

ESTUDO DA *Laguncularia racemosa* PROVENIENTE DE ZONAS ESTUARINAS DO RECÔNCAVO BAIANO IMPACTADAS POR ATIVIDADES PETROLÍFERAS.

Cristiane Correia Santos, Cristina Guimarães Santos*

RESUMO: As atividades petrolíferas, desde o seu processo de extração, passando pelo transporte, refino, até seu consumo, geram emissão de compostos inorgânicos e orgânicos e produção de gases que poluem a atmosfera. Estes compostos alteram a ciclagem de nutrientes, a fotossíntese e a produção em ambientes estuarinos, afetando assim a fertilidade de manguezais, induzindo alterações significativas nas características biogeoquímicas, com conseqüente desequilíbrio nesta biota. Por ser um ecossistema mais vulnerável que os demais, este trabalho procurou verificar como as atividades petrolíferas podem estar influenciando o desenvolvimento normal das plantas provenientes das zonas de manguezais da Baía de Todos os Santos - Recôncavo Baiano. Coletou-se aproximadamente 60 folhas de sol adultas da espécie de mangue *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn (Combretaceae), em nove estações de amostragem: município de São Francisco do Conde (Ilha de Cajaíba, Ilha de Fontes e Ilha de Pati), município de Madre de Deus (Coqueiro Grande, Fábrica de Asfalto, Caipe e Suape), uma estação na cidade de Saubara (Cabuçu), áreas consideradas como impactadas por atividade antrópicas; município de Jeribatuba - Ilha de Vera Cruz - BA, considerada como referência, por não apresentar os mesmos efeitos impactantes das demais. Analisou-se de forma preliminar a morfologia, biometria e anatomia, parâmetros estes usados como bioindicadores de impactos ambientais. Os resultados obtidos das descrições gerais constataram que houve modificações significativas das espécies em relação à área de referência ($P < 0,05$), indicando a influência das atividades petrolíferas desenvolvidas in locu, na estrutura da flora local.

Palavras-chaves: Atividades petrolíferas; Manguezal; *Laguncularia racemosa*

INTRODUÇÃO

Os municípios de São Francisco do Conde e Madre de Deus, localizados na Baía de Todos os Santos – Recôncavo Baiano –, vêm sofrendo influências de várias indústrias petrolíferas. Os efluentes petrolíferos resultam em prejuízos, muitas vezes irreversíveis, ao meio ambiente (GARCIA, *et al* 2004).

A instalação de indústrias de atividades petrolíferas voltadas para a extração, processamento e o refino do petróleo compõem a principal atividade econômica desses municípios, além do crescimento urbano e turístico nestas regiões, o que resulta em diversos problemas ambientais (FERNANDEZ *et al.*, 2002). A emissão de compostos inorgânicos e orgânicos altera a ciclagem de nutrientes, a fotossíntese e a produção em ambientes estuarinos, afetando assim a fertilidade de manguezais, induzindo alterações significativas nas características biogeoquímicas, com conseqüente desequilíbrio nesta biota (WAGENER, 2003).

* Acadêmicas do Curso de Ciências Biológicas da Universidade Católica do Salvador – UCSal. Bolsistas de Iniciação Científica - FAPESB/UCSAL. Orientador: Renato Delmondez de Castro, Doutor em Fisiologia de Plantas pela Wageningen University And Research Center, WUR, Holanda; Pesquisador da Universidade Católica de Salvador – LEMA/UCSal; e-mail: renatodc@ucsal.br. Co-orientadora: Luzimar Gonzaga Fernandez, 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.

Ao longo deste processo, tem-se o progresso dos centros urbanos, à custa de degradação ambiental, diminuição da oferta de recursos naturais (DE ALMEIDA *et al.*, 1993).

Este ecossistema tem sido alterado de maneira significativa em função de múltiplos impactos ambientais advindos de atividades antrópicas, tais como lançamento de efluentes domésticos e industriais não tratados, dentre outros. Como consequência destas atividades, tem-se observado uma expressiva queda da biodiversidade da fauna e da flora, em função da desestruturação do ambiente físico, químico e alteração da dinâmica natural das comunidades biológicas (GOURLAT & CALLISTO, 2003)

Entre os vegetais característicos de manguezais, a espécie de *Laguncularia racemosa* é a que possui maior resistência a alterações ambientais. Devido a esse vegetal possuir suas raízes tolerantes à concentração de sais, sem sofrer toxidez, que a ele permite manter um elevado potencial osmótico e absorver água e nutrientes (ODUM, 1972). Alterações do limbo e pecíolo são parâmetros usados como bioindicadores de impactos ambientais, pois revela modificações estruturais nos tecidos (LIMA, 2003).

O trabalho objetivou avaliar a estrutura foliar de *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn (Combretaceae), submetida aos diversos impactos de atividade petrolíferas dos manguezais dos municípios de São Francisco do Conde e Madre de Deus.

METODOLOGIA

A Baía de Todos os Santos está situada na região do Recôncavo Baiano onde estão localizados a Ilha de Vera Cruz e a região de São Francisco do Conde “Figura 1”. Foram estabelecidas nove estações, sendo um considerado controle na Ilha de Vera Cruz (E1 – Jeribatuba, S 13°03’18,2’’ W 38°47’49,7’’). Oito estações foram estabelecidas em áreas submetidas a atividades petrolíferas, sendo elas na região de São Francisco do Conde (E2 – Coqueiro Grande, S 12°43’44,0’’ W 38°45’14’’), (E3 – Caípe, S 12°43’19,3’’ W 38°34’40,2), (E4 – Suape, S 12°44’02,5’’ W 38°35’31,4’’), (E5 - Fábrica de Asfalto, S 12°43’57,8’’ W 38°37’21,2’’), (E6 - Ilha de Pati, S 12°42’31,8’’ W 38°37’20,5’’), (E7 - Ilha de Fontes, S 12°40’16,5’’ W 38°39’15,5’’), (E8 - Ilha de Cajaíba, S 12°40’14,0’’ W 38°41’04,1’’) e (E9 – Cabuçu, S 12°45’56,1’’ W 38°45’10,7’’). Essas estações foram selecionadas levando-se em consideração as prováveis fontes poluidoras.

Em cada estação, foram selecionados três espécimes de *L. racemosa*, de onde foram coletadas aproximadamente 60 folhas adultas de sol, a partir do terceiro nó, ao redor da copa. As folhas foram acondicionadas em sacos plásticos e posteriormente enviadas ao LEMA/UCSAL onde foram lavadas em água corrente e feitas as análises morfológicas (visualização de clorose, galha, limbo revoluto, manchas perfuração, recorte, necrose e perfeita) e biométricas (utilização de um paquímetro para medir a largura e comprimento das folhas). As 60 folhas coletadas foram separadas aleatoriamente, 10 a 15 folhas, as quais foram fixadas em FAA₇₀ por uma semana e em seguida conservadas em álcool 70%. Foram realizados cortes transversais da região mediana do pecíolo e limbo foliar, os quais foram corados com Safrablau (Safranina 1% e Azul de Alcian 1%) e as lâminas foram preparadas em glicerina 50% (Kraus e Arduim, 1996) . As análises das amostras foram realizadas em microscópio binocular Nikon Eclipse E-600 e as microfotografias foram realizadas em microscópio com câmara fotográfica acoplada marca Nikon FDX - 35.

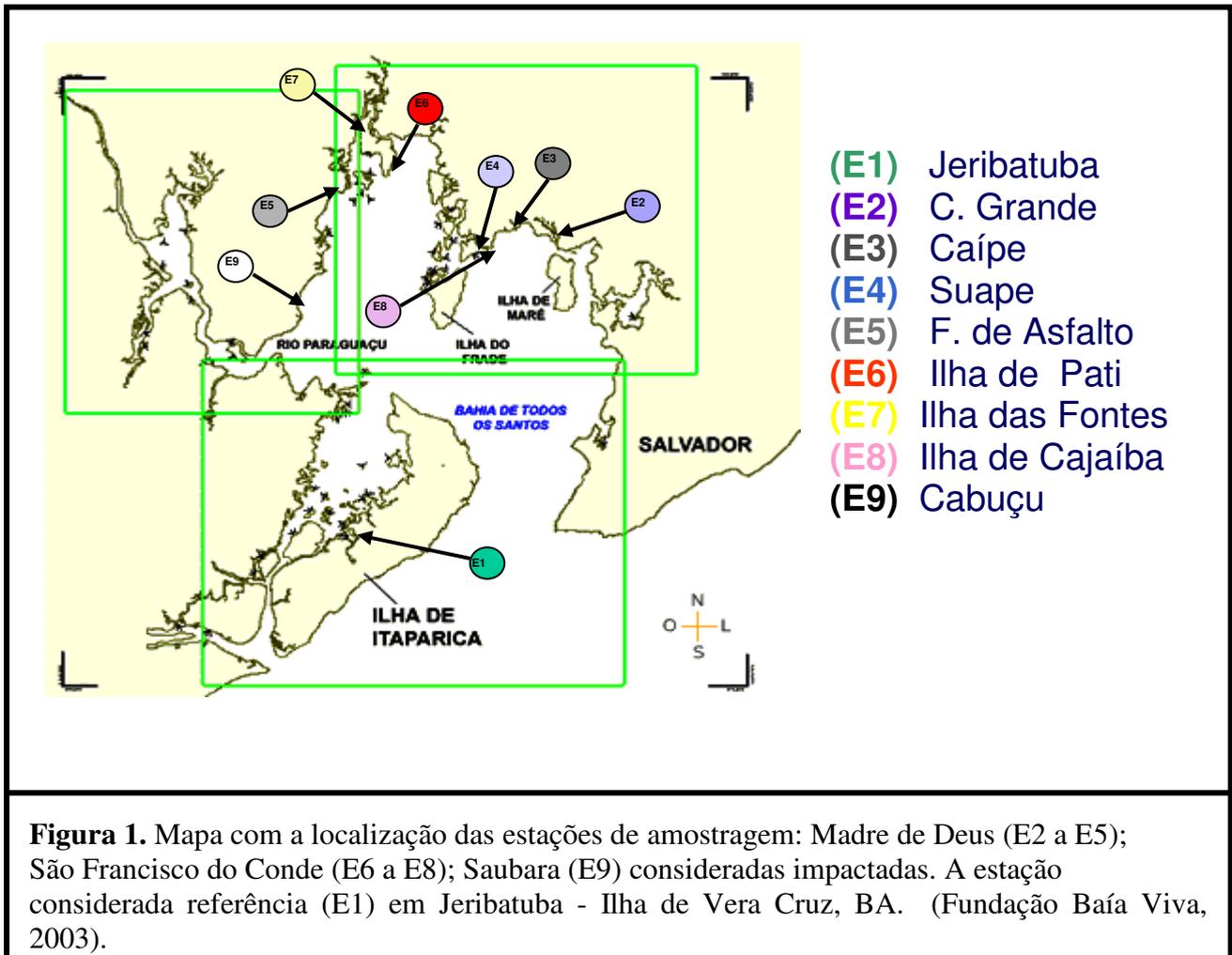


Figura 1. Mapa com a localização das estações de amostragem: Madre de Deus (E2 a E5); São Francisco do Conde (E6 a E8); Saubara (E9) consideradas impactadas. A estação considerada referência (E1) em Jequeribatuba - Ilha de Vera Cruz, BA. (Fundação Baía Viva, 2003).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

O manejo de manguezais, pressupondo intervenções antrópicas, não pode ser baseado unicamente em considerações de caráter biológico (Schaeffer-Novelli & Cintron-Molero, 1993). As espécies presentes no manguezal ocupam locais diferentes da zona entremarés, apresentando características distintas com relação à frequência de inundação pelas águas estuarinas, textura do sedimento, salinidade intersticial e processos geomorfológicos, entre outros. (Schaeffer-Novelli *et al.* 1990).

A contaminação, devido ao derramamento de petróleo, é frequente, ficando a fauna e a flora desses ecossistemas vulneráveis ao poluente, devido principalmente à facilidade de sua acumulação no solo. As condições de inundação e as características da vegetação com suas raízes abundantes, formando uma malha superficial, dificultam o acesso as regiões contaminadas, impedindo a descontaminação imediata (CURY, 2002).

O excesso de umidade no solo afeta a disponibilidade de oxigênio para as raízes, podendo causar distúrbios fisiológicos nas plantas. Certas plantas, quando excessivamente irrigadas e mantidas sob elevada umidade relativa em ambientes pouco ventilados, apresentam várias anomalias foliares (AGRIOS, 1997).

A vegetação costuma sofrer ao ser afetada por poluentes existentes no ar, como derivados da queima de carvão e petróleo. Os principais poluentes são o enxofre na forma de SO_2 ; vários óxidos de nitrogênio e pós, sendo que os mesmos podem agir sós ou em combinação com outros poluentes, tornando seu efeito mais agressivo as plantas. Dentre os efeitos causados, pode-se citar a diminuição de assimilação por falta de luz, no caso dos pós e a destruição dos tecidos e necroses, com processos de perturbação fisiológica, podendo levar à morte no caso de agentes tóxicos (MONITORAMENTO FLORESTAL, 2003).

A vegetação do manguezal da Baía de Todos os Santos é altamente especializada e representada por espécies arbóreas. Dentre elas, encontra-se a *Laguncularia racemosa*, por se apresentar altamente adaptada às condições de solos alagados, com baixas concentrações de oxigênio e salinidade variável. Esta espécie desenvolveu estruturas de adaptação ao mangue, tais como raízes escoras (responsáveis pela sustentação sobre o sedimento), glândulas excretoras de sais nas folhas (conferem tolerância a elevadas concentrações de sais) localizadas nas suas folhas por onde libertam o excesso de sal. Acredita-se que a queda de folhas é mais um meio de eliminação do excesso de sal.

Os dados da estrutura foliar de *Laguncularia racemosa*, obtidos no manguezal, demonstraram, de uma forma geral, uma grande variabilidade estrutural nas diversas estações de amostragem estudadas, indicando alterações significativas em relação à área de referência ($P < 0,05$).

Biometria: Houve diferença significativa no comprimento e largura das folhas nas estações consideradas impactadas, sendo no comprimento as estações de Ilha de Pati, Ilha de Fontes, Coqueiro Grande e Fabrica de Asfalto. Na largura, todas as folhas das estações, exceto na Ilha de Pati. “Tabela 1”

Tabela 1 - Biometria comparativa entre as estações.

ESTAÇÕES COMPARADAS	COMPRIMENTO	LARGURA
Jeribatuba X Ilha de Pati	0,0400*	0,5800
Jeribatuba X Ilha de Fontes	0,0100*	0,0040*
Jeribatuba X Ilha de Cajaíba	0,0600	0,0002*
Jeribatuba X Cabuçu	0,4700	0,0100*
Jeribatuba X Coqueiro Grande	0,000017*	0,0300*
Jeribatuba X Caipe	0,0700	0,0020*
Jeribatuba X Suape	0,0100*	0,0200*
Jeribatuba X Fábrica de Asfalto	0,0100*	0,0100*

Morfologia: Constatou-se grande quantidade de alterações morfológicas “Figura 2” nas folhas como:

Manchas - Suape e Fábrica de Asfalto;

Recorte - Coqueiro Grande e Fábrica de Asfalto;

Necrose - Suape e Coqueiro Grande;

Limbo revoluto – Ilha de Pati, Ilha de Fontes, Ilha de Cajaíba e Cabuçu.



Figura 2. Foto mostrando alterações na morfologia externa das folhas de *L. racemosa* coletadas no Manguezal de São Francisco do Conde e Madre de Deus, Bahia, 2005.

Anatomia: Constatou-se grande quantidade de alterações anatômicas nas folhas como:
 Drusas - No limbo foliar na Ilha de Pati ,Caípe, Suape e Fábrica de Asfalto “Figura 3”;
 Glândulas de sal - Na Ilha de Fontes “Figura 4”;
 Necrose - No pecíolo de amostras de Coqueiro Grande e Caípe “Figura 5”.



Figura 3. Corte transversal do pecíolo de *L. racemosa* da estação de amostragem Caípe (E3), evidenciando drusas.

A presença de cristais de oxalato de cálcio na forma de drusas, algumas vezes ampliam a luz captada beneficiando o tecido interno (BLENK, 1884 - citado por Metcalfe & Chalk, 1988). Os cristais podem também fornecer suporte mecânico para os tecidos e proteger a planta contra ataque de animais (METCALFE & CHALK, 1988). Verificou-se também uma grande quantidade de Glândulas de sal, que são tricomas presentes em folhas de plantas que ocupam ambiente salino. Tais estruturas evitam um nível nocivo de acúmulo de íons minerais nos tecidos de *Laguncularia*, que se desenvolve em mangue, secretado o excesso de sal na forma de soluções salinas (APPEZZATO-DA-GLORIA, 2003).

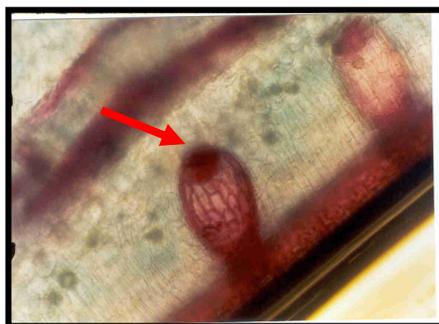


Figura 4. Corte transversal do limbo de *L. racemosa* da estação de amostragem Fontes (E7), evidenciando glândulas de sal.

Verificou-se grande quantidade de tecido necrosado no pecíolo das folhas da estação Coqueiro Grande e Caipe, resultante da morte de certa extensão do tecido, caracterizada por uma degeneração e uma desintegração. A cutícula recobre todas as células da epiderme da planta e serve como interface entre o corpo da planta e o ambiente, realizando a proteção e a prevenção da perda de água dos tecidos vegetais (BUKOVAC *et al.*, 1990).

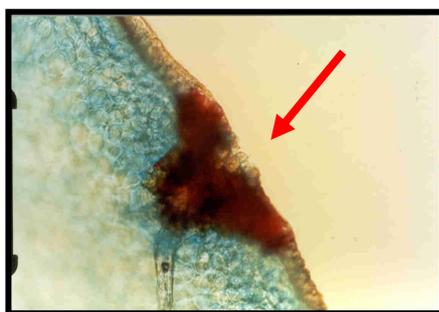


Figura 5. Corte transversal do pecíolo de *L. racemosa* da estação de amostragem Caipe (E3), evidenciando tecido necrosado.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Poluentes como o petróleo, metais pesados e lixo industrial e urbano afetam diretamente a vegetação, alterando assim a capacidade respiratória e osmorreguladora das raízes, podendo levar as plantas à morte. Como resultado, tem-se, dentre outros, diminuição da qualidade da água, da produtividade, da biodiversidade e dos valores estéticos e paisagísticos da biota estuarina. A partir das análises realizadas, foram observadas alterações morfológicas, biométricas e anatômicas das folhas de *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn (Combretaceae), levando a crer que houve uma sensibilização contínua do metabolismo vegetal em toda e qualquer área impactada, havendo assim uma necessidade de fitorremediação a partir da biota local.

REFERÊNCIAS

- AGRIOS, G. N. **Plant pathology**. 4 ed. San Diego: Academic Press, 1997, p 457 – 462.
- CURY, J. C.; **Atividade microbiana e diversidades metabólica e genética em solo de mangue contaminado com petróleo**. Maio de 2002, Piracicaba – São Paulo – Brasil.
- APPEZZATO-DA-GLORIA, B., *et al.* **Anatomia Vegetal**. Editora UFV: Viçosa. 2003. P. 87 a 96.
- BUKOVAC, M. J. *et al.* **Sorption of organic compounds by plant cuticles**. *Weed Sci.*, v. 38, n. 3, p. 289-298, 1990.
- DE ALMEIDA *et al.* **Planejamento ambiental – caminho para participação popular e gestão ambiental para nosso futuro comum. Uma necessidade, um desafio**. Ed. Thex Ltda/Biblioteca Estácio de Sá, Rio de Janeiro, 1993.154p.
- FERNANDEZ *et al.*, **Avaliação enzimática em espécies bioindicadoras de metais pesados de zonas do município de São Francisco do Conde – Recôncavo Baiano**. V Semana de Mobilização Científica. 2002
- GARCIA, *et al* **Avaliação da Anatomia do Pecíolo de Folhas de *Avicennia Schaueriana* Stapf & Leechman em Zonas do Manguezal dos Municípios de São Francisco do Conde e Madre de Deus – Ba., Niterói, 2004. v. 1. p. 528-530;**
- GOULART, M. & CALLISTO, M. **Bioindicadores de qualidade de água como ferramenta em estudos de impacto ambiental**. *Revista da FAPAM*. 2003. Ano 2, nº. 1
<http://www.icb.ufmg.br/~beds/arquivos/goulartecallisto.pdf>
- LIMA, J. S. **Bioindicação, Biomonitoramento: Aspectos Bioquímicos E Morfológicos**. Disponível em:
<http://www.techoje.com.br/ietec/techoje/techoje/meioambiente/2003/01/24/2003_01_24_0005.2xt-template_interna>, Revista Tec Hoje 2003. Acesso em 04 jul. 2005.
- METCALFE & CHALK, 1988. Disponível em:
<http://www.jbrj.gov.br/publica/rodriguesia/rodrig51/6_tris1.pdf>. Acesso em 10 jun. 2005
- MAY-DE MIO L. L. & AMORIM L. 2003. **Monitoramento Florestal**. Disponível em:
<<http://www.furb.br/monitoramentoflorestal/doencas.html>>, acesso em 05 jul. 2005
- ODUM, E. P. **Ecologia**. 3 ed. México. Nueva Editorial Interamericana, 1972. 639p.
- SCHAEFFER-NOVELLI, Y. CINTRÓN MOLERO, G.; ADAIME, R.R. & CAMARGO, T.M. (1990). “**Variability of Mangrove Ecosystems along the Brazilian Coast**”. *Estuaries*, vol. 13, no. 2, 204-218 p.
- SCHAEFFER-NOVELLI, Y & CINTRONMOLERO, G. (1993). “**Manguezais Brasileiros: Uma Síntese sobre Aspectos Históricos (Séculos XVI a XIX), Zonação, estrutura e Impactos Ambientais**”. In: III Simpósio de Ecossistemas da Costa Brasileira: Subsídios a um Gerenciamento Ambiental. Serra Negra, ACIESP. Vol.1: 333- 341.

WAGENER *et al.*, **Monitoramento da Contaminação por Óleo em Manguezais: desenvolvimento de novas abordagens**. Disponível em:
<http://www.canalciencia.ibict.br/pesquisas/pesquisa.php?ref_pesquisa=177>, acesso em 12 jun. 2005.