



IMPACTO DE PETRÓLEO NO MANGUEZAL DO RIO IIRI (BAIXADA SANTISTA, SÃO PAULO): DIAGNÓSTICO DA COBERTURA VEGETAL COM BASE EM FOTOGRAFIAS AÉREAS DIGITAIS (1962 - 2003)

Santos¹, L.C.M.; Cunha-Lignon², M.; Schaeffer-Novelli³, Y.

1. Universidade Estadual Paulista - UNESP - Rio Claro, BIOMA. 2. BIOMA - Centro de Ensino e Informações sobre Zonas Úmidas Costeiras Tropicais - IOUSP. 3. BIOMA - Centro de Ensino e Informações sobre Zonas Úmidas Costeiras Tropicais - IOUSP.

INTRODUÇÃO

Manguezais encontram-se entre os mais produtivos ecossistemas da biosfera (Kjerfve, 1990), apresentam condições propícias para alimentação, proteção e reprodução de muitas espécies animais, sendo considerado importante transformador de nutrientes em matéria orgânica e gerador de bens (produtor de bases da pesca comercial e artesanal, fornecedor da maior parte das proteínas da dieta alimentar das populações ribeirinhas) e serviços (filtro biológico, berçário de recursos pesqueiros, recreação, turismo, pesquisa e educação ambiental) (Schaeffer-Novelli, 1991).

Uma vez que os manguezais encontram-se junto à costa, local com maior frequência dos derramamentos de petróleo, o ecossistema passa a ser constantemente afetado por esse tipo de poluente. A Baixada Santista, zona costeira do Estado de São Paulo, é caracterizada como uma região que vem sofrendo vários impactos ambientais. Nesse cenário, em 14 de outubro de 1983, por ocasião da abertura da Rodovia Rio-Santos (SP-55), uma rocha com cerca de 20 toneladas caiu sobre o oleoduto da Petrobrás, responsável pela ligação entre o TEBAR (Terminal Marítimo Almirante Barroso), em São Sebastião e a RPBC (Refinaria Presidente Bernardes) em Cubatão. Com o rompimento do oleoduto houve vazamento de 3,5 milhões de litros de óleo cru (tipo Carmópolis, Bacia Sergipe-Alagoas). Praticamente todo petróleo derramado foi drenado para o Rio Iiriri, alcançou o Canal de Bertioiga e atingiu extensas áreas de manguezal.

Técnicas de sensoriamento remoto e SIG (Sistema de Informação Geográfica) fornecem informações de comparação do estado atual de áreas naturais com o passado, possibilitando projeções antecipadas de impactos ou alterações de uma dada região, subsidiando medidas mitigadoras (Dahdouh-Guebas, 2002). Nesse contexto, o presente trabalho teve como objetivo diagnosticar alterações na cobertura vegetal do manguezal do Rio Iiriri (Canal de Bertioiga, São

Paulo), o qual foi impactado pelo derrame de petróleo de outubro de 1983, utilizando como ferramenta de estudo fotografias aéreas digitais processadas em SIG.

MATERIAL E MÉTODOS

O manguezal do Rio Iiriri, área de estudo do presente trabalho, está inserido na região da Baixada Santista (São Paulo), localiza-se na margem continental do Canal de Bertioiga (Município de Santos) e é constituído por bosques composto de três espécies: *Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa* e *Avicennia schaueriana*. O derrame de petróleo, ocorrido em outubro de 1983, atingiu fortemente os bosques desse manguezal. Foi adotada a organização hierárquica proposta por Schaeffer-Novelli *et al.* (2000) para o estudo dos manguezais, selecionando-se o nível hierárquico *Stand*, como unidade de estudo, que corresponde à unidade de paisagem ou bosque, com escala de observação de 1:2.500 a 1:25.000. Foram selecionados materiais fotogramétricos da área de estudo que abrangessem um período anterior (Fotografia aérea pancromática, ano-1962) e posterior (Ortofoto digital colorida, ano-2003, formato geotif) ao derrame de petróleo ocorrido em outubro de 1983. O material fotogramétrico selecionado foi processado no SIG SPRING (Sistema de Processamento de Informações Geográficas - INPE), versão 4.3. Procedeu-se a classificação não-automática (visual) da cobertura vegetal por meio de fotointerpretação, edição vetorial, quantificação (medida de classe) e poligonização das feições da cobertura vegetal dos bosques de mangue. Os elementos de reconhecimento analisados foram cor/tonalidade, textura e localização. Para a codificação da classificação foi aplicada a denominação alfa-numérica proposta por Machado (1994): as expressões numéricas (1, 2, 3) correspondem ao número de feições observadas para o mesmo ano, enquanto que as letras colocadas à direita do número (a, b) designam o material fotogramétrico utilizado (a- aerofoto 1962; b- ortofoto

2003). Quando determinada feição apresentou solo exposto entre a vegetação, este foi classificado separadamente, em escalas de maior detalhe. Foram geradas cartas para as classificações realizadas, em escalas de 1:17.000 e 1:4.000.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para o período anterior ao derramamento de petróleo, ano de 1962, a classificação indicou que os bosques de mangue eram caracterizados pela feição “1a”, que compreende as áreas de bosques das zonas marginal e adjacente aos cursos de água, com textura grosseira; e pela feição “2a”, que corresponde às áreas de vegetação das regiões interna e limítrofe do manguezal com áreas de floresta atlântica; e apresenta textura média. A tonalidade de cinza-escuro apresentou-se homogênea em toda cobertura vegetal do manguezal. Esse padrão observado na tonalidade pode indicar bosques de mangue de estrutura desenvolvida, nos quais a cobertura vegetal impedia a exposição do substrato.

A classificação gerada para a ortofoto do ano de 2003 permitiu a discriminação de três feições (“1b”, “2b”, “3b”). A feição “1b” compreende áreas de bosques das zonas marginal e adjacente aos cursos de água, com tonalidade verde médio e textura variando de grossa, nas áreas que margeiam os cursos de água, a média, nas áreas adjacentes. A variação, entre 1962 e 2003, na tonalidade, cor e textura dessa feição, pode indicar uma alteração na vegetação, na qual bosques de mangue com copas que se entrelaçavam foram substituídos por bosques com árvores arrançadas mais espaçadamente, gerando exposição do substrato e dossel com aspecto menos uniforme. Essas alterações podem representar uma resposta da vegetação ao impacto por petróleo. A feição “2a” corresponde às áreas de bosques da região interna e central do manguezal, apresenta textura média, tonalidade variando de verde médio a escuro. A feição “3b” compreende uma única área localizada na região limítrofe manguezal com floresta atlântica, apresenta textura fina, cor variando de verde claro a verde médio e presença de solo exposto entre a vegetação. Essa feição representa a área mais impactada pelo derrame de petróleo, ocorrido em outubro de 1983; e corresponde a um bosque de mangue com aproximadamente 5,23 ha de área. O padrão observado na textura e cor dessa feição pode caracterizar uma comunidade vegetal jovem em recomposição natural. Segundo Firme *et al.* (2004), antes do derrame de 1983, esse bosque era dominado por *R. mangle*, que após mortalidade total desta espécie, foi colonizado por indivíduos de *L. racemosa*. Apesar disso, testemunhos obtidos nestes locais

comprovam a existência de manchas de petróleo retidas no sedimento do manguezal (Santa-Cruz, 2004). Dessa forma, considera-se que o petróleo retido no sedimento ainda possa estar agindo como tensor crônico sobre esse bosque de mangue.

Apesar do desenvolvimento estrutural dos bosques de mangue ser influenciado por diversas energias subsidiárias como: marés, aporte de água doce e de sedimentos, temperatura, nutrientes e precipitação (Schaeffer-Novelli, 1991), ao longo de 40 anos (1962-2003) o tensor petróleo, é o fator preponderante nas alterações observadas na cobertura dos bosques de mangue do Rio Iriri.

CONCLUSÕES

O derramamento de cerca de 3,5 milhões de petróleo bruto, ocorrido em outubro de 1983, causou um impacto nos bosques de mangue do Rio Iriri, gerando alterações espaço-temporais na cobertura vegetal. Antes do derrame observou-se padrões de textura e tonalidade que podem indicar bosques de mangue de estrutura desenvolvida. Após o derrame, constatou-se diferentes padrões de textura e cor, presença de solo exposto entre a vegetação, cobertura vegetal menos uniforme, bem como uma área mais fortemente atingida pelo óleo, onde ocorreu mortalidade total da espécie *R. mangle*. Considera-se que nessa área possa estar ocorrendo recomposição natural por outra espécie vegetal típica de mangue, *L. racemosa*. O emprego de fotografias aéreas em SIG demonstrou ser ferramenta pertinente no diagnóstico de bosques de mangue impactados, uma vez que se torna possível o trabalho com toda a cobertura vegetal do manguezal, permitindo a visualização de alterações que se processam na unidade de paisagem. Portanto, esse tipo de ferramenta apresenta importantes potencialidades para gestão e conservação desse ecossistema.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- DAHDOUH-GUEBAS, F., 2002. The use of remote sensing and GIS in the sustainable management of tropical coastal ecosystems. *Environment, Development and Sustainability*, 4, 93-112.
- FIRME, L.P.; BISI, T.L.; CONTADOR, C.R.B.; OLIVEIRA, F.B.; FONSECA, S. M.; DI PAOLO, C.; FERRAZ, E.M.; MONACO, L.M. & SCHAEFFER-NOVELLI, Y., 2004. 7519 dias após o derramamento de óleo: um manguezal em recuperação? Resumos, I Congresso Brasileiro de Oceanografia, CBO-2004.

- KJERFVE, B. 1990.** Manual for investigation of hydrological process in mangrove ecosystems. Columbia: UNESCO/UNDP, Regional Project. 79p.
- MACHADO, A. L. 1994.** Análise da cobertura vegetal de um manguezal impactado por óleo através de fotointerpretação. 68-86. III Simpósio de Ecossistemas da Costa Brasileira, 1994. Serra Negra, São Paulo. Vol. 1.
- SANTA-CRUZ, J. 2004.** Foraminíferos atuais em um manguezal impactado por petróleo 20 anos atrás: o Rio Iriri, canal de Bertioga, Santos-SP. Dissertação de Mestrado: IGCE/UNESP. Rio Claro, SP, 142p.
- SCHAEFFER-NOVELLI, Y. 1991.** Manguezais Brasileiros. Tese de Livre Docência. Instituto Oceanográfico. Universidade de São Paulo, 43p.
- SCHAEFFER-NOVELLI, Y.; CINTRÓN-MOLERO, G.; SOARES, M. L. G. & DE-ROSA, T. 2000.** Brazilian mangroves. Aquatic Ecosystem Health and Management, 3, 561-570.