

Atividade microbiana do solo e avaliação ecotoxicológica utilizando o organismo *Enchytraeus crypticus* em solo contaminado por borra oleosa

Palavras-Chave: Petróleo, biodegradação, ecotoxicologia de solo

Autora:

Giovanna Maria Gomes - Faculdade de Tecnologia da UNICAMP

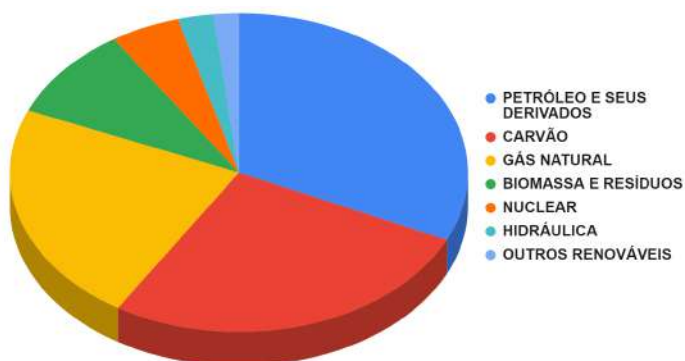
Prof^a Dr^a Cassiana Maria Reganhan Coneglian (orientadora) - Faculdade de Tecnologia da UNICAMP

INTRODUÇÃO

O uso predatório dos recursos energéticos e, majoritariamente das fontes de energia não renováveis, influenciam na magnitude dos impactos causados pelas atividades humanas sobre o meio ambiente.

O petróleo e seus derivados correspondem à maior parcela da matriz energética mundial, como ilustrado na Figura 1.

Figura 1. Matriz energética do mundo (ano base 2017)

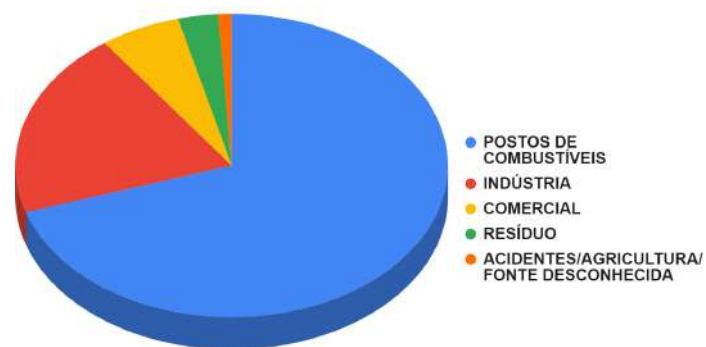


Fonte: IEA, 2018.

Além de se tratar de uma fonte de energia que a natureza não possui condições de repor em um horizonte de tempo compatível com a demanda humana, o petróleo e seus derivados possuem propriedades que conferem ao combustível características de toxicidade e persistência no ambiente.

Segundo o Relatório do órgão ambiental do Estado de São Paulo, sobre às áreas Contaminadas e Reabilitadas no Estado de São Paulo (2020), os postos de combustíveis são a atividade responsável pela maioria das áreas contaminadas do estado (Figura 2)

Figura 2. Áreas contaminadas do estado de São Paulo por atividade



Fonte: CETESB, 2020.

Entre as atividades desenvolvidas nos postos de comercialização de combustíveis, encontra-se a troca de óleo usado. O óleo lubrificante é utilizado para reduzir o atrito nas peças dos automóveis, no entanto, após um período de uso, perde suas propriedades ótimas e torna-se um resíduo.

O óleo usado ou contaminado é constituído por hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs), ácidos orgânicos, dioxinas e metais pesados, que conferem ao resíduo periculosidade, sendo classificado como resíduo Classe I (ABNT, 2004). Devido sua classificação, a Resolução CONAMA 362/2055, dispõe que a destinação final adequada para o óleo lubrificante queimado é o rerrefino.

O não atendimento da legislação expõe os compartimentos ambientais, e, a poluição por óleo contaminado pode afetar a qualidade do ar, da água e do solo.

O solo é um recurso vital para o desenvolvimento das atividades ecossistêmicas, de modo a sua

exposição constante a poluentes orgânicos incitou a busca por técnicas que buscassem sua remediação, entre elas, a biorremediação.

A técnica de biorremediação é uma das dez técnicas mais utilizadas na remediação de áreas contaminadas cadastradas no Estado de São Paulo (CETESB, 2020). A biorremediação consiste em aproveitar a capacidade dos microrganismos em degradar poluentes orgânicos complexos, como os HPAS, em substâncias menos tóxicas ou ainda, promover a mineralização do poluente.

Entretanto, a aplicação de uma técnica de biorremediação em uma área contaminada deve ser precedida por estudos, para avaliar a viabilidade do tratamento, verificando a capacidade dos organismos presentes naquele solo em biodegradar o poluente e determinando assim a melhor técnica a ser aplicada.

Além disso, é fundamental a realização de estudos ecotoxicológicos com solos contaminados, pois permitem avaliar os efeitos dos poluentes sobre a fauna do solo, complementando estudos geoquímicos.

Os organismos escolhidos para realização dos testes de toxicidade devem ser bons bioindicadores da qualidade do solo, ou seja, ser integrantes dos processos ecológicos, sensíveis a variações no ambiente, apresentar ampla distribuição e retratar a condição de sustentabilidade do ecossistema. Além disso, é importante que o organismo apresente facilidade de cultivo e permita a reprodutibilidade dos testes.

Pertencente à classe Oligochaeta, o organismo *Enchytraeus crypticus* (Figura 3) é uma das principais espécies utilizadas em ensaios ecotoxicológicos, sendo um representante da fauna edáfica do solo que atende aos requisitos de bioindicadores.

Figura 3. Aspecto de *Enchytraeus crypticus*



Fonte: GRANZOTO *et al.*, 2017.

A análise do potencial de biodegradação de um solo contaminado por borra oleosa juntamente com a realização de testes ecotoxicológicos permite observar a possibilidade do emprego de técnicas de biorremediação para recuperação de solos impactados pelo derivado do petróleo e os impactos causados ao ecossistema solo pelo poluente orgânico.

Diante disto, o objetivo deste projeto seria avaliar a biodegradação da borra oleosa, provinda de empresa de troca de óleo de automóveis, e os efeitos ecotoxicológicos do contaminante para o bioindicador *E. crypticus* em solo arenoso.

METODOLOGIA:

Para análise da capacidade de biodegradação do solo contaminado com borra oleosa utilizaria-se o método de respirometria de Bartha e Pramer (Figura 4). A atividade microbiana pode ser avaliada, mediante a respiração e permite a quantificação indireta da respiração dos microrganismos, de forma que a produção de dióxido de carbono indicaria a utilização do óleo queimado como fonte de carbono e, por consequência, a ocorrência do processo de degradação. As bactérias heterotróficas e fungos seriam quantificados em Unidades Formadoras de Colônia (UFC), de acordo com a CETESB (1986).

Figura 4. Respirômetro de Bartha e Pramer



Fonte: Autor, 2019.

Para avaliação dos efeitos toxicológicos da borra oleosa, seriam realizados testes de toxicidade crônica com o bioindicador *E. crypticus*, de acordo com a norma ABNT - NBR ISO 16387/2012 (ABNT, 2012).

O cultivo do organismo (Figura 5) ocorreu em ágar nutritivo, com alimentação com farinha de aveia e correção da umidade realizadas duas vezes na semana.

Figura 5. Cultivo e alimentação *Enchytraeus crypticus*



Fonte: Autor, 2019.

Antes de serem submetidos aos testes ecotoxicológicos, os organismos deveriam ser submetidos ao teste de sensibilidade, realizado a cada seis meses. No teste, seria observado as condições dos organismos testes e a estabilidade da cultura, para realizar a padronização dos ensaios.

Os testes de toxicidade crônica seriam realizados em solo arenoso e com a adição de dez enquitreídeos clitelados em cada réplica. Cada teste possuiria duração de 21 dias. O processo de análise dos resultados iniciaria-se com a adição de álcool para provocar a morte dos organismos e, em seguida, seria acrescentado água e corante rosa de bengala, possibilitando melhor visualização e contagem dos organismos (Figura 6).

Figura 6. Finalização de teste de toxicidade com *Enchytraeus crypticus*



Fonte: Autor, 2019.

Com o programa STATISTICA 7 realizaria-se o cálculo da concentração letal (CL50) para cada concentração da borra oleosa.

RESULTADOS ESPERADOS E DISCUSSÃO:

A partir dos resultados obtidos nos ensaios de respirometria e quantificação da microbiota do solo, esperava-se avaliar a capacidade do solo com características arenosas em degradar o poluente orgânico. Diante dos resultados, seria discutido qual técnica de biorremediação poderia ser mais adequada para o solo contaminado.

Além disso, pretendia-se observar os resultados obtidos para solo arenoso e os resultados obtidos para solo argiloso (quota 2019/2020), comparando a capacidade de biodegradação em cada tipo de solo.

Em relação ao estudo ecotoxicológico, esperava-se avaliar a toxicidade do solo contaminado com borra oleosa para o *E. crypticus* na fração de solo contaminado que apresentasse menor atividade microbiana. A partir destes resultados, poderia-se compreender os efeitos causados sobre a fauna edáfica de um solo contaminado pelo derivado de petróleo.

Em função da pandemia, o trabalho realizado tratou-se de uma revisão bibliográfica, que reuniu estudos de solos contaminados por petróleo e derivados, que concluíram a degradação dos poluentes,

promovendo sua redução. Além de estudos que evidenciaram a sensibilidade do *E. crypticus* frente a exposição a diversos contaminantes, como cobre, vinhaça e gasolina.

CONCLUSÕES:

A realização de ensaios para analisar a capacidade dos microrganismos presentes em solos contaminados em biodegradar poluentes é um estudo preliminar importante para aplicação de métodos de remediação. Além disso, complementar as análises com estudos toxicológicos permite compreender os efeitos do poluente não apenas sobre características físicas e químicas do solo, mas também biológicas.

O organismo *E. crypticus* vem reforçando sua aplicabilidade em testes de toxicidade, por apresentar sensibilidade à variações ambientais, ampla distribuição, fácil cultivo e reprodutibilidade.

Acredita-se que os resultados encontrados teriam complementado e enriquecido a pesquisa realizada no projeto de IC 0 quota 2019/2020, demonstrando o comportamento de tipos diferentes de solo quando contaminados por borra oleosa.

AGRADECIMENTOS

À professora Cassiana pela oportunidade e orientação. Aos meus pais e namorado pelo apoio. Aos cientistas e profissionais da saúde que vêm trabalhando no combate ao coronavírus. À Faculdade de Tecnologia e ao CNPq.

BIBLIOGRAFIA

ABNT. **ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.** NBR 10.004: Resíduos Sólidos – Classificação. Rio de Janeiro, 2004.

ABNT. **ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.** NBR ISO 16.387: Qualidade do solo - Efeitos de poluentes em Enchytraeidae) - Determinação de efeitos sobre reprodução e sobrevivência, 2012.

CETESB. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Contagem em placas de bactérias heterotróficas. Norma Técnica L5. 201-São Paulo, 1986.

CETESB, Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Relação de Áreas Contaminadas e Reabilitadas do Estado de São Paulo. São Paulo, 2020.

CONAMA, Resolução nº 362, de 23 de junho de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. "Dispõe sobre o recolhimento, coleta e destinação final de óleo lubrificante usado ou contaminado". Publicada no Diário Oficial da União em 27/06/2005. Brasília, DF.

GRANZOTO, M.; OLIVEIRA, D. MENEZES-OLIVEIRA, V.B.; PIRES, M.G.S.; REGANHAN-CONEGLIAN, C.M.

the interaction between *enchytraeus crypticus* and mites change the sensitivity of organisms? 12^a SETAC Latin America. Santos, Brazil. 2017.

IEA, International Energy Agency. Matriz Energética Mundial. Disponível em: <https://www.iea.org>. Acesso em: 01 de jul. de 2021.