

ANÁLISE DA LINHA DE COSTA ENTRE O RIO MACAÉ E O CANAL DAS  
FLECHAS (RJ) DE 1967 A 2007 POR MEIO DE FOTOGRAFIAS AÉREAS

**ANÁLISE DA LINHA DE COSTA ENTRE O RIO MACAÉ E O CANAL DAS  
FLECHAS (RJ) DE 1967 A 2007 POR MEIO DE FOTOGRAFIAS AÉREAS**

Folharini, S.O.<sup>1</sup>; Oliveira, R.C.<sup>2</sup>; Conceição, A.F.<sup>3</sup>; Furtado, A.L.S.<sup>3</sup>;

<sup>1</sup>UNICAMP/EMBRAPA MONITORAMENTO POR SATÉLITE

*Email:saulofolharini@yahoo.com.br;*

<sup>2</sup>UNICAMP *Email:reginacoliveira@ige.unicamp.br;*

<sup>3</sup>EMBRAPA MONITORAMENTO POR SATÉLITE

*Email:adriana.conceicao@colaborador.embrapa.br;*

<sup>3</sup>EMBRAPA MONITORAMENTO POR SATÉLITE

*Email:andre.furtado@embrapa.br;*

**RESUMO:**

Este estudo analisa a variação temporal da linha de costa entre o rio Macaé e o Canal das Flechas no litoral norte Estado do Rio de Janeiro, utilizando fotografias aéreas da USAF (1967) e IBGE (2007). Os dados foram processados no módulo Digital Shoreline Analysis System (DSAS) do ArcGIS 10.2 desenvolvido por Thieler et al. (2009). Os resultados demonstraram que os processos erosivos predominam nesta área do litoral, com acumulação de sedimentos ocorrendo nas desembocaduras dos cursos fluviais.

**PALAVRAS CHAVES:**

*Fotografia aérea; Linha de costa; Sedimentos*

**ABSTRACT:**

This study to analyze the temporal variation of the coast between the river Macaé and the Canal das Flechas in north coast the state of Rio de Janeiro using air photo of USAF (1967) and IBGE (2007). The dates were processing in module Digital Shoreline Analysis System (DSAS) of ArcGIS 10.2 developed by Thieler et al. (2009). The results showed that the erosive processes of sediments predominate in this coastal area, with accumulation of sediments happening in base level of watercourse.

**KEYWORDS:**

*Air Photo; Sediments; Shoreline*

**INTRODUÇÃO:**

Condições climáticas, variações no nível do mar, atividades antropogênicos são alguns exemplos de fenômenos que interferem nos ecossistemas singulares existentes na zona costeira. Um dos processos atuantes que modifica a morfologia da linha de costa é realizado pela dinâmica das ondas sobre os sedimentos depositados na interface terra e mar, originando as formações praias. Este processo absorve parte da energia das ondas

## ANÁLISE DA LINHA DE COSTA ENTRE O RIO MACAÉ E O CANAL DAS FLECHAS (RJ) DE 1967 A 2007 POR MEIO DE FOTOGRAFIAS AÉREAS

modificando a morfologia da linha de costa. Outros processos de magnitudes e frequências distintas também atuam na modificação da morfologia da linha de costa. Podemos citar como exemplo a elevação do nível do mar, sedimentos trazidos pelos rios, movimentos tectônicos e ação antrópica (CAMFIELD e MORANG, 1996; AB'SABER, 2000; MUEHE, 2013). A zona costeira ao norte do Estado do Rio de Janeiro, flanco sul da desembocadura do rio Paraíba do Sul é formada por uma extensa planície costeira deltiforme de cordões arenosos transgressivos, evidencia das flutuações marítimas da época holocênica. Estudo realizado por Suguio et al. (1985) comprovam a evidência de deslocamento de paleolinhas de costa e os níveis mais altos do mar nesta área. Como característica predominante, esta planície costeira tem como formações superficiais os cordões litorâneos, planícies fluviais e lacustres com solos arenosos como os espodosolos. Nesta temática, a presente pesquisa objetiva analisar a variação da linha de costa entre a desembocadura do rio Macaé município de Macaé e o Canal das Flechas município de Campos dos Goytacazes, estado do Rio de Janeiro através da análise de fotografias aéreas dos anos de 1967 e 2007. Fornecendo subsídios que auxiliem o planejamento desta área, identificando áreas de risco a processos erosivos e consequentemente prioritárias a preservação.

### **MATERIAL E MÉTODOS:**

Neste estudo foram utilizadas fotografias aéreas de 1967. Estas foram convertidas para o meio digital na Biblioteca da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (USAF/CPRM), e ortofotos de 2007 do Projeto RJ-25 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Inicialmente, realizou-se o georreferenciamento das fotografias aéreas da USAF/CPRM em sistema de coordenadas planas UTM, meridiano 24 sul, datum WGS84 e reprojeção das fotografias aéreas do IBGE para o mesmo sistema de coordenadas. Para identificarmos variações na linha da costa, vetorizou-se a linha da costa e uma linha base, na escala 1:25.000, com auxílio do software ArcGIS versão 10.2 (Esri Inc.). O limite de contato água/solo foi considerado para delimitação da linha de costa. Por sua vez, a linha de base foi definida com base no limite da vegetação com a praia, conforme figura 1 abaixo (MOORE, 2000). A seguir, foram traçados transectos perpendiculares a linha de costa com 10 metros de espaçamento e 400 metros de comprimento e ângulo de 90° em relação à linha de base, em seguida estes foram cortados utilizando as linhas de costa como segmento de corte resultando nos valores de comprimento entre a linha de base e as linhas de costa. Para análise da linha da costa foi utilizado o módulo Digital Shoreline Analysis System (DSAS) do ArcGIS, desenvolvido por Thieler et al. (2009). O módulo utiliza uma linha de base arbitrária e transectos ortogonais para definir variações na linha da costa. Para o cálculo utilizamos um dos métodos disponíveis no módulo, Shoreline Change Envelope (SCE) que calcula a distância entre a linha de base e a linha de costa. O processo de acumulação ou erosão é determinado a partir da diferença no comprimento dos transectos. Os resultados obtidos foram analisados utilizando-se o teste não paramétrico de Kolmogorov-Smirnov ( $p < 0,001$ ), uma vez que as amostras não possuíam distribuição.

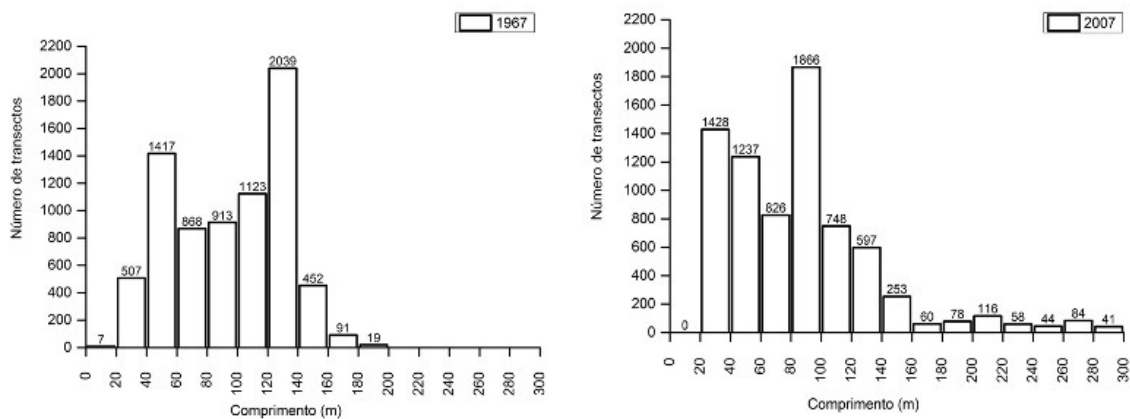
## RESULTADOS E DISCUSSÃO:

No litoral norte do Estado do Rio de Janeiro há predominância de dois padrões de ondas, um de NE e outro de SE, relacionados aos ventos alísios originários do anticiclone do Atlântico Sul, recebendo com maior frequência ondas fracas a moderadas, associadas aos ventos locais dos quadrantes NE e E. Podem ocorrer também ondas com maior intensidade, mas com menos frequência dos quadrantes SE, S e SW associadas às frentes frias durante os meses de outono e inverno (SOUZA, 1988; DOMINGUEZ; BITTENCOURT, 1994; MUEHE, 1998). A identificação dos padrões de ondas nos fornece informações importantes que analisadas conjuntamente com a caracterização morfológica de uma linha de costa formam a base para a identificação de áreas onde ocorrem processos de sedimentação e erosão. A análise dos 7.436 transectos, distribuídos em um histograma com 15 classes e intervalos de 20 m, permitem avaliar alterações na linha de costa (figura 1). Em 1967, todos os transectos apresentavam comprimento inferior a 200m e somente 19 possuíam comprimento entre 180 e 200m, o que representa 0,25% do total. Nesta mesma data, 55% dos transectos possuíam comprimento entre 80 e 140m. Após 40 anos, 5,7% dos transectos possuíam comprimento igual ou maior a 180m e um crescimento no número de transectos nas classes 20-40, 40-60 e 80-100 (figura 1). O teste de Kolmogorov-Smirnov mostrou que as distribuições foram diferentes significativamente ( $p < 0,001$ ). Este fato indica que esta região do litoral norte do Estado do Rio de Janeiro apresenta áreas de acumulação de sedimento na linha de praia. Entretanto, o processo de acumulação de sedimento não ocorre de forma uniforme ao longo da linha da costa (figura 2). As áreas de acumulação de sedimentos arenosos ocorrem próximas às desembocaduras do rio Macaé e o Canal das Flechas e processos de erosão predominam no resto da linha de costa analisada. Contudo, analisado toda a área, observamos predominam processos de erosão, uma vez que, 72,8% dos transectos apresentaram valores negativos. Na área do município de Macaé, especificamente, na foz do rio Macaé, a linha de costa tem formato côncavo e predomina o processo de acumulação de sedimento, representando aproximadamente 39m no período analisado. A partir do transecto 206 ao 1.168, predomina o avanço do mar, e a redução da linha de praia atinge 58m. Entre os transectos 1.105 e 6.764 localiza-se a zona de amortecimento do Parque Nacional (PARNA) da Restinga de Jurubatiba e os limites do PARNA estão entre os transectos 1.169 e 5.597. No intervalo da zona de amortecimento predomina o avanço do mar, pois 80,2% dos transectos possuem valores negativos. Os transectos positivos estão associados à presença das lagoas costeiras de Cabiunas, Carapebus e Paulista, onde a faixa de praia se alarga em direção ao mar, por sua vez a faixa de praia entre as lagoas sofre uma contração, ou seja, ocorre um avanço pontual do mar sobre a praia nestes locais. Estas variações pontuais podem ser justificadas pelo movimento natural de expansão e contração das lagoas, de acordo com a estação do ano, frente à estreita faixa de praia nestes locais. Por fim, entre os transectos 6764 e 7436 localiza-se a área onde ocorre o maior processo de sedimentação, consequência da presença da foz do Canal das Flechas no transecto 7436, que liga a Lagoa Feia ao oceano. A sedimentação nesta área chega a 240 metros, indicando que a Lagoa Feia recebe uma quantidade significativa de sedimentos oriundos dos cursos d'água do seu entorno e transportados para o mar pelo Canal das Flechas. Este cenário de variação da linha de costa corrobora com o padrão de ondas de NE e E existentes na área. Os sedimentos depositam-se próximo a foz do canal das Flechas de

# ANÁLISE DA LINHA DE COSTA ENTRE O RIO MACAÉ E O CANAL DAS FLECHAS (RJ) DE 1967 A 2007 POR MEIO DE FOTOGRAFIAS AÉREAS

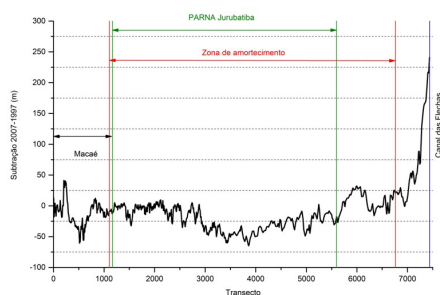
forma alongada em relação à costa, direcionando as ondas para S da costa do PARNA e causando a maior erosão nas áreas próximas a Lagoa do Piripiri II.

Figura 1



Frequência absoluta dos transectos nas fotografias aéreas dos anos de 1967 e 2007.

Figura 2



Varição da linha da costa (m).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS:

Neste estudo, a dinâmica da costa foi analisada a partir de indicadores obtidos por técnicas de geoprocessamento e fotografias aéreas, que forneceram adequadas informações espaciais de localização da linha de costa, permitindo uma discernível avaliação temporal. De maneira geral, na região entre Macaé e o canal das Flechas (Campos) predominam processos erosivos, pois 72,8% dos transectos apresentaram valores negativos. Contudo, por não possuímos fotos aéreas ou imagens de alta resolução entre os dois períodos analisados, não podemos inferir se os processos de acumulação e erosão ocorreram homoganeamente ao longo dos 40 anos. Considerando que o Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba encontra-se inserido na área estudada futuros estudos de monitoramento da linha de costa seriam valiosos como subsídios para a proteção deste ecossistema e sua gestão.

## AGRADECIMENTOS:

Agradecemos ao Conselho Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento (CNPq) pelas bolsas concedidas, a Embrapa Monitoramento por Satélite e ao Instituto de Geociências

## ANÁLISE DA LINHA DE COSTA ENTRE O RIO MACAÉ E O CANAL DAS FLECHAS (RJ) DE 1967 A 2007 POR MEIO DE FOTOGRAFIAS AÉREAS

da Universidade Estadual de Campinas pela oportunidade e estrutura fornecidas para o desenvolvimento da pesquisa, ao Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística e a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais pela seção das fotografias aéreas.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA:

AB'SABER, A. N. Fundamentos da geomorfologia costeira no Brasil atlântico inter e subtropical. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, v. 1, n. 1, p. 27–43, 2000.

CAMFIELD, F. E.; MORANG, A. Defining and interpreting shoreline change. *Ocean and Coastal Management*, v. 32, n. 3, p. 129–151, 1996.

DOMINGUEZ, J. M. L.; BITTENCOURT, A. C. S. P. Utilização de Padrões de Sedimentação Costeira como Indicadores Paleoclimáticos Naturais (Proxies). *Revista Brasileira de Geociências*, v. 24, n. 1, p. 9–12, 1994.

MOORE, L. J. Shoreline mapping techniques. *Journal of Coastal Research*, v. 16, n. 1, p. 111–124, 2000.

MUEHE, D. O litoral brasileiro e sua compartimentação. In: A. J. T. Guerra; S. B. da Cunha (Eds.); *Geomorfologia do Brasil*, 1998. Rio de Janeiro.

MUEHE, D. Erosão costeira, mudança do clima e vulnerabilidade. *Processos erosivos e recuperação de áreas degradadas*. 1a ed., p.160 – 190, 2013. São Paulo: Oficina de Textos.

SOUZA, M. H. S. Clima de ondas do norte do estado do Rio de Janeiro. Dissertação de Mestrado. Pós-graduação em Engenharia Oceânica, Universidade Federal do Rio de Janeiro/COPPE, 1988.

SUGUIO, K.; MARTIN, L.; BITTENCOURT, A. C. S. P.; et al. Flutuações do nível relativo do mar durante o quaternário superior ao longo do litoral brasileiro e suas implicações na sedimentação costeira. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 15, n. 4, p. 273–286, 1985.

THIELER, E. R. .; HIMMELSTOSS, E. A. .; ZICHICHI, J. L. .; ERGUL, A. Digital Shoreline Analysis System (DSAS) version 4.0— An ArcGIS extension for calculating shoreline change. ,2009. U.S. Geological Survey Open-File Report 2008-1278. Disponível em: <<http://woodshole.er.usgs.gov/project-pages/dsas/>>.