

## AVALIAÇÃO DE Fe e Mn EM *Avicennia schaueriana* Stapf & Leechman E *Rhizophora mangle* L. DA BAÍA DE TODOS OS SANTOS-BAHIA, BRASIL

Gabriela de Sales Guerreiro Britto<sup>1</sup>

Nayra Negreiros Cardoso<sup>2</sup>

Vanice Maria S. Fontes e Wilson Nascimento de Matos<sup>3</sup>

Luzimar Gonzaga Fernandez<sup>4</sup>

**RESUMO:** O manguezal é um ecossistema costeiro de extrema importância para diversas espécies de animais, porém a crescente industrialização os tem exposto a muitos compostos químicos potencialmente tóxicos, contendo, por exemplo, metais pesados. A toxicidade destes metais aos seres vivos deve-se principalmente à formação intracelular de radicais livres, que podem gerar estresse oxidativo e conseqüente indução de danos celulares. A *Rhizophora mangle* L. e *Avicennia schaueriana* Stapf & Leechman, são espécies-chave do ecossistema de mangue, sendo importantes para estudos como esse, que teve como objetivo avaliar a absorção e o acúmulo dos metais manganês (Mn) e ferro (Fe) nas folhas dessas espécies, visando diagnosticar o impacto ambiental causado por atividades industriais e urbanas nesses ecossistemas. O estudo foi realizado na Baía de Todos os Santos, que vem apresentando problemas ambientais desde a implantação de uma série de atividades industriais. Foram selecionadas 9 estações de amostragens (E1-Jeribatuca; E2-Coqueiro Grande; E3-Caípe; E4-Suape; E5-Fábrica de Asfalto; E6-Ilha de Pati; E7-Ilha de Fontes; E8-Ilha de Cajaíba; E9-Cabuçu), onde foram coletadas 60 folhas de sol adultas de cada espécie em estudo. As amostras foram devidamente embaladas, identificadas e encaminhadas ao Laboratório de Estudos em Meio Ambiente-LEMA/UCSal, onde foram preparadas para a análise dos metais por espectrometria de absorção atômica em chama. Através dos resultados obtidos pôde-se verificar diferenças quanto à absorção e acúmulo destes metais em folhas de *Rhizophora mangle* L. e *Avicennia schaueriana*. Além disso, é possível inferir que as estações mais impactadas pelo despejo de poluentes, dentre as estudadas, foram as de Coqueiro Grande (E2) e Fábrica de Asfalto (E5). Conclui-se que o despejo de efluentes industriais e urbanos no manguezal interfere no ambiente como um todo, causando diversas alterações na dinâmica de nutrientes do mesmo e no metabolismo dos organismos a ele associados.

**Palavras-chave:** *Avicennia schaueriana* Stapf & Leechman, *Rhizophora mangle* L.; Metais Pesados; Manguezal.

## INTRODUÇÃO

O manguezal é um ecossistema costeiro, de alta produtividade, característico de regiões tropicais e subtropicais, sujeito ao regime das marés, que proporciona um ambiente favorável para o crescimento e sobrevivência de diversas espécies de animais (GOMES *et al.*, 2002, p.89; FRUEHAUF, 2005, p.12), porém a crescente industrialização tem exposto esses importantes ecossistemas a muitos compostos químicos potencialmente tóxicos, prejudicando todos os organismos a ele associados (CARDOSO, 2000, p.1).

<sup>1</sup> Estudante do Curso de Ciências Biológicas da Universidade Católica do Salvador – UCSal, estagiária do Laboratório de Estudos em Meio Ambiente da Universidade Católica do Salvador –LEMA. Autora

<sup>2</sup> Laboratório de Estudos em Meio Ambiente da Universidade Católica do Salvador –LEMA. Co-autora

<sup>3</sup> Laboratório de Estudos em Meio Ambiente da Universidade Católica do Salvador –LEMA. Co-orientadores

<sup>4</sup> Laboratório de Estudos em Meio Ambiente da Universidade Católica do Salvador –LEMA; Departamento de Biofunção do Instituto de Ciências da Saúde - ICS/UFBa. Orientadora

Importantes componentes destes contaminantes derivados de atividades industriais, são os metais pesados. Estes metais são assim denominados, devido ao seu peso específico ser maior que  $5\text{cm}^{-3}$  e por naturalmente serem encontrados em concentrações de poucas partes por milhão (CARDOSO, 2000, p.3). A toxicidade destes aos seres vivos, expostos ao ambiente contaminado, deve-se principalmente à formação intracelular de radicais livres. A formação de radicais livres *in vivo* ocorre via ação catalítica de enzimas, durante os processos de transferência de elétrons que ocorrem no metabolismo celular e pela exposição a fatores exógenos. Contudo, na condição de pró-oxidante a concentração desses radicais pode aumentar devido à maior geração intracelular ou pela deficiência dos mecanismos antioxidantes (CERUTTI, 1991,1994 APUD BIANCHI *et al.*, 1999, p.124). O estresse oxidativo, portanto, ocorre quando há um desequilíbrio entre moléculas oxidantes e antioxidantes, que resulta na indução de danos celulares pelos radicais livres (BIANCHI *et al.*, 1999, p.124).

Entre as principais radicais livres, têm-se os EROs (Espécies Reativas de Oxigênio), como: (1)  $\text{O}_2^-$ , que apresenta uma baixa capacidade de oxidação; (2)  $\text{OH}^\cdot$ , que mostra uma pequena capacidade de difusão e é o mais reativo na indução de lesões nas moléculas celulares; (3)  $\text{H}_2\text{O}_2$ , que não é considerado um radical livre verdadeiro, mas é capaz de atravessar a membrana nuclear e induzir danos na molécula de DNA por meio de reações enzimáticas (ANDERSON, 1996 APUD BIANCHI *et al.*, 1999, p.124).

Neste estudo, foram analisadas duas espécies vegetais de mangue, que são de extrema importância para esses ambientes. A espécie *Rhizophora mangle* L. “Figura 1A”, também conhecida como mangue vermelho, é caracterizada por apresentar hábito arbóreo, de 6 metros ou mais, e inúmeros rizóforos (raízes-escoras), que dão sustentação à mesma. Outra importante característica da espécie é a capacidade de tolerar altas salinidades (FRUEHAUF, 2005, p.25; CAVALCANTE, 2006, p.3).

A espécie *Avicennia schaueriana* Stapf & Leechman “Figura 1B”, também conhecida como mangue branco, possui um hábito arbóreo, com até 10m; além de possuir um sistema radicular pouco profundo e muito ramificado, possui também pneumatóforos com cerca de 20 a 30cm, além de ser a espécie de mangue que mais tolera altas salinidades intersticiais (FRUEHAUF, 2005, p.26).

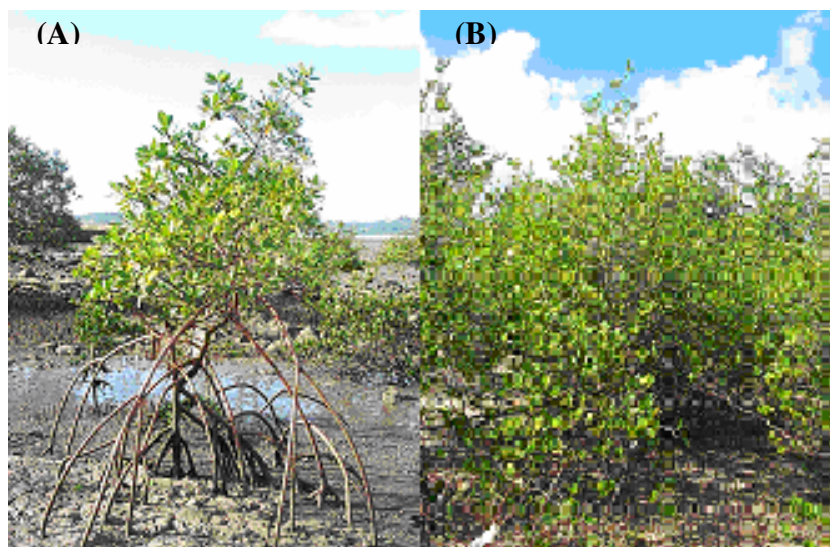


Figura 1 - (A) *Rhizophora mangle* L. (B) *Avicennia schaueriana* Stapf & Leechman, Baía de Todos os Santos - Bahia.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o acúmulo dos metais pesados manganês (Mn) e ferro (Fe) nas folhas das espécies *Rhizophora mangle L.* e *Avicennia schaueriana Stapf & Leechman*, pertencentes a diferentes áreas de manguezais (9 estações de amostragem) da *Baía de Todos os Santos - Bahia*, impactadas devido ao despejo de efluentes industriais e urbanos.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### Área de Estudo

A Baía de Todos os Santos, situada no Recôncavo Baiano, é o maior acidente geográfico desta natureza na costa brasileira (com 1.052 km<sup>2</sup>), localizando-se entre, aproximadamente, 12°38'S - 13°02'S e 38°25'W - 38°47'W (LOPES *et al.*, 2002, p.104). Ela possui um litoral com uma configuração muito recortada, começando ao sul com a península de Itapagipe, que fecha parcialmente uma pequena baía do mesmo nome, e estendendo-se até a Ponta do Toque-Toque. A faixa continental adjacente é constituída por um antigo pontal arenoso, no qual afloram sedimentos arenosos inconsolidados, de composição essencialmente quartzosa. A faixa praial é contínua ao longo de todo o setor, com o estirâncio apresentando largura de 25 a 50 m na maré baixa e declive inferior a 3° (VILAS BOAS *et al.*, 1992, p. 311-312).

Nos últimos 50 anos, o local vem apresentando inúmeros problemas ambientais devido à implantação de uma série de empresas de refinamento e incineração de resíduos industriais e urbanos, considerados altamente poluidores. Estas atividades produzem efluentes ricos em xenobióticos que, quando lançados no ambiente, podem provocar alterações ecológicas expressivas e até mesmo destruição da flora e fauna (CAVALCANTE, 2006, p.1).

### Estações de Amostragem

Foram selecionadas 9 estações de amostragens, sendo 8 consideradas como áreas impactadas e 1 utilizada como estação referência (E1- Jeribatuba), todas situadas na Baía de Todos os Santos – BTS, Recôncavo Baiano “Tabela 1”.

Tabela 1- Estações de amostragem e suas localizações.

Estações	NOME	LOCALIZAÇÃO
E1	Jeribatuba	S 13°03'22'' W 38°47'48''
E2	Coqueiro Grande	S 12°43'44,' W 38°45'14''
E3	Caípe	S 12°43'19'' W 38°34'40''
E4	Suape	S 12°44'02'' W 38°35'31''
E5	Fábrica de Asfalto	S 12°43'57'' W 38°37'21''
E6	Ilha do Pati	S 12°42'31'' W 38°37'20''
E7	Ilha de Fontes	S 12°40'16'' W 38°39'15''
E8	Iha de Cajaíba	S 12°40'14'' W 38°41'04''
E9	Cabuçu	S 12°45'56'' W 38°45'10''

## Material Biológico

Foram coletadas, em cada estação de amostragem, 60 folhas de sol adultas, das duas espécies em estudo (*Rhizophora mangle* L. e *Avicennia schaueriana* Stapf & Leechman), a partir do 3° nó, sendo estas lavadas para retirada do excesso de resíduos. O material coletado foi armazenado em sacos plásticos devidamente identificados, contendo informações a respeito da estação, data e quantidade de exemplares coletados. Estes foram, então, transportados para Laboratório de Estudos em Meio Ambiente – LEMA/UCSal.

As 60 folhas coletadas foram lavadas com água Milli-Q por 3 vezes consecutivas e em seguida colocadas sobre a bancada, forrada com papel toalha, para que o excesso de água fosse eliminado. Posteriormente, 25 delas foram acondicionadas em sacos de papel Kraft (saco de pão) previamente identificados por espécie e estação, e colocadas para secar em estufa a 60°C por um período de aproximadamente 30 dias. Após esse período, retirou-se uma folha de cada espécie (folha teste), as quais foram pesadas individualmente, para verificação de alteração no seu peso. Posteriormente, estas voltaram à estufa por mais 24h, repetindo esse procedimento por mais 3 dias consecutivos, visando à obtenção de um peso seco constante. De cada amostra, retirou-se uma folha a ser processada no liquidificador, que logo em seguida foi desprezada (limpeza à seco). Logo após, o restante das amostras (24 folhas de cada espécime) foi processado por mais ou menos 4 minutos para atingir a granulometria de 8 mesh, uniformizando, assim, as amostras.

## Digestão em Termorreator e preparo das amostras

Para a realização da digestão do material, pesou-se aproximadamente 0,200g de cada amostra e do material de referência (SRM 1515 Apples Leaves-NIST) em tubos de vidro específicos para termorreator. Dando início ao processo de digestão das amostras, foi adicionado, em capela, 2mL de ácido nítrico P.A a 65%, permanecendo “overnight”. Após este período, as amostras foram colocadas no termorreator (ESPCTROQUANT TR 420-MERCK), que junto a uma programação, funciona sob elevadas temperaturas (80 – 100 °C) e pressão. Após a digestão, as amostras foram filtradas diretamente em balões volumétricos de 25mL, e avolumadas com água Milli-Q, sendo em seguida transferidas para frascos plásticos identificados e analisadas no aparelho de espectrometria de absorção atômica em chama (SpectrAA 220 FS – Varian).

Para validação do método de digestão, foi utilizado como material de referência padrão o SRM 1515 Apples Leaves-NIST, certificado para os metais analisados. Com os dados obtidos foram calculados os valores das concentrações dos metais de cada amostra e imediatamente o índice de recuperação do material de referência.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas estações de amostragem 4 (Suape) e 6 (Ilha do Pati) não foram feitas coletas para a espécie *Rhizophora mangle L.*, devido à dificuldade de se encontrar material apropriado para o presente estudo.

De acordo com as análises realizadas nas folhas das espécies estudadas, as amostras pertencentes às estações de coleta 5 (Fábrica de Asfalto) e 2 (Coqueiro Grande) apresentaram os maiores valores de concentração de ambos os metais. A estação de amostragem 5 apresentou as maiores concentrações do metal Fe na espécie *Avicennia schaueriana Stapf & Leechman* e do metal Mn, na espécie *Rhizophora mangle L.*, já a estação de amostragem 2 apresentou as maiores concentrações do metal Fe nas folhas da espécie *Rhizophora mangle L.* e do metal Mn em folhas de *Avicennia schaueriana Stapf & Leechman* “Tabela 2”.

Tabela 2 - Valores das concentrações dos metais Fe e Mn (mg/kg) nas folhas de *Avicennia schaueriana Stapf & Leechman* e *Rhizophora mangle L.* das diferentes estações em estudo – Baía de Todos os Santos, Bahia.

Estações	<i>A. schaueriana</i>		<i>R. mangle L</i>	
	Fe	Mn	Fe	Mn
E1-Jeribatuba	71,49	122,70	43,33	113,27
E2-Coqueiro Grande	101,63	221,04	82,68	72,51
E3-Caípe	88,33	144,49	69,52	252,70
E4-Suape	84,52	70,23	ESC	ESC
E5-Fábrica de Asfalto	131,45	164,83	51,21	301,56
E6-Ilha de Pati	76,93	111,04	ESC	ESC
E7-Ilha de Fontes	51,24	95,22	53,97	107,08
E8-Ilha de Cajaíba	79,23	176,88	64,24	259,16
E9-Cabuçu	62,29	127,78	45,11	190,18

Legenda: ESC = Estação sem Coleta

Os altos valores dos metais Fe e Mn determinados nas folhas das duas espécies das estações E2 e E5 em *A. schaueriana*, apresentados na tabela 2, devem-se, provavelmente, à atividade industrial e urbana presente no local e a constante emissão de seus resíduos no manguezal. A estação de amostragem E2 apresenta atividades industriais como fabricação de calçados, atividades petrolíferas e fabricação de embalagens metálicas, já a estação de coleta E5 apresenta como atividades industriais as petrolíferas, extrativas e de acumuladores (SANTOS *et al.*, p.4).

As concentrações do metal Fe das amostras de folha da espécie *Avicennia schaueriana* Stapf & Leechman, pertencentes às estações de amostragem E7 (Ilha de Fontes) e E9 (Cabuçu), apresentaram-se menores do que os verificados na estação considerada referência (E1-Jeribatuba), assim como, para a mesma espécie, os valores verificados para o metal Mn, nas estações E4, E6 e E7, também foram inferiores aos da estação considerada como referência, o que também pôde ser verificado para o metal Mn nas amostras de folhas da espécie *Rhizophora mangle* L., das estações de amostragem E2 e E7 “Tabela 2”.

Este comportamento diferenciado pode estar fundamentado em que a bioacumulação por cada espécime depende não só dos diversos fatores ambientais, como salinidade, pH, disponibilidade de metais no sedimento, mas também do metabolismo característico da espécie. O mecanismo de controle de absorção de sal, que as duas espécies em estudo possuem, interferem na captação dos elementos traços, podendo, assim, justificar os resultados obtidos (OLIVEIRA *et al.*, 2000, p.42).

Os menores valores de concentração do metal Fe foram encontrados em folhas dos espécimes de *Rhizophora mangle* L. da maioria das estações (E1, E2, E3, E5, E8 E E9). Este baixo acúmulo de Fe é citado por outros autores, mas sem uma explicação definida. Segundo Lacerda e colaboradores (1988), o substrato onde se desenvolve esta espécie possui alta capacidade de retenção desses micronutrientes, já Twilley e colaboradores (1995) sugerem que a espécie é dotada de mecanismos de absorção radicular controladores da concentração interna dos micronutrientes e, por isso, encontram-se mais adaptadas a ambientes ricos nessa classe de elementos químicos (CUZZUOL *et al.*, 2001, p.233). “Tabela 2 e Figuras 2 e 3”

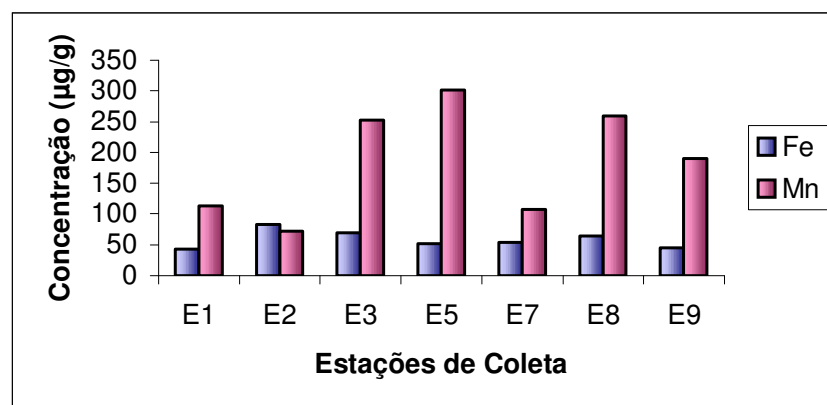


Figura 2 - Análise das concentrações dos metais Fe e Mn em folhas de *Rhizophora mangle* L. pertencentes às diferentes estações de coleta.

O Mn interage com muitos outros minerais na nutrição da planta, sob certas condições, a adição de elementos Si, Fe, Ca e P alivia a toxidez de Mn (FOY, 1984 APUD MAGALHÃES, 2002, p.52). Logo, a tendência de um espécime que acumulou grandes quantidades de Mn é

acumular pequenas quantidades de Fe. Como as espécies *Rhizophora mangle L.* e *Avicennia schaueriana* apresentaram altos valores de Mn, a tendência é de apresentarem baixos valores de Fe, o que foi verificado em todas as estações de amostragem, excetuando-se a E2 e E4, respectivamente, “Figuras 2 e 3”

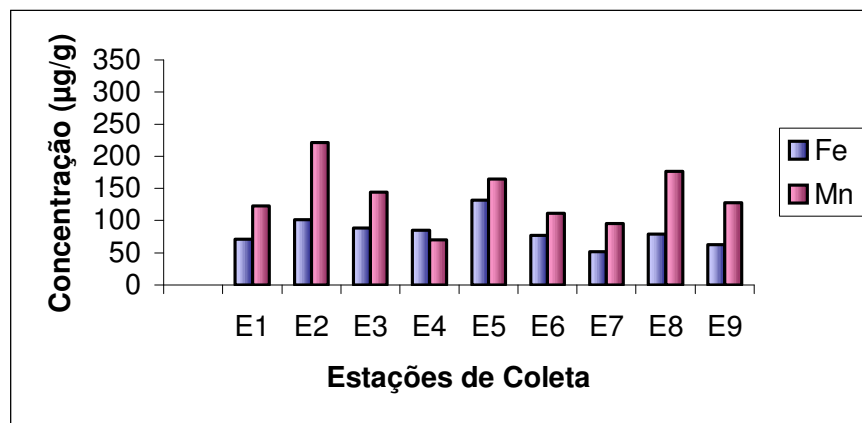


Figura 3 - Análise das concentrações dos metais Fe e Mn em folhas de *Avicennia schaueriana Stapf & Leechman* pertencentes às diferentes estações de coleta.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da verificação das diferenças entre os valores de concentração de ambos os metais nas folhas das 2 espécies estudadas das diferentes estações de amostragem, pôde-se inferir que as atividades industriais e urbanas e o despejo de seus efluentes no manguezal interferem no ambiente como um todo, causando diversas alterações na dinâmica de nutrientes do mesmo e nos organismos a ele associados.

Entretanto, faz-se necessário um estudo mais abrangente, que envolva morfologia, anatomia e análise de enzimas antioxidantes, para um melhor diagnóstico ambiental e avaliação dos efeitos do impacto das atividades industriais nas espécies em estudo.

Através dos resultados deste estudo, pôde-se sugerir que as estações mais impactadas pelo despejo de poluentes, dentre as estudadas, foram as de Coqueiro Grande (E2) e Fábrica de Asfalto (E5), já que as folhas das espécies em estudo apresentaram as maiores concentrações dos metais.

## REFERÊNCIAS

- BERNINI, E.; SILVA, M. B.; CARMO, T. M. S.; CUZZUOL, G. F. Composição Química do Sedimento e de Folhas das Espécies do Manguezal do Estuário do Rio São Mateus, Espírito Santo, Brasil. Rev. Brasileira de Botânica, vol.29, n.4, São Paulo, 2006;
- BIANCHI, M. L. P., ANTUNES, L. M. G.. Radicais Livres e os Principais Antioxidantes da Dieta. Artigo de Revisão, Rev. Nutrição, 1999;

- CARDOSO, P. F. Resposta de Linhagens de Arroz à Exposição ao Cádmi. Tese de Mestrado em Agronomia, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, São Paulo, 2000;
- CAVALCANTE, A. C. O. Avaliação Biogeoquímica em Áreas de Manguezal da Região de Santo Amaro da Purificação, Bahia-Brasil. Salvador. Monografia de Licenciatura em Ciências Biológicas, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Católica do Salvador (UCSal). Salvador, 2006;
- CUZZUOL, G. R. F.; CAMPOS, A. Aspectos Nutricionais na Vegetação de Manguezal do Estuário do Rio Mucuri, Bahia, Brasil. Rev. Brasileira de Botânica, São Paulo, v.24, n.2, p.227-234, 2001;
- FRUEHAUF, S. P. *Rhizophora mangle* (Mangue Vermelho) em Áreas Contaminadas de Metal na Baixada Santista. Tese de Doutorado em Ecologia de Ecossistemas, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, São Paulo, 2005;
- GOMES, C. A. A.; SANTOS, P. J. P.; ALVES, T. N. C.; ROSA-FILHO, J. S.; SOUZA-SANTOS, L. P. Variação Temporal da Meiofauna em Área de Manguezal em Itamaracá – Pernambuco. Atlântica, Rio Grande, 2002;
- LOPES, P.R.D.; OLIVEIRA-SILVA, J.T. Nota Sobre a Família *Sphyraenidae* (ACTINOPTERYGII: PERCIFORMES: SCOMBROIDEI) na Baía de Todos os Santos e Ilha de Itaparica (Bahia). Sitientibus, Série Ciências Biológicas, 2002;
- MAGALHÃES, G. C.. Análise da Atividade de algumas Enzimas Antioxidantes em Plantas de Soja (*Glycine max.* L. Merr.) Sob Níveis de Manganês, em Função da Micorriza Arbuscular. Tese de Mestrado. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. USP, 2002;
- OLIVEIRA, S. S.; BRITTO, I. C.; FREITAS, H. M. B. Composição Química das Folhas da *Rhizophora mangle* L. do Sedimento de Manguezais não Impactados e Impactados por Resíduos Industriais. Feira de Santana-BA, n.23, 2000;
- VILAS BOAS, G. S.; BITTENCOURT, A. C. S. P. Variação da Energia e sua Repercussão nas Características Composicionais e Texturais em Sedimentos Praiais Atuais: Exemplo da Costa Leste da Baía de Todos os Santos, Bahia, Brasil. Rev. Brasileira de Geociências, 1992;
- VIRGENS, I. O. Análise Biométrica e Morfológica de Folhas de *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn (*Combretaceae*) de Zonas de Manguezal da Região de São Francisco do Conde-Ba Impactadas por Atividades Petrolíferas. Monografia de Licenciatura em Ciências Biológicas, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Católica do Salvador (UCSal). Salvador, 2003.