

# Capítulo 1

## Introdução

O manguezal é um ecossistema costeiro, de transição entre os ambientes terrestre e marinho, típico de regiões tropicais e subtropicais, que está sujeito ao regime de marés. Este ecossistema ocorre em regiões costeiras abrigadas e apresenta condições propícias para alimentação, proteção e reprodução de muitas espécies animais, e é considerado importante transformador de nutrientes em matéria orgânica e gerador de bens e serviços (Schaeffer-Novelli, 1995).

A ocorrência de manguezais no Brasil estende-se do extremo norte, Rio Oiapoque (04° 20' N) até Laguna, em Santa Catarina (28° 30' S) (Schaeffer-Novelli *et al.*, 1990).

São inúmeras as funções do ecossistema manguezal. Entre elas pode-se destacar sua função como fonte de detritos para as regiões costeiras adjacentes, constituindo a base de cadeias tróficas de espécies de importância econômica e/ou ecológica; área de abrigo, reprodução, desenvolvimento e alimentação de espécies marinhas, estuarinas, límnicas e terrestres; manutenção da diversidade biológica da região costeira; proteção da linha de costa, evitando erosão da mesma e assoreamento dos corpos d'água adjacentes; fonte de alimentos e produtos diversos, associados à subsistência de comunidades tradicionais que vivem em áreas vizinhas (Soares, 1997).

O manguezal apresenta inúmeras características que o torna um ambiente frágil, porém de extrema importância no equilíbrio natural dos ecossistemas costeiros.

Atualmente, com o crescimento da atividade de prospecção de petróleo no território brasileiro, se vislumbra um aumento da probabilidade de ocorrência de acidentes envolvendo este produto e seus derivados, o que torna importante um levantamento mais abrangente das possíveis conseqüências ambientais de um derrame junto à linha de costa, em especial nas regiões colonizadas por manguezais.

É consenso que derramamentos de petróleo e/ou derivados causam muitos efeitos deletérios para os ambientes costeiros. Entre os mesmos, o ecossistema manguezal tem uma maior sensibilidade quando comparado aos demais.

Deve-se ter em mente que as respostas de um manguezal a um derramamento de óleo vão depender não apenas da quantidade de óleo que chega ao ecossistema, mas também do tipo de óleo, isto é, da sua composição específica, da sua toxicidade e do tempo de sua permanência no ambiente. Estes fatos, em conjunto, podem explicar, em parte, a variedade de efeitos em diversos manguezais, após um derramamento de óleo.

Segundo Snedaker (1985) existem três fases principais da ação do óleo sobre os manguezais: asfixia mecânica, toxicidade química e a recuperação.

Muitos estudos têm mostrado que o crescimento das árvores de manguê é afetado pelo óleo, mas pouco se sabe sobre o mecanismo do efeito, porém sabe-se que os efeitos podem ser tanto agudos como crônicos. (Getter *et al.*, 1984; Garrity *et al.*, 1994; Duke e Burns, 1999).

Estudos relatam que o prognóstico da recuperação de um manguezal afetado pelo óleo deve ser cauteloso, pois existem muitas variáveis que vão influenciar diretamente nessa recuperação, tais como o tipo e quantidade do óleo derramado e a área atingida. Por exemplo, Burns *et al.* (1993) observou a recuperação do manguezal estudado no Panamá após 20 anos. Já Duke e Burns (1999), em um manguezal na Austrália, mostraram a recuperação após 25 anos, mesmo assim o acidente ocorreu em 1970 e só em 1996 não foram mais detectados hidrocarbonetos no sedimento oriundos do acidente. Burns e Codi (1998) compararam dois manguezais contaminados, um no Panamá e outro na Austrália. O primeiro levou cerca de 20 anos para atingir a recuperação, enquanto que o da Austrália foi recuperado em apenas 4 anos. Estes exemplos ressaltam o cuidado necessário ao se fazer estimativas do tempo de recuperação de manguezais.

Entre os manguezais presentes na costa brasileira, em especial no Rio de Janeiro, destacam-se as florestas remanescentes na Baía de Guanabara.

Estas florestas são importantes fontes de subsistência para a comunidade local e representam um mosaico de áreas nos mais diversos níveis de degradação.

Na Baía de Guanabara, no que se refere ao problema da contaminação por petróleo e derivados, há incidência de poluição crônica e de eventos agudos relacionados a derramamentos. Este quadro de forte influência antrópica faz com que os manguezais que colonizam parte de suas margens sofram sérios impactos. Entre os acidentes com petróleo e/ou derivados ocorridos na Baía de Guanabara o mais importante, tanto em área atingida, como em quantidade de produto derramado, foi o de janeiro de 2000. Neste acidente houve o rompimento de um duto da Petrobrás localizado na baía de Guanabara, próximo às margens do manguezal adjacente à REDUC (Refinaria Duque de Caxias), que liberou cerca de 1300 m<sup>3</sup> de óleo tipo combustível marinho (MF380), uma mistura de óleo combustível pesado e diesel (UFRJ *et al.*, 2000). O material derramado recobriu grande área da linha de costa da Baía de Guanabara, mais intensamente na porção nordeste, região com áreas de manguezais preservadas. A maré vigente na ocasião era de sizígia, o que aumentou a área afetada, empurrando o óleo derramado para áreas mais internas das florestas de mangue.

Trabalhos realizados por Soares e colaboradores após este derramamento, demonstraram forte degradação ambiental na floresta de mangue da foz do rio Suruí. Nesta área houve uma mortalidade massiva da floresta e a formação de clareiras (Soares *et al.*, 2003). Atualmente o manguezal de Suruí indica um processo de regeneração da floresta em estágio inicial (Soares *et al.*, 2006).

O derramamento de 2000 motivou a realização deste trabalho que visa investigar a contaminação por hidrocarbonetos nos sedimentos de manguezais atingidos pelo óleo. Para tal foram utilizadas diversas ferramentas químicas para avaliar a contaminação inicial e sua evolução ao longo do tempo, uma vez que este estudo teve a duração de 4 anos.

A apresentação do estudo foi dividida em capítulos, na forma de artigos completos, além dos iniciais (Capítulo 1 a 4) que servem como um embasamento geral do estudo.

Desta forma, o Capítulo 1 traz uma breve descrição do problema a ser abordado, evidenciando as motivações que o fizeram ser proposto. O Capítulo 2 lista os principais objetivos do estudo. Já no Capítulo 3 é feita a descrição da área de estudo. Finalmente, fechando a parte mais introdutória da tese, há o Capítulo 4, traz uma breve revisão bibliográfica que visa situar as ferramentas químicas que irão ser utilizadas para acessar a contaminação dos manguezais estudados pelo óleo derramado em 2000 e sua evolução ao longo do tempo.

A partir do Capítulo 5 até o 8 estão apresentados e discutidos os resultados obtidos neste estudo.

O Capítulo 5 mostra os dados dos marcadores moleculares (hopanos e esteranos) nos sedimentos coletados. A identificação e quantificação desses compostos permitiram avaliar a presença de óleo no sedimento. Também a comparação da distribuição dos hopanos e esteranos nas amostras com aquela do óleo derramado permitiu identificar, de forma inequívoca, as áreas afetadas pelo acidente.

No Capítulo 6 foi avaliada a contaminação por hidrocarbonetos alifáticos e policíclicos aromáticos nas amostras de sedimento. Também foi realizado um estudo de degradação destes compostos ao longo do tempo e no perfil sedimentar, com a identificação dos possíveis processos de remoção, degradação e remobilização dos hidrocarbonetos no sedimento do manguezal.

Já o Capítulo 7 se apresenta os hidrocarbonetos policíclicos aromáticos de origem natural que foram identificados nas amostras de sedimento analisadas dos manguezais de Nova Orleans e Piedade. É apenas um estudo preliminar, onde não foi feita a quantificação destes compostos e foi encontrado o predomínio de algumas estruturas e seu comportamento ao longo do perfil sedimentar e entre as estações de coleta no manguezal de Nova Orleans.

Por fim, no Capítulo 8 foi avaliada a contaminação das áreas de manguezal estudadas por metais-traços, sua biodisponibilidade e o potencial de toxicidade através do uso da razão MES/SAV (metais associados aos sulfetos /sulfetos ácidos voláteis).

No capítulo final, Capítulo 9, encontram-se as principais conclusões levantadas em todos os capítulos anteriores.

### 1.1. Referências Bibliográficas

- Burns, K.A.; Garrity, S.D.; Levings, S.C. 1993. How many years until mangrove ecosystems recover from catastrophic oil spill? *Marine Pollution Bulletin*, **26**(5): 239-248.
- Burns, K.A.; Codi, S. 1998. Contrasting impacts of localized versus catastrophic oil spills in mangrove sediments. *Mangroves and Salt Marshes*, **2**: 63-74.
- Duke, N.C.; Burns, K.A. 1999. Fate and effects of oil and dispersed oil on mangrove ecosystems in Australia. *Final Report to the Australian Petroleum Production Exploration Association*. 24 p.
- Garrity, S.D.; Levings, S.C.; Burns, K.A. 1994. The Galeta oil spill. I. Long-term effects on the physical structure of the mangrove fringe. *Estuarine Coastal and Shelf Science*, **38**:327-348.
- Getter, C.D.; Cintron, G.; Dicks, B.; Lewis, R.R.; Seneca, E.D. 1984. The recovery and restoration of saltmarshes and mangrove following an oil spill. *Restoration of habitats impacted by oil spills*. Butterworth, Boston. p. 65-113.
- Schaeffer-Novelli, Y.; Cintron-Molero, G.; Adaime, R.R.; Camargo, T.M. 1990. Variability of mangrove ecosystems along the brazilian coast. *Estuaries*, **13**(2): 204-218.
- Schaeffer-Novelli, Y. (1995) *Manguezal: Ecossistema entre a terra e o mar*. 1ª Ed. Caribbean Ecological Research, São Paulo. 64 p.
- Snedaker, S.C. 1985. Oil spill in mangrove. *Boletim de la Sociedad Venezolana de Ciencias Naturales*, **143**: 423-442.
- Soares, M.L.G. 1997. Estudo da biomassa na área de manguezais do sudeste do Brasil – Análise de modelos. *Tese de Doutorado*. Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo. 2 vol.
- Soares, M.L.G.; Chaves, F.O.; Corrêa, F.M.; Silva Jr., C.M.G. 2003. Diversidade estrutural de bosques de mangue e sua relação com distúrbios de origem antrópica: o caso da Baía de Guanabara (Rio de Janeiro). *Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ*, **26**: 101-116.

Soares, M.L.G.; Silva Jr., C.M.G.; Cavalcanti, V.F.; Almeida, P.M.M.; Monteiro, A.S.; Chaves, F.O.; Duque Estrada, G.C.; Barbosa, B. 2006. Regeneração de floresta de mangue atingida por óleo na baía de Guanabara (Rio de Janeiro, Brasil): Resultados de 5 anos de monitoramento. *Geochimica Brasiliensis*, **20**(1): 54-77.

UFRJ; UERJ; PUC; UFF; PETROBRÁS. 2000. Caracterização preliminar do impacto do vazamento acidental de óleo ocorrido em 18/01/2000 na Baía de Guanabara. Relatório apresentado ao IBAMA. 51p.