

Avaliação da capacidade adsortiva da espuma de poliuretano vegetal incorporado de bagaço de cevada na remoção de contaminantes orgânicos**Evaluation of the adsortive capacity of vegetable polyurethane foam incorporated from barley bagasse in the removal of organic contaminants**

DOI:10.34117/bjdv6n1-318

Recebimento dos originais: 30/11/2019

Aceitação para publicação: 28/01/2020

Jéssia Estefânia de Oliveira Amorim Silva

Graduanda do Curso de Química Industrial
Universidade Estadual da Paraíba – UEPB
E-mail: oestefania41@gmail.com

Marcia Ramos Luiz

Doutora em Engenharia Mecânica
Universidade Federal da Paraíba – UFPB
E-mail: marciarluiz@gmail.com

Fernanda Vieira Amorim

Doutoranda em Ciência dos Materiais
Universidade Federal de Pernambuco – UFPE
E-mail: amorimfernandaamorim20@gmail.com

Agnis Pâmela Simões do Nascimento

Graduada em Química Industrial
Universidade Estadual da Paraíba – UEPB
E-mail: agnispamela@gmail.com

Amanda Leticia Oliveira Silva

Graduanda do Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental
Universidade Estadual da Paraíba – UEPB
E-mail: amandaoli.eng@gmail.com

Marizabel da Silva Ramos

Graduanda do Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental
Universidade Estadual da Paraíba – UEPB
E-mail: marizabel.sramos.7@gmail.com

Neyliane Costa de Souza

Doutora em Saneamento Ambiental
Universidade Federal da Paraíba – UFPB
E-mail: neylianecs@yahoo.com.br

Ester de Farias Ramos

Graduanda do Curso de Química Industrial
Universidade Estadual da Paraíba – UEPB
E-mail: esterhramosfarias@gmail.com

RESUMO

A contaminação dos recursos hídricos por derramamento de contaminantes em mares, rios, e lagos tornou-se uma grande problemática devido aos usos múltiplos da água pelo homem. Fator este, decorrente principalmente do desenvolvimento da indústria química, como também em falhas durante transporte marítimo, alterando significativamente a qualidade de vida dos ecossistemas aquáticos. Assim, o objetivo deste trabalho foi desenvolvido de materiais biodegradáveis, com características hidrofóbicas e oleófilas, e altamente eficientes na remoção de contaminantes orgânicos. Portanto, a presente pesquisa resultou no desenvolvimento de adsorventes sustentáveis a partir do resíduo orgânico gerado na produção de cerveja. O pó da cevada foi utilizado como fase reforço no preparo de espumas de poliuretano a base de óleo de mamona, variando de 0%, 5%, 10%, 15% e 20% da fase reforço em sua composição, a fim de verificar suas capacidades adsorptivas. A inserção do resíduo da cevada atribuiu na espuma aumento na capacidade de adsorção, verificando que a capacidade de adsorção está intimamente ligada a propriedade expansiva da espuma.

Palavras-chave: Adsorção, bagaço de cevada, espuma de poliuretano vegetal.

ABSTRACT

The contamination of water resources by spilling contaminants in seas, rivers, and lakes has become a major problem due to the multiple uses of water by man. This factor, mainly due to the development of the chemical industry, as well as failures during maritime transport, significantly altering the quality of life of aquatic ecosystems. Thus, the objective of this work was developed from biodegradable materials, with hydrophobic and oleophilic characteristics, and highly efficient in removing organic contaminants. Therefore, the present research resulted in the development of sustainable adsorbents from the organic waste generated in beer production. The barley powder was used as a reinforcement phase in the preparation of polyurethane foams based on castor oil, ranging from 0%, 5%, 10%, 15% and 20% of the reinforcement phase in its composition, in order to verify its adsorptive capabilities. The insertion of the barley residue attributed to the foam an increase in the adsorption capacity, verifying that the adsorption capacity is closely linked to the expansive property of the foam.

Key words: Adsorção, bagaço de cevada, espuma de poliuretano vegetal.

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é reconhecido como um dos grandes produtores mundiais no segmento de fruticultura, sendo parte dessa produção destinada ao processamento em agroindústrias onde são gerados diversos subprodutos e resíduos agroindustriais (NUNES et al., 2014). Estes resíduos possuem baixo ou nenhum valor econômico e geralmente apresentam problemas de descarte, sendo a maioria deles dispostos para ração animal. A conversão desses resíduos para produtos mais nobres agregaria valor econômico, ajudaria a reduzir o custo de descarte dos resíduos (GONÇALVES; NAKAMURA; VEIT, 2014).

A contaminação dos recursos hídricos juntamente com a grande quantidade de resíduos agroindustriais gerados em atividades industriais tem se tornado uma grande problemática decorrente principalmente do elevado crescimento populacional. A qualidade dos ecossistemas aquáticos tem sido alterada de forma significativa, fator este, desencadeado devido à complexidade dos usos

múltiplos da água pelo homem (PEREIRA, 2014). Neste sentido, faz-se necessário relatar a grande contaminação aquática através das águas residuais advindas de rejeitos industriais (HALIM et al., 2018), como também provenientes de acidentes com derramamento de petróleo ou seus derivados durante transporte marítimo e vazamentos que levam a graves problemas ambientais (LI; ZHANG; WANG, 2017; NASPOLINI, 2018).

Desta forma, a presença de contaminantes aquáticos interfere na atividade fotossintética, dificultando a sobrevivência da biota aquática. Tendo em vista toda essa problemática é necessário que as indústrias recorram a tecnologias eficazes visando aprimoramento no tratamento de seus efluentes, minimizando assim impactos ambientais. Portanto, é de suma importância o desenvolvimento tecnológico efetivo para remoção de contaminantes aquáticos a um baixo custo.

A adsorção é um fenômeno físico-químico de adesão da superfície, observado quando um fluido, podendo ser líquido ou gasoso, é transferido para a superfície de um sólido (NUNES, 2014). A adsorção é amplamente estudada buscando o desenvolvimento de adsorventes alternativos de baixo custo (NASCIMENTO et al., 2014).

A grande desproporção entre a velocidade de geração de resíduos e a capacidade da natureza em absorvê-los, vêm causando um grande problema ambiental, pois os resíduos, quando dispostos inadequadamente, aumentam o potencial poluidor, contaminam solos e corpos hídricos. A intensificação nos estudos de resíduos gerados pelo processamento das agroindústrias é de grande relevância no âmbito da sustentabilidade, uma vez que faz uso de recursos renováveis. Sendo assim, a utilização de fontes renováveis e resíduos agroindustriais é uma alternativa atrativa, devido sua alta biodegradabilidade, baixo custo e redução do impacto ambiental (KALIA et al., 2011).

Uma das alternativas utilizadas como adsorventes estão os poliuretanos, que é uma família de polímeros facilmente encontrada no mercado com boa resistência química e térmica, mostrando-se promissores resultados por possuírem boa permeabilidade, baixa densidade e alta porosidade.

O uso de materiais biodegradáveis, propuseram a produção de uma resina poliuretana bicomponente à base de óleo de mamona, composta por um pré-polímero, o isocianato, e um polioliol, extraído da semente de mamona (*Ricinus communis*). Essa resina expansiva não causa riscos à saúde e meio ambiente, composta por matéria-prima renovável e de origem natural (SILVA, 2019).

A grande versatilidade da espuma de poliuretano vegetal juntamente com o resíduo agroindustrial do bagaço de cevada, gerado pela indústria cervejeira, possibilitou a formação de um material com características biodegradáveis. Dessa forma, estes biocompósitos, na qual possuem características hidrofóbicas e oleófilas, podem ser utilizados na retirada de óleos orgânicos presentes em corpos hídricos.

Este trabalho associou o interesse científico pela utilização de produtos biossorbentes para o tratamento de corpos aquáticos, associado ao interesse tecnológico com o desenvolvimento de materiais biodegradáveis promissores para a separação de contaminantes aquáticos.

2 METODOLOGIA

As análises foram desenvolvidas no Laboratório de Pesquisa em Ciências Ambientais (LAPECA) pertencente ao departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental localizado no Centro de Ciências e Tecnologia (CCT) da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), na cidade de Campina Grande, Paraíba.

Preparo do Resíduo Agroindustrial

O bagaço da cevada, *Hordeum vulgare*, obtido através da produção de cerveja em laboratório na Universidade Estadual da Paraíba, foi levado para a estufa durante 24 horas, para a secagem com circulação de ar na temperatura de $60 \pm 2^\circ\text{C}$. O resíduo seco da biomassa passou por um conjunto de peneiras na série tyler com abertura da peneira de 2,00 e 1,18 mm abertura, obtendo-se um material devidamente uniformizado.

Síntese da Espuma de Poliuretano Vegetal e dos Biocompósitos

A espuma de poliuretano a base de óleo de mamona, cujo nome comercial MAMONEX® RD70, foi obtida pela empresa Imperveg® - Polímeros Industria e Comércio Ltda, localizada em Aguaí – SP. A resina expansiva vegetal é constituída do isocianato, nomeado de componente A e do polioliol, cuja base provém do ácido ricinoléico, componente B.

Testes foram realizados com os reagentes, juntamente com o resíduo agroindustrial, denominado de fase reforço, a fim de obter-se um material com flexibilidade e porosidade adequada para um melhor rendimento adsorptivo.

Diversos fatores foram analisados, desde o tratamento da matéria prima até o processo de granulometria, escolhendo as melhores formulações para avaliação da capacidade adsorptiva em contaminantes orgânicos. Posteriormente, a espuma de poliuretano à base de óleo de mamona passou pelo processamento de síntese, na qual foram preparadas sem a adição da fase reforço especificada como 0% e com a adição do bagaço de cevada, denominadas de biocompósitos com proporções especificadas de 5%, 10%, 15% e 20%.

Contaminantes

Foi utilizado como contaminante orgânico o óleo de motor 5W-30, cujo nome comercial é descrito por Mobil Super 2000 5W-30, produzido pela empresa Cosan Lubrificantes e Especialidades S.A, e o óleo diesel S500, adquirido em posto de distribuição de combustível local.

Capacidade de Adsorção

No estudo da capacidade adsorptiva da espuma e dos biocompósitos, adotou-se, os corpos de prova, como forma cúbica de dimensões de $\cong 1\text{cm}^3$. O experimento foi desenvolvido em triplicata, na qual o sistema contendo óleo e o material adsorvente foi submetido a simulações de sistema estático, a temperatura ambiente ($25 \pm 2^\circ\text{C}$) com um tempo de contato de 60 minutos. Após o tempo de contato, obteve-se os resultados da capacidade de adsorção através da equação descrita por Lazzari (2017), a qual representa a equação de capacidade de adsorção no processo de adsorção estática.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A capacidade de adsorção da espuma 0% de resíduos foi inferior a todos os outros biocompósitos (5%, 10%, 15% e 20%) contendo o bagaço de cevada para todos os contaminantes orgânicos utilizados no experimento. De acordo com os dados obtidos experimentalmente, verificou-se que a capacidade de adsorção das espumas aumentou à medida que ocorre o aumento da porcentagem do resíduo utilizado, indicando que as espumas com 20% de bagaço de cevada possuem uma capacidade de adsorção de 445% para o diesel S500 e 344% para o óleo de motor.

Nos testes realizados, para a espuma com 0% de fase reforço, a capacidade adsorptiva foi de 179% para o diesel S500, já quando utilizado como contaminante o óleo de motor, resultou em 154%. Logo, o contaminante que apresenta o melhor resultado, é o diesel S500, uma vez que apresenta uma melhor viscosidade, comparada ao óleo de motor, e conseqüentemente uma melhor afinidade com o material.

A espuma em estudo apresenta grande potencial na remoção estática com contaminantes orgânicos, na qual se mostraram compósitos favoráveis para uso em fins de aplicação na separação de óleos orgânicos. Portanto, comprova-se que a adição do enxerto na espuma de poliuretano à base de óleo de mamona torna o material mais poroso, facilitando assim, a capacidade adsorptiva do mesmo.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste estudo, a espuma de poliuretano a base de óleo de mamona foi avaliada como adsorvente na remoção de contaminantes orgânicos. De acordo com os resultados obtidos, verificou-

se que a adição de agentes de expansão auxiliares contribuiu para uma melhor flexibilidade dos bocompósitos, resultando no aumento nas características adsorptivas.

Desta forma, o desenvolvimento de espuma mostrou avanços no desenvolvimento de adsorventes sustentáveis usando recursos renováveis, com características hidrofóbicas, para separação de sistemas contendo óleo e água.

REFERÊNCIAS

GONÇALVES, G. C.; NAKAMURA P. K.; VEIT M. T. Produção e Caracterização de Carvão Ativado Obtido a Partir dos Resíduos da Indústria Cervejeira. 2014.

HALIM, S. Z.; JANARDANAN, S. T.; FLECHAS, M. S.; MANNAN, M. S. In search of causes behind offshore incidents: Fire in offshore oil and gas facilities. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, v. 54, p. 254-265, 2018.

LAZZARI, L. K. Produção E Caracterização De Criogéis De Celulose *Pinus Elliottii* Para A Adsorção De Petróleo. Dissertação (Mestrado) – Curso de Engenharia de Processos e Tecnologias, Universidade De Caxias Do Sul, Caxias do Sul, 2017.

LI, L.; ZHANG, J.; WANG, A. Removal of Organic Pollutants from Water Using Superwetting Materials. *Chem. Rec*, v.17, p. 1–20, 2017.

NASCIMENTO, R.F.; LIMA, A.C.A.; VIDAL, C.B.; MELO, D.Q.; RAULINO, G.S.C. Adsorção: aspectos teóricos e aplicações ambientais, 2014.

NASPOLINI, G. F. Prevenção e Resposta ao Derramamento de Petróleo na Exploração e Produção Offshore: Análise Internacional e Recomendações para o Brasil, Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2018.

NUNES, A.S., Produção de adsorventes a partir da casca de amendoim visando a aplicação na remoção de contaminantes orgânicos, 2014.

NUNES, J. S.; SILVA, F. B. DA; GOMES, J. P.; SILVA, W. P. DA. Caracterização Físico-Química de Farinha Resíduo de Polpa de Acerola. Congresso Técnico Científico da Engenharia e da

Agronomia. CONTECC' 2015. Centro de Eventos do Ceará - Fortaleza - CE 15 a 18 de setembro de 2015.

PEREIRA, R. S., Identificação e Caracterização das Fontes de Poluição em Sistemas Hídricos, 2014. IPH – UFRGS, v. 1, n. 1, p. 20-36. Disponível em: <<http://www.abrh.org.br/informacoes/rerh.pdf>>.

SILVA, A. M., Avaliação do Comportamento Térmico de Compósitos Poliméricos Produzidos com Resíduo de Açaí em Edificações na Amazônia, 2019.

KALIA, S.; KAITH, B.S.; KAUR, I. Cellulose fibers: bio- and nano-polymer composites green chemistry and technology. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, UK, 2011.