

A UTILIZAÇÃO DA FITORREMEDIAÇÃO EM ÁREAS CONTAMINADAS POR PETRÓLEO E SEUS RESÍDUOS

Francine Viana¹ (FURG), Thayná M. B. Correia (FURG), Maria Isabel Machado² (FURG)
César B. Costa (FURG), Paulo Baisch (FURG)

¹ fravivi@gmail.com

² isabel@log.furg.br

Os resíduos oriundos da indústria do petróleo são preocupação atual do setor produtivo e das agências ambientais. Os hidrocarbonetos de petróleo, constituintes destes resíduos, são compostos orgânicos persistentes no ambiente e possuem a característica de bioacumulação nos organismos. A busca por alternativas tecnológicas para a recuperação de áreas contaminadas por petróleo vem crescendo significativamente, pois os riscos ocorrem desde o processo de extração, transporte, refino, até o seu consumo. Entre os métodos utilizados para a remediação destes ambientes contaminados tem se priorizado o uso de técnicas *in situ*, por apresentarem baixo custo e reduzido risco de contaminação secundária. Entre as técnicas biológicas de remediação destaca-se a fitorremediação, que consiste no uso de vegetação para a descontaminação de ambientes impactados por poluentes orgânicos ou inorgânicos. Os vegetais podem atuar diretamente, absorvendo, acumulando ou metabolizando os compostos nos tecidos, ou indiretamente, alterando as condições físico-químicas do sedimento, propiciando a imobilização ou alteração química de compostos tóxicos. O objetivo do presente trabalho é avaliar a eficiência da fitorremediação na recuperação de solos contaminados por petróleo e por resíduos do processo de refino, através da utilização da gramínea *Spartina alterniflora*, espécie dominante típica de marismas da região sul do Brasil. As plantas foram retiradas de uma marisma da região estuarina da Lagoa dos Patos, na cidade de Rio Grande (RS), e aclimatadas durante 15 dias em estufa. Após esse período, foi realizado o transplante para recipientes de vidro de 90 cm² contendo o solo arenoso que foi homogeneizado e contaminado. Além do experimento controle, com o cultivo em solo não contaminado, foram realizados dois tratamentos, o cultivo em contaminação com petróleo pesado e o cultivo em solo contaminado com a borra de tanque, proveniente da decantação das frações mais pesadas do óleo durante o armazenamento na Refinaria Ipiranga, em Rio Grande. As plantas foram cultivadas em estufa não climatizada durante 60 dias e foram feitas amostragens ao longo do tempo avaliando as características do solo e da planta. Foram feitas análises de hidrocarbonetos totais de petróleo (TPH), hidrocarbonetos alifáticos e aromáticos (HPAs), nutrientes (nitrogênio e fósforo), carbono orgânico total (COT) e granulometria nas amostras de solo. As análises de hidrocarbonetos alifáticos e aromáticos foram realizadas por cromatografia gasosa. A fitorremediação apresenta-se eficiente na recuperação de áreas impactadas e pode representar uma tecnologia promissora como alternativa econômica para a redução da poluição causada por contaminantes da indústria do petróleo.

biorremediação, fitorremediação, resíduos de petróleo, Spartina alterniflora

1. INTRODUÇÃO

Os contaminantes orgânicos são poluentes muito comuns e podem ter origem natural (componentes do petróleo) ou antropogênica como a síntese de compostos químicos. O consumo global de óleo mineral e de produtos químicos orgânicos sintéticos vem aumentando há décadas, conseqüentemente, a contaminação da água, do solo e do ar por compostos orgânicos continuará sendo a maior preocupação das agências de proteção ambiental.

Alguns dessas substâncias orgânicas podem apresentar risco à saúde humana e ao meio ambiente, como os solventes (TCE), explosivos (TNT), pesticidas (antrazinas), preservativos de madeira e hidrocarbonetos de petróleo (gasolina, benzeno, tolueno, hidrocarbonetos policíclicos aromáticos). Muitos desses compostos são persistentes e possuem a capacidade de bioacumulação nos microorganismos, plantas e animais (Schwarzenbach et al., 1993; Stumpf, 2004).

O petróleo é uma mistura complexa de compostos orgânicos gasosos, líquidos e sólidos onde os hidrocarbonetos de 4 a 26 átomos de carbono constituem 75% do peso do óleo, dividindo-se em alcanos, alcenos, alcinos, ciclo alcanos e aromáticos (Neff, 1979). Os diversos segmentos da indústria do petróleo apresentam impactos ao meio ambiente, desde a exploração e produção de petróleo e gás, no refino e transporte e na distribuição e revenda de combustíveis.

Os hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs) têm ocorrência natural em depósitos de carvão e petróleo e na biossíntese por micróbios e plantas, mas a fração maior é proveniente das atividades humanas, como a queima incompleta de combustíveis fósseis, efluentes industriais, esgotos, atividades da indústria do

petróleo (Kennish, 2004). Além disso, constituem importância ambiental e toxicológica pelas suas propriedades carcinogênicas, mutagênicas e teratogênicas, constituindo os hidrocarbonetos mais tóxicos (Sisino, 2003; Manaham, 1994).

Os HPAs são substâncias lipofílicas que apresentam uma grande persistência no ambiente, distribuindo-se nos compartimentos ambientais em diferentes proporções dependendo das propriedades físico-químicas do composto e do ambiente. A fotoxidação, a oxidação química e a transformação por organismos aquáticos são os principais processos degradativos nos ambientes estuarino e marinho (Neff, 1979; Clark, 2003).

A cidade de Rio Grande apresenta importante atividade portuária para a região dentro do Mercosul, com o maior porto do estado do Rio Grande do Sul. A indústria do petróleo atua nas atividades de refino, armazenamento, transporte e distribuição de combustíveis. Estão presentes além da refinaria Ipiranga, terminais marítimos de transporte e estocagem de petróleo e derivados, postos de abastecimento, além disso, recentemente foi estabelecida na região, instalações para a construção de plataformas de petróleo da Petrobras. Assim, a região torna-se vulnerável à ocorrência de acidentes e a poluição crônica por petróleo.

A Fundação Universitária Federal do Rio Grande (FURG) em convênio com a Agência Nacional do Petróleo (ANP) vêm desenvolvendo técnicas para a remediação de ambientes contaminados por óleo como a biorremediação através da bioestimulação e do uso de biosurfactantes, caracterizando a fração de alifáticos e aromáticos durante e após o processo de biorremediação. Além disso, tem sido estudado o cultivo hidropônico de *S. alterniflora* em água de produção proveniente de refinarias de petróleo, a fim de verificar seus efeitos sobre a sobrevivência e crescimento da *S. alterniflora* e a eficiência da espécie na eliminação de substâncias tóxicas deste efluente.

O presente estudo tem como objetivo verificar o potencial de fitorremediação da *S. alterniflora* no tratamento de solos contaminados por petróleo e caracterizar a ciclagem dos hidrocarbonetos aromáticos no ambiente.

2. REVISÃO DA LITERATURA

Entre os métodos atualmente utilizados para a remediação de ambientes contaminados tem se priorizado o uso de técnicas de remediação *in situ*, por apresentarem baixo custo e não apresentarem contaminação secundária. As técnicas biológicas de remediação têm-se destacado na descontaminação de solos e água, incluindo a fitorremediação, ou seja, o uso de plantas para a descontaminação de ambientes impactados por poluentes orgânicos ou inorgânicos (Pires et al., 2005).

Os vegetais podem atuar diretamente, absorvendo, acumulando ou metabolizando os compostos nos tecidos, ou indiretamente, alterando as condições físico-químicas do sedimento, propiciando a imobilização ou alteração química de compostos tóxicos. Os mecanismos diretos são a fitoextração, fitodegradação e fitovolatilização e os indiretos são a fitoestabilização e fitoestimulação/rizodegradação (Dinardi et al., 2003; Zynda, 2005; ITRC, 2001). Para poluentes orgânicos biodegradáveis os mecanismos de fitorremediação compreendem a rizodegradação ou fitoestimulação, a qual explora o efeito estimulante que as raízes proporcionam aos processos microbiais e as alterações físico-químicas na rizosfera; a fitodegradação, onde a planta metaboliza os poluentes orgânicos em compostos menos tóxicos e as incorpora nas células vegetais por enzimas específicas; e a fitovolatilização onde o contaminante é assimilado pela planta e liberado para a atmosfera através da transpiração da planta (Joner & Leyval, 2003; Baird, 2002).

A fitorremediação vem sendo estudada como alternativa para recuperação áreas contaminadas por óleo. Raízes de gramíneas foram utilizadas para remediação de solos contaminados por óleo em um estudo realizado por Merkl et. al (2005). Estudos realizados na costa da Louisiana (EUA) destacam diversos trabalhos desenvolvendo a fitorremediação como tecnologia promissora na recuperação de áreas degradadas. Além disso, ressaltam a eficiência da grama de marisma *Spartina alterniflora* na fitorremediação de contaminação por óleo. Através do aumento do potencial redox do solo, pelo sistema de vasos aéreos comunicantes as plantas de marismas promovem a oxidação e o crescimento de microorganismos, facilitando a degradação aeróbica do óleo (Mendelssohn & Oianxin, 2003; Davis, 2002). Segundo Watts et al. (2005), *Spartina alterniflora* desenvolvida em sedimentos contaminados por HPAs apresentam o contaminante tanto nas folhas quanto nas raízes.

Diferentes espécies vegetais vêm sendo utilizadas como bioindicadoras e bioacumuladoras de vários poluentes, retirando do ar, solo e água, diminuindo assim suas concentrações no meio ambiente (Costa, 2004). Como vegetação típica de marismas da região sul do Brasil, *Spartina alterniflora* apresenta-se como espécie dominante das porções freqüentemente alagadas. As marismas possuem grande importância ambiental e comercial, uma vez que servem como zonas de criação de peixes, moluscos e crustáceos, fornecendo proteção e alimento para a fauna e abrigando a costa contra processos erosivos (Nogueira, 2003). Sendo assim, as marismas podem trocar com a lagoa além de matéria orgânica dissolvida e particulada, nutrientes e poluentes liberados pelas atividades antropogênicas. Além disso, atuam como importante agente geomorfológico, promovendo a deposição de sedimentos finos em suspensão na coluna d'água e suas densas raízes da vegetação reduzem a erosão do sedimento depositado (Selliger, et al., 1997).

3. METODOLOGIA

Foram cultivados exemplares de *Spartina alterniflora* em solo contaminado com petróleo e resíduo da decantação dos tanques de armazenamento de petróleo em estufa não climatizada, no biotério do Campus Carreiros da FURG.

O solo foi coletado da região estuarina da Lagoa dos Patos, na cidade de Rio Grande. Após o solo ser homogêneo e peneirado para que fossem retirados os rizomas e raízes das plantas originais, foi realizada a contaminação com petróleo e com resíduo de decantação dos tanques de armazenamento (borra de tanque) da refinaria de petróleo Ipiranga (Rio Grande/RS), em concentração de 2% e 4% v/v solo/resíduo. A mistura foi transferida para recipientes de vidro de 90 cm³ e foram transplantadas 12 hastes de *Spartina alterniflora* (com raízes intactas e livres de rizomas e de solo) para cada recipiente. No experimento controle foi realizado o cultivo sem a adição do contaminante.

As plantas foram adquiridas do “Spartinário” do Departamento de Oceanografia da FURG e aclimatadas durante duas semanas antes de seu uso no experimento. O experimento foi mantido em estufa por 60 dias. Os vasos foram regados diariamente com água destilada e semanalmente com solução nutriente Hoagland. Foram retiradas amostras de solo ao longo do tempo em 0, 14, 30 e 60 dias. As plantas foram coletadas no último dia do experimento e foram separadas em raiz, caule e folhas para posteriores análises de hidrocarbonetos. Foram medidas as alturas de cada planta, no início e no término do experimento.

3.1 Nutriente Hoagland

Na tabela 1 estão relacionados os compostos presentes na formulação da solução nutriente Hoagland preparada em laboratório. Primeiramente, foram preparadas soluções estoques de 250mL e de 1L para elementos traços, das quais foram retiradas as quantidades necessárias (coluna da esquerda) para a preparação de 1L de solução trabalho (solução nutriente). A solução nutriente foi utilizada semanalmente, adicionando-se 10 mL por haste de *Spartina alterniflora* presente em cada recipiente.

Tabela1. Formulação utilizada para a preparação do nutriente Hoagland utilizado no experimento.

Solução Nutriente Hoagland		
Solução Estoque g/250mL		Solução Trabalho 1L (mL)
K ₂ H ₂ PO ₄	5.44	8
EDTA FeNa	1.25	4
MgSO ₄ .7H ₂ O	27.42	8
Ca(NO ₃) ₂ .4H ₂ O	14.76	8
K ₂ SO ₄	5.44	8
Solução Estoque g/L - Elementos Traços		Solução Trabalho 1L
(NH ₄) ₆ Mo ₇ O ₂₄	0.01	
H ₃ BO ₃	0.715	
MnCl ₂	0.448	4
ZnSO ₄ .7H ₂ O	0.05	
CuSO ₄ .5H ₂ O	0.0312	

3.2 Carbono Orgânico Total

O carbono orgânico total foi analisado de acordo com o método de modificado por Gaudette et al. (1974), onde o material orgânico dissolvido e particulado contido na amostra é oxidado com um volume exatamente conhecido de solução de bicromato de potássio em meio de ácido sulfúrico concentrado em excesso. A matéria orgânica é oxidada por mistura sulfocrômica, usando um indicador redox apropriado, e o oxidante em excesso (dicromato de potássio) é dosado por uma solução de sulfato ferroso 0,1N. A padronização da solução titulante é feita com glicose e o carbono orgânico é dosado como carbono de glicose (C₆H₁₂O₆).

3.3 Hidrocarbonetos Totais de Petróleo (TPH) – Óleos e Graxas

A análise de hidrocarbonetos totais de petróleo foi realizada através da determinação de óleos e graxas, em solo, por gravimetria seguindo a metodologia de extração por ultrassom da USEPA 3550B (1993).

3.4 Fósforo Total

O fósforo total foi determinado por espectrofotometria de absorção na faixa da luz visível, de acordo com Rutenberg (1992). Esse método dosa o fósforo com molibdato de amônio ((NH₄)₆Mo₇O₂₄.H₂O) em meio ácido, formando um complexo que é reduzido pelo ácido ascórbico, resultando num composto de coloração azul, cuja absorção máxima é em 885 nm. A concentração é determinada contra uma curva padrão de fosfato de potássio KH₂PO₄.

3.5 Nitrogênio Total

O nitrogênio total foi determinado pelo método de micro-Kjeldhal, onde o amônio (NH₄⁺) produzido na digestão com ácido sulfúrico (H₂SO₄) é destilado em meio fortemente alcalino e o condensado é coletado na solução de ácido bórico (H₃BO₃) e titulado com a solução de H₂SO₄.

3.6 Granulometria

A análise granulométrica do solo foi realizada segundo metodologia descrita por Suguio (1973). As amostras foram inicialmente lavadas para retirada dos sais, secas em estufa a 60°C e quarteadas. As frações grosseira e fina foram separadas por peneiramento em malha de 0,062mm. Os grãos menores que 16mm e maiores que 0,062 mm foram analisados através do método da “Escala de Wentworth” onde foram peneirados em um jogo de peneiras seguindo intervalos de 0,5 µm de abertura de malha. A partir dos resultados obtidos, as frações granulométricas foram classificadas através do software SISGRAN.

3.7 Umidade

A determinação da umidade do solo foi realizada através da relação entre a massa de água presente em um certo volume de solo e a massa das partículas sólidas, no mesmo volume, expressa em porcentagem. Assim, foram pesadas 2g de solo, levadas à estufa durante 16h à 105°C, resfriadas em dessecador e levadas à peso constante.

4. RESULTADOS

Os resultados apresentados nesse trabalho são relativos às coletas de solo nos tempos 0 e 14 dias do experimento, no tratamento contendo a contaminação com o resíduo de decantação dos tanques de armazenamento de petróleo (borra de tanque). Serão discutidos os resultados de carbono orgânico total, hidrocarbonetos totais de petróleo (óleos e graxas) e a fração total de nutrientes (nitrogênio e fósforo). As análises de hidrocarbonetos alifáticos e aromáticos encontram-se em andamento.

A análise granulométrica demonstrou que o solo classifica-se como arenoso, variando entre areia média a muito fina, sendo a fração de areia fina predominante na amostra, constituindo de 13,35 e 63,22% do peso total. A figura 1 apresenta o diagrama de Shepard obtido na classificação pelo software SISGRAN. O teor de matéria orgânica no solo coletado foi 1,2 % em 5g de amostra.

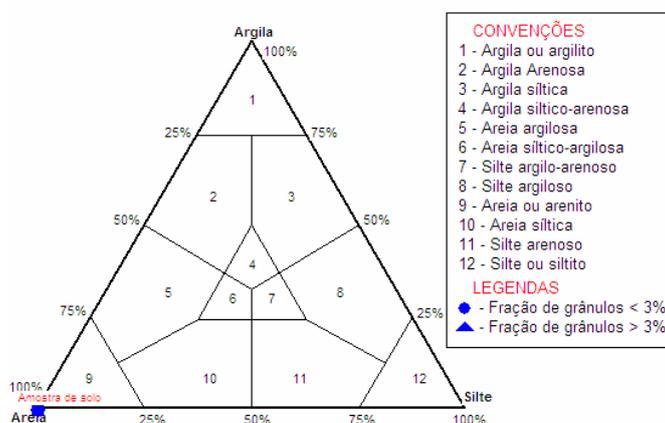


Figura 1. Diagrama de Shepard obtido através do software SISGRAN. A amostra de solo apresenta 76,58% de areia fina.

A mortalidade nos primeiros 14 dias para os experimentos controle e contaminação a 2% foi de 33%. Constatou-se a contaminação a 4% rigorosa, pois 58,4% das plantas morreram não somente pelo choque do transplante, como pela alta concentração de resíduo no tratamento. Em 30 dias a mortalidade aumentou para 91,7% no tratamento A (4%) e 50% no tratamento B (2%).

A figura 2 apresenta os resultados dos teores de nitrogênio e fósforo total no início do experimento e depois de 14 dias de cultivo, sendo que na primeira coleta de solo, ainda não havia sido adicionado solução nutriente, contendo os recipientes apenas a mistura de solo e borra de tanque. Percebe-se que a adição do contaminante contribuiu com teores de nitrogênio e fósforo no solo, pois estão presentes mesmo antes da adição do nutriente. A concentração de nitrogênio não variou significativamente. Já o fósforo, parece ter apresentado maior demanda, visto que totalmente consumido no tratamento A e teve sua concentração reduzida ao longo do tempo. Assim, recomenda-se aumentar a concentração deste nutriente na formulação da solução Hoagland.

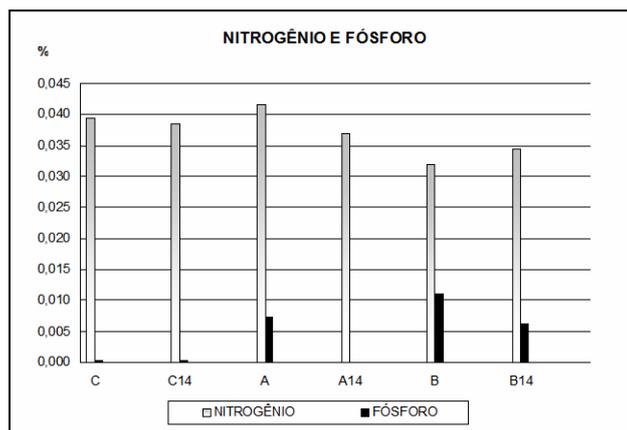


Figura 2. Teores totais de fósforo e nitrogênio. As amostras com índice 14 indicam a coleta realizada no 14º dia de experimento. (C) experimento controle, (A) contaminação a 4% e (B) contaminação a 2% p/p borra/solo.

A tabela 2 apresenta os resultados de óleos e graxas e de carbono orgânico total encontrados nos primeiros 14 dias de experimento. Os teores não apresentaram alterações significativas. Será necessário um tempo maior de avaliação do experimento para uma análise mais detalhada sobre esses parâmetros.

Tabela 2. Percentual de óleos e graxas e de carbono orgânico total encontrados nos primeiros 14 dias de experimento, indicado pelo índice 14.

	# C	# C14	# A	# A14	# B	# B14
Óleos e Graxas (%)	0.01	0.18	1.71	1.78	0.71	0.81
Carbono Orgânico Total (%)	0.04	0.02	1.15	3.20	0.50	1.65

5. CONCLUSÃO

A fitorremediação é uma técnica que apresenta resultados a longo prazo, sendo necessário um maior tempo de avaliação do comportamento da espécie frente à contaminação. A comparação com os resultados que posteriormente serão apresentados permitirá um maior detalhamento dos resultados obtidos confirmando a eficiência da *Spartina alterniflora* em estudos de fitorremediação, incluindo as análises dos tecidos das plantas.

6. REFERÊNCIAS

- BAIRD, C. (2002). Química Ambiental. 2 ed., Porto Alegre: Bookman. 622p.
 BREMMER, J. M. (1965). Total Nitrogen. Agronomy, Vol. 9, p. 1149-1178.
 CLARK, R. B. (2003). Marine Pollution. Oxford, New York. 237 p.
 COSTA, S. N. S. P. (2004). Avaliação do potencial de plantas nativas do Brasil no tratamento de esgoto doméstico e efluentes industriais em "Wetlands" construídos. Tese de Doutorado - Universidade Federal de Campinas, SP.
 DAVIS D. W. (2002). Louisiana's oil spill research and development program: 110 research awards in support of 72 projects and still counting. Louisiana State University, Baton Rouge, LA 70803.

- DINARDI A. L.; FORMAGI V. M.; CONEGLIAN C. M. R.; de BRITO N.N.; SOBRINHO, G. D.; TONSO, S.; PELEGRINI R. (2003). Fitorremediação. III Fórum de Estudos Contábeis. Faculdades Integradas Claretianas – Rio Claro, SP.
- GAUDETTE, H., MULLER, G., STOFFERS, P. (1974). An inexpensive titration method for the determination of organic carbon in recent sediments. *Journal of Sedimentary Petrology*, V. 44(1), p. 249-253.
- ITRC—Phytotechnology Technical and Regulatory Guidance Document, 2001. Technical/Regulatory Guidelines. Prepared by Interstate Technology and Regulatory [http://www.itrcweb.org/Documents].
- JONER E. J. & LEYVAL C. (2003). Phytoremediation of organic pollutants using mycorrhizal plants: a new aspect of rhizosphere interactions. *Agronomie* 23, 495–502.
- KENNISCH J. M. (2004). Ecology of estuaries: anthropogenic effects. Boca Raton, CRC Press, 494p.
- MANAHAM S. E. (1994). Environmental Chemistry. Boca Raton, Florida. CRC Press. 810p.
- MENDELSSOHN, I. A. & OIANXIN, L. (2003). The development of bioremediation for oil spill cleanup in coastal wetlands. U.S. Dept. of the Interior, Minerals Management Service, Gulf of Mexico OCS Region, New Orleans, LA. OCS Study MMS 2002-048. 84 pp.
- MERKL, N., SCHULTZE-KRAFT R., INFANTE C. (2005). Phytoremediation in the tropics e influence of heavy crude oil on root morphological characteristics of graminoids. *Environmental Pollution* 138, 86 e 91.
- NEFF, J.M. (1979). Polycyclic aromatic hydrocarbons in the aquatic environment. Sources, fates and biological effects. Applied Science, London. 262p.
- NOGUEIRA, R. X. S., (2003). Aplicação e análise da vulnerabilidade das marismas da Lagoa dos Patos a derrames de óleo. Fundação Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, RS.
- PIRES, F. R.; de SOUZA, C. M.; CECON, P. R.; dos SANTOS, J. B.; TÓTOLA, M. R.; PROCÓPIO, S. O; da SILVA A A; Silva C. S. W. (2005) Inferências sobre atividade rizosférica de espécies com potencial para a fitorremediação do herbicida tebuthiuron. *R. Bras. Ci. Solo*, 29:627-634.
- RUTTENBERG, K. C. (1992). Development of a sequential extraction method for different forms of phosphorus in marine sediments. *Limnology & Oceanography*, V. 37, p. 1460-1482.
- SCHWARZENBACH R. P.; GSCHWEND P. M. & IMBODEM D. M. (1993). Environmental Organic Chemistry. Copyright, John Wiley & Sons, Inc.. New York.
- SELLIGER, U.; ODEBRECHT, U.; CASTELLO, J. P. (1997). Os ecossistemas costeiro e marinho do extremo sul do Brasil. Rio Grande: Ecoscientia, 341p.
- SISINNO O. C.; PEREIRA NETTO, A. D.; do REGO, E. C. P.; LIMA, G. S. V. (2003) Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos em resíduos sólidos industriais: uma avaliação preliminar do risco potencial de contaminação ambiental e humana em áreas de disposição de resíduos. *Cad. Saúde Pública*, Rio de Janeiro, 19(2):671-676, mar-abr.
- STUMPF, L. (2004). Fitorremediação de áreas impactadas por resíduos oleosos produzidos por refinaria de petróleo. Relatório técnico de estagio curricular obrigatório. Curso de Agronomia, UFPel, Pelotas, RS.
- SUGUIO, K. (1973). Introdução à sedimentologia. Ed. Edgard Blücher. São Paulo. 1ª edição. p. 317.
- USEPA 3550B (1996). Ultrasonic Extraction. Disponível em <www.epa.gov/sw-846/pdfs/3550b.pdf > acesso em: 8 jun. 2005.
- WATTS A. W.; BALLESTERO, T. P; GARDNER, K. H. (2005). Uptake of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs) in Salt Marsh Plants *Spartina Alterniflora* Grown in Contaminated Sediments. *Chemosphere*.
- ZYNDA, T. (2005). Phytoremediation – A community fact sheet. Michigan State University TAB program. Great Lakes Mid-Atlantic. Center for Hazardous Substance Research.

THE USE OF PHYTOREMEDIATION IN PETROLEUM AND OIL WASTES CONTAMINATED SITES

The deriving residues of the industry of the oil are the current concern of the productive sector and the ambient agencies. The oil hydro-carbons, constituent of these residues, are persistent organic composites in the environment and possess the characteristic of accumulation in the organisms. The search for technological alternatives for the recovery of areas contaminated for oil, comes growing significantly, therefore the risks occur since the extration process, have carried, refining, until its consumption. In enters the methods used for the remediation of these contaminated environments if has prioritized the use of techniques in situ, for presenting low cost and reduced risk of secondary contamination. Phytoremediation enters the biological techniques of remediation is distinguished it, that consists of the use of vegetation for the environment decontamination affected by organic or inorganic pollutants. The vegetables can act directly, absorbing, accumulating or metabolized composites in tissues, or indirectly, modifying the conditions physiciat-chemistries of the sediment, propitiating chemical the toxic composite immobilization or alteration. The objective of the present work is to evaluate the efficiency of the phytoremediation in the ground recovery contaminated for oil and residues of the

refining process, through the use of the grassy *Spartina alterniflora*, typical dominant species of salt marshes of the south region of Brazil. The plants had been removed of a salt marsh of the estuarin region of the Lagoa dos Patos, in the city of Rio Grande (RS), and acclimatized during 15 days in greenhouse. After this period, was carried through the transplant for glass containers of 90 cm² contending the ground arenaceous that was mixed and contaminated. Beyond the experiment it has controlled, with the culture in ground not contaminated, had been carried through two treatments, the culture in contamination with oil heavy and the culture in ground contaminated with splodges more of tank, proceeding from the decantation of the weighed fractions of the oil during the storage in the Ipiranga Refinery, in Rio Grande. The plants had been cultivated in greenhouse climatized during 60 days and had not been made samplings throughout the time evaluating the characteristics of the ground and the plant. Analyses of total hydrocarbons of oil had been made (TPH), aliphatics and aromatic hydro-carbons (HPAs), nutrients (nitrogen and phosphorous), total organic carbon (COT) and grain size in the ground samples. The alifatic and aromatic fractions were analysed by gaseous chromatography. The phytoremediation is an efficient technology in the recovery of polluted sites and can represent a promising economic alternative to reduction of the contaminants of the oil industry pollution.

phytoremediation, petroleum wastes, Spartina alterniflora

Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo deste artigo.