

## CAPÍTULO I - INTRODUÇÃO

### 1.1 A ESCOLHA DO TEMA

#### 1.1.1 As Áreas Costeiras e O Homem

A zona costeira, reconhecidamente uma área crítica, é um dos ambientes mais complexos e sensíveis da natureza, apresentando grande diversidade de ecossistemas, como por exemplo manguezais, estuários, praias arenosas, costões rochosos, dunas, lagunas e, também, recifes de corais. Atuam nestes locais diversos processos hidrodinâmicos, relacionados aos ambientes marinho (ondas, correntes e marés) e continentais (desembocaduras de rios, estuários e deltas).

Essa zona representa cerca de 1,6% da superfície das terras emersas do planeta e, neste pequeno espaço, abriga em torno de 60% da população mundial (UNESCO, 1993). A expressiva ocupação urbana presente nas áreas litorâneas em todo o mundo faz com que os ambientes costeiros sofram grande pressão antrópica e fortes alterações ambientais. É mais do que esperado que essa zona represente áreas de maior grau de vulnerabilidade às intervenções antrópicas, sendo ainda mais intensificada devido à complexidade da interação entre os ambientes marinho e continental.

#### 1.1.2 Os Recifes de Corais no Mundo

Apesar de ocuparem somente 0,2% da área dos oceanos, os recifes de corais são considerados as “florestas tropicais” dos mares por abrigar cerca de 1 milhão de espécies de seres vivos e mais de um quarto das espécies conhecidas de peixes marinhos. Além de fornecer 10% da produção pesqueira mundial, os recifes tornaram-se, em regiões como o Caribe e Austrália, pontos turísticos de importância internacional pela riqueza de cores e pela beleza dos animais que abrigam (Leão, 1994).

A situação dos recifes de corais no mundo é bastante preocupante. Segundo a Rede de Monitoramento Global de Recifes de Coral (GCRMN, 2002), os recifes de corais encontram-se em constante declínio, sendo que até o ano 2000, 27% de todos os corais estavam definitivamente perdidos. A causa principal é dada pela variação do clima no

planeta, entre outros fatores. Considerando-se somente nove meses do fenômeno El Niño e La Niña, foram destruídos nada menos que 16% das áreas recifais (GCRMN, 2002). Esses são números alarmantes, mas há ainda a capacidade de regeneração dos corais. Mesmo considerando que metade poderá se regenerar lentamente, os demais estão definitivamente perdidos. De acordo com a GCRMN, estima-se que 40% irão desaparecer até 2010 e mais 20% em 20 anos.

Mudanças climáticas, furacões, tempestades, dentre outros fenômenos, alheios à vontade humana, seriam decisivos por si só na descontinuidade de inúmeras espécies marinhas. Porém, segundo a GCRMN, há ainda um segundo fator, causador de 11% nas perdas dos recifes - este sim, com uma ação direta do ser humano: a retirada de corais para construções, a pesca com cianeto/dinamite, loteamentos na orla marítima, provocando o assoreamento nas áreas recifais e, também, a retirada para aquariofilia de corais, amplamente usados hoje nos chamados Mini-Reefs, os famosos aquários marinhos de corais.

A figura 01 (WRI, 2003) fornece uma idéia da ocorrência dos recifes de corais em todo o mundo. É interessante observar a forte relação que existe entre a temperatura do mar e a presença dos recifes, sendo este um dos fortes fatores condicionantes para seu desenvolvimento. Como pode-se na ver figura, os recifes se desenvolvem na faixa tropical do globo terrestre – entre os Trópicos de Câncer e Capricórnio, ou seja, entre as linhas isotérmicas de 20°C, onde a temperatura é sempre maior ou igual a 20°C.

Na figura também podem ser visualizados pontos nas cores vermelha, amarela e azul, que representam, respectivamente, alta, média e baixa estimativa de ameaças antrópicas sobre as áreas recifais, segundo parâmetros do *World Resources Institute* (WRI, 2003). Os parâmetros adotados são: desenvolvimento costeiro, poluição marinha, sobreexploração dos recursos marinhos, poluição e erosão local. Tais parâmetros irão definir o indicador de risco para os corais.

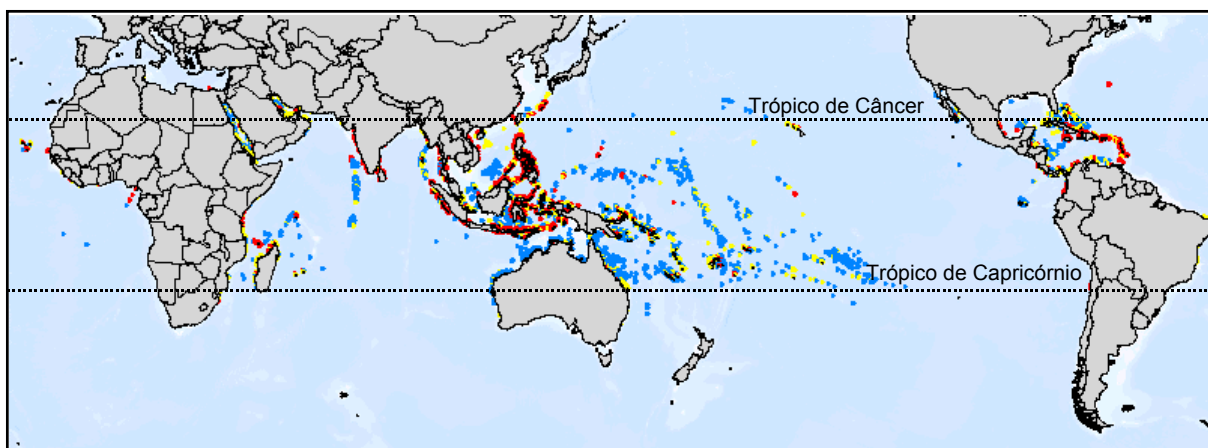


Figura 01 – Ocorrência dos recifes de corais no mundo e estimativa de ameaças antrópicas (WRI, 2003).

### 1.1.3 Os Recifes de Corais no Nordeste do Brasil

Como pode-se observar na figura 01, o Brasil possui os únicos recifes coralíneos do Atlântico Sul. A presença e localização dos recifes brasileiros ainda é pouco conhecida. O trabalho mais abrangente sobre o assunto foi realizado na década de setenta pelo pesquisador francês Jacques Laborel (1969), sediado no Instituto Oceanográfico da então Universidade do Recife, o qual havia sido fundado no Recife em 1958.

Grandes comunidades coralíneas foram registradas no Brasil desde o Parcel de Manuel Luís, MA (cerca de 01° S) até os recifes de Viçosa, na área de Abrolhos (cerca de 18° S), além de em ilhas oceânicas como Atol das Rocas e Fernando de Noronha. Algumas comunidades significativas também foram observadas para o sul, no que foi chamada "zona de desaparecimento das comunidades coralíneas" (Laborel, 1969), estendendo-se até o Cabo Frio, RJ.

As primeiras descrições sobre os recifes brasileiros foram realizadas por C. F. Hartt (1870). Posteriormente, merece destaque pela grande abrangência a contribuição de Branner (1904), tendo realizado estudos também em Tamandaré – PE, área de abrangência deste trabalho.

No Brasil, os recifes de corais se distribuem por cerca de 3.000 km da costa nordeste, desde o sul da Bahia até o Maranhão. A maioria das espécies de corais que formam estes recifes ocorrem somente em águas brasileiras, aonde contribuem na formação de estruturas que não são encontradas em nenhuma outra parte do mundo (BDT, 2002).

A divisão abaixo citada foi proposta no Programa “Avaliação e Ações Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade da Zona Costeira e Marinha” do BDT – Bases de Dados Tropical de forma caracterizar as áreas recifais em termos físico-ambientais.

#### REGIÕES NORTE E NORDESTE I

##### Área Não Explorada Norte

Ponta do Tubarão (MA) até Delta do Parnaíba (divisa CE/MA)

Delta do Parnaíba (divisa CE/MA) até Acaraú (CE)

Acaraú (CE) até Fortaleza (CE)

Fortaleza (CE) até Jaguaribe (CE)

Jaguaribe (CE) até São Bento do Norte (RN)

São Bento do Norte até Cabo Calcanhar (RN)

#### REGIÃO NORDESTE I

##### Grupo de Recifes do Cabo de São Roque

Cabo Calcanhar (RN) até Divisa PB/RN

## REGIÃO ILHAS OCEÂNICAS

### Ilhas Oceânicas

Atol das Rocas (RN)

Fernando de Noronha (PE)

## REGIÃO NORDESTE II

### Costa dos Recifes

Rio Guajú (PB/RN) até Ponta de Lucena (PB)

Ponta de Lucena (PB) até Rio Goiana (PE/PB)

Rio Goiana (PE/PB) até Cabo de Santo Agostinho (PE)

→ Cabo de Santo Agostinho (PE) até Rio Coruripe (AL)

### Estado da Bahia

Rio Branco/Cidade do Conde até Lauro de Freitas (BA)

Limite Norte do município de Lauro de Freitas até Jaguaribe (BA)

Jaguaribe até Itacaré/Rio das Contas (BA)

Itacaré/Rio das Contas até Ilhéus (BA)

Ilhéus até Santa Cruz de Cabrália (BA)

Santa Cruz de Cabrália até Prado (BA)

Prado (BA) até Divisa da BA/ES

O trabalho aqui apresentado está inserido na faixa Costa dos Recifes, no trecho Cabo de Santo Agostinho (PE) até Rio Coruripe (AL), especificamente em parte da APA – Área de Proteção Ambiental – Costa dos Corais.

### 1.1.4 A APA Costa dos Corais

De acordo com o SNUC - Sistema Nacional de Unidades de Conservação, instituído pela Lei 9.985, de 18 de julho de 2000, Área de Proteção Ambiental - APA é uma área em geral extensa, com um certo grau de ocupação humana, dotada de atributos abióticos, bióticos, estéticos ou culturais especialmente importantes para a qualidade de vida e o bem estar das populações humanas, e tem como objetivos básicos proteger a diversidade

biológica, disciplinar o processo de ocupação e assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais.

As APA's, ao contrário dos Parques e Reservas, são consideradas unidades de conservação de uso sustentável, permitindo dentro de seus limites o desenvolvimento de atividades como agricultura, pesca, turismo, entre outras. Contudo, essas atividades só podem ser realizadas de forma ambientalmente sustentável, ou seja, sem causar danos aos ecossistemas que estão sendo protegidos.

Em 1997, Ano Internacional dos Recifes, uma série de eventos envolvendo vários países reconheceram a necessidade da adoção de medidas mais eficazes visando a sustentabilidade, manejo e conservação dos recifes de coral do mundo. Neste mesmo ano, a Área de Proteção Ambiental Costa dos Corais foi criada por Decreto Federal no dia 23 de outubro (Projeto Recifes Costeiros, 2002).

Os objetivos na criação dessa área é garantir a conservação dos recifes de corais, praias, manguezais e da população do peixe-boi marinho, ordenar o turismo e demais atividades econômicas e contribuir para o resgate e manifestação da cultura das comunidades costeiras (Projeto Recifes Costeiros, 2002).

A APA Costa dos Corais localiza-se no litoral sul de Pernambuco e norte de Alagoas, abrangendo áreas de 13 municípios: Rio Formoso, Tamandaré, Barreiros e São José da Coroa Grande (Pernambuco) e Maragogi, Japaratinga, Porto de Pedras, São Miguel dos Milagres, Passo de Camaragibe, São Luis do Quitunde, Barra de Santo Antônio, Paripueira e Maceió (Alagoas). Ela abrange uma área total de 413.563 hectares, estendendo-se por 135 Km de costa, entre o rio Formoso, no sul de Pernambuco, e rio Meirim, no norte de Alagoas, sendo a maior unidade de conservação marinha do Brasil. Limita-se a oeste pela linha de preamar média, incluindo os mangues em toda sua extensão, e a leste adentra o oceano cerca de 18 milhas náuticas, coincidindo com os limites da plataforma continental (Projeto Recifes Costeiros, 2002).

Por ser uma unidade de conservação federal, a APA Costa dos Corais está sob a administração do órgão federal competente, ou seja, o IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Atualmente, a APA também conta com um projeto de parceria entre a Fundação Mamíferos Marinhos, o MMA – Ministério do Meio Ambiente, o IBAMA, UFPE – Universidade Federal de Pernambuco, UFAL – Universidade Federal de Alagoas, o IMA – Instituto de Meio Ambiente de Alagoas, a CPRH – Companhia Pernambucana de Controle Ambiental e de Administração dos Recursos Hídricos e prefeituras associadas, intitulado Projeto Recifes Costeiros, que gera ações de preservação e conservação ambiental para a área.

Tal Projeto forneceu subsídios para realização do trabalho aqui apresentado em termos logísticos e operacionais, na doação de materiais e equipamentos (lancha a motor e óleo diesel) e pessoal capacitado para o trabalho de campo.

## 1.2 O PROJETO DE PESQUISA

### 1.2.1 Considerações Iniciais e Justificativa

A faixa costeira de Pernambuco tem suportado um grande crescimento, sendo a área que apresenta a maior densidade demográfica do estado, como é o caso das áreas costeiras em todo mundo, com raras exceções. É também nessas áreas que se apresentam as maiores concentrações de complexos industriais e atividades econômicas, recreativas e turísticas e, conseqüentemente, os problemas ambientais decorrentes dessas ações.

Os recifes costeiros do município de Tamandaré, objeto deste estudo, participam deste contexto de forma expressiva, sofrendo os impactos provenientes de intervenções similares às citadas anteriormente, principalmente as que dizem respeito às alterações ambientais provocadas por atividades de ocupação urbana, turismo e recreação.

A degradação a que se submetem esses recifes não é recente. Por muitos anos, eles foram sendo extraídos para servirem como produto clarificador das usinas refinadoras de açúcar. No entanto, esta prática foi banida desde os anos 70 (Maida & Ferreira, 1997).

O presente estudo, embasado numa das principais recomendações propostas durante o *Workshop* “Avaliação e Ações Prioritárias para a Zona Costeira e Marinha” (PROBIO, 1999) de mapear áreas de ocorrência de recifes de corais, vem refinar o mapeamento já realizado por Braga (2001) que utilizou imagens orbitais para tal tarefa utilizando o SIG – Sistema de Informações Geo-referenciadas.

O mapeamento dos recifes costeiros da área em estudo poderia ser feito unicamente através das imagens de satélite e fotografias aéreas, contudo, para efeito de análise mais aprimorada e avaliação da utilização dessas imagens para tal objetivo, é proposta a realização de correções no posicionamento através de visitas *in situ* e equipamento de posicionamento GPS (Global Positioning System)

### 1.2.2 Objetivos

- Avaliar a utilização de imagens do satélite Landsat TM5 e de fotografias aéreas verticais para o mapeamento de recifes costeiros com validação através de levantamento de dados *in situ*.

- Possibilitar maior refinamento na delimitação de áreas de impedimento temporário de pesca, “berçários”, e áreas de livre pesca.
- Analisar a relação existente entre a presença dos recifes costeiros e os efeitos sobre a faixa costeira mediante os processos físicos litorâneos.
- Fornecer dados para futuras análises de morfodinâmica costeira da área, baseadas na importância dos recifes costeiros quanto à hidrodinâmica local.

### 1.2.3 Trabalhos Anteriores

O trabalho de Darwin (1842), quando de sua visita à América do Sul, deve ser ressaltado como uma dos primeiros estudos sobre a estrutura e distribuição dos recifes de corais.

A tentativa de mapeamento dos recifes costeiros do Brasil não é algo recente. Branner (1904) realizou este trabalho em alguns pontos da costa brasileira, entre eles a desembocadura do Rio Formoso – trecho entre a Praia dos Carneiros e a Praia de Guadalupe (extremo Norte da área de estudo). Este utilizou o método de “passadas” para delimitar os recifes de arenito e o método de triangulação para os recifes orgânicos, tendo ainda mapeado a linha de costa desta área dos anos 1875 e 1899 (Fig. 02).

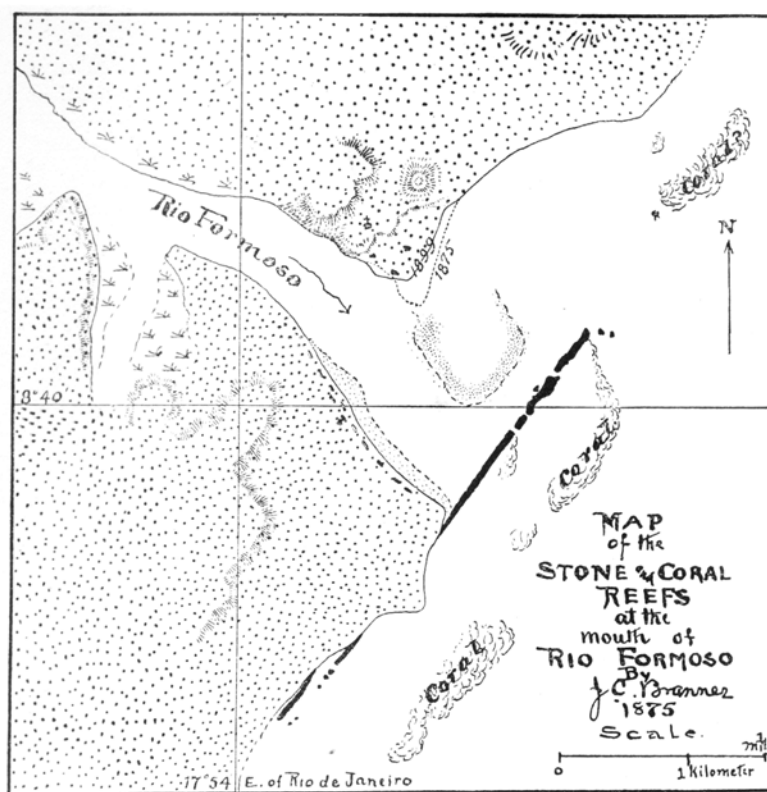


Fig. 02 – Mapeamento realizado por Branner (1904)

O uso de imagens orbitais para o mapeamento e o estudo de recifes de corais data do final da década de 70, quando foram lançados os primeiros satélites ambientais.

Especificamente à questão de estudos de áreas recifais utilizando técnicas de sensoriamento remoto, pode-se citar:

Kuchler (1985), que apresentou os resultados de mapeamento do recife de Heron (Great Barrier Reef), com precisão de aproximadamente 75% em relação à verdade de campo. Ele ressaltou que a variação da profundidade da água, o contraste entre as diversas classes recifais e a identidade espectral de cada tipo de cobertura são os fatores limitantes para o índice de precisão atingido.

Jupp (1985), que discutiu sobre as aplicações de técnicas digitais de sensoriamento remoto para estudos oceanográficos, estuarinos e recifes de corais e destacou as limitações impostas pela resolução espacial, espectral e temporal de cada sensor, ressaltando a vantagem de se acoplar dados digitais dos sensores remotos aos dados de levantamentos *in situ*, o que permite formar uma base de dados histórica e contínua. O presente trabalho segue este princípio e pretende demonstrar a aplicabilidade da metodologia de levantamento de dados de campo como fator de enriquecimento dos dados finais.

Braga (2001) executou o mapeamento dos recifes costeiros de Tamandaré através de imagens Landsat TM e HRV-SPOT, tendo como melhor resultado a segmentação das imagens TM, bandas 1, 2 e 5, obtendo o valor máximo de índice de exatidão igual a 74%, limiar de aceitação igual a 90% e precisão de 72%. Vale ressaltar que este estudo foi realizado através do programa SPRING – Sistema de Processamento de Informações Geo-referenciadas, desenvolvido pelo INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.

Durante o Simpósio Brasileiro de Praias Arenosas (2000), ocorrido em Itajaí - Santa Catarina – Brasil, foram apresentados alguns trabalhos utilizando técnicas de sensoriamento remoto, tais como:

- Alves *et. al.* utilizaram imagens Landsat 5TM de 1989 e 1998 para a análise da morfodinâmica costeira do Litoral Setentrional do Rio Grande do Norte, permitindo a análise de temas como o deslocamento da linha costeira, e classificação de zona de praia, campos de dunas, áreas de manguezais, áreas com outros tipos de vegetação e áreas sem vegetação.

- Noernberg monitorou a variação de linha praial no Balneário de Pontal do Sul – PR utilizando 4 imagens de diferentes anos: 1986, 1994, 1997 e 1999. Em seu trabalho, ele faz a ressalva de que o erro máximo admitido para os pontos de controle, que geram o geo-referenciamento, foi de 1 pixel, ou seja, 30 metros, o que torna representativo ao trabalho, considerando-se a escala adotada. Além disso, faz observações quanto a situação da maré no momento de aquisição da imagem, informando que trabalhos já estão sendo elaborados



no sentido de corrigir esta questão. A altura da maré também foi um fator condicionante para o trabalho aqui apresentado, o que poderá ser visto mais adiante.

Para efeito de comparação ao que é proposto neste projeto, ou seja, o enriquecimento de informações de mapeamento dos recifes costeiros por sensoriamento remoto através de dados coletados *in situ*, pode-se citar o estudo apresentado no VII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (1993), Curitiba – PR, por Kampel *et. al.* que avaliou os dados obtidos por receptor de imagens orbitais AVHRR/NOAA. Tal projeto realizava medições de temperatura e profundidade na massa d'água oceânica da Antártica até o máximo de 200m de profundidade, posicionando as estações de coleta através de GPS (Global Positioning System). Os dados de medições e posicionamento foram lançados sobre a imagem e comparados aos dos obtidos por radiação infravermelha nas imagens orbitais. Ao final das análises, obteve-se um coeficiente de determinação no valor de 95% em relação aos dados *in situ*, demonstrando o grande potencial da metodologia de recepção de imagens APT/AVHRR para estudos meteorológicos, citando, porém, a limitação da constante cobertura de nuvem local.

Relacionado ao município de Tamandaré, área do estudo ora proposto, pode-se mencionar os trabalhos de:

Rebouças (1962), analisando a repartição dos sedimentos da Baía de Tamandaré.

Santos Filho (1969) estudou a geologia e geofísica da área de Tamandaré – PE.

Assis (1990), relacionado aos “beachrocks” – recifes de arenito – do litoral sul de Pernambuco em termos de evidências petrográficas e isotópicas.

Duarte (1993) que realizou o mapeamento do quaternário costeiro do extremo sul de Pernambuco – Tamandaré.

Araújo *et. al.* (2000), analisando a vulnerabilidade das praias do Município de Tamandaré – PE, delimitando faixas: alta, média ou baixa, de acordo com as características locais.

Oliveira Júnior *et. al.* (2000) realizaram o Levantamento Batimétrico da Baía de Tamandaré, atualizando os dados batimétricos da Carta Náutica N.º 905 de 1962 da DHN – Diretoria de Hidrografia e Navegação da Marinha.

Portella *et. al.* (2000) que realizaram o estudo de caracterização morfodinâmica da Baía de Tamandaré – PE.

Soares Júnior *et. al.* (2000) determinaram a distribuição dos sedimentos superficiais dos Rios Ilhetas e Mamucaba na Baía de Tamandaré e do Rio Uma através de análises granulométricas.

Lima (2001) que efetuou o estudo de delimitação da linha de costa atual e zoneamento da faixa litorânea do município de Tamandaré – PE, através de coleta de dados

em campo e posicionamento por GPS. Tais dados servirão de base para discussão da presença dos recifes e sua relação com os processos físicos litorâneos locais.

#### 1.2.4 Apoio Logístico e Fonte de Financiamento

Para realização deste estudo, contou-se com o apoio do Projeto Recifes Costeiros e de todas as Instituições a ele ligadas através de cooperação técnica. Contou-se também com o Programa de Pós-Graduação em Geociências da Universidade Federal de Pernambuco e com os laboratórios associados ao Programa.

A imagem do satélite Landsat TM5 e as fotografias aéreas verticais utilizadas neste trabalho foram gentilmente cedida pelo Projeto Recifes Costeiros. No caso da imagem de satélite, foi realizado um acordo de cooperação técnica com o INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais para sua utilização.

O apoio técnico-científico direcionado foi dado pela Prof<sup>a</sup>. Tereza Araújo, participando deste projeto como orientadora, e pelo Prof. José Carlos Sícoli Seoane, como co-orientador.

Em termos de fonte de financiamento, disponibilizou-se de uma bolsa de estudos através do CNPq.