

## AVALIAÇÃO DOS METAIS Pb, Cd E Mn EM *Rhizophora mangle* L. DE ÁREAS DE MANGUEZAL DA REGIÃO DE SANTO AMARO, BAHIA – BRASIL

Ana Cláudia Oliveira Cavalcante\*  
Ana Carla dos Santos Cardim\*\*  
Luzimar Gonzaga Fernandez\*\*\*

**Resumo:** A Baía de Todos os Santos (BTS) representa um importante patrimônio energético designado à subsistência das comunidades ribeirinhas. Regiões de manguezal integrantes desta baía e aquelas circunvizinhas são alvos preferenciais de negativas ações antropogênicas, de origem urbana e/ou industrial, fato este que compromete a integridade ecológica e interfere no desenvolvimento normal da biota local. Espécies vegetais nativas podem atuar como importantes bioindicadores de impacto ambiental ou, ainda, bioacumuladores, sobretudo pela sua capacidade em acumular e biomagnificar metais. Esta pesquisa objetivou quantificar os teores dos cátions metálicos Pb, Cd e Mn em folhas e rizóforos de *Rhizophora mangle* L. do manguezal do entorno dos rios São Lourenço e Tatiba, Santo Amaro – Bahia, e correlacioná-los com as atividades humanas desenvolvidas na área-estudo. As amostras foram coletadas em 2 estações previamente definidas e demarcadas com auxílio de um GPS e acondicionadas em sacos plásticos, conservados em caixas isotérmicas e transportadas ao Laboratório de Estudos em Meio Ambiente (LEMA). As análises químicas foram executadas após o preparo das amostras de folhas e rizóforos por secagem, trituração e digestão em termorreator. A determinação das concentrações dos metais realizou-se utilizando espectrômetro de absorção atômica com chama. Os Resultados obtidos revelaram acumulações e/ou metabolizações diferenciadas para o elemento Mn, fato este provavelmente associado aos diferentes processos impactantes atuantes na área em estudo. Entretanto, a análise não foi conclusiva para Pb e Cd, tendo em vista os valores apresentarem-se abaixo do limite de detecção do método.

**Palavras-chaves:** Manguezal; Metais pesados; Santo Amaro.

### INTRODUÇÃO

Ocupada por extensas áreas de manguezal, tidas como “Áreas de Proteção Permanente” pelo Código Florestal (Lei Federal nº 4771 de 16 de setembro de 1965), a Baía de Todos os Santos - BTS constitui-se em um importante patrimônio energético e biológico para os ecossistemas costeiros (RODRIGUES et al., 1989; OLIVEIRA et al., 1996; SUPERINTENDÊNCIA DE RECURSOS HÍDRICOS, 1999; CHAGAS, 2004).

Os ecossistemas manguezais são considerados, em todo o mundo, como representativos de alta produtividade e abundância de organismos vivos, porém de relativa, mas significativa diversidade biológica. Assim sendo, constituem-se em berçários naturais de distintas espécies de microorganismos, animais e vegetais, e seu principal destaque deve-se a sua representação múltipla

\* Graduada em Ciências Biológicas / UCSal. E-mail: [acocbio@yahoo.com.br](mailto:acocbio@yahoo.com.br) - Autora;

\*\* Mestre em Geoquímica e Meio Ambiente pela UFBA – Professora Substituta do Instituto de Ciências da Saúde da UFBA. E-mail: [acscardim@ig.com.br](mailto:acscardim@ig.com.br) - Co-orientadora.

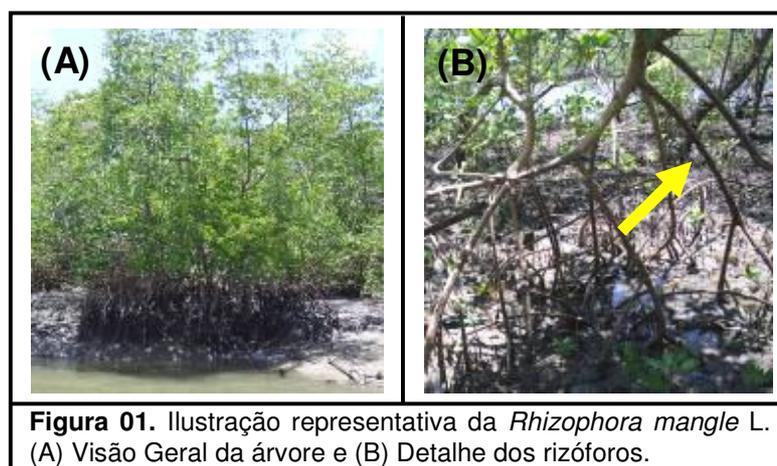
\*\*\* Doutora em Bioquímica - Biologia Molecular Estrutural pela UPC – Barcelona, Espanha, Coordenadora e Pesquisadora do LEMA/UCSal; Professora do ICS-UFBA. E-mail: [luzimar@ucsal.br](mailto:luzimar@ucsal.br) - Orientadora;

como local de alimentação, nutrição, abrigo, reprodução e desova (OLIVEIRA, 2000; ANJOS, 2003; LEÃO, 2004).

Conforme salienta Cardim (2005), manguezais da Região Metropolitana de Salvador (RMS) e aqueles circunvizinhos são objetos de problemas ambientais que se mantêm na atualidade pela exposição a passivos ambientais, a exemplo de Santo Amaro - BA, por atividades e acidentes industriais ou, ainda, por contribuições urbanas e comerciais à bacia hidrográfica que banha a região.

Conforme descrevem Tavares e colaboradores (1992); Larcher (2004), processos de bioacumulação e biomagnificação são responsáveis por transformar níveis de metais pesados considerados normais em tóxicos para diferentes espécies de vegetais e animais, e principalmente para o homem. Porém, existem plantas bioacumuladoras capazes de armazenar grandes quantidades de substâncias nocivas sem que expressem alterações marcantes, constituindo-se assim em ferramentas úteis ao monitoramento ambiental, tanto passivo quanto ativo. Dentre os principais gêneros dominantes no manguezal, a *Avicennia*, *Laguncularia* e *Rhizophora* são espécies vegetais capazes de crescer sobre ambientes contaminados, mediante o desenvolvimento de vários mecanismos de desintoxicação, por meio dos quais os efeitos adversos do excesso de poluentes podem ser minimizados (SCHAEFFER-NOVELI, 1995; LARCHER, 2004).

A vegetação de manguezal que bordeja a área da presente pesquisa é representada, principalmente, pelas espécies *Laguncularia racemosa* R. Gaertn. (mangue branco), *Avicennia germinans*, *Avicennia schaueriana* Stapf & Leech. (mangue preto ou siriúba) e *Rhizophora mangle* L. (mangue vermelho) (BAHIA, 1994; SCHAEFFER-NOVELI, 1995; BAHIA, 2002; AMBIOS, 2003; SEI, 2006). O gênero *Rhizophora* caracteriza-se por apresentar hábito arbóreo (6 metros ou mais), inúmeros rizóforos de origem caulinar, os quais partem de ramos principais em direção ao substrato lamoso, importante para a sustentação e garantia de estabilidade ao vegetal, como representado na FIGURA 01 (TOMLINSON, 1986 *apud* LEÃO, 2004). Os rizóforos apresentam lenticelas na sua periderme, que são estruturas trocadoras de oxigênio e gás carbônico entre a planta e o meio durante a inundação pelas marés (SCHAEFFER-NOVELI, 1995; RODRIGUES, 2002).



**Figura 01.** Ilustração representativa da *Rhizophora mangle* L. (A) Visão Geral da árvore e (B) Detalhe dos rizóforos.

A área-pesquisa deste estudo, a região de Santo Amaro – Bahia, vê-se impactada por agentes tóxicos oriundos dos processos de produção e depósito indiscriminado de 490 mil toneladas de escória, enriquecida especialmente por cádmio (Cd) e chumbo (Pb), provenientes da Usina Metalúrgica PLUMBUM (1993), bem como advindos das atividades industriais desenvolvidas no Centro Industrial de Subaé (CIS, Feira de Santana – BA.) e de esgotos domésticos e comerciais do

próprio município e de outros adjacentes, tendo em vista ser banhada pelo rio Subaé, um dos cursos d'água mais fortemente impactados por atividades antropogênicas (SUPERINTENDÊNCIA DE RECURSOS HÍDRICOS, 1999; COSTA, 2001; ALBERTO, 2002, CARDIM, 2005).

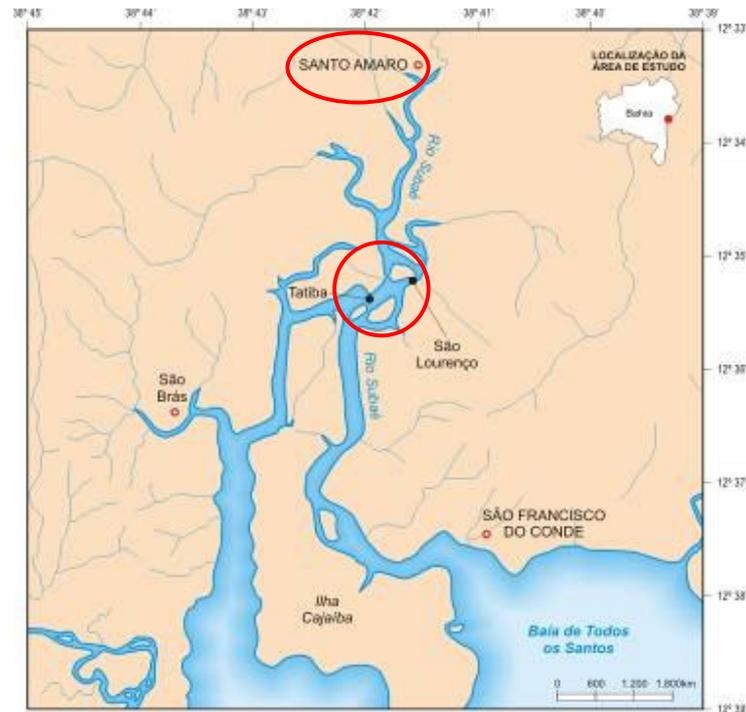
Uma vez que os manguezais da BTS e, principalmente, aqueles do município de Santo Amaro se encontram sobre forte influência antropogênica, embora representem um patrimônio de subsistência das comunidades ribeirinhas, faz-se necessário avaliar os teores dos cátions metálicos Pb, Cd e Mn em amostras de folhas e rizóforos de *Rhizophora mangle* L., correlacionando-os com as atividades humanas que vêm sendo desenvolvidas na área-estudo.

## METODOLOGIA

### Área em estudo

O município de Santo Amaro destaca-se no panorama baiano por apresentar terras qualitativas à produção agrícola e por possuir o equivalente a uma área de 604 km<sup>2</sup>, com 42 m de altitude. Situado ao sul do Recôncavo Baiano entre os municípios de Amélia Rodrigues, Conceição de Jacuípe, São Francisco do Conde, Maragojipe, Conceição de Feira, São Gonçalo dos Campos e São Sebastião do Passé, Santo Amaro localiza-se sob as seguintes coordenadas geográficas: 12°32'48", latitude e 38°42'43", longitude (BAHIA, 1994; BAHIA, 2002; AMBIOS, 2003; SEIA, 2006).

A coleta das amostras de *Rhizophora mangle* L. foi realizada na região de Santo Amaro – BA., entorno dos rios Tatiba e São Lourenço, em baixa-mar, conforme consulta prévia à tábua de maré específica para o Porto de Salvador (Banco Nacional de Dados Oceanográfico e Centro de Hidrografia da Marinha, 2006), onde foram demarcadas através de um GPS portátil, marca Magellan, modelo 315, localizando-se sob as seguintes coordenadas geográficas, a saber: (i) 12°35'32''S e 38°42'35''W e (ii) 12°35'19''S e 38°41'34''W, respectivamente (Figura 02).



**Figura 02.** Mapa de localização das estações de amostragem na região de manguezal de Santo Amaro – Bahia - Brasil.

### Coleta das amostras

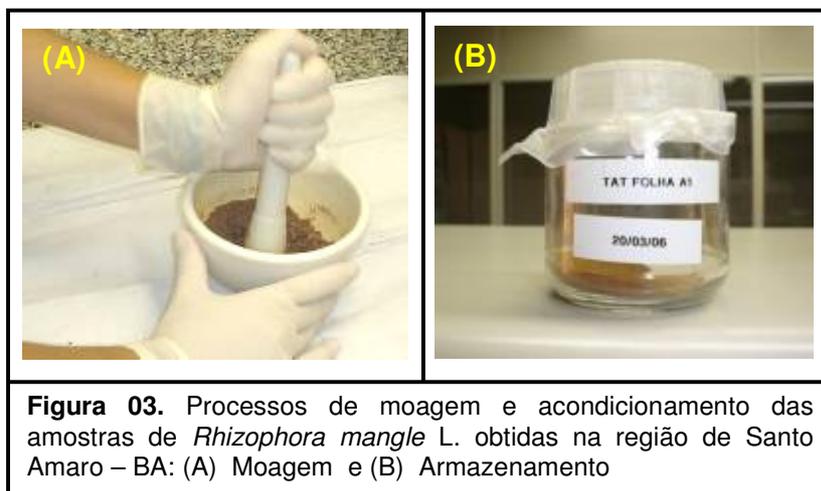
Aleatoriamente, 60 folhas de sol adultas de *Rhizophora mangle* L. foram coletadas a partir do 3º nó, do ápice para a base do ramo ao redor da copa, lavadas em água do próprio local e conservadas em sacos plásticos devidamente identificados, conforme metodologia adaptada por Schaeffer-Noveli & Cintrón (1986). Dos mesmos espécimes selecionados, coletaram-se amostras de rizóforos pendurados que foram, individualmente, acondicionados.

As amostras de folhas e rizóforos de *Rhizophora mangle* L., após a coleta, foram devidamente identificadas, acondicionadas em caixas isotérmicas contendo gelo e transportadas ao Laboratório de Estudos em Meio Ambiente (LEMA/UCSal), localizado no campus de Pituáçu, Salvador - Bahia, para posterior tratamento e realização das análises laboratoriais. A descontaminação dos materiais designados à coleta e aos procedimentos analíticos realizou-se em solução de ácido nítrico (10%), com subsequente lavagem em água ultrapura (Milli-Q).

### Análise dos metais

A fim de serem desenvolvidos os procedimentos químicos para determinação dos teores de cátions metálicos, as amostras de folhas e rizóforos de *Rhizophora mangle* L. foram lavadas em água deionizada, para assegurar que íons contaminantes não viessem a ocasionar erros nas análises. O processo de secagem realizou-se em estufa a 60 °C por 45 dias até as amostras atingirem peso constante. Atingindo peso constante, as amostras foram moídas em presença de nitrogênio líquido, mediante a utilização de um gral e pistilo de porcelana. A primeira amostra macerada foi desprezada, a fim de proceder-se a “limpeza a seco”, enquanto o material restante foi macerado e

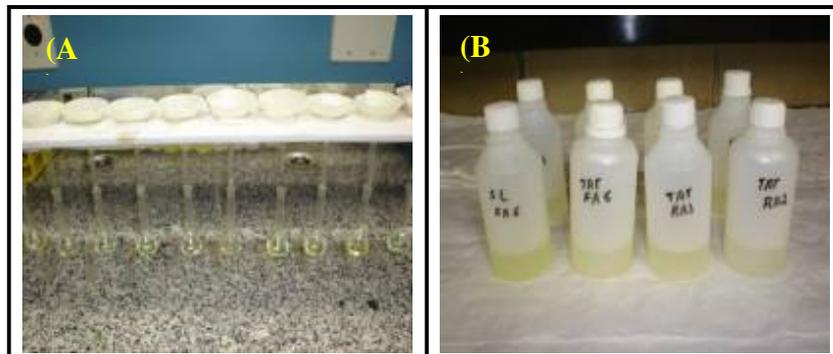
passado em uma peneira de malha de nylon (marca Granutest), com abertura equivalente a 80 mesh. Esses materiais foram armazenados em frascos de vidro, previamente identificados e vedados, minimizando-se a presença de umidade para análise química subsequente (Figura 03).



Realizou-se a pesagem de aproximadamente 0,2 g da amostra diretamente nos frascos de reação e digestão ácida. A digestão das amostras de folha de rizóforos processou-se mediante a adição de 4 mL de ácido nítrico, com posterior abertura em termorreator da marca Merck, modelo TR420 (Figura 04).



A etapa final de abertura das amostras culminou com seu resfriamento à temperatura ambiente, filtração por meio de funis acoplados a papéis de filtro (marca Qualy) e diluição em balões volumétricos de 25 mL. O filtrado resultante foi homogeneizado e transferido para frascos de polietileno, devidamente esterilizados e identificados (Figura 05).



**Figura 05.** Vista do processo final de preparo da amostras de *Rhizophora mangle* L. de Santo Amaro da Purificação – Bahia. (A) Filtração e (B) Acondicionamento da amostra digerida.

As concentrações dos cátions metálicos Pb, Cd e Mn foram determinadas mediante a leitura das amostras em espectrômetro de absorção atômica com chama (EAAC), marca Varian, modelo SpectrAA 220 FS (Figura 06). Para o preparo da curva de calibração fez-se uso de padrões em concentrações específicas para cada elemento químico.

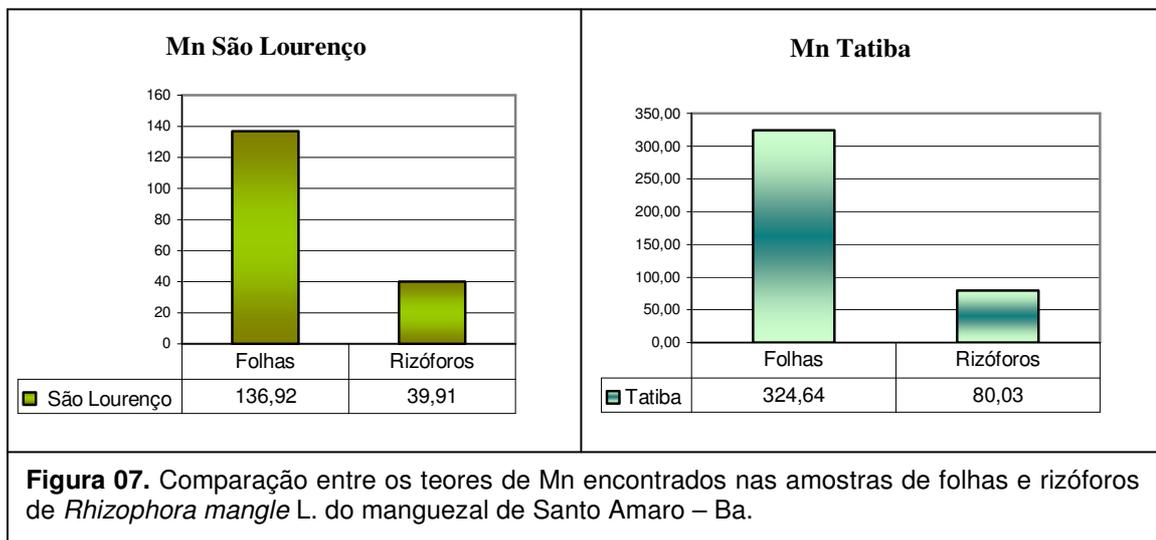


**Figura 06.** Leitura das amostras solubilizadas de folhas e rizóforos em espectrômetro de absorção atômica com chama.

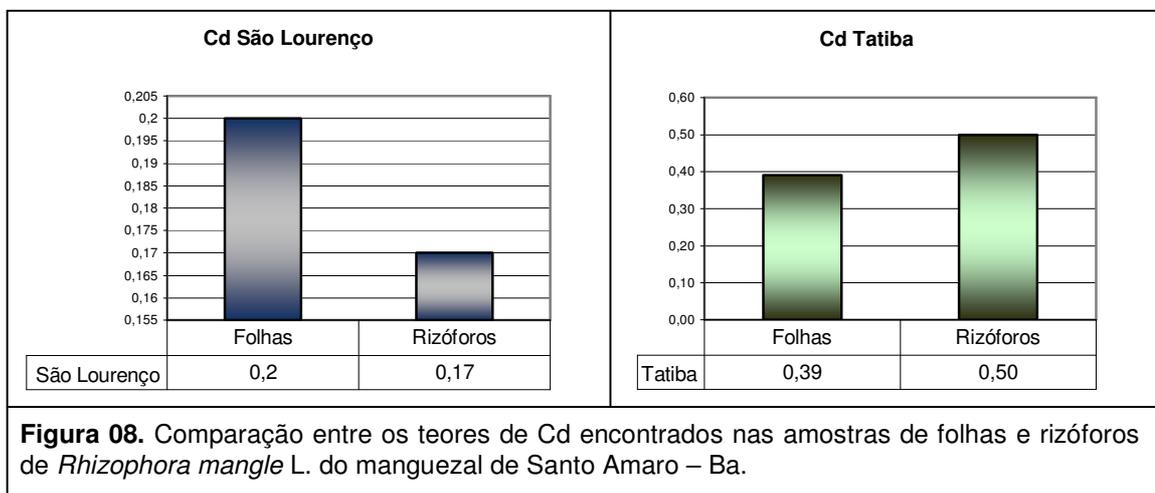
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A presença de certos elementos na composição química da planta não significa que estes desempenhem papel importante na sua fisiologia, já que o solo contém grande variedade dos mesmos. Assim, sendo a planta cultivada neste substrato irá apresentar, pelo menos, traços da maioria desses elementos, tanto aqueles essenciais para o crescimento como aqueles casualmente absorvidos, tendo em vista que o mecanismo de absorção não faz uma seleção absoluta entre uns e outros elementos (GARCIA, 2005).

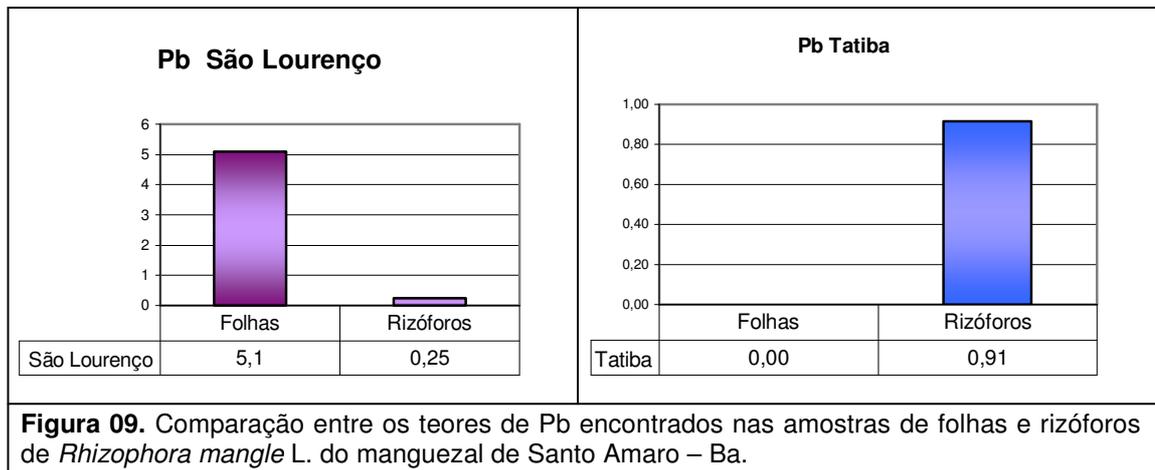
O teor de Mn nas folhas e rizóforos de *Rhizophora mangle* L. foram, respectivamente, de  $136,91 \mu\text{g.g}^{-1}$  e  $39,91 \mu\text{g.g}^{-1}$  em amostras de São Lourenço, e de  $324,63 \mu\text{g.g}^{-1}$  e de  $80,02 \mu\text{g.g}^{-1}$  em amostras provenientes de Tatiba (Figura 07). Assim, constata-se que houve diferença estatisticamente significativa ( $p < 0,05$ ) nos teores desse elemento, considerando as folhas em relação aos rizóforos de uma mesma estação e também entre estações diferentes. Larcher (2004) encontrou em fitomassa de plantas terrestres um conteúdo de Mn entre  $3 \mu\text{g.g}^{-1}$  e  $100 \mu\text{g.g}^{-1}$ , sendo necessário à planta o equivalente a  $40 \mu\text{g.g}^{-1}$ . Deste modo, verifica-se que os valores encontrados estão acima do considerado essencial, principalmente nas folhas, indicando bioacumulação. Exceção ocorre apenas para rizóforos de amostras de São Lourenço, onde a concentração de Mn está próxima ao considerado necessário para a planta. Conforme salienta Larcher (2004), o Mn tem importância fundamental no metabolismo basal (fotossíntese e transferência de fosfato) e também na estabilização da estrutura do cloroplasto e síntese de ácido nucléico.



Os valores de cádmio, considerando folhas e rizóforos, foram de respectivamente,  $0,19 \mu\text{g.g}^{-1}$  e  $0,17 \mu\text{g.g}^{-1}$ , provenientes da estação São Lourenço e de  $0,39 \mu\text{g.g}^{-1}$  e de  $0,49 \mu\text{g.g}^{-1}$  para Tatiba (Figura 08).



Os teores de Pb em rizóforos das estações São Lourenço e Tatiba foram de  $0,46 \mu\text{g.g}^{-1}$  e  $0,91 \mu\text{g.g}^{-1}$ , respectivamente, enquanto que em folhas este valor só pôde ser mensurado em amostras de São Lourenço ( $5,90 \mu\text{g.g}^{-1}$ ) (Figura 09).



Não houve diferença estatisticamente significativa ( $p>0.05$ ) entre os teores de Cd e Pb registrados nas folhas e rizóforos das estações em estudo. A análise de variância não pôde ser realizada quando empregada para a comparação entre dados de Pb nas folhas das duas estações, tendo em vista que para amostras de Tatiba, estes valores estiveram abaixo do limite de detecção do método.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os manguezais da Baía de Todos os Santos vêm, paulatinamente ao longo de décadas, sofrendo grandes impactos de origem antrópica, quer de caráter turístico, urbano e/ou industrial, fato que influencia sua qualidade ambiental e a sobrevivência das comunidades dependentes. Diante destas ações, desenvolveu-se uma estratégia visando avaliar os efeitos dos cátions metálicos sobre amostras de folhas e rizóforos de *Rhizophora mangle* L., com o intuito de possibilitar estimar a qualidade ambiental da região de Santo Amaro - BA.

As análises das concentrações dos metais em rizóforos e folhas de *Rhizophora mangle* indicam que para os elementos Cu e Mn a distribuição foi desigual, considerando os distintos pontos de amostragem e evidenciam maior metabolização destes cátions (ao nível da folha) nas amostras da estação Tatiba. Vale ressaltar que as concentrações do elemento Mn foram excepcionalmente maiores, especialmente nas folhas, quando comparado a todos os outros metais analisados; isto implica dizer que talvez esta espécie possa apresentar mecanismos a ser considerados tolerantes a esse metal em uma dada faixa de concentração.

Os teores de cádmio foram proporcionalmente maiores nas folhas e rizóforos de amostras de Tatiba, contrastando com aqueles obtidos para a estação São Lourenço. Comportamentos diferenciados para o elemento Pb foram verificados em amostras de ambas as estações de amostragem, tendo em vista as diferentes concentrações nas folhas e rizóforos. A toxicidade dos elementos Cd e Pb às espécies vegetais, uma vez que são micronutrientes, estes cátions, mesmo

a baixas concentrações, podem estar sendo responsáveis pelas alterações morfológicas visualizadas em campo.

Recomenda-se, para uma completa avaliação da qualidade ambiental, estudos complementares que incluam coleta de matrizes sedimentares, análises químicas destas amostras, tais quais determinações das concentrações de metais pesados, matéria orgânica, relação carbono/nitrogênio e análises físicas, como granulometria, os quais analisados conjuntamente possam subsidiar melhor o diagnóstico, prognóstico e o monitoramento das áreas de manguezal.

Almeja-se que os resultados obtidos possam contribuir com dados que auxiliem futuros programas de gestão ambiental, em especial para aqueles voltados à sustentabilidade econômica, tais como comunidades ribeirinhas.

## REFERÊNCIAS

ALBERTO, L. **Qualidade socioambiental na Baía de Todos os Santos**. Brasília: Câmara dos Deputados, 2002. 35 p.;

AMBIOS. **Avaliação de risco à saúde humana por metais pesados, Santo Amaro da Purificação – Bahia**: Estudo de viabilidade. Rio de Janeiro: AMBIOS, 2003.

ANJOS, José Ângelo Sebastião Araújo dos. **Avaliação da eficiência de uma zona alagadiça (Wetland) no controle da poluição por metais pesados: o caso da Plumbum em Santo Amaro da Purificação / BA**. 2003. 328f. Tese (Doutorado em Engenharia Mineral), Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

BAHIA. CENTRO DE PESQUISA DO MAR – CEPEMAR. In: CEPEMAR. **Monitoramento do manguezal do rio Mucuri** – Relatório Técnico Final 082/94. Bahia Sul Celulose, 1994. 228p.

BAHIA. CENTRO DE RECURSOS AMBIENTAIS (CRA). In: \_\_\_\_\_. **Avaliação da qualidade das águas costeiras superficiais**. Relatório Técnico / Avaliação Ambiental. 2002. Salvador: CRA, 2002. 27p.

CARDIM, Ana Carla dos Santos. **Avaliação geoquímica e ecotoxicológica de áreas de manguezal da região de São Francisco do Conde – Bahia**: subsídio à gestão da qualidade ambiental. 2005. 190f. Dissertação (Mestrado em Geoquímica e Meio Ambiente), Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2005.

CHAGAS, C. Conheça um pouco sobre São Francisco do Conde. Paletada: circuito baiano de Estudos a Pé. São Francisco do Conde: Secretaria de Turismo de São Francisco do Conde, 2004. Disponível em: <[Http://www.paletada.com.br/noticias/sao\\_francisco\\_do\\_conde.htm](http://www.paletada.com.br/noticias/sao_francisco_do_conde.htm)>. Acesso em: 30 jun.2004.

GARCIA, Karina Santos. **Estudos biogeoquímicos em folhas de *Avicennia schaueriana* Stapf & Leechman em zonas de manguezal da região de São Francisco do Conde e Madre de Deus – BA**. 2005. 133f. Dissertação (Mestrado em Geoquímica e Meio Ambiente), Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2005.

- LARCHER, Walter. **Ecofisiologia Vegetal**. Editora RiMa. São Carlos. SP. 2004. p. 455 – 459;
- LEÃO, Cláudia da Silva. **Caracterização geoambiental de zonas de manguezal da baía de Aratu – Bahia – Brasil**. 2004. 136f. Dissertação (Mestrado em Geoquímica e meio Ambiente), Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2004.
- OLIVEIRA, S. S.; FREITAS, H. M.; ACCIOLY, M. C. Composição Química das Folhas de *Avicennia germinans* (L.) Stearn, *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn. F. e *Rhizophora mangle* L. e Solos do Manguezal do Rio Mucuri – BA, Sob Ação de Resíduos Industriais. **Sitientibus**, Bahia, n.15, p.133-150, nov.1996.
- OLIVEIRA, O. M. C. de. **Diagnóstico geoambiental em zonas de manguezal da Baía de Camamu – BA**. 2000. 249 f. Tese (Doutorado em Geoquímica Ambiental) – Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2000.
- RODRÍGUEZ, F. **Evaluación biológica de la contaminación marina costera mediante bioensayos con embriones del erizo de mar *Paracentrotus lividus***. 2002. Tesis (Doctoral) – Espanha, 2002.
- RODRIGUES, F. O.; MOURA, D. O.; LAMPARELLI, C. C. Efeitos do Óleo nas Folhas de Mangue. **Ambiente**, São Paulo, v.3, n.1, p.36-45, 1989.
- SCHAEFFER – NOVELI, Y.; CINTRÓN, Gilberto. **Guia para estudo de áreas de manguezal: estrutura, função e flora**. São Paulo: Caribbean Ecological Research, 1986.
- SCHAEFFER – NOVELI, Y. **Manguezal: ecossistema entre terra e mar**. São Paulo: Caribbean Ecological Reserch, 1995.
- SERVIÇO ESTADUAL DE INFORMAÇÕES AMBIENTAIS DA BAHIA (SEIA). **Santo Amaro**. Disponível em: <<http://www.seia.ba.gov.br>> 2005. Acesso em: 27 abr. 2006.
- SUPERINTENDÊNCIA DE RECURSOS HÍDRICOS (Bahia). **Projeto de qualidade das águas: Alto Subaé e Pedra do Cavallo: diagnostico regional, caracterização física biótica e qualidades das águas**. Salvador, 1999. 1 CD-ROM.
- TAVARES, T. M.; CARVALHO, F. M. Avaliação de Exposição de Populações Humanas a Metais Pesados no Ambiente: Exemplos do Recôncavo Baiano. **Química Nova**, Bahia, v.15, n.2, p.147-154, 1992.