

DEGRADAÇÃO TÉRMICA DE ECOCOMPÓSITOS DE CORTIÇA E POLIETILENO VERDE

VASCONCELOS, Gabriela Celso Melo Soares de^{1D}; BARBOSA, Renata²; ALVES, Tatianny Soares³

¹ Programa de Pós-graduação em Ciência e Engenharia dos Materiais, Universidade Federal do Piauí (UFPI), Teresina, Piauí, gabrielacelso@ufpi.edu.br.

² Programa de Pós-graduação em Ciência e Engenharia dos Materiais, Universidade Federal do Piauí (UFPI), Teresina, Piauí, rrenatabarbosa@yahoo.com.

³ Programa de Pós-graduação em Ciência e Engenharia dos Materiais, Universidade Federal do Piauí (UFPI), Teresina, Piauí, tsaeng3@yahoo.com.br.

RESUMO

Foram desenvolvidos ecocompósitos de polietileno verde de alta densidade e cortiça natural em pó com o objetivo de investigar o potencial desses materiais para aplicação na construção civil. A cortiça foi incorporada à matriz polimérica em diferentes percentuais (5, 10 e 15%) por meio de uma extrusora dupla rosca corrotacional e os compósitos avaliados por meio do desempenho térmico via termogravimetria. A análise de degradação térmica confirmou que a cortiça é termicamente estável em temperaturas de processamento de compósitos poliméricos (200°C) e que a incorporação e o aumento do teor da cortiça reduziram ligeiramente a estabilidade térmica dos ecocompósitos em relação à matriz. Os resultados apontaram que o uso de partículas de cortiça na produção de materiais sustentáveis é uma maneira interessante de lidar efetivamente com recursos naturais e desenvolver produtos para aplicações na construção civil.

PALAVRAS-CHAVE: polímero verde, biomassa, extrusão, termogravimetria.

1. INTRODUÇÃO

Atualmente a indústria da construção civil é um dos principais consumidores de polímeros no Brasil, utilizando 25,7% da produção nacional¹, tendo em vista sua leveza e durabilidade desses materiais.² Entretanto, há uma limitação no aproveitamento desse material em aplicações externas, principalmente devido a sua alta estabilidade frente a fatores físicos: radiação solar UV, oscilação de temperaturas e tensões mecânicas.²

Uma alternativa para tal problema seria adicionar cargas naturais à matriz polimérica a fim de produzir um compósito³ com propriedades melhoradas⁴ e de caráter sustentável. Nesses materiais, tanto as cargas quanto as matrizes podem ser oriundas de matérias-primas de fontes renováveis, biodegradáveis ou recicladas.^{5,6}

O polietileno (PE) é umas das poliolefinas que se destaca por apresentar boa processabilidade⁷ com alto consumo, em torno de 40,6%¹; e possuir baixo custo no mercado.³ Essa matriz, convencionalmente de origem petroquímica, também pode ser produzida a partir do processamento da cana-de-açúcar, apresentando as mesmas características de desempenho e processabilidade do polímero de origem fóssil e podendo ser chamada de polietileno verde.⁸ A cortiça é um material vegetal promissor para incorporação em compósitos⁹ por ter baixa densidade, ser pouco permeável a líquidos e gases, ter boa compressibilidade e elasticidade, possuir baixo coeficiente de condutividade térmica, ser resistente ao desgaste mecânico, à corrosão e ao fogo.^{9,10,11}

Dessa forma, o objetivo desse trabalho foi desenvolver ecocompósitos de polietileno verde de alta densidade (PEVAD) e cortiça em pó (CP) e analisar seu desempenho térmico, por meio da termogravimetria, a fim de sugerir a utilização do material como alternativa viável na substituição dos plásticos utilizados na construção civil, e contribuir para a sustentabilidade ambiental dos modelos construtivos.

2. METODOLOGIA

A matriz polimérica utilizada foi o polietileno verde de alta densidade – PEAD, grade SHA7260, fornecida pela Braskem, com densidade 0,955 g/cm³ e índice de fluidez 20 g/10 min. A carga vegetal utilizada como reforço da matriz polimérica foi cortiça em pó micronizada (CP) (# 74µm), fornecida pela Empresa Corticeira Paulista, previamente seca em estufa à 80°C por 24 horas. Na Tabela 1 são apresentadas as composições empregadas na preparação das amostras dos compósitos.

Os sistemas foram processados em extrusora dupla rosca corrotacional modular, marca NZ, modelo SJ-20, com diâmetro de 22 mm, com a rosca composta por duas seções de mistura intensiva. As temperaturas das zonas de aquecimento da extrusora, Z1, Z2, Z3, Z4, Z5, Z6 e da matriz foram, respectivamente: 160, 170, 170, 180, 180, 180 e 230 °C e velocidade de rotação das roscas de 250 rpm. Os compósitos foram resfriados em uma banheira de água, triturados em moinho no formato de pellets e em seguida acondicionados em estufa

para secagem à temperatura de 80°C por um período de 24 horas. Toda a etapa de processamento foi realizada no Laboratório de Processamento de Materiais da Universidade Federal de Campina Grande, PB.

Tabela 1 – Composições das amostras.

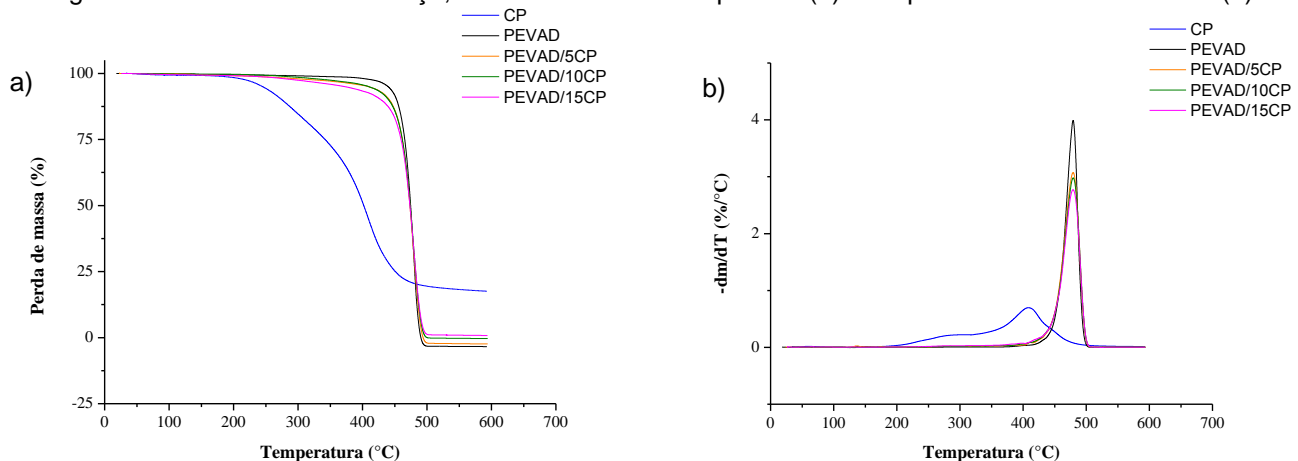
Amostras	PEVAD (% em peso)	CP (% em peso)	Amostras	PEVAD (% em peso)	CP (% em peso)
PEVAD	100	-	PEVAD/10CP	90	10
PEVAD/5CP	95	5	PEVAD/15CP	85	15

A análise térmica dos compósitos foi realizada via termogravimetria (TGA) com o objetivo de avaliar a variação da massa da cortiça, da matriz e dos ecocompósitos em função de temperatura programada. O estudo permitiu investigar também a atuação da cortiça como barreira de calor e promover a estabilidade térmica ao compósito devido aos seus constituintes naturais, suberina e lignina.¹² O ensaio foi realizado sob atmosfera de argônio com fluxo de 100 ml/min, taxa de aquecimento de 10°C/min e com variação térmica de 30°C a 600°C, em equipamento de marca SDT Q600 V 20.9 Build 20, do Laboratório Interdisciplinar de Materiais Avançados – LIMAV da Universidade Federal do Piauí – UFPI.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O desempenho térmico da cortiça, da matriz polimérica e dos compósitos pode ser analisado por meio da Figura 1.

Figura 1 – Curvas TGA da cortiça, do PEVAD e dos compósitos (a) e respectivas curvas derivadas (b)



A análise termogravimétrica da cortiça apontou um comportamento térmico da carga vegetal característico da presença e concentração de seus constituintes^{13,14}, que em sua maioria são lignina e suberina que degradam-se de forma independente¹³, e por fim confirmou a conveniência das condições de processamento adotadas, devido a estabilidade térmica a 200°C.¹⁵ A primeira etapa de perda reduziu em 0,68% a massa e ocorreu no intervalo de 25°C e 125°C devido à perda de moléculas de água. A degradação térmica iniciou aproximadamente a 150°C, apresentando perdas de massa significativas de 19,09% a 278,44°C e 62,65% a 409,10°C, corroborando com os resultados da literatura^{12,15,16}. Dentre os seus constituintes, a suberina exibe boa estabilidade térmica até 260°C e a lignina apresenta uma pequena perda a 193°C, a decomposição máxima da lignina ocorre em 515°C devido à sua estrutura aromática complexa, confirmando maior resistência térmica que a suberina.¹²

Em relação à degradação dos compósitos, as curvas apresentaram uma discreta perda de massa entre a temperatura ambiente e 100°C, ocasionada pelo fato da umidade da cortiça não ser totalmente eliminada.¹⁶ A degradação térmica do polímero e dos compósitos ocorreu em apenas um estágio de decomposição visto a presença de um único pico nas curvas DTG.¹⁷ A Tabela 2 detalha as características do processo de decomposição, apresentando as temperaturas iniciais (T_{onset}), finais (T_{endset}) e em que a velocidade de reação é máxima (T_{pico}).

Tabela 2 – Características de degradação térmica das amostras de PEVAD e ecocompósitos.

Amostras	T _{onset} (°C)	T _{endset} (°C)	T _{pico} (°C)	Amostras	T _{onset} (°C)	T _{endset} (°C)	T _{pico} (°C)
PEVAD	462	488	479,31	PEVAD/10CP	454	493	479,37
PEVAD/5CP	458	491	479,27	PEVAD/15CP	455	492	479,07

As temperaturas de início de degradação dos compósitos apontam uma estabilidade térmica ligeiramente inferior ao PEVAD. A incorporação e o aumento do teor da carga vegetal no material foram responsáveis por essa redução^{18,19}, sendo a amostra com 5% de cortiça, PEVAD/5CP, menos instável termicamente. A redução da estabilidade térmica geral do material está associada ao fato às forças de cisalhamento e atrito às quais as amostras são submetidas durante a etapa de processamento que ocasionam quebras na cadeia polimérica e resultam na redução dessa propriedade.²⁰

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise de desempenho térmico confirmou que a cortiça é termicamente estável em temperaturas de processamento de compósitos poliméricos (200°C). A degradação térmica das amostras do polímero e dos ecocompósitos ocorreu em apenas um estágio de decomposição. Os compósitos apresentaram estabilidade térmica ligeiramente inferior ao PEVAD devido a incorporação e o aumento do teor da carga vegetal no material.

Finalmente, os resultados apontam que partículas de cortiça na produção ecocompósitos com PEVAD são uma maneira interessante de lidar efetivamente com recursos naturais e desenvolver aplicações para construção civil.

5. REFERÊNCIAS

1. Abiplast. Preview Perfil 2016. Disponível em: <[http://file.abiplast.org.br/file/noticia /2017/ folder_preview_perfil2016_separado.pdf](http://file.abiplast.org.br/file/noticia_folder_preview_perfil2016_separado.pdf)>. Acesso em: 20 jun. 2017.
2. S. M. Halliwell, *Polymers in Building and Construction*, Rapra Review Reports, 2002, 13, 10, 3-27.
3. E. M. Fernandes; J. F. Mano; R. L. Reis. *Composites Structures*. 2013, 105, 153.
4. F. C. Campbell, *Structural Composite Materials*, ASM International, Materials Park, Ohio, 2010.
5. M. G. Teixeira; S. F. César. *Madeira: arquitetura e engenharia*. 2012, 7 (19).
6. T. Boronat; V. Fombuena; D. Garcia-Sanoguera; L. Sanchez-Nacher; R. Balart. *Materials e Design*. 2015, 68, 177.
7. F. M. B. Coutinho; I. L. Mello; L. C. Santa Maria. *Polímeros: ciência e tecnologia*. 2003, 13(1), 1.
8. G. F. Brito; P. Agrawal; E. M. Araújo; T. J. A. Mélo. *Revista Eletrônica de Materiais e Processos*. 2011, 6.2, 127.
9. E. M. Fernandes; V. M. Correlo; J. F. Mano; R. L. Reis. *Composites: Part B*. 2014, 66, 210.
10. H. Pereira; M. E. Rosa; M. A. Fortes. *J. IAWA*. 1987, 8(3), 213.
11. S. P. Silva; M. A. Sabino; E. M. Fernandes; V. M. Correlo; L. F. Boesel; R. L. Reis. *International Materials Reviews*. 2005, 50(6), 345.
12. E. M. Fernandes; I. M. Aroso; J. F. Mano; J. A. Covas; R. L. Reis. *Composites: Part B*. 2014, 67, 371.
13. Y. Dong; A. Ghataura; H. Takagi; H. J. Haroosh; A. N. Nakagaito; K. T. Lau. *Composites Part A*. 2014, 63, 76.
14. T. E. Motaung; R. D. Anandjiwala. *Industrial Crops and Products*. 2015, 74, 472.
15. E. M. Fernandes; V. M. Correlo; J. A. Chagas; J. F. Mano; R. L. Reis. *Composite structures*. 2011, 93(12), 3120.
16. M. E. Rosa; M. A. Fortes. (1988). *J. of materials science letters*. 1988, 7(10), 1064.
17. H. Essabir; S. Nekhlaoui; M. Malha; M. O. Bensalah; F. Z. Arrakhiz; A. Qaiss; R. Bouhfid. *Materials and Design*. 2013, 51,225.
18. D. O. Castro; A. Ruvolo-Filho; E. Frollini. *Polymer Testing*. 2012, 31, 880.
19. S. Kuciel; P. Jakubowska; P. Kuźniar. *Composites: Part B*. 2014, 64, 72.



Associação Brasileira de Polímeros
Regional Nordeste

**4º. Encontro Nordeste de Ciência e Tecnologia de Polímeros
27 e 28 de Setembro de 2018, Aracaju SE
Local: Universidade Tiradentes - UNIT**

20. H. Essabir; E. Hilali; A. Elgharad; H. El Minor; A. Imad; A. Elamraoui; O. Al Gaoudi. *Materials and Design*. 2013, 49, 442.