Resumo nº 37

ISOTERMAS DE ADSORÇÃO SIMULTÂNEA DE AMARELO CREPÚSCULO E CAFEÍNA

Ana Paula Manerich Sá[1], Mariana Tambosi Packer[2], Heveline Enzweiler[3], Luiz Jardel Visioli[4].

1 Bolsista IC/UDESC/CEO

2 Estudante UDESC/CEO

3. Professora UDESC/Oeste

4 Professor Coordenador do projeto UDESC/CEO

INTRODUÇÃO

Devido à preocupação recorrente em relação aos micropoluentes em corpos hídricos, a pesquisa de maneiras de remoção resulta na adsorção como opção mais eficiente e consistente, por seu baixo custo, fácil acessibilidade e sem formação de substâncias nocivas (Zanella et al.,2021; Ahmaruzzaman ,2008). Dentro desses micropoluentes, ou contaminantes emergentes, a cafeína e o corante amarelo crepúsculo são encontrados facilmente em águas residuais, a cafeína é muito encontrada na farmacologia, presente em analgésicos e estimulantes (Zanella et al.,2021; Tavares; Sakata 2012) e o corante é utilizado na indústria alimentícia principalmente, sendo adicionado em alimentos e bebidas (Brasil, 1977). Os dois são encontrados em conjunto em nenidas energéticas e medicamentos como o Engov After® (Packer; Enzweiler ,2025).

A mistura desses dois elementos traz o desafio de uma adsorção multicomposto, o qual estudo é vantajoso em vista do problema real de componentes em mistura nos corpos hídricos (Bastante-Rabadán; Boltes, 2024; Luo et al.,2014). A função da adsorção é a transferência da massa do componente presente no líquido para a superfície do adsorvente sólido (Ali; Asim; Khan, 2012; Khulbe; Matsuura, 2018).

O carvão ativado é o componente mais utilizado nos processos de adsorção devido aos seus benefícios específicos (Ahmaruzzaman ,2008; Pet et al., 2024) porém, em suspenção em pó, há a exigência de retirada desse pó através de processos adicionais como a filtração (Muangmora et al., 2020). Para isso, a imobilização com polímeros é uma solução viável e que ainda tem a possibilidade de ampliar o poder de adsorção (Darban et al., 2022; Zheng; Wang, 2009).

O objetivo do trabalho é dar continuidade ao trabalho de conclusão de curso da mencionada co-autora Mariana Tambosi Packer referente ao assunto. As atividades em andamento são de obtenção de dados de isotermas pré-definidas de soluções dos compostos separados, tanto o corante amarelo crepúsculo quanto a cafeína, em três temperaturas gerando dados faltantes para a finalização do modelo de languir.

DESENVOLVIMENTO

Para ambas as adsorções de componente o biofilme de carvão imobilizado em hidrogel de quitosana é utilizado. Para a sua síntese, era determinada a massa de 0,2g de quitosana e incorporada com 0,04g de carvão ativado em pó, à essa mistura sólida foram adicionados 10mL de uma solução de ácido acético 0,1 $mol\ L^1$ e 1,2mL de uma solução de glutaraldeído 1%. Todos os itens foram misturados manualmente, despejados em formas de silicone e levados para a estufa à 60ºC por 24h. Para a utilização, os filmes já sintetizados foram cortados em um quadrado e pesados com aproximadamente 0,1000g, cortados em quatro e só então adicionados às soluções.

Neste trabalho, os dois componentes foram trabalhados de forma separada, em 10 pontos de concentrações de partes por milhão e três temperaturas, 20, 30 e 40ºC, iguais para ambos. Os pontos foram feitos nas três temperaturas e em triplicata, foram adicionados 100mL das soluções em erlenmeyers de 125mL juntamente com os filmes preparados, tampados com papel alumínio e levados ao shaker com agitação de 150,3 rpm e na temperatura selecionada por 4 horas.

As soluções de corante amarelo crepúsculo foram preparadas nas concentrações 5, 10, 15, 20, 30, 40, 50, 70, 80, e 100ppm a partir de uma solução mãe de concentração 500ppm. No decorrer do experimento, que já ocorria, não foi possível adquirir mais do corante que já vinha sendo utilizado, portanto houve a necessidade de mudar a marca do corante amarelo crepúsculo, com isso precisou-se fazer uma padronização com o corante anterior.

Já as soluções de cafeína foram feitas nas concentrações 5, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80 e 100ppm e partir de uma solução mãe de 1000ppm, e são preparadas e analisadas da mesma maneira que as amostras de corante.

A última etapa é a leitura e análise das amostras pós 4 horas de agitação em incubadora (Tecnal, TE-4200) a 150,3 rpm. Depois disso os filmes foram retirados da solução e colocados na estufa a 60ºC por 24h, depois para o dessecador por 48h e posteriormente guardadas em caso de necessidade de análise. Para determinação da concentração dos compostos no líquido, era realizada a filtração em filtro com abertura de 0,22 µm e foi utilizado o espectrofotômetro em comprimento de onda de 482 nm para o corante amarelo crepúsculo e 272 nm para a cafeína. O zero foi aferido com a água destilada e depois as amostras são lidas da menor concentração para a maior em uma cubeta de quartzo. Os resultados foram então analisados e constatados se houve ou não a necessidade de repetição integral ou de alguns pontos para verificação e redução do desvio padrão.

RESULTADOS

Na figura 1 é possível observar as isotermas de adsorção do corante amarelo crepúsculo. A partir do desenvolvimento do trabalho foram reunidos os dados necessários para a finalização de 50% desse projeto. Os pontos resultantes representam as médias das triplicatas de cada concentração, que apesar de terem um desvio padrão não tão justo, foi suficiente para a obtenção dos resultados necessários.

No gráfico mencionado é possível observar as curvas crescentes das isotermas nas três temperaturas. Alguns pontos podem ser observados com desvios maiores em relação ao restante da curva obtida através dos outros pontos, esses desvios podem ser devido a erros experimentais na execução, apesar disso não apresentam grandes preocupações. Observa-se também que a adsorção (mg/g) cresce proporcionalmente ao aumento da concentração da solução de corante (ppm), o que significa que o aumento de massa na solução resulta no aumento da adsorção do filme, mas mantendo uma média de adsorção percentualmente. Como resultado das isotermas, comprova-se maior adsorção em temperaturas mais altas.

Durante o semestre houve algumas repetições dos experimentos, principalmente devido ao início da iniciação científica e à ambientação e aprendizado de um projeto que já estava em andamento. Até o presente momento apenas as isotermas de adsorção do corante amarelo crepúsculo foram finalizadas, as isotermas de adsorção da cafeína ainda estão em andamento.

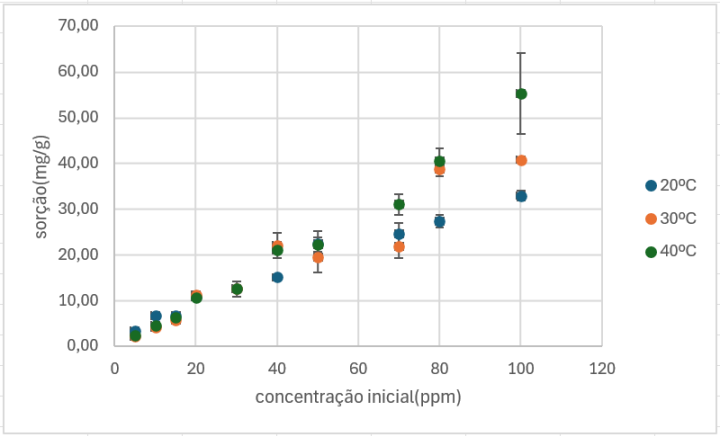
CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por fim, os objetivos da iniciação científica, especificamente das isotermas de adsorção multicomposto, foram e ainda estão sendo desenvolvidas. Pôde-se desenvolver a síntese de biofilmes de carvão imobilizado em hidrogel de quitosana e as isotermas de adsorção do corante amarelo crepúsculo em todas as temperaturas e concentrações, e seguiu em andamento, para finalizar o trabalho, com as isotermas de adsorção da cafeína.

Palavras-chave: corante; cafeína; adsorção; filme; carvão; quitosana.

ANEXOS

Figura 1



Isotermas de adsorção do corante amarelo crepúsculo

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ahmaruzzaman M. Adsorption of phenolic compounds on low-cost adsorbents: a review. Adv Colloid Interface Sci. 2008 Nov;143(1-2):48-67. doi:10.1016/j.cis.2008.07.002.

Ali I, Asim M, Khan TA. Low-cost adsorbents for the removal of organic pollutants from wastewater. J Environ Manage. 2012 Dez; 113:170-183. doi:10.1016/j.jenvman.2012.08.028.

Bastante-Rabadán M, Boltes K. Mixtures of Micro and Nanoplastics and Contaminants of Emerging Concern in Environment: What We Know about Their Toxicological Effects. Toxics. 2024 Aug; 12(8):589. doi:10.3390/toxics12080589.

Brasil. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução nº 44, de 25 de novembro de 1977. Dispõe sobre as condições gerais de elaboração, classificação, apresentação, designação, composição e fatores essenciais de qualidade dos corantes empregados na produção de alimentos e bebidas. Diário Oficial da União. 25 de novembro de 1977.

Darban Z, Shahabuddin S, Gaur R, Ahmad I, Sridewi N. Hydrogel-Based Adsorbent Material for the Effective Removal of Heavy Metals from Wastewater: A Comprehensive Review. Gels. 2022 Apr;8(5):263. doi:10.3390/gels8050263.

Khulbe KC, Matsuura T. Removal of heavy metals and pollutants by membrane adsorption techniques. Appl Water Sci. 2018 Jan;8(1):19. doi:10.1007/s13201-018-0661-6.

Luo Y, Guo W, Ngo HH, Nghiem LD, Hai FI, Zhang J, Liang S, Wang XC. A review on the occurrence of micropollutants in the aquatic environment and their fate and removal during wastewater treatment. Sci Total Environ. 2014 Mar 1;473-474:619-41. doi: 10.1016/j.scitotenv.2013.12.065.

Muangmora R, Kemacheevakul P, Punyapalakul P, Chuangchote S. Enhanced Photocatalytic Degradation of Caffeine Using Titanium Dioxide Photocatalyst Immobilized on Circular Glass Sheets under Ultraviolet C Irradiation. Catalysts. 2020 Sep;10(9):964. doi:10.3390/catal10090964.

Packer MT, Enzweiler H. Carvão ativado imobilizado em hidrogel de quitosana: uma alternativa para a remoção simultânea de cafeína e corante amarelo crepúsculo. 2025; https://repositorio.udesc.br/entities/publication/c157b93d-e6f9-43d2-939c-a9abbbb8b141 .

Pet I, Sanad MN, Farouz M, ElFaham MM, El-Hussein A, El-Sadek MSA, Althobiti RA, Ioanid A. Review: Recent Developments in the Implementation of Activated Carbon as Heavy Metal Removal Management. Water Conserv Sci Eng. 2024 Sep;9(2). doi:10.1007/s41101-024-00287-3.

Tavares C, Sakata RK. Caffeine in the treatment of pain. Rev. Bras. Anestesiol. 2012 May;62(3):387 401. doi:10.1016/S0034-7094(12)70139-3.

Zanella HG, Spessato L, Lopes GKP, Yokoyama JTC, Silva MC, Souza PSC, Ronix A, Cazetta AL, Almeida VC. Caffeine adsorption on activated biochar derived from macrophytes (Eichhornia crassipes). J Mol Liq. 2021 Oct; 340:117206. doi:10.1016/j.molliq.2021.117206.

Zheng Y, Wang A. Evaluation of ammonium removal using a chitosan-g-poly(acrylic acid)/rectorite hydrogel composite. J Hazard Mater. 2009 Nov;171(1-3):671-677. doi:10.1016/j.jhazmat.2009.06.053. Hazard Mater. 2009 Nov;171(1-3):671-677.