

DESENVOLVIMENTO DE MEMBRANAS COM POLI(BUTILENO ADIPATO CO-TEREFTALATO) PBAT INCORPORADA DE CARVÃO ATIVADO

CORREIA, Paulo Romano Cruz^{1D}; SOBRAL Tales Santos^{2IC}; SANTANA, Jamille Santos^{3D}; INGRID Graça Ramos^{4PD}; DRUZIAN, Janice Izabel^{5PD}

¹Universidade Federal da Bahia, UFBA, Programa de Pós-Graduação de Biotecnologia/RENORBIO, Salvador, Bahia /
Correia: paulo.romano85@hotmail.com.

²Universidade Federal da Bahia (UFBA), Faculdade de Farmácia, Salvador, Bahia /
Sobral: tssobral87@gmail.com

³ Universidade Federal da Bahia, UFBA, Programa de Pós-Graduação de Engenharia Química, Salvador, Bahia /
Santana: jamille.santana@ufba.br

⁴Universidade Federal da Bahia (UFBA), Programa de Pós-Graduação de Ciências de Alimentos, Salvador, Bahia /
Ramos: ingrid1000@hotmail.com

⁵Universidade Federal da Bahia (UFBA), Programa de Pós-Graduação de Ciências de Alimentos, Salvador, Bahia /
Druzian: janicedruzian@hotmail.com

RESUMO

Membranas compostas por poli(butileno adipato co-tereftalato), PBAT e carvão ativado (80: 20g) foram produzidas com uma extrusora dupla rosca, sendo avaliado suas propriedades térmicas, morfológicas e mecânicas. As análises termogravimétricas das membranas mostraram que não houve alteração nas temperaturas de decomposição do polímero adicionado de carvão, ocorrendo a primeira entre 340-400 °C relacionado ao PBAT e o segundo entre 465-612 °C relacionado ao carvão. As micrografias da membrana de PBAT apresentaram matriz compacta sem defeitos apreciáveis. Para a amostra de PBAT/Carvão observou-se que o carvão foi disperso na matriz do polímero com alguns aglomerados e presença de cavidades. A Membrana PBAT/Carvão, apesar de apresentar alteração nas propriedades mecânicas devido à adição do carvão, demonstrou boas propriedades, tornando o processo possível. O Membrana PBAT/Carvão apresentou resultados promissores indicando que essas matrizes podem ser usadas como materiais de embalagem na indústria para melhorar a segurança e prolongar a vida útil do produto embalado.

PALAVRAS-CHAVE: degradáveis, absorvedores, resíduos, aproveitamento.

1. INTRODUÇÃO

Cada vez mais a sociedade vem considerando a preservação do meio ambiente com uma questão fundamental. Novos polímeros comerciais à base de recursos renováveis ou derivados de petróleo estão sendo desenvolvidos com o intuito de minimizar o impacto gerado pelo grande volume de plásticos descartado na natureza. O PBAT é um polímero sintetizado a partir de derivado de petróleo que respeita inteiramente as especificações de plástico compostável da ASTM D6400. Além de ser degradável, as suas condições de processamento e propriedades mecânicas permitem substituir com êxito os polímeros convencionais (SCHNEIDER et al., 2016)¹.

O carvão em pó é um material de carbono que possui uma porosidade bastante desenvolvida, com capacidade de coletar seletivamente gases, líquidos ou impurezas no interior dos seus poros, apresentando um excelente poder de clarificação, desodorização e purificação de líquidos ou gases, sendo também utilizado na elaboração de filtros com aplicação em diversos setores (DURAL et al., 2011)². Embalagens a base de PBAT e carvão podem ser utilizados em diversos fins, pois são degradáveis por alteração na estrutura química ou por ação física. O objetivo deste estudo foi desenvolver uma embalagem degradável a partir do polímero PBAT com a incorporação do carvão, através do método de extrusão, caracterizando as propriedades térmicas, mecânicas e morfológicas.

2. METODOLOGIA

Uma termobalança Perkin Elmer (modelo Pyris 1-TGA) foi utilizada para a obtenção das curvas termogravimétricas: vazão de N₂ = 50 mL min⁻¹, razão de aquecimento = 10 °C min⁻¹, no intervalo de temperatura de 25 a 900 °C. Uma massa de aproximadamente 5 mg da amostra foi analisada em cadinho de platina. As micrografias foram obtidas em microscópio eletrônico de varredura TESCAN (modelo VEGA 3 L. M.) utilizando uma tensão de 5 kV. As amostras foram preparadas por deposição dos filmes numa *stub* de

alumínio usando a fita adesiva dupla-face de carbono para o revestimento com ouro. As membranas foram caracterizadas através de ensaios de tração conforme a norma (ASTM) D-882-02³. Corpos de prova retangulares (com 25 mm de largura e 100 mm de comprimento) foram submetidos à máquina de ensaios da EMIC – DL - 2000, com célula de carga de 500N. A partir do ensaio foi determinado o módulo de Young (E), o limite de resistência à tração (LRT) e o alongamento até a ruptura (ϵ).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análise termogravimétrica foi utilizada para monitorar a estabilidade térmica do carvão ativado e sua adição no polímero para a produção das membranas PBAT/Carvão. Para avaliar a influência do carvão no comportamento térmico foi feito a análise das curvas TG e dTG das amostras. A Figura 1 mostra as curvas TG e dTG obtidas para o carvão puro. Dois eventos térmicos são observados: o primeiro inicia à temperatura de 25 °C caracterizando a perda de umidade e gases adsorvidos e terminando próximo à 104 °C. Esse evento atribuído à desidratação representa uma perda de massa de 5% do carvão. O evento de decomposição iniciou em 456 °C e manteve até a perda de massa total do carvão. Esse evento é relacionado a queima dos materiais carbonáceos.

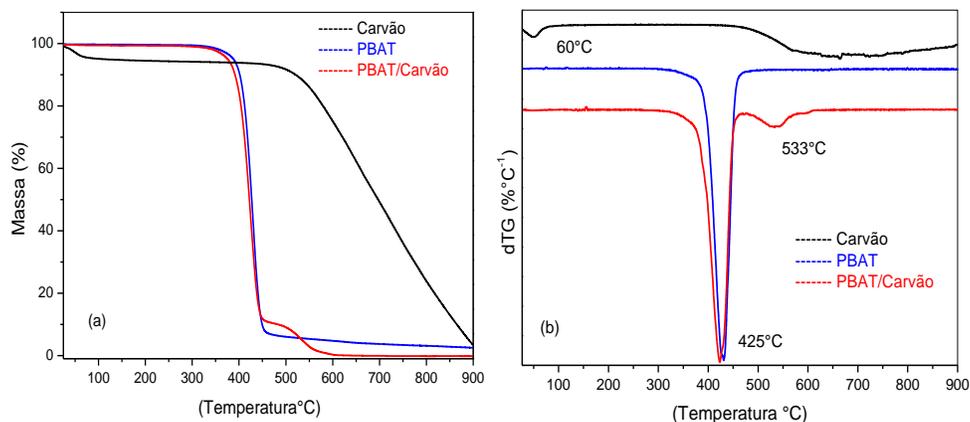
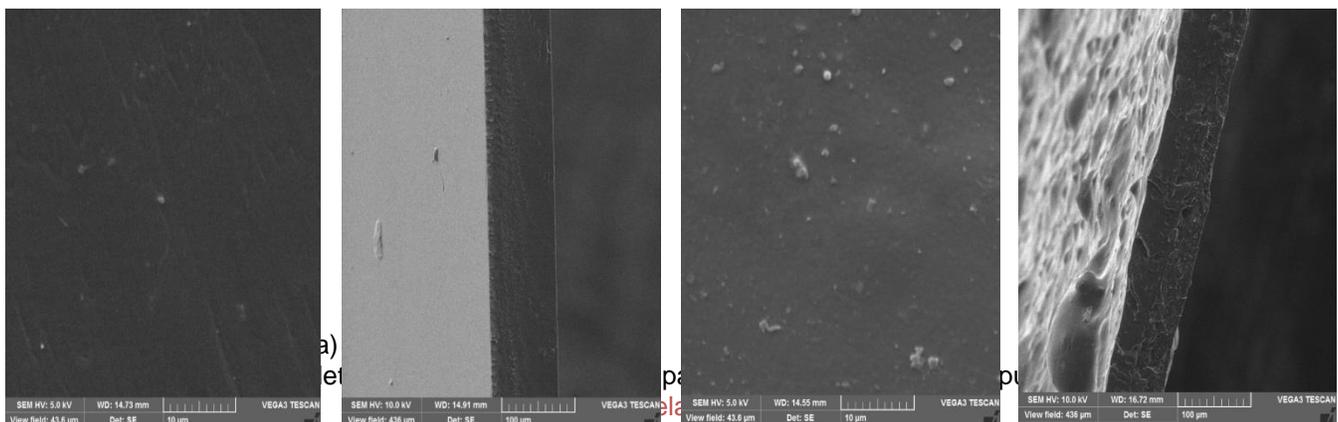


Figura 1 – Curvas (a) TG e (b) dTG das amostras Carvão, PBAT puro e PBAT/carvão.

A Figura 1-a mostra as curvas TG obtidas para o PBAT, carvão ativado e a membrana PBAT/Carvão. A membrana de PBAT apresentou uma única etapa de decomposição iniciando em 428 °C (Tonset). Este perfil é compatível com a curva obtida por Olivato et al., 2015 e Ibrahim et. al., 2011^{4, 5}. Na membrana de PBAT/Carvão foram observados dois eventos decomposição: o primeiro entre 340-400 °C característico do PBAT o segundo em 465-612 °C do carvão.

A Figura 2 exhibe as morfologias obtidas por MEV das membranas de PBAT e PBAT/Carvão. A membrana de PBAT (Figura 2-a) apresentou-se como uma matriz compacta, sem defeitos apreciáveis. As membranas contendo PBAT/Carvão (Figura 2-b) apresentaram partículas do carvão na superfície.



A microscopia eletrônica de varredura da secção transversal das amostras mostrou que as partículas do carvão foram distribuídas na matriz polimérica, sem apresentar sedimentação. A microscopia obtida da membrana PBAT/Carvão ilustra essa observação (Figura 2-b). A presença de cavidades também pode ser observada na membrana com carvão, fato que pode ter ocorrido devido à expansão do ar dos poros do carvão pelo aquecimento na matriz da extrusora e seu aprisionamento no resfriamento. Isso também foi observada em estudo com a utilização de material poroso por ÖZMIHÇI, et al., 2001⁶, na preparação e caracterização de membranas de polipropileno e zeólito.

Na membrana PBAT/carvão também foi observado que o carvão proporcionou uma maior rugosidade na superfície das membranas (Figura 2-b). Através da microscopia da secção transversal e das medidas feitas com micrômetro foi possível observar que não houve diferença significativa nas espessuras entre as membranas de PBAT e PBAT/Carvão indicando um processo de produção estável. Na Tabela 1 estão apresentados os resultados das propriedades mecânicas das membranas.

Tabela 1- Valores de espessura, módulo de Young (E), limite de resistência à tração (LRT) e alongamento até a ruptura (ϵ) das membranas de PBAT puro e PBAT/Carvão.

Membrana	Espessura (mm)	E (MPa)	LRT (MPa)	ϵ (%)
PBAT	0,091 \pm 0,003 ^a	44,3 \pm 1,2 ^a	9,8 \pm 0,5 ^a	421,3 \pm 2,11 ^a
PBAT/Carvão	0,094 \pm 0,004 ^a	60,1 \pm 2,2 ^b	14,3 \pm 1,3 ^b	334,7 \pm 3,76 ^b

Os valores com a mesma letra na mesma coluna indicam que não há diferença estatística significante ($p > 0,05$).

O módulo de Young (E) corresponde à razão entre a tensão de tração e a deformação correspondente, determinando a rigidez dos polímeros desenvolvidos. Por representar duas propriedades, tensão e deformação, é a medida mais utilizada e empregada para a seleção de materiais com propriedades mecânicas superiores (GALICIA-GARCIA et al., 2012) ⁷. A adição do carvão ao PBAT ocasionou um aumento na rigidez das membranas resultando em mudança significativa ($p < 0,05$) no módulo de Young (E) (Tabela 1). Isso implica em um aumento de aproximadamente 35,6% nesse parâmetro comparando entre as membranas de PBAT e PBAT/Carvão em função da incorporação do carvão.

Alterações significativas também foram observadas no limite de resistência à tração, com um aumento 45,3% entre as membranas de PBAT e PBAT/Carvão em função da incorporação do carvão.

O alongamento à ruptura é uma medida da flexibilidade que é definida como a capacidade que o filme tem para deformar antes de romper (PIYADA et al., 2013)⁸. A redução no alongamento até a ruptura (ϵ) da membrana PBAT/Carvão foi de 20,55%. Essa redução pode ser devido à presença de aglomerados do carvão. Mesmo em menores concentrações, quando as interações com o carvão são menos expressivas, eles podem causar uma desorganização local no empacotamento da cadeia polimérica do PBAT fazendo com que a membrana se torne mais frágil próximo aos pontos onde esses aglomerados se encontram (YASSUE-CORDEIRO et al., 2015)⁹.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se que é possível obter membranas degradáveis do polímero poli(butileno adipato co-tereftalato) e carvão ativado a (80:20g) com sucesso pelo processo de extrusão utilizando temperatura de 145 °C de processamento. A análise de TG demonstrou que a adição do carvão não provocou alterações termogravimétrica no polímero. As micrografias revelaram boa dispersão do carvão na matriz polimérica ocasionando formação de cavidades na membrana e rugosidade na superfície. Por conseguinte, as membranas obtidas apresentaram resultados promissores, indicando que estes materiais podem ser possivelmente empregados como membranas na indústria, protegendo e prolongando a vida de prateleira do produto embalado.

5. REFERÊNCIAS

1. J. SCHNEIDER; S. MANJURE; R. NARAYAN. J. Appl. Polym. Sci, 2016, 133, 43310.
2. M. U. DURAL; L. CAVAS; S. K. PAPAGEORGIOU; F.K. KATSAROS. Chem. Eng. J, 2011, 168, 77-85.
3. J. B. OLIVATO; J. MARINI; E. POLLET; F. YAMASHITA; M. V. E. GROSSMANNA; L. AVÉROUS. Carbohydr. Polym, 2015, 118, 250-256.
4. N. A. IBRAHIM; N. M. RAHIM; W. Z. WAN YUNUS; J. SHARIF. Polym. Res. 2011, 18, 891-896.
5. F.ÖZMIHÇI; D. BALKÖSE; S. ÜLKÜ. Appl. Polym. Sci. 2018, 2, 2913-2921.

6. T. G. GALICIA GARCIA; F. MARTINEZ-BUSTOS; A. O. JIMENEZ-AREVALO; D. ARENCON; J. GAMES-PEREZ; A. B. MARTINEZ. J. Appl. Polym. Sci. 2012, 126, 326-335.
7. K. PIYADA; S. WARANYOU; W. THAWIEN. Int. Food Res. J. 2013, 20(1), 439-449.
8. P. H. YASSUE-CORDEIRO; C. H. ZANDONAI; C. F. DA SILVA; N. FERNANDES-MACHADO; C. REGINA. Polím. 2015, 25, 492-502.
9. ASTM D882-2002. Standard Test Method for Tensile Properties of Thin Plastic Sheeting. ASTM International: West Conshohocken, PA.