

Capítulo 1

INTRODUÇÃO

1 – APRESENTAÇÃO

A região costeira tem sido ao longo dos tempos um espaço singular para todas as civilizações, por proporcionar a impagável possibilidade de comunicar-se com outras através do transporte marítimo, constituindo-se dentre uma perspectiva histórica, como a porta de entrada de toda a colonização e desenvolvimento de um país. Elas se destacam por uma característica muito particular de concentrarem, sobre um espaço reduzido, um grande número de atividades humanas que aí encontram condições muito favoráveis ao seu estabelecimento.

Exemplos da importância da região costeira e, em particular estuarina, como fator determinante urbano e econômico é que, a nível mundial, 7 (sete) das 10 (dez) maiores metrópoles do mundo, como Nova York, Tóquio Londres, Shangai, Buenos Aires, Osaka e Los Angeles, estão sediadas nessas áreas, e, a nível local, quando nos remetemos ao surgimento da nação brasileira, constatamos que a existência de portos naturais, como estuários e baías, foram determinantes ao aparecimento dos primeiros núcleos populacionais no Brasil, ou seja, a Baía de Todos Santos e a Cidade de Salvador; a Baía da Guanabara e a Cidade do Rio de Janeiro; a Baía de São Marcos e a Cidade de São Luiz; o Estuário do rio Capibaribe e a cidades de Recife; entre outras.

A cidade do Natal, no Estado do Rio Grande do Norte (Brasil), se enquadra perfeitamente nessa situação, cujas condições naturais do Estuário Potengi como um ancoradouro seguro para embarcações, favoreceram a criação de um sítio populacional no final do século XVI.

O crescimento normal de um centro urbano ao longo dos séculos sem uma planificação adequada, a exemplo de outras regiões costeiras de extrema fragilidade, causou uma progressiva deterioração da paisagem, seja por intermédio de repercussões, como a erosão costeira, que atualmente afeta todos os países com litoral, seja pela interferência direta humana, ocupando dunas, mangues, destruindo coberturas vegetais nativas e contaminando corpos d'água, como rios, praias e lagoas.

No caso específico da erosão costeira, as repercussões econômicas, tais como a perda de infra-estruturas públicas ou propriedades privadas, podem ser sumamente sérias, sobretudo nos países em desenvolvimento, devido à falta de recursos para a recuperação dos danos, como é o caso do Brasil.

Com o intuito de fornecer subsídios que permitam reverter essa situação é que surgiu a idéia deste trabalho de doutorado, junto ao Programa de Ciências do Mar da Universidade de

Barcelona e da Universidade Politécnica da Catalunha, que objetiva a capacitação técnico-científica de pessoal docente nesse campo tão vasto, partindo da premissa que para uma gestão adequada da região costeira se faz imprescindível o conhecimento dos agentes naturais atuantes e seus respectivos processos dinâmicos.

Desta maneira, neste estudo de caráter ambiental, foram analisados todos os fatores, agentes e processos que contribuíram para evolução de um trecho da costa do Estado do Rio Grande do Norte (Brasil).

A área de estudo selecionada compreende a faixa litorânea metropolitana da cidade de Natal, mais precisamente as praias da Redinha, Forte, Meio, dos Artistas e Areia Preta, e o estuário do Rio Potengi, com 20 Km de extensão, assemelhando-se a uma grande enseada. A cidade de Natal, capital deste Estado, está situada na margem direita da região estuarina do Rio Potengi próximo à desembocadura (Figura 01). Os limites transversais são definidos em direção ao mar pela plataforma continental interna (*inner shelf*) e em direção ao continente até a zona limite da influência das marés nos estuários e limite da migração das dunas.

Da mesma forma, tratando-se o Brasil de um país do 3º mundo e a região Nordeste, onde está inserida a área de estudo, ser tradicionalmente a mais pobre do país, é importante que as pesquisas científicas tenham um objetivo aplicado, procurando-se transferir os conhecimentos e experiências obtidas durante o curso de doutorado em iniciativas de melhoria da qualidade ambiental e de vida da região.

Desta maneira, o presente estudo, mesmo antes da sua finalização, mostrou resultados concretos, fornecendo subsídios para a implantação de propostas de intervenção, objetos dessa tese de doutorado. Como exemplo, temos: o Projeto de Proteção e Recuperação da Praia de Areia Preta, o Projeto de Proteção da Redinha Nova, e ainda a aplicação dos dados gerados durante as pesquisas para a tese no Projeto de Ampliação do Porto de Natal e no Projeto de Urbanização da Praia da Redinha Velha.

Neste contexto de procurar contribuir incisivamente com soluções e ferramentas para a gestão costeira, foram aportados novos conhecimentos sobre a área em estudo, onde se há buscado organizar um compêndio amplo de informações sobre os processos costeiros atuantes na área de Natal, com dados inéditos obtidos em campanhas e estudos específicos, complementados com dados pré-existentes de trabalhos anteriores deste autor (Cunha, 1982) e dados históricos resgatados.

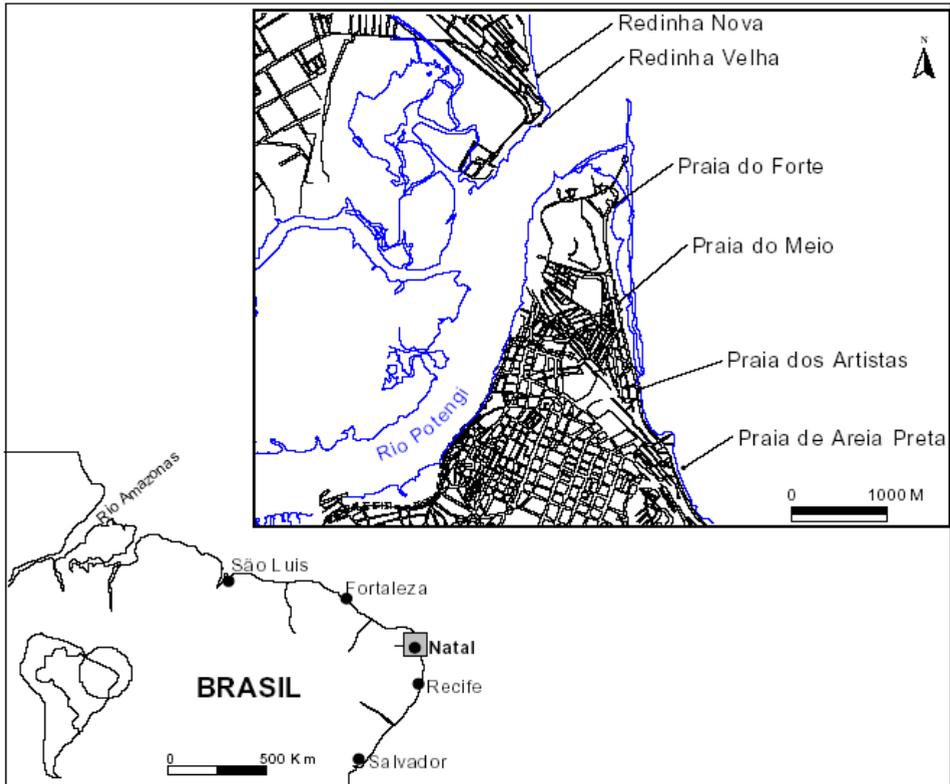


Figura 1 – Mapa de localização da área de estudo

2 – OBJETIVOS

O objetivo deste trabalho consiste em caracterizar os processos sedimentares atuantes na zona costeira e no estuário do Rio Potengi da cidade de Natal, Estado do Rio Grande do Norte, onde serão identificados os trechos críticos de erosão, a eficiência das medidas de recuperação e estabilização utilizadas nestas áreas, bem como obter informações básicas que possam ser utilizadas na gestão e planejamento costeiro e estuarino.

Os objetivos principais deste estudo são:

- Analisar de forma detalhada os principais agentes dinâmicos (ventos, ondas, marés e correntes);

- Avaliar e quantificar os principais processos costeiros que atuam na região que contribuem de forma significativa no equilíbrio e evolução na zona costeira;
- Avaliar a eficiência dos métodos utilizados para a proteção dos riscos costeiros;
- Definir uma metodologia adequada para o estudo dos processos costeiros em condições naturais e sob influência antrópica;
- Caracterização do Estuário do Rio Potengi;
- Geração de figuras que apresentarão os seguintes temas:
 - Mapa de localização dos pontos no estuário;
 - Mapa de distribuição de carbonato de cálcio;
 - Mapa de distribuição de matéria orgânica;
 - Mapa de distribuição de material em suspensão;
 - Mapa de distribuição dos sedimentos;
 - Mapa batimétrico;
 - Mapa de uso e ocupação do solo.

3 – METODOLOGIA E DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO

Os trabalhos realizados neste estudo foram divididos em duas etapas distintas. A primeira etapa, que constou dos trabalhos iniciais de revisão da bibliografia e tratamento dos dados preexistentes de clima; e a segunda de ensaios de campo e coleta de novos dados obtidos através da aplicação de metodologias específicas, induzindo a caracterização das formas de relevo e seus agentes naturais e antrópicos, análises das amostras e avaliação dos resultados.

3.1 - Trabalhos Iniciais

- Revisão Bibliográfica

Inicialmente foi realizado um levantamento bibliográfico detalhado de trabalhos recentes relacionados ao tema da pesquisa.

- Tratamento de Dados Existentes
 - Dados Meteorológicos

Foi realizada uma reavaliação dos dados coletados na Estação Climatológica da UFRN, em Natal, RN e por outros observatórios.

- Parâmetros Hidrodinâmicos

Os parâmetros hidrodinâmicos (clima de ondas) utilizados foram obtidos para o período de 2 anos através da análise dos dados (direção, período e altura das ondas) coletados pelo ondógrafo waverider do INPH (Instituto Nacional de Pesquisas Hidroviárias) e da HIDROCONSULT S.A, localizado na estação ondográfica Leste-Reis Magos. Estes resultados foram correlacionados com os dados dos ventos para definir um modelo matemático relacionado às alturas significativas das ondas com as velocidades e direções dos ventos locais, e que é primordial para a explicação da evolução costeira baseada no clima de ondas.

3.2 - Trabalhos de Campo

- Perfis Topográficos/Amostragem de Sedimentos

Para o trabalho foi adotado o procedimento vinculado às variações sazonais em escala de curto prazo.

A área de estudo foi dividida em seis regiões distintas, localizadas a esquerda do Rio Potengi, na praia da Redinha Nova e à direita do rio às praias, na seguinte ordem, do Forte, Meio, praia dos Artistas e praia de Areia Preta.

O material utilizado nesta etapa (Figura 02), constou de: Nível Topográfico – Kern; Tripé – Al top; Mira topográfica; Trena de 50 m; Bússola Brunton; Fichas de campo; GPS – Garmim 45.

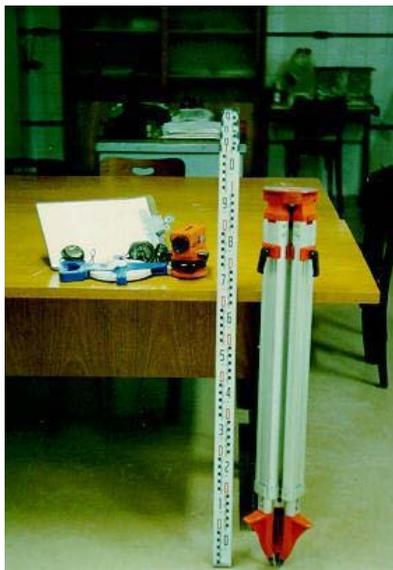


Figura 02 – Material utilizado em campo para levantamento de dados de perfil de praia.

Os referidos perfis foram definidos perpendiculares a linha de costa e executados na baixa-mar das marés de sizígia, com o intuito de apresentar maior extensão do estirâncio descoberto, logo, um perfil maior e mais representativo.

As estações foram fixadas no pós-praia, adotando-se como referência pontos estáveis tipo quina de muro ou postes elétricos. Com base nestes pontos fixos foram realizadas leituras em intervalos constantes espaçados de 10m ou de acordo com a necessidade. A leitura prossegue desde o ponto de amarração ou da zona de berma prolongando-se até a antepraia. O nivelamento topográfico foi realizado a partir de visadas na mira, sobrepostas a superfície do terreno.

Os níveis desses perfis foram reduzidos ao zero hidrográfico estipulado pela DHN (Diretoria de Hidrografia e Navegação) com a utilização de planilha do *software* Excel, na qual desenvolveu-se um cálculo de correção para as oscilações das curvas harmônicas da maré.

Concomitante aos perfis foram efetuadas coletas de sedimentos, sendo as amostras retiradas superficialmente das zonas da pós-praia, praia (estirâncio) e antepraia, com o objetivo de melhor caracterizar o ambiente.

- Medidas Diretas de Transporte Eólico / Amostragem de Sedimentos

As medidas diretas de transporte eólico foram definidas utilizando técnicas adequadas (armadilhas eólicas e estação meteorológica). O procedimento adotado na utilização destas armadilhas constou de ensaios mensais de campo durante o período de estudo. Ao longo deste período as campanhas foram realizadas em vários pontos das dunas da praia do Forte.

- Armadilhas e Técnicas de Medidas

Na literatura internacional existem poucas referências em relação a cálculos de transporte eólico utilizando armadilhas de areia e a maioria destas, sempre se referem a dois tipos principais: verticais e horizontais. Os trabalhos apresentam umas ou outras vantagens e inconvenientes que são quantificados em função do resultado de seus dados.

As armadilhas horizontais têm como vantagem modificar minimamente o fluxo aéreo e como desvantagem o fato de não serem úteis no caso de velocidades elevadas Pye & Tsoar (1990) in Maia (1998). No caso das armadilhas verticais, o inconveniente principal é o da alteração das condições do fluxo do ar por sua mera presença, chegando inclusive a formar pequenas escavações na parte da frente da armadilha, quando posicionada em superfícies bastante móveis Pye & Tsoar (1990) in Maia (1998). As tentativas para evitar seus inconvenientes vão acompanhadas por problemas de uso e fabricação sem chegar a evitar todas as desvantagens Illeberger & Rust (1986 in Rodrigues, 1999). Os modelos mais simples derivam do proposto por Leatherman (1978) e modificados por Goldsmith (1978) e Rosen (1988 in Rodrigues, 1999).

Para contornar estes problemas, Maia et al. (1996) apresentou também outros dois tipos de armadilhas, baseadas na original de Leatherman (1978) in Goldsmith (1978), e que foi colocado em testes de campo em uma série de campanhas de medidas e já comprovadas em algumas localidades do litoral do Ceará (Maia, 1998).

Foram utilizados dois tipos de armadilhas, definidas aqui como de integração, por acumular todo o material transportado na vertical, e de concentração vertical, por discretizar o transporte (Figura 03). Estas últimas foram utilizadas para a determinação da distribuição vertical do transporte e das variações granulométricas dos sedimentos em função da velocidade

do vento e da altura do transporte. Os dois modelos de armadilhas foram utilizados empregando várias configurações.

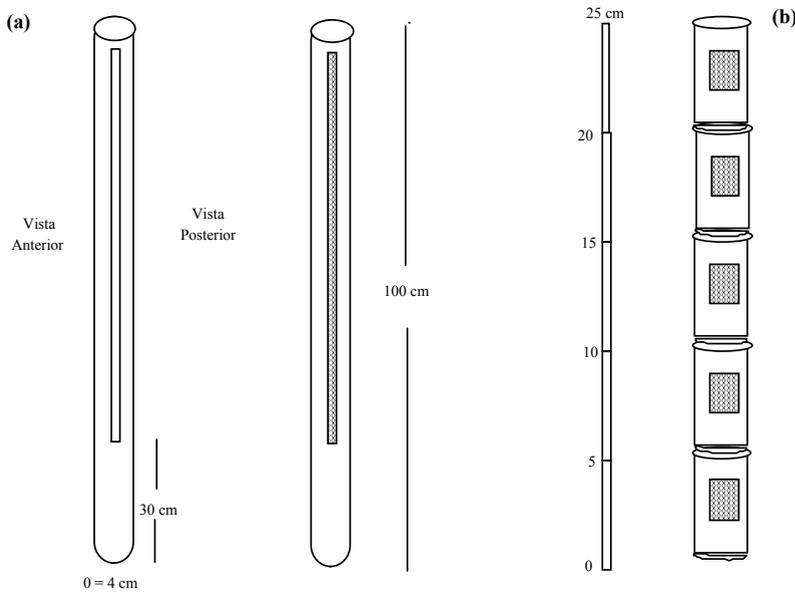


Figura 03 – Desenho esquemático das armadilhas utilizadas.
(a) Integração e (b) Discretização.

- Armadilha de Integração

O primeiro tipo de armadilha baseia-se em uma modificação do modelo desenvolvido por (Leatherman, 1978), que consiste em um tubo de PVC de 1m de altura e 40mm de diâmetro, com duas aberturas verticais em lados opostos. As aberturas são de 70cm de largura por 1cm (lado frontal) e 2,0cm (lado posterior), estando a segunda coberta por uma malha de 62 micras. O tubo está fechado em sua parte inferior por um tampão de PVC, utilizado para a coleta dos sedimentos. A parte inferior da armadilha (30cm) é cravada no terreno, de tal forma que o início da ranhura coincida com o nível do terreno e que a abertura frontal esteja direcionada na direção dos ventos dominantes.

As armadilhas foram utilizadas em grupos de 5, em diferentes pontos característicos da duna (topo, braços, stoss side, lee side) para determinar as diferenças na intensidade do

transporte em função da morfologia ou de outros fatores, como obstáculos naturais ou proteções utilizadas para evitar o transporte eólico (barreiras de palha de palmeira ou redes de nylon). Nos ensaios realizados diretamente na praia, as armadilhas foram posicionadas, quando possível, em diversos pontos do perfil (estirâncio médio, superior e pós-praia) para determinar a contribuição de cada ponto no transporte eólico em função da velocidade do vento e dos níveis da maré.

- Armadilha de Discretização

O segundo tipo de armadilha consiste em um tubo de PVC de 5 cm de comprimento por 2 cm de diâmetro com uma abertura frontal de 1cm² de área (1 x 1cm) e uma abertura posterior de 4cm² de área (2 x 2cm) recoberta por uma malha de 62 micras. A parte superior pode ser fechada com um tampão de PVC e a parte inferior é utilizada como coletor dos sedimentos, colocando uma bolsa de plástico fixada com fita adesiva.

Para a utilização destas armadilhas necessita-se de um dispositivo especial de sustentação que consiste em uma haste metálica de 1m de altura e 3mm de diâmetro, onde se fixa um grupo de armadilhas pequenas (5 ou 6) mediante fita adesiva. A haste é cravada no solo e anota-se a altura da abertura de cada uma das armadilhas.

As amostras referentes aos depósitos eólicos foram coletadas durante as medidas de transporte eólico, correspondendo ao material aprisionado nas armadilhas, uma vez que as mesmas foram posicionadas em vários locais do campo de dunas.

- Estação Meteorológica

Em cada campanha, paralelamente à utilização das armadilhas, se realizaram medidas de velocidade e direção do vento por meio de uma estação meteorológica eletrônica Davis Instruments (Figura 04). Foi utilizada a altura de referência de 1 metro para a colocação do indicador eletrônico de direção e velocidade do vento.

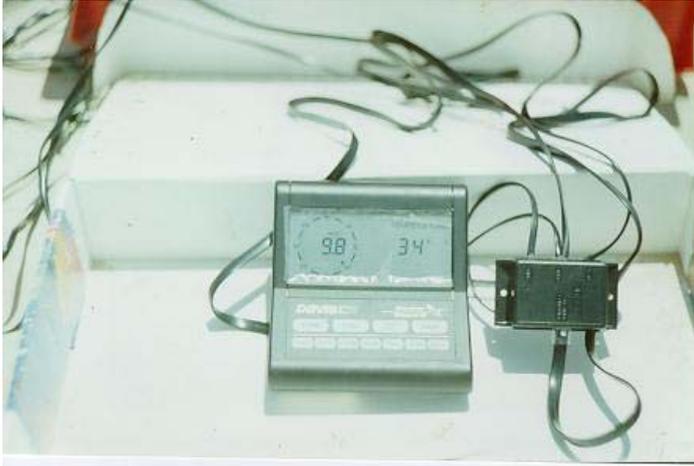


Figura 04 - Estação meteorológica eletrônica Davis Instruments.

- Análise Granulométrica e Morfoscópica

As análises (granulométricas e morfoscópicas) foram realizadas no Laboratório de Geologia Marinha e Aplicada - UFC, onde se seguiu o procedimento habitual aplicado em amostras sedimentológicas.

As amostras foram submetidas a classificação textural através da análise granulométrica, em que retirou-se 100 gramas de cada amostra para fazer-se o peneiramento úmido, que consiste na lavagem da amostra sobre uma peneira de malha 0,062 mm, visando a retirada da fração inferior, separando-se, desta maneira, os sedimentos grossos dos finos. Após a secagem efetuou-se a análise mecânica da fração maior que 0,062 mm através de um agitador mecânico "ROT UP" que utiliza um conjunto de doze (12) peneiras com aberturas entre 2,0 a 0,088mm. As frações retidas nas diferentes peneiras foram pesadas e os resultados obtidos foram anotados para os cálculos dos parâmetros estatísticos, onde se utilizou o programa de computador ANASED (Lima, 2000), desenvolvido pelo Laboratório de Geologia Marinha e Aplicada/DEGEO/UFC.

Com o uso das frações 0,50 e 0,35mm presente nas amostras, fez-se a análise morfoscópica através de lupa binocular, onde observou-se 100 grãos de quartzo, usando a

tabela de comparação visual de arredondamento e esfericidade da areia de Krumbein & Sloss (1963 in Suguio, 1973).

- Medidas Diretas do Transporte Induzido pelas Ondas

O transporte de sedimentos na zona costeira é o resultado da ação de uma série de agentes impulsores que subministram ao sistema um determinado conteúdo energético que, no caso de fundos formados por material sedimentar inconsolidado, se traduz no movimento de sedimentos e na modificação da linha de costa.

É de conhecimento comum que de todos os agentes que atuam na zona costeira, e inclusive de forma genérica para a maior parte das costas, as ondas são os agentes mais importantes em relação a mobilização e transporte de sedimentos na zona costeira. Para definir a contribuição das ondas ao transporte de sedimentos, será utilizada a aproximação clássica de divisão em dois componentes, longitudinal e transversal, que somados linearmente, dariam o transporte total de sedimentos induzido pela ação das ondas.

As medidas serão realizadas em diversas zonas da Região Metropolitana de Natal, levando-se em conta a presença dos diversos tipos de estruturas de proteção (Nicholls & McDougal, 1996 in Maia, 1998).

- Avaliação do Aporte Fluvial

O conhecimento do volume de sedimentos transportados pelos rios é de fundamental importância, já que o processo fluvial é considerado como a fonte mais importante de material para a deriva litorânea. Quando se trata do conjunto dos processos costeiros, o material transportado pelos rios pode contribuir de forma importante no equilíbrio do balanço sedimentar e, por consequência, na manutenção da estabilidade da linha de costa. Desta forma, para os rios da nossa região, de caráter intermitente e sem nenhum tipo de informação, é necessário definir, além do volume de material transportado, o comportamento do estuário durante os períodos de menor vazão, quando o mesmo pode funcionar como uma armadilha de sedimentos, extraindo material da deriva litorânea.

A quantidade total de sedimento por um rio é definida pela soma da carga de sedimentos por arraste de fundo, mais a carga de sedimentos procedentes do fundo transportados em

suspensão e a carga de sedimentos em suspensão procedente da bacia hidrográfica. O objetivo deste estudo é definir o volume total de material transportado pelo rio Potengi, sua distribuição ao longo dos anos em relação aos parâmetros e a contribuição dos estuários ao balanço sedimentar costeiro.

Os trabalhos de campo consistiram na amostragem do material de fundo utilizando uma draga do tipo Van Veen.

- Levantamento Batimétrico

O levantamento batimétrico tem a finalidade de mostrar a morfologia de subsuperfície dos corpos d'água nas suas áreas possíveis de navegar. Para a sua consecução foram realizados perfis transversais e longitudinais ao eixo do canal principal do Rio Potengi dentro das limitações da área de estudo.

Todas as medidas ecobatimétricas foram realizadas através de levantamento apoiado por GPS *Navigator Furuno* com antena *Shakespeare*, sintonizado com a estação RIBac locada na cidade de Natal (Tabela 01) a qual permite efetuar correção diferencial das observações coletadas pelos receptores de sinais do GPS, ecossonda de impulso contínuo *Furuno FCV-668* e embarcação local (Figura 05).

A aquisição dos dados é realizada em tempo real com intervalos de transmissão de 2,0 segundos. As coordenadas são do *sistema geográfico* sob o datum WGS-84 e as medidas de profundidade em unidades métricas. Todos os dados são armazenados em meio magnético e portado por um *Laptop*.

Tabela 01 – Referências técnicas da Estação Fixa RIBac-NATAL para correção diferencial de levantamento apoiado por GPS.

Rede INCRA de Bases Comunitárias do GPS – Natal, RN	
Endereço:	Rua Potengi, 612 – Bairro Petrópolis
Receptor:	Estação de referência marca TRIMBLE, modelo CBS, com 12 canais, de frequência única (L1).
Datum:	WGS84

Latitude:	05°47'07,3987" S
Longitude:	035°11'50,65557" W
Meridiano Central:	33 WGr
Altura Elipsoidal:	17.72m
Máscara de elevação:	10 °
Taxa de gravação:	Posições a cada 5 segundos; Medições sincronizadas a cada 5 segundos (código C/A - + fase L1) .
PDOP máximo:	6
Alcance	300 Km

Fonte: Ministério do Desenvolvimento Agrícola – INCRA, 2002.

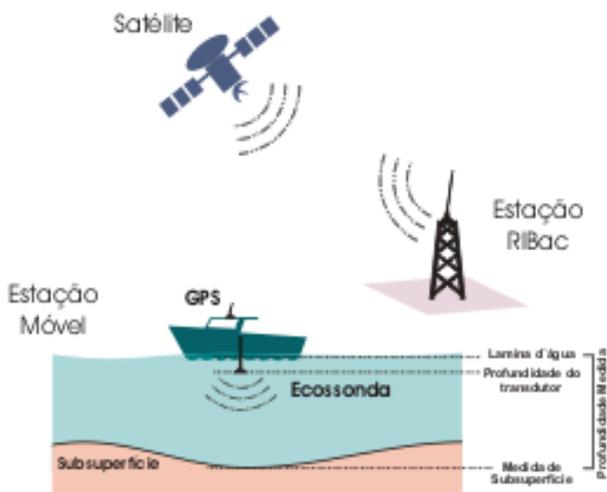


Figura 05 – Esquema do procedimento do levantamento batimétrico. Recepção de sinal para correção de posicionamento em tempo real da estação fixa para a móvel. E, medidas da profundidade de subsuperfície.

- Medição de maré

Os estuários, por definição, são ambientes que sofrem com a ação das marés. Portanto se faz importante o estudo dos tipos de marés que adentram os sistemas estuarinos e afetam a costa. Este levantamento foi apoiado por um ondógrafo-marégrafo *SEAGAUGE Wave and Tidal Recorder SBE-26*. O equipamento fica fundeado no leito do rio, apoiado por um lastro e indicado na superfície por uma bóia de arrinque (Figura 06). O local de fundeio foi posicionado com auxílio do *GPS Navigator Furuno*.

- Medição de corrente

As medições das velocidades e direções das correntes fluviais do estuário em estudo foram realizadas com auxílio de um correntógrafo de marca *Falmouth Scientific Inc.* modelo 2D-ACM, sendo o equipamento instalado a uma profundidade de 2/3 em relação ao fundo, suspenso por um bóia de sustentação e preso ao cabo com lastro e ondógrafo ao fundo, tem seu posicionamento auxiliado pela mesma bóia de arrinque que o ondógrafo (Figura 06).

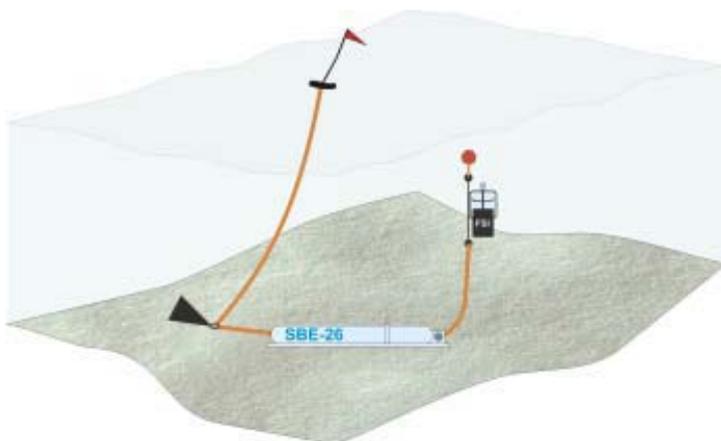


Figura 06 – Arranjo do sistema de medidas de maré e correntes fluviais.

- Coleta de água

O procedimento de coleta de água foi realizado utilizando uma garrafa de *Van Dorn* com capacidade de 3,0 litros. As amostras foram acondicionadas em garrafas tipo *Pet* (politereftalato de etileno) com capacidade de 2,0 litros, etiquetadas e congeladas a bordo. Essas amostragens

serviram para uma descrição quantitativa do material em suspensão. Foram coletadas amostras a aproximadamente 0,5 metro de profundidade em relação à superfície.

- Coleta de sedimentos

A amostragem foi realizada com a utilização de amostrador pontual de superfície do tipo *Van Veen* e posicionadas com apoio de *GPS Navigator Furuno*. Foram acondicionados cerca de 1,0Kg de sedimento por amostra em sacos plásticos, etiquetados devidamente.

3.3 – Etapas Laboratoriais

- Análise Sedimentológica

Ao atingir esta etapa as amostras de sedimentos coletadas no campo sofreram os procedimentos usuais de análise granulométrica. As amostras ficaram acondicionadas a 60°C em estufa para a secagem, em seguida ocorre o quarteamento e fracionamento em 100,0g da amostra. A partir deste ponto, seguem para o mecanismo de peneiramento úmido, no qual separar a fração lama da arenosa (limites das classes = 0,062mm de diâmetro). Nesta etapa, a amostra sofre o peneiramento mecânico onde se separam as classes arenosas e cascalhos, ou seja, frações de 0,062mm até 2,00mm diametrais para as classes de areia e frações com diâmetro superior a 2,00mm para as definições de cascalho (Figura 07).

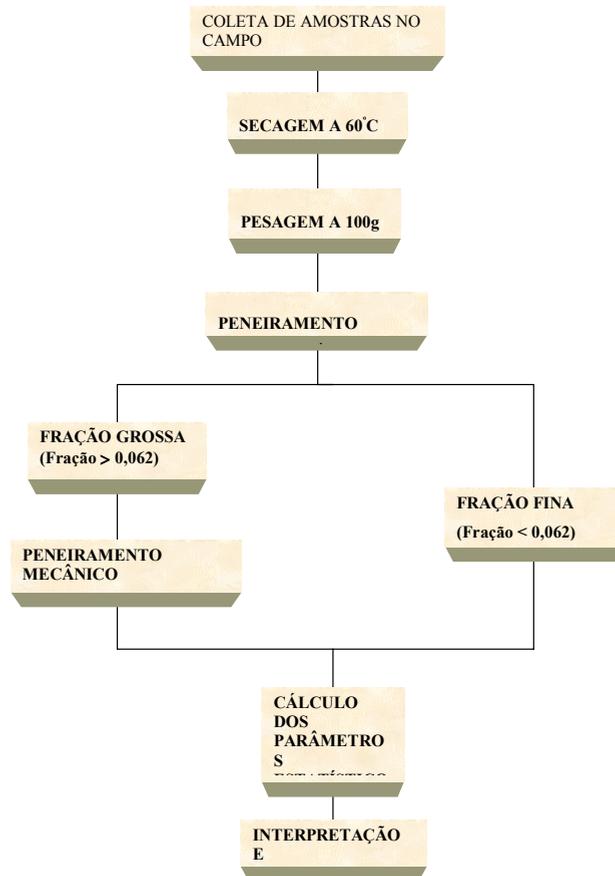


Figura 07 – Fluxograma com a representação das etapas de análise granulométrica.

Foram admitidas para a distribuição espacial das classes sedimentares duas formas de representação, porém, conjugadas. São elas: distribuição pela **Composição Ternária RGB** onde os vértices de um triângulo representam as freqüências relativas de máximo teor das frações lama, areia e cascalho sendo as variações dessas classes sedimentológicas representadas pela miscigenação das cores vermelho, azul e verde; e **Diagrama Triangular de Classificação dos Sedimentos Clásticos** de Shepard (1954), o qual tem a mesma semântica para classificação das classes sedimentares, porém neste diagrama estão definidas

mais 9 sub-classes, (Figura 08).

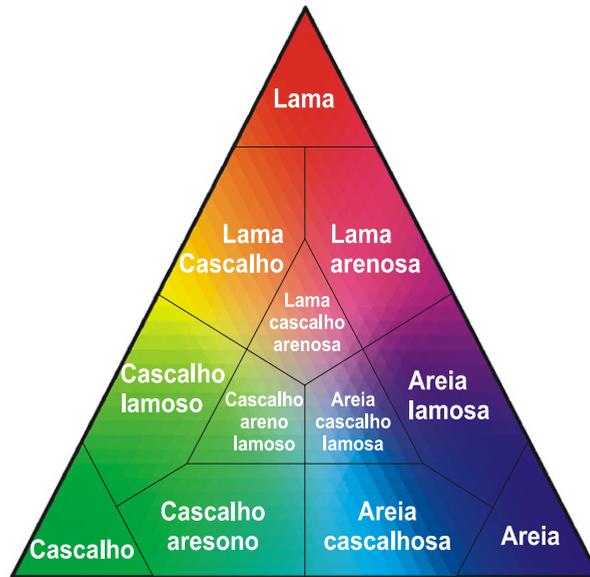


Figura 08 – Forma conjugada dos diagramas ternário de composição ternária RGB e Triângulo de Shepard (1954).

Os dados sedimentológicos foram processados no *software OASIS montaj 4.3* da Geosoft (licenciado para o PGGM-LGMA) onde se realizou uma composição ternária com os *grides* de teores de lama, areia e cascalho. Em seguida foram plotados no diagrama triangular de Shepard e assim conjugados os dois métodos em um mapa de distribuição sedimentar.

- Minerais Pesados

Os minerais pesados caracterizam-se por possuírem um peso específico maior que o dos minerais mais comuns em rochas sedimentares.

O estudo desses minerais é de grande ajuda para interpretações geológicas dos sedimentos.

A metodologia utilizada neste estudo está fundamentada em técnicas-padrão de

laboratórios para separação de minerais pesados, baseando-se na separação de um líquido pesado de peso específico intermediário entre minerais ou grupos de minerais a serem separados. A separação foi efetuada por decantação gravitativa da amostra em um líquido pesado do tipo bromofórmio.

Etapas seguintes:

- Desagregação – o primeiro passo no tratamento prévio da amostra para estudo dos minerais pesados é a desagregação.
- Separação granulométrica – os minerais pesados são hidraulicamente equivalentes aos minerais leves de dimensões maiores, dependendo do peso específico dos minerais pesados envolvidos. Os diâmetros padrões exatos em que devem ser estudados os minerais pesados em areias estão nas classes de areia fina e areia muito fina.
- Líquidos pesados – o bromofórmio ou o tetrabrometano são comumente empregados nas técnicas de separação dos minerais pesados utilizando-se líquidos pesados.
- Análise dos teores de Carbonato de Cálcio.

A quantificação dos teores de CaCO_3 foram determinadas pelo método do *Calcímetro de Bernard* modificado, onde as amostras sedimentares são atacadas com ácido clorídrico (HCL) diluído em 10% em um sistema de vasos comunicantes. O sedimento é inicialmente seco à 60°C em estufa, fracionado 5,0g e acondicionado num erlenmeyer adaptado a um tubo de ensaio, sendo ligado a um sistema de provetas onde existe uma certa porção de água. O gás CO_2 desprendido pela reação $\text{HCl} + (\text{Amostra} + \text{CaCO}_3)$ faz com que a coluna d'água dentro das provetas se desloque. É admitido um valor máximo de deslocamento para uma amostra de 99% de CaCO_3 (Figura 09).

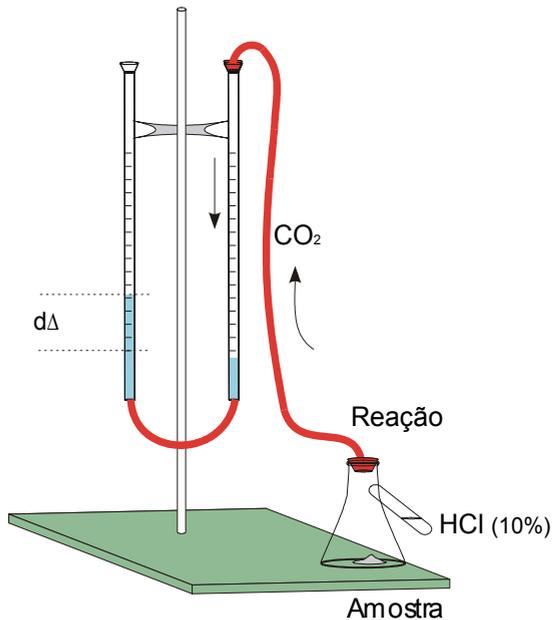


Figura 09 – Esquema de ensaio para a obtenção dos teores de CaCO_3 em sedimentos, Calcímetro de Bernard (modificado).

- Análise dos teores de matéria orgânica (MO%)

Os teores de matéria orgânica nos sedimentos foram quantificados utilizando o método de *Walkey-Black* o qual consiste na oxidação da matéria orgânica por dicromato e ácido sulfúrico concentrado e utilizando a difenilamina através da titulação como indicador.

- Análise dos teores do material em suspensão (MS)

Este parâmetro submeteu as amostras de água coletadas ao longo da área no rio Potengi a uma análise que consiste na filtragem de 1,0 litro de água utilizando um filtro de fibra de vidro tipo GF/C, com diâmetro 45 mm e porosidade $0,47 \mu\text{m}$, sobre um sistema de sucção à vácuo. O teor de MS é determinado pela diferença do peso do filtro seco e limpo pelo seco e utilizado. A unidade de medida é miligramas por litro (mg.L^{-1}).

- Geração dos mapas temáticos

Com os dados coletados e processados em laboratório foi possível desenvolver figuras (mapas temáticos) em escala 1:20.000, a saber : Mapa de localização dos pontos; Mapa de distribuição de carbonato de cálcio; Mapa de distribuição de matéria orgânica; Mapa de distribuição de material em suspensão; Mapa de distribuição dos sedimentos; Mapa batimétrico; Mapa Geológico Geomorfológico e o Mapa de uso e ocupação do solo.

A partir de levantamento de campo e interpretação de imagens aéreas em planta e panorâmicas foi possível definir os limites entre as unidades geológicas e geomorfológicas em conjunto com o uso e ocupação destas áreas, as quais estão propostas no Mapa Geológico Geomorfológico e de Uso e Ocupação do Solo.

Os mapas temáticos foram gerados no *software OASIS montaj 4.3*, com exceção dos mapas Geológico Geomorfológico e Uso e Ocupação do Solo onde foram utilizando o *AUTOCAD MAP 2000* e *Corel Draw*, versão 10.

3.4 - Interpretação e Avaliação dos Dados

Tomando por base os estudos e levantamentos anteriores e o resultado do estudo atual, foi possível definir as interações do ambiente litorâneo, quantificar o transporte eólico e caracterizar o estuário do rio Potengi. Estes dados, relacionados com os registros das estações meteorológicas, que apresentam um maior intervalo de tempo nas medições das condições climáticas, mostrará o funcionamento global do sistema relacionado aos fatores locais.

Logo após a coleta de dados batimétricos foi realizada uma filtragem automatizada executada em ambiente de planilha eletrônica Microsoft Excel com o intuito de reduzir e eliminar as informações consideradas como ruídos, por exemplo: regiões de pouca navegabilidade onde as profundidades eram inferiores ao alcance do transdutor, ou seja, em momentos em que o sinal do GPS era perdido por causa da nebulosidade. Seguindo o processo de filtragem, as medidas de profundidade são corrigidas em função da variação do nível de maré. Esse procedimento é chamado de *Nível de redução das profundidades*. Nessa etapa é necessário o registro das oscilações do nível de maré inferidas pela Tábua de Maré do Porto de Natal dos mesmos dias os quais se procedeu o levantamento, além das medições locais registradas pelo ondógrafo-marégrafo. É desenvolvido, então, uma equação polinomial que melhor se

ajusta com a disposição dos pontos medidos pelo marégrafo, reduzindo os valores para os da tábua de maré, e em função da hora calculada pela equação da curva de maré é obtida a diferença entre as profundidades registradas pela ecosonda e a profundidade reduzida.

O modelamento da superfície da batimetria foi realizado no programa *OASIS montaj* 4.3 da Geosoft, através do método de interpolação da *mínima curvatura*.

Os dados de marés e correntes são armazenados na própria memória dos equipamentos onde são adquiridos através de programas específicos. Para marés é utilizado o Term26 e o Wave26 do pacote *Seawaves recorder waves and tidal da SEABIRD*. Para correntometria é utilizado o programa 3D-ACM da *Falmounth Scientific Inc*. As informações são armazenadas em formato ASCII, separados em linhas e colunas e registram dados a cada 10 minutos. Os dois aparelhos são configurados para realizar os registros de forma síncrona. Os dados foram interpretados no ambiente de planilha eletrônica Excel.

Desta forma, com base na pesquisa bibliográfica e nos dados coletados no campo, os quais foram tratados em vários softwares, foi possível caracterizar o ambiente praiial, a diversidade morfológica da linha de costa, quantificar as variações volumétricas observadas bem como, correlacionar tais eventos com os agentes hidrodinâmicos.