



Caracterização térmica de compósitos de polietileno de alta densidade reforçados com biomassa da casca do açaí

Gabriel Alberto Rodrigues¹; 0009-0008-6651-7156
Wictor Hugo do Vale Rodrigues¹; 0000-0002-5789-1970
Izabel de Oliveira Mota¹; 0000-0001-6276-5381
Cirlene Fourquet Bandeira¹; 0000-0001-7034-2477
Sérgio Roberto Montoro¹; 0000-0002-9272-3278

1 – UniFOA, Centro Universitário de Volta Redonda, Volta Redonda, RJ.

sergio.montoro@foa.org.br (contato principal)

Resumo: A utilização de biomassas vegetais na fabricação de compósitos tem-se evidenciado, pois são elementos alternativos utilizados para criação de estruturas menores. Diante da modernização tecnológica e responsabilidades socioambientais, indústrias e grupos pesquisas vêm buscando cada vez mais inovações no desenvolvimento de novos produtos, buscando redução de custo e impactos ambientais. Os benefícios da utilização são variados, não se limitando ao setor econômico, alcançando outras possibilidades, tais como a utilização de materiais ecologicamente seguros, que geram benefícios sociais. No Brasil, a utilização de biomassas naturais na indústria proporciona o desenvolvimento das comunidades produtoras que, possuem nesses saberes, uma maneira de sobrevivência. Diante disto, foi observado que a biomassa da casca do açaí, que vem sendo descartada, podendo ser reaproveitada como reforço em matrizes termoplásticas. Nesse trabalho o principal objetivo foi promover uma avaliação das características e propriedades térmicas de compósitos de PEAD reforçados com biomassa da casca do açaí. Foram estudadas as proporções de 10%, 20% e 30% (m/m). Os compósitos foram caracterizados termicamente através de análises de termogravimetria (TGA) e calorimetria exploratória de varredura (DSC). Quanto às análises de TGA, foi constatado que a resistência térmica dos compósitos reduziu com as adições de biomassa. Os resultados de DSC dos compósitos apresentaram uma diminuição nos valores de entalpia, diminuição essa coerente com as adições de biomassa da casca do açaí, que não apresentou fusão apreciável. Dessa forma, com a adição de biomassa da casca do açaí no PEAD obteve-se um material com até 30% menos polímero e com propriedades térmicas viáveis para determinadas aplicações do PEAD.

Palavras-chave: TGA. DSC. PEAD. Compósitos. Açaí.



INTRODUÇÃO

A utilização de fibras naturais, como uma alternativa às fibras sintéticas, na confecção de produtos comerciais contribuiu com a geração de riquezas e com a redução do impacto ambiental causado pela produção e descarte de bens de consumo já que são materiais abundantes, de fonte renovável e que contribuem para o melhor aproveitamento do potencial agrícola brasileiro. As fibras vegetais podem ser utilizadas como reforços em polímeros termoplásticos, termorrígidos e borrachas devido às suas inúmeras vantagens frente às fibras sintéticas como baixo custo, baixa densidade, biodegradabilidade, baixa abrasividade e não toxicidade (BENINI, 2011).

Além disso, são facilmente modificadas por agentes químicos. Essas características tornam as fibras vegetais materiais tecnologicamente interessantes em diversas aplicações, como em carpetes, vasos, cordas, telhas, estofados de automóveis, colchões, entre outras. Entre os exemplos de fibras naturais brasileiras estão as fibras de coco, da bananeira, da palma, de curauá, de sisal, de juta, do bagaço de cana-de-açúcar, das palhas de arroz e trigo, da piaçava, do algodão (ALBINANTE, 2013). A utilização de fibras lignocelulósicas, vem sendo reconhecida como uma alternativa viável para utilização em reforço em matrizes poliméricas, substituindo assim as fibras sintéticas. Por se tratarem de materiais biodegradáveis, conferem melhora nas propriedades mecânicas (quando comparado ao polímero puro), baixo custo, fácil obtenção e ainda contribui para uma boa gestão de resíduos. (BENINI, 2011).

Apesar das excelentes propriedades e vantagens quanto à utilização, as fibras naturais apresentam também algumas desvantagens quando utilizadas como cargas em compósitos poliméricos, como desempenho mecânico inadequado, baixa termoplaticidade e temperatura de processamento, alta absorção de umidade e incompatibilidade com termoplásticos mais comuns (ROSA, 2019).

O presente trabalho teve como principal objetivo promover uma avaliação das características e propriedades térmicas de compósitos de PEAD reforçados com biomassa da casca do açaí.



MÉTODOS

Análises de termogravimetria (TGA)

As análises de termogravimetria (TGA) foram realizadas num equipamento da marca PerkinElmer, série 7, modelo TGA 7, localizado no Laboratório de Análises Térmicas da UFRJ – COOPE-RJ. Este ensaio foi realizado de acordo com a norma ASTM E 2537.

Panela de platina com rampa de aquecimento 25 a 1000°C, taxa de aquecimento 10°C/min, atmosfera de N₂ gasoso, com fluxo gasoso 20 mL/min e massa de aproximadamente 6 mg.

O equipamento foi ajustado e calibrado de acordo com as especificações do fornecedor para a utilização do mesmo.

Análises de calorimetria exploratória diferencial (DSC)

As análises de calorimetria exploratória diferencial (DSC) foram realizados em um equipamento DSC 8000 da PerkinElmer localizado na UNESP- Guaratinguetá sob as seguintes condições: faixa de temperatura: -40 a 160°C; taxa de aquecimento de 20°C.min⁻¹; taxa de resfriamento de 50°C.min⁻¹ e fluxo de nitrogênio de 20 mL/min e massa de aproximadamente 10 mg.

As avaliações foram feitas no programa de gerenciamento do equipamento que foi calibrado e ajustado de acordo com as especificações do fabricante e tiveram como objetivo determinar a temperatura de transição vítrea (T_g) dos materiais estudados.





RESULTADOS E DISCUSSÃO

Resultados das análises de termogravimetria (TGA)

Todos os compósitos apresentaram um primeiro decaimento com T_{onset} de aproximadamente 285°C (Tabela 1). Este decaimento se caracterizou por uma perda seguida de um ombro que ficou mais evidente quanto maior foi o teor de fibra conforme pode ser observado nas curvas apresentadas na Figura 1. Esta perda de massa está relacionada a perda de hemicelulose, β -celulose e celulose.

As perdas são de aproximadamente 6,2%, 13,8% e 19,9% respectivamente para os compósitos com 10%, 20% e 30% de fibras. Estes resultados, abaixo do esperado, podem ser decorrentes do processo de homogeneização da amostra.

Além disto, as amostras apresentaram uma segunda perda de massa de aproximadamente de 91,6%, 80,6% e 73,4% respectivamente para os compósitos com 10%, 20% e 30% de fibras com T_{onset} próximas de 470°C, indicativa da degradação do PEAD.

Os resíduos à 900°C são maiores, quanto maior o teor de fibra, indicando elevado teor de carbono fixo na biomassa utilizada.

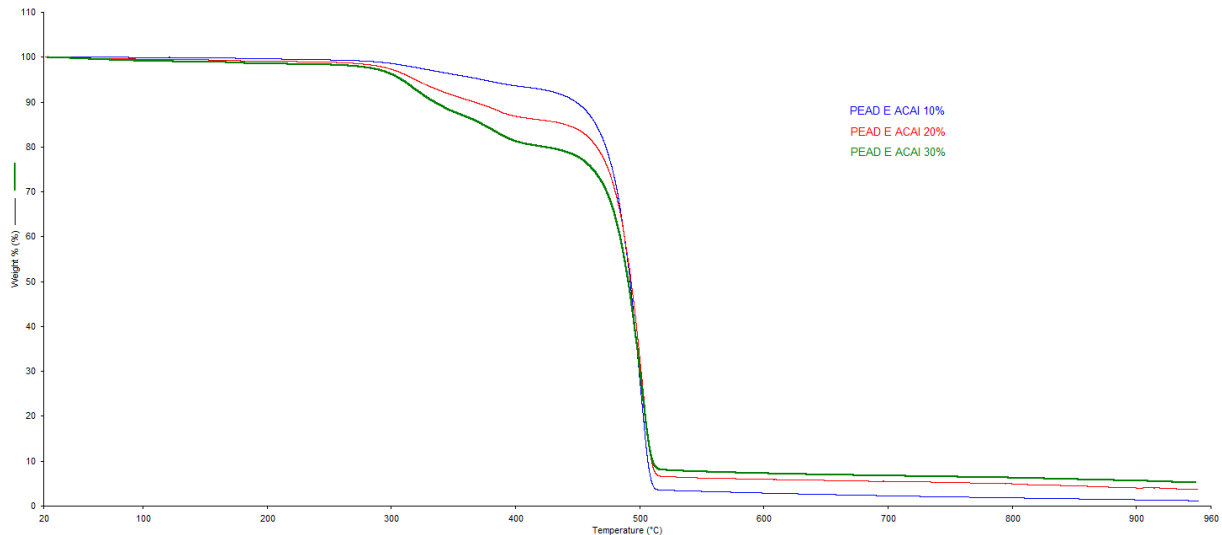
Tabela 1: Valores obtidos nas curvas dos compósitos de PEAD com açai.

| Amostras | Ti (°C) 1ª. perda | Onset (°C) 1ª. perda | Ti (°C) 2ª. perda | Onset (°C) 2ª. perda | 1ª. perda (%) | 2ª. perda (%) | Resíduo (%) |
|-------------|----------------------|----------------------------|----------------------|----------------------------|------------------|------------------|----------------|
| PEAD 10% | 258,1 | 282,8 | 410,1 | 470,5 | 6,2 | 91,6 | 1,2 |
| PEAD 20% | 242,6 | 291,5 | 419,8 | 476,8 | 13,8 | 80,6 | 3,7 |
| PEAD 30% | 243,3 | 289,1 | 422,2 | 475,6 | 19,9 | 73,4 | 5,2 |

Fonte: Autores, 2023.



Figura 1: Curvas de TGA das amostras com 10, 20 e 30% de fibras de açaí.



Fonte: Autores, 2023.

Resultados das análises de calorimetria exploratória diferencial (DSC)

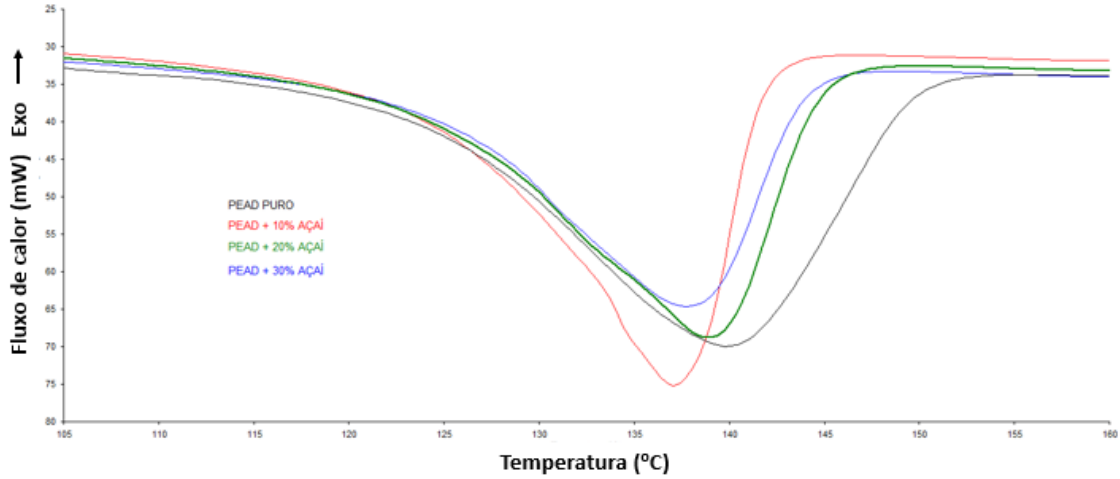
O PEAD puro, bem como os demais gráficos que continham este polímero, apresentaram um único pico de fusão com temperaturas de pico coerentes com os dados encontrados na literatura que diz que a temperatura de fusão (T_m) deste material está em torno de 140°C , conforme apresentados na Figura 2 e na Tabela 2.

Além disto, os compósitos apresentaram uma diminuição nos valores de entalpia, diminuição essa coerente com as adições de biomassa da casca do açaí, que não apresentou fusão apreciável.

Já a biomassa de açaí apresentou uma temperatura de transição vítrea (T_g) próxima de 60°C em decorrência da transição vítrea da lignina. Entretanto, não foi possível observar a fusão parcial de partículas cristalinas da lignina, uma vez que, um pico a $99,7^\circ\text{C}$, que é característico de mudança de estado físico da água, encobriu os efeitos térmicos que se desejava observar, conforme pode ser analisado na Figura 3.

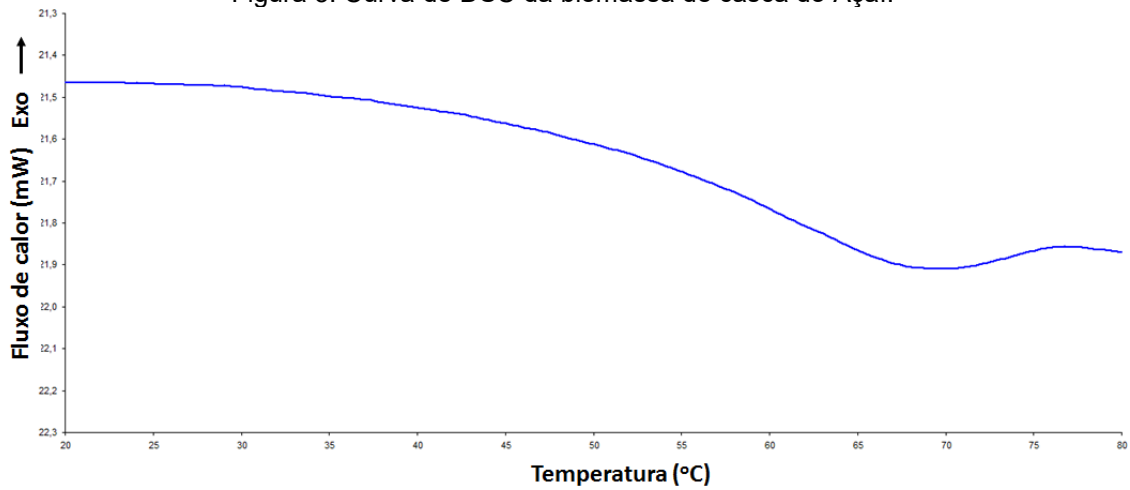


Figura 2: Curvas de DSC PEAD puro e dos compostos de PEAD com 10, 20 e 30% de biomassa da casca de açai.



Fonte: Autores, 2023.

Figura 3: Curva de DSC da biomassa de casca do Açai.



Fonte: Autores, 2023.



Tabela 2: Valores obtidos a partir das curvas de DSC.

| Amostras | T _g (°C) | T _{Onset} (°C) | Pico (°C) | ΔH (J/g) | Cristalinidade |
|-----------|---------------------|----------------------------|-----------|----------|----------------|
| PEAD puro | - | 122,23 | 139,73 | 179,5 | - |
| Açaí puro | 57,09 | 58,8 | 99,7 | ----- | - |
| PEAD-10% | - | 122,5 | 138,1 | 168,8 | - |
| PEAD-20% | - | 123,3 | 139,3 | 152,4 | - |
| PEAD-30% | - | 124,8 | 138,8 | 138,1 | - |

Fonte: Autores, 2023

CONCLUSÕES

Com a análise dos resultados obtidos neste trabalho, foi possível avaliar as propriedades térmicas dos compósitos de PEAD reforçados com biomassa de da casca do açaí.

Quanto às análises de TGA, foi constatado que a resistência térmica dos compósitos reduziu com as adições de biomassa.

Já as análises de DSC demonstraram que os compósitos apresentaram uma diminuição nos valores de entalpia, diminuição essa coerente com as adições de biomassa da casca do açaí, que não apresentou fusão apreciável.

Portanto, com a adição da biomassa da casca do açaí no PEAD obteve-se um material com até 30% menos polímero e com propriedades mecânicas e térmicas viáveis para determinadas aplicações do PEAD, podendo produzir produtos mais ecológicos.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio dos auxiliares técnicos do CIT/FOA e o apoio financeiro (Processo 91318/17/RPE – PIC/FOA).



REFERÊNCIAS

ALBINANTE, S. R. et al.: Revisão dos Tratamentos Químicos da Fibra Natural para Mistura com Poliolefinas. *Quim. Nova*, v. 36, n. 1, p. 114-122, 2013.

BENINI, K.C.C.DE C. **Desenvolvimento e caracterização de compósitos poliméricos reforçados com fibras lignocelulósicas: HIPS/fibra da casca do coco verde e bagaço de cana de açúcar.** Dissertação Mestrado - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, 2011.

ROSA, V. V. S. **Compósitos de polietileno de alta densidade (PEAD) reforçados com biomassa da casca do açaí.** Dissertação (Mestrado Profissional em Materiais), Centro Universitário de Volta Redonda – UniFOA, Volta Redonda, 2019.

