

## ALTERAÇÕES GEOMÓRFICAS NA EMBOCADURA DA LAGUNA DE GUARAÍRAS - RN

Ricardo Farias do Amaral<sup>1</sup>; Olavo Francisco dos Santos Júnior<sup>2</sup>; Ada Cristina Scudelari<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>D.Sc. em Geologia, Programa de pós-graduação em geodinâmica e geofísica e Programa de pós-graduação em engenharia sanitária da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Campus Universitário Lagoa Nova.

Fone: +55 84 215 3808 – ramal 211. e-mail: [ric@ufrnet.br](mailto:ric@ufrnet.br)

<sup>2</sup>D.Sc. em Engenharia Civil, Programa de pós-graduação em engenharia sanitária da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Campus Universitário s/n, Lagoa Nova

Fone: +55(84) 2153766. e-mail: [olavo@ct.ufrn.br](mailto:olavo@ct.ufrn.br)

<sup>3</sup>D.Sc. em Engenharia Civil, Programa de pós-graduação em engenharia sanitária da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, e-mail: [ada@ct.ufrn.br](mailto:ada@ct.ufrn.br)

### RESUMO

Foram identificadas alterações na morfologia na embocadura da Laguna de Guaraíras localizada no litoral leste do estado do Rio Grande do Norte, bem como as possíveis causas destas alterações. Para tanto foram realizadas análises de diversos produtos de sensores remotos digitais, corrigidos geometricamente e registrados. Foram estudados em detalhes as fotografias aéreas obtidas em 1970, 1979 e 1997. Nos trabalhos de campo coletou-se amostras de todas unidades geológicas identificadas para realização de ensaios de caracterização geotécnica. Os resultados indicam áreas de instabilização de encostas na margem NW e SE da embocadura e movimentos de massa provocados processos pluviais e marinhos.

### ABSTRACT

We used digitalized aerial photographs obtained at 1970, 1979 and 1997, to identify changes in the morphology of the mouth of Guaraíras Lagoon in the eastern littoral of Rio Grande do Norte State, Northeastern of Brazil. The aerial images was rectified, registered and compared visually by used GIS tools. At the field work we collected sediment samples to study it geotechnique features. The results show instable areas at the NW and SE margins of the mouth of Guaraíras Lagoon and continuous mass movement carried by pluvial and coastal processes.

Palavras-Chave: assoreamento, erosão costeira, geoprocessamento.

### 1. INTRODUÇÃO

O Sistema Estuarino Lagunar Nísia Floresta – Papeba – Guaraíras vem sofrendo um processo de colmatação cuja gênese é função de vários fatores. Um dos fatores que está sendo investigado como agente responsável pelo assoreamento deste sistema diz respeito ao processo erosivo verificado na embocadura da Laguna de Guaraíras.

As condições de estabilidade nas embocaduras dependem predominantemente das marés, do clima de ondas, do transporte litorâneo ao longo da praia adjacente, da descarga fluvial e das características morfológicas e do clima na região. Estes fatores são responsáveis por processos erosivos complexos, que provocam alterações no canal da embocadura a partir de vários tipos de movimentos de massas nas encostas. A determinação das alterações nas margens do canal da embocadura da Laguna de Guaraíras ao longo do tempo é o objetivo deste trabalho.

### 2. LOCALIZAÇÃO E ASPECTOS FISIOGRAFICOS

A área estudada localiza-se dentro dos limites políticos dos municípios de Goianinha, Arês, Senador Georgino Avelino, Tibau do Sul e Nísia Floresta, na porção sul oriental do estado do Rio Grande do Norte (Figura 1).

A cobertura vegetal presente na região pode ser dividida nas seguintes variedades: costeira, composta por vegetação fixadora de dunas, árvores de pequeno porte e gramíneas; mata de manguezais, matas de várzeas, onde ocorrem plantas que circundam as drenagens, como gramíneas e ciperáceas; além de porções de mata atlântica, nas quais ocorrem árvores de médio porte, associadas à vegetação rasteira. Na região, a variação média da

maré esta em torno de 1,5 m, podendo chegar a 2,5 m nos períodos de maré de sizígia.

Em termos litológicos predominam rochas sedimentares terciárias da Formação Barreiras (sedimentos areno-argilosos com intercalações conglomeráticas e lentes argilosas) que constituem a superfície plano horizontal dos Tabuleiros Costeiros, entalhada por sedimentos aluvionares das planícies fluviais e recoberta por sedimentos arenosos eólicos que constituem as dunas.

O Sistema Nísia Floresta – Papeba – Guaraíras é formado por dois corpos d'água interligados (lagunas de Nísia Floresta e Papeba), que interagem, através de canais, com a Laguna de Guaraíras. Estas lagunas são rasas, com profundidades variando entre 0,5 (nas margens) e 2,0 metros (em direção ao centro). A Laguna de Nísia Floresta apresenta-se com dimensões de 4,5 km de comprimento na direção leste-oeste e 1,6 km na direção norte-sul. Os rios que drenam para essa lagoa, na direção NE, têm no Trairí e Ararí seus maiores tributários.

A Laguna de Papeba apresenta uma área aproximada de 2,0 km<sup>2</sup>, alongada na direção norte-sul. Comunica-se a NW, com a Lagoa de Nísia Floresta e a SE com a Laguna de Guaraíras, respectivamente através dos canais de Boqueirão e Surubajá.

A Laguna de Guaraíras mede cerca de 7,0 km de comprimento, com largura variando entre 1,40 a 2,0 km e apresenta-se alongada na direção SE-NW. Possui ampla comunicação com o mar, através de um canal de maré de aproximadamente 200 metros de largura e profundidade máxima em torno de 8,0 metros. Os rios Jacu e Trairí são responsáveis pelo aporte de água doce e sedi-

mentos de origem continental para a mesma. Entretanto, em virtude da intensa penetração do prisma de maré, a influência das águas marinhas predominam.

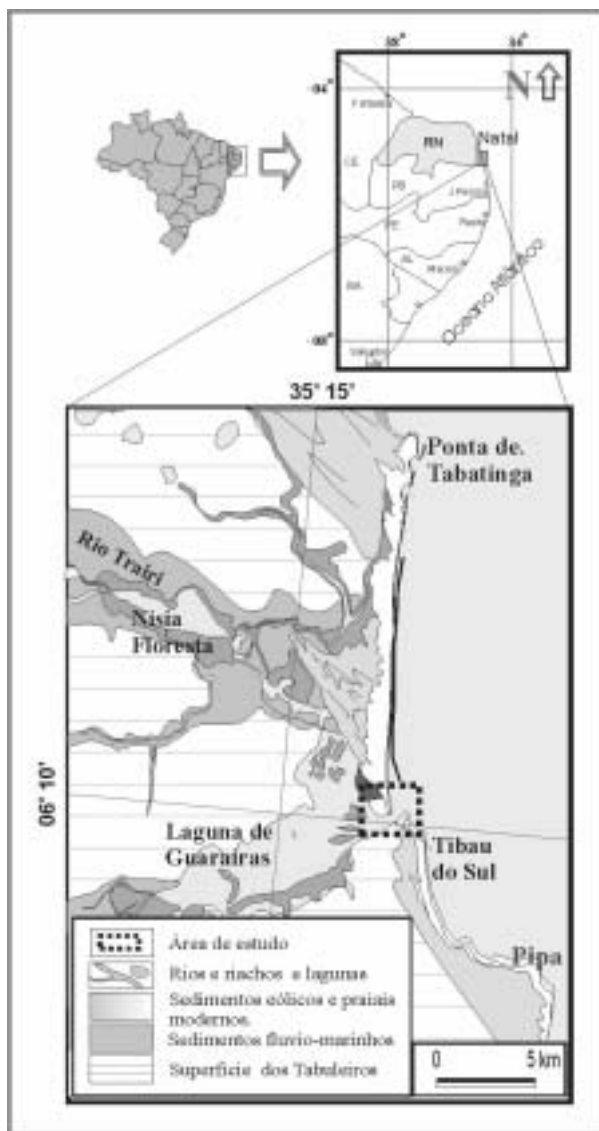


Figura 1 – Mapa de localização da área estudada.

### 3. EVOLUÇÃO EM TEMPOS HISTÓRICOS

Este Sistema vem sofrendo modificações constantes com relação as suas características originais em função de uma intensa ocupação humana que tem promovido desmatamentos, aterros, dragagens, retificações e aberturas de canais e até da embocadura da laguna. O resultado físico mais evidente destas ações é o assoreamento da laguna.

Em 1612 Guaraiaras comunicava-se com o mar e apresentava-se circundada por intensa vegetação. Em 1638 Guaraiaras encontrava-se separada do mar, fazendo supor que entre 1612 e 1638, deu-se o fechamento da barra, pelo desenvolvimento para sul de um esporão de areia, passando de laguna para lagoa. Em 1923 o Governo do Estado abre, neste esporão que isolava a lagoa de Guaraiaras do mar, um estreito canal com a finalidade de drenar a lagoa, para conquistar mais terras para o plantio de cana de açúcar. Um alargamento definitivo deste canal

aberto pelo estado ocorreu em 14/04/1924, no ápice da maior enchente registrada neste século. Em questão de horas, o canal de poucos metros de largura, foi arrombado em cerca de 200 m, pela ação violenta das águas trazidas pelos rios Jacu e Trairi. A Laguna de Guaraiaras, até então de água doce, ficou ligada permanentemente ao mar, dando início ao desenvolvimento de flora e fauna características de ambiente transicional que perduram até os dias atuais. Um relato detalhado sobre a evolução histórica do Sistema pode ser obtido em BAGNOLI et al. (1995) e SCUDELARI et al. (2001).

### 4. METODOLOGIA

Os produtos de sensores remotos empregados neste trabalho foram os seguintes: fotografia aérea na escala aproximada de 1:70000 obtida em 09 de março de 1970; fotografia aérea na escala aproximada de 1:40.000 obtida em 13 de fevereiro de 1979, fotografia aérea de pequeno formato obtida em 30 de agosto de 1996 em escala aproximada de 1:1000 e fotografia aérea em escala 1:8000 obtida em março de 1997. Excetuando-se a fotografia de 1997, já recebida em meio digital, todas as demais foram digitalizadas de forma a alcançar uma resolução espacial de aproximadamente 3 metros. Após a digitalização as imagens geradas foram ajustadas para permitir uma melhor avaliação visual. Em seguida a imagem de 1997 foi georreferenciada com base em pontos de controle obtidos da cartografia pré-existente em escala de 1:2000 e as demais imagens foram registradas a esta.

A geração dos planos de informação com a delimitação das margens SE e NW do canal foi feita com base em interpretação visual e uma correção geométrica posterior, necessária em função de inacurácia do registro, foi efetuada a partir da superposição de pontos fixos que se supôs não terem sofrido alterações no intervalo de tempo analisado.

Trabalhos de campo foram realizados com os seguintes objetivos: complementação das informações fotográficas, coleta de amostras de todas as unidades geológicas presentes na região as quais foram submetidas a ensaios de caracterização geotécnica e identificação de pontos de instabilização. O trabalho de campo permitiu a observação dos tipos e mecanismos de erosão envolvidos na embocadura.

Mesmo após o registro cuidadoso das imagens, as curvas que delimitaram as margens do canal tiveram que ser corrigidas. Para isto foram considerados dois pontos fixos, um na margem SE e outro na margem NW. Estes pontos foram considerados como constantes ao longo do tempo (Figura 3). Na margem SE, foi considerado como ponto fixo, a extremidade norte do corpo de arenito de praia (A). Na margem NW, na falta de um ponto de melhor qualidade, decidiu-se considerar a borda da encosta mais oriental da praia, como um ponto fixo (B). Este procedimento, embora coerente e necessário, eleva o nível de incerteza do método.

### 5. RESULTADOS OBTIDOS

Os trabalhos de campo e a análise temporal dos produtos de sensores remotos permitiram que se alcançasse os seguintes resultados:

A encosta SE da embocadura é formada por uma falésia com altura de aproximadamente 7,0 m. A camada superior é formada de sedimentos eólicos, não plásticos, com 1% de areia grossa, 21% de areia média, 70% de areia fina e 8% de silte e argila. A base da encosta é formada por sedimentos variegados da Formação Barreiras, que apresentam valores de LL= 33% e LP= 19%. Em termos de granulometria, o material tem 3% de areia grossa e 43% de areia média, 24% de areia fina e 30% de silte e argila. Com base nos resultados dos ensaios de caracterização foi possível classificar os materiais utilizando o Sistema Unificado de Classificação dos Solos. Os sedimentos eólicos foram classificados como SP (areia mal graduada) e os sedimentos da Formação Barreiras como SC (areia argilosa) (SANTOS et al. 1999).

No que diz respeito aos processos erosivos sobre as falésias foi confirmada a participação dos agentes pluviais que provocando o escoamento superficial e a infiltração aceleram o processo de recuo. No primeiro caso o escoamento concentrado tem provocado o surgimento de vossorocas na margem SE da embocadura, principalmente porque os sedimentos eólicos superficiais formados por areia (SP) apresentam elevada erodibilidade, por outro lado as águas infiltradas tendem a gerar superfícies de ruptura ao atingirem o contato entre os sedimentos arenosos sobrejacentes e os sedimentos areno-argilosos da Formação Barreiras. Os agentes marinhos que são as ondas, as marés e as correntes, por sua vez, provocam o solapamento da encosta ao promoverem o recuo acelerado de sua base (Figura 2).

Embora os processos de recuo devido aos agentes marinhos e pluviais sejam concomitantes, os primeiros ocorrem de forma contínua ao longo do ano enquanto que os últimos possuem um caráter sazonal, sendo intensos apenas nos meses chuvosos



Figura 2 – Modelo esquemático da ação de processos erosivos sobre as falésias na margem SE da embocadura da laguna de Guaraiás (modificado de Amaral, 2001) .

Esta dinâmica tem como resultado as alterações na geometria das margens da embocadura, como se pode verificar na figura 3, as quais serão analisadas a seguir.

A análise sobre as imagens de 1970, 1979 e 1997 mostra que na margem SE ocorreu um recuo linear máximo de aproximadamente 100 metros entre 1970 e 1997 (segmento a-a'), considerando-se a superfície erodida aproximadamente plana e horizontal, pode ser calculada uma perda

de área de cerca de 16.000 m<sup>2</sup>. Na margem NW o recuo linear máximo foi aproximadamente o dobro (segmento b-b') e a área perdida para as águas foi de aproximadamente 55.000 m<sup>2</sup>. Esta erosão, no entanto, não ocorre de modo uniforme no tempo ou no espaço. Observando-se a figura 3 verifica-se que, na margem SE da embocadura a erosão ocorreu principalmente mais ao norte, enquanto na margem sul a erosão ocorreu mais ao sul. Em certos trechos da embocadura o método não conseguiu determinar qualquer recuo. Em termos temporais, o que se observa é uma tendência a diminuição na taxa de recuo das margens. Na figura 4, onde são plotados os anos das coletas de informações versus o recuo máximo aproximado da margem SE, esta tendência pode ser melhor visualizada. O mesmo comportamento é observado na margem NW da embocadura.

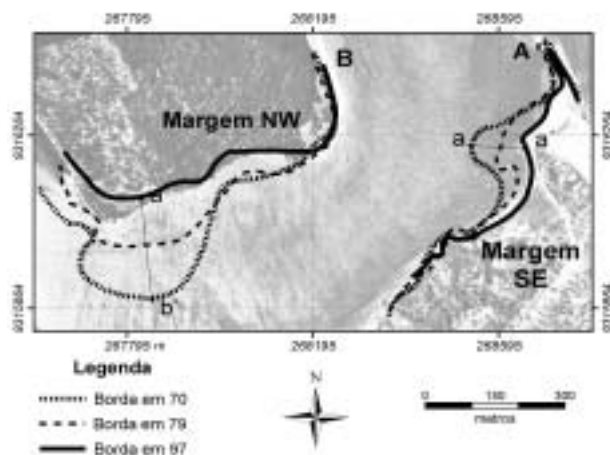


Figura 3 – Alterações na geometria das margens da embocadura da Laguna de Guaraiás desde 1970 até 1997.

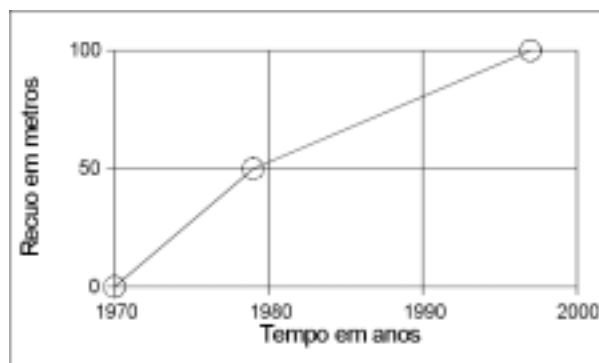


Figura 4 – Analisando-se os dados disponíveis observa-se uma leve tendência a diminuição dos processos erosivos na embocadura da laguna.

A Figuras 5 mostra aspectos gerais da face sul da embocadura da Laguna de Guaraiás. Durante a maré alta, a água atinge o sopé da encosta (falésia) provocando a sua escavação. O avanço desse processo descalça a parte superior provocando a queda do material.



Figura 5 – Fotografia obtida em 2001 na margem SE da embocadura exhibe rapidez do processo erosivo.

de Guaraíras – RN. 7º Simpósio Nacional de Controle de Erosão, Editado em CD, Goiânia.

## **6. CONCLUSÕES**

Com base nos estudos desenvolvidos verifica-se que os processos erosivos na embocadura desenvolvem-se continuamente ao longo do ano em função da ação das marés, sendo agravados nos períodos de janeiro a agosto quando se eleva o nível de precipitação na região.

Os processos erosivos presentes na embocadura da Laguna de Guaraíras ocorrem devido a erosão de sedimentos arenosos nas suas margens, a movimentos de massas provocados pelo solapamento da base da encosta a escorregamentos superficiais na parte superior de suas encostas.

O uso de ferramentas de geoprocessamento se mostrou uma estratégia eficiente na análise de modificações temporais na geometria de feições no litoral, no entanto a necessidade de interpretações subjetivas, dependentes do interprete, é clara.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradecemos a Secretaria do Patrimônio da União do Rio Grande de Norte por nos ter cedido as fotografias aéreas obtidas em 1997 bem como a cartografia digital, material assencial para a execução deste trabalho, bem como ao senhor Rogério Bivar do Hotel Marinas de Tibau do Sul pelo apoio logístico irrestrito durante as etapas de campo.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- AMARAL, R. F. (2001). A Dinâmica Ambiental e o Problema da Erosão na Zona Costeira do Município de Tibau do Sul. IDEMA. Relatório interno. 45 p.
- BAGNOLI, E.; FARIAS, P. R. C. (1995) Evolução, em tempos históricos, da morfologia da “Lagoa” e Guaraíras, litoral sul do estado do Rio Grande do Norte. Simpósio Sobre Processos Sedimentares e Problemas Ambientais na Zona Costeira Nordeste do Brasil, Recife.
- SANTOS Jr., O. F. dos; SCUDELARI, A. C. ; VITAL, H. ; AMARAL, R. F.;(1999) Caracterização Geoambiental da Região de Guaraíras – RN, 9º Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia, Editado em CD, São Paulo.
- SCUDELARI, A. C.; SANTOS Jr, O. F. dos; AMARAL, R. F.; MEDEIROS, A.G.B.; PEREIRA, D. de A.. (2001) Processos Erosivos na Embocadura da Laguna