

APLICAÇÃO DE TÉCNICAS DE SENSORIAMENTO REMOTO NA ANÁLISE  
MULTITEMPORAL DA LINHA DE COSTA REGIÃO DE ICAPUÍ/CE, ENTRE  
1984 E 2013.

**APLICAÇÃO DE TÉCNICAS DE SENSORIAMENTO REMOTO NA ANÁLISE  
MULTITEMPORAL DA LINHA DE COSTA REGIÃO DE ICAPUÍ/CE, ENTRE  
1984 E 2013.**

Moreira, A.<sup>1</sup>; Cynthia, R.<sup>2</sup>; Michael, V.<sup>3</sup>;

<sup>1</sup>UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARA *Email:alinemoreiradamas@yahoo.com.br*;

<sup>2</sup>UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARA *Email:cynthia.duarte@ufc.br*;

<sup>3</sup>UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARA *Email:michael.souto@ufc.br*;

**RESUMO:**

O estudo dos processos erosivos em Icapuí/CE resultaram da análise temporal realizada no período de 29 anos (1984 a 2013) através de dados multitemporais, séries históricas de sensores remotos e a ferramenta DSAS, que com métodos estatísticos produziu cálculos de variação da linha de costa permitindo delimitar o avanço e recuo da mesma através de 83 transectos. Os métodos estatísticos EPR e LRR demonstraram a predominância de processos acrescivos no litoral do município.

**PALAVRAS CHAVES:**

*geoprocessamento; DSAS; geomorfologia costeira*

**ABSTRACT:**

The study of erosion in Icapui/CE was obtained by temporal analysis in a period of 29 years (1984-2013) using multitemporal data, historical series of remote sensing and DSAS tool, which through statistical methods produced estimates of variation of the line coast, allowing to define it forward and backward through 83 transects. Statistical methods EPR and LRR demonstrated the predominance of accretion processes in the coastal municipalit.

**KEYWORDS:**

*geoprocessing; DSAS; coastal geomorphology*

**INTRODUÇÃO:**

A linha de costa é um elemento geomorfológico que apresenta alta dinâmica espacial decorrente de respostas a processos costeiros de diferentes magnitudes e frequências. Suas mudanças de posição são de natureza complexa, envolvendo diversos processos

## APLICAÇÃO DE TÉCNICAS DE SENSORIAMENTO REMOTO NA ANÁLISE MULTITEMPORAL DA LINHA DE COSTA REGIÃO DE ICAPUÍ/CE, ENTRE 1984 E 2013.

ligados às variações do nível do mar (em curto e longo prazo), balanço de sedimentos, movimentos tectônicos e geológicos, e ação antrópica. Segundo BIRD (2008), a linha de costa é definida como o limite máximo da maré alta e superfície subárea não alcançada pelas marés, exceto em ocasiões especiais, tais como tempestades e tsunamis. Em estudos de monitoramento costeiro, a existência de imagens de sensores remotos de diferentes datas faz da análise multitemporal em uma excelente ferramenta para auxiliar estudos geomorfológicos costeiros, ao estender informações pontuais de uma área para um contexto geográfico, possibilitando o entendimento da história evolutiva desses sistemas (TREBOSSNET al., 2005, CHU et al., 2006). A região de Icapuí é caracterizada por um litoral diversificado geomorfologicamente, com presença de cordões arenosos, de praias arenosas, de falésias e de um estuário num trecho de apenas 64 km de extensão. Localizado no litoral leste do estado do Ceará (Figura 1), o município faz limite com o Estado do Rio Grande do Norte e é conhecido por apresentar fortes tendências erosivas devido a interações naturais (maré e onda). Períodos de maré cheia são responsáveis por transportar quantidades significativas de sedimentos auxiliando de forma ativa no balanço de sedimentos da costa (MUEHE, 2006; OLIVEIRA, 2012). O objetivo deste trabalho foi o de fazer uma análise evolutiva do litoral do município de Icapuí/CE, utilizando e integrando dados multitemporais, por meio dos dados históricos de sensores remotos e da aplicação da ferramenta DSAS (Digital Shoreline Analysis System) que utiliza de diversos métodos estatísticos para a realização dos cálculos de variação da linha de costa.

### **MATERIAL E MÉTODOS:**

Neste trabalho, foi empregada a composição em RGB formada pelas bandas 742. A banda 7 foi utilizada por apresentar melhor resposta à morfologia do terreno o que permite assim a obtenção de informações sobre a geomorfologia e a geologia, a banda 4 permite, através da absorção de energia o destaque dos corpos de água, facilitando o mapeamento do delineamento dos mesmos. A banda 2, que corresponde a faixa do verde no EEM, consegue penetrar a superfície d'água, proporcionando o contraste interessante entre os dois meios em condições de preamar, além de possibilitar a definição da linha de costa em condições de baixamar pela determinação da presença de água nos interstícios dos sedimentos de areia da praia, definindo assim o limite das áreas úmidas e secas (AMARO et al., 2012). Foram escolhidos mais de 20 pontos de controle do terreno, comuns em todas as imagens históricas adquiridas, para facilitar o georreferenciamento e foram utilizadas as imagens de alta resolução disponíveis no aplicativo Google Earth como referência terrestre. Após esse processo, com a utilização do software ArcMap 9.0® as linhas de costa foram vetorizadas em formato vetorial (shapefile). Para este formato, também foi adquirida uma linha de base (Baseline) e foi criada uma base de dados geográficos (Geodatabase). Foram gerados shapefiles da linha de costa, correspondentes a uma data específica da série histórica de imagens, como base para o delineamento da linha de costa, e a consequente sobreposição dos mesmos para obtenção dos cálculos matemáticos obtidos através da extensão DSAS, que quantifica as possíveis taxas de recuo ao longo do tempo na área de estudo. A etapa de finalização correspondeu ao estudo dos resultados obtidos através do DSAS, onde além

## APLICAÇÃO DE TÉCNICAS DE SENSORIAMENTO REMOTO NA ANÁLISE MULTITEMPORAL DA LINHA DE COSTA REGIÃO DE ICAPUÍ/CE, ENTRE 1984 E 2013.

da interpretação dos dados com base em trabalhos anteriores, foram também associados dados de maré, através dos quais, foram confeccionados gráficos e tabelas visando um melhor entendimento da dinâmica na área de estudo.

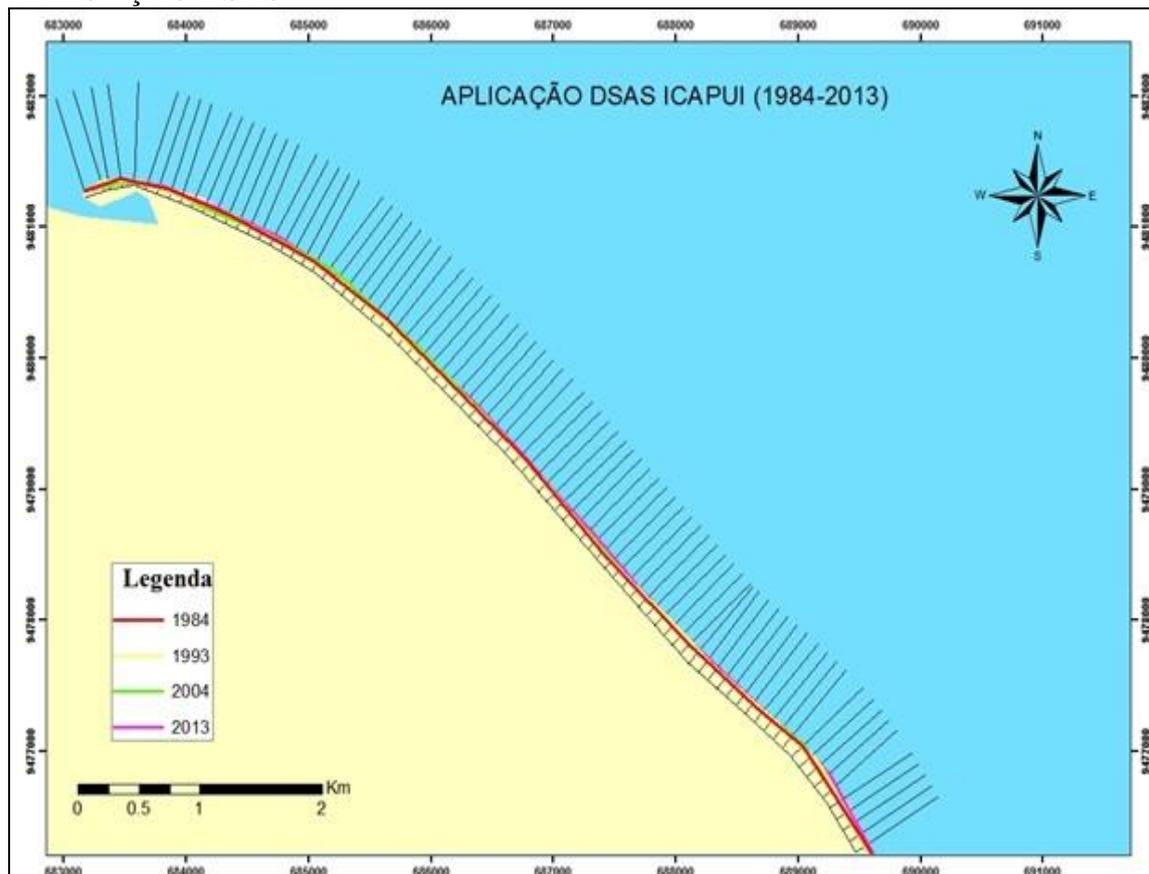
### **RESULTADOS E DISCUSSÃO:**

O Digital Shoreline Analysis System – DSAS 3.2 é uma extensão que amplia as funcionalidades do software ArcGIS 9.0, permitindo a automatização de grande parte das tarefas relacionadas com a análise quantitativa da evolução das tendências de erosão e deposição através de uma série estatística de tempo e posições múltiplas da linha de costa (THIELER et al., 2005). O DSAS gera transectos a partir de um espaçamento definido pelo usuário e calcula assim, as taxas de mudanças através de métodos estatísticos distintos. Os dois métodos estatísticos utilizados nesse trabalho foram o EPR (End Point Rate) e o LRR (Linear Regression Rate). Cada um desses métodos apresenta um princípio diferente para calcular as taxas de mudanças da linha de costa. O método EPR faz os cálculos de variação dividindo a distância do movimento pelo tempo decorrido entre a linha mais antiga e a mais atual (THIELER et al., 2005), ou seja, é uma relação entre espaço e tempo. Para estudos de variação de linha de costa, o menor valor, indicado pela primeira linha, significa o ponto de partida de análise, e o último valor indicado pela última linha, significa o ponto de chegada da migração. Thielier et al. (2005) comentam que a maior vantagem do EPR é sua forma facilitada da utilização da computação, pois emprega fórmulas simples para a compreensão e a exigência mínima de dados, uma vez que basta usar apenas duas linhas para que seja efetuado o cálculo das taxas de mudança. A desvantagem está no uso de mais de uma linha para a realização do cálculo, onde as informações para demais linhas são desconsideradas, entretanto, isso não desqualifica os resultados (FARIAS et al., 2007). O método LRR calcula as cotas de recuo de linha de costa através de regressão linear simples. É um método que aplica conceitos estatísticos reconhecidos, onde todos os transectos são analisados para a execução do cálculo. Para este método são utilizados todos os dados, independentemente de mudanças de tendência e precisão, como é um método puramente computacional os dados são baseados em conceitos estatísticos. Porém o método de regressão linear é um método predisposto a desvios extremos, sendo assim necessária a associação com outros métodos dentre eles o EPR. O intuito de usar os métodos estatísticos apresentados foi o de demonstrar que os valores identificados para as cotas de erosão são próximos ao real, visto que cada método apresenta um valor diferente após o cálculo. Portanto, foram adicionados os valores obtidos para cada método, para mostrar essa aproximação. No total foram gerados 83 transectos ao longo da costa de Icapuí, (Figura 2), permitindo a observação das tendências erosivas e de acreção ocorridas nesse intervalo de tempo. Os valores negativos apresentados pelo DSAS representam as áreas onde podem ser verificados índices de erosão, enquanto que os valores positivos denotam tendências de deposição nas regiões. Com isso a variação da linha de costa é então obtida através de transectos perpendiculares a partir das linhas de costa das séries estatísticas geradas pelo DSAS 4.2 (Tabela 2 e Figura 3) pressupondo assim como referência uma linha de base que pode ser onshore ou offshore, com especificações previamente estabelecidas pelo usuário, para dessa forma estabelecer um ponto fixo para calcular as taxas de evolução da linha de costa com relação a um ponto geográfico conhecido. A variação da linha de costa de Icapuí para o

## APLICAÇÃO DE TÉCNICAS DE SENSORIAMENTO REMOTO NA ANÁLISE MULTITEMPORAL DA LINHA DE COSTA REGIÃO DE ICAPUÍ/CE, ENTRE 1984 E 2013.

intervalo de 29 anos (1984 a 2013) indica uma tendência geral de acreção na costa litorânea. Essa tendência pode ser observada para quase toda a extensão da costa apresentando uma variação ao longo do trecho devido a junção de fatores hidrodinâmicos, geomorfológicos e antrópicos. Nessa região o transporte sedimentar possui um importante papel na dinâmica costeira, sendo um mecanismo essencial na construção das feições geomorfológicas. Sendo assim, existe um déficit de sedimentos para que o equilíbrio sedimentar que alguns trechos da costa seja mantido.

### APLICAÇÃO DSAS



Esta figura demonstra a distribuição dos transectos usados ao longo da costa da região de Icapuí.

# APLICAÇÃO DE TÉCNICAS DE SENSORIAMENTO REMOTO NA ANÁLISE MULTITEMPORAL DA LINHA DE COSTA REGIÃO DE ICAPUÍ/CE, ENTRE 1984 E 2013.

## VARIAÇÃO LINHA DE COSTA

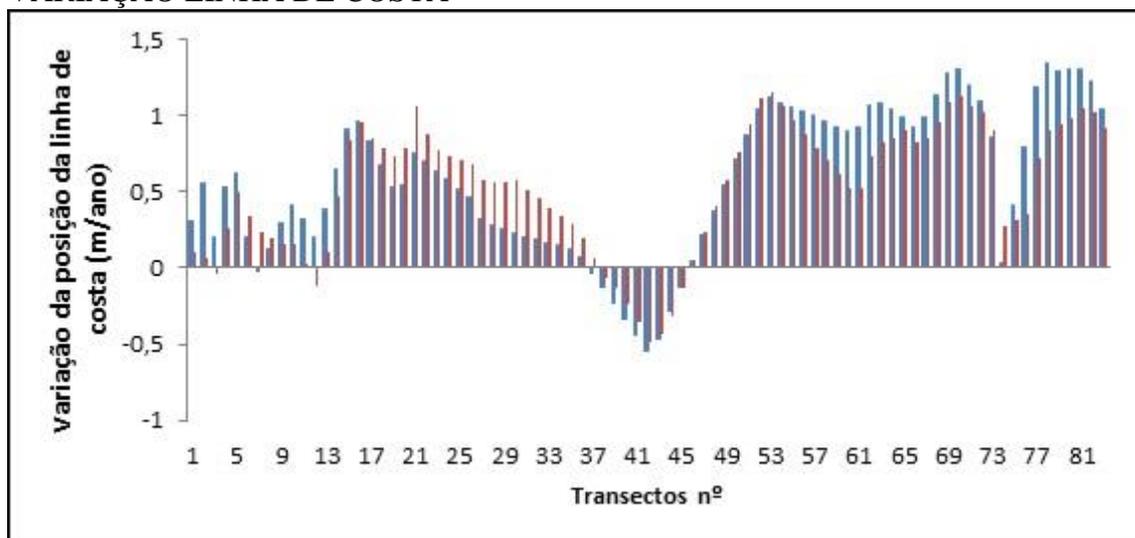


Gráfico demonstra a variação da linha de costa através dos cálculos realizados pela localização dos transectos.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS:

O presente trabalho comprovou que a variabilidade da linha de costa da região pesquisada é alta, denotando grande instabilidade, com uma tendência de avanço do mar, caracterizando assim processos de acresção e o recuo da linha de costa em outros pontos que caracteriza processos de erosão. Percebeu-se também que, com o passar dos anos na costa, nos trechos com predisposição erosiva isolados, podem estar associadas ao início do comércio da indústria salineira e ao crescimento da atividade da carcinicultura, além de interferências antrópicas relacionadas à ocupação das áreas de mobilização de sedimentos, instalação de aerogeradores, muito comuns na região, ocasionando a retirada dos sedimentos trabalhados e que podem ser evidenciadas a partir dos anos de 1993 em diante, causando também a interrupção da deriva litorânea de sedimentos na costa. A técnica de geoprocessamento aplicada neste trabalho, fazendo uso da ferramenta DSAS e utilizando imagens de satélites, foi eficaz para a obtenção

## AGRADECIMENTOS:

Ao CNPQ pelo auxílio financeiro que permitiu a realização deste trabalho, ao Laboratório de Geoprocessamento da UFC (GEOCE) e ao departamento de geologia pela disponibilização do espaço.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA:

BIRD, E.C. F. Coastal geomorphology: an introduction. England: 2nd Ed. Wiley, 2008. 384 p.

APLICAÇÃO DE TÉCNICAS DE SENSORIAMENTO REMOTO NA ANÁLISE  
MULTITEMPORAL DA LINHA DE COSTA REGIÃO DE ICAPUÍ/CE, ENTRE  
1984 E 2013.

CHU, Z.X.; SUN, X.G.; ZHAI, S.K.; XU, K.H. Changing pattern of accretion/erosion of the modern Yellow River (Huanghe) subaerial delta, China: Based on remote sensing images. *Marine Geology*, v. 227, p. 13-30, 2006.

CUNHA, E.M.S. (2005).Evolución actual del litoral de Natal-RN (Brasil) y sus aplicaciones a la gestión integrada. Tese de doutorado. Universidade de Barcelona. DNH - Diretoria de Hidrografia e Navegação - Marinha do Brasil. Disponível em: <http://www.dhn.mar.mil.br>. Acesso em: 24 janeiro 2014

FARIAS, E.G.G de; MAIA, L.P.; MONTEIRO, L.H.U. Aplicação de técnicas de geoprocessamento para a análise de mudanças morfológicas na desembocadura e estuário inferior do rio Jaguaribe – CE. Anais do XII Congresso Latino Americano de Ciências do Mar - COLACMAR, Florianópolis – SC, 2007.

FUNDAÇÃO CEARENSE DE METEOROLOGIA. 2007. Precipitações mensais para o município de Fortaleza. Acesso em Dezembro de 2013. Disponível Em: ([www.funceme.br/monitoramento/graficosdechuvvas](http://www.funceme.br/monitoramento/graficosdechuvvas)).

MUEHE, D. Erosão e progradação no litoral brasileiro. Brasília: MMA, 2006. 476 p. (ISBN 85-7738-028-9).

OLIVEIRA, M. M. N. de. Aspectos morfológicos e sedimentares associados à dinâmica do Litoral Oeste de Icapuí, Ceará. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Ceará, Instituto de Ciências do Mar. 98p, 2012.

SOUZA, M. J. N. Bases Naturais e Esboço do Zoneamento Geoambiental do Estado do Ceará. In: *Compartimentação Territorial e Gestão Regional do Ceará*. Lima,L. C.; MORAIS, J. O;SOUZA, M. J. N.Ed. FUNECE. Fortaleza, p. 6 – 98. 2000.

THIELLER, E. R.; MARTIN, D.; ERGUL, A. 2005. The Digital Shoreline Analysis System, version 2.3. Shoreline change measurement software extension ArcMap 9.0.USGS Open-File

TREBOSSEN, H.; DEFFONTAINES, B.; CLASSEAU, N.; KOUAME, J.; RUDANT, J.P. Monitoring coastal evolution and associated littoral hazards of French Guiana shoreline with radar images. *C. R. Geoscience*, v. 337, p. 1140– 1153, 2005.

APLICAÇÃO DE TÉCNICAS DE SENSORIAMENTO REMOTO NA ANÁLISE  
MULTITEMPORAL DA LINHA DE COSTA REGIÃO DE ICAPUÍ/CE, ENTRE  
1984 E 2013.

XIMENES, D. R. B.; SOUTO, M. V. S.; DUARTE, C. R.. Análise multitemporal da linha de costa para avaliação da evolução costeira na região de Icapuí/CE, Nordeste brasileiro, no período de 1984 a 2011. Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Foz do Iguaçu, PR. p. 1618-1625, 2013.