

INFLUÊNCIA DO PH E DA CONCENTRAÇÃO DE BIOSURFACTANTE NA REMOÇÃO DE CROMO DE MEIO AQUOSO UTILIZANDO FLOTAÇÃO POR AR DISSOLVIDO

Olga Silva Santos¹

Frederico Alves Lima¹

Miriam Maria de Resende²

Vicelma Luiz Cardoso³

Química Ambiental

RESUMO

O setor industrial, em sua maioria, faz uso de grandes volumes de água e metais pesados em seus processos, gerando efluentes com concentrações preocupantes destes metais, dentre os quais destaca-se o cromo. Tal elemento apresenta alta toxicidade, necessitando de tratamento para sua remoção. São várias as técnicas empregadas para este fim, sendo que a flotação por ar dissolvido (FAD) tem sido muito utilizada por apresentar diversas vantagens. Sendo assim, o trabalho objetivou analisar a influência do pH e da concentração de biossurfactante no processo de flotação do cromo. Foi realizada a produção de biossurfactante a partir de *Pseudomonas aeruginosavia* fermentação. A avaliação do biossurfactante resultou em: tensão superficial de 33,21 mN/m, índice de emulsificação de 100% e concentração de biossurfactante de 9,02 g/L. Os ensaios de flotação avaliaram a concentração de biossurfactante (9 e 4,5 g/L) e o pH (4 e 6) para uma concentração inicial de cromo (VI) de 100 mg/L em efluente sintético. Os melhores resultados para biorremoção de cromo (VI) e cromo total foram obtidos em pH 4 e concentração de biossurfactante de 9 g/L, sendo igual a 59,02% e 39,20%, respectivamente. Os resultados obtidos apontam um potencial do biossurfactante e da FAD na remoção de cromo de soluções aquosas.

Palavras-chave: Cromo; ramnolípídeo; flotação por ar dissolvido.

INTRODUÇÃO

O ramo industrial tem como característica o uso de água em seus diversos setores. Como a água é aplicada em diferentes partes dos processos, os efluentes gerados apresentam em sua composição final inúmeras substâncias químicas como, por exemplo, corantes, metais pesados, substâncias de base orgânica, entre outras. O cromo é considerado uma das principais ameaças ao meio ambiente por sua alta toxicidade e propriedades carcinogênicas, por exemplo, sendo que os efluentes contendo este metal, geralmente, excedem os valores limites

¹Aluna do curso de doutorado em Engenharia Química, Universidade Federal de Uberlândia, Faculdade de Engenharia Química, silvasantos.olga@gmail.com.

¹Aluno do curso de doutorado em Engenharia Química, Universidade Federal de Uberlândia, Faculdade de Engenharia Química, alveslimafrederico@gmail.com.

²Profª. Drª. da Universidade Federal de Uberlândia – Campus: Santa Mônica, Faculdade de Engenharia Química, mresende@ufu.br.

³Profª. Drª. da Universidade Federal de Uberlândia – Campus: Santa Mônica, Faculdade de Engenharia Química, vicelma@ufu.br.

imposto pelas legislações vigentes. Sendo assim, pesquisas surgem com o intuito de propor técnicas alternativas para o tratamento de efluentes dessas indústrias a fim de remover os compostos de cromo presentes ou controlar a emissão e difusão destes nos corpos receptores no meio ambiente (CRISOSTOMO et al., 2016; PEREIRA et al., 2018).

A flotação em seus diversos tipos tem inúmeras aplicações, sendo que a flotação por ar dissolvido tem ganhado relevância nessa área de tratamento de efluentes industriais assim como na recuperação e remoção de metais pesados. Tal técnica apresenta vários parâmetros cruciais que devem ser estudados como, por exemplo, uma etapa prévia de coagulação/floculação para formação de flocos adequados e o uso de alguns reagentes como coletores, depressores e espumantes, para que a operação seja mais eficaz (PEREIRA et al., 2018).

Os surfactantes químicos surgem como uma das substâncias mais empregadas como coletores devido a sua característica anfipática, entretanto, são tóxicos e não são biodegradáveis. Dessa forma, os surfactantes de origem microbiana, também denominados de biossurfactantes, aparecem como potenciais substitutos àqueles de origem química (ROCHA E SILVA et al., 2018). Desta forma, objetiva-se com o trabalho avaliar a influência do pH em conjunto com a concentração de biossurfactante para biorremoção de cromo de soluções aquosas via flotação por ar dissolvido.

METODOLOGIA

Produção do ramnolipídeo

O biossurfactante foi produzido a partir da espécie bacteriana *Pseudomonas aeruginosa* da cepa ATCC 10145 via fermentação líquida durante 48 horas em uma mesa agitadora a $30,0 \pm 1,0$ °C e 120 rpm, utilizando melão de soja a 120g/L, em pH 7, como fonte alternativa de carbono. A concentração inicial de microrganismo utilizada no processo fermentativo foi de 1,5 g/L. A avaliação do biossurfactante foi realizada de acordo com análises de tensão superficial, através de um tensiômetro, concentração de biossurfactante e índice de emulsificação, ambos seguindo a metodologia de Rodrigues 2016.

Ensaio de flotação

Foi utilizado um efluente sintético contendo cromo hexavalente com concentrações em [g/L]: NH_4Cl - 1,0; $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ - 0,2; $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ - 0,001; $\text{CH}_3\text{COONa} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ - 6,0;

K_2HPO_4 - 0,5; Extrato de levedura – 3,0. O volume de meio sintético utilizado em cada cuba de flotação foi de 500 mL e a pressão aplicada no saturador foi de 6 kgf/cm^2 .

Foram estudados os valores de pH de 4 e 6 e as concentrações de biossurfactante de 4,5 e 9 g/L para uma concentração inicial de cromo (VI) de 100 mg/L em efluente sintético, obtida a partir de 0,283 g/L de dicromato de potássio. A eficiência do teste foi determinada a partir de análises dos teores finais de cromo (VI), (III) e total.

Análise da concentração de cromo (VI): A concentração de cromo (VI) foi determinada através do método colorimétrico da 1,5-difenilcarbazida conforme metodologia de APHA (2005). A leitura foi feita em espectrofotômetro em comprimento de onda igual a 540 nm.

Análise da concentração de cromo total: A determinação da concentração de cromo total no efluente sintético foi realizada através de análise em espectrofotômetro de absorção atômica em chama (marca Shimadzu).

Análise da concentração de cromo (III): A concentração de cromo (III) foi feita pela diferença da concentração de cromo total e cromo (VI), como mostra a Equação 1.

$$[\text{Cr (III)}] = [\text{cromo total}] - [\text{cromo (VI)}] \quad (1)$$

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Avaliação do biossurfactante

A Tabela 1 mostra os resultados dos parâmetros analisados obtidos experimentalmente.

Tabela 1 – Dados de avaliação do ramnolipídeo

	TS ¹ (mN/m)	IE ² (%)	CB ³ (g/L)
Experimento	34,16	100	9,02
Gudiña et al. (2016)	31,0	64	4,53
Rodrigues (2016)	31,9	97,4	11,7

¹Tensão superficial; ²Índice de emulsificação; ³Concentração de biossurfactante.

Percebe-se que o biossurfactante produzido obteve resultados semelhantes à literatura com relação à tensão superficial e ao índice de emulsificação. Além disso, comparando com Rodrigues (2016), que produziu ramnolipídeo a partir da mesma cepa bacteriana e utilizando o mesmo substrato na mesma condição, a concentração de biossurfactante foi ligeiramente

menor, ocasionando um menor poder tensoativo e, conseqüentemente, um valor maior de tensão superficial.

Ensaio de Flotação

Na Tabela 2, encontram-se os resultados obtidos com os ensaios para verificação da influência conjunta do pH e da concentração de biossurfactante para biorremoção do cromo.

Tabela 2 – Parâmetros obtidos nos ensaios de flotação

Jarro	pH	Bios (g/L)	Cr (VI) (mg/L)	% remoção Cr (VI)	Cr total (mg/L)	% remoção Cr total	Cr (III) (mg/L)
1	4	4,5	67,75	32,25	82,98	17,02	15,22
2	4	9	40,98	59,02	60,80	39,20	19,82
3	6	4,5	72,67	27,33	72,67	27,33	0,00
4	6	9	65,57	34,43	67,39	32,61	1,82

Analisando a Tabela 2, foi evidenciado que o biossurfactante agiu como um redutor do cromo (VI), já que foi constatada a presença de cromo (III). Além disso, uma maior concentração do coletor promoveu uma remoção melhor de cromo (VI) e total em ambos os pHs avaliados, sendo que em pH 4 e com concentração 9 g/L a biorremoção de cromo foi melhor. Com relação ao pH, verifica-se através do percentual de remoção de cromo (VI) que pH mais ácido favorece a sua remoção, isso porque em pH ácido ocorre a redução do cromo (VI) para cromo (III).

Abyaneh e Fazaelpoor (2016) em seu trabalho obtiveram um maior percentual de remoção de cromo total, sendo superior a 95%, entretanto, utilizaram o ramnolípido purificado e uma concentração inicial de Cr (VI) menor (40 ppm). Vale ressaltar que a agitação empregada nestes ensaios foi de 620 rpm, podendo ter ocasionado a formação de flocos mais densos, os quais podem não ter sido arrastados pelas bolhas, permanecendo em solução e contribuindo para um percentual de remoção de cromo menor, corroborando com o que Coutinho (2007) afirma.

CONCLUSÕES

O biossurfactante apresentou parâmetros semelhantes aos encontrados na literatura, indicando que a produção pelas *Pseudomonas aeruginosa* foi satisfatória. O biossurfactante apresentou um poder de redução de cromo (VI) para (III), sendo que quanto maior a

concentração deste, menor era o teor de cromo no efluente. Além disso, em pH mais ácido, a remoção de cromo hexavalente era favorecida.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio financeiro do Conselho Nacional de Desenvolvimento Tecnológico e Científico (CNPq), Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Fundação do Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG).

REFERÊNCIAS

ABYANEH AS, FAZAELIPOOR MH, Evaluation of rhamnolipid (RL) as a biosurfactant for the removal of chromium from aqueous solution by precipitate flotation. *Journal of Environmental Management*, v. 165, p. 184-187, 2016.

APHA (2005) Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 21st Edition, American Public Health Association/American Water Works Association/Water Environment Federation, Washington DC.

COUTINHO, W. **Avaliação de desempenho da estação de tratamento dos Córregos Ressaca e Sarandi afluentes à represa da Pampulha**. Dissertação de Mestrado, UFMG, 2007, 118p.

CRISOSTOMO, C. A. B.; LIMA, F. A.; DIAS, R. M.; CARDOSO, V. L.; RESENDE, M. M. DE. Joint assessment of bioreduction of chromium(VI) and of removal of both total chromium and total organic carbon (TOC) in sequential hybrid bioreactors. **Water, Air, & Soil Pollution**, v. 227, n. 2, 2016.

GUDIÑA, E. J.; RODRIGUES, A. I.; DE FREITAS, V.; AZEVEDO, Z.; TEIXEIRA, J. A.; RODRIGUES, L. R. Valorization of agro-industrial waste toward the production of rhamnolipids. **Bioresource Technology**, v. 212, p. 144–150, 2016.

PEREIRA, M. DOS S.; BORGES, A. C.; HELENO, F. F.; SQUILLACE, L. F. A.; FARONI, L. R. D. Treatment of synthetic milk industry wastewater using batch dissolved air flotation. **Journal of Cleaner Production**, v. 189, p. 729–737, 2018.

RODRIGUES, M. S. **Produção de biossurfactantes utilizando melão de soja**. Dissertação de Mestrado, UFU, 2016, 91p.

ROCHA E SILVA, F. C. P.; ROCHA E SILVA, N. M. P.; DA SILVA, I. A.; BRASILEIRO, P. P. F.; LUNA, J. M.; RUFINO, R. D.; SANTOS, V. A.; SARUBBO, L.A. Oil removal efficiency forecast of a

Dissolved Air Flotation (DAF) reduced scale prototype using the dimensionless number of Damköhler.
Journal of Water Process Engineering, v. 23, p. 45–49, 2018.