

# POTENCIAL DE ALGUMAS ESPÉCIES VEGETAIS PARA REMEDIAR SOLO CONTAMINADO COM DIESEL

## POTENTIAL OF SOME VEGETABLE SPECIES TO REMEDY CONTAMINATED SOIL BY DIESEL

<sup>1</sup>ZAPPAROLI, R.A.; <sup>1</sup>SARTORI, S.B.; <sup>1</sup>CANIZELLA, B. T.; <sup>2</sup>DEMÉTRIO, G.B.;  
<sup>3</sup>SACHS, L.G; <sup>3</sup>MATSUMOTO, L.S.; <sup>4</sup>BRITO, O. R.

<sup>1</sup>Discente do curso de Ciências Biológicas/Universidade Estadual do Norte do Paraná–UENP/FALM

<sup>2</sup>Biólogo do Dep. Produção Vegetal da Universidade Estadual do Norte do Paraná – UENP/FALM

<sup>3</sup>Docente da Universidade Estadual do Norte do Paraná – UENP/FALM

<sup>4</sup>Docente do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Estadual de Londrina – UEL

### RESUMO

A fitorremediação, processo que utiliza espécies vegetais como agente descontaminante, vem apresentando bons resultados em solos contaminados por metais pesados, resíduos industriais, agrotóxicos entre outros. A espécie a ser utilizada como fitorremediadora, o material contaminante, o nível de contaminação e o tipo de solo, são alguns dos fatores que ainda necessitam de mais estudos. Este estudo foi desenvolvido com o objetivo de identificar e avaliar o potencial de algumas espécies vegetais para fitorremediar solos contaminados com diesel. Foram avaliadas duas espécies: *Canavalia ensiformes* e *Crotalaria spectabilis*. O experimento foi conduzido em casa de vegetação na Universidade Estadual de Londrina (UEL) com delineamento inteiramente casualizado e arranjo fatorial 2x4, duas espécies vegetais e quatro níveis de contaminação do solo com diesel (0, 1, 2 e 4 % m/v). Os resultados obtidos permitem concluir que a contaminação do solo reduziu o conteúdo de nutrientes e a matéria seca de todas as espécies testadas.

**Palavras-chave:** Recuperação de solos, HPAs, Seleção de plantas, Fitorremediação.

### ABSTRACT

The phytoremediation, process that uses plant species as a decontaminant, has showing good results in soil contaminated with heavy metals, industrial waste, agricultural chemicals among others. The species being used as phytoremedial, the material contaminant, the level of contamination and soil type, are some of the factors that still need more studies. This study was developed with the goal of identifying and evaluating the potential of some plant species to phytoremediate soil contaminated with diesel. We evaluated two species: *Canavalia ensiformes* and *Crotalaria spectabilis*. The experiment was conducted in a greenhouse in Londrina State University (UEL) with a completely randomized design and 2x4 factorial arrangement, two plant species and four levels of soil contamination with diesel (0, 1, 2 and 4% w / v). The results show that soil contamination reduced the content of nutrients and dry all species tested.

**Keywords:** Soil recovery, HPAs, Plant selection, Phytoremediation.

## INTRODUÇÃO

O desenvolvimento industrial e o crescimento populacional estão relacionados a um grande número de ações que põem em risco o ambiente. Neste contexto, o petróleo e seus derivados têm presença importante e, os impactos ambientais decorrentes de derrames têm sido motivo de preocupação e estudo de vários pesquisadores como Bento et al. (2003). A especificidade da contaminação do solo por diesel reside no fato deste possuir na sua composição uma mistura de hidrocarbonetos de petróleo (> 90% de sua composição), compostos sulfurados, organo-metálicos e oxigenados. Os hidrocarbonetos (HPAs) são compostos de baixa densidade e a maioria insolúveis em água (AZAMBUJA et al., 2000).

O método que utiliza plantas para acelerar o processo de degradação e ou remoção de poluentes em solo ou água contaminados, apresenta resultados promissores para metais pesados, HPAs, agrotóxicos, explosivos, solventes clorados e subprodutos industriais (PIRES et al., 2003). Este processo denominado fitorremediação baseia-se na tolerância de algumas espécies vegetais a determinados compostos orgânicos, resultantes de processos como a translocação para outros tecidos da planta, com subsequente volatilização, degradação parcial ou completa do contaminante ou ainda a transformação em compostos menos tóxicos que permanecem ligados a tecidos da planta (compartimentalização) (ACCIOLY & SIQUEIRA, 2000; PIRES et al., 2003).

Entretanto, algumas características devem ser consideradas como indicativos para a seleção de plantas com algum potencial para fitorremediação, tais como: capacidade de absorção; retenção do contaminante nas raízes; sistema radicular profundo e denso; alta taxa de crescimento; capacidade transpiratória elevada; facilidade de colheita; elevada taxa de exsudação radicular; resistência a pragas e doenças; facilidade de aquisição ou multiplicação de propágulos; facilidade de controle ou erradicação; adaptação a ambientes diversos e ocorrência natural em áreas poluídas. Miller (1996) já salientava que se torna difícil reunir todas estas características numa só planta, na maioria dos testes avalia-se plantas isoladas, entretanto várias espécies

podem ser usadas em um mesmo local para a remoção de um ou mais contaminante. Apesar de existirem limitações, os benefícios apresentados pela fitorremediação a tornam uma técnica promissora e trabalhos neste sentido vêm sendo realizados por pesquisadores como Brito et al. (2006) entre outros. Diante do exposto, este trabalho teve por objetivo avaliar o potencial de duas espécies vegetais em remediar solo contaminado por diesel.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação na Universidade Estadual de Londrina (UEL) em Londrina – PR, em delineamento inteiramente casualizado, com arranjo fatorial 2 x 4, tendo como fatores 2 espécies vegetais e 4 níveis de contaminação por diesel (0, 1, 2 e 4%) com 4 repetições. Utilizou-se um Latossolo Vermelho Eutroférico na profundidade de 0-20 cm, acondicionado em vasos com capacidade para 1,8 kg de terra. As análises químicas e granulométricas do solo foram realizadas utilizando-se os métodos recomendados por EMBRAPA (1997). O solo foi contaminado com diesel comercial em 0, 1, 2 e 4% considerando-se volume de contaminante por massa de solo ( $V_{\text{diesel}}/m_{\text{solo}}$ ). Durante a fase experimental a umidade do solo foi mantida em 70% da capacidade máxima de retenção de água, a semeadura das diferentes espécies testadas foi realizada no mesmo dia da contaminação do solo, com desbaste após 15 dias. Para avaliar o potencial de fitorremediação foram testadas as seguintes espécies vegetais, *Canavalia ensiformes* (Feijão-deporco) e *Crotalaria spectabilis* (Crotalária).

Após 60 dias da semeadura promovendo-se o corte da parte aérea das plantas na altura do colo. Após a lavagem, as amostras foram embaladas e secas (60°C) em estufa de circulação forçada de ar até obtenção de massa constante. O material seco foi pesado e moído em moinho tipo Willey com peneira de 20 mesh de malha. O material foi submetido à digestão nítrico-perclórica para determinação dos teores de K e P, e a digestão sulfúrica para análise do N. O K foi determinado por fotometria de chama e o P por espectrofotometria. Para determinação do N utilizou-se a metodologia micro-Kjedahl (MALAVOLTA et al., 1997). Os dados obtidos foram submetidos à

análise de variância, regressão linear e comparados pelo teste de Tukey a  $p < 0,05$  de probabilidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A produção de matéria seca da parte aérea foi influenciada significativamente pela interação entre níveis de contaminação do solo com diesel e as espécies testadas. Com a contaminação do solo houve significativa redução da produção de matéria da parte aérea para todas as espécies, entretanto cabe ressaltar que o feijão-de-porco foi à espécie que apresentou a menor redução (Tabela 1). Estes resultados estão de acordo com Brito et al. (2006) que trabalhou com solo arenoso contaminado com diesel e também observou que o feijão-de-porco apresentou a menor taxa de redução de crescimento.

As espécies testadas apresentaram comportamento diferente quanto à resposta à contaminação do solo. No tratamento controle, que representa o solo em condições normais de cultivo, pode-se observar que as diferentes espécies testadas apresentaram diferenças quanto ao potencial de produção de matéria seca da parte aérea (Tabela 1). Os resultados indicam que além das diferenças morfofisiológicas também há diferenças quanto à taxa inicial de crescimento e de tolerância à contaminação de cada espécie testada. A espécie feijão-de-porco foi a que apresentou a maior produção tanto no solo normal como no solo com o maior nível de contaminação.

**Tabela 1:** Produção de matéria seca da parte aérea (g/vaso) das diferentes espécies testadas, em função dos níveis de contaminação do solo por diesel.

Espécies	Diesel (%)			
	0	1	2	4
Feijão-de-porco	17,40 A	10,11 A	6,65 A	2,73 A
Crotalária	6,01 B	1,36 B	0,52 B	0,19 B

Médias seguida de mesma letra nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância. C.V.: 25,89% e D.M.S: 3,92 (g/vaso).

O conteúdo de nutrientes na matéria seca da parte aérea das plantas testadas foi influenciado significativamente pela interação entre as espécies estudadas e os níveis de contaminação por diesel (Tabela 2). Estes resultados estão de acordo com o que foi observado por Amadi et al. (1993) que, trabalhando com espécies herbáceas, verificou que a contaminação do solo com diesel reduziu o desenvolvimento vegetal e a absorção de nutrientes pelas plantas.

Quando se considera o efeito das espécies sobre a absorção e acúmulo de nutrientes básicos na matéria seca da parte aérea (Tabela 3), observa-se comportamento diferencial entre as espécies tanto no tratamento testemunha como no solo contaminado com diesel. Neste contexto, destaca-se o feijão-de-porco que apresentou os maiores conteúdos de K no solo contaminado, diferindo da outra espécie testada. Comportamento oposto foi relatado por Amadi et al., (1993) com redução no conteúdo de potássio em solo contaminado por petróleo.

A quantidade total de nitrogênio e fósforo contido na matéria seca da parte aérea (g/vaso) variou com as espécies testadas (Tabela 3). A dinâmica do nitrogênio pode diferir em solos contaminados e não contaminados por HPAs devido a alterações nas propriedades físicas, químicas e biológicas dos solos causadas por estes hidrocarbonetos o que acaba por interferir na absorção das plantas (WHITE et al., 2006).

**Tabela 2.** Equações de regressão e coeficientes de determinação para o conteúdo de macronutrientes da matéria seca da parte aérea das espécies estudadas, em função dos níveis de contaminação do solo por diesel.

Elemento	Espécie	Equação	R <sup>2</sup>
<b>Nitrogênio</b>	Feijão-de-porco	$\hat{y} = 0,444583 - 0,001610x$	0,96
	Crotalária	$\hat{y} = 0,180819 - 0,009112x$	0,89
<b>Fósforo</b>	Feijão-de-porco	$\hat{y} = 0,012708 - 0,000337x$	0,78
	Crotalária	$\hat{y} = 0,009889 - 0,000550x$	0,84
<b>Potássio</b>	Feijão-de-porco	$\hat{y} = 0,372917 - 0,010275x$	1,00
	Crotalária	$\hat{y} = 0,136319 - 0,007312x$	0,86

**Tabela 3.** Conteúdo de nitrogênio, fósforo e potássio (g/vaso) na matéria seca da parte aérea das diferentes espécies vegetais testadas, em função dos níveis de contaminação do solo com diesel.

Espécies	Diesel (%)			
	0	1	2	4
----- N (g/vaso) -----				
<b>Feijão-de-porco</b>	0,46 A	0,25 A	0,140 A	0.062 A
<b>Crotalária</b>	0,20 B	0,05 B	0,017 B	0.000 B
C.V.: 23,55% D.M.S: 0,057 (g/vaso)				
----- P (g/vaso) -----				
<b>Feijão-de-porco</b>	0,013 AB	0,0072 A	0,0070 A	0,0037 A
<b>Crotalária</b>	0,011 AB	0,0017 B	0,0002 B	0.0001B
C.V.: 31,27% D.M.S: 0,004(g/vaso)				
----- K (g/vaso) -----				
<b>Feijão-de-porco</b>	0,38 A	0,26 A	0,17 A	0.07 A
<b>Crotalária</b>	0,15 B	0,03 B	0,007 B	0.000 B
C.V.: 27,32% D.M.S: 0,09 (g/vaso)				

Médias seguida da mesma letra maiúscula nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Entre as espécies testadas o feijão-de-porco foi que mais acumulou nitrogênio na matéria seca da parte aérea e diferiu significativamente da crotalária, independentemente do nível de contaminação considerado. Para o acúmulo de fósforo na matéria seca a Apesar da literatura disponibilizar resultados que permita comparações sabe-se que de modo geral, a disponibilidade de nitrogênio e fósforo está entre os fatores que mais limitam o crescimento das plantas (MALAVOLTA et al., 1997) e a remediação de solos contaminados (SARKAR et al., 2005).

## CONCLUSÃO

- A contaminação por diesel reduziu a matéria seca de todas as espécies testadas;
- Todos os nutrientes tiveram o seu conteúdo na matéria seca da parte aérea reduzido em função do aumento nos níveis de contaminação do solo por diesel.
- *Canavalia ensiformes* foi a espécie que manteve plantas no mais alto nível de contaminação.

## REFERÊNCIAS

ACCIOLY, A. M. A.; SIQUEIRA, J. O. Contaminação química e biorremediação do solo. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V.; V. H.; SCHAEFER, C. E. G. R. **Tópicos em Ciência do Solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2000. v. 1. p. 299-352.

ALVAREZ, P.J.J. **Fitorremediação: Princípios, Aplicações, Méritos e Limitações**. Disponível em:

<http://www.ekossbrasil.org/seminario/default.aso?idiomald=1> em: 08dez. 2006.

AMADI, A.; DICKSON, A. A.; MAATE, G. O. Remediation of soil Polluted soils:1. Effect of organic and inorganic nutrient supplements of performance of maize (*Zea may* L.). **Water, Air and soil Pollution**, Ontario, v. 66, p. n.1, 59-76, 1993.

AZAMBUJA, E.; CANCELIER, D. B.; NANNI, A. S. **Contaminação dos solos por LNAPL: discussão sobre diagnóstico e remediação**. II SIMPÓSIO DE PRÁTICA DE ENGENHARIA GEOTÉCNICA DA REGIÃO SUL, 2000. Disponível em: <<http://www.azambuja.com.br/acervo.pdf/eosul2000> >. Acesso em: 27 dez. 2006.

BENTO, F. M.; CAMARGO, F. A. O.; OKEKE, B.; FRANKENBERG-JÚNIOR, W. T. Bioremediation of soil contaminated by diesel oil. **Brazilian journal of microbiology**, n. 34, p. 65-68, nov. 2003.

BRITO, O. R.; PAVANELLI, A. G.; GUEDES, C. L. B.; KOGA, L. J.; BRITO R. M. Evaluation of the fitorremediação in soil polluted by diesel. In: 18TH WORLD CONGRESS OF SOIL SCIENCE, NEW METHODS FOR LARGE-AREA ASSESMENT OF SOIL DEGRADATION-Poster, 160. 2006, Philadelphia, Pennsylvania, USA.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA: **Manual de métodos de análise de solo**. 2ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 1997. 213 p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba. Potafos, 1997. 319 p.

MILLER, R.R. **Phytoremediation**. Disponível em:<http://www.qwrtac.org/> Acesso em: 10dez.2006.

PIRES, F.R.; SOUZA, C.M.; SILVA, A.A. PROCÓPIO, S.O.; FERREIRA, L.R., Fitorremediação de solos contaminados com herbicidas. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 21, n. 2, p. 335-341, 2003.

WYSZKOWSKI, M.; WYSZKOWSKA, J.; ZIÓLKOWSKA, A. Effect of soil contamination with diesel oil on yellow lupine yield and macroelements content. **Plant Soil Environ.**, Olsztyn, v.50, n.2, p. 218-226, 2004.

WHITE, P. M.; WOLF, D. C.; THOMA, G. J.; REYNOLDS, C. M. Phytoremediation of alkylated polycyclic aromatic hydrocarbons in a crude oil contaminated soil. **Water, Air and Soil Pollution**, v. 169, p. 207-220, 2006.