



Biorremediação de solo contaminado por borra oleosa com a aplicação de aditivo biológico

Giovanna Maria Gomes (bolsista); Cassiana Maria Reganhan Coneglian (orientadora)
Faculdade de Tecnologia – campus I de Limeira
giovannagomes096@gmail.com

Resumo

Os combustíveis fósseis consolidam o modelo industrial moderno, possuindo aplicabilidade nas tecnologias e representatividade como fonte de energia. No entanto, a intensa atividade petrolífera tem provocado a contaminação do solo, causando diversos impactos no desenvolvimento do ecossistema terrestre. O petróleo e seus derivados são constituídos por uma mistura de hidrocarbonetos, como benzeno, tolueno, etil-benzeno e xileno (BTEX), e pequenas quantidades de enxofre, nitrogênio e oxigênio em proporções variadas. Estes compostos orgânicos apolares apresentam baixíssima reatividade e solubilidade em água, e elevada tendência à sorção a partículas sólidas. Contudo, a atividade metabólica dos microrganismos é capaz de realizar a transformação, redução, mineralização ou remoção dos contaminantes do solo, no processo denominado biorremediação. Para realizar a escolha de uma técnica de remediação é necessário realizar estudos prévios da situação da área contaminada, entre eles o estudo ecotoxicológico do contaminante para os organismos do solo. Diante disto, este estudo teve como objetivo avaliar a capacidade de biodegradação por atenuação natural da borra oleosa (óleo queimado) provinda da indústria automotiva em solo argiloso. O estudo foi complementado pela avaliação ecotoxicológica de hidrocarbonetos utilizando o organismo *Folsomia candida*, pertencente à classe *Collembola*, importante representante da fauna edáfica. Os resultados indicaram que a gasolina apresentou toxicidade para os organismos edáficos analisados.

Palavras-chave:

Hidrocarbonetos, biorremediação, ecotoxicologia.

INTRODUÇÃO

Em 2019, o Brasil foi o maior produtor e consumidor de petróleo e seus derivados da América Central e do Sul, cenário que causa preocupações, pois o processo de extração, produção, uso e descarte do petróleo e seus derivados é capaz de provocar grandes impactos ambientais. No mesmo ano, os postos de comercialização de combustíveis responderam por 71% do total de áreas contaminadas no estado de São Paulo comprometendo a segurança do meio ambiente.

Os postos de comercialização de combustíveis, dentre suas atividades, realizam a troca de óleo lubrificante, cuja principal função é diminuir o atrito entre as partes móveis de um veículo. Com o uso, o óleo perde propriedades ótimas e exige substituição. O óleo lubrificante usado ou contaminado é descartado, e nos locais de troca são armazenados formando uma borra oleosa, caracterizada como resíduo perigoso Classe I, devido seu caráter tóxico e inflamável.

Em solos contaminados por óleo queimado e outros derivados de petróleo, os hidrocarbonetos aromáticos, como benzeno, tolueno, etil-benzeno e xileno, conhecidos como BTEX, se destacam. O BTEX apresenta caráter cancerígeno aos seres vivos e recalcitrante no meio ambiente.

O frequente impacto dos hidrocarbonetos sobre o solo, motivou o desenvolvimento de técnicas eficazes para sua remediação. A técnica de biorremediação baseia-se na capacidade das atividades metabólicas de microrganismos promoverem a biodegradação de

compostos orgânicos, permitindo a transformação, degradação ou remoção dos contaminantes do solo.

Para aplicação de uma técnica de biorremediação, é fundamental o estudo prévio da condição da área contaminada, entre eles o estudo ecotoxicológico. A análise ecotoxicológica considera os efeitos da sinergia de contaminantes presentes no ambiente sobre a fauna terrestre, complementando resultados geoquímicos.

O estudo ecotoxicológico é realizado mediante bioensaios utilizando organismos testes integrantes dos processos ecológicos, sensíveis a mudanças ocorridas nos ecossistemas e que apresentam ampla distribuição. Os organismos representantes fauna edáfica, como *Folsomia candida* e *Enchytraeus crypticus*, possuem alto potencial como bioindicadores.

Dessa forma, o objetivo desse projeto seria avaliar a capacidade de biodegradação no solo de hidrocarbonetos presentes na borra oleosa e realizar o estudo ecotoxicológico dos contaminantes através de bioensaios com o organismo *Folsomia candida*. Devido a pandemia, não tornou-se possível a avaliação da biodegradação realizando-se apenas os estudos da ecotoxicidade através de outro derivado de petróleo, a gasolina, com os organismos *Folsomia candida* e *Enchytraeus crypticus*.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Primeiramente, realizou-se testes de sensibilidade com os organismos, necessários para a padronização e avaliação da saúde das culturas. Submeteu-se dez

organismos de cada espécie à cinco concentrações de ácido bórico e, decorrido o período de teste, realizou-se a contagem dos organismos. Ambos resultados evidenciaram a letalidade dos organismos teste ao ácido bórico a partir de uma dada concentração. Obteve-se a concentração de efeito de EC = 146,16 mg/L para *F. candida*, e de EC = 110,9 mg/L para *E. crypticus*. O comportamento de cada espécie no teste encontra-se nas Figuras 1 e 2.

Figura 1. Resultados do teste de sensibilidade utilizando o ácido bórico e o organismos *Folsomia candida*

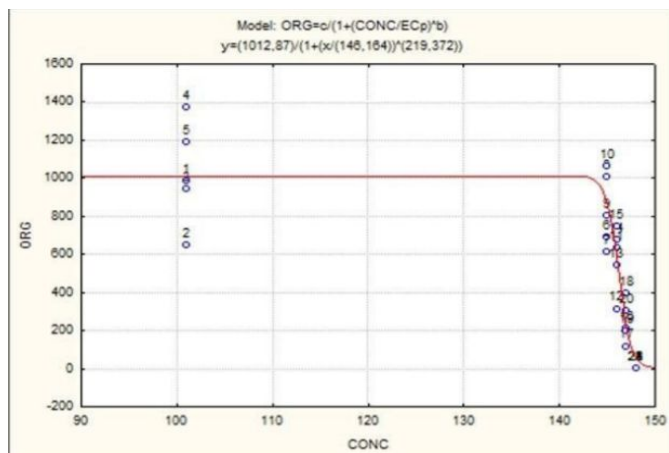
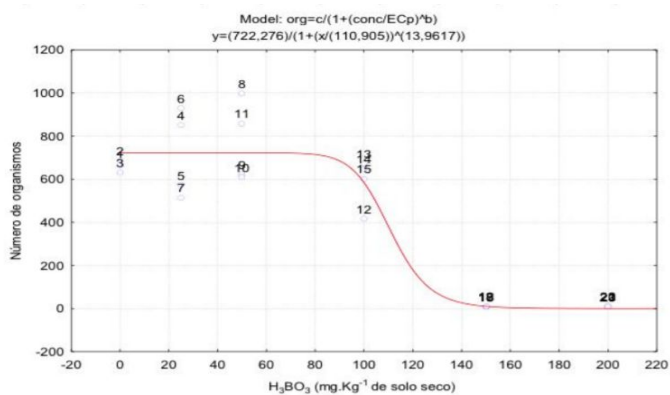


Figura 2. Resultados do teste de sensibilidade com o ácido bórico e o organismos *Enchytraeus crypticus*



A análise estatística dos dados confirmou a homogeneidade e confiabilidade dos testes de sensibilidade, verificando-se a aptidão dos organismos para os testes de toxicidade.

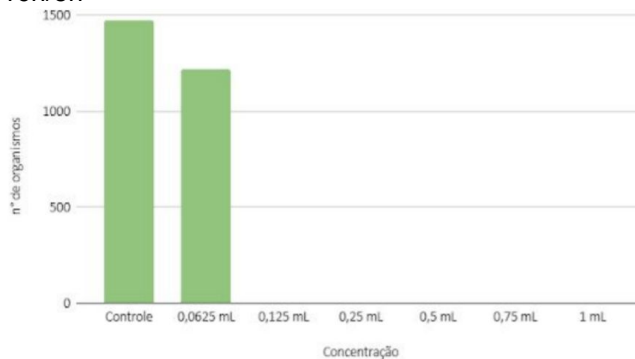
Realizou-se testes de toxicidades da gasolina para os organismos *F. candida* e *E. crypticus* em Solo Artificial Natural (SAT) utilizando-se o controle (sem a presença do poluente) e seis concentrações: 1,0; 0,75; 0,50; 0,25; 0,125; 0,0625 mL.

O teste com *F. candida* teve duração de 28 dias. Decorrido o período de teste, realizou-se a contagem do número de organismos presente em cada concentração através de programa computacional. Os resultados do teste com *F. candida* e gasolina encontram-se na Figura 3.

Para todos os testes desenvolveu-se as análises estatísticas, verificando-se pelo ANOVA a homogeneidade e significância de cada teste.

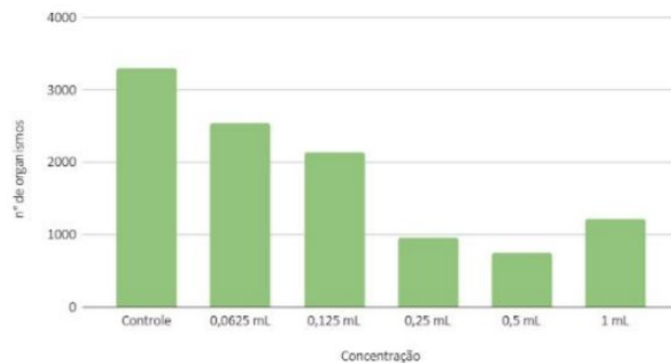
Os resultados indicam a letalidade da gasolina para os organismos em concentrações acima de 0,0625 mL. Portanto, é possível observar os efeitos letais da gasolina sobre o organismo da fauna edáfica na primeira concentração utilizada.

Figura 3. Resultados da quantificação do número de organismos *Folsomia candida* expostos a gasolina durante 28 dias, a temperatura de $20 \pm 2^\circ\text{C}$ e fotoperíodo de 16h/8h



O teste realizado com *E. crypticus* teve duração de 21 dias. Decorrido o período de teste, realizou-se a contagem do número de organismos presente em cada concentração de forma manual. Os resultados do teste com *E. crypticus* e gasolina encontram-se na Figura 4.

Figura 4. Resultados da quantificação do número de organismos *Enchytraeus crypticus* expostos a gasolina durante 21 dias, a temperatura de $22 \pm 2^\circ\text{C}$ e fotoperíodo de 16h/8h



Os resultados do teste de toxicidade com *E. crypticus* e gasolina indicaram menor letalidade da gasolina para os os enquitreídeos de que para os colêmbolas, sendo os primeiros encontrados vivos em todas as concentrações (Figura 4). Acima da concentração de 0,0625 mL, ocorreu uma redução no número de organismos, entretanto, na concentração de 1,0 mL o número de organismos cresce.

CONCLUSÕES

O cultivo de *F. candida* e *E. crypticus* está se realizando com sucesso no LAECOS, permitindo a aplicação dos organismos edáficos em bioensaios. Observou-se a reafirmação dos organismos edáficos utilizados como bioindicadores estáveis, fornecendo informações sobre os efeitos da sinergia dos poluentes.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, a professora Cassiana e à todas minhas colegas de laboratório pelo apoio e auxílio no desenvolvimento desta pesquisa. A Faculdade de Tecnologia e ao SAE.

ANP- Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. Anuário Estatístico Brasileiro do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis 2020.

CETESB, Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Relação de Áreas Contaminadas e reabilitadas no Estado de São Paulo. São Paulo, 2017.

VIOTTI, Marcela Aguiar Portugal et al. Biorremediação de solo contaminado por óleo lubrificante usado em biopilha de bancada. Cadernos UniFOA. v.12, n. 34, 2017.