

## ATIVIDADE MICROBIANA E ENZIMÁTICA EM SEDIMENTOS DE MANGUEZAIS CONTAMINADOS OU NÃO COM DERRAMAMENTO DE ÓLEO

MICROBIAL ACTIVITY AND ENZYMATIC ACTIVITY IN MANGROVE SEDIMENTS DISTURBED OR NOT WITH OIL

VIEIRA, R.F.<sup>1</sup>; SILVA, C.M.M.S.<sup>1</sup>; LIGO, M.A.V.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Embrapa meio Ambiente, Caixa Postal 69, 13820-000, Jaguariúna, SP  
e-mail:rosana@cnpma.embrapa.br

### Resumo

Sedimentos de mangue contaminados ou não com produtos derivados do petróleo foram avaliados quanto à atividade microbiana e enzimática. Os maiores valores de C da biomassa microbiana foram obtidos nas áreas mais próximas ao mar, independentemente da contaminação. Os valores obtidos foram, em média, 73% maiores do que o observado para a área mais longe do mar. Os sedimentos da área contaminada não apresentaram menores valores de  $C_{mic}/C_{org}$  e nem maiores valores de  $qCO_2$  o que demonstra o desenvolvimento de uma população de microrganismos bem adaptada às condições reinantes. É interessante que trabalhos posteriores estudem a diversidade destes microrganismos e o possível impacto que estas mudanças poderiam causar no caso de se adotar estratégias para recuperação desta área.

### Abstract

Disturbed and not disturbed mangrove sediments with products derived from petroleum were evaluated in relation the enzymatic and microbial activity. The highest values of microbial biomass C were obtained in areas close at the sea. The values obtained were, in average, 73% highest than that observed in the area far from the sea. The sediments of the disturbed area did not present lowest values of  $C_{mic}/C_{org}$  and nor highest values of  $qCO_2$  demonstrating the development of a microorganism community well adapted to the new conditions. It is interesting that another works research the microorganism diversity and the possible impact that this changes could cause in the case of use strategies to recuperation of this area.

### Introdução

Os manguezais são áreas localizadas nas planícies de inundação das marés, sendo um dos ambientes naturais mais degradados no Brasil, em decorrência dos sérios impactos ecológicos que ocorrem nas zonas costeiras. O Brasil tem uma das maiores extensões de manguezais do mundo, abrangendo uma área de 25.000 Km<sup>2</sup>. O manguezal de Bertioga (mangue, praias e costões) foi afetado, em novembro de 1983, pelo vazamento de 2.500 m<sup>3</sup> de óleo, devido ao rompimento do Oleoduto S. Sebastião – Cubatão.

De todos os parâmetros que determinam qualidade do solo, as variáveis microbiológicas e bioquímicas são as mais adequadas em virtude de suas sensibilidades a estresses ambientais. Para que estratégias de recuperação de áreas degradadas sejam adotadas é importante que se conheça a extensão dos distúrbios provocados no ecossistema por fatores antropogênicos.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a atividade microbiana e enzimática em solo de manguezais contaminados ou não com produtos derivados do petróleo.

### Material e Métodos

Os sedimentos dos manguezais de Bertioga foram coletados à profundidade de 0-15 cm, sendo consideradas duas áreas distintas, uma onde já havia ocorrido derramamento de óleo, considerada como contaminada, e outra sem contaminação. Em todas as localidades, as coletas ocorreram em três pontos: (A) franja (próximo ao mar), (B) transição ( $\pm 150$  m da franja); e (C) restinga ( $\pm 300$  m da franja). Para cada ponto foram coletadas 3 amostras compostas, constituídas, cada uma, por nove sub-amostras. As amostras foram coletadas a

uma distância de 20 m entre elas. Após a coleta os sedimentos foram encaminhados ao laboratório, onde foram armazenados em geladeira a 5° C, até a realização das análises. Os parâmetros avaliados foram: respiração básica (RB), carbono da biomassa microbiana (Cmic), mineralização anaeróbia de N e as atividades enzimáticas da  $\beta$ -glucosidase, fosfatase ácida e arilsulfatase. O coeficiente metabólico foi calculado a partir dos dados de RB e Cmic e expressos em  $\text{mg CO}_2 \mu\text{g Cmic}^{-1} \text{g}^{-1} \text{ solo h}^{-1}$ .

### Resultados e Discussão

A respiração básica nos sedimentos não-contaminados foi maior no local A seguido do B e do C (Tabela 2). Ao contrário, nos sedimentos contaminados a maior taxa de respiração foi obtida no local BC. No local AC a RB foi 51% menor que a verificada no local correspondente no sedimento não-contaminado. Os valores de Cmic não foram significativamente diferentes entre as duas áreas, nos locais A e B. No local C o Cmic foi 64% menor que o obtido no local CC. A atividade da  $\beta$ -glucosidase na área não-contaminada foi 27% menor no local A que a média dos locais B e C. Na área contaminada a atividade dessa enzima foi 67% menor no local AC que a verificada no local correspondente da área não-contaminada e 60% maior no local BC em relação ao local B. Não houve diferenças significativas com relação à atividade da enzima nos locais C e CC. As atividades da fosfatase ácida, por outro lado, foram 63% e 41% menores nos locais AC e BC em relação aos locais A e B, respectivamente. Não houve diferença significativa quanto à atividade desta enzima entre os locais C e CC. Na área não-contaminada a maior atividade da fosfatase ácida ocorreu no local A seguido pelo B e pelo C. Na área contaminada a maior atividade foi obtida no local BC. As atividades da arilsulfatase foram, em média, 62% maiores nos locais A e B em relação ao local C. Não houve diferenças significativas quanto à atividade da arilsulfatase entre os pontos BC e B e CC e C. No ponto AC, porém, a atividade desta enzima foi 82% menor que a obtida no ponto A. A mineralização do N foi maior nos locais A e B na área não contaminada. Na área C e CC não houve diferença significativa quanto a este parâmetro. A menor atividade de mineralização do N foi obtida no local BC, onde os resultados foram, inclusive, negativos.

Na área contaminada somente o parâmetro respiração básica do solo foi menor que o observado na área não contaminada. As atividades enzimáticas dos sedimentos tenderam, de forma geral, a serem menores no ponto AC. Apesar do menor conteúdo de Corg no sedimento AC o valor da razão Cmic/Corg foi alto, comparativamente aos outros tratamentos. Como esta razão reflete a disponibilidade de substrato para a microflora do solo (Joergensen & Scheu, 1999), esperava-se que neste local fosse encontrado um valor menor de Cmic, devido ao menor conteúdo de C orgânico. Neste caso, pressupõe-se a presença de uma microflora totalmente diferente daquela encontrada nos outros locais e com eficiência mais elevada na utilização dos compostos de C presentes na área. Esta hipótese é corroborada pelos dados de  $q\text{CO}_2$  ou taxa de respiração específica da biomassa. Um aumento neste índice tem sido interpretado como efeito de estresse provocado pelo aumento na demanda de  $\text{CO}_2$  pela comunidade de microrganismos ou por mudança na estrutura da comunidade (Anderson & Domsch, 1990). Altos valores de  $q\text{CO}_2$  sugerem que mais energia é gasta para sobrevivência do que para crescimento dos microrganismos. Não houve, porém diferenças significativas entre as duas áreas quanto a este índice, à exceção dos locais C e CC. Apesar das razões Cmic/Corg e  $q\text{CO}_2$  serem considerados eficientes indicadores de qualidade de solo, isto parece não estar ocorrendo para os sedimentos de mangue. Valores menores de  $q\text{CO}_2$  em ambientes de mangue perturbados comparativamente ao não-perturbados já tem sido citado na literatura (Dinesh et al., 2004).

Em decorrência do longo tempo que se passou desde o acidente ecológico na área contaminada, uma população microbiana totalmente diferente daquela encontrada nos outros locais pode ter se desenvolvido. É interessante que trabalhos posteriores estudem a diversidade destes microrganismos e o possível impacto que estas mudanças poderiam causar no caso de se adotar estratégias para recuperação destas áreas. Esta área serviria também como local adequado para seleção de microrganismos com grande potencial para degradar produtos derivados do óleo. O ponto BC seria também um local de extrema importância para o estudo de microrganismos envolvidos no ciclo do N, uma vez que, apesar do alto teor de N total, a mineralização do N foi negativa.

## Conclusões

Estes dados pressupõem que a contaminação do sedimento de mangue com produtos derivados do óleo levou ao desenvolvimento de uma população microbiana totalmente diferente daquela da área não contaminada. Os dados relativos à mineralização do N fortalecem esta hipótese, uma vez que mesmo com o valor mais elevado de N total no local BC a mineralização de N foi nula.

Tabela 1. pH, condutividade elétrica, teor de N total e C orgânico nos dois sedimentos de mangue.

Local de coleta	pH (H <sub>2</sub> O)	C.E.	N-total (mg kg <sup>-1</sup> )	CO (%)
Sedimentos de área não-contaminada				
Franja	4,27	17,54 abc	8245 a	15,85 a
Transição	3,93	15,72 bc	7140 ab	14,95 ab
Restinga	3,83	17,04 abc	5691 bc	12,46 bc
Sedimentos de área contaminada				
Franja	3,77	19,24 a	4306 c	7,66 d
Transição	4,57	18,54 ab	8434 a	16,10 a
Restinga	3,83	14,52 c	4309 c	9,70 cd

Médias seguidas de mesma letra, dentro de cada coluna, não diferem entre si pelo teste LSD a 5% de probabilidade.

Tabela 2. Respiração básica, C da biomassa microbiana (Cmic), percentagem de Cmic em relação ao Corg (Cmic/Corg) e coeficiente metabólico (qCO<sub>2</sub>) em sedimentos de mangue contaminados ou não com produtos derivados do óleo.

Local de coleta	Respiração básica µg CO <sub>2</sub> g <sup>-1</sup> solo h <sup>-1</sup>	Cmic µg C g <sup>-1</sup>	Cmic/Corg %	qCO <sub>2</sub> mg CO <sub>2</sub> µg Cmic g <sup>-1</sup> h <sup>-1</sup>
Sedimento não-contaminado				
Franja	58,05 a	1629,64 a	1,03 b	37,00 a
Transição	43,36 b	1418,68 a	0,93 bc	37,23 a
Restinga	31,87 bc	399,31 b	0,32 c	80,87 b
Sedimento contaminado				
Franja	28,43 c	1300,75 a	1,71 a	22,28 a
Transição	59,04 a	1703,43 a	0,65 ab	37,29 ab
Restinga	29,84 c	1118,14 a	1,22 bc	27,18 a

Médias seguidas de mesma letra, dentro de cada coluna, não diferem entre si pelo teste LSD a 5% de probabilidade.

Tabela 3. Atividades enzimáticas da β-glucosidase, fosfatase ácida e arilsulfatase em sedimentos de mangue contaminados ou não com produtos derivados do óleo.

Local de coleta	β-glucosidase	Fosfatase ácida	Arilsulfatase
(µg p-nitrofenol g <sup>-1</sup> solo)			
Sedimento não-contaminado			
Franja	28,23 c	108,33 a	146,30 a
Transição	37,43 b	86,37 b	148,87 a
Restinga	38,47 b	30,17 d	56,40 b
Sedimento contaminado			
Franja	9,3 d	39,77 d	27,53 c
Transição	61,47 a	50,70 c	144,57 a
Restinga	39,68 b	35,30 d	69,60 b

Médias seguidas de mesma letra, dentro de cada coluna, não diferem entre si pelo teste de LSD a 5% de probabilidade.

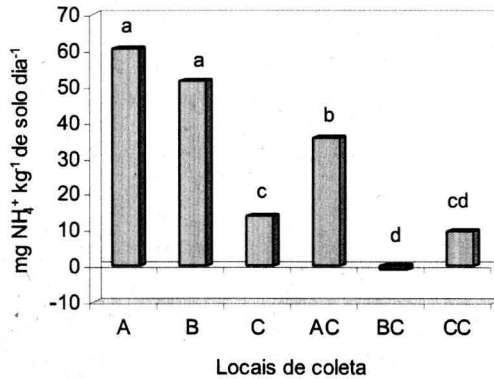


Figura 1. Mineralização do nitrogênio em solos de mangue contaminados ou não com produtos oriundos do óleo. Erro padrão = 4,45

#### Referências

ANDERSON, T.H.; DOMSCH, K.H. Application of eco-physiological quotients ( $qCO_2$  and  $qD$ ) on microbial biomasses from soils of different cropping histories. **Soil Biology and Biochemistry**, v.22, p. 251-255, 1990.

DINESH, R.; CHAUDHURI, S.G.; GANESHAMURTHY, A.N.; PRAMANIK, S.C. Biochemical properties of soils of undisturbed and disturbed mangrove forests of South Andaman (India). **Wetlands Ecology and Management**, v.12, p. 309-320, 2004.

JOERGENSEN, R.G.; SCHEU, S. Depth gradients of microbial and chemical properties in moder soils under beech and spruce. **Pedobiologia**, v.43, p. 134-144, 1999.

VANCE, E.D.; BROOKES, P.C.; JENKINSON, D.S. An extraction method for measuring soil microbial biomass C. **Soil Biology and Biochemistry**, v.19, p. 703-707, 1987.