

# **BIORREMEDIAÇÃO DE SOLO MULTICONTAMINADO EM FASE SEMI-SÓLIDA NA PRESENÇA DE AGENTES TENSOATIVOS**

## **BIOREMEDIATION OF MULTICONTAMINATED SOIL IN SEMI-SOLID PHASE IN THE PRESENCE OF TENSIOACTIVE AGENTS**

**João Vitor Florido França**

Aluno de Graduação em Eng. de Bioprocessos 7º período  
Universidade Federal do Rio de Janeiro  
Período PIBIC ou PIBITI/CETEM: janeiro a junho de 2019  
jvitor@gmail.com

**Cláudia Duarte da Cunha**

Orientador, Eng. Química, D.Sc.  
ccunha@cetem.gov.br

### **RESUMO**

O presente estudo buscou avaliar a remoção de hidrocarbonetos de um solo multicontaminado real, oriundo de uma região adjacente a uma refinaria, utilizando um biotratamento em fase semi-sólida (lama), variando a umidade de 90 a 110% da CRA, com aplicação de diferentes concentrações (0,1 e 1 mg.g<sup>-1</sup> se solo) de dois surfatantes, sendo um de origem sintética, o Tween 80, e outro de origem biológica, o JBR210. Os ensaios foram realizados em microcosmos com utilização de frascos de polietileno de alta densidade contendo 50g de solo pelo período de 42 dias, sendo controladas a umidade e a aeração, visando ampliação de escala para utilização em biorreatores. Foi observado que quanto maiores os teores de água, maiores os valores de remoção de hidrocarbonetos (HTP), e que como a aplicação de agentes tensoativos foi de suma importância, aumentando significativamente a eficiência do processo. Os ensaios com maiores valores de remoção foram ambos com correção de umidade para 110% da CRA, na presença do surfatante sintético Tween 80 e do biosurfatante biológico do tipo ramnolípido JBR210 na concentração de 1 mg.g<sup>-1</sup> de solo após o período de 42 dias, alcançando 63,66% e 57,91% de remoção respectivamente, enquanto a melhor condição sem a presença do agente tensoativo foi com a correção de umidade para 100% da CRA, obtendo-se 40,25% de remoção.

**Palavras chave:** biorremediação, solo, surfatante.

### **ABSTRACT**

The present study aimed to evaluate the removal of hydrocarbons from a real multicontaminated soil, coming from a region adjacent to a refinery, through a semi-solid phase biotreatment, varying the water content from 90 to 110% of WHC, with application of two different surfactant concentrations (0.1 and 1 mg.g<sup>-1</sup> of soil): a synthetic (Tween 80), and a biological one (JBR210). The assays were done in microcosm scale with the use of high-density polyethylene flasks containing 50g of soil during 42 days, with moisture and aeration adjust, aiming scale up for bioreactors. It was observed that the higher TPH removal was obtained with the treatments with higher water content, and the application of surfactants was of great importance for increasing the efficiency of the process. The assays with higher TPH removal values were both with correction of moisture for 110% of WHC, in the presence of synthetic surfactant Tween 80 and the ramnolipide-type biosurfactant JBR210 at a concentration of 1 mg.g<sup>-1</sup> of soil, after 42-day, achieving 63.66% and 57.91% of TPH removal, respectively, while the best condition without the presence of the surfactant was with moisture correction for 100% of WHC (40.25% removal).

**Keywords:** bioremediation, soil, surfactant.

## 1. INTRODUÇÃO

Com o desenvolvimento industrial dos últimos anos, diversos problemas ambientais foram agravados, dentre eles a poluição do solo por petróleo e seus derivados. O petróleo bruto é uma mistura complexa de hidrocarbonetos, muito dos quais conhecidos por serem cancerígenos, teratogênicos e mutagênicos. Também é composto por pequenas quantidades de oxigênio, enxofre e nitrogênio, assim como compostos organometálicos (SHAHSAVARI, et al., 2019).

Uma alternativa para o tratamento de áreas contaminadas é a biorremediação, que utiliza micro-organismos e/ou plantas, para biodegradar os hidrocarbonetos. O processo pode ser *in-situ* ou *ex-situ*, sendo a biostimulação uma estratégia que promove um ambiente ideal para o desenvolvimento desses micro-organismos. Dentre todos os tratamentos, podemos citar a utilização da tecnologia de biorreatores em fase semi-sólida (lama). Elas podem proporcionar um maior controle das condições operacionais ideais (umidade, aeração, agitação, entre outros), otimizando assim o processo de biorremediação. Outra opção interessante a ser considerada é a aplicação de surfatantes (químicos ou biológicos), uma vez que a degradação pode ser limitada pela baixa biodisponibilidade do óleo devido a sua baixa solubilidade em água e forte absorção em componentes inorgânicos e orgânicos do solo (HERRERA, et al., 2017; LI, et al., 2018; MANASVINI, LAL K., 2019).

## 2. OBJETIVO

O presente trabalho buscou avaliar a remoção de HTP (hidrocarbonetos totais de petróleo) em um solo multicontaminado com hidrocarbonetos e metais, em escala de microcosmos, utilizando o processo de biorremediação em fase semi-sólida, na presença de diferentes teores de água, com utilização da técnica de bioestimulação aliada a aplicação do surfatante sintético TWEEN 80 e do biosurfatante JBR210 em diferentes concentrações, visando aumento de escala para aplicação em biorreatores.

## 3. METODOLOGIA

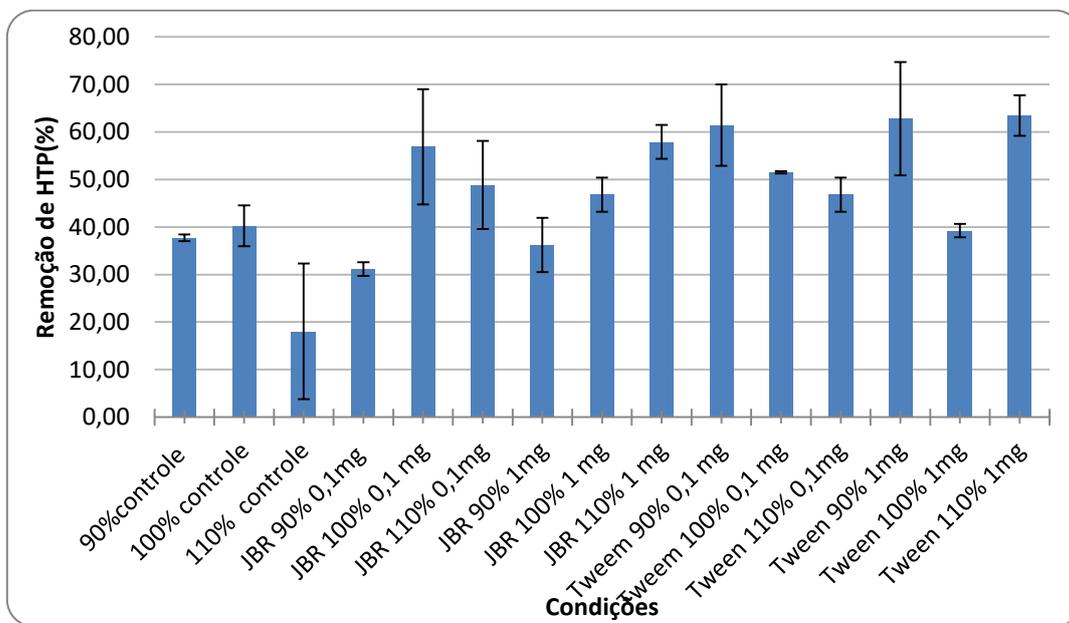
Foi utilizado um solo multicontaminado com hidrocarbonetos e metais, proveniente de uma região próxima a uma refinaria de petróleo, localizada na região sudeste do Brasil. O valor de HTP obtido foi em torno de  $50.000 \text{ mg.kg}^{-1}$  de solo, correspondendo a 5% (m/m), sendo o pH do solo no início do processo de 6,23. A relação C:N:P foi de 100:10:1. Foi utilizado o biosurfatante comercial JBR210 da empresa JENEIL Biosurfactant Company, USA. Trata-se de um ramnolipídio, que é produzido por uma linhagem de *Pseudomonas aeruginosa*, possuindo 10% de ramnolipídio em sua composição. Como surfatante de origem sintética foi utilizado o Tween 80. Para os ensaios em microcosmos foram utilizados frascos de polietileno de alta densidade de 500 mL contendo 50g do solo multicontaminado, com a umidade corrigida para 90, 100 e 110 % da CRA. Foram utilizadas diferentes concentrações de surfactante sintético e biológico (0,1 e  $1 \text{ mg.g}^{-1}$  de solo). Todos os ensaios foram realizados em duplicata, utilizando frascos de sacrifício, no período de 42 dias, a fim de avaliar a remoção dos hidrocarbonetos totais de petróleo (HTP). Os sistemas foram aerados e homogeneizados três vezes por semana, assim como foram corrigidos os teores de umidade para os valores correspondentes.

O monitoramento de degradação de óleo foi realizado por espectrometria de infravermelho utilizando o equipamento infracal (modelo HATR – T2, Wilks Enterprise), de acordo com metodologia descrita por Telhado (2009).

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A figura 1 apresenta o gráfico de remoção de hidrocarbonetos (HTP) nos diferentes tratamentos utilizando ensaios em fase semi-sólida, na presença de diferentes teores de umidade e diferentes concentrações de agentes tensoativos. O ensaio com melhor resultado de remoção foi na presença do surfatante de origem sintética Tween 80, na concentração de  $1 \text{ mg.g}^{-1}$  de solo, com a umidade corrigida pra 110% da CRA (63,46%), enquanto no ensaio com biosurfatante, nas

mesmas condições obteve-se remoção de 57,91%. Para o ensaio com correção de umidade para 100% da CRA, a melhor concentração de surfatante foi de 0,1 mg.g<sup>-1</sup> de solo, tanto para o surfatante sintético quanto para o biossurfatante, onde foram obtidas remoções de 51,52% e 56,90%, respectivamente. No ensaio com a correção de umidade para 90% da CRA, o que obteve o melhor resultado foi o tratamento na presença do surfatante de origem sintética com a concentração de 1mg.g<sup>-1</sup> de solo (62,79%). Para o ensaio com biossurfatante JBR na mesma concentração, obteve-se uma remoção de 36,21%. Considerando os ensaios controle, com apenas correção de umidade, a melhor condição foi obtida com a correção de umidade para 100% da CRA (40,25% de remoção).



**Figura 1:** Gráfico de remoção de HTP(%) no ensaio em microcosmos.

Assim como no presente estudo, diversos trabalhos apontam que ensaios em meio semi- sólido apresentam valores significativos de remoção de HTP. Um trabalho realizado por Bezza & Chirwa (2016) aplicou um biossurfatante do tipo lipopeptídico em reatores de lama para o tratamento de um solo contaminado com 3064 mg.kg<sup>-1</sup> de solo, de hidrocarbonetos. Os ensaios ocorreram no período de 45 dias, com 400g de solo em 1L de água destilada, com diferentes tratamentos, sendo eles: adição de 3g de biossurfatante apenas (R1), adição de 3g de biossurfatante com bioestimulação (R2), bioestimulação sem a presença de biossurfatante (R3) e o ensaio controle (R4), apenas com ajuste do teor de água. Como resultado, ocorreu a remoção de HTP de 86% para R1, 83% para R2, 79% para R3, e 57% R4, demonstrando que apenas a correção de umidade pôde atingir altos valores de remoção, porém a presença de agentes tensoativos potencializaram a remoção. Em um trabalho realizado por Mansur et al., 2016 foi realizado um tratamento em microcosmos em fase lama com proporção de água:solo de 1:1. As condições estudadas variaram entre bioestimulação com nutrientes, bioaumento, e aeração com agitação, onde se obteve na melhor condição 97% de remoção em 90 dias de tratamento, demonstrando a eficiência deste tipo de tratamento.

Como continuidade deste estudo, estão sendo realizados testes em biorreatores em fase semi-sólida, que estão sendo desenvolvidos com o intuito de otimizar as condições de homogeneização e aeração, buscando maiores resultados de remoção, sendo o menos oneroso possível. Esses ensaios utilizarão as melhores condições apresentadas nos ensaios em microcosmos.

## 5. CONCLUSÕES

O presente estudo apresentou resultados promissores de degradação de óleo em solos multicontaminados nos ensaios de biorremediação em microcosmos em fase semi-sólida. O melhor resultado de remoção (63,46%) foi obtido no ensaio com adição de surfatante de origem sintética Tween 80, na concentração de  $1 \text{ mg.g}^{-1}$  de solo, com a umidade corrigida pra 110% da CRA, enquanto no ensaio com a adição do biosurfatante nas mesmas condições foi obtido 57,91% de remoção de HTP. Estes resultados embasarão a ampliação da escala para biorreatores.

## 6. AGRADECIMENTOS

Agradeço ao CETEM/MCTI pela infraestrutura. Ao CNPQ pela concessão da bolsa PIBIC. Agradeço também às minhas orientadoras, Daniele Leonel da Rocha e Cláudia Duarte da Cunha, por toda paciência, ensinamentos e ajuda.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BEZZA, F.A.; CHIRWA, E.M.N. The role of lipopeptide biosurfactant on microbial remediation of aged polycyclic aromatic hydrocarbons (HAPs) - contaminated soil. **Chemical Engineering Journal**. 563-576. 2017.

HERRERA, D.O.P.; PECHAUD, Y.; HUGUENOT, D.; EPOSITO, G.; HULLEBUSH, E.D.; OUTURAN. Removal mechanisms in aerobic slurry bioreactors for remediation of soils and sediments polluted with hydrophobic organic compounds: An overview. *Journal of Hazardous Materials*. 2017.

LI, X.; FAN, F.; ZHANG, B.; ZHANG, K.; CHEN, B. Biosurfactant enhanced soil bioremediation of petroleum hydrocarbons: Design of experiments (DOE) based system optimization and phospholipid fatty acid (PLFA) based microbial community analysis. **International Biodeterioration & Biodegradation** 132. 216-225. 2018.

MANASVINI, Lal K. Potential Pollutants in Soil System: Impacts and Remediation. In: Dagar J., Yadav R., Sharma P. (eds) **Research Developments in Saline Agriculture**. Springer, Singapore. 2019.

MANSUR, A.A.; TAHA, M.; SHAHSAVARI, E.; HALEYUR, N.; ADETUTU, E.M.; BALL, A.A. An effective soil slurry bioremediation protocol for the treatment of Libyan soil contaminated with crude oil tank bottom sludge. **International Biodeterioration & Biodegradation** 115.179-185p. 2016.

SHAHSAVARI, E.; SCHWARZ, A.; ABURTO-MEDINA, A.; BALL, A.S. Biological Degradation of Polycyclic Aromatic Compounds (PAHs) in Soil: a Current Perspective. **Current Pollution Reports**. 2019.

TELHADO, M.C.S.C.L. *Avaliação da biodisponibilidade de contaminante orgânico em solo*, Dissertação M.Sc., Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola de Química, Rio de Janeiro, Brasil, 124p, 2009.