

AVALIAÇÃO ANATOMO-MORFOLÓGICA DAS FOLHAS DE *AVICENNIA SCHAUERIANA* STAPF & LEECHMAN, COMO BIOINDICADORA DE IMPACTO AMBIENTAL NO MANGUEZAL DE SUBAÚMA, ENTRE RIOS-BA

Patrícia Campos Santos*

RESUMO: *Subaúma, distrito de Entre Rios-Bahia está localizada no Litoral Norte Baiano. O rio Subaúma apresenta em suas margens um manguezal misto bastante extenso, que á pouco tempo recebeu um aporte de uma substância desconhecida, causando a morte da biota local. Além disso, vem sofrendo influências de atividades antrópicas, como o crescimento urbano e expansão turística. Muitos estudos indicam que as alterações anatômicas e morfológicas em plantas superiores são indícios usados na bioindicação de áreas impactadas, como tem sido observado em plantas do gênero Avicennia, as quais são consideradas as mais sensíveis deste ecossistema. Este trabalho objetivou analisar a morfologia externa e anatomia das folhas de *Avicennia schaueriana*, coletadas no manguezal de Subaúma (área considerada impactada). Foram coletadas aproximadamente 60 folhas de sol adultas, ao redor da copa de três indivíduos de *A. schaueriana* em três estações de amostragem em Subaúma e uma em Maragogipe (área controle). As amostras foram fixadas em álcool 70 %, e realizados cortes transversais á mão livre do pecíolo e limbo foliar, que foram corados com safrablau e usados para o preparo de lâminas em glicerina a 50 %. Verificaram-se alterações anatômicas nas folhas, como uma grande quantidade de tricomas, aumento no aerênquima e destruição dos tecidos. Em relação à morfologia externa ocorreu o aparecimento de muitas galhas, pastejo e perfurações. Todas essas alterações só foram observadas na área de Subaúma, o que pode está associado a alterações ambientais, logo neste estudo a espécie analisada pode ser considerada como uma bioindicadora de manguezais com impacto ambiental.*

Palavras-chave: Morfologia; Anatomia; *Avicennia schaueriana*

INTRODUÇÃO

A Vila de Subaúma, pertencente ao Município de Entre Rios – Bahia, apresenta como principal fonte de renda econômica as atividades pesqueiras, fluviais e marinhas. Foz do Rio Subaúma, localizado nesta Vila, por pertencer a um ambiente estuarino, possui um grande aporte pesqueiro, devido à interação direta do Rio com o mar, originando grandes áreas de manguezais. Estes são ecossistemas costeiros, de transição entre os ambientes terrestres e marinhos, característicos de regiões tropicais e subtropicais, sujeitos ao regime da maré, constituídos de espécies vegetais lenhosas típicas (angiospermas), além de micro e macroalgas (criptógamas), adaptadas à flutuação de salinidade e caracterizada por colonizarem sedimentos com baixos teores de oxigênio e predominantemente lodosos (Schaeffer-Novelli, 1995). Segundo Alves (2002), o ecossistema de manguezal é, atualmente considerado um dos mais importantes pela sociedade, não só pela sua representatividade, em virtude de ser depositários de nutrientes e de energia que disponibiliza para outros ecossistemas, mas também, como representante de alta produtividade, de grande diversidade e abundância de organismos vivos, principalmente animais.

* Licenciada em Ciências Biológicas pela Universidade Católica do Salvador – UCSal. E-mail: paticsbio@hotmail.com. Orientadora: Bárbara Rosemar Nascimento de Araújo, Mestre em geoquímica e Meio Ambiente pela UFBA, Professora do Instituto de Biologia da UNIME. Co-orientadora: Luzimar Gonzaga Fernandez, Doutora em Biologia Molecular Estrutural pela UPC, Barcelona, Espanha, Coordenadora e Pesquisadora do LEMA/UCSal, Professora do ICS/UFBA, Coordenadora do Projeto.

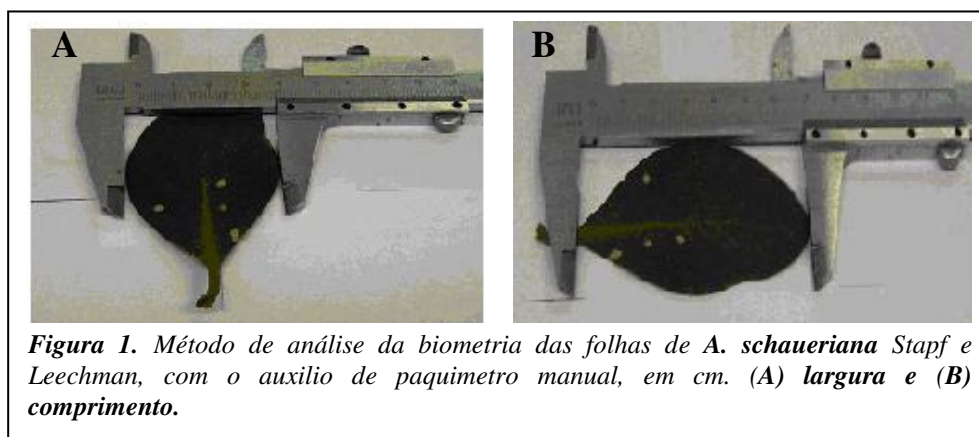
São importantes também, pois protegem a linha da costa contra erosão, as áreas ribeirinhas contra enchentes, diminuindo a força das águas, e são locais para realização de atividades educacionais, turísticas e ambientais. Atualmente os manguezais vêm sofrendo com diversas ameaças oriundas de ações antrópicas, como, por exemplo, cortes, aterros para dar espaço a portos e construções civis, lançamento de esgotos doméstico sem tratamento e efluentes industriais, carcinocultura, ocupações urbanas e expansões turísticas desordenadas dentre outros, as quais vêm acelerando o processo de modificação e erradicação dos mesmos.

Essas modificações que vêm ocorrendo próximo a mananciais ou efluentes provocam modificações em nível de salinidade, promovendo alterações muitas vezes irreversíveis, nas estruturas anatômicas, morfológicas e fisiológicas das folhas de plantas de manguezal (Araújo, 1997). Também, podem ser os causadores da mortalidade de muitos animais que vivem neste ecossistema. De acordo com Lima (2003), as alterações morfológicas e anatômicas em plantas superiores são indícios usados na bioindicação. Vários estudos estão sendo realizados, utilizando a avaliação morfológica e anatômica de folhas de espécies de plantas de manguezais, visando identificar indicadores de estresse natural ou antropogênico sobre bosques de manguezal. No entanto, no presente estudo, foi analisado a organização morfológica externa e anatômica das folhas de *Avicennia schaueriana* Stapf e Leechman, a qual é considerada mais sensível às ações resultantes de atividades antrópicas diversas, que venham impactar o ecossistema de manguezal, visando identificar a espécie como uma bioindicadora de áreas impactadas. Este trabalho constitui-se em grande interesse ecológico e científico, pois viabiliza o conhecimento das condições atuais do manguezal de Subaúma, fundamentada no estudo de representantes da flora considerada obrigatória de manguezal, do gênero *Avicennia*, que atualmente sofre influência de uma substância tóxica de origem ainda desconhecida, a qual vem causando a morte de vários animais e modificação na morfologia e anatomia das folhas.

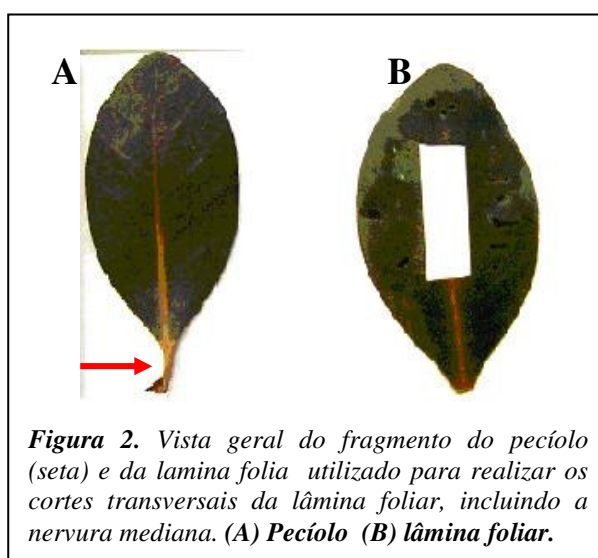
MATERIAIS E MÉTODOS

Subaúma, Distrito de Entre Rios-Bahia, localizada na Litoral Norte, distando aproximadamente 130 Km da capital, localizada a 12° 55' 34" de latitude Sul e 38° 31' 13" de longitude oeste. Devido ao impacto ambiental verificado atualmente nesta região, esta área está sendo considerada neste estudo como impactada. As estações foram plotadas ao longo do Rio Subaúma, considerando de jusante para montante. Para este estudo, foram estabelecidos 3 (três) estações de amostragem: a estação 1 (E1), estação 2 (E2) e estação 3 (E3). Nas estações E1 e E2, foram coletadas amostras de três espécimes, enquanto na estação (E3), de apenas um espécime, pois não havia mais indivíduos neste local. Para efeito de comparação, foi utilizado o manguezal do Município de Maragojipe, Recôncavo Baiano, que está localizado geograficamente a 12° 49' 52" de latitude Sul e 38° 55' 14" de longitude Oeste (CEI). Este município está situado na margem direita do Rio Paraguaçu, no interior de uma das ramificações da Baía de Todos os Santos, distando aproximadamente 132,6 Km da cidade de Salvador. Essa área foi considerada estação controle (E4), pois não está sob influência de agentes aludidos da região de Subaúma. Nesta estação também foram selecionados 3 espécimes para obtenção das amostras. A coleta foi realizada em junho de 2003. Em cada espécime de *A. schaueriana* de cada estação, coletaram-se aproximadamente, de forma aleatória, 60 folhas de sol adultas, a partir do 3º nó, ao redor da copa. As folhas foram inicialmente acondicionadas em sacos plásticos, para evitar a dessecação, foram devidamente etiquetadas e armazenadas em caixa de isopor, até a chegada ao Laboratório de Estudo em Meio Ambiente da Universidade Católica do Salvador (LEMA/ UCSal). Também foi realizada *in locu*, análise preliminar das prováveis alterações morfológicas presentes nas folhas de cada estação. No laboratório, as folhas coletadas foram armazenadas sob congelamento em freezer a -20°C e quarteadas para a realização dos processos

biométricos, morfológicos e anatômicos. As amostras foram fixadas em álcool a 70 %, para as análises da morfologia externa, foi feita a biometria (comprimento e largura - figura 1A e 1B), utilizando um paquímetro manual, a análise das folhas que apresentavam alterações morfológicas foi iniciada *in locu* e finalizadas no LEMA, no qual se verificaram-se as mesmas com mais detalhe onde algumas dessas foram fotografadas, destacando-se as suas alterações.



Para as análises da anatomia das 60 folhas coletadas em cada árvore, por estação, selecionaram-se, aleatoriamente, 10 a 15 folhas, as quais foram fixadas em álcool 70%, e as outras foram mantidas sob congelamento. Essas folhas foram submetidas a cortes transversais, a mão livre, ao nível do pecíolo (figura 2A) e região central do limbo, incluindo a nervura mediana (figura 2B), utilizando-se lâminas de aço inox, conforme metodologia usual. Os cortes foram clarificados em hipoclorito de sódio a 50 %, corados em saflablau e montados entre lâminas e lamínulas com glicerina a 50 % de acordo com Kraus & Arduin, 1997.



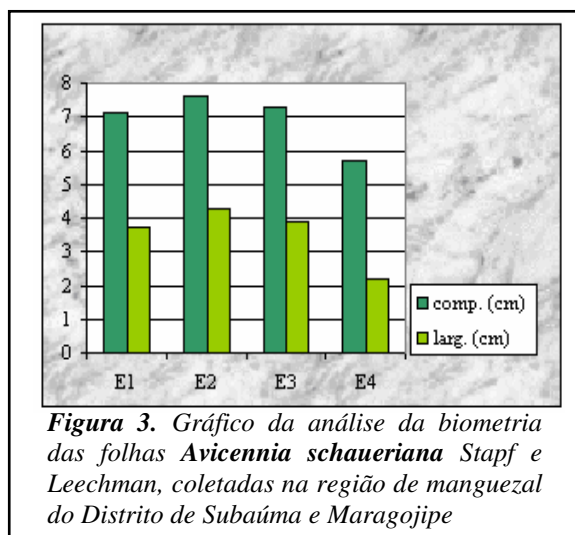
RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Distrito de Subaúma, Entre Rios – Ba, até meados da década de 90, era pouco habitado. A partir de 2000, com a construção da Linha Verde, foi desencadeado um crescente

aumento populacional urbano, expansão turística e instalação de empresas principalmente de celulose, nas proximidades deste Distrito. Há alguns meses, foi detectada pela população local a presença, na água do Rio Subaúma, de uma substância de cor esverdeada e odor desagradável que promoveu uma grande mortandade de peixes e crustáceos. Os componentes dessa substância têm influenciado direta ou indiretamente na qualidade ambiental da região.

Biometria

Das análises da biometria das folhas, observou-se que não existe uma diferença muito grande entre os valores das médias das estações de Subaúma, tanto na largura como no comprimento do limbo foliar. Porém as folhas da estação 1 (E1) apresentaram uma média menor em relação às folhas da estação 2 (E2) e estação 3 (E3). As folhas das árvores da estação 4 (E4) apresentaram tamanho com valor médio menor quando comparadas com as folhas de todas as outras estações de amostragem. O aumento do tamanho da folha pode estar associado a um aumento do tecido de reserva de água - hipoderme, tendo em vista que as estações E2 e E3 estão em regiões que são consideradas pela população como salina, devido ao grande acúmulo de sal neste local. De acordo com Faber in Lambert (1969), a salinidade exerce influência sobre o crescimento da hipoderme, ocorrendo com isso um aumento também da espessura da folha que se traduz em suculência ou presença de tecido hiper-hídrico, que já foi identificado em *Rhizophora*, sendo consideradas alterações anatômicas que promovem o aumento do tamanho das folhas, quando estas estão sob influência de algum agente estressor. A estação E4 está localizada numa região que recebe um considerável aporte de água do Rio Paraguaçu o que provocou considerável diluição e redução da salinidade local. Por conta disso, provavelmente esta folha não tenha necessidade de armazenar grande quantidade de água para propiciar o equilíbrio osmótico, desenvolvendo, assim, um menor tamanho foliar (figura 3).



Morfologia Externa

Na morfologia externa das folhas, evidenciou-se que a maioria das mesmas referentes às estações E1, E2 e E3 (de Subaúma) apresentaram alterações morfológicas diversas como perfurações, pastejo, pontos escuros, galhas, folhas amareladas.

Pastejo e perfurações foram as alterações mais verificadas nas folhas da estação E1; os espécimes da estação E2 apresentaram folhas amareladas e com muitas galhas, sendo a alteração mais freqüente o pastejo; e os espécimes da estação E3 apresentaram, na maioria das folhas pastejadas, com galhas e perfurações. As amostras dos espécimes de *A. schaueriana* coletadas na estação E4 não apresentaram esta intensidade de alterações (figura 4). Os resultados provenientes da morfologia externa das folhas de *A. schaueriana*, foram plotados na tabela 1.

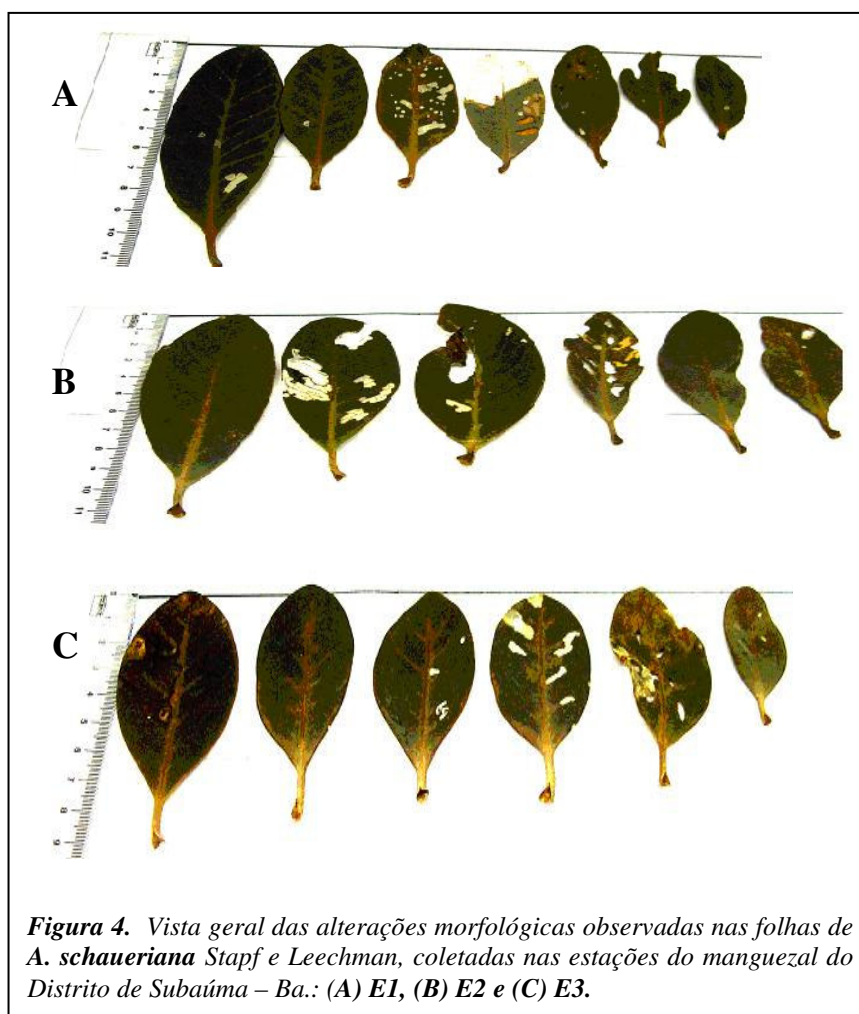


Tabela 1. Resultados do estudo da morfologia externa de folhas de *Avicennia schaueriana* Stapf e Leechman, provenientes da zona de manguezal do Distrito de Subaúma - Ba (E1, E2, e E3) e do Município de Maragogipe - Ba (E4).

ESTAÇÕES	FOLHAS AMARELADAS	BORDO REVOLUTO	GALHAS	MANCHAS ESCURAS	PASTEJO	PERFURAÇÕES
E1	P	A	PP	A	PP	P
E2	PP	P	PP	P	PP	P
E3	P	P	PP	A	PP	P
E4	A	A	P	P	P	P
E1	P	A	PP	A	PP	P

LEGENDA: A = AUSENTE / P = PRESENTE (menos que 50% das folhas) / PP = MUITO PRESENTE

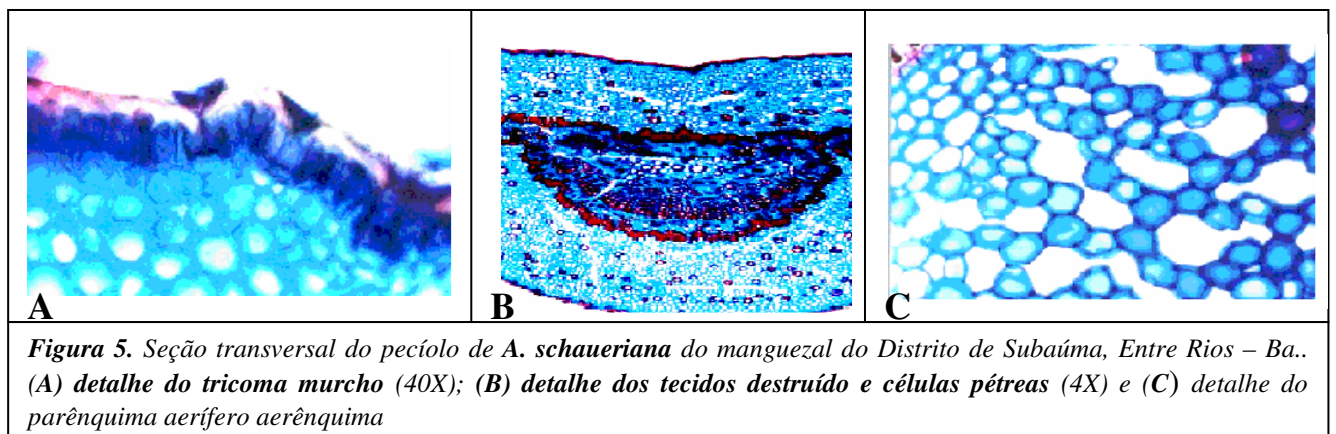
Através da análise da tabela 1, evidencia-se que as folhas de *A. schaueriana* que apresentaram maior número de alterações morfológicas foram as das estações E2 e E3, enquanto as folhas provenientes da estação E1 apresentaram alterações em menor escala em relação às anteriores. As folhas da estação controle E4 apresentaram poucas alterações morfológicas ao serem comparadas com as três estações de Subaúma. As alterações morfológicas encontradas nas folhas oriundas de Subaúma podem estar sendo provocadas provavelmente por estressores de origem antrópica, como, por exemplo, resíduos de indústrias de celulose, expansão urbana e turística desordenada, resíduos domésticos e principalmente os agentes poluidores que foram encontrados na água do Rio Subaúma. Estes agentes poluidores ainda possuem origem e constituintes desconhecidos. Estudos realizados por Garcia, e colaboradores (2003), também encontraram diversas alterações morfológicas externas, em *Avicennia*, provenientes das áreas impactadas por ação de efluentes petrolíferos.

Anatomia

A análise da anatomia das folhas de *Avicennia schaueriana* demonstrou que a distribuição dos tecidos está de acordo com Metcalfe e Chalk (1979). Entretanto foram verificadas algumas alterações relacionadas à quantidade e disposição das células. As folhas oriundas das estações de Subaúma apresentaram diversas alterações anatômicas. Nas estações E2 e E3, não foi possível realizar as análises anatômicas, pois as folhas fixadas tanto no álcool 70% como sob congelamento estavam com seus tecidos completamente destruídos, a ponto de se desintegrarem no momento em que se tentava realizar os cortes transversais. Essa fragilidade tecidual provavelmente pode estar associada ao impacto antrópico no local.

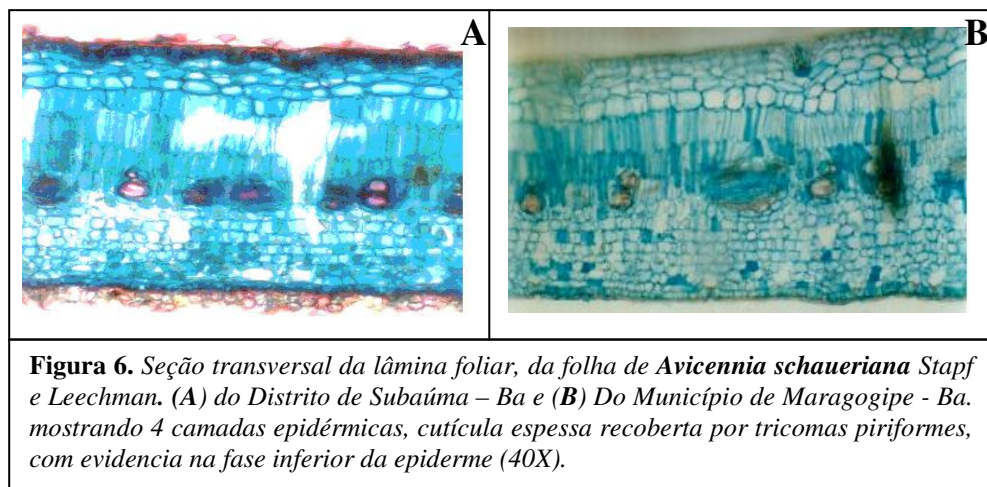
Pecíolo

As folhas da estação E1 apresentaram epiderme simples com cutícula bastante espessa e grande quantidade de tricomas piriformes. Muitos desses tricomas apresentavam alterações como aspectos murchos (figura 5A). No parênquima fundamental, ocorreu grande quantidade de células pétreas e parênquima destruído principalmente nas áreas próximas ao feixe vascular (figura 5B). O aerênquima que se desenvolve próximo à epiderme da face abaxial apresentou um grande desenvolvimento com câmaras aeríferas muito largas (figura 5C).



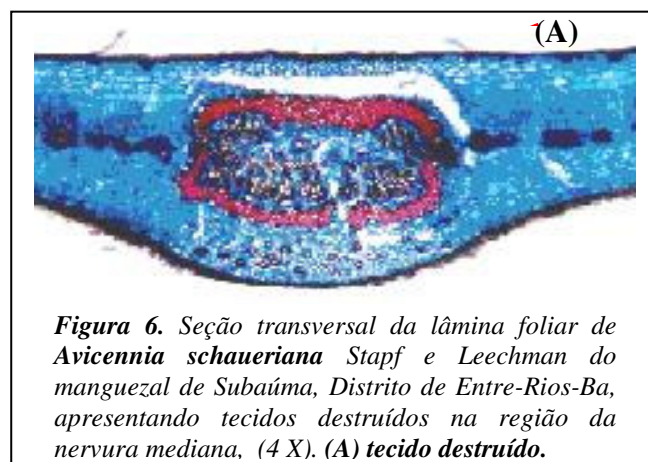
Limbo - Lâmina lateral

As folhas provenientes da E1 apresentaram a epiderme com grande quantidade de tricomas piriformes, principalmente na face abaxial e tecido do parênquima fundamental destruído (figura 6A). As amostras provenientes da E4 apresentaram pequena quantidade de tricomas sendo que todos com aspectos íntegros e tecidos normais (Figura 6B). O mesofilo das folhas oriundas da estação E1 apresentou muitas gotas lipídicas, principalmente no parênquima paliçádico. Também foram observadas áreas de tecidos destruídos no parênquima paliçádico e lacunoso. Comparando com a estação E4, esta apresentou uma menor quantidade de gotas lipídicas e tecido clorofiliano íntegro. .



Nervura principal

As alterações evidenciadas para o pecíolo das folhas provenientes da estação E1 também foram observadas na região da nervura principal, como, por exemplo: muitos tricomas na face abaxial; tecido do parênquima fundamental destruído; grande quantidade de aerênquima com grandes câmaras aeríferas e muitas células pétreas (figura 7).



Segundo Cutter (1986), os tricomas podem desenvolver a função de proteção da planta contra perda de água. O estresse ambiental promove uma baixa produção de energia. Como a

absorção de água pela raiz leva a um gasto de energia, a planta desenvolve grande quantidade de tricomas para ajudar a evitar a perda de água, que é absorvida pela raiz. Apesar do desenvolvimento de muitos tricomas, parte destes estavam murchos, o que também pode estar associado ao impacto ambiental, pois, nas folhas da área controle, não se verificou esta característica. A partir do momento em que o tricoma está murcho, ele deixa de exercer sua função protetora para a planta, trazendo grandes problemas como a perda excessiva de água e, conseqüentemente, a desidratação. A cutícula é uma camada de natureza graxa (cutina e cera) pouco permeável à água, que reveste a parede externa das células epidérmicas, sendo responsável por algumas das funções nas células epidérmicas, entre elas, proteção contra perda de água (Apezzato-da-Gloria et al, 2003). O aumento da quantidade de cutina e cera, formando uma cutícula espessa, proporciona à planta uma maior proteção contra a transpiração, o que leva à perda de água, a qual é bastante escassa nesses ambientes. O gasto de energia na constante absorção radicular de água disponível, a planta faz com que essas tenham a tendência de mobilizar suas energias para essa absorção. Com o desenvolvimento de tricomas murchos, ocorre uma redução na proteção contra perda de água, a qual tende a ser suprida com maior espessamento da cutícula (Araújo, 1997). Segundo (Apezzato-da-Gloria et al, 2003), o aerênquima é normalmente encontrado nas plantas aquáticas e apresenta como características a presença de espaços onde o ar é acumulado para promover a aeração interna. No entanto o aumento deste tecido pode estar indicando uma baixa oxigenação da planta que pode estar ocorrendo pelo acúmulo de substâncias tóxicas pelas raízes e no substrato das áreas impactadas. Esse acúmulo pode também estar ocasionando a ampliação das áreas para acumular maior quantidade de ar. Além disso, o tecido parenquimático apresentou áreas destruídas que podem estar associadas à fragilidade tecidual devido ao grande gasto de energia para a adaptação do parênquima aerífero à situação de estresse. Esclerênquima é um tecido mecânico de sustentação o qual é formado em grande parte por células mortas na maturidade (Esaú, 1998). Algumas plantas submetidas a estresse tendem a desenvolver muito esclerênquima. Segundo Esaú (1998), reforços mecânicos das plantas representados por abundante desenvolvimento do esclerênquima, comum nas xerófitas, é interpretado como estruturas que reduzem os efeitos danosos produzidos pelo murchamento. Com a redução da aeração, a pouca disponibilidade de água para a planta e a redução da proteção contra a perda de água devido ao murchamento dos tricomas levam as plantas a ficarem submetidas à excessiva perda d'água, o que pode estar promovendo a esclerificação de muitas células parenquimáticas, originando muitas células pétreas para evitar os efeitos descritos anteriormente.

CONCLUSÃO

Os estudos realizados com folhas de *A. schaueriana* do manguezal do Distrito de Subaúma, indicam que o ecossistema pode estar sofrendo alterações devido à influência de atividades antrópicas, tendo em vista as observações realizadas no local.

Os resultados preliminares obtidos através das análises anatômicas e morfológicas são evidentes na área considerada impactada (Subaúma), mostrando a sensibilidade e a resposta da *Avicennia schaueriana* às diversas alterações e influências antrópicas. As alterações (morfológicas e anatômicas) verificadas podem estar associadas à necessidade do vegetal em aumentar a oxigenação dos tecidos, diminuição da resistência tecidual, proteção contra predadores, perda de água, acúmulo de energia para a adaptação às novas condições ambientais; no entanto a espécie estudada, *Avicennia schaueriana*, pode ser considerada como uma bioindicadora de áreas de manguezais que está sob influência de impactos ambientais.

REFERÊNCIAS

- ALVES, Túlio. C.A. **Caracterização geoquímica do substrato lamoso de zona de Manguezal da Baía de Aratu** – Bahia, Salvador- Ba, 2002. 213p. Dissertação de Mestrado Universidade Federal da Bahia.
- APPEZZATO-DA-GLÓRIA, B e CARMELLO-GUERREIRO, B. **Anatomia vegetal**. Viçosa-MG: UFV, 2003. 438p.
- ARAÚJO, B. R. N. **Diagnóstico geoambiental de zonas de manguezal do estuário do Rio Itanhém, município de Alcobaça, extremo Sul da Bahia**. Salvador- Ba, 2000. 159p. Dissertação de mestrado – Universidade Federal da Bahia.
- CARVALHAL, F. & BERCHEZ, F. **Manguezal**. (online) Disponível em <<http://www.projeto biosfera.com.br>> .Acesso em: 29/08/04.
- CUTER, e. c. **Anatomia Vegetal. I – Células e tecidos – Experimento e Interpretação**.1986. São Paulo: Roca.
- GARCIA, S. K.; ARAÚJO, B. R. N. (de); QUEIROZ, A. F. (de) S.; FIGUEIREDO, R. L. L.. **Avaliação da morfologia externa de *Avicennia Shaueriana* Stapf & Leechman em Zonas de Manguezal do Município de São Francisco do Conde e Madre de Deus– BA**. In: Mangrove 2003 – Articulando Pesquisas e Gestão Participativa de Estuários e Manguezais, 2003, Salvador – Bahia – Brasil. Anais. Local Edição: Intergraf, 2003. P. 449.
- KRAUS, J. E & ARDUIN, M. **Manual Básico de Métodos em morfologia vegetal**. Seropidico-RJ; EDUR, 1997. 198P.
- LIMA, 2003, **Princípios da bioindicação**. Disponível em <http://www.herbário.com.br/dataherb06/1112bioindicad.htm> (on-line). Acesso em 27/09/03.
- MACÊDO, N. A. **Estudo Anatômico das Folhas de plantas arbóreas do manguezal**. Natura, nº 83 (5), 1983. p.110 – 135.
- OLIVEIRA, Olívia C. **Diagnóstico Geoambiental em zonas de manguezal da Baía de Camamu – Ba**. Niterói- RJ, 2000. 249p. Tese de Doutorado – Universidade Federal de Niterói.
- SCHAEFFER – NOVELLI, Y. **Manguezal: ecossistema entre terra e mar**. São Paulo- Sp: Caribbean Ecological Reserch, 1995. 64p.
- SCHAEFFER-NOVELLI, Y., **Avaliações e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da zona costeira e marinha**. (um lenhe) Disponível em: <<http://www.bdt.fat.org.br/workshop/costa/mangue>. Acesso em 27/09/2003.
- UFBA. **Estudos Geoambientais em zonas de manguezais do Estado da Bahia**. Relatório Técnico. Salvador, Bahia: Instituto de Geociência. Universidade Federal da Bahia, 1998. 26p.
- VIANA, J. C. C., et al. **Estudo Anatômico da Folha de *Avicennia Shaueriana* Stapf & Leechman em Zonas de Manguezal do Município de São Francisco do Conde – BA, Submetidas à Influência Petrolífera**. In: Mangrove 2003 – Articulando Pesquisas e Gestão



Participativa de Estuários e Manguezais, 2003, Salvador – Bahia – Brasil, Anais. Local Edição: Intergraf, 2003. P. 435.