

## CONFEÇÃO DE FILMES DE DIFERENTES MATRIZES BIOPOLIMÉRICAS A PARTIR DE UM PLANEJAMENTO FATORIAL

DINIZ, Amanda Caroline de Oliveira<sup>1C</sup>; BRITO, Andréa Monteiro Santana Silva<sup>1PQ</sup>; GAIÃO, Edvaldo da Nóbrega<sup>1PQ</sup>; NASCIMENTO, Elaine Cristina Lima<sup>1PQ</sup>; SILVA, Ivo Diego de Lima<sup>2D</sup>; LIMA, Tamires da Silva<sup>1C</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Serra Talhada (UFRPE/UAST), Serra Talhada, PE, [elaine.quimica@hotmail.com](mailto:elaine.quimica@hotmail.com).

<sup>2</sup> Universidade Federal de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Ciência de Materiais (PPGMtr), Recife, PE, [ivo.diego91@gmail.com](mailto:ivo.diego91@gmail.com).

### RESUMO

Neste trabalho, foram confeccionados filmes de diferentes matrizes biopoliméricas a partir de dois planejamentos fatorial. As matrizes biopoliméricas foram o amido de milho e as féculas de araruta e mandioca e os reforços foram os pós da resina sintética hidrolisada do poli(álcool vinílico), das fibras do sisal, das escamas de peixe e das cascas de maracujá. Os filmes foram confeccionados de acordo com os ensaios dos planejamentos, usando a técnica da evaporação de solvente. Os fatores foram a matriz pura e com misturas dos reforços. Os 18 filmes confeccionados foram avaliados fisicamente por inspeção visual. Foi utilizada também a espectrometria UV-VIS para avaliação da transparência dos filmes. Como resultado, de uma forma geral, os filmes apresentaram-se bastantes uniformes, resistentes e sem bolhas, destacando-se que os filmes de matriz pura apresentaram maior transparência, em torno de 80%. Já os filmes confeccionados a partir das misturas apresentam baixa transparência e elevada porosidade.

**PALAVRAS-CHAVE:** Filmes de Matrizes Biopoliméricas; Planejamento Fatorial; Contaminantes Ambientais.

### 1. INTRODUÇÃO

Os biopolímeros são polímeros ou copolímeros produzidos a partir de matérias-primas de fontes renováveis, como: milho, mandioca, araruta, cana-de-açúcar, celulose, batata, quitina e entre outras. O interesse pelos biopolímeros cresceu em virtude de alguns fatores ambientais e sócio-econômicos, tais como os grandes impactos ambientais causados pelos produtos confeccionados a partir de materiais poliméricos não biodegradáveis, a escassez do petróleo e aumento do seu preço, entre outros. Alguns biopolímeros apresentam grande potencial para substituição, em determinadas aplicações, de polímeros provenientes de fontes fósseis.<sup>1</sup>

Para a confecção de um biopolímero, a matéria prima à base de amido é processada por aquecimento em meio aquoso, o que acarreta na formação de um gel. Este processo resulta na perda de ordem molecular e fusão dos cristalitos do amido. A formação do gel não ocorre sem um plastificante, por causa da temperatura de transição vítrea (Tg) e a temperatura de fusão (Tm) do amido puro e seco serem maiores que sua temperatura de decomposição. Um plastificante muito utilizado para a produção de biopolímeros é o glicerol. Este é um composto orgânico propanotriol, um líquido inodoro com densidade maior do que da água que possui elevada viscosidade. Possui baixo valor agregado, apresenta boa eficiência, é solúvel em água, biodegradável, consegue abaixar a transição vítrea e aumentar a ductilidade dos materiais.<sup>1, 2</sup>

Os biopolímeros podem ser utilizados para a produção de blendas poliméricas ou compósitos com intuito de obter novos materiais com propriedades melhoradas. As blendas também podem ser produzidas por outras técnicas de processamento. Desta forma, suas propriedades intermediárias físico-químicas são mantidas e a mistura pode ser homogênea ou heterogênea. A importância do estudo da blenda polimérica realça a formação das propriedades mecânicas do material.<sup>3</sup> Blendas poliméricas têm sido estudadas no intuito de melhorar diversas propriedades, tais como: processabilidade, resistência térmica, propriedades mecânicas, taxa de degradação e remoção, dentre outros.<sup>4-8</sup> Os biocompósitos são materiais constituídos por fases de origem natural. O seu desenvolvimento é primordial na redução dos impactos ambientais causados pelo intenso consumo de materiais sintéticos e na diminuição do acúmulo de resíduos naturais pelo reuso de forma sustentável. Há uma enorme variedade de compósitos naturais que podem ser estudados para o melhoramento de um filme.<sup>9</sup> Um bom exemplo de um biocompósito é a fibra de sisal (Agave Sisalana). Este é retirado ao longo do comprimento das folhas e apresenta excelentes propriedades mecânicas, bem como alta resistência e elasticidade. Por ser biodegradável, este material é utilizado comercialmente em construções, em produção de fios, entre outros. As vantagens de se utilizar fibras vegetais estão no baixo custo, baixa densidade, boa tenacidade e propriedades térmicas, etc..<sup>9, 10</sup>

Diversas pesquisas têm sido desenvolvidas no estudo da modificação dos biopolímeros para viabilizar o processamento e uso dos mesmos em diversas aplicações.<sup>11</sup> Uma alternativa para propor uma metodologia bem estabelecida que leve em consideração os diversos fatores para a confecção de filmes biopoliméricos é a utilização de planejamentos experimentais.

Um planejamento experimental pode gerar: maximização de rendimentos e/ou remoções, produtividades e viabilidade comercial; minimização de custos, a condução do processo à obtenção de um

produto com as especificações desejadas confiáveis, dentre outros.<sup>12</sup> Dentre os diversos tipos de planejamentos experimentais, o fatorial completo  $n^k$  é uma importante e simples ferramenta estatística, que varre adequadamente todo espaço amostral na busca das melhores condições, reduzindo o trabalho laboratorial e gerando informações relevantes para o mapeamento dos fatores que afetam o sistema analítico dentro dos domínios. A sua aplicação vai desde o preparo da amostra, a escolha da quantidade de reagente utilizada na quantificação, na preparação e mistura de componentes, dentre outros.<sup>12</sup>

Diante do contexto, o objetivo deste trabalho foi confeccionar filmes de diferentes matrizes biopoliméricas a partir de ensaios estabelecidos por um planejamento experimental fatorial completo  $3^2$ , visando obter filmes uniformes, resistentes, transparentes e que possam apresentar potencial de substituição, em determinadas aplicações, aos polímeros tradicionais.

## 2. METODOLOGIA

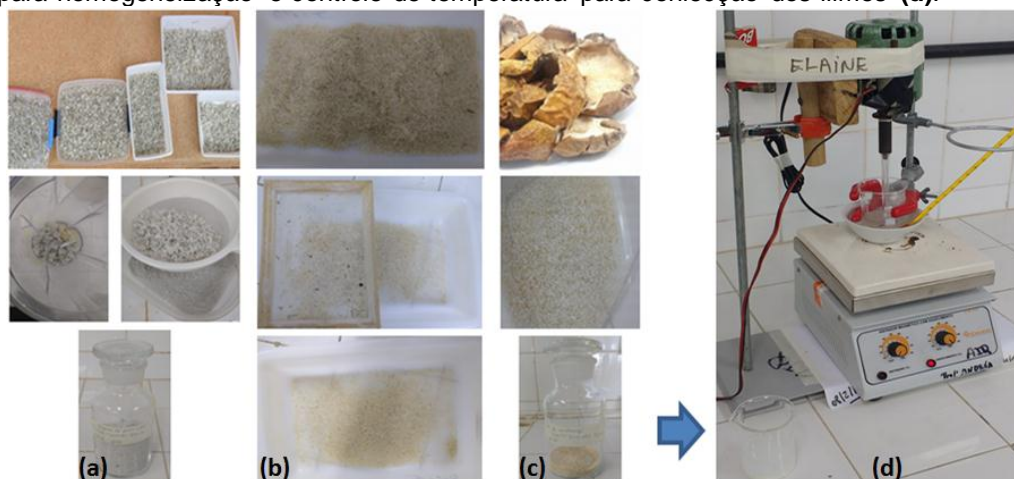
Todo o procedimento experimental foi realizado no Laboratório de Instrumentação em Análises Químicas (GIAQ) da Universidade Federal Rural de Pernambuco - Unidade Acadêmica de Serra Talhada.

Considerando a disponibilidade, a granulometria e o baixo custo, os materiais escolhidos para compor a matriz biopolimérica foram o amido milho e as féculas da araruta e da mandioca, obtidos em supermercados. Como reforço foram utilizados os pós da resina sintética hidrolisada do poli(álcool vinílico) (PVA), das fibras do sisal, das escamas de peixe e das cascas de maracujá amarelo. Todos os biocompósitos foram doados por comerciantes da região de Serra Talhada – PE.

Foram elaborados dois planejamentos fatoriais completo  $3^2$ , ou seja, foram confeccionados 18 filmes (9 ensaios para cada planejamento). Nesses, foram levados em consideração 2 fatores (**k**: **F1 e F2**) e 3 níveis (**n**: **-1; 0; +1**), em que o fator 1 (**F1**) se referenciou a escolha da matriz biopolimérica (se amido milho, fécula da araruta ou fécula da mandioca) e fator 2 (**F2**) foi à confecção do filme como biocompósito, blenda ou puro.

A fim de manter uma granulometria uniforme e próxima dos pós, todos os biocompósitos (escamas de peixe, fibras do sisal e cascas de maracujá) foram processados em um liquidificador e passados em uma peneira (**Figura 1 (a), (b) e (c)**). Para a confecção dos filmes foi necessário desenvolver um sistema misturador de baixo custo e eficiente para a proposta (**Figura 1 (d)**).

**Figura 1.** Preparação dos pós de escamas de peixe **(a)**, das fibras de sisal **(b)**, das cascas de maracujá **(c)** e sistema para homogeneização e controle de temperatura para confecção dos filmes **(d)**.



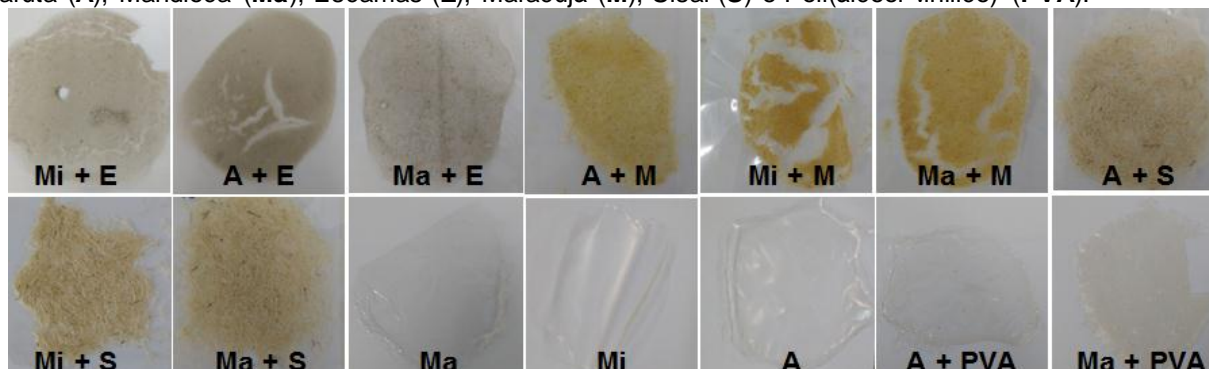
Para a elaboração dos filmes tomou-se como base uma massa total de 45,00 g, em que 3,60 g referiu-se a massa da matriz biopolimérica com o reforço (proporção 8,0% m/m), 1,08 g de glicerol e o restante de água destilada. O procedimento foi realizado da seguinte forma: adicionou-se água em um cadinho de porcelana e este foi levado para o agitador magnético com aquecimento para atingir a temperatura de 90°C. Quando atingida a temperatura, a mistura do ensaio contida em um béquer de 100,0 mL foi inserida dentro do cadinho para realização do banho-maria. A homogeneização se deu através da rotação constante da haste em "T" do misturador. Após esse procedimento, a mistura ficou gelatinizada e foi transferida para uma folha de transparência de acetato (usadas em retroprojetores), em seguida, foi levada para a estufa a 40°C durante 24 horas para secagem.

Os filmes confeccionados foram avaliados qualitativamente por inspeção física e visual (bolhas, uniformidade, transparência e resistência) e quantitativamente por espectrometria UV-VIS (transparência).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a secagem, os filmes se mostraram bastantes uniformes, sem bolhas e alguns com certa transparência (Figura 2).

**Figura 2.** Alguns filmes confeccionados a partir do planejamento fatorial  $3^2$ . **Legenda:** Milho (Mi); Araruta (A); Mandioca (Ma); Escamas (E); Maracujá (M); Sisal (S) e Poli(álcool vinílico) (PVA).



Após a inspeção visual observou-se que os filmes biopoliméricos puros (Ma, Mi e A) apresentaram-se mais transparentes. Os filmes produzidos com o reforço do pó de maracujá são mais quebradiços e apresentaram elevada solubilidade em água. Em geral, todos apresentaram-se bastantes uniformes, resistentes e sem bolhas. Os filmes biopoliméricos elaborados a partir da mistura com os pós de escamas de peixe e de sisal se mostraram bastantes porosos, lembrando a área superficial de uma lixa (escamas) e de uma bucha vegetal (sisal). Acredita-se que o uso destes filmes, com elevada porosidade, viabilize a remoção de contaminantes em meio aquoso, porém, a certeza desta inferência só poderá ser feita a partir de estudos usando análises instrumentais quantitativas.

Em relação a uma possível transparência observada na análise visual, utilizou-se a espectrometria UV-VIS por transmissão para avaliação quantitativa. Como resultado, observou-se nos espectros de transmitância uma concordância com os resultados visuais em que verificou-se que os filmes puros apresentaram-se mais transparentes que os demais filmes, com aproximadamente 80% de transparência.

### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os filmes confeccionados a partir de diferentes matrizes biopoliméricas usando planejamento experimental apresentaram características físicas diferentes, porém, todos com certa uniformidade e resistência. As avaliações por inspeção visual e por espectrometria UV-VIS convergiram no resultado em que os filmes confeccionados a partir da matriz pura foram os mais transparentes, em torno de 80%. Os demais filmes apresentaram baixa transparência, porém elevada porosidade o que os tornam bastantes promissores na remoção de contaminantes ambientais.

### Agradecimentos

À UFRPE/UAST, PIBIC/UFRPE/CNPq, NUQAAPE/FACEPE, INCTAA/CNPq e ao GIAQ/UAST.

### 5. REFERÊNCIAS

1. G. F. Brito, P. Agrawal, E. M. Araújo, T. J. A. Mélo. *R. Elet. Mat. e Proc.* 2001, 6.2, 127.
2. G. C. Peiter, H. J. Alves, R. Sequinel, I. R. Bautitz *R. Bras. Energ. Renov.* 2016, 5, 519.
3. A. C. Alavarse, Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do ABC, 2015.
4. H. Balakrishnan, A. Hassan, M. U. Wahit, A. A. Yussuf, S. B. A. Razak. *Mat. & Design.* 2010, 31, 3289.
5. Y. Lemmouchi, M. Murariu, A. M. Santos, A. J. Amass, E. Schacht, P. Dubois. *Eur Polym J.* 2009, 45, 2839.
6. Z. Su, Q. Li, Y. Liu, G. H. Hub, C. Wua. *Eur Polym J.* 2009, 45, 2428.
7. M. A. Huneault, H. Li. *Polymer.* 2007, 48, 270.
8. H. T. Oyama. *Polymer.* 2009, 50, 747.
9. S. J. L. Bispo, Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2011.
10. A. Campos, K. B. R. Teodoro, J. M. Marconcini, L. H. C. Mattoso. *Polímeros.* 2011, 21, 217.
11. G. J. M. A. Fechine. *Plástico Moderno.* 2010, 423, 28.
12. B. Barros Neto, I. S. Scarmínio, R. E. Bruns. *Como fazer experimentos: Pesquisa e desenvolvimento na ciência e na indústria*, Ed. Unicamp, São Paulo, 2001.