

BIOESPUMA DE BURITI: UM POSSÍVEL MATERIAL PARA ENGENHARIA¹

Lucas Lopes da Costa²
Tammy Godinho Rodrigues Portela³
Sergio Neves Monteiro⁴
Nubia Suely S. Santos⁵

Resumo

Espumas sólidas, sobretudo as poliméricas como o isopor, estão sendo cada vez mais empregadas em flutuadores, embalagens e isolantes termo-acústicos. Apesar das vantagens técnicas, estas espumas sintéticas são fabricadas a partir de derivado de petróleo não renováveis. Além disto, contribuem com emissões de CO₂ em seu processamento e causam prolongada poluição quando descartadas. Alternativas ambientalmente corretas seriam bioespumas, isto é, materiais naturais renováveis com massa específica inferior a 0,3 g/cm³ como a cortiça e a balsa para substituir o isopor. Recentemente foi investigada uma possível bioespuma natural extraída do pecíolo da palmeira de buriti. Medidas preliminares de suas propriedades indicaram um potencial para uso em engenharia, sem contudo avaliar parâmetros comparativos. Assim, o objetivo do presente trabalho foi avaliar as principais propriedades para uso de engenharia de uma bioespuma de buriti em confronto com o isopor comum. Os resultados indicam algumas vantagens técnicas, mas também dificuldades de ordem práticas.

Palavras-chave: Bioespuma de buriti; Isopor; Propriedades físicas; Microestrutura.

BURITI BIOFOAM: A POSSIBLE ENGINEERING MATERIAL

Abstract

Solid foams, mainly the polymeric ones such as the Styrofoam, are increasingly being used as floating devices, packing and thermo-acoustic insulators. In spite of the technical advantages, these synthetic foams are fabricated from non-renewable petroleum derivatives. Moreover, the processing of synthetic foams contributes not only to CO₂ emissions but also to long term pollution when discarded. Environmentally correct alternatives are the biofoams. These natural renewable materials with density below 0.3 g/cm³ could be a substitute for the Styrofoam. Recently, a possible natural biofoam extracted from the petiole of the buriti palm tree has been investigated. Preliminary evaluation of its properties indicated a potential for engineering application. However, no comparative evaluation was performed so far. Therefore, the objective of the present work was to compare the main properties of the buriti biofoam of those of common Styrofoam. The results indicated some technical advantages but also practical difficulties as an engineering material.

Keywords: Buriti biofoam; Styrofoam; Physical properties; Microstructure.

¹ Contribuição técnica ao 66º Congresso Anual da ABM, 18 a 22 de julho de 2011, São Paulo, SP, Brasil.

² Materials Engineer (Aker Solutions do Brasil) lucas.lopes@akersolutions.com

³ PhD. (LAMAV/UENF)

⁴ BSc. (LAMAV/UENF)

⁵ DSc. (DEM/UNICAMP)

1 INTRODUÇÃO

Materiais sintéticos são atualmente objeto de preocupação devido aos possíveis efeitos negativos ao meio ambiente causados tanto pelo consumo de energia no seu processamento, que de alguma maneira acarreta emissão de gases responsáveis pelo aquecimento global, quanto pela poluição após descarte. Um exemplo típico são as espumas sólidas como o isopor, fabricadas a partir de polímeros derivados do petróleo. Embora hoje em dia seja imprescindível em muitos setores industriais na forma de embalagens e isolamentos termo-acústico, o isopor é proveniente de precursores não renováveis e, sendo produto não degradável, acarreta poluição permanente ao ser descartado. Em contraste com o isopor, espumas produzidas de materiais naturais como óleos vegetais,⁽¹⁾ seivas,⁽²⁾ amido⁽³⁾ e tanino⁽⁴⁾ são renováveis e degradáveis, podendo ser consideradas ambientalmente corretas.

Em recentes trabalhos^(5,6) investigou-se uma nova espuma natural extraída do pecíolo da palmeira de buriti, nativa da América do Sul. Apresentando densidade inferior a 0,1 g/cm³ juntamente com baixas porosidade aberta e umidade absorvida, esta bioespuma poderia ser utilizada para fabricação dos produtos típicos de isopor. O potencial de aplicação em produtos industrializados para a espuma de buriti^(5,6) necessita agora de parâmetros comparativos para concorrer com espumas sintéticas. Desta forma, o presente trabalho realizou uma avaliação das propriedades e estrutura da bioespuma de buriti em confronto com as correspondentes do isopor.

2 PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

A bioespuma de buriti extraída do pecíolo da palmeira de buriti, cientificamente conhecida como *Mauritia flexuosa*, ilustrada na Figura 1, foi obtida na propriedade de um dos autores deste trabalho (N.S.S. Santos) no estado do Pará, norte do Brasil.



Figura 1. A palmeira de Buriti (a) e gomos da bioespuma extraídos do pecíolo da planta (b).

Amostras cilíndricas da bioespuma com 3,5 cm de diâmetro (Figura 2a) e retangulares com 1,0 cm de comprimento (Figura 2b) foram respectivamente usadas para determinar a densidade pelo método de imersão em água e por medidas precisas de peso e volume, baseadas nas dimensões das amostras.

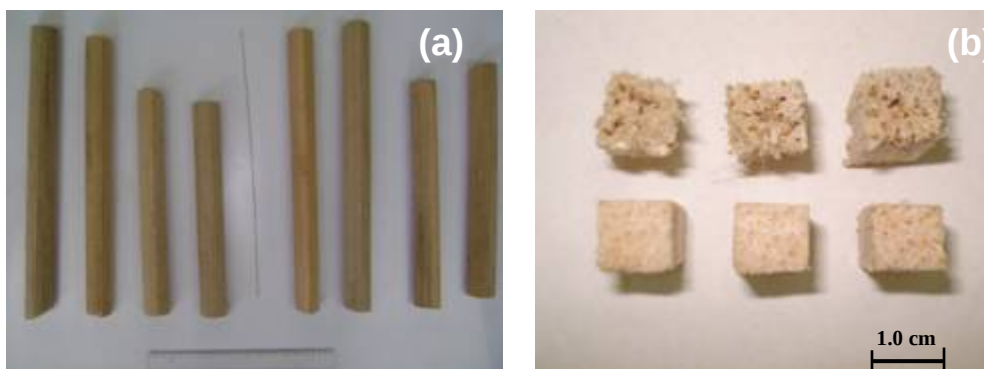


Figura 2. Amostras da bioespuma de buriti: (a)pedaços cilíndricos para imersão em água e (b) amostras retangulares para medidas das dimensões.

A resistência mecânica da bioespuma de buriti foi avaliada em ensaios de compressão em máquina Instron modelo 5582. Para comparação com a bioespuma de buriti, utilizou-se um isopor comum de embalagem. As correspondentes propriedades do isopor foram obtidas tanto de informações constantes na rede⁽⁷⁾ quanto por testes em laboratório da UENF. A Figura 3 apresenta amostras do isopor comum utilizado neste trabalho.



Figura 3. Amostras de isopor comum investigadas no presente trabalho.

A microestrutura da superfície e do interior tanto da bioespuma quanto do isopor foi analisada por microscópio ótico (MO) de marca Neophot e também por microscópio eletrônico de varredura Shimadzu modelo SSX-550, operando com elétrons secundários acelerados a 15 kV. Amostras de ambas as espumas foram imersas em nitrogênio líquido a fim de se obter a fratura criogênica, porém por se tratar de materiais altamente isolantes, com baixo coeficiente de condutividade térmica, não houve fratura frágil, como já se previa.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Uma comparação inicial entre as propriedades básicas da bioespuma de buriti com as correspondentes do isopor comum está mostrada na Tabela 1.

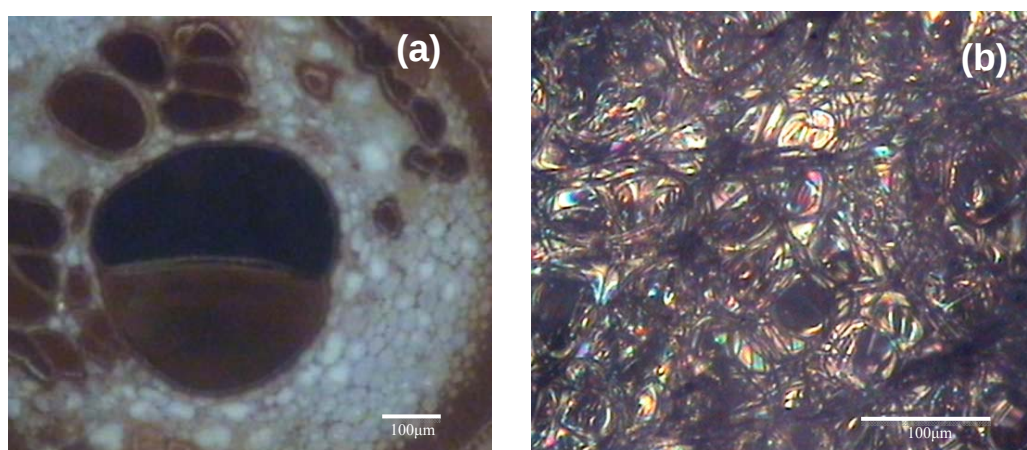
Tabela 1. Comparação entre propriedades da bioespuma de buriti e do isopor

Propriedade	Bioespuma de buriti	Isopor
Massa específica aparente (g/cm ³) [Método da Imersão]	0,10	0,17
Massa específica aparente (g/cm ³) [Método das Medidas Dimensionais]	0,06	0,19
Média da Porosidade Aberta (%)	4,91	0
Umidade Naturalmente Absorvida (%)	0,42	<1
Resistência à Compressão (MPa)	2,49	>0,07

Tendo em vista os resultados da Tabela 1, pode-se notar que existem importantes similaridades entre a bioespuma de buriti e o isopor. As massas específicas aparentes são semelhantes e significativamente abaixo do limite em torno de 0,3 g/cm³ que caracteriza a classe dos materiais de engenharia conhecidos como espumas sólidas.⁽⁸⁾ Na verdade, a bioespuma de buriti avaliada tanto pelo método da imersão quanto por medidas dimensionais é cerca de 70% mais leve que o isopor. Além disso, seus percentuais de porosidade aberta e umidade naturalmente absorvida (0,42% em relação à sua massa total) são suficientemente baixos para garantirem excelentes condições de flutuabilidade na água como acontece com o isopor.

Uma diferença relevante é a maior resistência à compressão da bioespuma de buriti o que a torna três vezes mais resistente que o isopor e com valores comparáveis à cortiça e à balsa. Estas duas, entretanto, são duas vezes mais densas. Desta forma, a bioespuma de buriti em confronto com o isopor seria até superior em aplicações de engenharia que, além de baixíssimas densidades, exigissem também moderada resistência, como no caso de embalagens especiais e painéis para construção civil. De fato, a resistência à compressão da bioespuma de buriti na Tabela 1 é superior ao mínimo exigido pelas normas brasileiras de 1 MPa para tijolos de fechamento de paredes em construção de edifícios.

Em relação às características microestruturais, a Figura 4 apresenta detalhes observados por microscopia ótica da superfície polida, tanto da bioespuma de buriti (Figura 4a), quanto do isopor (Figura 4b).


Figura 4. Micrografias óticas das superfícies polidas de (a) bioespuma de buriti e (b) isopor comum (100 X)

Diferenças marcantes podem ser observadas na Figura 4. Por ser parte de uma planta lignocelulósica, a bioespuma de buriti (Figura 4a), é construída de células biológicas e também vazios naturais denominados lacunas e lúmen por onde

passam a água e nutrientes que alimentam o vegetal. Por outro lado, a microestrutura do isopor (Figura 4b), é uniformemente formada de células sintéticas. Isto resulta do processo de fabricação no qual um agente espumante é adicionado durante o aquecimento do poliestireno para formar uma estrutura aerada e esponjosa.⁽⁸⁾ Para efeitos práticos, a microestrutura mais uniforme do isopor com cerca de 90% de poros fechados e sem poros abertos⁽⁷⁾ seria melhor para aplicações em engenharia do que a heterogênea (Figura 4a), da bioespuma de buriti com cerca de 30% de poros fechados e quase 5% de poros abertos.⁽⁵⁾

Observações por microscopia eletrônica de varredura, MEV, foram realizadas em ambas as amostras. A Figura 5 apresenta o aspecto típico obtido por MEV da amostra de bioespuma de buriti (Figura 5a), e do isopor (Figura 5b). É importante comentar que existe uma relevante diferença entre a bioespuma de buriti e o isopor.

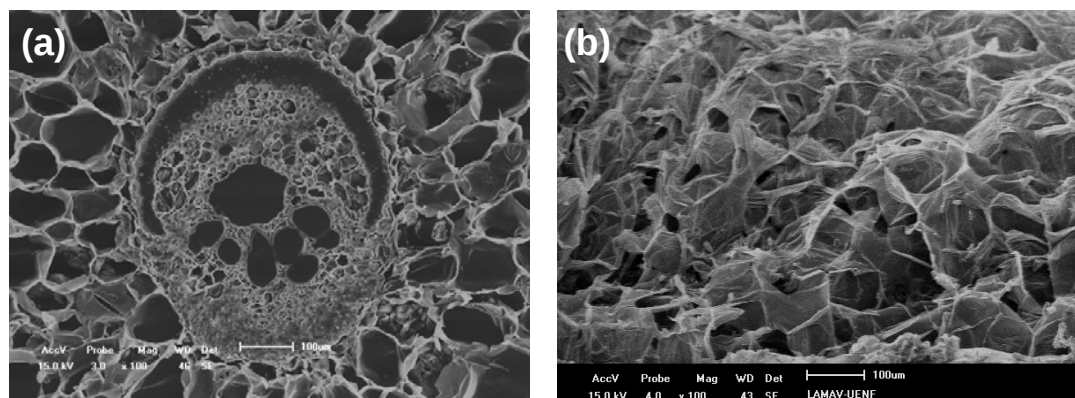


Figura 5. Micrografias por MEV das superfícies de: (a) bioespuma de buriti e (b) isopor comum.

Na câmara de vácuo do microscópio eletrônico de varredura e sob um feixe focalizado de elétrons, a bioespuma de buriti manteve sua microestrutura (Figura 5a) relativamente estável e com poucos sinais de degradação. O comportamento desta bioespuma⁽⁶⁾ revelou um início de degradação acima de 160°C com máximo ocorrendo por volta de 330°C. Esta degradação pode ser atribuída à decomposição da estrutura lignocelulósica por ruptura das cadeias macromoleculares.⁽⁹⁾

Por outro lado, o isopor apresentou pouca estabilidade sob o feixe de elétrons, embora a degradação do polipropileno só ocorra acima de 150°C.⁽⁹⁾ Entretanto, podem ser notadas distorções da estrutura esponjosa do isopor na Figura 5(b). Aparentemente, a grande porosidade do isopor (>90%) e sua fina parede de células (Figura 5b), não garantem estabilidade estrutural ao aquecimento produzido pelo feixe de elétrons. Por sua vez, a microestrutura lignocelulósica da bioespuma de buriti e sua menor porosidade (Figuras 4a e 5a), suportam de maneira estável as temperaturas causadas pelo feixe de elétrons.

Complementando os resultados apresentados, vale à pena discutir algumas questões relativas à possibilidade de substituição do isopor pela bioespuma de buriti. Como foi visto, algumas importantes propriedades de espumas sólidas como a massa específica e a resistência mecânica (Tabela 1), tornam a bioespuma de buriti tecnicamente mais vantajosa que o isopor. Adicionalmente, embora a microestrutura da bioespuma de buriti seja menos uniforme (Figuras 4 e 5), possui aparentemente maior estabilidade estrutural. Assim, as propriedades indicam ser a bioespuma de buriti superior ao isopor para aplicações industriais como o enchimento de embalagens, flutuadores e painéis para construção civil.

Existem hoje, entretanto, sérias limitações para o uso em larga escala da bioespuma de buriti. A primeira é a restrição quanto ao seu tamanho original, que no

pecíolo da palmeira não ultrapassa um comprimento de 1 m com diâmetro de 15 cm, como ilustra a Figura 1(b). Em contraste, o isopor pode ser produzido com maiores dimensões diretamente nas mais diversas formas. Para concorrer, a bioespuma in natura teria que ser cortada em partes a unidas por adesivo para dimensões e formas desejáveis. Isto representaria mais tempo e maior custo de processamento.

4 CONCLUSÕES

- A bioespuma extraída do pecíolo da palmeira de buriti possui algumas características técnicas que superam as correspondentes do isopor como material de engenharia. A densidade desta bioespuma é cerca de 70% menor e sua resistência à compressão cerca de três vezes maior que as do isopor.
- A logística de produção e processamento desta bioespuma é incipiente apresentando hoje limitações que dificultam a competição com o isopor.
- Por ser plenamente renovável, sem destruição da palmeira, além de biodegradável e neutra em relação à emissão de CO₂, esta bioespuma é uma solução ambientalmente mais correta para a substituição do isopor.

Agradecimentos

Os autores agradecem à FAPERJ, CNPq e CAPES o suporte a esta pesquisa.

REFERÊNCIAS

- 1 WU, S.P.; RONG, M.Z.; M.Q. ZHANG, HU, J.; CZIGANY, T. Plastic foam based on acrylate epoxidized soybean oil, **J. Biobased Materials and Bioenergy**, v. 1, n. 3, p. 417-426, 2007.
- 2 KIM, M.S.; CHOWDHURY, S.R.; KIM, G.H Physical properties of ethylene vinyl acetate copolymer (EVA) / natural rubber (NR) blend based foam, **J. Appl. Polym. Sci.**, v. 94, n. 5, p. 2212-2216, 2004.
- 3 DAHLKE, B., LARBIG, H.; SCHERERZER, H.D.; POLTROCK, R. Natural fiber reinforced foams based on renewable resources for automotive interior applications, **J. Cell. Plast.**, n. 34, v. 4, p. 361-382, 1998.
- 4 TONDI, T.; PIZZI, A.; OLIVES, D R. Natural tannin-based rigid foams as insulation, **Maderas, Ciencia y Tecnologia**, v. 10, n. 3, p. 218-227, 2008.
- 5 COSTA, L.L.; MONTEIRO, S.N.; PORTELA, T.G.R.; SANTOS, N.S.S. Characterization of a natural biofoam from the buriti palm tree. In: **TMS Conference**, Seattle, USA, 2010, p. 1-8.
- 6 MONTEIRO, S.N.; RODRIGUEZ, R.J.S.; COSTA, L.L.; PORTELA, T.G.R., Thermal behavior of buriti biofoam, *Revista Matéria*, v. 15, n. 2, p. 119 – 124, 2010, disponível em <http://www.materia.coppe.ufrj.br/sarra/artigos/artigo11204>. Acesso em 01 setembro de 2010.
- 7 ABRAPEX - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO POLIESTIRENO EXPANDIDO. Características. Disponível em www.abrapex.com.br/02Caracter.html. Acesso em 20 de agosto de 2009.
- 8 CALLISTER Jr., W.D. **Materials science and engineering – An introduction**, 5 ed., New York, NY: John Wiley & Sons, 2000.
- 9 WIELAGE, B.; LAMPKE, T.; MARX, G.; NESTLER, K.; STARKE, D. Thermogravimetric and differential scanning calorimetric analysis of natural fibres and polypropylene, **Thermochimica Acta**, v. 337, p. 169-177, 1999.

