pertence ao grupo das resinas termoplásticas com origem no petróleo e tornou-se um produto cada vez mais utilizado pelo mercado como isolante térmico, por se tratar de um material leve, com baixa condutividade térmica e de baixo custo. Entretanto, seu exige especial atenção, tornando-se prejudicial à natureza por ser um material sintético e não biodegradável, levando em média 150 anos para se decompor, causando danos ambientais ao ser descartado, como impedir absorção de água pelo solo (Mendes, 2002 e Ambiente Brasil, 2011).

O caule do açazeiro apresenta características interessantes para uma possível substituição de isolantes convencionais, como ser um material não prejudicial á natureza e resíduo biodegradável de baixa densidade. O açazeiro (*Euterpe oleracea* Mart.) é uma espécie nativa da região Amazônica e possui importância na economia em decorrência dos seus produtos, como o fruto e o palmito (Nascimento e Silva, 2005; Calbo e Moraes, 2000).

A planta-mãe é afetada pelo número de perfilhos existentes, apresentando número acima do normal ocasiona a diminuição de seu crescimento decorrentes das áreas fotossintatos que são interrompidos com intuito de formação da raízes desses perfilhos, assim, o desbaste é um trato silvicultural adequado para a touceira apresentar, no limite, cinco plantas (Oliveira et al., 2000).

Uma metodologia que permite uma rápida avaliação do potencial do caule do açazeiro como isolante térmico é a espectroscopia infravermelho. De acordo com Oliveira et al. (2015) e Samistraro, (2009), a espectroscopia de infravermelho próximo é considerada um método eficiente, rápido, simples, não destrutivo e não invasivo.

Desta forma o presente trabalho tem como objetivo avaliar potencial do interior do caule do açazeiro como isolante térmico, comparando-o com o isolante mais utilizado, o Poliestireno Expandido, e três espécies de madeira amazônicas de diferentes densidades.

MATERIAIS E MÉTODOS

Coleta do Material

O Açazeiro (*Euterpe oleracea* Mart.) foi coletado na comunidade de São Brás a 8 km da área urbana da cidade de Santarém-PA. As 3 espécies madeireiras usadas para comparação, Breu (*Protium apiculatum*), Cedro (*Cedrela fissilis*) e Massaranduba (*Manilkara huberi*) provenientes da Floresta Nacional do Tapajós. O Poliestireno Expandido (EPS) foi adquirido no comércio. Cada um dos cinco tratamentos teve seis repetições.

Preparo do Material

Os corpos de prova foram confeccionados com dimensões de 5cm x 2,5cm x 15 cm (largura x espessura x comprimento). Logo após o preparo, as amostras foram acondicionadas em sala de aclimação com temperatura média de 20°C ($\pm 2^\circ\text{C}$) e umidade relativa do ar a 60% ($\pm 5\%$) de umidade.

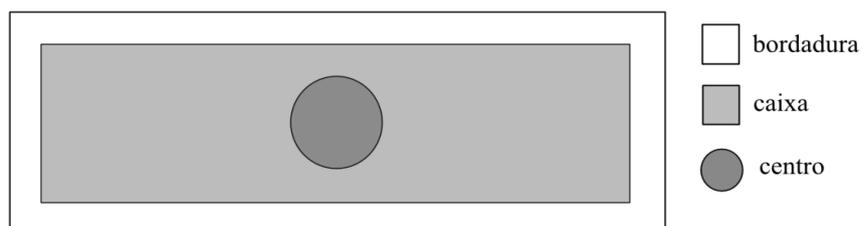
Para determinação da densidade aparente, foi realizada a metodologia de Vital (1984), no qual, utiliza a imersão em água para obtenção do volume da amostra a 12% de umidade, no empuxo causado dado pela balança semi-analítica.

Análise usando termografia infravermelho

Uma bancada, a 1m do solo, foi utilizada como apoio para as amostras, deixando-as expostas ao sol no período das 10h às 14h. Para evitar a influência do calor refletido pela bancada, esta era vazada e os corpos de prova foram apoiados em fios de nylon previamente tensionados.

As amostras foram distribuídas em arranjo de cinco linhas e, dentro destas, dispersas aleatoriamente, de forma que cada linha possuía um representante de cada tratamento. A coleta de dados foi realizada pela captura de imagens por meio de uma câmera termográfica infravermelho FLIR, as fotos foram registradas no período das 12h às 14h. Posteriormente, as imagens foram tratadas por meio do software FLIR *tools* Versão 5.5 15064.1001, onde foram obtidos dados de temperatura média, mínima e máxima para o centro, bordadura e caixa (Figura 1).

Figura 1. Regiões selecionadas para avaliações termográficas nos corpos de prova.



Análise de Dados

Utilizou-se o teste de normalidade de Shapiro Wilk, o teste de homogeneidade Bartlett, teste não-paramétrico Kruskal Wallis, a 5% de significância. As análises estatísticas e elaboração dos gráficos foram realizadas utilizando o *software* R.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Densidade Aparente

Os valores médios da densidade aparente e seus respectivos desvios padrões são mostrados na Tabela 2.

Tabela 2. Valores médios de Densidade Aparente a 12% e valores de desvio padrão entre parênteses

Tratamento	$\rho_{12\%}$ (g/cm ³)
Massaranduba	1,09 (0,02)
Breu	0,66 (0,01)
Cedro	0,55 (0,07)
Açaizeiro	0,28 (0,13)
EPS	0,01 (0,00)

Teste Não-Paramétrico

O teste de normalidade Shapiro Wilk e homogeneidade Bartlett mostraram que houve diferença significativa ao nível de 95% de confiança para os valores médios de temperatura das variáveis: Caixa, Centro, Bordadura das amostras analisadas. Por isso, foi realizado o teste de Kruskal Wallis para essas variáveis onde foi comprovada a diferença estatística entre as amostras analisadas na Tabela 3.

Tabela 3. Teste Kruskal Wallis para a Caixa, Centro e Bordadura dos corpos-de-prova.

Tratamento	Médias Caixa	Médias Centro	Médias Bordadura
Açaizeiro	60.05 a	58.87 a	51.47 b
Massaranduba	51.07 b	50.78 b	52.05 a
Breu	50.06 c	49.47 c	45.67 c
Cedro	49.15 d	49.03 c	45.68 c
EPS	32.34 e	31.64 d	35.18 d

Pode-se verificar que a espécie Massaranduba apresentou maiores valores de densidade, seguindo do Breu, Cedro, Açaizeiro e EPS, além disso, a espécie Açaizeiro foi a que demonstrou maior variação de densidade aparente.

Utilizando as Médias da Tabela 3, realizou comparações entre as espécies tomando como base o EPS. Observou-se que o Açaizeiro apresentou valor de aquecimento de 97,65% em relação ao EPS, seguido da Massaranduba, Breu e Cedro, com valores de 64,24%, 53,46%, 46,51%, superior ao isopor, respectivamente, considerando valores das Médias de Caixa.

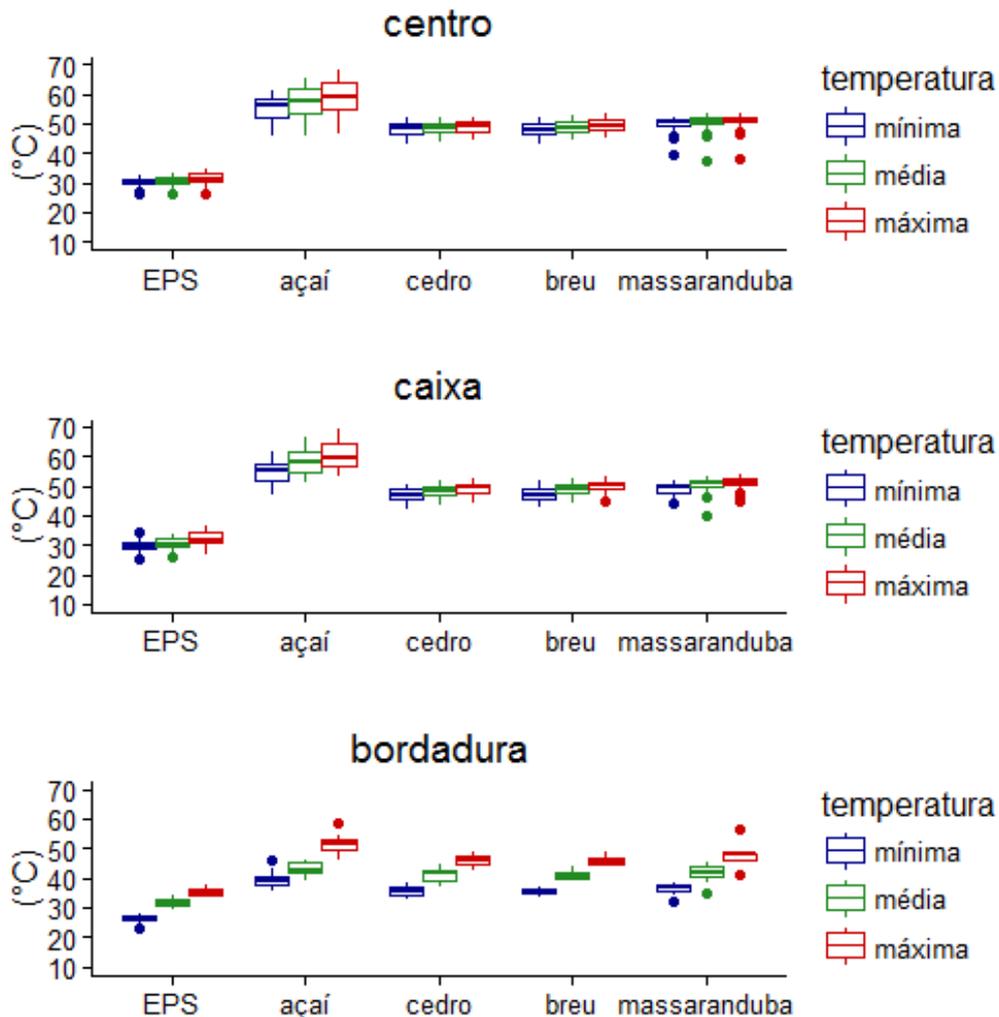
Os valores Centro, por sua vez, verificou que o Açaizeiro aqueceu 95,80% mais em relação ao Isopor, seguido da Massaranduba (66,38%), Breu (53,38%) e Cedro (49,25%). Ao analisar a temperatura mínima para a caixa, centro e laterais das amostras, o açaizeiro ainda assim apresentou os maiores valores. Por fim, os valores de Bordadura, o Açaizeiro apresentou 13,34% mais elevado que o isopor, por sua vez, a Massaranduba, Breu e Cedro com 9,53%, 6,94% e 6,75%, respectivamente.

Análise Termográfica

A temperatura dos tratamentos estudados está apresentada na Figura 4. Enquanto as espécies madeireiras apresentaram, nas porções centrais, temperatura semelhante, de 40 a 55°C, com a

Massaranduba tendendo para temperaturas mais altas, o EPS apresentou as menores temperaturas, como esperado, e o açazeiro as maiores. Como pode ser observado ainda na Figura 4, os resultados da porção da caixa seguiram o mesmo padrão de temperatura.

Figura 4. Temperaturas Mínima, Média e Máxima por Espécie e respectivas Regiões Seleccionadas



Na bordadura (Figura 4) os valores dos tratamentos são mais aproximados, embora o mesmo padrão seja observado. O açazeiro, mais uma vez, apresentou os maiores valores, e o EPS, os menores.

Como pôde ser observada na Figura 4, uma característica importante do EPS para sua utilização como isolante térmico em edificações consiste em apresentar baixas temperaturas quando exposto ao calor. O EPS possui baixa condutividade térmica, conseqüentemente possui característica funcional para isolante térmico, assim como a madeira (Santos, 2008; Oliveira et al., 2015; Navroski et al., 2010). Entretanto, as espécies madeireiras estudadas, apresentam alta densidade aparente quando comparada ao EPS. Por outro lado, o Açazeiro possui baixa densidade aparente, provavelmente sendo mais facilmente degradado biologicamente devido à alta quantidade de parênquima.

Nogueira et al. (2004) citam que a condutividade térmica é diretamente proporcional com a densidade da madeira. O açazeiro, apesar de ser também um material lignocelulósico, não seguiu o mesmo comportamento. Embora o açazeiro tenha densidade aparente baixa, ele se aquece superiormente em relação às espécies florestais quando exposto a radiação solar.

De acordo Uhl e Dransfeld (1987), as palmeiras têm sílica em seus caules, nas células “stegmata” adjacentes a células condutoras e não-condutoras. A função da sílica no organismo da

planta consiste em proteção mecânica contra predação e doenças, proteção do tecido quanto ao estresse hídrico e trocas de calor com meio ambiente (Silva e Potiguara, 2009). A presença de sílica nas estruturas das palmeiras pode ser a razão da maior absorção de calor do açazeiro quando comparado às madeiras avaliadas.

CONCLUSÕES

Apesar de ser um material lignocelulósico de baixa densidade, o interior do caule de Açazeiro não se mostra adequado como isolante térmico sob exposição direta aos raios solares.

Outras aplicações para este resíduo devem ser testadas considerando sua alta retenção de calor e sua atenuação térmica quando não exposto diretamente ao sol.

AGRADECIMENTOS

À Embrapa Amazônia Oriental, pelo auxílio com as imagens e equipamentos, e ao laboratório de Tecnologia da Madeira-UFOPA, pelo fornecimento da madeira e do estipe de açazeiro.

REFERÊNCIAS

- Ambiente Brasil. Isopor - O Impacto no Meio Ambiente. Disponível em http://ambientes.ambientebrasil.com.br/residuos/isopor/isopor_impacto_no_meio_ambiente. Acessado em: 28/04/2017.
- Calbo, M.E.R.; Moraes J.A.P.V. de. Efeitos da deficiência de água em plantas de *Euterpe oleracea* (açai). Revista brasil. Bot., v.23, n.3, p.225-230, 2000.
- Mendes, J. U. L.; Marinho, G. S. Compósito isolante térmico biodegradável. Proceedings of the ENCIT, Caxambu – MG, Brazil – Paper, 2002.
- Navroski, M.C.; Lippert D.B; Camargo L.; Pereira M.O.; Haselein C.R. Avaliação do isolamento térmico de três diferentes materiais usados na construção e preenchimento de paredes externas. Ciência da Madeira, v.1, n.1, p.41-51, 2010.
- Nascimento W.M.O. do; Silva, W.R. da. Comportamento fisiológico de sementes de Açai (*Euterpe oleracea* Mart.) submetidas à desidratação. Rev. Bras. Frutic, v.27, n.3, p.349-351, 2005.
- Nogueira M.C.J.A.; Moraes J.G.; Logdson L.; Nogueira J.S. Propriedade térmica: determinação em madeiras nativas do estado do Mato Grosso. In: Conferência latino-americana de construção sustentável, 1; Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 10, São Paulo, 2004 ISBN 85-89478-08-4.
- Oliveira, W.L.; Xavier A.A.B.; Chaves P.M.F.; Silva L.O. Determinação do coeficiente de condutividade térmica de compósitos constituídos a partir de fibra de coco. In: Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, 5, Porto Alegre, 2015. p.1-10.
- Oliveira, M. do S. P. de; Carvalho, J. E. U. de; Nascimento, W. M. O. do. Açai (*Euterpe oleracea* Mart.). Embrapa Amazônia Oriental. Belém, PA – 2000.
- Samistraro, G.; Muniz G.I. de; Zamora P.P.; Cordeiro G.A. Previsão das propriedades físicas do papel kraft por espectroscopia no infravermelho próximo (nir) e regressão por mínimos quadrados parciais (pls). Quim. Nova, v.32, n.6, p. 1422-1425, 2009.
- Santos, R. D. Estudo Térmico e de Materiais de um compósito a base de gesso e EPS para a construção de casas populares. 2008, 92f. (Dissertação de Mestrado), Programa de Pós Graduação em Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal-RN. 2008.
- Silva R.J.F.; Potiguara R.C.V. Substâncias ergásticas foliares de espécies amazônicas de *Oenocarpus* Mari. (Arecaceae): caracterização histoquímica e ultra-estrutural. Acta Amazonica, v. 39, n.4, p.793-798, 2008.
- Vital B.R. Métodos de determinação da densidade da madeira. Viçosa, MG: Sociedade de Investigações Florestais, 1984. 21p. (Boletim Técnico, 1).
- Uhl, N.W.; Dransfield, J. Genera palmarum: a classification of palms based on the work Harold E. Moore, Jr. Allen Press, Lawrence, Kansas. 1987. 610p.