

Pesquisas em Geociências

<http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias>

Monitoramento Costeiro das Praias de São Bento do Norte e Caiçara do Norte NE/Brasil

Werner Farkatt Tabosa, Zuleide Lima, Helenice Vital, Ingrid Maria Guimarães Guedes
Pesquisas em Geociências, 28 (2): 383-392, maio/ago., 2002.

Versão online disponível em:

<http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/article/view/20312>

Publicado por

Instituto de Geociências



Portal de Periódicos UFRGS

UNIVERSIDADE FEDERAL
DO RIO GRANDE DO SUL

Informações Adicionais

Email: pesquisas@ufrgs.br

Políticas: <http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/about/editorialPolicies#openAccessPolicy>

Submissão: <http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/about/submissions#onlineSubmissions>

Diretrizes: <http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/about/submissions#authorGuidelines>

Data de publicação - maio/ago., 2002.

Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil

Monitoramento Costeiro das Praias de São Bento do Norte e Caiçara do Norte – NE/Brasil

WERNER FARKATT TABOSA^{1,2}; ZULEIDE M. C. LIMA^{1,2};
HELENICE VITAL^{1,3,4} & INGRED MARIA GUIMARÃES GUEDES^{2,4}

¹Programa de Pós-graduação em Geodinâmica e Geofísica da UFRN

²Bolsista Agência Nacional do Petróleo – ANP

³Pesquisadora CNPq

⁴Departamento de Geologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte,
C. P. 1639 CEP. 59.072-970 – Natal -RN Brasil

* Fone: 55 84 21 219-5234; Fax: 55 84 21 208-3466; E-mail: farkatt@yahoo.com

(Recebido em 10/01. Aceito para publicação em 05/02)

Abstract - Sedimentary dynamic studies were conducted on the North littoral of Rio Grande do Norte State, comprising the São Bento do Norte and Caiçara do Norte cities, based on coastal processes data (wind, currents, waves and tides), beach profiles (monitoring six beach profiles, between June of 2000 and August of 2001), and elements in the morphologic and structural features. The coastline changes due to erosion and deposition are the major concern for the coastal zone management of this area. This work is setting the necessity to understand the causes of erosion before construction of protective structure on erosional beaches. Some items can be observed: 1) The destruction effects in the coastline were not eliminated by the construction of a groyne-field; 2) The increase of the erosion process in the area after the last groyne. The main modifications happened on the months of November 2000 and March 2001, probably conditioned mainly by the change of the medium direction of the winds, that varied from 225°Az to 320°Az in this period of 14 months of monitoring. In the month of November 2000, the registered average was of the order of 72°Az (profile P1) and 90°Az (profile P6), in the same sequence we obtained a variation of the order of 95°Az and 85°Az, for the month of March of 2001. In this context, it was observed that the period of repetition of the waves reached averages of the order of 2'03"Seg (mar/01, profile P1) and 6'07"Seg (mar/01, profile P6). The height of the waves was also registered in this period as being the highest, with values of 0,44m (mar/01, profile P1) and 0,50m (mar/01, profile P6). The beaches in the studied area can be classified as reflective to intermediate.

Keywords - coastline; coastal processes; coastal erosion; beach profile; northern Brazil.

INTRODUÇÃO

Situada no litoral setentrional do Estado do Rio Grande do Norte (Fig. 1) a região de São Bento do Norte e Caiçara do Norte está inserida em uma linha de costa submetida à ação contínua dos ventos alísios, que sopram de E e NE. Os ventos atuam de duas formas importantes nesta área: 1) gerando o mecanismo da deriva litorânea, responsável pelo transporte das areias do litoral de leste para oeste; 2) transportando as areias da face de praia para formação das dunas costeiras. Parte destas dunas migram para o interior avançando sobre a cidade de São Bento do Norte, causando a falta de sedimentos na praia de Caiçara, refletidos na forma de erosão; ou seja, as perdas são maiores que as contribuições (Vital *et al.*, 2000). Entretanto, pelo fato da cidade de Caiçara do Norte estar localizada mais próxima do mar, os efeitos destrutivos da erosão são mais evidentes.

Tentando conter este fenômeno, a prefeitura de Caiçara do Norte vem viabilizando a construção de uma

série de gabiões na zona de estirâncio, perpendicular a linha da praia, sem haver um conhecimento suficiente dos aspectos mais importantes da erosão costeira, bem como dos principais mecanismos envolvidos. A construção destas estruturas envolve recursos financeiros elevados e, se construídas sem um monitoramento prévio, podem causar problemas erosionais mais severos.

Desta forma, a pesquisa aqui proposta visa suprir esta lacuna, tendo como objetivo principal a caracterização da dinâmica costeira das praias de São Bento do Norte e Caiçara do Norte, através do monitoramento e caracterização das tendências erosivas ou progradacionais resultantes da influência dos gabiões construídos na praia de Caiçara do Norte durante o período de junho de 2000 a agosto de 2001. Espera-se contribuir para um melhor conhecimento dos processos atuantes na região, bem como para a proposição de medidas de proteção costeira e ambiental para as cidades de São Bento do Norte e Caiçara do Norte.

A metodologia utilizada para este acompanhamento envolveu o monitoramento sistemático com

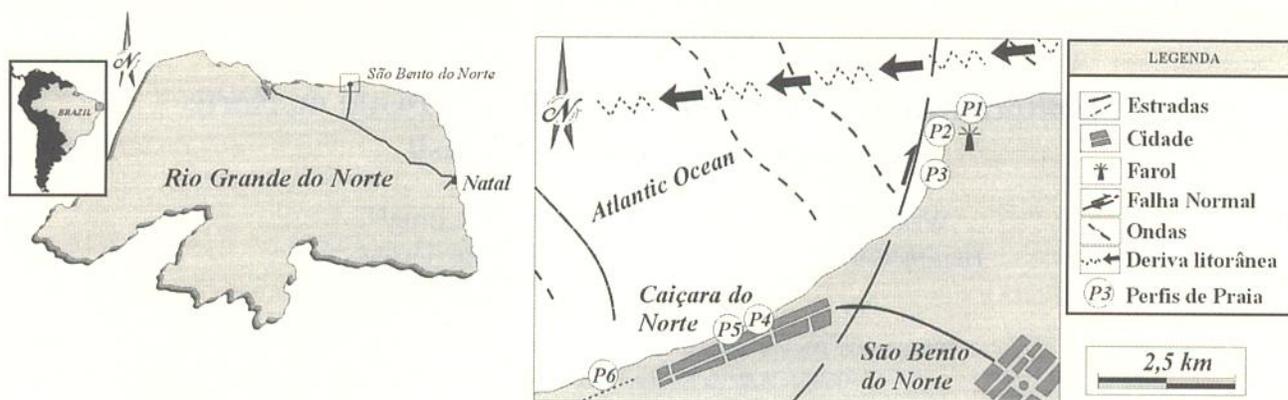


Figura 1 - Mapa da localização geográfica da área de estudo e seções esquemáticas dos perfis de praia nas cidades de São Bento do Norte e Caiçara do Norte.

perfis praias. Este tipo de monitoramento é de fundamental importância para auxiliar na compreensão e análise dos principais mecanismos de modelamento praias gerado pela arrebentação das ondas e a energia dissipada no local. Entretanto, a variação sazonal do perfil de praia, por meio da movimentação de enormes volumes de areia, não deve ser confundida com erosão, que implica em perda permanente de material "offshore" (Komar, 1998). Como consequência direta deste fenômeno, as regiões submetidas a diversos regimes de ondulações relacionados a diferentes estações do ano (inverno e verão, por exemplo) mostram variações cíclicas no perfil de praia. Em condições de alta energia (períodos de inverno), as ondas erodem a praia retirando dali a areia que vai depositar em bancos construídos sob a zona de arrebentação. O processo se reverte quando, em condições de baixa energia (períodos de verão), há um lento e paulatino transporte de areia em direção a praia promovendo a construção de bermas que costumam aparecer no pós-praia. Este tipo de consideração mostra a necessidade do monitoramento por um período mínimo de 12 meses (ciclo anual).

GEOLOGIA E OCEANOGRAFIA

A área estudada está inserida no contexto da Bacia Potiguar, localizada na porção extremo nordeste da região NE do Brasil, englobando as margens costeiras norte do Estado do Rio Grande do Norte. A Bacia Potiguar encontra-se implantada na Província Borborema (Almeida *et al.*, 1977), distribuída em cerca de 48.000 km², sendo que, cerca de 26.500 km² encontram-se submersos. Os limites da bacia estão definidos a oeste, pelo Alto de Fortaleza; a sul, pelo embasamento cristalino da Faixa Seridó e a norte, nordeste e leste, pela cota batimétrica de -2000m.

A Bacia Potiguar é representada como pertencente ao Sistema de *Rifts* do NE brasileiro (Matos, 1992). Este modelo equivale aos que formam as Bacias do Recôncavo, Tucano, Jatobá, Araripe, Rio do Peixe e Sergipe-Alagoas, embora esta bacia apresente particularidades bem definidas (Neves, 1987), marcadas por uma tectônica representada por um modelo tipo *pull-apart* para sua porção submersa enquanto a emersa apresenta um sistema de *Rifts* tipo intracontinental.

A plataforma continental norte do Rio Grande do Norte apresenta largura média de 30 a 40 km, a mais estreita do Brasil, definindo sua quebra entre 50 a 60 m de profundidade. Apresenta morfologia irregular, com gradiente médio em torno de 1:1.000. A configuração da plataforma sofreu forte influência do tectonismo vertical Meso-Cenozóico. A estrutura de *grabens* e *horsts*, predominantes na porção emersa da Bacia Potiguar, exerce importante papel na sedimentação, morfologia da plataforma e da zona costeira.

A configuração morfológica da plataforma interna, adjacente à região estudada, por sua vez, influencia diretamente nos processos hidrodinâmicos que modelam esta linha de costa, bem como toda a região costeira onde está instalado o pólo petrolífero de Guamaré (Vital *et al.*, 2001).

METODOLOGIA EMPREGADA

O acompanhamento das variações temporais da morfologia de praia, foi realizado através do monitoramento mensal de seis perfis de praia (Fig. 1), localizados ao longo da faixa litorânea das praias de São Bento do Norte e Caiçara do Norte (Fig. 1). Este monitoramento foi realizado por um período de 14 meses, iniciado em junho de 2000 e estendendo-se até agosto de 2001, sempre em períodos de maré de sizígia

(lua cheia). Para o levantamento quantitativo foi utilizado nível topográfico tipo N1025 – AUSJENA, bem como, um *Global Positioning System* (GPS) marca Garmin Etrex 12 canais, datum Córrego Alegre.

O levantamento foi realizado sempre na baixa-mar de marés de sizígia, a partir de um ponto inicial fixo no início do pós-praia. Todos os perfis foram posicionados perpendicularmente à linha de costa e mantido um azimute constante durante toda a pesquisa. A extensão do perfil foi limitada até a zona de arrebentação. A variabilidade de cada perfil foi estabelecida através do cálculo do volume de areia por metro linear de praia, expresso em metros cúbicos.

Além do monitoramento morfodinâmico dos perfis praias, foram medidos os principais parâmetros sedimentológicos com amostragem na região de pós-praia, estirâncio e ante-praia. As amostras foram coletadas nos 5 cm superiores para caracterizar o estrato formado no momento da coleta; bem como, os principais parâmetros da dinâmica costeira como ventos (direção), corrente litorânea (direção e velocidade), ondas (altura e frequência de repetição), bem como a interferência antrópica na área de estudo.

A avaliação da altura, período e ângulo de incidência das ondas sobre a linha de costa foi feita a partir de observação visual de acordo com Cunha & Guerra (1996), para cálculo do transporte de sedimentos e caracterização geomorfológica da praia. Estes dados foram coletados no mesmo período do levantamento topográfico, sempre na preamar, tendo-se o cuidado de registrar a hora de início e fim da determinação dos dados, altura da maré da data da coleta e o local de observação. Para se acompanhar as variações periódicas das ondas, ventos e correntes na porção estudada, foram utilizadas algumas técnicas de monitoramento descritas na literatura (Cunha & Guerra, 1996).

Para melhor representar a variação da curva de maré local, foram realizadas observações visuais durante um intervalo de 10 horas, com leituras a cada 15 minutos (Tabosa, 2000). O equipamento utilizado foi confeccionado de forma artesanal, sendo composto por uma régua de madeira com cerca de 5 metros de comprimento, demarcada milimetricamente e fixada a uma mangueira transparente. De acordo com variação do nível do mar, esta mangueira é preenchida pela água.

PERFIS DE PRAIA

Um importante aspecto da praia é sua característica dinâmica, onde os sedimentos inconsolidados

se ajustam continuamente às condições de ondas e marés. Por essa razão, representam um importante elemento de proteção do litoral, ao mesmo tempo em que são amplamente usados para o lazer (Muehe, 1996).

O levantamento do perfil de praia é importante porque pode ser usado na análise do mecanismo natural modelado pela arrebentação das ondas e energia dissipada no local. Deste modo, a morfologia dos perfis de praias arenosas em determinada região está associada à intensidade do nível energético das ondas.

No presente estudo, foram escolhidos para o monitoramento deste litoral, seis perfis de praia distribuídos de forma a recobrir principalmente a parte da orla marítima afetada pelo efeito da movimentação das marés.

Com a observação dos perfis de praia foi possível identificar alguns aspectos. Dentro da faixa de domínio do perfil 1 (P1 - Fig. 1 e 2) nota-se uma certa estabilidade da morfologia local. Tal condição está condicionada a presença de uma extensa faixa de *Beach Rocks* que está servindo de anteparo natural na proteção deste trecho da orla. Nota-se apenas uma pequena concentração de sedimento na região de estirâncio nos meses de junho de 2000 e setembro de 2000, embora este fenômeno não tenha se repetido no ano subsequente (Fig. 2). Esta modificação na morfologia possivelmente está associada a uma acomodação natural, visto que naqueles períodos não foram registradas anomalias que interferissem na dinâmica local. Apenas o mergulho na região de estirâncio mostrou-se um pouco mais elevado, variando entre 13° a 16° para uma média anual em torno de 6° a 8°.

Na porção central da área, encontram-se localizados os perfis 2 a 6; estes perfis recobrem praticamente toda a faixa da orla marítima das cidades. Nesta área é que se observam as maiores oscilações na morfologia praial. Esta faixa é constituída por uma extensa enseada (iniciando no P2), seguida por um longo trecho da praia “urbanizada” com edificações atingindo até a zona de pós-praia, como também trechos “protegidos” pela construção de uma série de quatorze gabiões distribuídos em uma distância de 800 metros de praia. Estes gabiões foram implantados em frente à cidade de Caiçara do Norte e estão recobrendo desde a zona de pós-praia até o início da ante-praia. Desta forma podemos dizer que esta porção é a que mais sofre interferência antrópica e por consequência a mais instável.

De acordo com a localização dos perfis foi possível delinear subáreas de maior vulnerabilidade morfológica. No perfil 2 (P2 - Fig. 1 e 3), foi observado

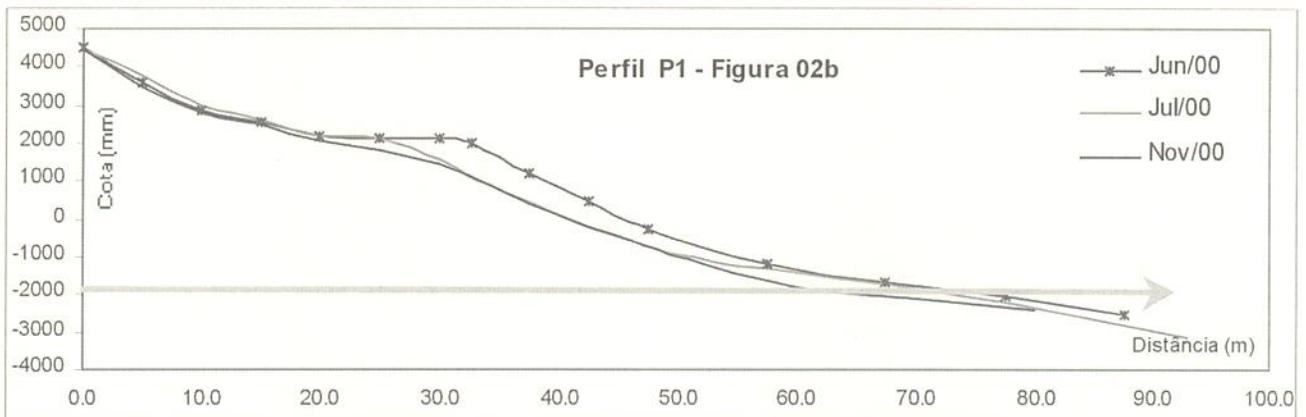
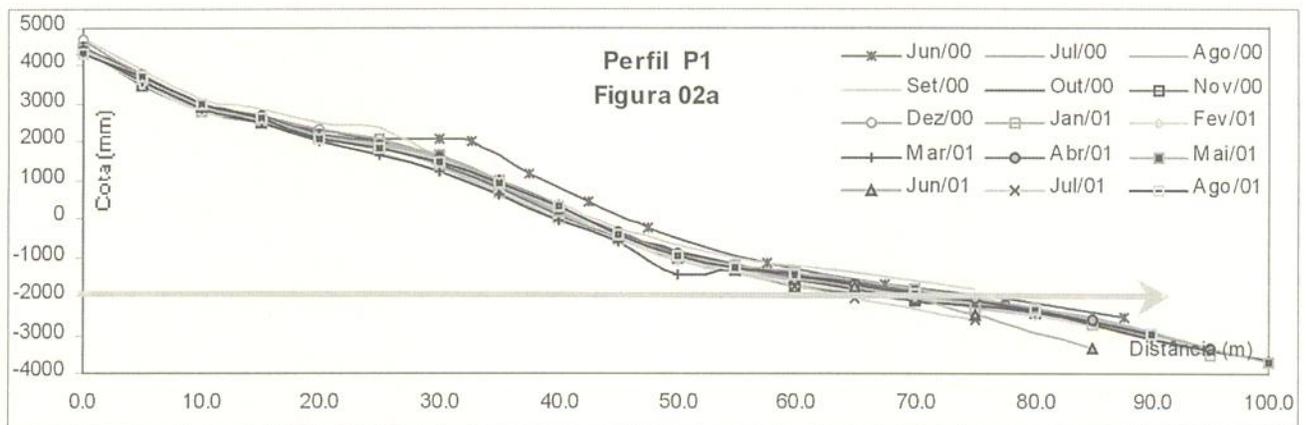


Figura 2 - a) Variação do perfil de praia (perfil 01 - P1), durante o período de junho de 2000 a agosto de 2001, b) perfil esquemático mostrando as maiores e menores variações de volume de sedimentos ao longo das zonas de pós-praia, estirâncio e ante-praia, tendo como referência o mês de junho de 2000 (início do monitoramento).

na faixa de pós-praia uma estabilidade na morfologia do perfil (com uma deposição gradativa da ordem de $22 \text{ m}^3/\text{ano}$). Esta feição é condicionada a presença de estratos vegetais nativo tipo Psamofitas, que são estratos adaptados à escassa umidade, evaporação intensa e escassez de nutrientes (formação edáfica aberta), constituídas por *Panicum Recemosun* (herbáceas-gramínoides rasteiros), *Ipomoea pes-caprae* Roth (salsa de praia), *Borreia* Sp (vassourinha de botão branco) e *Gomphrena globosa* Lin (vassourinha de botão roxo). Na porção de estirâncio, observa-se uma certa heterogeneidade morfológica marcada por acentuado declínio do volume sedimentar ao longo de todo o perfil, destacando-se o mês de agosto de 2001. Neste mês foi registrado uma variação anual do volume de sedimentos da ordem de $-207 \text{ m}^3/\text{ano}$. Durante o período de coleta de dados não foram observadas atividades antrópicas e naturais significativas que pudessem contribuir para este fenômeno. A altura das ondas não ultrapassou 0,1 m, com período médio de repetição da ordem de 8 a 10 seg, os ventos apresentavam uma

direção média da ordem de 270° a 300° Az. e o sentido da corrente litorânea variou de 250° a 270° Az. (condizentes com o padrão regional). Entretanto, a precipitação pluviométrica durante o mês de agosto foi bem mais intensa, o que poderia ter contribuído para o emagrecimento praial.

No perfil 3 (P3), destaca-se no mês de agosto de 2000 o surgimento de um canal na faixa de pós-praia e a formação de berma de praia com cerca de 0,18 m de altura, apresentando estratificações plano paralelas (não observadas em outros períodos) na região de estirâncio (Fig. 3). Quando se compara os perfis 2 e 3 observa-se uma ciclicidade (deposição/erosão) na sedimentação local, principalmente na região de estirâncio. Isto se deve principalmente ao posicionamento dos perfis, a ausência de obstáculos de proteção natural (*beach rocks* e duna vegetada), aos condicionantes climatológicos (mudança na direção geral dos ventos, que passa de uma média anual de 280° para 90° Az.) e a interferência antrópica, que contribui para a desestabilização do ecossistema.

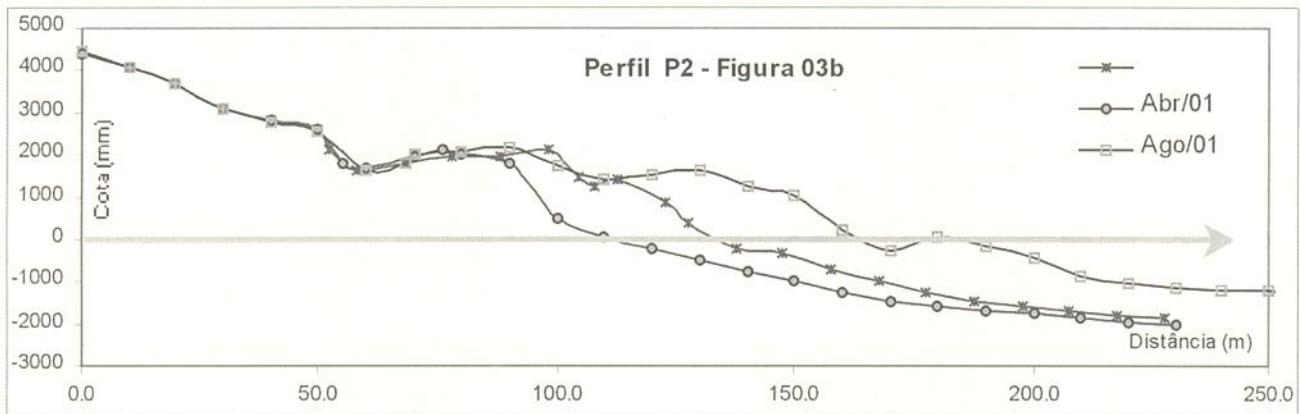
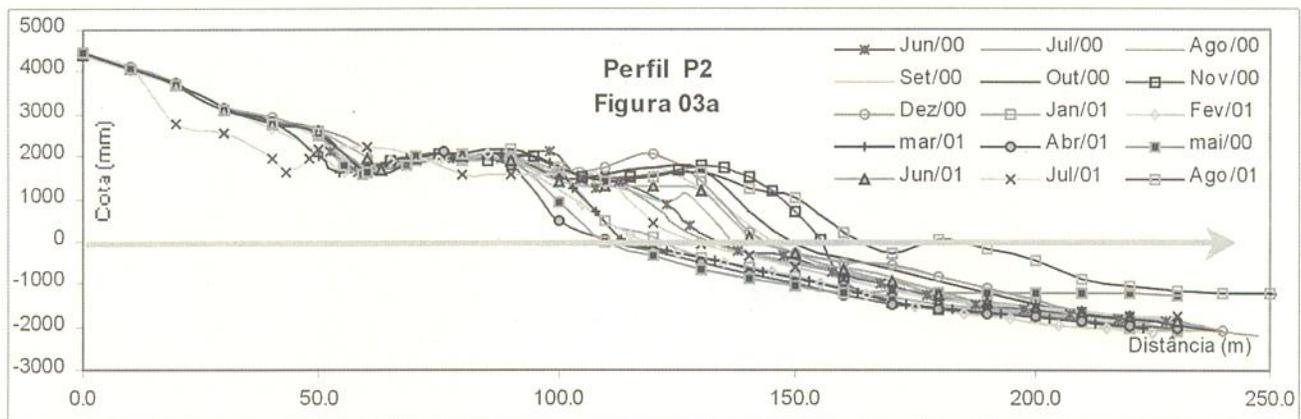


Figura 3 - a) Variação do perfil de praia (perfil 02 – P2), durante o período de junho de 2000 a agosto de 2001, b) perfil esquemático mostrando as maiores e menores variações de volume de sedimentos ao longo das zonas de pós-praia, estirâncio e ante-praia, tendo como referência o mês de junho de 2000 (início do monitoramento).

Os perfis 4 e 5 (P4 e P5), estão posicionados em frente à praia de Caiçara do Norte em um trecho de praia onde foi implantado pela prefeitura local uma série de 14 gabiões com o intuito de reter o avanço do mar. De acordo com estudos já realizados neste local, com produtos de sensoriamento remoto (Tabosa, 2000; Tabosa, 2001; Vital, 2000; Vital *et al.*, 2001), a cidade de Caiçara sofreu um acelerado processo erosivo, marcado por um recuo da linha de costa da ordem de 200 metros em 21 anos (período entre 1967 e 1988). Desta forma, o perfil P4 foi posicionado antes do primeiro gabião e o perfil P5 logo após o primeiro gabião, de forma a verificar a eficiência destas construções na estabilidade da morfologia praial.

Nota-se que no perfil 4 (P4), houve um aumento gradativo da sedimentação ao longo dos meses de investigação (da ordem de $83 \text{ m}^3/\text{ano}$) e as oscilações foram pouco significativas mostrando uma morfologia bastante uniforme. Para o perfil 5 (P5), o que se observou foi uma diminuição no volume de sedimentos (da ordem de $-6 \text{ m}^3/\text{ano}$). Além disso, o perfil 5 (P5) apre-

sentou um ciclo de erosão e deposição que atingiu o seu ponto máximo (deposição) em julho de 2000, diminuindo gradativamente até junho de 2001 (erosão) e só voltando a aumentar (embora em um volume menor do que o registrado no ano anterior) em julho de 2001 para voltar a decair em agosto de 2001 (Fig. 4).

Vale salientar que boa parte destas construções foram total ou parcialmente destruídas pela própria população e/ou pela força das ondas, assim a variação no volume de sedimentos neste trecho da praia pode estar associada ou não a presença dos gabiões.

O perfil 6 (P6), localiza-se após o último gabião. Neste ponto foi observado no início do monitoramento, uma faixa de dunas frontais de médio porte que gradativamente estão sendo devastadas diretamente pela ação dos fortes vento existentes na área, ondas e correntes de maré. Na região de estirâncio, tem-se um pequeno aumento do volume de sedimentos durante o mês de setembro de 2000 ($3,5 \text{ m}^3/\text{mês}$), voltando a diminuir posteriormente. Entretanto, a partir de dezembro se observou um acentuado declínio no

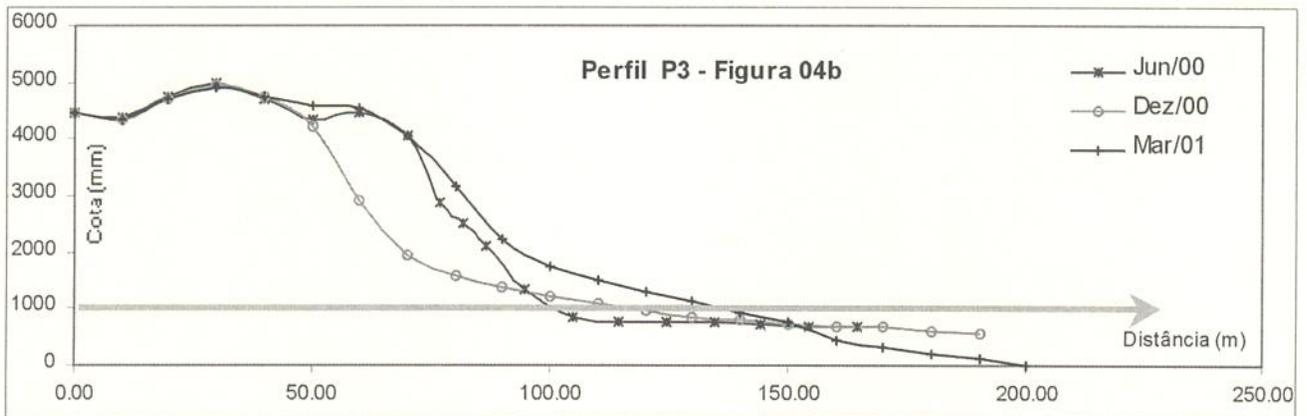
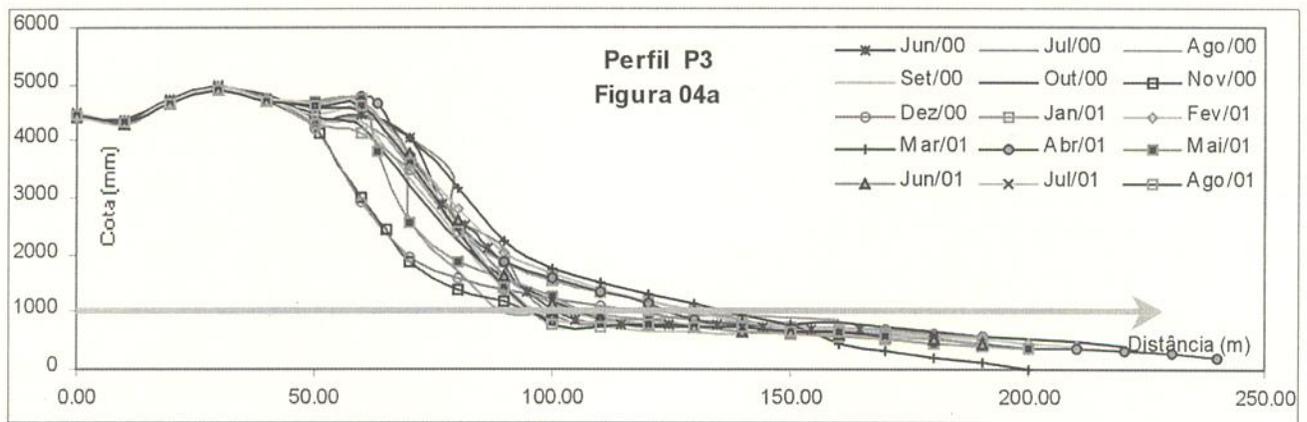


Figura 4 - a) Variação do perfil de praia (perfil 03 - P3), durante o período de junho de 2000 a agosto de 2001, b) perfil esquemático mostrando as maiores e menores variações de volume de sedimentos ao longo das zonas de pós-praia, estirâncio e ante-praia, tendo como referência o mês de junho de 2000 (início do monitoramento).

aporte de sedimentos, marcado por uma erosão da ordem de $506 \text{ m}^3/\text{ano}$. Esta variação no volume de sedimento foi a maior observada ao longo de toda a praia durante o período de investigação, possivelmente esta variação está associada diretamente há distribuição dos gabiões. De acordo com a literatura (p.ex. Short & Masselink, 1999), os gabiões são comumente utilizados como estruturas de proteção da costa. Entretanto, estas estruturas de engenharia posicionadas na zona de surfe podem produzir algumas modificações nas características das praias como: 1) Realinhamento da linha de praias devido a refração das ondas em torno dos gabiões; 2) Deposição de sedimentos na faixa de *Updrift* e erosão na zona de *downdrift*, associados a uma mudança da morfologia na linha de costas.

Todos os perfis monitorados ao longo das praias de São Bento do Norte e Caiçara do Norte, apresentaram na região de estirâncio ângulos de inclinação maiores que 6° (em média), desta forma, podemos classificá-las como praias predominantemente reflectivas, segundo Short (1999) e Komar (1998).

O ângulo de inclinação máximo medido no período foi de 16° no perfil P1 em junho de 2000, enquanto o mínimo foi de 2° , observado no perfil P5 em agosto de 2001.

CARACTERIZAÇÃO HIDRODINÂMICA

O estudo dos fatores naturais é de fundamental importância para o entendimento das alterações impostas ao meio ambiente. O conjunto destes fatores é responsável pelo modelamento (construtivo e destrutivo) de uma região. Desta forma, a preservação de praias e a proteção de propriedades costeiras requerem uma compreensão dos processos costeiros: o movimento das ondas, a geração das correntes costeiras, o movimento dos sedimentos de praia e a variação resultante na morfologia praial (Komar, 1998).

Ventos

Na região de São Bento do Norte, durante os meses de março a junho, os ventos apresentam-se mais

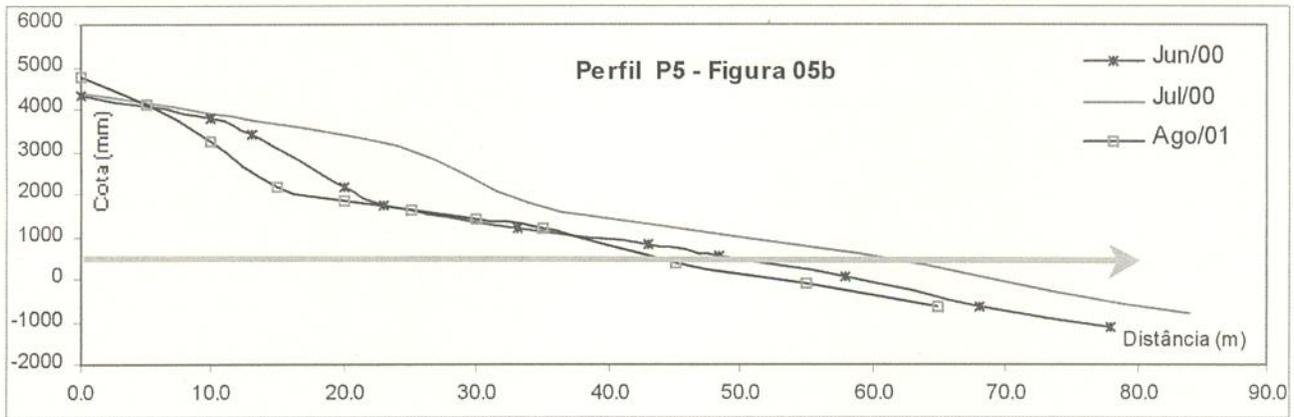
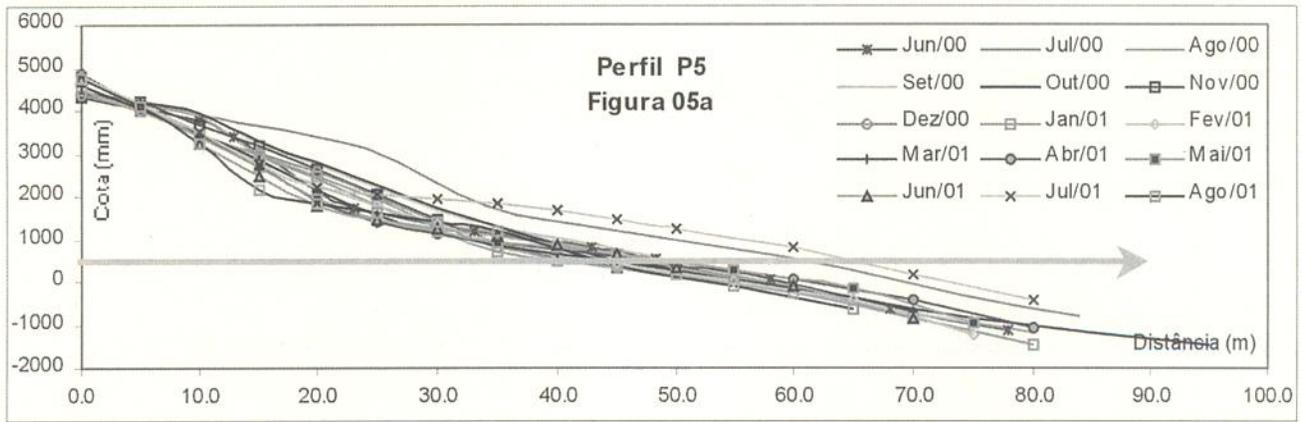


Figura 5 - a) Variação do perfil de praia (perfil 05 - P5), durante o período de junho de 2000 a agosto de 2001, b) perfil esquemático mostrando as maiores e menores variações de volume de sedimentos ao longo das zonas de pós-praia, estirâncio e ante-praia, tendo como referência o mês de junho de 2000 (início do monitoramento).

brandos, com uma média mensal de 4,8 m/s, enquanto nos meses de agosto a dezembro os ventos são mais fortes, podendo atingir até 9,0 m/s e mínima de 0,7 m/s em abril. Durante o período de pesquisa, a direção preferencial dos ventos oscilou entre 225° a 320° Az (perfil P1) e 267° a 290° Az (perfil P6), embora tenha sido registrado nos meses de novembro de 2000 ventos com direção média em torno de 72° Az (perfil P1) e 90° Az (perfil P6). O mesmo ocorreu no mês de março de 2001, onde foram registrados valores em torno de 95° Az. (perfil P1) e 85° Az. (perfil P6) (Fig. 5).

Corrente Litorânea

Para caracterização das correntes foram escolhidos dois pontos fixos de medição, um em frente ao perfil P1 e o outro em frente ao perfil P6. No perfil P1 e 06 foram registradas velocidades médias na ordem de 0,44 m/seg. e 0,30 m/seg. (respectivamente), tendo as maiores variações registradas nos meses de novembro de 2000 e março de 2000 com a velocidade de 0,85

m/seg. (perfil P1) e 0,74 m/seg. no mês de agosto de 2000 (perfil P6). Os menores registros foram 0,17 m/seg. em junho de 2001 (perfil P1) e 0,09 m/seg. no mês de março de 2001.

Em relação a direção da corrente, os valores indicam para os dois pontos correntes preferencialmente para NW, com valores da ordem de 255° Az a 310° Az para o perfil P1 e 255° Az a 290° Az para o perfil P6. Entretanto foi verificado que nos meses de novembro de 2000 e março de 2001 a direção da corrente litorânea apresentou uma mudança bastante significativa, variando de 115° Az (perfil P1) e 97° Az (perfil P6), 100° Az (perfil P1) e 85° Az (perfil P6).

Marés

As marés desta região são classificadas em semi-diurnas, apresentando desta forma duas preamaras e duas baixa-mares por dia com aproximadamente a mesma altura. A área de estudo aqui descrita encontra-se inserida em uma costa de mesomaré, apresentando

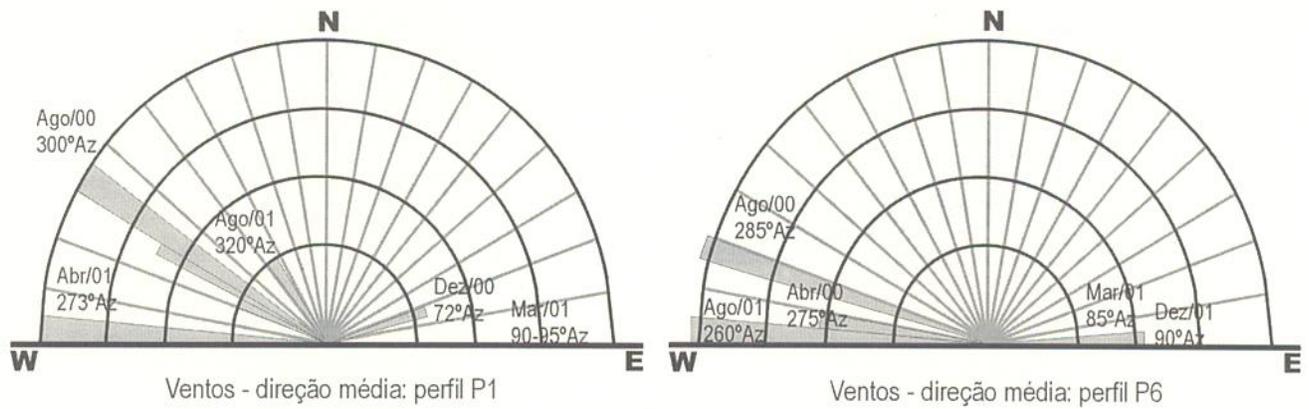


Figura 6 - Direção média dos ventos medida em São Bento do Norte e Caiçara do Norte durante o período de junho de 2000 a agosto de 2001.

uma altura que varia em torno de 2 metros. Os marégrafos mais próximos estão instalados no Porto de Macau e Natal, distantes cerca de 100 e 170 km, respectivamente.

A curva de maré na área de São Bento do Norte, medida em 23/10/99, durante um período de 10 horas, foi marcada por uma oscilação bastante homogênea, com valores atingindo a ordem de 2,78 m para a altura máxima (no instante de preamar) e 0,20 m para a maré mais baixa (no instante de baixamar).

Ondas

Para o período estudado foi observado que o tipo de arrebentação predominante é do tipo mergulhante, o ângulo de incidência apresentou valores variando entre 5°Az e 35°Az, o período de repetição das ondas, variou entre 0'47" seg e 2'03" seg para o perfil P1 e entre 1'04" seg e 3'07" seg para o perfil P6.

DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

Segundo Dominguez (1995), a erosão costeira é de certa forma antropogênica, isto porque, se ninguém morasse próximo a linha de costa, este fenômeno não teria importância alguma para o ser humano. Em um futuro bem próximo, o que se espera é um agravamento da erosão costeira com riscos geológicos para o homem em razão de práticas inadequadas de ocupação do solo, construção de represas que reduzem o suprimento de sedimento na praia, construção de obras de engenharia que alteram a dinâmica praial.

Este estudo realizado continuamente durante um período de quatorze meses serviu para facilitar o entendimento da morfodinâmica costeira, nesta área se observou uma ciclicidade (erosão/deposição)

sedimentar marcada por períodos de erosão e deposição. Embora se observe que, com o término do ciclo, o volume de sedimento resultante é inferior ao existente no ciclo anterior, gerando assim um déficit no balanço sedimentar costeiro.

As principais modificações ocorreram nos meses de novembro de 2000 e março de 2001, provavelmente condicionadas, principalmente, pela mudança da direção média dos ventos que neste período de 14 meses de acompanhamento variaram de 225° Az a 320° Az. No mês de novembro de 2000, a média registrada foi da ordem de 72° Az (perfil P1) e 90° Az (perfil P6), na mesma seqüência obtivemos um variação da ordem de 95° Az e 85° Az para o mês de março de 2001. Dentro deste contexto, foi observado que o período de repetição das ondas atingiram médias da ordem de 2'03" seg. (mar/01, perfil P1) e 6'07" seg (mar/01, perfil P6). A altura das ondas também foi registrada neste período como sendo as mais elevadas, com valores de 0,44 m (mar/01, perfil P1) e 0,50 m (mar/01, perfil P6). Para melhor entender a importância desta relação, destaca-se que no mês de fevereiro de 2001 a altura das ondas variaram de 0,32 m (perfil P1) e 0,46 m (perfil P6), semelhantes a março de 2001. Entretanto o período de repetição das ondas estavam bem menores, na ordem de 1'06" seg. (perfil P1) e 1'04" seg. (perfil P6). Em fevereiro de 2001, a energia das ondas, associada aos ventos, provocaram na cidade de Caiçara do Norte uma grande destruição com as águas do mar recobrando totalmente algumas ruas da cidade. No mês seguinte (março/2001) seria de se esperar um efeito semelhante ou até mais destrutivo, visto que a altura das ondas projetada para este período eram bem maiores. Entretanto isso não ocorreu. Possivelmente este fato estivesse relacionado a uma modificação na direção média do vento.

Com relação aos perfis de praia, pode-se dizer que a porção extremo leste da área encontra-se protegida naturalmente por uma faixa de *Beach Rocks* (perfil P1), que estão contribuindo para a estabilidade da morfologia local, identificado pelo comportamento homogêneo do perfil de praia. Quando comparado os meses de julho de 2000 e julho de 2001, observa-se uma sedimentação na ordem de 88,49 m³ e 88,23 m³ respectivamente na zona de estirâncio, mostrando uma redução de volume em torno 0,26 m³/ano, e uma sedimentação máxima para o mês de junho de 2000 com cerca de 130,68 m³. Entretanto se analisado a variação no volume de sedimentos ao longo de todos os perfis monitorados, identificou-se uma deposição de 104 m³/ano. Na porção central da área foram observadas as maiores oscilações em função de sua localização e maior vulnerabilidade aos processos costeiros. No perfil P3, nos limites da zona de estirâncio, entre as distâncias de 50 a 140 metros (do ponto inicial), foi possível quantificar a variação no volume de sedimento em torno de 12 m³ de sedimento ao ano, com o maior volume obtido em março de 2001 (16,02 m³/m) e o menor valor em novembro de 2001 (5,36 m³/m). Na região a leste do perfil P4, foi observado uma deposição gradativa (média de 83,58 m³/ano) ao longo da faixa que antecede a construção dos gabiões. Entretanto os perfis posicionados à oeste destas construções (P5 e P6), apresentam um acelerado processo erosional, tendo sido registrado uma diminuição no volume de sedimentos ao longo do período de investigação de -5,73 m³/ano e -506,21 m³/ano, respectivamente para os perfis P5 e P6. Esta variação torna-se cada vez mais acentuada com o distanciamento da zona de construção dos gabiões.

Pode-se concluir a partir deste estudo que a construção dos gabiões são soluções paliativas e que as mesmas não estão atingindo seus objetivos. Nas áreas onde estas medidas foram adotadas observou-se que: 1) Os efeitos destrutivos existentes na orla marítima não estão sendo eliminados, apenas diminuíram nos locais onde os gabiões estão alojados; 2) Como era de se esperar, ocorreu um aumento dos processos erosivos nos pontos imediatamente após à sua construção, resultando na destruição de áreas onde anteriormente não se tinham registro de erosão; 3) Em alguns locais foi observado o avanço de sedimento de praia sobre as casas e ruas da cidade. Neste contexto podemos afirmar que: 1) A escolha deste tipo de construção é totalmente inadequada para o ambiente proposto; 2) Não foi observado durante o monitoramento uma estabele-

dade na dinâmica sedimentar local, ou seja, a construção dos gabiões contribuíram parcialmente para a preservação da cidade; 3) O material utilizado apresentou baixa resistência aos impactos da energia costeira; 4) A beleza natural do local está sendo destruída por este tipo de "proteção".

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a UFRN - Universidade Federal do Rio Grande do Norte e PPGG - Programa de Pós graduação em Geodinâmica e Geofísica pela infra-estrutura, a ANP - Agência Nacional do Petróleo /PRH-22 pela concessão de bolsas ao primeiro e segundo autores, aos projetos MAMBMARÉ - Monitoramento Ambiental de Áreas Costeiras sob Influência do Pólo Petrolífero de Guamaré, (CNPq-CTPETRO) PROBRAL 72/98 (CAPES/DAAD), e "KÜSTENENTWICKLUNG UND HEUTIGE KÜSTENDYNAMIK IN RIO GRANDE DO NORTE - NEBRASILIEN". (GTZ/DFG), pelo suporte financeiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida, F.F.M.; Hasuy, Y.; Brito Neves, B.B. & Fuck, R.A. 1977. Províncias estruturais brasileiras. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE, 2., 1977, Campina Grande. *Anais...*Campina Grande.
- Cunha, S.B. & Guerra, A.J.T. 1996. **Geomorfologia: Exercícios, técnicas e aplicações**. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil S.A..
- Dominguez, J. M. L. 1995. **A erosão da linha de costa na região nordeste do Brasil: uma abordagem do problema a partir da compreensão da evolução costeira**. In: SIMPÓSIO SOBRE PROCESSOS SEDIMENTARES E PROBLEMAS AMBIENTAIS NA ZONA COSTEIRA NORDESTE DO BRASIL, 1995, Pernambuco. **Resumos...** Pernambuco, Centro de Tecnologia e Geociências, p.71-73.
- Komar, P. D. 1998. **Beach processes and sedimentation**. 2. ed.: Prentice Hall. 544p.
- Matos, R.M.D. 1992. **Deep seismic profiling, basin geometry and tectonic evolution of intracontinental in Brazil**. New York. 275p. Doctor of Philosophy Thesis, Department of Geology of Cornell University.
- Muehe, D. 1996. Geomorfologia Costeira. In: Cunha, S.B. & Guerra, A.J.T. (eds). **Geomorfologia: exercícios, técnicas e aplicações**. Rio de Janeiro. Ed. Bertrand Brasil S.A. p.191-238.
- Neves, C.A.O. 1987. **Análise regional do trinômio geração - migração - acumulação de hidrocarbonetos na seqüência continental eocretácio da bacia potiguar emersa, NE do Brasil**. Ouro Preto. 71p. Dissertação de Mestrado. Departamento de Geologia da Universidade da Universidade Federal de Ouro Preto.
- Short, D.A. 1999. **Handbook of beach and shoreface morphodynamics**. England, John Wiley & Sons, Ltd. 392p.
- Short, D.A. & Masselink, M. 1999. Emayed and structurally controled beaches. in: Short, D.A (ed.). **Handbook of beach and shoreface morphodynamics**. England, John Wiley & Sons, Ltd. 231-249p.
- Tabosa, W.F. 2000. **Dinâmica costeira da região de São Bento do Norte e Caiçara do Norte** - RN. Natal. 76p. Relatório de Graduação. Departamento de Geologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

- Tabosa, W.F.; Caldas, L.; Vital, H. & Amaro, V.E. 2001. **Remote sensing of the northeastern brazilian continental margin (São Bento do Norte/Caiçara do Norte)**. In: CHAPMAN CONFERENCE ON THE FORMATION OF SEDIMENTARY STRATA ON CONTINENTAL MARGINS, 2001, Ponce, Puerto Rico. **Resumos...** Puerto Rico, The American Geophysical Union. p.37.
- Vital, H. 2000. **Brasil e Alemanha estudam erosão no litoral Potiguar**. Textos acadêmicos. Suplemento especial do Diário do Natal, 29 janeiro. p.1.
- Vital, H.; Tabosa, W.F.; Statterger, K. & Caldas, L.H.O. 2001. **Tectonics and bottom morphology control on sediment distribution in the brazilian northeastern continental margin: São Bento do Norte / Caiçara do Norte area**. In: Chapman Conference on the Formation of Sedimentary Strata on Continental Margins. Ponce, Puerto Rico. The American Geophysical Union. p.37.
- Vital, H.; Statterger, K.; Tabosa, W.F. & Riedel, K. 2000. **Why does erosion occur on the northeastern coast of Brazil?: The Caiçara do Norte beach example**. Submetido ao Journal of Coastal Research.