COORDENAÇÃO E TEXTO

Helenice Vital

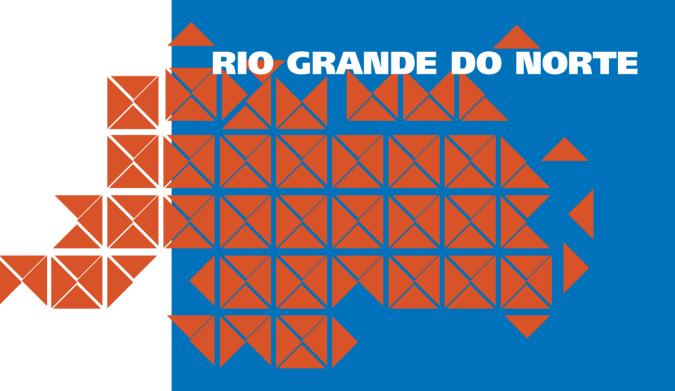
Laboratório de Geologia e Geofísica Marinha e Meio Ambiente -Ggemma e Laboratório de Geoprocessamento - Geopro Departamento de Geologia - DG Pós Graduação em Geodinâmica e Geofísica - PPGG Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN

EQUIPE DE CAMPO

Iracema Miranda da Silveira Venerando Eustáquio Amaro Flávia Taone Lira de Melo Flavo Elano Soares de Souza Helenice Vital Marcelo dos Santos Chaves Zuleide Maria Carvalho Lima Eugênio Pires Frazão Werner Farkatt Tabosa

EQUIPE DE GEOPROCESSAMENTO

Venerando Eustáquio Amaro Helenice Vital Armando Bezerra de Araújo Michael Vandeestein Silva Souto



Resumo

A zona sedimentar costeira do Estado do Rio Grande do Norte perfaz uma extensão de 410 km de costa, constituída predominantemente por praias arenosas (72%) e falésias ativas da Formação Barreiras (26%), sendo em geral subdividida em dois setores distintos, em função da direção preferencial da linha de costa: O Litoral Oriental, de direção Norte-Sul, e o Litoral Setentrional, de direção Este-Oeste. Geomorfologicamente, a planície, os tabuleiros costeiros, rochas praiais e os campos de dunas são os elementos de relevo predominantes em todo o litoral.

A principal assinatura morfológica do setor oriental é a seqüência de baías em forma de zeta, que caracteriza um tipo muito particular de evolução, com erosão associada à padrões de refração e difração de ondas muito específicos, explicada como oriunda de processos de erosão diferencial das rochas da Formação Barreiras, em presença de uma direção persistente de aproximação de ondas. Neste setor observa-se predomínio de campos de dunas parabólicas ou blowouts controladas pela vegetação. O setor setentrional faz parte da Plataforma de Touros e representa um alto estrutural da Bacia Potiguar. As dunas são predominantemente barcanas e barcanóides. A presença de sistemas de ilhas barreiras é restrita a este setor entre a Ponta do Mel e a Ponta dos Três Irmãos.

Registros atuais de erosão costeira estão presentes em muitos trechos do litoral norte-riograndense. As principais causas e fatores da erosão costeira, observados neste estudo, estariam principalmente relacionados a (i) dinâmica da circulação costeira, (ii) evolução holocênica da planície costeira, (iii) suprimento sedimentar ineficiente, (iv) construção de estruturas de concreto perpendiculares a linha de costa na zona de praia, e (v) fatores tectônicos.

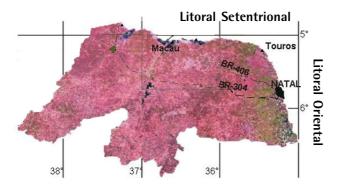
Abstract

The Rio Grande do Norte State's coastal zone extends for 410 km, constituted predominantly by sandy beaches (72%) and active sea cliffs carved into the Tertiary sediments of the Barreiras Formation (26%). Generally it is divided in two distinct sectors, according to the coastline orientation: The Oriental Littoral oriented N-S, and Setentrional Littoral oriented E-W. The coastal plain, the coastal tablelands, beachrocks and the coastal dune fields are the dominant morphological elements along this littoral.

The dominant morphological signature presented by the oriental sector are the zeta bays, which characterizes a particular kind of evolution, with erosion associated to waves refraction patterns, explained by the differential erosion on the Barreiras Formation rocks. O this Sector prevail extensive beaches and the parabolic or blowouts dune fields controlled by vegetation. Here neotectonic effects are little pronounced. The setentrional sector is inserted on the Touros platform, representing a structural high from the Potiguar Basin. The dunes are mostly barchans and barchanoids. Barrier island - sandy spit systems are restrict to this sector, between Ponta do Mel and Ponta dos Tres Irmãos.

Different indicators of coastal erosional processes are observed on the Rio Grande do Norte Coast. This study shows that the most important factors and causes of coastal erosion on this coast are related to (i) coastal dynamic, (ii) Holocene evolution of the coastal plain, (iii) naturally inefficient sediment supply, (iv) construction of hard interface structures, and (v) tectonic factors.

CARACTERIZAÇÃO FISIOGRÁFICA



A zona sedimentar costeira do Estado do Rio Grande do Norte perfaz uma extensão de 410 km de costa, constituída predominantemente por praias arenosas e falésias ativas, sendo em geral subdividida em dois setores distintos: O Litoral Oriental e o Litoral Setentrional (figura 1).

Figura 1. Localização do estado do Rio Grande do Norte, ressaltando a presença de duas direções de costa, denominadas de Litoral Setentrional (Este-Oeste) e Litoral Oriental (Norte-Sul).

Geomorfologicamente, a planície, os tabuleiros costeiros e os campos de dunas são os elementos de relevo predominantes em todo o litoral; com a planície fluvial restringindo-se a desembocadura dos principais rios. Uma característica marcante deste litoral é a presença de linhas de recifes de arenito (*beachrocks*), aproximadamente paralelas a linha de costa, que alteram o padrão de arrebentação das ondas (figura 2).



Figura 2. Feições características do litoral norte-rio-grandense: A) falésias; B) campos de dunas; C) beachrocks.





157

OTOS: H VITAL, 10/2002

Geologicamente, a região é constituída por rochas sedimentares de idade Cretácea, que estão recobertas por rochas da Formação Barreiras e sedimentos Quaternários (dunas, rochas praiais, terraços marinhos e aluvionares, coberturas arenosas diversas). A zona sedimentar costeira repousa em não-conformidade sobre o embasamento Pré-Cambriano constituído pelos Grupos Caicó e Seridó. O quadro tectônico da região, principalmente aquele de idade Cenozóica e ligado à tectônica de inversão de bacias sedimentares costeiras, não está completamente compreendido. A região foi afetada por um conjunto de reativações Meso-Cenozóicas geralmente resultando em falhas que, na maioria das vezes, aproveitam zonas de fraqueza crustal representadas por extensas zonas de cisalhamento neoproterozóicas existentes no embasamento. Trabalhos recentes, ou em desenvolvimento, permitem estabelecer relações entre a dinâmica sedimentar atual e os registros neotectônicos (Fonseca 1996; Bezerra et al., 1998; Bezerra et al., 2001; Vital et al., 2001, 2002a,b,c).

Registros atuais de erosão costeira estão presentes em muitos trechos do litoral norte-rio-grandense, com origem atribuída principalmente ao reduzido aporte fluvial de sedimentos, decorrentes das pequenas dimensões das bacias fluviais regionais, e a perda de sedimentos para o continente, com a formação dos campos dunares (Dominguez & Bittencourt, 1996). A deriva litorânea, também tem um papel importante na distribuição de sedimentos ao longo dessa faixa costeira.

A subdivisão do litoral do Rio Grande do Norte em dois setores é feita basicamente em função da sua localização geográfica, que imprime uma direção preferencial da linha de costa na direção Norte-Sul, para o setor oriental, e direção Este-Oeste, para o setor setentrional, associada a diferenças climáticas e tectônicas, que por sua vez influenciarão no regime de direção dos ventos e padrão de circulação oceânica que, juntos, irão modelar o litoral norte-rio-grandense.

O Litoral Oriental é limitado ao sul pela praia do Sagi, município de Baía Formosa (divisa do RN com PB) e ao norte pelo Cabo Calcanhar, município de Touros. Este setor apresenta-se com 166 km de extensão, e representa 41% do litoral do RN, assim distribuídos: 101 km (61%) de praias arenosas planas e estreitas, e 65 km (39%) de falésias ativas, quando os tabuleiros costeiros da Formação Barreiras chegam até o mar. O clima é tropical quente, úmido e sub-úmido (Nimer, 1989). Os ventos apresentam uma proveniência predominante do quadrante SE, com velocidade variando entre 3,8 e 5 m/s na estação de Natal, geram uma deriva litorânea que durante quase todo o ano transporta sedimentos no sentido de S para N.

Este setor compreende uma faixa sedimentar onde se localiza o contato, ainda não definido, entre as bacias Potiguar e Pernambuco-Paraíba. Tipicamente dominado por ondas ou de energia mista e correntes costeiras longitudinais. As ondas apresentam de 0,2 a 1,5 m de altura na zona de arrebentação e correntes costeiras em torno de 0,1 a 0,8 m/s quase sempre no sentido de sul para norte (Diniz e Dominguez,

1999; Chaves, 2000; Souza, 2004). Trechos de praias refletivas são em geral associados a praias limitadas por falésias.

A principal assinatura morfológica apresentada pelo setor oriental é a seqüência de baías em forma de zeta (Diniz, 1998; Amaral, 1999), que caracteriza um tipo muito particular de evolução, com erosão associada à padrões de refração e difração de ondas muito específicos, explicada como oriunda de processos de erosão diferencial dos sedimentos do Grupo Barreiras, em presença de uma direção persistente de aproximação de ondas (Diniz, 1998; Diniz e Dominguez, 1999). Essa configuração da costa em zeta é mais observada a sul de Natal, onde os efeitos da estruturação neotectônica é mais pronunciada (Diniz, 1998; Bezerra et al., 1999, 2001). A alternância de altos e baixos estruturais do tipo horst e grabens produziu tabuleiros com até 200 m de altitude, compostos pela Formação Barreiras. Na zona litorânea, os tabuleiros produzem falésias de até 15 m de altura, que geralmente desaparecem nas áreas dos baixos estruturais. O litoral Oriental ao norte de Natal, por sua vez apresenta um relevo mais plano, sem desníveis pronunciados e falésias vivas, predominando as praias extensas e os campos de dunas parabólicas ou blowouts controladas pela vegetação. Nesse setor os efeitos da estruturação neotectônica é também menos pronunciado.

O Litoral Setentrional é limitado a este pelo Cabo Calcanhar, município de Touros e a oeste pela praia de Tibau, município de Tibau (divisa entre os estrados do RN e CE). Este setor apresenta-se com 244 km de extensão, e representa 59% do litoral do RN, assim distribuídos: 194 km (80%) de praias arenosas, 10 km (4%) de praias lamosas, restritas as desembocaduras dos rios Piranhas-Açu, e 40 km (16%) de falésias ativas. O clima é o tropical quente e seco ou semi-árido (Nimer, 1989). Os ventos apresentam uma proveniência predominante de E-NE, com velocidade média anual de 6.2 m/s entre os meses de agosto a abril (direção E) e maio a julho (direção NE); no período de agosto a dezembro os ventos são mais fortes chegando a atingir 9 m/s na estação de Macau; os ventos por sua vez geram uma deriva litorânea que durante todo o ano transporta sedimentos no sentido de E para O, a uma velocidade máxima entre 0,85 e 1,63 m/s (Costa Neto, 2001; Silveira 2002; Tabosa 2002; Tabosa et al. no prelo; Chaves e Vital, no prelo). A energia é mista, dominado por ondas e marés; as ondas apresentam de 0.2 a 1.3 m de altura na zona de arrebentação e as máres até 3,3 m em períodos de sizígia. As dunas são predominantemente barcanas e barcanóides. A evolução de dunas barcanas para domo também é observada esporadicamente.

Este setor faz parte da Plataforma de Touros e representa um alto estrutural da Bacia Potiguar (Matos, 1992). A presença de eventos neotectônicos, na maioria das vezes resultantes de reativações de antigos lineamentos neoproterozóicos, também é reportada para este litoral (Fonseca, 1996; Bezerra et al., 1998). Fonseca (1996, 2001) propõe a existência de uma compartimentação deste setor setentrional entre

a Ponta do Mel e a Ponta dos Três Irmãos, como conseqüência dos sistemas de falhas conjugadas de Afonso Bezerra e Carnaubais (figura 3).



A presença de sistemas de ilhas barreiras (e.g. Ponta do Tubarão, ilha do Amaro) – esporões arenosos (Galinhos, Diogo Lopes) no litoral norte-riograndense é restrita ao interior deste par conjugado (Tabosa, 2002; Vital et al. 2003b). A evolução destes sistemas ilha barreira-esporões é cíclica em escala decadal (Lima et al., 2001; Silveira, 2002; Souto, 2002) até milhares de anos (Xavier Neto et al., 2001; Lima et al., 2002; Caldas, 2002) indicando antigos sistemas de ilhas barreiras desenvolvendo-se atualmente para esporões e esporões que foram recentemente separados do continente formando ilhas barreiras.

A configuração da plataforma setentrional sofreu forte influência do tectonismo vertical Meso-Cenozóico. A estrutura de *grabens* e *horsts* predominantes na porção emersa e submersa da Bacia Potiguar exerceram importante papel na sedimentação e morfologia da plataforma (*graben* de Guamaré e alto de Macau). A morfologia de fundo por sua vez, influenciam diretamente nos processos erosivos e deposicionais desta área (Vital et al., 2001, 2002a,b, 2003a; Tabosa, 2002; Tabosa et al., 2002). Estes autores mostram que os efeitos da refração de ondas, em função da morfologia de fundo na plataforma adjacente a São Bento e Caiçara do Norte (aparentemente influenciada pela tectônica local), são refletidos ao longo da zona de praia sob a forma de erosão e/ou deposição, que são sentidos ao longo de todo este litoral até

Compartimentação do litoral setentrional do RN, entre a Ponta do Mel e Ponta dos Três Irmãos, como conseqüência de um par conjugado definido pelos sistemas de falhas de Afomso Bezerra e de Carnaubais (Modificado de Fonseca

Figura 3.

1996, 2001)

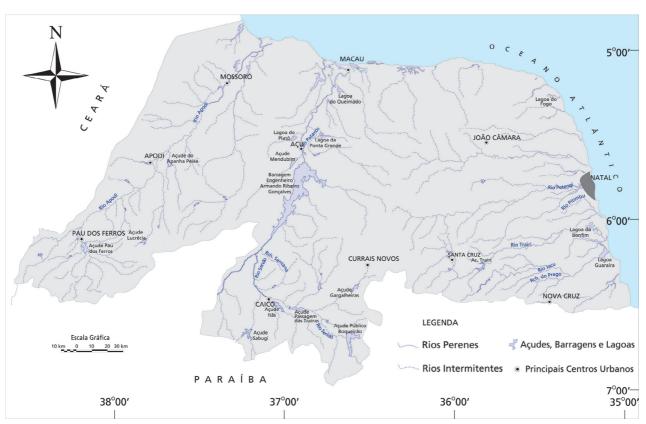
Macau, incluindo toda a área de instalação do Pólo Petrolífero de Guamaré e Campo de Serra.

Bacias hidrográficas

As duas bacias hidrográficas mais importantes do Estado do Rio Grande do Norte, Bacia do rio Piranhas-Açu e Bacia do rio Apodi-Mossoró, estão localizadas no litoral setentrional; o rio Piranhas-Açu é o mais importante, estando represado pela Barragem Engenheiro Armando Ribeiro Gonçalves. Na desembocadura dos dois rios estão localizadas as salinas produtoras de sal dessa região.

As bacias do litoral setentrional, apesar de em maior número (5), bacias dos rios Ceará-Mirim, Potengi, Trairi, Jacu e Curimataú, são de menor porte contribuindo com reduzido aporte fluvial de sedimentos para a região.

Mapa hidrográfico do Rio Grande do Norte



Causas e fatores da erosão costeira no Rio Grande do Norte

No Rio Grande do Norte, as principais causas e fatores da erosão costeira observados estariam principalmente relacionados a:

- i) dinâmica da circulação costeira,
- ii) evolução holocênica da planície costeira,

- iii) suprimento sedimentar ineficiente,
- iv) construção de estruturas de concreto perpendiculares a linha de costa na zona de praia, e
- v) fatores tectônicos.

Dinâmica da circulação costeira

A presença de linhas de rochas praiais (beachrocks) intermitentes e paralelas à praia, se comportam como "barreiras" e modificam a energia de onda gerando enseadas, com deposição nas áreas abrigadas pelas rochas praiais, e acentuada erosão nas áreas de interrupção destas rochas



Figura 4. Linha de rochas praiais em frente a Cidade do Natal. Ao fundo Rio Potengi. A taxa de deposição média para esta área é de 4 a 5 m³/ano (Maia e Cunha, 2000). De acordo com estes autores, para o avanço de 1 m é necessário a deposição de 4 m³ de sedimentos.



Figura 5. Linha de rochas praiais em frente a Praia de Gracandu, litoral oriental do RN. Ao fundo lagoa de Pitanqui. Estudos realizados nesta área indicam taxa de erosão de 10 a 31 m3/ano em locais onde as rochas praiais estão truncadas/ ausentes e taxa de deposição de 1 a 21 m³/ ano em locais protegidos pelas rochas praiais (Silva e Maia, 2002).

Evolução holocênica da planície costeira

A intensa deriva litorânea unidirecional (de sul para norte no setor oriental e de este para oeste no setor setentrional) associada a um balanço sedimentar negativo e a perda de sedimentos para o continente com a formação dos campos dunares (Figura 6) e esporões arenosos (figuras 7 e 8).

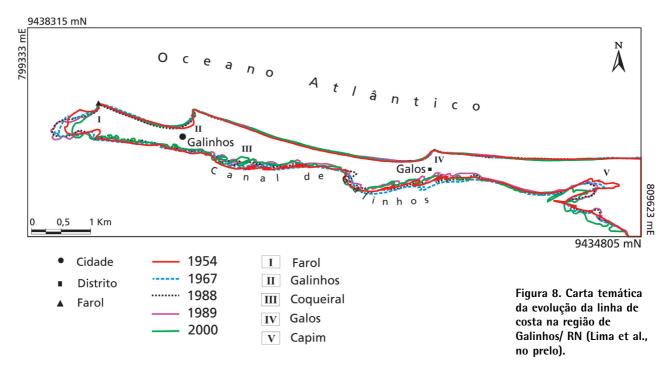


Figura 6. Perda de sedimentos para formação de campos dunares em São Bento do Norte. Entre 1965 e 1989 a enseada a direita da foto teve uma retração de 250 m (Tabosa, 2000; Vital et al, 2003a).



Figura 7. Perda de sedimentos para formação de esporões arenosos em Galinhos. Observar a presença de pequens spits de maré vazante no interior da canal.

Nesta área, Lima et al. (2001) apresentam taxas de deposição e erosão para o período entre 1954 e 2000 (figura 8). De acordo com estes estudos, os registros das linhas de costa nos períodos estudados evidenciaram que entre os compartimentos III e V as alterações foram mais significativas no limite com o canal de maré, enquanto o limite com o oceano, marcado pela presença de rochas praiais (beachrocks), praticamente não foi modificado. Além disso ocorreu um crescimento do esporão arenoso de Galinhos, no sentido Oeste, a partir de 1954 até 1989 com aproximadamente 234 m, e uma intensa erosão entre os períodos de 1989 e 2000 na ordem de 355 m confirmando a hipótese que se trata de um evento cíclico.



Suprimento sedimentar ineficiente

Os rios que drenam a região são de pequeno porte não contribuindo com sedimentos em quantidades significativas; além disso, os rios mais expressivos que drenam a região (p. ex. rio Açu) estão represados, impedindo assim os sedimentos de atingirem o oceano o que gera acentuada erosão.

Construção de estruturas de concreto perpendiculares a linha de costa (gabiões) na zona de praia

Estas estruturas construídas sem planejamento adequado e sem monitoramento dos processos físicos costeiros atuantes na área tem sido erguidas aleatoriamente no litoral norte-riograndense (p. ex. Caiçara do Norte, Macau, Touros) acentuando o processo erosivo nas áreas contíguas.





Figura 9. Fotos mostrando a deteriorização das estruturas de concreto (A) e ineficiência dos mesmos (B) para conter o avanço do mar em Caiçara do Norte-RN. Fotos de Tabosa no mesmo local na baixamar (A) e na preamar (B). Entre 1965 e 1989 esta praia sofreu uma retração de 200 m (Tabosa, 2000; Vital et al., 2002c).



Figura 10. Estruturas de concreto em Caiçara do Norte-RN.



Figura 11. Estruturas de concreto em Macau-RN

Fatores tectônicos

Além destes citados acima, pode-se afirmar que no RN a tectônica também é um fator determinante na erosão costeira. Enquanto no litoral oriental o arcabouço estrutural tipo *graben* e *horst*, resultante da intensa movimentação tectônica, origina a configuração em zeta com retração acentuada ao longo dos blocos rebaixados; no litoral setentrional as feições de fundo na plataforma, fortemente condicionadas pela estruturação tectônica, também são responsáveis pelo trapeamento de sedimentos em locais específicos, gerando zonas de erosão acentuada na costa.

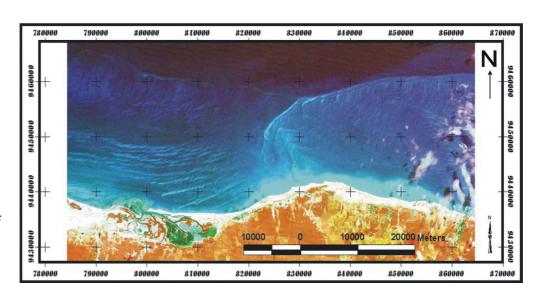
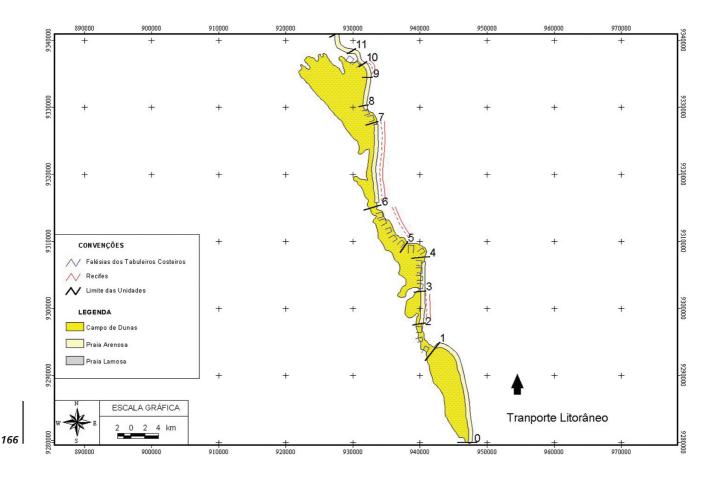


Figura 12. Combinação RGB521 Landsat ETM+ (WRS 215/064) ressaltando formas de fundo na plataforma setentrional do RN, que parecem exercer forte influências na erosão costeira (Tabosa et al., 2002).

CLASSIFICAÇÃO GEOMORFOLÓGICA DA LINHA DE COSTA

De acordo com a classificação geomorfológica da linha de costa proposta para este trabalho, a linha de costa norte-rio-grandense foi subdividida em 52 compartimentos, descritos a seguir de sul (divisa com Paraíba) para norte (divisa com Ceará):



- 9-10: Ig-Ild-IllcI-S Praia intermediária semi-abrigada à retaguarda de recife de arenito e precedendo campos de dunas parabólicas
- 8-9: Ig-IId-IIId-E Praia dissipativa exposta com campos de dunas parabólicas
- 7-8: Ib-IIb-IIIab-E Praia refletiva exposta com falésia viva do Grupo Barreiras
- 6-7: Ig-IId-IIIcl-S Praia intermediária semi-abrigada à retaguarda de recife de arenito precedente de campos de dunas parabólicas
- 5-6: lb-llb-lllbhl-S Praia refletiva semi-abrigada à retaguarda de recife de arenito precedendo falésia do Grupo Barreiras
- 4-5: Ib-IId-IIIab-E Praia refletiva exposta com falésia viva coberta por campos de dunas parabólicas
- 3-4: Ib-IIb-IIIab-E Praia refletiva exposta com falésia viva do Grupo Barreiras
- 2-3: Ig-Ildg-Illckl-S Praia intermediária semi-abrigada à retaguarda de recife de arenito e associada à desembocadura dos rios Cunhau e Curimatau com resquícios de manguezal e campos de dunas parabólicas.
- 1-2: lb-lld-lllab-E. Praia refletiva exposta com falésia viva coberta por campos de dunas
- 0-1: Ig-IId-IIIce-E Praia intermediária exposta, em planície de maré arenosa com dunas frontais e campos de dunas parabólicas, na sua maioria fixas.

- 18-19: lg-lld-lllce-E. Praia intermediária com dunas frontais exposta, em planície de maré arenosa com campos de dunas parabólicas
- 17-18: lg-lld-lllckl-S Praia Intermediária semi-abrigada à retaguarda de recife de arenito precedente de campos de dunas parabólicas e associado a desembocadura do rio Ceará Mirim
- 16-17: Ig-IId-IIIde-E Praia dissipativa exposta com dunas frontais e precedendo campos de dunas parabólicas
- 15-16: lb-Ilb-Illchlk-S Praia intermediária semi-abrigada à retaguarda de recife de arenito e precedendo falésias do Grupo Barreiras e associada a desembocadura do rio Potengi
- 14-15: Ib-Ild-IIIch-E Praia intermediária exposta precedendo falésia do Grupo Barreiras coberta por campos de dunas parabólicas
- 13-14: lg-lld-lllcl-S Praia intermediária semi-abrigada à retaguarda de recife de arenito precedente de campos de dunas parabólicas
- 12-13: lb-lld-lllab-E Praia refletiva exposta com falésia viva do Grupo Barreiras coberta por campos de dunas parabólicas
- 11-12: Iq-IId-IIId-E Praia dissipativa exposta precedendo campos de dunas parabólicas
- 10-11: lb-llb-lllabk-E Praia refletiva exposta com falésia viva do Grupo Barreiras associada a desembocadura do rio Pirangi

29-30: lg-llb-lllcl-S. Praia intermediária semi-abrigada à retaguarda de recife de arenito e cordão litorâneo estreito

28-29: Ig-IIb-IIIc-E. Praia intermediária exposta de cordão litorâneo estreito

27-28: lb-lld-lllab-E. Praia refletiva exposta com falésia viva coberta por campos de dunas parabólicas

26-27: lb-lld-lllablm-S. Praia refletiva semi-abrigada à retaguarda de recife de arenito e de recife de coral na plataforma interna (Baixo da Sioba), precedendo falésia do Grupo Barreiras com campos de dunas parabólicas)

25-26: lb-lld-lllab-E. Praia refletiva exposta com falésia viva coberta por campos de dunas parabólicas

24-25: lg-llbd-lllem-E. Praia com dunas frontais e recife de coral na platafroma interna (Baixo do rio do Fogo) exposta, e com cordão litorâneo estreito precedendo campos de dunas parabólicas. Presença de turfa na praia

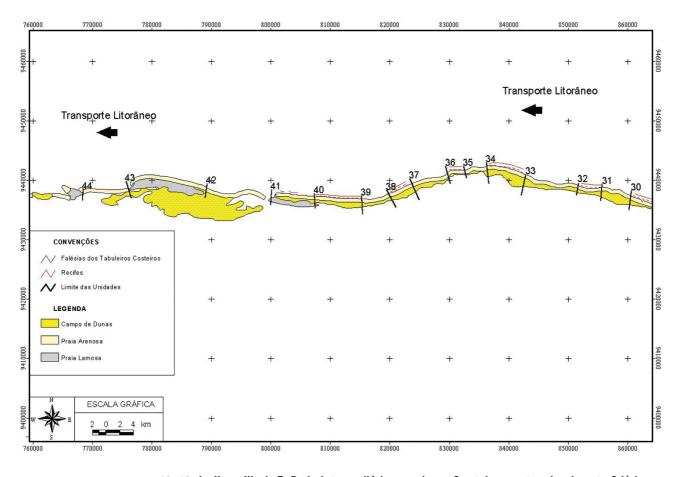
23-24: lb-lld-lllab-E. Praia refletiva exposta com falésia viva coberta por campos de dunas parabólicas

22-23: Ig-IId-IIIm-E . Praia exposta com recifes de coral na plataforma interna (Baixo de Maracajau), precedente de campos de dunas parabólicas

21-22: lb-Ilbd-Illam-E. Praia exposta com recifes de coral na plataforma interna (Baixo de Maracajau), e cordão litorâneo estreito precedendo falésia do Grupo Barreiras com campos de dunas parabólicas

20-21: lg-Ild-IIIkm-E. Praia exposta com recifes de coral na plataforma interna (Baixo de Maracajau), precedente de campos de dunas parabólicas e associada à desembocadura do rio Maxaranguape

19-20: Ig-IId-IIII-S. Praia Intermediária semi-abrigada à retaguarda de recife de arenito precedente de campos de dunas parabólicas.



- 42-43: lg-llceg-lllceh-E. Praia intermediária com dunas frontais exposta e localmente falésia precedida de praia, associada a pontais e precedendo manguezais e campos de dunas barcanas e barcanóides
- 41-42: Ig-Ilceg-Illce-E. Praia intermediária com dunas frontais exposta, associada a pontais e precedendo manguezais e campos de dunas barcanas e barcanóides
- 40-41: lg-llceg-lllcel-S. Praia intermediária com dunas frontais semi-abrigada à retaguarda de recife de arenito, associada a pontais e precedendo manguezais e campos de dunas barcanas e barcanóides
- 39-40: Ig-Ilbe-IlIcl-S. Praia intermediária semi-abrigada à retaguarda de recife de arenito e cordão litorâneo estreito precedendo campos de dunas barcanas e barcanóides
- 38-39: Ig-Ile-Illce-E. Praia intermediária com dunas frontais exposta precedendo campos de dunas barcanas e barcanóides
- 37-38: lg-llbe-lllcl-S. Praia intermediária semi-abrigada à retaguarda de recife de arenito e cordão litorâneo estreito precedendo campos de dunas barcanas e barcanóides
- 36-37: lg-lle-lllce-E. Praia intermediária com dunas frontais exposta precedendo campos de dunas barcanas e barcanóides
- 35-36: lg-llbe-lllcl-S. Praia intermediária semi-abrigada à retaguarda de recife de arenito e cordão litorâneo estreito precedendo campos de dunas barcanas e barcanóides
- 34-35: lg-lle-lllce-E. Praia intermediária com dunas frontais exposta precedendo campos de dunas barcanas e barcanóides
- 33-34: Ig-Ilbe-IIIcl-S. Praia intermediária semi-abrigada à retaguarda de recife de arenito e cordão litorâneo estreito precedendo campos de dunas barcanas e barcanóides
- 32-33: lg-lle-lllce-E. Praia intermediária com dunas frontais exposta precedendo campos de dunas barcanas e barcanóides
- 31-32: lg-llbe-lllcl-S. Praia intermediária semi-abrigada à retaguarda de recife de arenito e cordão litorâneo estreito precedendo campos de dunas barcanas e barcanóides

- 51-52: Ig-Ile-IIIc-E. Praia intermediária exposta precedendo campos de dunas barcanas e barcanóides
- 50-51: lb-Ilbe-Illa-E. Praia exposta com falésia viva com e campos de dunas barcanas e barcanóides
- 49-50: Ig-Ile-Illck-E. Praia intermediária exposta associada a desembocadura do rio Apodi precedendo campos de dunas barcanas e barcanóides
- 48-49: Ig-Ile-Illcel-S. Ig-Ilbe-Illcl-S. Praia intermediária semi-abrigada à retaguarda de recife de arenito precedendo campos de dunas barcanas e barcanóides
- 47-48: lg-lle-lllce-E. Praia intermediária com dunas frontais exposta precedendo campos de dunas barcanas e barcanóides
- 46-47: Ib-Ile-Illa-E. Praia exposta com falésia viva e campos de dunas barcanas e barcanóides
- 45-46: lg-llae-llle-E. Praia com dunas frontais expostas de cordão litorâneo largo precedendo campos de dunas barcanas e bacanóides
- 44-45: Ifg-Ilceg-Illck-E Praia intermediária exposta associada a desembocadura do rio Açu, com pontais e precedendo manguezais e campos de dunas barcanas e barcanóides
- 43-44: Ig-llceg-lllce-E. Praia intermediária com dunas frontais exposta, associada a pontais e precedendo manguezais e campos de dunas barcanas e barcanóides

Referências bibliográficas

- ALVES, A.L.; AMARO, V.E.; VITAL, H., Multitemporal Analysis Of Multispectral Landsat 5 Thematic Mapper Images For Monitoring And Evaluation Of Coastal Morphodynamic On The Northeastern Coast Of Brazil. Journal Of Coastal Research SI (35) Brazilian Sandy Beaches, 2003. p. 279-283
- AMARAL, R.F. Contribuição ao estudo da evolução morfodinâmica do litoral oriental sul do Rio Grande do Norte, entre Ponta de Búzios e Baia Formosa. Tese de doutorado. Curso de Pós-Graduação em Geociências. UFRS. Porto Alegre. 1999. 252p.
- BEZERRA, F.H.R., LIMA FILHO, F.P., AMARAL, R.F., CALDAS, L.H.O., COSTA NETO, L.X. Using beachrock and hydro-isostatic predictions to identify Holocene coastal tectonics in NE Brazil. In: VITA-FINZI, C. (Ed.), *Coastal Tectonics*, Geol. Soc. Spec. Publ., 146, 1998. 279-293.
- BEZERRA, F.H.R.; DINIZ, R.; ACCIOLY, P.C.V. Falhas cenozóicas como controle geomorfológico e da sedimentação na faixa sedimentar costeira do Rio Grande do Norte. *VII Congresso da ABEQUA*, Porto Seguro-BA, 1999. CD-ROM.
- BEZERRA, F.H.R.; AMARO, V.E.; VITA-FINZI, C. & SAADI, A. Pliocene-Quaternary fault control of sedimentation and coastal plain morphology in NE Brazil. *Journal of South American Earth Sciences* 14:61-75. 2001.
- CALDAS, L.H.O. Late Quaternary coastal evolution of the northern Rio Grande do Norte Coast, NE Brazil. Tese de Doutorado. Christian Albrechts Unicersitat zu Kiel, Alemanha, 2002. 92p.
- CHAVES, M.S. 2000. Vulnerabilidade Costeira entre as Praias da Redinha e Genipabú Natal/ RN. Dissertação de Mestrado. UFPE: 2000.
- CHAVES, M.; VITAL, H. and SILVEIRA, I.M., no prelo. Beach Morphodynamics of the Serra Oil Field, Northeastern Brazil. *Journal Of Coastal Research*, SI 39 (Proceedings Of The 8th International Coastal Symposium), . Itajaí, SC Brazil, ISSN 0749-0208
- COSTA NETO, L.X. Transporte longitudinal de sedimentos ao largo do município de Macau, litoral Norte do RN. XIX Simpósio de Geologia do Nordeste. Natal. SBG. 2001. P.65-66.
- DINIZ, R.F. Erosão costeira e o desenvolvimento de costa com baías em forma de zeta no litoral oriental do Estado do Rio Grande do Norte. Resumos. 50°. Reunião Anual da SBPC. Natal-RN, 1998. p.1041.
- DINIZ, R.F. e DOMINGUEZ, J.M.L. Erosão costeira no litoral oriental do Rio Grande do Norte. *VII Congresso da ABEQUA*, Porto Seguro-BA, 1999. CD-ROM.
- DINIZ, R.F.; COSTA NETO, L.X.; MAIA, L.P. Transporte e deposição de sedimentos ao longo do trecho costeiro praia de Ponta Negra-Via Costeira, Natal-RN. *Anais do 41 Congresso Brasileiro de Geologia. SBG.* João Pessoa. 2002. P.87.
- DOMINGUEZ, J.M.L.; BITTENCOURT, A.C. S.P., Regional assesment of long-term trends of coastal erosion in Northeastern Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 68: 355-372. 1996.
- FONSECA, V.P., Estudos morfo-tectonicos na área do baixo curso do Rio Acu (Acu-Macau) Rio Grande do Norte. Dissertacao de Mestrado, UFMG. Belo Horizonte, 1996. 103p.
- FONSECA, V.P. Compartimentação neotectônica de um segmento do litoral setentrional do Rio Grande do Norte. Boletim de Resumos do VIII Congresso da ABEQUA, Mariluz, Imbé-RN. 2001. p.305-306
- LIMA, Z.M.C.; ALVES, A.L.; AMARO, V.E. & VITAL, H. Evolução da Linha de Costa do Esporão de Galinhos (NE Brasil) utilizando fotografias aéreas e imagens Landsat-TM. *Revista Pesquisas em Geociências,* Ed. UFRGS, RS. 28 (2) 497-507. 2001.
- LIMA, Z.M.C.; ANDRADE, P.R.O.; XAVIER, P.; VITAL, H.; AMARO, V.E.; MEDEIROS, W.E. Sand spits from NE Brazil: high resolution Quaternary analogous for reservoir model. *Annual Meeting of American Association of Petroleum Geologist*. Houston, EUA. 2002. Extended Abstracts CD-ROM.
- MAIA, L.P. E CUNHA, E.M.S. Evolução da praia dos Artistas (Natal-RN) por análise temporal de fotografias aéreas. *Simpósio brasileiro sobre praias arenosas*. 2000. p.162-163.
- MATOS, R. M. D. Deep Seismic Profiling, Basin Geometry and Tectonic Evolution of Intracontinental in Brazil. Doctor of Philosophy Thesis, Department of Geology of Cornell University, New York, 1992. 275p.
- NIMER, E. Climatologia do Brasil. IBGE, Rio de Janeiro, 1989. 2 ed., 422 pp.
- SILVA, R.L.C. E MAIA, L.P. Variação morfológica da linha de costa entre as praias de Genipapu e Jacumã-RN. XLI Congresso Brasileiro de Geologia, *Anais*. 2002. P. 115.
- SILVEIRA, I.M. Monitoramento Geoambiental da região costeira do município de Guamaré-RN. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Geodinâmica e Geofísica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte. 2002. 115p.
- SOUTO, M.V.S. Análise multitemporal dos elementos geoambientais da dinâmica costeira da região da Ponta do Tubarão, Macau-RN, com base em produtos de sensoriamento remoto e GIS. Relatório de Graduação. Departamento de Geologia. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. 2002. 65p.

- SOUZA, F.E.S. Evolução morfodinâmica da região de influencia estuarina do rio Curimataú/ RN, com ênfase nas alterações do ambiente deposicional de manguezal e a integração de geodados em SIG. Programa de pósgraduação em Geodinâmica e Geofísica da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, Tese de Doutorado. 2004. 150p.
- TABOSA, W.F. Dinâmica Costeira da região de São Bento do Norte e Caiçara do Norte-RN. Relatório de Graduação. Departamento de Geologia. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. 2000. p.76.
- TABOSA, W.F.T. Monitoramento Costeira das Praias de São Bento do Norte e Caiçara do Norte RN. Programa de pós-graduação em Geodinâmica e Geofísica da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, Dissertação de Mestrado. 2002. 76p.
- TABOSA, W.F.T, VITAL, H.; AMARO, V.E. Morphologic and Structural Characterization of the Rio Grande do Norte State, NE Brazil, based on Remote Sensing Images. *Annual Meeting of American Association of Petroleum Geologist*. Houston, EUA. 2002. Extended Abstracts CD-ROM.
- TABOSA, W.F.T.; LIMA, Z.M.C.; VITAL, H.; GUEDES, I.M.G. Monitoramento costeiro das praias de São Bendo do Norte e Caiçcara do Norte NE/ Brasil. *Revista Pesquisas em Geociências*, Ed. UFRGS, RS 28 (2). 2001. p. 383-392.
- VITAL, H.; TABOSA, W.F.; STATTEGGER, K.; CALDAS, L.H.O. Tectonics and Bottom Morphology control on Sediment Distribution in the Brazilian NE Continental Margin: São Bento do Norte / Caiçara do Norte Área. Abstracts of the Chapman conference on the Formation of Sedimentary Strata on Continental Margins, American geophysical Union, Ponce-Puerto Rico. 2001. p.37.
- VITAL, H., STATTEGGER, K., TABOSA, W.F., RIEDEL, K., E HUSTED, S. Erosão no litoral do RN: O exemplo de Caiçara do Norte. Simpósio Brasileiro sobre Praias Arenosas, *Anais*. 2000. p.346-347.
- VITAL, H.; AMARO, V..; TABOSA, W.F.T.; GUEDES, I.M.G.; STATTEGGER, K.; CALDAS, L.H.O. Pattern of sediment distribution in setentrional coast of RN State, NE Brazil. 2002 *Ocean Sciences Meeting*, American geophysical Union, Honolulu-Hawai and EOS, Transactions, American Geophysical Union, 2002a. V.83, No.4.
- VITAL, H.; AMARO., V.E.; STATTEGGER, K.; SCHWARZER, K.; TABOSA, W.F.; FRAZÃO, E.P.; SILVEIRA, I.M.; CALDAS, L.H.O. Interactions of seal level and tectonics on large scale bedforms preserved on a tropical shelf: The Rio Grande do Norte Shelf, NE Brazil. *Continental Shelves during the last glacial cycle.* 2nd Conference. IGCP 464. Sao Paulo. Abstracts. 2002b. P.99-100.
- VITAL, H.; STATTEGGER, K.; TABOSA, W.F.; RIEDEL, K., Why Does Erosion Occur on the Northeast of Brazil? The Caiçara do Norte beach example. *Journal of Coastal Research SI* (35) Brazilian Sandy Beaches, 2003a. p. 525-529
- VITAL, H; LIMA, Z.M.C.; SILVEIRA, I.M.; AMARO, V.E. & SOUTO, M.V.S. Barrier System from the Northern Rio Grande do Norte State Coast, Ne Brazil: A Tectonic Control? *3o. Congresso Latino Americano de Sedimentologia*. Belém-Brazil, 2003b. p. 113-115.
- XAVIER NETO, P.; LIMA, Z.M.C.; ANDRADE, P.R.O.; OLIVEIRA JR., J.G.; MEDEIROS, W.E. E VITAL, H. GPR images of the Galinhos Península, NE Brazil: the register of a geologic evolution from paleochannel to a sand spit? In: GPR in sediments. Geological Society and UCL. Londres, Inglaterra. Agosto 2001. *Anais*. 2001.