

# **Estudo da degradação de petróleo em solo franco-arenoso com bioaumento fúngico utilizando fibra da casca de coco como material estruturante**

**Claudia Affonso Barros**

Bolsista de Iniciação Científica, Química, UFRJ

**Judith Liliana Solórzano Lemos**

Orientadora, Eng. Química, D. Sc.

## **Resumo**

Neste trabalho foi estudado o emprego da fibra de casca de coco como material estruturante no tratamento de solos contaminados por petróleo. A umidade do solo foi ajustada em 50% da capacidade de retenção de água (CRA), adequada ao desenvolvimento da microbiota nativa. O bioaumento foi equivalente a 7,0 mL de inóculo adicionado ao sistema, enquanto que a adição de fibra de casca de coco foi estudada nas concentrações de 2,5%, 5%, 7,5% e 10% do peso do solo. O acompanhamento da degradação de petróleo, neste ensaio, foi feito por meio da determinação de CO<sub>2</sub>, utilizando a cromatografia gasosa e teste de degradação. O resultado permitiu evidenciar o benefício do emprego das condições estudadas, podendo apontar a utilização da fibra da casca de coco a 10% p/p como sendo superior às outras concentrações avaliadas ao longo do experimento.

## **1. Introdução**

As questões de caráter ambiental cada vez mais preocupam as comunidades do mundo inteiro, sendo assim, a biorremediação surgiu como ferramenta para contornar problemas de contaminação provocados por poluentes como o petróleo. Neste caso, alia-se o emprego de um resíduo natural (casca de coco) para remediar o problema gerado por um resíduo acidental (solo contaminado), com o recurso biológico. Sabe-se que os microrganismos são dotados de ferramentas enzimáticas capazes de hidrolisar parcial ou completamente os contaminantes, levando-os a CO<sub>2</sub> e H<sub>2</sub>O; e que além dos nutrientes, indispensáveis ao seu desenvolvimento, uma atmosfera mais oxigenada sempre é benéfica aos microrganismos aeróbicos. É nesta questão onde a fibra de coco possivelmente contribui, promovendo um microambiente mais aerado.

A biorremediação é definida como o uso de microorganismos vivos para remoção de poluentes do solo, água e gases, podendo ser aliada a duas técnicas: bioaumento e bioestímulo (PANDEY *et al.*, 1999)

O processo de bioaumento envolve a introdução de microrganismos cultivados para degradar várias cadeias de hidrocarbonetos dentro de um sistema contaminado, enquanto que a bioestimulação consiste em introduzir nutrientes adicionais, na forma de fertilizantes orgânicos e/ou inorgânicos, em um sistema contaminado, o que estimula o aumento da população de microrganismos indígenas (Sarkar *et al.*, 2005).

Durante um processo biológico de tratamento de solos é reconhecido que a adição de material estruturante de

natureza orgânica melhora algumas das propriedades importantes destes: diminui a densidade, aumenta a porosidade, assim como a difusão de oxigênio e a permeabilidade (Rhykerd *et al.*, 1999).

A casca de coco se constitui num rejeito abundante no Brasil, com grande quantidade no consumo da fruta in natura, sendo o descarte do resíduo um problema de difícil solução. Algumas alternativas têm sido propostas para contornar o problema, por exemplo: compostagem do coco e a reciclagem mecânica. Desta forma, o emprego da fibra da casca de coco como material estruturante para o biotratamento de solos contaminados por petróleo seria uma alternativa viável, uma vez que o resíduo favoreceria a aeração das amostras, bem como serviria de nutriente, beneficiando, tanto a microbiota aeróbica nativa quanto a inoculada (Gomes, 2000).

As fibras do coco são constituídas de materiais lignocelulósicos, obtidos do mesocarpo do coco (*Cocos nucifera*). Possuem grande durabilidade, atribuída ao alto teor de lignina (41 a 45 % p/p), quando comparadas com outras fibras naturais (Amim e Pacheco, 2004).

## 2. Objetivo

O presente trabalho teve como objetivo estabelecer os benefícios do emprego da fibra da casca de coco como material estruturante, no tratamento de solos contaminados por petróleo, aliado à utilização de bioaumento fúngico.

## 3. Materiais

### 3.1. Solo

Foram utilizados kitsatos com 50g de solo, contaminado com 5% p/p de petróleo, empregando 50% da CRA do solo, fibra de coco a 50% da CRA do mesmo e 7,0 mL de inóculo fúngico.

Estão relacionados, na **Tabela 1**, as descrições de cada amostra em duplicata, com seus respectivos conteúdos.

**Tabela 1.** Descrições das amostras estudadas.

<b>Kitasatos</b>	<b>Quantidade dos materiais</b>
<b>SV</b>	50g solo virgem (SV) + 8,5mL água
<b>F1 (A e B)</b>	50g solo contaminado com petróleo sergipano (SCPS)+ 7,0 mL de inóculo + 2,5% de fibra de coco
<b>F2 (A e B)</b>	50g SCPS+ 7,0 mL de inóculo + 5% de fibra de coco
<b>F3 (A e B)</b>	50g SCPS+ 7,0 mL de inóculo + 7,5% de fibra de coco
<b>F4 (A e B)</b>	50g SCPS+ 7,0 mL de inóculo + 10% de fibra de coco
<b>F5 (A e B)</b>	50g SCPS+ 7,0 mL de inóculo
<b>SC</b>	50g SCPS + 7mL água (solo)

### 3.2. Fibra da casca de coco

A fibra utilizada foi cortada no tamanho de 3,0 cm de comprimento como tamanho padrão para os experimentos.

### 3.3. Microorganismos

O inóculo foi elaborado com 45mL de solução salina a 0,9% p/V, pH 4,0 e 5g de solo virgem. A seguir, a suspensão foi colocada sob agitação em shaker a 150 rpm e 30° C por 1h e deixado em repouso por 24h. Posteriormente, foram adicionados 5 mL dessa suspensão a 200 mL de meio de cultura Batata Dextrose Agar (BDA), ajustados em pH 4,0, com cloranfenicol. O frasco contendo BDA permaneceu em agitação a 150 rpm e 30°C. O inóculo foi adicionado aos kitsatos, após 24 h de cultivo.

## 4. Métodos

### 4.1 Determinação da CRA da Fibra de coco

A determinação da capacidade de retenção de água da fibra foi feita a partir de 2g de fibra de casca de coco, em duplicata. A fibra foi macerada com 50 mL de água por 24 h. Depois, o material umedecido foi filtrado em papel de filtro, recolhendo o sobrenadante em proveta graduada. O sistema de filtração ficou em repouso por 24 h para garantir a completa remoção da água não absorvida pela fibra. Para evitar as perdas por evaporação, o sistema foi vedado com papel de alumínio. A seguir, todos os materiais empregados na determinação foram pesados para calcular o teor de água retido pela fibra.

### 4.2. Determinação da Quantificação de CO<sub>2</sub>

O acompanhamento do processo de biodegradação foi realizado por cromatografia gasosa (modelo HP 5840) mediante a dosagem de CO<sub>2</sub> como descrito em Santos *et al.* (2003).

Na primeira semana da quantificação de CO<sub>2</sub> foram realizados cinco ensaios, 1 a cada dia da semana (de segunda a sexta) e, então, a partir da segunda semana foram realizados três ensaios por semana, até totalizar 41 dias.

### 4.3. Teste de degradação

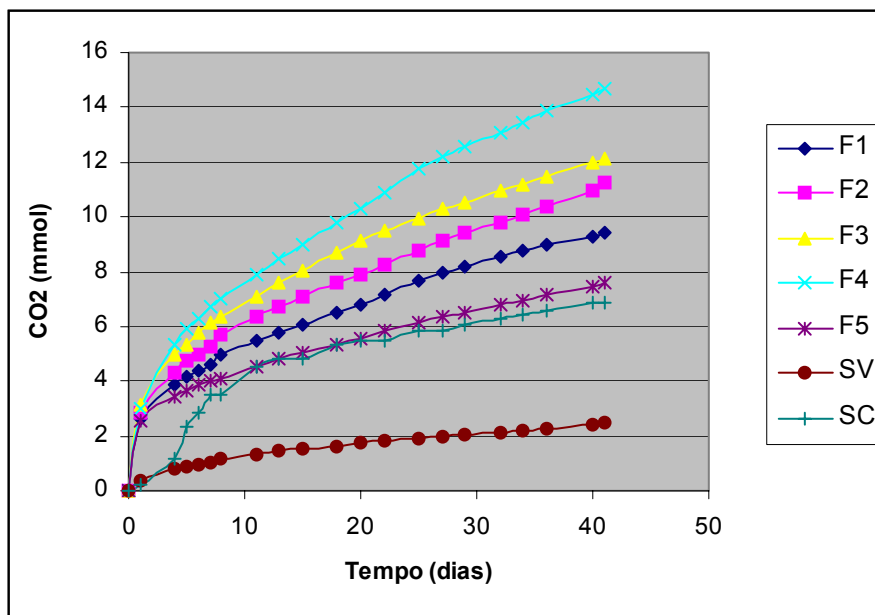
O teste de degradação foi realizado, utilizando placa de polietileno com 24 cavidades, contendo 1,8mL de meio mineral em cada cavidade, 1gota de óleo cru e 0,1 mL de inóculo fúngico. O experimento foi feito em triplicata para cada amostra descritas na **Tabela 1**. O controle de ensaio foi preparado apenas meio mineral e óleo. A placa foi deixada em estufa a 30°C por 7dias.

## 5. Resultados e Discussão

Em relação à fibra das casca de coco, a retenção de água, obtida com 2g do residuo seco, foi de 210% p/p equivalente a 100% da capacidade de retenção de água (CRA) da mesma. Portanto, para minimizar a perda de umidade da fibra para o sistema foi selecionada a CRA de 50%.

Observando os resultados da cromatografia gasosa, apresentados no gráfico da **Figura 1**, pode-se verificar que

o emprego da fibra da casca de coco no solo contaminado, com a adição de inóculo fúngico, correspondente às amostras de **F1** a **F4**, acarretou um aumento paulatino de  $\text{CO}_2$ , diretamente proporcional a concentração da fibra.



**Figura 1.** Quantificação de  $\text{CO}_2$ , por cromatografia gasosa, das amostras contendo, 2,5; 5,0; 7,5 e 10% da fibra da casca de coco e os respectivos controles, analisadas.

F1 (solo contaminado, inóculo fúngico e 2,5% de fibra); F2 (solo contaminado, inóculo fúngico e 5% de fibra); F3 (solo contaminado, inóculo fúngico e 7,5% de fibra); F4 (solo contaminado, inóculo fúngico e 10% de fibra); F5 (solo contaminado e inóculo fúngico); SC (solo contaminado); SV (solo virgem)

Assim, a amostra **F4** atingiu quase o dobro de  $\text{CO}_2$  na presença de 10% p/p de fibra (15 mmoles), comparada ao controle **F5** e **SC**, nos quais a evolução máxima do gás foi de 8 e 7 mmol, respectivamente. Portanto, o ensaio **F4** se apresenta, inicialmente, como o melhor sistema a ser utilizado.

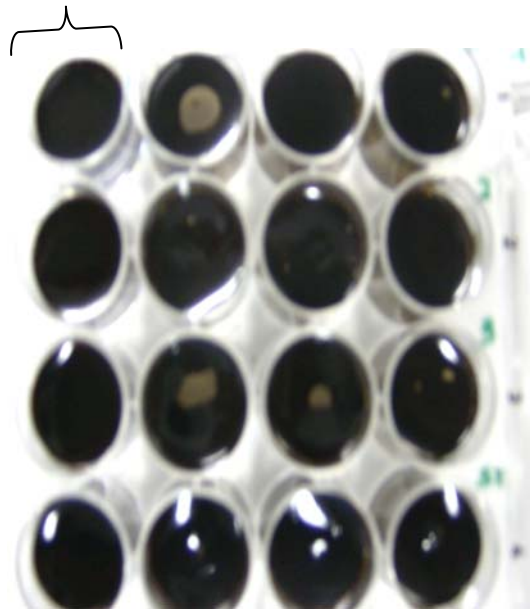
Desta forma, o monitoramento dos experimentos através da evolução de  $\text{CO}_2$  torna-se uma ferramenta válida para tal, dentro das suas limitações. Sabe-se que, nesse tipo de determinação é dosado o produto final do processo de mineralização do petróleo ( $\text{CO}_2$ ), cuja evolução não se constitui necessariamente no quadro real da degradação. Pois, existem, provavelmente, condições biológicas que não conduzem o petróleo até a etapa final da sua degradação (Oliveira, 2005).

Por meio do resultado apresentado na **Figura 2**, pode-se observar uma maior degradação do óleo pelos sistemas **F4** (solo contaminado + inóculo fúngico + fibra a 10% p/p) e **SC** (solo contaminado). Sendo, a degradação no sistema **SC** ligeiramente superior. Isto possivelmente indica a presença de maior número de microorganismos degradadores no referido sistema, visto que **SC** carece da adição de material estruturante, propiciando uma maior concentração desses microorganismos.

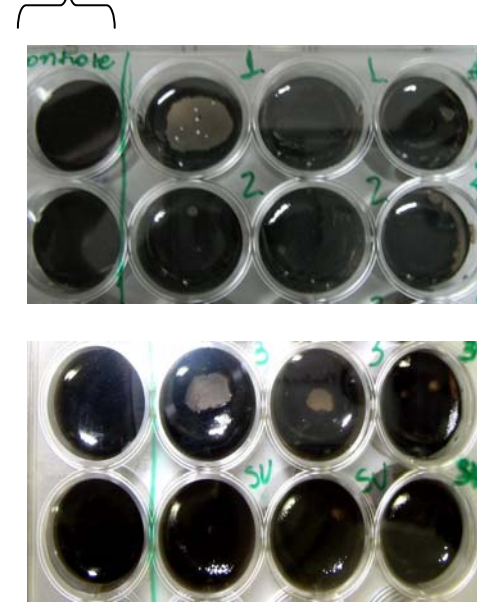
1º dia do experimento

7º dia do experimento

Controle



Controle

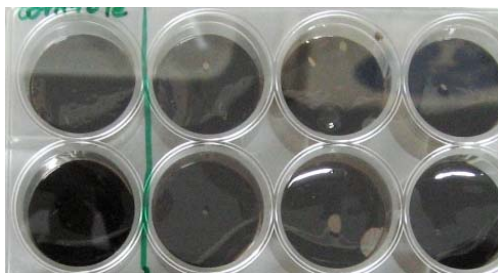


F1

F2

F3

SV



F4

F5



SC

**Figura 2 – Teste de degradação em placa de polietileno com 24 cavidades, das amostras F1, F2, F3, F4, F5, SC e SC**

F1(solo contaminado, inóculo fúngico e 2,5% de fibra); F2 (solo contaminado, inóculo fúngico e 5% de fibra); F3 (solo contaminado, inóculo fúngico e 7,5% de fibra); F4 (solo contaminado, inóculo fúngico e 10% de fibra);

F5 (solo contaminado e inóculo fúngico); SC (solo contaminado); SV (solo virgem)

## 6. Conclusão

Pode-se concluir que o sistema contendo 10% p/p de fibra de casca de coco produziu a maior produção de CO<sub>2</sub> bem como a degradação do petróleo, quando comparado às outras amostras acrescidas de material estruturante.

Por outro lado, a amostra F5 foi ligeiramente mais expressiva do que SC quanto à evolução de CO<sub>2</sub>. Inferindo,

desta forma que, a adição de fibra de casca de coco às amostras estudadas foi mais positiva que a adição somente de inoculo fúngico.

## 7. Agradecimentos

Agradeço ao Programa Institucional de Bolsa de Iniciação Científica – PIBIC/CNPq – pela bolsa concedida e a todos do Centro de Tecnologia Mineral - CETEM – que cooperaram na execução deste trabalho.

## 8. Referências Bibliográficas

Amim, P.R.P.; Pacheco, E.B.A. Mistura de polipropileno e fibra de coco

BARROS, Claudia Affonso; LEMOS, Judith Liliana Solórzano. “Estudo da degradação de petróleo em solo areno-argiloso com bioaumento fúngico utilizando casca de coco como material estruturante”. **XIV Jornada de Iniciação Científica**, CETEM, 2006.

CRAPEZ, M. A. *et al.* Biorremediação – Tratamento para o derrame de petróleo. **Ciência Hoje**. V. 30, p. 32-37, 2002.

GOMES, L.M.B, Remoção de cádmio de soluções aquosas utilizando fibra de coco-da-baía visando o tratamento de efluentes. **Tese de doutorado**. Coppe-UFRJ, 2000.

OLIVEIRA, Sabrina Dias; LEMOS, Judith Liliana Solórzano. “Biodegradação de Petróleo de solo areno-argiloso por fungo filamentosos”. **XIII Jornada de Iniciação Científica**, CETEM, 2005.

PANDEY, A., SELVAKUMAR, P., SOCCOL, C.R. & NIGAM, P. Solid state fermentation for the production of industrial enzymes. **Current science**. V.77, p. 149-162, 1999.

RHYKERD, R.L., CREWS, B., McINNES, K.J. & WEAVER, R.W., Impact of bulking agents, forced aeration, and tillage on remediation of oil-contaminated soil. **Bioresource Technology**. V 67.p. 279-285, 1999.

SANTOS, R.L.C dos; RIZZO, A.C.L; LEMOS, J.L.S.; MILLIOLI, V.S.; CUNHA, C.D.; LEITE, S.G.F. Emprego de biorreatores não convencionais no tratamento de solos argilosos contaminados por petróleo 3. 2002. Relatório interno do projeto CETEM 2919 entregue ao CENPES/PETROBRÁS (Confidencial). Biblioteca do Centro de Tecnologia Mineral – CETEM, **RI2002-022-00**.

SARKAR, D.; FERGUSON, M.; DATA, R.; BIRNBAUM, S. Bioremediation of petroleum hydrocarbons in contaminated soils: Comparison of biosolids addition, carbon supplementation, and monitored natural attenuation. **Environmental Pollution**, v.136 , p.187-195, 2005.