

## DETERMINAÇÃO DE Pb, Fe, Ca, Na, K & Mg EM FOLHAS DE *Avicennia schaueriana* DE ZONAS DE MANGUEZAIS DE SÃO FRANCISCO DO CONDE – RECÔNCAVO BAIANO

Sidnei Cerqueira dos Santos\*  
Saulo Alves Aflitos\*\*

**RESUMO:** São Francisco do Conde, situada na porção Nordeste da Baía de Todos os Santos, ao longo das últimas cinco décadas, vem sofrendo problemas ambientais, devido à implantação de uma série de empresas de refinamento de petróleo e incineração de resíduos industriais consideradas altamente poluidoras. Foi analisado o teor dos macronutrientes (Ca, Na, K, e Mg) e dos metais pesados Pb e Fe em folhas de *Avicennia schaueriana* Stapf & Leechman coletadas em áreas de manguezais de São Francisco do Conde com o objetivo de identificar, dentre nove estações de amostragem, a mais afetada por estes impactos ambientais. Foram coletadas 50 folhas adultas, de forma aleatória, de três espécimes, nestas estações consideradas impactadas e em Jiribatuba, Ilha de Vera Cruz (estação controle). Realizou-se digestão foliar por abertura em microondas (DGT100 plus) e determinação dos metais por Espectrometria de Absorção Atômica de Chama (SpectrAA 220FS -Varian). A estação denominada Fábrica de Asfalto é a que apresentou maior impacto ambiental, tendo em vista a concentração de Pb (95,38µg/g) e Fe (468,65µg/g) nas folhas de *Avicennia schaueriana*. A concentração de Pb nas folhas das demais estações de amostragem foram inferiores ao limite de detecção do aparelho e a concentração do Fe variou entre 31,23µg/g a 74,67µg/g. Os valores dos macronutrientes variaram entre 0,09 a 0,49% para Ca; 0,19 a 1,24% para Mg; <0,01 a 1,43% para K e 0 a 3,03% para Na. Os resultados confirmaram a capacidade de bioacumulação de metais pesados pela *A. schaueriana* e as alterações ambientais nestes manguezais.

**Palavras-chave:** Manguezal; Metais Pesados; Bioacumulação

### INTRODUÇÃO

São Francisco do Conde está situado na Região Metropolitana de Salvador, a 66Km da Capital Baiana. Localiza-se no Recôncavo Baiano, área que circunda a maior Baía do País, a Baía de Todos os Santos (CHAGAS, 2004) que, ao longo das ultimas cinco décadas, vem sofrendo inúmeros problemas ambientais, devido à implantação de uma série de empresas de refinamento e incineração de resíduos industriais consideradas altamente poluidoras, pois geram produtos que podem interferir nos processos naturais dos ecossistemas. Estas atividades produzem efluentes ricos em compostos orgânicos e inorgânicos que são despejados na região, podendo provocar alterações ecológicas e até destruição da fauna e flora marinha.

\*Graduando em Ciências Biológicas pela Universidade Católica do Salvador - UCSal; Estagiário de Iniciação Científica – FAPESB/LEMA/UCSal; E-mail: [sidneibio@yahoo.com.br](mailto:sidneibio@yahoo.com.br). Orientadora: Luzimar Gonzaga Fernandez, Doutora em Biologia Molecular Estrutural pela UPC, Barcelona, Espanha, Coordenadora e Pesquisadora do Laboratório de Estudos em Meio Ambiente - LEMA/UCSal, Professora do ICS/UFBA. Co-orientadora: Vanice Maria Silva Fontes, Bacharel em Química pela UFBA e Técnica do LEMA/UCSal. Co-orientador: Wilson Nascimento de Matos, Licenciado em Ciências Biológicas pela UCSal e Técnico do LEMA/UCSal. Apoio Financeiro: FINEP-CTPETRO-CNPq.

\*\* Co-autor, graduando em Ciências Biológicas pela UFBA e estagiário Voluntário do LEMA/UCSal.

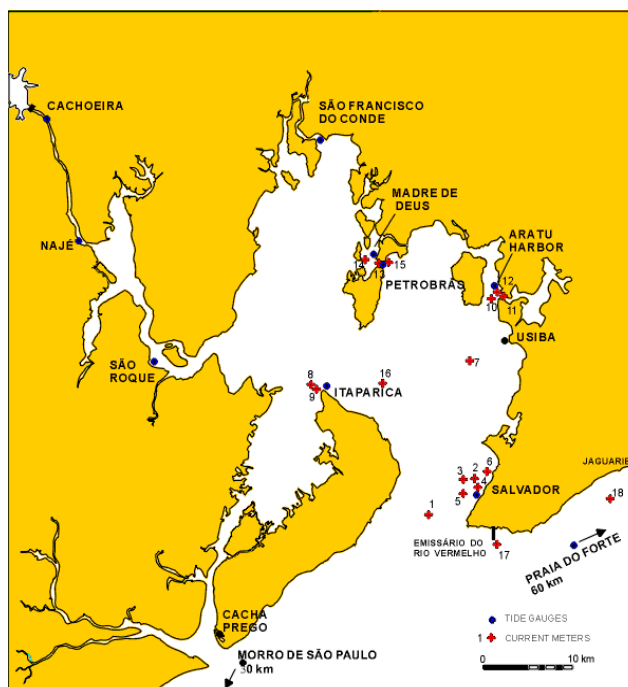
A região é ocupada por extensas áreas de manguezal que foram seriamente afetadas e que são consideradas como áreas de preservação ambiental permanente pelo grande valor ecológico, além de constituírem fonte importantíssima de alimentos para as comunidades das zonas costeiras (RODRIGUES *et al.*, 1989; OLIVEIRA *et al.*, 1996).

As composições minerais da vegetação de zonas estuarinas vêm sendo estudadas quanto à composição química e a capacidade de bioacumulação dessa vegetação. Os macronutrientes Cálcio (Ca), Sódio (Na), Potássio (K) e o Magnésio (Mg) são nutrientes essenciais que constituem um fator determinante do crescimento das plantas nos ecossistemas, (OLIVEIRA *et al.*, 1996; TAVARES & CARVALHO, 1992). Considerando que os manguezais recebem aporte contínuo de água do mar, parece provável que os macronutrientes sejam requeridos em maior quantidade, não limitando o crescimento dessas plantas. O sedimento anóxico armazena grandes quantidades de elementos químicos, especialmente os macronutrientes, mas também se encontra uma grande concentração de metais pesados, dentre estes o Chumbo (Pb) e o Ferro (Fe). O Pb não exerce nenhuma função conhecida no ciclo biológico e é comprovadamente um elemento tóxico (Tavares e Carvalho, 1992; Duarte e Pasqual, 2000). Por outro lado, o Fe é responsável pela síntese de clorofila e faz parte da composição dos citocromos e da nitrogenase, segundo Raven e colaboradores (2001).

A capacidade de bioacumulação e biomagnificação são responsáveis por transformar concentrações consideradas normais em concentrações tóxicas para diferentes espécies da biota e para o homem (TAVARES & CARVALHO, 1992). Nesse sentido, no presente trabalho, determinou-se o teor dos macronutrientes (Ca, Na, K e Mg) e dos metais pesados (Pb e Fe) em folhas de *Avicennia schaueriana* Stapf & Leechman coletadas em áreas de manguezais de São Francisco do Conde sob efeito de resíduos industriais, com o objetivo de identificar a estação de amostragem mais afetada por impactos ambientais.

## MATERIAIS E MÉTODOS

As coletas foram realizadas em nove estações de amostragem (áreas consideradas impactadas), na região de São Francisco do Conde, no primeiro semestre de 2003, “Figura 1”, levando-se em consideração a localização de áreas próximas a empresas petrolíferas, de refinamento e incineração de resíduos industriais e circulação de água, já que este último fator é de grande importância para a permanência do contaminante no ambiente. As estações de amostragem foram: estação Coqueiro Grande (E2); estação Ilha de Caipe (E3); estação Fábrica de Asfalto (E4); estação Ilha de Cajaíba (E5); estação Ilha de Pati (E6); estação Ilha das Fontes (E7); estação Ilha de Suape (E8); estação Ilha de Cabucú (E9) e estação Poço Dão João (E10). A estação considerada controle foi em Jiribatuba (E1), localizada na Ilha de Vera Cruz, por estar isenta destas atividades industriais.



**Figura 1** – Mapa da Baía de Todos os Santos (Fonte: [www.cpgg.ufba.br/~glessa/bts/inicio.html](http://www.cpgg.ufba.br/~glessa/bts/inicio.html)).

As coletas foram realizadas de forma aleatória, coletando-se 50 folhas adultas de três espécimes de *A. schaueriana*, em cada estação de amostragem. As folhas foram identificadas, posteriormente lavadas em água corrente (EMBRAPA, 1998), colocadas em sacos plásticos e acondicionadas nas caixas isotérmicas com gelo para ser conduzida ao laboratório.

No laboratório, as folhas de *A. schaueriana* foram lavadas com água Milli-Q e colocadas para secar à temperatura ambiente por 24 horas. Após esse período, as folhas foram transferidas para sacos de papel craft e secas em estufa entre 60 e 65°C durante o período de 15 a 20 dias e pesadas em balança analítica (Mettler Toledo – AG285) até obter-se a menor variação da massa foliar (EMBRAPA, 1998). Efetuou-se a trituração das folhas por três minutos em liquidificador (ARNO *Plus* - AutoClean) para atingir uma granulometria uniforme e realizar a digestão com 5mL de ácido nítrico a 65% depositadas no vaso de reação devidamente tampado e colocadas nas unidades de digestão para ser processada em microondas (DGT100 *plus*) com a programação pré-estabelecida “tabela 1” (PROVETTO, 2002). Após esse processo, as amostras foram filtradas e diluídas com água Milli-Q até um volume final de 25mL. Os elementos químicos Pb, Fe, Ca, Na, K e Mg foram determinados com o Espectrômetro de Absorção Atômica de Chama (SpectraAA 220FS - Varian). Os parâmetros operacionais “Tabela 2” foram programados de acordo as recomendações da Varian (1989).

**Tabela 1** – Programação para decomposição de folhas de *Avicennia schaueriana* em forno de microondas.

| ETAPAS | TEMPO (minuto) | POTÊNCIA (watts) |
|--------|----------------|------------------|
| 1ª     | 3              | 400              |
| 2ª     | 1              | 600              |
| 3ª     | 1              | 0                |
| 4ª     | 10             | 600              |
| 5ª     | 4              | 0                |

**Tabela 2** – Parâmetros operacionais de Espectrometria de Absorção Atômica de Chama para determinação dos elementos químicos em estudo.

| METAIS | $\lambda$ (nm) | TIPO DE      | FLUXO (L/min) |           | TIPO DE        | POTÊNCIA    |
|--------|----------------|--------------|---------------|-----------|----------------|-------------|
|        |                | CHAMA        | Ar            | Acetileno | QUEIMADOR (mm) | DA LCO (mA) |
| Na     | 330.3          | Ar/Acetileno | 13.50         | 2.00      | Grande         | 10.0        |
| Ca     | 422.7          | Ar/Acetileno | 13.50         | 2.00      | Grande         | 10.0        |
| K      | 404.4          | Ar/Acetileno | 13.50         | 2.00      | Grande         | 10.0        |
| Mg     | 2020.6         | Ar/Acetileno | 13.00         | 2.00      | Grande         | 10.0        |
| Fe     | 279.5          | Ar/Acetileno | 13.00         | 2.00      | Grande         | 10.0        |
| Pb     | 217.0          | Ar/Acetileno | 13.50         | 2.00      | Grande         | 10.0        |

$\lambda$  - Comprimento de Onda.

## RESULTADOS/DISCUSSÃO

Nos teores de metais Pb, Fe, Ca, Na, K e Mg em folhas de *A. schaueriana* “tabela 3” das estações de coleta, detectou-se uma discreta variação quantitativa dos macronutrientes e de ferro nas folhas de mangue em relação às folhas da estação controle, com exceção da estação Fábrica de Asfalto em que as folhas apresentaram elevado teor de macronutrientes e níveis altíssimos de chumbo (Pb) e ferro (Fe).

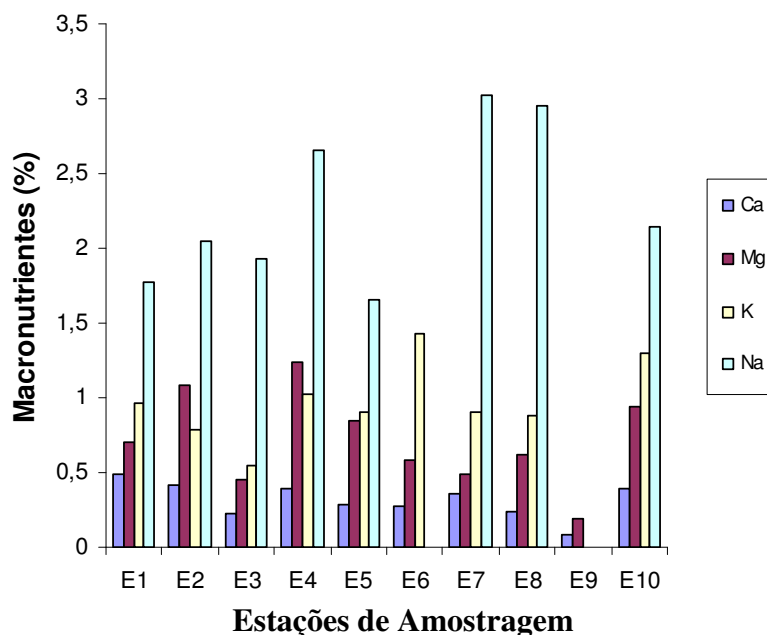
**Tabela 3** – Concentrações de metais em folhas de *Avicennia schaueriana* das nove estações de amostragem de zonas de manguezais de São Francisco do Conde (E2 a E3) e em Jiribatuba (E1), Ilha de Vera Cruz – BA.

| ESTAÇÕES | ELEMENTOS              |                        |        |        |        |        |
|----------|------------------------|------------------------|--------|--------|--------|--------|
|          | Pb ( $\mu\text{g/g}$ ) | Fe ( $\mu\text{g/g}$ ) | Ca (%) | Mg (%) | K (%)  | Na (%) |
| E1       | < LD                   | 70,96                  | 0,48   | 0,69   | 0,96   | 1,76   |
| E2       | < LD                   | 74,67                  | 0,41   | 1,08   | 0,78   | 2,05   |
| E3       | < LD                   | 48,67                  | 0,22   | 0,44   | 0,54   | 1,92   |
| E4       | 95,37                  | 468,65                 | 0,38   | 1,23   | 1,02   | 2,65   |
| E5       | < LD                   | 57,86                  | 0,29   | 0,84   | 0,90   | 1,65   |
| E6       | < LD                   | 50,78                  | 0,27   | 0,57   | 1,42   | 2,84   |
| E7       | < LD                   | 31,23                  | 0,35   | 0,48   | 0,89   | 3,02   |
| E8       | < LD                   | 67,54                  | 0,24   | 0,62   | 0,88   | 2,95   |
| E9       | < LD                   | 58,24                  | 0,08   | 0,18   | < 0,01 | < LD   |
| E10      | < LD                   | 59,13                  | 0,39   | 0,93   | 1,29   | 2,14   |

< LD – Inferior ao limite de detecção.

Os valores dos macronutrientes variaram entre 0,09 a 0,49% para Ca; 0,19 a 1,24% para Mg; <0,01 a 1,43% para K e 0 a 3,03% para Na “Figura 2”. A pequena diferença das concentrações dos macronutrientes nas folhas de *A. schaueriana*, coletadas nas dez estações de

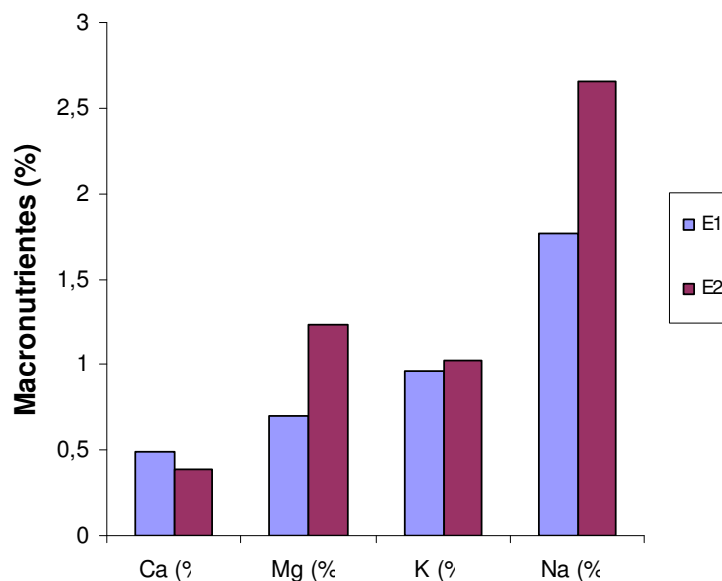
amostragem, é normal e ocorreu devido ao consumo regular desses elementos para atividades vitais da planta.



**Figura 2** – Comparação das concentrações dos macronutrientes entre as Estações de amostragem em folhas de *Avicennia schaueriana*.

A estação de amostragem Fábrica de Asfalto (E4) é a única estação em que as folhas de *A. schaueriana* apresentaram altas concentrações de Chumbo (Pb) de 95,38µg/g e Ferro de 468,65µg/g “Figura 3”. Esses valores estão relacionados com a localização da estação de amostragem ser próxima a indústrias extrativa, petrolífera e de acumuladores, sendo um risco imediato devido à constante emissão dos efluentes contaminados para o manguezal, enquanto as demais estações apresentaram teores de Pb inferior ao limite de detecção (<LD). Todas as estações de amostragem, inclusive a estação controle, apresentaram concentrações de Fe diferentes com os registrados na literatura (OLIVEIRA *et al.*, 1996) variando entre 31,23µg/g a 74,67µg/g.

A concentração elevada dos metais pesados pode ter ocorrido através da biomagnificação dos elementos que reagem com ligantes dissolvidos, com macromoléculas e com ligantes presentes em membranas o que, muitas vezes, conferem a eles propriedades de bioacumulação, na cadeia alimentar, persistência no ambiente e distúrbios nos processos metabólicos dos seres vivos (TAVARES & CARVALHO, 1992).



**Figura 3** – Comparação das concentrações dos macronutrientes das folhas de *Avicennia schaueriana* entre a Estação Controle (E1) e a estação Fábrica de Asfalto (E4).

Ao analisar os resultados, verifica-se claramente o aumento do elemento traço (metal pesado) nas folhas de *A. schaueriana* coletadas na estação Fábrica de Asfalto e teores relevantes de macronutrientes em algumas estações de amostragem, caracterizando um perigo para esse bioma e comunidades afins.

## CONCLUSÃO

Os aspectos aqui abordados sobre contaminação por Pb, Fe, Ca, Na, K e Mg em folhas de *A. schaueriana* indicaram, através da análise quantitativa, a presença em larga escala de metais pesados na estação Fábrica de Asfalto, o que ocorre devido ao acúmulo praticamente irreversível desses elementos nesses vegetais.

Entre os macronutrientes estudados, verifica-se uma homogeneidade dos teores de metal compatível com a estação controle, o que indica uma possível contaminação extra petrolífera ou de resíduos industriais nessa estação, possivelmente, também devido à falta de saneamento dos efluentes oriundos da própria comunidade.

Além disso, os primeiros mecanismos de toxicidade estão relacionados com a utilização de fertilizantes, pesticida, óleo, resíduos urbanos e industriais na grande maioria dos casos, portanto os resultados encontrados confirmaram a capacidade de bioacumulação de metais pesados pela *A. schaueriana* e as alterações ambientais nestes manguezais.

## REFERÊNCIAS

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.

CONFERENCIA INTERNACIONAL MANGROVE, 2003, Bahia. Avaliação dos teores de cátions metálicos encontrados em *Avicennia schaueriana* Stapf & Leechman, em zonas de manguezais do município de São Francisco de Conde – BA: Comparações de diferentes processos de trituração. Instituto de Geoquímica e Pós-Graduação em Geociências, 2003.

DUARTE, R. P. S. & PASQUAL, A. Avaliação do Cadmio (Cd), Chumbo (Pb), Níquel (Ni) e Zinco (Zn) em Solos, Plantas e Cabelos Humanos. **Energia da Agricultura**, São Paulo, v.15, n.1, p.46-58, 2000.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Manual de laboratórios**: solo, água, nutrição vegetal e alimentos. Coleta, acondicionamento e preparo de amostras. São Paulo, 1998.

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.

PROVETTO ANALÍTICA. Manual de Instruções DGT 100 Plus. São Paulo, 2002.

RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. **Biologia Vegetal**. Rio de Janeiro: EdGuanabara Koogan, 2001. p.699-703.

RODRIGUES, F. O.; MOURA, D. O.; LAMPARELLI, C. C. Efeitos do Óleo nas Folhas de Manguê. **Ambiente**, São Paulo, v.3, n.1, p.36-45, 1989.

SOARES, M. L. G. Estrutura Vegetal e Grau de Perturbação dos Manguezais da Lagoa da Tijuca, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. **Brasil Biol.**, Rio de Janeiro, v.59, n.3, p.503-515, set.1999.

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.

VARIAN. **Analytical Methods**: Flame Atomic Absorption Spectrometry. Mulgrave Victoria, 1989.