



Aplicação de *Pereskia aculeata* Miller em tratamento de água e remoção de contaminantes

APPLICATION OF PERESKIA ACULEATA MILLER IN WATER TREATMENT AND CONTAMINANT REMOVAL

Fernanda Caroline Knob*, Raquel Dalla Costa da Rocha†

RESUMO

Atualmente, um grande problema que afeta a saúde humana por meio da poluição de matrizes aquáticas consiste no descarte incorreto de medicamento e resíduos industriais. Esta pesquisa buscou uma solução para o tratamento de águas contendo os contaminantes, paracetamol, nimesulida, amoxicilina, ferro e manganês, através do uso de biopolímeros, visando reduzir impactos ambientais decorrentes de demais métodos de tratamento de efluentes. Para isso, utilizou-se a mucilagem da planta *Pereskia aculeata* Miller para atuar como agente removedor destes contaminantes. Empregou-se a mucilagem encapsulada em esferas geleificantes, obtidas com o uso de alginato de sódio. Com isso, a superfície de contato por adsorção é favorecida. As mesmas passaram pelo processo de liofilização e secagem na estufa, apresentando maiores potenciais de absorvância. Esse estudo apresentou resultados satisfatórios com relação a aplicação da *Pereskia aculeata* Miller para a remoção dos resíduos dos contaminantes analisados, essencialmente com o uso das esferas liofilizadas, o que torna o produto de fácil aplicação em estações de tratamento.

Palavras-chave: biopolímero, poluentes, tratamento.

ABSTRACT

Currently, a major problem that affects human health through the pollution of aquatic matrices is the incorrect disposal of medicine and industrial waste. This research sought a solution for the treatment of waters containing contaminants paracetamol, nimesulide, amoxicillin, iron and manganese, through the use of biopolymers, aiming to reduce environmental impacts resulting from other treatment methods for wastewater. For this, the mucilage of the *Pereskia aculeata* Miller plant was used to act as removal agent for these contaminants. Mucilage encapsulated in gelling spheres was used, obtained with the use of sodium alginate. With this, the contact surface by adsorption is favored. They went through the process of freeze drying and drying in the greenhouse, presenting higher absorbance potentials. This study presented satisfactory results regarding the application of *Pereskia aculeata* Miller for the removal of residues from the analyzed contaminants, essentially with the use of lyophilized spheres, which makes the product easy to apply in treatment plants.

Keywords: biopolymer, pollutants, treatment.

1 INTRODUÇÃO

A preocupação com o meio ambiente e a vitalidade dos recursos naturais do planeta é evidente, tornando cada vez mais necessária a busca por novos métodos viáveis de remoção de contaminantes. Com o

* Química, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, Paraná, Brasil; fernandaknob@gmail.com

† Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Pato Branco; raqueldcr@utfpr.edu.br



desenvolvimento da ciência, sobretudo na área da saúde, tem-se também um crescimento da indústria farmacêutica, elevando o consumo de medicamentos. No Brasil, conforme informações do ano de 2020 do Conselho Federal de Farmácia (CFF), “existe uma farmácia (ou drogaria) para cada 2.700 habitantes”, e esse uso abundante de algum fármaco ocasiona um grave problema: o descarte incorreto dos mesmos.

Junto a isso, tem-se o descarte inadequado de alguns dejetos contendo metais pesados, provenientes das indústrias, mineração e lavouras (REIS, 2019).

Grande parte desses resíduos tem como destino final as matrizes aquáticas. Chegam nas Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs), passando por processos habituais de tratamento, os quais não demonstram eficácia na remoção de resíduos fármacos, uma vez que estes podem possuir ação biocida ou estruturas químicas muito complexas, bem como os metais pesados (MELO et al., 2009).

Logo, tem-se a seguinte problemática: como realizar o tratamento da água de forma adequada, visando remover os contaminantes destacados, sem causar demais danos à saúde e ao meio ambiente?

Para tal finalidade, vem sendo estudado o uso de biopolímeros, altamente indicados para o tratamento da água, essencialmente por gerar resíduos com menor impacto ambiental, se comparados com demais processos de tratamento (ISMAIL et al., 2019). Nesta pesquisa, utilizou-se a farinha de caule da planta *Pereskia aculeata* Miller, pertencente à família Cactaceae Jusse e gênero *Pereskia* Mill (TROPICOS, 2015 apud LUCCA, 2017).

A finalidade desta pesquisa foi avaliar os potenciais da mucilagem extraída da *Pereskia aculeata* Miller no processo de tratamento de contaminantes fármacos (Paracetamol, Nimesulida e Amoxicilina) e íons metálicos (Ferro e Manganês), em meio sintético.

2 PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS DA PESQUISA

Todas as etapas da pesquisa foram realizadas no município de Pato Branco, estado do Paraná, entre os anos de 2020 e 2021.

A mucilagem da planta *Pereskia aculeata* Miller foi utilizada por meio da farinha de caule da planta, disponibilizada pela empresa Proteios Nutrição. Essa farinha consiste em um pó esverdeado. Preparou-se uma solução de concentração 20 g L⁻¹, que posteriormente foi filtrada em organza.

As soluções dos contaminantes contendo os resíduos fármacos foram preparadas pela dissolução do pó triturado em água destilada. A solução com o contaminante ferro foi obtida a partir da dissolução de sulfato de ferro II. A solução contendo o contaminante manganês foi obtida a partir da dissolução de sulfato de manganês II. As concentrações dos contaminantes estão descritas na Tab. 1.

Tabela 1 – Concentração dos contaminantes analisados

Contaminante	Concentração (g L⁻¹)
Amoxicilina	0,02
Paracetamol	0,02
Nimesulida	0,02
Ferro	3,70
Manganês	3,70

Fonte: Autoria própria (2021).

Para a produção das esferas, inicialmente foi preparada a solução contendo a mucilagem. Logo após, adicionou-se o alginato de sódio, com a concentração correspondente a 1% do volume total da solução em aquecimento de 50 °C. Após a homogeneização da mistura, realizou-se o gotejamento por bomba peristáltica



(10 mL min⁻¹) em uma solução de cloreto de cálcio 27 g L⁻¹, para a formação das esferas geleificantes. Por fim, as esferas foram lavadas, três vezes, com água corrente para a remoção do excesso de cloreto de cálcio.

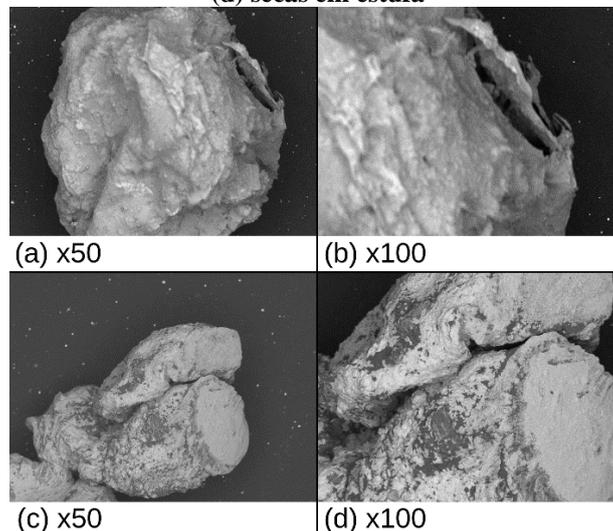
Uma parcela das esferas passou pelo processo de liofilização. Outra parcela passou pelo processo de secagem na estufa, e as demais foram utilizadas hidratadas. As esferas liofilizadas e secas foram caracterizadas na Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) (modelo: TM3000, Hitachi) e em Analisador termogravimétrico (TGA-DTA-DSC) (modelo: SDT Q600, TA Instruments).

Os ensaios foram em aparelho Jar Test (modelo: JT-203/6, Milan), em béqueres com 0,1 L da solução do contaminante. Foram utilizadas agitação de 80 rpm por 20 minutos e 20 rpm por 30 min. Foram testadas esferas geleificantes hidratadas (1,7 g) e liofilizadas (0,069 g) para todos os contaminantes. Após o tempo de agitação foram coletadas as amostras para a realização das análises. Para os fármacos as mesmas foram realizadas com a espectroscopia no ultravioleta, na faixa de comprimento de onda de 215 – 400 nm com o uso do equipamento Espectrofotômetro de Absorção UV-Vis (modelo: Thermo scientific Evolution 60S). Para os metais as análises foram realizadas por meio da Absorção Atômica, com o uso do equipamento Espectrômetro de Absorção Atômica (modelo: PinAAcle 900T, Perkin Elmer).

3 RESULTADOS

A superfície das esferas obtidas após o processo de liofilização e após a secagem foram caracterizadas por Microscopia eletrônica de varredura (MEV). As imagens obtidas consistem na Fig. 1, em que (a) e (b) corresponde à esfera liofilizada, e (c) e (d) à esfera seca por estufa.

Figura 1 – Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) para as esferas geleificadas, (a) e (b) liofilizadas e (c) e (d) secas em estufa



Fonte: Autoria própria (2021).

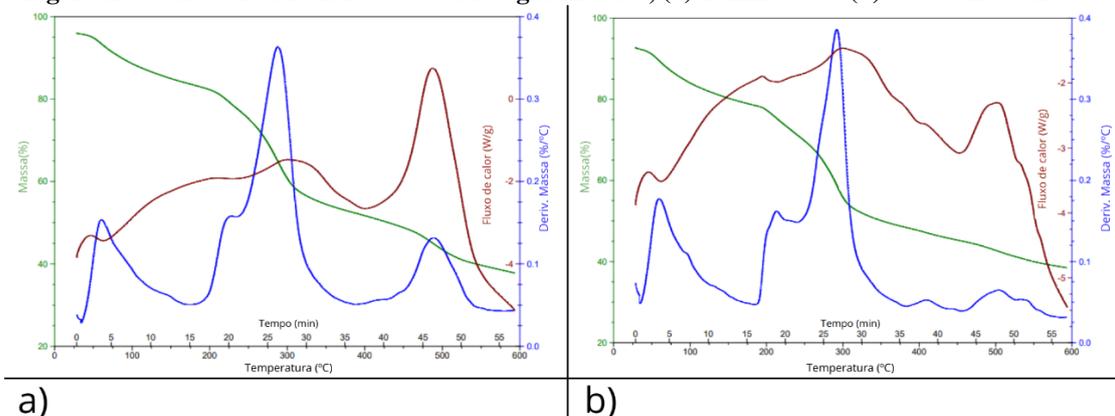
É perceptível que as esferas secas apresentam alta rugosidade, com um formato menos esférico e uma casca mais grossa, conseqüente do processo de secagem. Isso pode ser explicado pela perda de água por parte das partículas, o que faz com que haja o enfraquecimento da estrutura do gel, gerando um encolhimento e deformidade na forma das esferas. (BELSCAKCVITANOVIC et al., 2016; NAYAK et al., 2013 apud SAMPAIO, 2018).

As esferas liofilizadas, apesar de apresentarem certa deformidade proveniente da falta de água, possuem maior regularidade esférica, com uma casca mais fina, favorecendo o aumento da capacidade de adsorção.

Com a perda de água devido o processo de secagem, a eficiência não corresponde à 100%, porém as cavidades apresentadas em ambas as esferas favorecem a penetração do adsorvato (FILHO, 2012), o que permite indicar que apresentam maior eficiência se comparadas ao uso com esferas hidratadas sendo, portanto, um método eficaz para preservação da mucilagem encapsulada (SOUZA, 2018).

A análise termogravimétrica tem sido utilizada para o estudo da estabilidade térmica e decomposição de polímeros, examinando a mudança de massa da amostra pela variação da temperatura. Os resultados obtidos estão dispostos na Fig. 2, onde a) corresponde ao polímero liofilizado, e b) corresponde ao polímero obtido após a secagem em estufa.

Figura 2 – Curvas TGA e DTG das esferas geleificadas, (a) liofilizadas e (b) secas em estufa



Fonte: Autoria própria (2021).

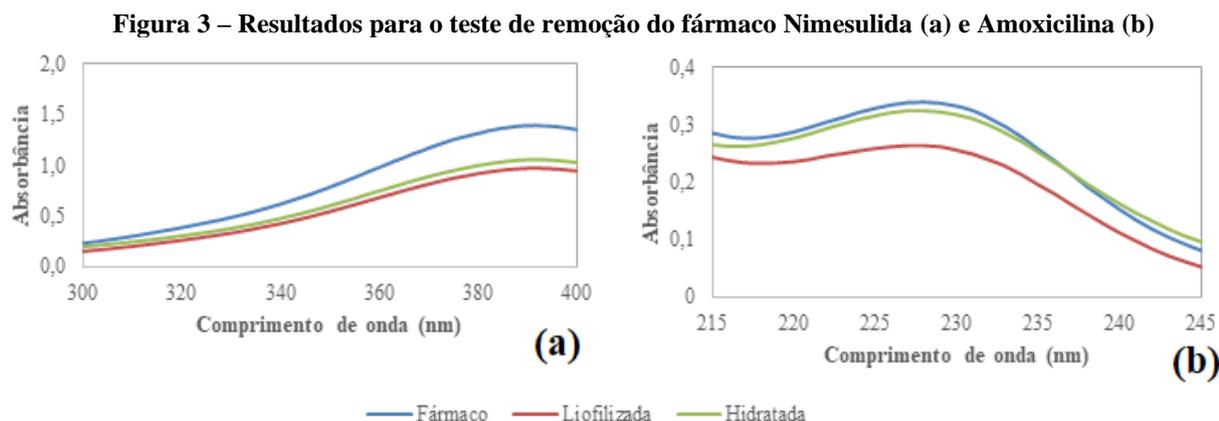
Com base nos gráficos apresentados, é perceptível a semelhança entre as esferas liofilizadas e secas pela estufa. Ao analisar a curva correspondente à variação da massa pela temperatura (cor verde), pode-se analisar que a primeira perda de massa ocorre próximo a 100°C, podendo ser associada a evaporação da água estrutural presente na esfera. Essa observação está relacionada à natureza hidrofílica e higroscópica dos grupos funcionais do polímero analisado (LUZ et al., 2018), uma vez que possui afinidade à hidratação, podendo ser comparado com os estudos descritos por Zohuriann e Shokrolahi (2004), onde foram analisadas a perda de massa na goma arábica, goma xantana, quitosana e alginato de sódio.

Próximo a 300°C tem-se outra perda de massa, a qual acredita-se que corresponde à degradação de polissacarídeos. Geralmente processos de desidratação, despolimerização e decomposição de polímeros são encontrados próximo a essa faixa de temperatura, porém devido às variações nos grupos funcionais de polímeros, ocorrem também diferenças nas vias de degradação (Zohuriann & Shokrolahi, 2004 apud LUZ et al., 2018).

A terceira perda de massa observável ocorre próximo a 500°C para as esferas liofilizadas, correspondendo a degradação de matéria orgânica, uma vez que a mesma ocorre na faixa de 550°C. Já para o biopolímero que passou pela estufa, essa degradação ocorre antes dessa faixa de temperatura. Acredita-se que isso se dá devido a uma perda de parte da matéria orgânica que ocorreu anteriormente, com o processo de secagem na estufa.

Os resultados obtidos para as análises de remoção dos fármacos nimesulida e amoxicilina estão dispostos na Fig. 3. Para o fármaco paracetamol, não houve remoção.

Ao analisar os resultados, é perceptível que ocorreram diferença quanto à remoção de ambos os fármacos, uma vez que com o uso das esferas é possível observar a separação entre os materiais. O melhor resultado obtido foi com o uso da esfera liofilizada, apresentando remoção de 30,1% para o fármaco nimesulida, e 22,87% para o fármaco amoxicilina.



Fonte: Autoria própria (2021).

Os resultados obtidos para a remoção dos metais Ferro e Manganês também apresentaram eficácia, essencialmente com o uso da esfera liofilizada. Para o Ferro, a remoção foi de 70,89%, e para o Manganês foi de 58,49%.

É importante ressaltar que são análises e experimentos preliminares de aplicação das esferas com mucilagem de *Pereskia aculeata* Miller e que o estudo terá continuação.

4 CONCLUSÃO

Por meio dos resultados obtidos e analisados, conclui-se que a aplicação da mucilagem da planta *Pereskia aculeata* Miller apresenta eficácia na remoção de contaminantes, essencialmente se encapsulada em esferas de alginato, uma vez que as mesmas aumentam a capacidade de adsorção do biopolímero, evitando sua dispersão.

Os contaminantes analisados estavam presentes em grande quantidade nas soluções logo, acredita-se que esse tratamento, se aplicado para menores concentrações (correspondente ao que é encontrado, por exemplo em matrizes aquáticas) poderá apresentar maior eficácia.

Junto a isso, contata-se que as esferas com melhor resultado foram as liofilizadas, as quais consistem em uma alternativa eficaz para a conservação do biopolímero por maior tempo, uma vez que tal método mostrou-se potencializador de resultados de remoção, validando as características observadas por meio das imagens obtidas no MEV.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Universidade Tecnológica Federal do Paraná, a Central de Análise da UTFPR campus Pato Branco, bem como a empresa Proteios Nutrição.



REFERÊNCIAS

- AGUIAR, M. R. M. P. et al. Remoção de metais pesados de efluentes industriais por aluminossilicatos. **Quím. Nova**, São Paulo, v. 25, n. 6, 2002.
- CONSELHO Federal de Farmácia. A desigualdade no consumo de medicamentos. 2020. Disponível em <http://www.cff.org.br/noticia.php?id=5658&titulo=A+desigualdade+no+consumo+de+medicamentos>. Acesso em: 26 de maio de 2020.
- FILHO, Rivaldávnia Tavares Martins. **Biossorventes-Biomassa de aguapé e esferas de alginato/goma do cajueiro-para adsorção de azul de metileno**. Dissertação (Mestrado em Química) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2012.
- ISMAIL, I. A. L. et al. Uso de polímeros sintéticos e naturais no tratamento de resíduos de estação de tratamento de água (ETA). 2019. Disponível em <https://tratamentodeagua.com.br/artigo/polimeros-sinteticos-naturais-residuos-eta/>. Acesso em: 01 de outubro de 2021.
- LUCCA, A. **Extração, caracterização e aplicação do biopolímero da planta *Pereskia aculeata* Miller como auxiliar coagulante/floculante no processo de tratamento de água**. Dissertação-Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2017.
- LUZ, T. G. et al. Evaluation of technology potential of *Aloe arborescens* biopolymer in galvanic effluent treatment. **Water Science & Technology**, v.1, p. 48-57, 2018.
- MELO S. A. S. et al. Degradação de fármacos residuais por processos oxidativos avançados. **Quím. Nova**, São Paulo, v. 32, n. 1, 2009.
- REIS, Davi Teixeira. **Estudo teórico da adsorção dos íons metálicos Cr³⁺, Cu²⁺, Cd²⁺ nas matrizes de celulose e seus derivados**. Dissertação (Pós-Graduação em Biotecnologia) – Universidade Federal do Tocantins, Gurupi, 2019.
- SAMPAIO, Gessica Lira Angelim. **Encapsulação por gelificação iônica e *spray drying* de um concentrado rico em licopeno obtido a partir da melancia**. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2018.
- SOUZA, Crisiane Iozwiak de. **Extração aquosa de compostos fenólicos presentes em folhas de amoreira preta (*Morus nigra* L) e encapsulamento em esferas de alginato de cálcio**. Dissertação-Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2018.
- ZOHURIAN, M. J. et al. Thermal studies on natural and modified gums. **Polymer Testing**, v.23, n.5, p.575-579, 2004.