

DEFINIÇÃO DOS PONTOS DE CONTORNO DA LINHA DE
PREAMAR MÁXIMA ATUAL DO LITORAL DO MUNICÍPIO DE
IPOJUCA - PE



RELATÓRIO FINAL

Recife, 2003

DEFINIÇÃO DOS PONTOS DE CONTORNO DA LINHA DE
PREAMAR MÁXIMA ATUAL DO LITORAL DO MUNICÍPIO DE
IPOJUCA - PE

RELATÓRIO FINAL

TERMO DE REFERÊNCIA MMA/PNMA II - SECTMA Nº 249

CONSULTOR: VALDIR DO AMARAL VAZ MANSO

RECIFE, 2003-08-11

1. Introdução

As constantes alterações, principalmente morfológicas, em todas as zonas costeiras do mundo, são consequência de um complexo sistema de agentes que interagem os quais denominamos de "Dinâmica Costeira".

A grande velocidade da variação do perfil praiial é o resultado de sua contínua adaptação a situações energéticas (ondas, marés e correntes longitudinais) que se alteram em curtos períodos de tempo e em função das características morfológicas do litoral.

Essa dinâmica interfere diretamente na posição da linha de costa e se caracteriza pelas variações do nível relativo do mar, dispersão de sedimentos, tempestades, marés e principalmente pelo balanço sedimentar. Em áreas a onde se constata que o suprimento de sedimento é contínuo, o resultado é o avanço da posição da linha de costa. Contrariamente quando o aporte de sedimento a praia é menor que a migração, tanto para a plataforma interna adjacente , como lateralmente, caso particular das baías, são observadas o recuo da referida linha e se caracteriza como sendo um processo erosivo.

Outros são relacionados com as constantes intervenções humanas através de ocupação desordenada da pós-praia, obras de engenharia diversas para o controle da erosão, represamento de rios, dragagem etc. e mais especificamente pela falta de um adequado controle no planejamento e

carência de uma política para o manejo dessas áreas costeiras, resultando no desencadeamento de um processo de alteração, lenta e gradual, de todo ecossistema praial.

Pernambuco com uma zona costeira que representa cerca de 4% do território, vive 43,8 % da população. O crescimento exponencial da pressão demográfica sobre a zona costeira acompanhado pela explosão desordenada das atividades turísticas, precipitaram a sua descaracterização, já irreversível em alguns lugares da costa, como é o caso de alguns setores praias da zona costeira de vários municípios, inclusive o de Ipojuca.

Dentro deste contexto, é de suma importância o estabelecimento de uma linha de preamar máxima atual, substituindo a estabelecida em 1831 para que a partir dela se estabeleça, para toda linha de costa do município de Ipojuca , principalmente em áreas ainda não ocupadas, o disciplinamento do uso do solo, com a definição de faixas de recuo adequadas para cada ponto do referido litoral

2. Área de trabalho

O litoral pernambucano foi delimitado e setorizado com base em sua situação geográfica e política, abrangendo 21 municípios, distribuídos numa faixa de 187 km que se estende desde o município de Goiana, ao norte, até o município de São José da Coroa Grande, ao sul. A costa pernambucana apresenta-se baixa, chegando a atingir, em vários pontos, cotas inferiores ao nível da preamar. Apresenta ecossistemas

extremamente produtivos, sendo considerada a região verde onde ora se sucedem e ora se entrelaçam segmentos de planície recobertos por Coqueirais, remanescentes de Mata Atlântica, Restingas, Estuários com extensos Manguezais, Recifes de Coral, Coroas, Ilhas, entre outros.

A área de abrangência deste relatório, com 27 km de extensão (Fig.01), está inserida na porção externa da planície costeira da Região sul do Estado, compreendendo, a orla marítima do município de Ipojuca entre os rios Maracaípe e Sirinhaém .

3. Equipe

Valdir do Amaral Vaz Manso – Geólogo - Geologia Marinha

Joaquim Alves da Motta – Geofísico

Núbia Chaves Guerra - Geóloga

Carlos Fernando de Andrade Soares Junior – Geógrafo

Auxiliares técnicos

Breno Hipólito da Costa – Graduando em Geologia

Danilo Vaz Manso – Graduando em Geologia

Edlene Pereira da Silva – Graduando em Geologia

Fernanda Soares F. de Miranda – Graduando de Geologia

Patrícia Celeste Lopes Jesuíno – Graduando em Geologia

Thiago Luiz Feijó de Paula – Graduando em Geologia

4. Características gerais da área

4.1 – Geologia da zona costeira

As planícies costeiras, desenvolvidas durante o Quaternário, constituem uma unidade geológico-geomorfológica de grande complexidade, levando-se em consideração serem ambientes de transição entre fenômenos marinhos e continentais, onde podem ser inseridos diversos compartimentos geomorfológicos.

Os depósitos quaternários acumulados nestas planícies, resultam da interação de vários fatores, tais como: variação do nível do mar, mudanças climáticas e processos dinâmicos costeiros.

Segundo Dominguez et al. (1992), o modelo de sedimentação dominante na planície costeira, durante os períodos de nível de mar alto, era o sistema de ilha barreira-laguna, onde os rios não alcançavam a plataforma e construíam deltas em ambientes protegidos. Ao contrário, durante o abaixamento do nível do mar, as lagunas e baías tornam-se emergentes, a planície costeira prograda através dos cordões litorâneos, os rios retrabalham os sedimentos da planície e da plataforma interna favorecendo a progradação da linha de costa. Essas areias são incorporadas ao sistema de deriva litorânea e posteriormente acumuladas em alguns locais ao longo da costa, como por exemplo, na desembocadura dos rios, recifes ou reentrâncias na linha de costa.

Terraços marinhos pleistocênicos e holocênicos foram formados durante as regressões subseqüentes à dois grandes eventos transgressivos, denominados por Bittencourt et al (1979) de (a) *Penúltima Transgressão* , que alcançou um máximo de 8 – 10 m acima do nível médio atual do mar, em torno de 120.000 anos A.P. e, (b) *Última Transgressão* , quando o nível do mar atingiu o máximo de 5 m acima do nível médio atual do mar por volta de 5.100 anos A.P.

As formações quaternárias que ocorrem na área, serão descritas resumidamente, e estão representadas no mapa geológico da figura 02.

- Terraços Marinhos Pleistocênicos

Os depósitos pleistocênicos , ocorrem geralmente nas porções mais internas da planície costeira, ora no sopé das formações mais antigas, ora isolados na própria planície. De uma maneira geral, apresentam-se descontínuos, de forma variável, geralmente paralelo a linha de costa, de largura variando de 0.5 à 1.0 km e com altitude máxima de 8 m.

Uma característica desses terraços é a ausência de cordões litorâneos na superfície, como conseqüência direta do retrabalhamento parcial por ação eólica e/ou erosão causada pelos eventos flúvio marinhos subseqüentes à sua deposição.

São constituídos por areias média, quartzosas, inconsolidadas com grãos subangulosos, com moderada seleção e em superfície apresentam coloração branca . Na sua parte basal,

tais depósitos podem exibir coloração marrom ou preta e uma certa coesão, aspectos atribuídos à presença de ácido úmico e óxido de ferro resultantes de processos pedogenéticos atuantes. A existência deste nível, associado a altitude e a ausência de cordões litorâneos na superfície, constituem um fator de grande importância para a identificação dos terraços pleistocênico.

Esta unidade é observada na porção central da área sob a forma de corpos alongados com direção geral N-S, paralelo a linha de costa. Limita-se à oeste pelas unidades pré-quadernárias, a leste pelos depósitos fluvio-lagunares, algumas vezes pelos cordões holocênicos, bem como por depósitos de mangues. Esta faixa não contínua, de direção geral NE-SW estende-se da Praia da Gamboa até a margem direita do Rio Massangana.

Do ponto de vista hídrico, esses depósitos apresentam boa possibilidade de captação de água subterrânea, visto que o lençol freático está a menos de 10 m (aquífero livre). Apresentam restrições ao uso de agrotóxicos, à instalação de indústrias, lixões e fossas, como medidas para evitar riscos de contaminação hídrica dos aquíferos rasos. Suas areias brancas são bastante utilizadas na construção civil.

- Terraços Marinheiros Holocênicos

Estes depósitos apresentam-se, sob a forma de corpos alongados, mais ou menos contínuos, paralelos a linha de costa, com largura média de 500 metros. Na superfície

geralmente, ocorrem alinhamentos de cordões litorâneos. Podem conter conchas de moluscos em bom estado de conservação e apresenta-se ocasionalmente retrabalhados pela ação eólica.

Na área estudada, apresenta-se como uma faixa arenosa estreita, ao longo das praias da Gamboa, Outeiro Alto e Suape. Estes sedimentos estão separados dos Terraços Marinhos Pleistocênicos por regiões baixas com depósitos lagunares, acompanhando praticamente toda linha de costa.

Os sedimentos que constituem esta feição são classificados como areias média a grossa, moderadamente à bem selecionadas, assimetria variando de muito negativa a muito positiva e platicúrticas , traduzindo flutuações do nível energético do agente de transporte.

Os terraços marinhos holocênicos formam áreas susceptíveis à erosão marinha, na maioria das vezes, como resultado de uma ocupação urbana desordenada. Representam o grande estoque de areia necessário a manutenção do equilíbrio morfodinâmico das praias atuais, uma vez que funciona como um anteparo natural na dissipação da energia das ondas incidentes. Apresentam também a possibilidade de acumulação de água em subsuperfície, embora sujeito a contaminação por águas salgadas e poluídas.

- Recifes de arenitos (*Beach rocks*)

Um dos traços morfológicos mais característicos do litoral do estado de Pernambuco é a presença de linhas de arenito paralelas à costa, servindo de substrato para o desenvolvimento de corais e de algas calcárias, além de desempenharem importante papel na morfologia recente da costa .

Como um grande dissipador de energia das ondas, sua preservação é fundamental para a preservação das praias .

Segundo a definição náutica do termo, ocorrem vários tipos de recifes no litoral, expostos nas praias ou nas zonas mais ao largo. Os mais comuns são os arenitos de praia ou “beach rock” e os recifes orgânicos, formados por corais e/ou algas calcárias.

Os recifes ocorrem sob a forma de corpos lineares, descontínuos, dispostos em linhas aproximadamente paralelas entre si e à atual linha de costa. O número de linhas varia, mas geralmente são visíveis, à baixa-mar, duas ou três exposições, sendo a primeira, quase sempre emersa, próximo a praia e as demais parcialmente emersas.

Os recifes são geralmente formados de areia de praia quartzosa cimentada com fragmentos orgânicos, apresentando uma granulometria de média a grossa, às vezes com elementos de maior calibre no topo, e alternância de níveis

mais escuros com níveis mais claros, ricos em bioclóstos (*Halimeda* e fragmentos de conchas).

Os recifes de arenito são considerados, por vários autores, como testemunhos de nível do mar mais alto que o atual durante o Quaternário.

- Recifes de Coral e Algas Calcária

O mais completo trabalho sobre corais da costa de Pernambuco deve-se a Laborel (1967). Os Recifes de Corais e de Algas Coralinas da costa pernambucana, formam corpos calcários, de idade holocênica, geralmente alongados, descontínuos (a exemplo do que ocorre com os recifes de arenito) e com eixo maior paralelo à atual linha de costa.

Moraes (1928), observou na costa sul de Pernambuco, a ocorrência desses corpos soto e sobrepostos aos recifes de arenito ("beach rocks"), que julgou serem contemporâneos aos de corais.

Laborel (1965), comprovou ser pequeno o número total de espécies coralinas encontradas no Brasil (foram identificadas e descritas 18 espécies). Deste total, 9 espécies foram encontradas na costa pernambucana nas partes mais altas destes recifes quando expostos subaereamente durante a regressão que sucedeu a Última Transgressão (Leão et al., 1985).

A localização e a morfologia geral desses corpos recifais, sugerem uma estreita relação com os bancos de arenito que lhes estão associados (Dominguez et al., 1990). Estes corpos apresentam-se como uma linha recifal composta, orientada por linhas sucessivas de corpos alongados, com embasamento de arenito, interrompidas nas vizinhanças das desembocaduras dos rios ou barras, tendo seu eixo principal deslocado nessas áreas.

Datações efetuadas nos corais da costa de Pernambuco por Delibrias & Laborel (1971) apresentam idades de 1830 +/- 110 e 3100 +/- 120 anos A.P., enquanto Dominguez et al. (1990) datou uma amostra de coral do litoral pernambucano com idade de 5170 +/- 230 anos A.P.

Na área mapeada, os corais ocorrem principalmente na Ponta de Serrambí, praias de Porto das Galinhas, Enseadinha, Maracaípe, Carneiros e Ponta da Gamela. De uma maneira geral, formam corpos de morfologia irregular, geralmente alongados, estando seu eixo maior paralelo as linhas de recifes de arenitos, com direção geral NE-SW, os quais estão intimamente relacionados.

A grande maioria destes corpos estão submersos e raras vezes em época de marés de quadratura, são expostos parcialmente. Esta fauna é representada principalmente por *Siderastrea stellata*, *Agaricia agaricites*, *Mussismilia hispida* e *Montastrea cavernosa*.

A maior expressão de recife algálico (*Lithothamnium*) na área, eixo maior com aproximadamente 4.5 km, é o trecho da plataforma interna entre as praias de Serrambí e Maracaípe .

- Depósitos de Mangues

Do ponto de vista morfológico as áreas de ocorrência de manguezais, acham-se limitada ao meio estuarino. São constituídos de depósitos recentes, argilosos, de coloração cinza-escura a preto. Não se caracterizam apenas por serem áreas de inundação permanente sujeitos as variações das marés, mas também por exibirem uma vegetação típica de mangue. Nos mangues existentes na área estudada, há uma predominância de três espécies vegetais: *Rhizophora mangle*, *Avicennia schaueriana* e *Laguncularia recemosa*

Os manguezais do litoral de Pernambuco e especialmente da área estudada, classificam-se segundo Lugo & Snedaker (1974 apud Coutinho e Moraes, 1986), os quais consideram a topografia de suas bacias e sua localização relativa ao intercâmbio de água doce e salgada, do tipo 1, isto é, "mangues de margens de rios", que estão submetidos ao fluxo lateral de água de baixa salinidade e são extremamente sensíveis as alterações no regime hidrológico.

Ocupam toda área estuarina dos rios Merepe , Tatuoca e Massangana.

Caracteriza-se como área de grande potencialidade de recursos biológicos com a de reprodução de espécies marinhas (berçário

ecológico) com grande variedade de peixes, crustáceos e moluscos, propiciando o desenvolvimento da pesca artesanal e da Ostreicultura.

Com relação as suas potencialidades turísticas, destacam-se pelas suas expressivas beleza cênica.

- Areias de Praia

Formam a estreita faixa da atual zona de praia, que por sua vez representa a porção mais externa da planície costeira. Estes sedimentos encontram-se depositados entre a linha de baixa-mar e os terraços holocênicos.

Apresenta-se em faixas estreitas, o que, dificulta sua representação cartográfica e esta permanentemente submetida a ação combinada das ondas, correntes de deriva litorânea e das marés.

Na área ocorre com largura variável e a sua composição mineralógica considerando os três setores (pós-praia, praia e antepraia), apresentam-se essencialmente composta por grãos de quartzo, bioclásticos e em algumas praias concentrações de minerais pesados, formando os "placers", além de uma significativa presença de fragmentos de rochas.

Os componentes bióticos, mais abundantes nos setores de praia e antepraia, são representados, na sua maioria, pela presença de fragmentos de conchas, algas, carapaças de

foraminíferos, briozoários, fragmentos de corais, espículas, tubo de vermes e gastrópodes.

4.2 – Clima

Considerando elementos como temperatura, pluviometria e regime das frentes de ar, Koppen (1948), classificou o clima da área do tipo Ams', caracterizado por apresentar chuvas de moções durante quase todo o ano, com uma estação seca bem definida e relativamente curta que ocorre no outono. Portanto, considerado um clima bastante úmido.

As temperaturas médias anuais registram uma variação entre 25^oC (mínimas) e 30^oC (máximas). Elas em geral não apresentam variações expressivas, de maneiras que a sua amplitude térmica anual aproxima-se a 5^oC. As temperaturas mais elevadas são observadas durante os meses de primavera(outubro, novembro e dezembro) e verão. No inverno (junho, julho e agosto), a redução da temperatura não é significativa apresentando uma média de 23^oC.

A área estudada, segundo Melo (1958), compreende a zona de maior pluviosidade do litoral do Nordeste, com precipitação média anual de 2050 mm, nos anos considerados normais.

Dados recentes, ano de 2001, publicados pelo Boletim de Monitoramento e Análise Climática - MCT/INPE, mostram que variações de precipitações pluviométricas, para esta região, são intensas entre os meses de fevereiro à setembro.

Um gradativo aumento de precipitação observa-se a partir de fevereiro, valores variando entre 50 à 100 mm, março e abril com valores superiores à 200mm, atingindo a precipitação máxima, superior à 600 mm, no mês de junho. Neste mês, a região leste do Nordeste, encontra-se em plena estação chuvosa. A intensidade de chuvas nessa região, durante esta época do ano, está diretamente relacionada à posição e intensidade da Alta pressão do Atlântico Sul e à temperatura do Atlântico Sul, próximo à costa brasileira. A partir de julho, final da estação chuvosa da região, as precipitações tendem a diminuir, atingindo valores em torno de 50mm no mês de setembro, caracterizado por ser um mês seco.

Dados estatísticos da área do Porto de Suape, a sul de Recife, relativos ao período de fevereiro/77 a janeiro/83, caracteriza como ventos dominantes o de direção SE. No regime de inverno, a incidência maior de direção permanece a de SE, com velocidades médias elevando-se para a faixa de 5,0 a 6,1 m/s. No verão, a predominância é caracterizada pelos ventos alísios, ventos do quadrante E. As velocidades nestes quadrantes ficaram em torno de 5,2 m/s.

O regime de ventos em toda região costeira caracteriza-se por ser bastante regular, sazonal, soprando em 90% do tempo do setor E-SE, com velocidades médias de 3 à 5 m/s.

Os ventos alísios de sudeste e as brisas marinhas exercem grande influência nas condições climáticas da área, ora minimizando, ora maximizando os efeitos térmicos advindos da insolação.

4.3 - Vegetação

Considerando que a área estudada, caracteriza-se como sendo de ambiente transicional, englobando várias unidades ambientais como praias, mangues, planícies de inundação, várzea, entre outras, diversos tipos de vegetação com solos característicos estão presentes.

Levantamentos efetuados pela SUDENE (1993), constataram que em toda costa do Estado de Pernambuco ocorrem dois tipos básicos de formações florestais: a floresta subperenifólia e as formações litorâneas.

A floresta subperenifólia (Floresta Tropical Atlântica) é uma formação densa, alta (20 - 30 m), rica em espécies e que cada vez mais cede lugar a cultura da cana-de-açúcar na zona úmida costeira. Na área estudada esta formação pode ser encontrada nas regiões de tabuleiro com solos areno-argilosos, já profundamente devastada pelo homem.

As formações litorâneas englobam um número significativo de tipos florestais, entre os quais destacam-se: a floresta perenifólia de restinga, os manguezais, as formações de praia e os campos de várzea (flúvio-lagunar).

A floresta perenifólia de restinga é uma formação pouco densa, com árvores de troncos finos, que ocorrem normalmente associados aos terraços arenosos da zona costeira. Na área,

esta vegetação esta associada predominantemente aos terraços pleistocenicos .

Nas áreas sobre influência direta das marés, desenvolve-se uma vegetação típica de solos orgânicos classificados como "mangues". Nesta área predominam as *Rhizophorae mangle* , o mangue vermelho, *Laguncularia racemosa* , *Conocarpus erectus* e *Avicennia ssp.*

Estas árvores são grandes estabilizadoras do substrato e o seu sistema de raízes proporciona abrigo para uma fauna muito rica, altamente adaptada às condições do estuário com espécies de grande valor comercial .

No litoral arenoso, a vegetação caracteriza-se por ser pouco densa e herbácea. Sua ocorrência tem início geralmente depois das cristas de berma, mais precisamente na pós-praia, e são representados por gramíneas , salsas de praia, capim da areia e psamófica herbácea alastrante .

Os campos de várzeas úmidas e alagadas, ocorrem ao longo dos cursos d'água, brejos e áreas de acumulação de água doce. Na área em estudo, estas formações são densas e predominam espécies de *Gramineae* e *Cyperaceae* .

4.4 - Hidrografia

As bacias hidrográficas que drenam a área, são todas originadas na vertente oriental do Planalto da Borborema e os

principais rios são o Serinhaém, Trapiche e Rio Formoso, juntamente com seus afluentes.

O Rio Serinhaém, o principal da área, nasce nas encostas da Serra dos Ventos no município de Bonito, a uma altitude aproximadamente de 700 m. Em todo seu curso, que atinge 100 km, percorre na direção noroeste-sudeste. Seus principais afluentes são o riacho Oricunha, com 6 km de extensão na sua margem direita e os riachos Camaragibe e Tapiruçu, com 24 e 12 km respectivamente e o rio Amaragí, o seu principal tributário, com 42 km de extensão, na sua margem esquerda.

Nestas bacias, a drenagem se faz segundo uma orientação geral, aproximadamente W-E, e deságuam diretamente no Oceano Atlântico. A rede dendrítica principal, tem seu alto e médio curso estabelecido sobre terrenos cristalinos, apresentando um regime intermitente. Os baixos cursos d'água se fazem sobre terrenos sedimentares que constituem a região costeira, apresentando uma certa regularidade de fluxo, sendo suprido por duas fontes hídricas: pluviométrica e subterrânea. A drenagem, pode ainda ser condicionada pelas falhas e fraturas que ocorrem em toda a Bacia Sul. Os vales, em geral, são na forma de "V" e estreitos (Borba, 1975).

4.5 - Oceanografia

Neste ítem são apresentadas informações gerais, que traduzem o atual estágio de conhecimento, com respeito a dados oceanográficos, da plataforma continental interna adjacente.

4.5.1 -Regime de marés

As marés para o litoral sul do Estado de Pernambuco, são monitoradas através de poucas estações maregráficas. Atualmente, a DHN realiza previsões de marés para apenas dois pontos da costa: Porto do Recife e Porto de Suape. Em ambos os portos, as marés apresentam amplitude e período que as classificam nas categorias de mesomarés semidiurnas .

Embora não haja previsão sistemática para a área , existem registros de maré realizados pela DHN, no período de março à abril de 1961, que a classifica como sendo mesomaré semidiurna, com amplitude média de sizígia de 2,0 m e de quadratura com 0,7m e responde primariamente ao forçante astronômico

4.5.2 - Salinidade e temperatura

A salinidade e a temperatura das águas da plataforma continental adjacente à zona costeira da área estudada, demonstram de uma maneira geral um ciclo sazonal bastante definido.

As águas que cobrem a plataforma continental, apresentam temperatura superficial de 27,0 a 28,7 °C. Da superfície até a profundidade de 50m, a temperatura é praticamente constante, iniciando-se um decréscimo a partir de 60-70m, que coincide com a borda da plataforma e início da termoclina (Costa, 1991).

A salinidade também apresenta um ciclo sazonal semelhante a temperatura. Valores mais elevados foram observados em períodos secos, máximo de 37,16 ‰. e valores mais baixos no período chuvoso, mínimo de 28,88 ‰. Esses valores, do mesmo modo que a temperatura, apresentam flutuações próximo a costa, devido a influência do aporte dos rios costeiros.

4.5.3 - Sistemas de correntes

Na área em estudo, os sistemas de correntes que afetam a sedimentação e conseqüentemente a morfologia costeira são: correntes de marés; correntes fluviais e correntes litorâneas.

Tratando-se de uma região submetida a um regime de mesomaré (2 a 4 m) as correntes de maré exercem uma substancial influência no modelamento costeiro, principalmente quando estão associadas ao período dos mais intensos ventos que sopram de sudeste e as marés de sizígia. Esta associação produz intenso processo erosivo em toda zona litorânea.

Não existem dados, por longo período de observação, sobre velocidades de correntes próximas à costa. Um dos poucos trabalhos existentes, foi o levantamento efetuado na região do Porto de Suape, em agosto de 1992, ao norte da área de trabalho, onde onde foi observado velocidade máxima de corrente de 0,50 m/s na área externa dos "beach rocks". No interior da bacia por ocasião de maré extremamente elevada, foram obtidas velocidades máximas de correntes em torno de

0,8 m/s na superfície perto da entrada da baía , decrescendo para 0,1 m/s nas proximidades da praia .

Considerando que a área acima referida está relativamente próxima, (máximo de 10 km) e que as condições hidrodinâmicas se mantêm constante, pode-se considerar que na área estudada, os padrões de velocidade de corrente tanto na zona externa dos recifes de arenitos, como nas áreas entre os recifes e a praia , sejam da ordem de 0.4 à 0.6 m/s e 0.1 à 0.2 m/s respectivamente.

4.5.4 - Regime de ondas

O sistema de ondas oceânicas que aportam as áreas costeiras do Estado de Pernambuco, em função da significativa constância na velocidade e direção do sistema de ventos, as ondas por elas geradas têm grande influência no transporte de sedimentos à praia. As ondas de direção E-SE, associadas a ventos de mesma direção, têm altura média de 1 a 1,5 m e períodos de 5 a 7 s, dominantes durante todo ano (Hog-Ben & Lumb, 1967; U.S.Navy, 1978; in Dominguez et al., 1992).

Medidas de ondas efetuadas pela PORTOBRÁS, no Porto de Suape, norte da área pesquisada, nos períodos de março de 1977 à fevereiro de 1978 e janeiro de 1979 à janeiro de 1984, usando ondógrafos instalados aproximadamente à 17 m de profundidade, constatou-se que as direções de ondas para condição de primavera (setembro à novembro), de verão (dezembro à fevereiro) e de outono(março à maio), existem uma predominância de ondas se propagando

perpendicularmente à praia, sendo que, no outono e na primavera, ocorre uma leve tendência no sentido S-N e no verão, assumem a direção N-S . Para as condições de inverno a direção predomina S-N .

Com relação às alturas das ondas, observa-se que no outono e primavera, há uma predominância de valores em torno de 1,0 m , no verão oscilam entre 0,85 e 1,0 m e no inverno, alcançam os maiores valores anuais, em torno de 1.25 m .

Os períodos das ondas mencionadas ficam em torno de 6.5 s, para as condições de outono, inverno, primavera , e 5,0 s, no verão .

A altura significativa média anual na área já referida atinge 1,11 m e período médio da ordem de 6,28 s.

4.6 - Morfologia da Zona de Praia

As praias de uma maneira geral, apresentam um perfil transversal com uma feição mais ou menos côncava. Sua inclinação basicamente, varia em função da granulometria dos sedimentos que as constituem, assim como, das características do clima de onda incidente. Destaca-se o ângulo de incidência da onda, o qual atua de maneira significativa no modelamento da zona costeira, uma vez que as suas variações determinam o sentido da corrente de deriva litorânea e conseqüentemente o transporte sedimentar longitudinal. Estas variações do ângulo de incidência são controladas pelas direções ou alinhamentos que as áreas costeiras assumem, em função das suas

características geológicas-geomorfológicas e são muito significativas ao longo da costa.

As praias oceânicas atuais da área em estudo, formam uma faixa contínua de aproximadamente 27 km, que só é interrompida pelas desembocaduras dos Rios: Serinhaém e Maracaípe. Pequenos cursos d'água com características intermitentes, denominadas nesta região de "macéio", dão escoamento as águas pluviais coletadas nos pequenos vales instalados na planície costeira adjacente.

As feições geomórficas mais expressivas na área, são representadas pelos Pontais de Manguinhos, Serrambi, Gamela, Maracaípe e Porto de Galinhas. Todos estes pontais, são na realidade, tómbulos, resultantes da acumulação de sedimentos, em transito na deriva litorânea, em função da presença de Recife de Corais e Algas Coralinas na plataforma interna da área, conforme mostra o mapa geológico anexo.

Outra feição morfológica constatada é a flexa litorânea da região de Manguinhos, aqui denominada de "Flexa de Manguinhos". Esta estrutura geomórfica caracteriza um litoral com transito sedimentar litorâneo, em tempos pretéritos, com acumulação de sedimentos.

A zona costeira, com uma morfologia bastante movimentada, apresenta em toda sua extensão uma série de pequenas baías, limitadas geralmente pelos pontais acima referidos, com características morfológicas, sedimentológicas e

hidrodinâmicas próprias, as quais serão aqui individualizadas por setores, (Fig. 03).

O Setor 1 , com uma extensão de 7.5 km, tem como limite sul a margem esquerda do Rio Serinhaém e a norte o Pontal de Serrambí. É formada pelas praias de Toquinho, Pau Alto, Toco Grande, Cacimbas e Ponta de Serrambí. Compõe-se de duas pequenas baías, uma que corresponde ao Pontal de Toquinho limitada ao norte pela Praia de Pau Alto, e outra, com uma concavidade mais ampla, formada pelas Praias de Pau Alto, Toco Grande, Cacimbas e Serrambí . Este setor apresenta na sua plataforma interna adjacente, a maior concentração de linhas de recifes de arenitos.

O Setor 2 , com um comprimento de aproximadamente 3 km, limita-se ao sul pelo Pontal de Serrambí e a norte pela Pontal de Maracaípe. Na sua parte sul, apresenta forma de uma pequena baía cuja parte central encontra-se a Praia de Enseadinha. Na plataforma interna adjacente desta célula, ocorre recifes algálicos e de arenito.

O Setor 3, localizada entre os Pontais de Maracaípe e Porto de Galinhas, tem a forma de uma baía aberta, com um comprimento de 3.8 km aproximadamente. Sua faixa de praia contínua, caracteriza-se como sendo uma zona de mar aberto.

O Setor 4, localizado no extremo norte da área, entre as praias de Porto de Galinhas e o rio Ipojuca, tem aproximadamente 4.5 km e é formado pelas praias de Porto de

Galinhã, Cupe e Gamboa. Este setor se caracteriza pela ocorrência de recifes e dunas no seu extremo norte.

5. Considerações sobre Terrenos de Marinha

Tecer considerações sobre "Terrenos de Marinha" é de fundamental importância, uma vez que este Relatório trata exatamente da implantação, no Município de Ipojuca, da sua linha atual de Preamar máxima. As medidas sistemáticas de altura do nível do mar, realizadas no Brasil e que atualmente regem as leis que tratam este assunto, ocorreram no ano de 1831. Como em outras áreas costeiras do Brasil, no município de Ipojuca não há evidências de um ponto sequer materializado em campo (RN) que esteja amparado por esta lei.

Considerando as evidências de aumento relativo do nível do mar, os valores médios das áreas oceânicas sul-americanas e africanas, nas quais a costa brasileira se insere, é da ordem de 10 cm/século. As consequências advindas desse fenômeno principalmente nas áreas costeiras, é relevante quando se trata de recuo da linha de costa e o estabelecimento da linha de preamar máxima atual é fundamental e prioritária para o ordenamento costeiro que pretende-se implantar em toda litoral brasileiro e particularmente no município de Ipojuca.

Os Terrenos de Marinha, segundo A.R.Mesquita et al, do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo-BR, tiveram seus prenúncios no Brasil no século XVIII. O primeiro registro, em que se faz menção à preocupação das autoridades

com relação as edificações neles erigidas, se deu a 21 de Outubro de 1710, através da Ordem Régia de Portugal mandando o Governador do Rio de Janeiro informar sobre as edificações na marinha ou praias da cidade. SPU(1999).

A primeiras medições de Níveis do mar nas Terras de Santa Cruz ocorreram na Baía de Guanabara , próximo à barra, nos anos de 1781 a 1782, por Sanches Dorta.

No período em que houve a instalação da corte Lusitana no Brasil, em 1808, um Decreto de 21 de Janeiro de 1809 mandou "aforar os terrenos das praias de Gamboa e Saco do Alferes, próprios para armazéns e trapiches"; um Aviso de 18 de Novembro de 1818 "declarou que 15 braças da linha d'água do mar e pela sua borda são reservadas para servidão pública e que tudo o que toca a água do mar e acresce sobre ela é da nação".

Um Decreto de 13 de Setembro de 1820 deu competência à repartição da Marinha para a concessão em todos os portos , de qualquer porção de praia.

Já no primeiro Império , após 1822, uma Lei de 15 de Outubro de 1831 orçou a receita e fixou a despesa para o ano financeiro de 1832 - a 1833 e uma lei orçamentária que tratou expressamente das Terras de Marinha, colocou à disposição das Câmaras Municipais Terrenos de Marinha e permitiu aos Presidentes das Províncias aforar e estipular o foro dos Terrenos de Marinha. A definição de Terrenos de Marinha se deu através de Instrução Número 348.

As primeiras medições sistemáticas das alturas do nível do Mar, que se tem registros, ocorreram ao longo do ano de 1831, e tiveram como objetivo a definição, no terreno, do nível médio do mar para o porto da cidade do Rio de Janeiro. Não ha' notícias de que essas medições tenham se prolongado por período maior que um ano.

Em 1889 a República dos Estados Unidos do Brasil foi proclamada e novos horizontes se abriam no cenário político da antiga Ilha de Vera Cruz. Entretanto, nada havia a indicar a presença de mudanças nas contribuições, que desde o seu "achado", haviam sido feitas no sentido do aumento do seu espaço cultural. Em 1905 foi feita a primeira tentativa de organização de um serviço sistematizado de observações de nível do mar . Esse serviço esteve a cargo da Secção de Hidrografia da Inspetoria Federal de Portos Rios e Canais, que manteve estações permanentes de medições em todos os portos principais do Brasil, do Oiapoque ao Chuí

No cenário da Nova República Austral houve progresso na construção e operação de uma rede de estações permanentes de medições de nível do Mar, ao longo dos 8 mil quilômetros das costas brasileiras . Foram instaladas as estações nas respectivas datas seguintes: na cidade do Rio de Janeiro em 1905 , na cidade de Fortaleza a partir de 1910, no porto da cidade de Santos em 1920, Pelotas em 1930, Laguna em 1906, São Francisco do Sul em 1923, Florianópolis em 1923, Itajaí em 1922, Paranaguá em 1928, e, Vitória em 1917; em Salvador a partir de 1918, Aracajú em 1935, Recife em 1935,

Natal em 1939 e Belém em 1935 . Nesses locais os registros foram cotados para valores máximos e mínimos de temperatura do ar e pressão atmosférica, na Portobras, companhia de Portos da nova República, que cuidava da implantação e operação das estações permanentes de observação do nível do Mar dos portos.

A Universidade de São Paulo, 1934, instalou na década de 50 e ainda opera, através do Instituto Oceanográfico, estações permanentes de medições do nível Relativo do Mar nas cidades de Cananéia e Ubatuba no litoral Paulista.

Data de 1946 a Lei Número 9.769 que disciplina a matéria legal de definição dos "Terrenos de Marinha".Em sua Secão II.

Artigo2 determina que ele seja medido em relação a Preamar média do ano de 1831 . Os registros de nível do Mar em que se baseia a referida Lei se encontram no Museu da Diretoria de Hidrografia e Navegação da Marinha do Brasil, Niteroi, Estado do Rio de Janeiro. No entanto não se tem informação sobre o posicionamento das marcas (RNs), em relação às quais os registros foram referidos . Dessa forma não é possível materializar o nível médio Relativo do Mar do ano de 1831 para a aplicação da Lei.

6. Posicionamento Geodésico

A geodésia se utiliza de equipamentos desenvolvidos para obter coordenadas de um determinado ponto os quais são obtidos através de medições angulares e distâncias e tal

procedimento era realizado com uso de teodolitos e distanciômetros eletrônicos para a execução dos diversos tipos de levantamentos(Torge,1980).

Com o advento do Sistema de Posicionamento Global (GPS) o trabalho foi facilitado sobremaneira. Principalmente pelo fato de que este sistema trabalha a qualquer hora do dia ou da noite, não havendo necessidade de boa visibilidade entre estações e funciona em qualquer condições de tempo .

Este sistema pode fornecer um Posicionamento Absoluto ou Diferencial.

6.1 - Posicionamento Absoluto

Caracteriza-se pela determinação das coordenadas sem auxílio de outras , ou seja, outro ponto de coordenadas conhecidas. O receptor fornece as efemérides e a pseudo-distância para determinada época e assim pode-se obter a coordenadas da estação. Em função da baixa precisão do método (3m em boas condições) o mesmo é denominado de Método de Navegação e é muito utilizado para rastreamento de pontos e gerenciamento de posicionamentos de feições cartográficas a serem localizados e levantamentos em escalas menores (1: 25.000 a escalas menores)(Motta et al,2002).

6.2 - Posicionamento Diferencial.

Este método se baseia na utilização de dois receptores. Um deles é posicionado em um ponto (vértice) de coordenadas

conhecidas chamadas de ponto de referência o outro em pontos a serem rastreados. Desta forma as coordenadas calculadas do ponto fixo para um determinado instante de tempo (t) são comparadas com as coordenadas verdadeiras do ponto rastreado(Santos,2001). No mínimo 4 satélites comuns ao dois receptores deverão ser usados na mesma época, as coordenadas do ponto fixo deverão ter boa precisão e o raio de distância entre os dois receptores deverá ser mínimo para que a precisão seja compatível com aquela desejada.

7. Metodologia

Os trabalhos realizados neste projeto tiveram o objetivo de determinar o posicionamento com precisão de +/- 3cm, nos pontos de vértice, em coordenadas UTM dos pontos de contorno da linha de preamar máxima de todo litoral do município de Ipojuca, e representada em escala gráfica de 1:25.000, sendo utilizados os métodos GPS absoluto e diferencial para tal fim.

O primeiro com o objetivo de monitorar e localizar feições morfológicas da praia através de técnicas de navegação e o segundo com objetivo de rastrear o posicionar os ponto (vértices) do contorno da linha de preamar máxima.

A movimentação da linha de praia materializada pela linha de preamar máxima atual, foi documentada pela identificação e monitoramento de feições morfológicas da praia, as quais são importantes indicadores primários desse movimento.

Feições morfológicas típicas nas praias do litoral de Ipojuca são as escarpas de berma (Fig.04), linha de vegetação (Fig.05), base de estruturas artificiais de proteção a erosão do litoral (Fig.06) e em alguns pontos as cristas dos terraços de *Washover* .

7.1 - Equipamentos Utilizados

Os equipamentos utilizados neste projeto foram os seguintes: GPS E-Map , Garmin de fabricação USA, não diferencial.(2 unidades) e o sistema de posicionamento por satélite (GPS) diferencial Gismo-Novatel de fabricação Canadense. (2 unidades)

7.2 – Levantamento de Campo

7.2.1 – Implantação de bases de campo

Para o controle das informações obtidas dos satélites, melhoria da precisão e diminuição do tempo de aquisição, foram estabelecidos 2 pontos fixos de observações, locados ao longo do litoral no município de Ipojuca, e definidos como: bases de Porto de Galinha e Intermares (Figs. 07 e 08).

Estes pontos foram materializados pela fixação de marcos de concreto e medidas de distância entre os mesmos e pontos de referência locais.

Nestes pontos foram realizados monitoramentos sistemáticos pelo Ponto de Referência de primeira ordem da Universidade Federal de Pernambuco, para a obtenção de suas coordenadas verdadeiras.

Coordenadas do ponto da Universidade Federal de Pernambuco

Norte : 9109597,730

Leste : 284965,491

Altura elipsoidal : 48,7408m

Datum de Referência: SAD 69

7.2.2 – Locação de pontos e aquisição de dados

Os pontos de vértice do posicionamento foram locados considerando as feições morfológicas de praia, conforme descrito acima e ao longo do delineamento do contorno da mesma sem prejuízo para a sua configuração e dentro da escala de trabalho preconizada.

A aquisição dos dados foi obtida em tempo de leitura necessário para a fixação de ambiguidade da portadora L1.

7.2.3 - Processamento dos dados e obtenção das coordenadas verdadeiras

Todos os dados obtidos foram processados pelo software SoftSurv v1.51 com fixação de ambiguidade da portadora L1.

A listagem de todos os pontos, suas coordenadas verdadeiras e distância entre os mesmos estão apresentados em anexo.

7.2.4 –Representação cartográfica

Posicionamento em carta de todos os pontos adquiridos, conexão entre os mesmos e definição da linha de preamar máxima em escala de 1:25.000 esta apresentada anexa.

8. Resultados

Os resultados obtidos a partir dos levantamentos de campo, processamento dos dados e sua interpretação, resultou na Cartografia da Linha de Preamar máxima atual em todo o litoral do Município de Ipojuca (PE) com extensão de 25 km, locada em base cartográfica na escala de 1:25.000.

O referido trabalho foi bastante positivo quando evidenciou as dificuldades inerentes a este tipo de levantamento, no que diz respeito a falta total de referências de nível (RN) de primeira ordem (IBGE) ao longo de toda faixa litorânea do município de Ipojuca .

9 – Bibliografia

BITTENCOURT, A. C. S.P.; MARTIN, L.;VILAS BOAS, G. S. FLEXOR,J.M. (1979) Quaternary marine formations of the coast of the state of Bahia (Brazil). In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE A EVOLUÇÃO COSTEIRA NO QUATERNÁRIO, São Paulo. 1979. Atas... São Paulo.p.232-253.

COSTA, M.P.A., ALVES, E.C., COSTA, E.A. 1991. Sismo-estratigrafia da porção da bacia oceânica do Brasil adjacente ao platô de Pernambuco e suas relações com o platô e a Bacia Pernambuco-Paraíba. In: Congresso Internacional da Sociedade Brasileira de Geofísica, 2. Anais. Rio de Janeiro, Sociedade Brasileira de Geofísica. v.2. p.650-655.

COUTINHO, P.N., MORAIS, J.O. 1986 Problemas de gerenciamento de zonas úmidas. In: Simpósio de Geologia do Nordeste, 12. João Pessoa, SBG. Atas. p.228-234.

DOMINGUEZ, J.M.L., BITTENCOURT, A.C.S.P. & MARTIN, L., 1992. Controls on Quaternary coastal evolution of the east-northeastern coast Brazil: roles of sea-level history, trade winds and climate. *Sedimentary Geology*. (80): 213-232.

DOMINGUEZ, J.M.L., BITTENCOURT, A.C.S.P., LEO, Z.M.S.N., AZEVEDO, A.E.G 1990. Geologia do Quaternário Costeiro do Estado de Pernambuco. *Revista Brasileira de Geociências*, 20: 208-215.

LABOREL, J.L - 1965 - Note préliminaire sur les récifs de grès et récifs de coraux dans le nord-est brésilien. *Bulletin* 37, n.53, p:341-344.

LABOREL, J.L., 1967. Les peuplements de madrepores des côtes tropicales du Brésil. Thèse Ao 1856. Fac. Sci. Marseille. 313p.

LEÃO, Z.M.A.N., BITTENCOURT, A.C.S.P., DOMINGUEZ, J.M.L., NOLASCO, M.C., MARTIN, L. 1985. The effects of holocene sea

level fluctuations on the morphology of Brazilian coral reefs.
Revista Brasileira de Geociências, v.15,n.2,p.154-157.

MORAES, L.S. 1928. Estudos Geológicos do estado de Pernambuco. Boletim serviço Geologia e Mineração. Brasil., DNPM. Rio de Janeiro. 32; 69-70.