



## EVOLUÇÃO DA LINHA DE COSTA DO MUNICÍPIO DE CAMOCIM, CEARÁ, BRASIL

*Shoreline evolution of Camocim city, Ceará, Brazil*

*Evolución Línea de la playa de la ciudad de Camocim, Ceará, Brasil*

Carlos de Araújo Farrapeira Neto \*  
Jáder Onofre de Morais \*\*

### RESUMO

Variações nas linhas de costa resultam da interação de diferentes mecanismos naturais. Portanto, o imageamento diário realizado por sensores remotos favorece o mapeamento e monitoramento de toda a superfície terrestre. Este estudo tem como objetivo identificar, no litoral de Camocim, áreas sujeitas à erosão e à progradação, bem como relacioná-las às novas formas adquiridas. Este trabalho se faz relevante por preencher lacunas em face da carência de estudos locais voltados a esta temática. O estudo contou com cinco imagens LANDSAT, dos anos 1977, 1986, 1991, 2003 e 2010, adquiridas no site do INPE. O processamento digital de imagens, composição de bandas e vetorização da costa se deram no software ArcGIS 9.3. Utilizaram-se ferramentas dimension, calculate geometry e attribute table para projetar áreas erodidas, progradativas e estáveis. A área foi subdividida em litoral leste e oeste, com escala de 1:200.000. Observou-se que o litoral de Camocim é mais progradante que erosivo, sendo a sua parte leste mais estável quanto à definição dos processos atuantes. Conclui-se, então, que o imageamento diário otimiza os estudos costeiros e que a metodologia se mostrou confiável quanto à identificação dos processos, não sendo visualizadas mudanças na linha de costa por ações humanas.

**Palavras-chave:** Imagens de satélite. Processamento de imagens. Linhas de costa.

### ABSTRACT

Shoreline variations result from the interaction of different natural mechanisms. Therefore, the daily imaging performed by remote sensors produces mapping and monitoring of the earth surface. This study aims to identify Camocim shoreline subject to erosion and progradation, as well as the new appearance adjoining relief forms. This work is relevant for filling gaps due to the lack of local studies focused on this issue. This study encompasses Landsat images of the years 1977, 1986, 1991, 2003 and 2010 from INPE webpage. The digital image processing, composition bands and vectors have been worked on the ArcGIS 9.3 software. The area was divided into east and west coast at a scale of 1:120.000. It was observed more progradation processes than erosive ones in Camocim coastline. On the other hand the west coast is more erosive than east coast that is more stable. Therefore, it has been concluded that the daily imaging optimizes coastal studies and this methodology is reliable on the identification of coastal processes. It is worth to say that the natural processes bring more impressive changes to this shoreline than human actions.

**Keywords:** Satellites image. Image processing. Shoreline shifting.

(\*) Doutorando em Geografia pela Universidade Federal do Ceará (UFC). – Contato: carlosfarrapeira@gmail.com.

(\*\*) Pós Doutor em Geologia no Planejamento Ambiental, Professor Titular do curso de Geografia da Universidade Estadual do Ceará (UECE) e Coordenador do Laboratório de Geologia e Geomorfologia Costeira e Oceânica – LGCO (UECE). – Contato: jaderonofre@gmail.com.

## RESUMEN

Modificaciones en las líneas de la cuesta resultan de la interacción de distintos mecanismos naturales. Por lo tanto, la coleta de imágenes diarias hechos por sensores remotos auxilian el levantamiento y vigilancia de la superficie terrestre. Este estudio objetiva identificar en el litoral de Camocim regiones sujetas a la ablación y la ampliación de la zona costera, así como relacionar las nuevas formas obtenidas. Este trabajo es relevante por llenar vacíos decurrente de la carencia de estudios locales envueltos a esta temática. El estudio contó con cinco imágenes LANDSAT de los años 1977, 1986, 1991, 2003 y 2010 obtenidos en sitio web del INPE. El procesamiento digital de imágenes, composición de bandas y vectorización de la cuesta fueron producidas en el software ArcGIS 9.3. Utilizó herramientas dimension, calculate geometry y attribute table para proyectar áreas erosionadas, progradativas y estables. La región fue subdividida en litoral el este y al este con escala de 1:200.000. Se observó que el litoral de Camocim es más progradacional que erosivo, siendo su parte del este más estable cuanto a la definición de los procesos actuantes. Se concluye que la imagen diaria optimiza los estudios costeros y que la metodología ha demostrado ser fiable con la identificación de los procesos, no hay cambios visibles en la línea costera por la acción humana.

**Palabras-clave:** Imágenes de satélite, procesamiento de imágenes, líneas de cuesta.

## INTRODUÇÃO

As variações de linha de costa são o resultado da sedimentação dos vários tipos de rochas desagregadas e da alta dinâmica inerente aos elementos de ordem geomorfológica. Com isso, Morais (1996) caracterizou a linha de praia como sendo a forma resultante da interação entre o suprimento sedimentar, processos costeiros e condições meteorológicas e oceanográficas, gerados a partir de mecanismos de diferentes magnitudes e frequências.

Mudanças de posicionamento das linhas de costa, em geral, estão ligadas a mecanismos de natureza complexa que envolvem diversos agentes atrelados às forças naturais (períodos de elevação do nível do mar de curto e longo prazo, balanço sedimentar e movimentos tectônicos). Em escala antropocênica, somam-se as ações humanas degenerativas.

É diante desse contexto que Oliveira (2009) exalta os tipos de benefícios advindos do imageamento realizado por satélites de sensoriamento remoto, que, nos últimos anos, tem propiciado levantamentos à distância da superfície terrestre em áreas extensas e inóspitas, favorecendo, principalmente, o mapeamento e monitoramento sazonal da superfície da Terra.

A partir dessa contextualização, este estudo tem como propósito identificar as principais áreas do litoral de Camocim sujeitas à erosão e à progradação costeira, bem como relacionar as novas formas costeiras adquiridas no período que compreende o imageamento do satélite Landsat.

Os imageamentos realizados pelos satélites Landsat 2, 5 e 7 tiveram início na década de 70 criando um banco de imagens com intervalos mensais, semestrais e anuais até o ano de 2012, favorecendo a elaboração de uma perspectiva evolutiva para a linha de costa do litoral de Camocim entre 1977 e 2010 agregando grande quantidade de informações, eficácia e gratuidade de aquisição. Isto caracteriza uma ferramenta de trabalho de relevante importância para a área e os estudos aqui discutidos.

Levantamentos bibliográficos realizados relataram a carência de estudos voltados a esta temática na área trabalhada, revelando uma lacuna de pesquisas que também se faz presente em grande parte do litoral cearense. Autores tradicionais de âmbito local, regional e nacional já retrataram essa abordagem, tomando como exemplo os trabalhos desenvolvidos por Pitombeira (1976), Vital *et al.* (2001), Morais (2002), Meireles (2005), Pinheiro *et al.* (2006), Rodrigues (2008), Meireles (2009), Oliveira (2009) entre outros.

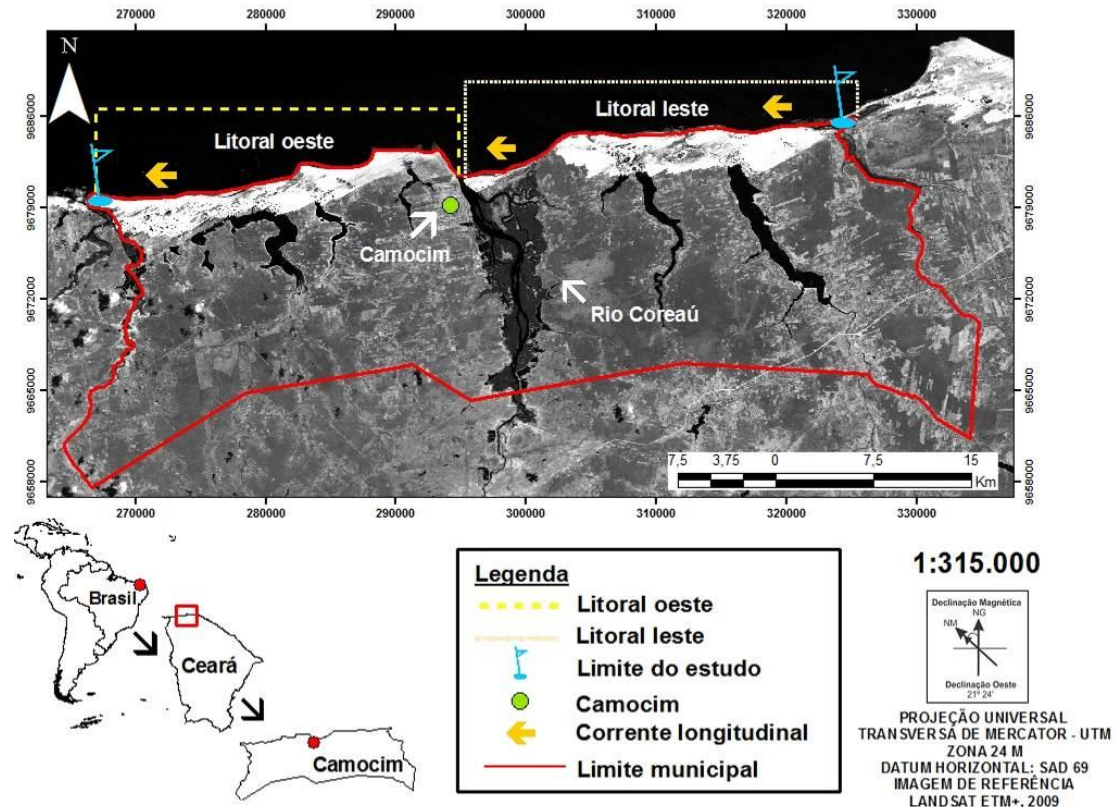
O artigo integra parte dos estudos desenvolvidos pelo PRONEX “Potencialidades e Manejo Ambiental na Exploração de Granulados Marinhos da Plataforma Continental do Estado do Ceará”, do Laboratório de Geologia e Geomorfologia Costeira e Oceânica – LGCO e da *Universidade Estadual do Ceará* (UECE).

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

O município de Camocim, área escolhida para o desenvolvimento deste trabalho, está localizado no litoral oeste do estado do Ceará. Suas coordenadas geográficas são latitude 2° 54' 08" S e longitude 40° 50' 28" W.

Para compreensão das características da área de estudo, descrevem-se, a seguir, os compartimentos geoambientais mais expressivos inseridos nos limites da linha de costa do município de Camocim.

Mapa 01. Mapa de localização da área estudada.



O estuário do rio Coreaú é um sistema regulador dinâmico sedimentar, mediado por processos interativos de hidrodinâmica marinha e morfodinâmica fluvial. Por conta da forma do litoral e da direção dos ventos alísios de E-SE, cria-se uma corrente de transporte sedimentar de sentido E-W responsável por alimentar as praias ao largo.

As praias deste litoral servem de corredores para formação ou retroalimentação dos campos de dunas, onde sua gênese está associada, segundo Meireles (2009), a eventos de variações do nível do mar e do clima. Isso justifica a atual configuração da linha de costa e da disposição de dunas móveis e fixas, que, por influência da direção preferencial dos ventos, gera dunas do tipo barcanas, barcanóides e transversais.

Por fim, o conjunto de lagoas interdunares existentes na área advém do contato existente entre os corpos dunares adjacentes com o nível do lençol freático, inconstantes devido à sazonalidade climática.

Para a orientação deste estudo, foram utilizadas imagens digitais dos satélites LANDSAT 2 e 5, georreferenciadas para o *Datum* de referência WGS84, zona 24 Sul.

Com a finalidade de construção de perfis evolutivos da área em apreço, foram adquiridas 5 imagens no total, por intermédio do *site* do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE, que, através de seu banco de dados, dispõe de imagens gratuitas.

**Quadro 01.** Características dos sensores com relação aos tipos e alcance.

DATA	TIPO DE SENSOR	RESOLUÇÃO
24/05/1977	Landsat 2 TM	30 m
30/07/1986	Landsat 5 TM	30 m
10/06/1991	Landsat 5 TM	30 m
27/06/2003	Landsat 5 TM	30 m
27/04/2010	Landsat 5 TM	30 m

Fonte: INPE, 2013.

Para a obtenção de cada imagem, foram observadas suas qualidades e características para que se obtivesse melhor distinção da linha de costa.

O imageamento adotado pelo trabalho apresentou intervalos de tempo entre 5 e 12 anos, onde a confecção dos mapas partiu da integração de dados brutos com informações específicas locais, gerando, como produto, a evolução da linha de costa. As combinações dos quatro períodos de tempo foram 1977-1986, 1986-1991, 1991-2003 e 2003-2010.

**Mapa 02.** Demonstração da sobreposição dos vetores que caracterizam a linha de costa de cada ano mencionado.

O processamento digital das imagens de sensoriamento remoto se deu através da interpretação espectral e seleção colorida para composição de bandas de caráter multiespectral, habilitando, para a etapa seguinte, a vetorização da linha de costa, onde as duas fases se deram no *software* ArcGIS 9.3.

A área de estudo foi subdividida em duas seções, litoral leste e litoral oeste, para facilitar a delimitação das características pontuais em escala de trabalho 1:200.000.

Finalmente, para caracterizar as áreas de erosão, progradação e estabilidade, de cada ponto da área de estudo, foi utilizada a ferramenta *dimension*, para fazer uma mensuração mais precisa dos avanços e/ou recuos da linha de costa. Além disso, foi aplicada para medição do polígono a ferramenta *calculate geometry*, presente em *attribute table*, que projeta o tamanho da área vetorizada em km<sup>2</sup>.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Esta análise evolutiva da linha de costa de Camocim forma um produto de escalonamento de imagens multitemporais de 35 anos, onde claramente foram observadas mudanças morfológicas significativas, a ponto de se assinalar, dentre os litorais subdivididos, setores em erosão, progradação e equilíbrio morfodinâmico.

### **Período de Imageamento 1977-1986**

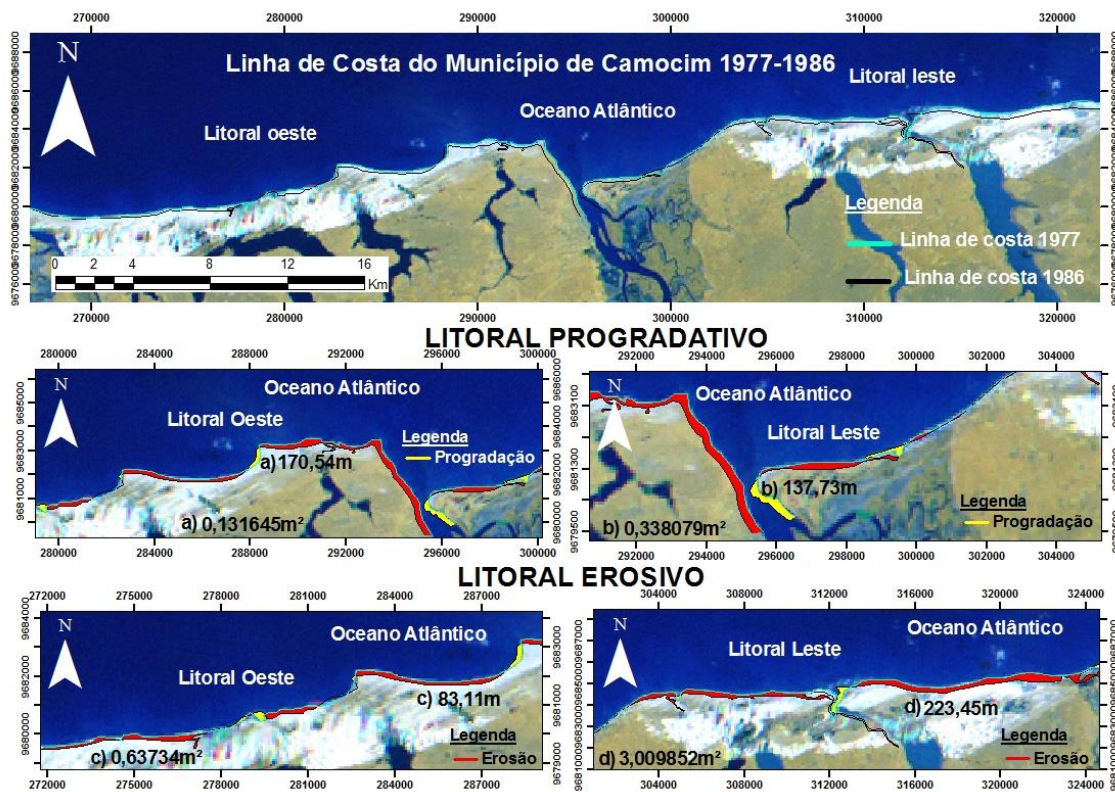
A partir deste período, que retrata o intervalo de nove anos de imageamento, pode-se perceber que o litoral de Camocim como um todo apresentou doze pontos erosivos de dimensões consideráveis. Sua soma perpassa 8.786,988 m<sup>2</sup>. O litoral oeste apontou sete localidades erodidas, enquanto a leste, cinco.

Vale ressaltar que, nesse período, a linha de costa erodiu entre 42,33 metros (mínimo) e 223,45 metros (máximo), dispostos, sobretudo, no litoral leste. A sedimentação indica valores situados de 31,21 metros a 333,78 metros, relatando também o setor leste como porção com maior dinâmica no litoral.

Os pontos que progradaram neste período somam onze localidades que, em seu total, agregam 1.257.675 m<sup>2</sup>, onde foram identificados quatro pontos acumulativos na porção oeste e sete a leste.

As especificidades dos principais pontos erosivos e progradativos estão expressas no mapa abaixo com a totalidade em metros dos pontos que cresceram ou recuaram, bem como também dos metros quadrados relativos para cada área.

**Mapa 03.** Mapa de evolução da linha de costa do município de Camocim entre os anos de 1977-1986.



Observa-se, a partir da interpolação das linhas de costas, que as formas adquiridas neste período não representaram grandes mudanças. Pode-se também afirmar que houve perda sedimentar a sotamar dos promontórios, os quais formam sucessivas enseadas, e onde se constata baixa capacidade de distribuição sedimentar por parte dos sistemas flúvio-lacustres locais.

### **Período de Imageamento 1986-1991**

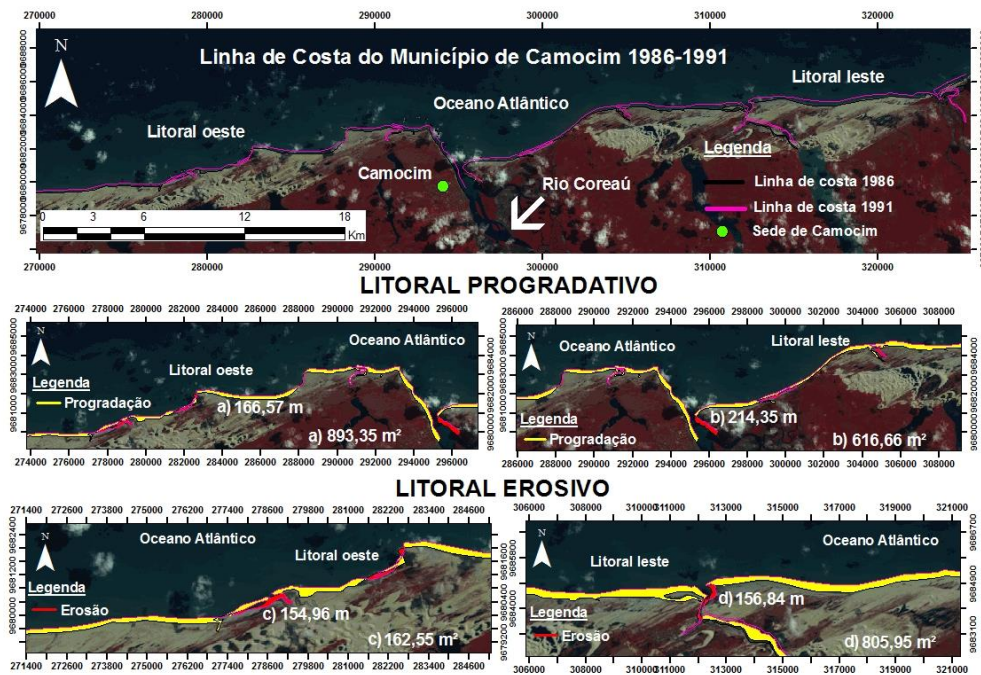
Neste espaço de tempo compreendido de cinco anos (1986-1991), percebeu-se que a linha de costa de Camocim apresentou onze pontos erosivos que ultrapassaram 5.128,94 m<sup>2</sup>. Já no litoral oeste, tornaram-se visíveis sete localidades em processo de erosão, enquanto, a leste, cinco pontos se destacam.

Em termos de recuo de linha de costa, as marcas menos expressivas foram de 33,81 metros e as mais significativas 232,24 metros, ambos localizados no litoral leste. O litoral leste também apresentou pontos progradativos com baixos valores 71,09 metros, e outros com mais relevância: 245,13 metros; no que tange a este espaço de tempo.

Em paralelo, a progradação se fez presente em doze pontualidades, com 5.592,31 m<sup>2</sup> acrescidos e seis áreas de acumulação para de ambos litorais (W-E).

O mapa confeccionado abaixo espacializou as localidades que se deparavam com tais características de erosão e progradação litorânea, projetando mudanças morfológicas ao longo da linha de costa, onde se expressam, detalhadamente, dois pontos para cada porção litorânea.

**Mapa 04.** Transformações da linha de costa do município de Camocim durante os anos compreendidos de 1986-1991.



Percebeu-se que, ao longo da linha de costa de Camocim, não houve pontos que demonstrassem alterações morfológicas, mas que, neste período, observou-se que praticamente o litoral sofreu progradação, sendo perceptível, no entanto, que alguns sistemas hidrográficos litorâneos apresentaram erosão principalmente nas áreas localizadas a sotamar das pontas e flechas litorâneas, que servem de sombra para sistemas marinhos, flúvio-marinhos e lacustres.

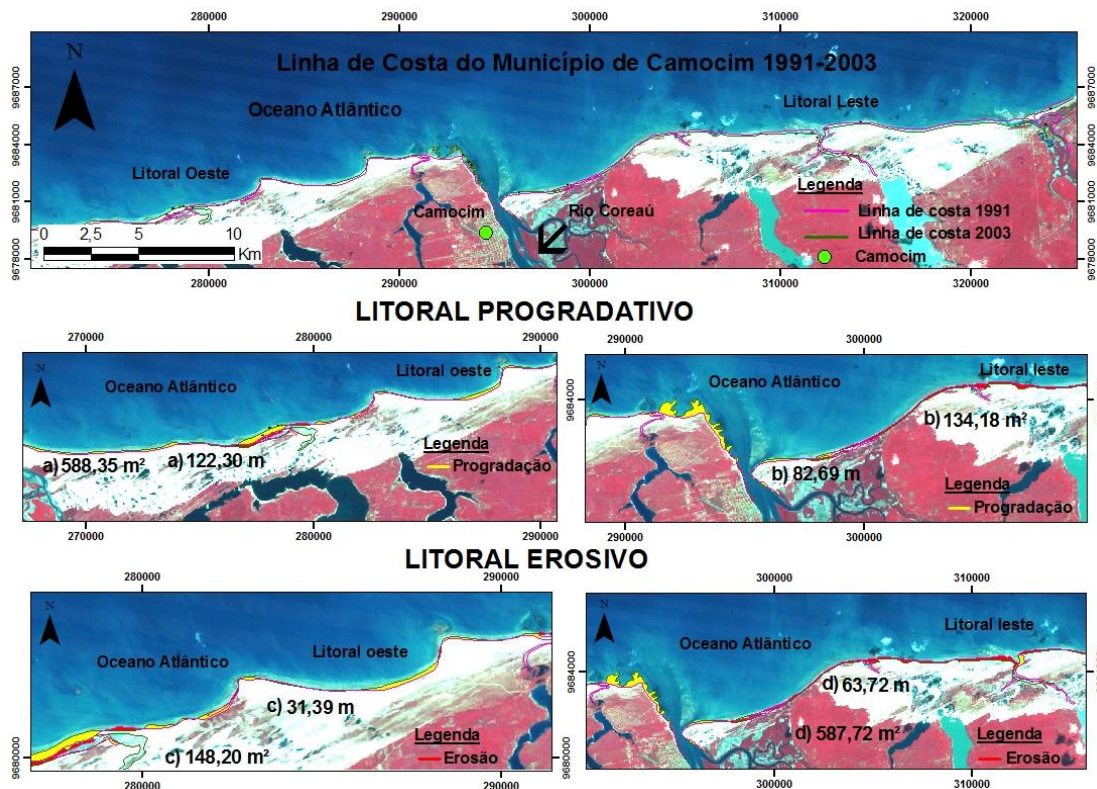
### **Período de Imageamento 1991-2003**

A seguir, relata-se o intervalo de doze anos, que relaciona os anos de 1991 e 2003, podendo ser detectados dezesseis pontos de erosão e dezessete de progradação, onde estes, no total, somaram 16.235,74 m<sup>2</sup> de áreas erodidas e 6.790,68 m<sup>2</sup> de áreas progradadas.

Notou-se que as localidades erodidas recuaram, em ordem mínima, de até 24,26 metros no litoral oeste e 160,60 metros na porção leste. Estes e outros pontos expressivos identificados ao longo do litoral de Camocim.

**Mapa 05.** Mapa evolutivo da linha de costa do município de Camocim entre os anos de 1991-2003.





Por fim, nesta etapa, foi observada uma série de mudanças na linha de costa de Camocim, onde *beach rocks* e a Formação Camocim localizados à margem esquerda do rio Coreaú ficaram expostos cerca 380,98 metros implicando em período de maior sedimentação e alimentação do sistema litorâneo a sotamar do sistema fluvial. Houve também o desenvolvimento de restingas arenosas na porção leste, da ordem de 391,05 metros progradados em uma área que representa 2.742,31 m<sup>2</sup>.

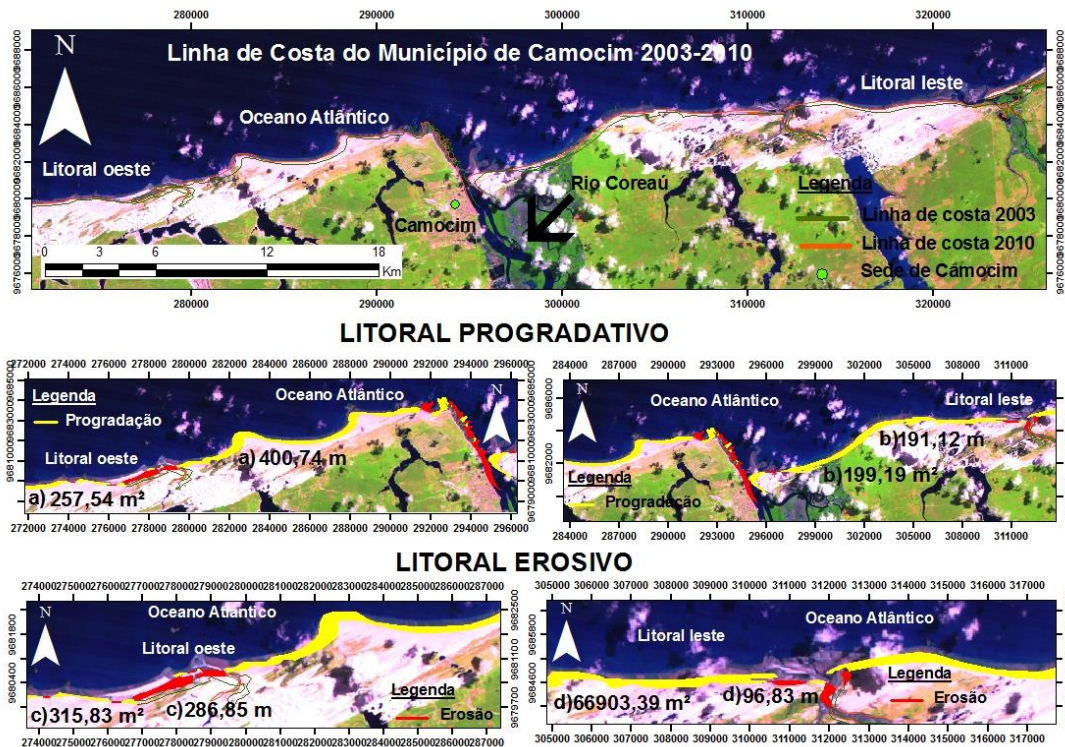
#### **Período de Imageamento 2003-2010**

Neste espaço de tempo, que retratam sete anos (2003-2010) de mudanças fisiográficas na linha de costa, conseguiu-se relatar uma abrangência espacial de 5.141,19 m<sup>2</sup> de áreas erodidas, e 7.793,83 m<sup>2</sup> de pontualidades até então em processo de progradação, onde, de maneira igual, os dois litorais apresentaram dezoito pontualidades com tais estágios dinâmicos.

Na mesma proporção, obtiveram-se, a oeste, duas pontualidades que apontam uma distância mínima de 12,65 metros perante a ação de processos erosivos, e 365,81 metros para mensuração de alcance máximo. O estágio progradativo que menos acumulou sedimento foi a leste, com 19,80 metros acrescidos, enquanto que a área que mais acumulou 400,74 metros se deteve no litoral oeste.

Em sequência, apresentam-se, abaixo, os estágios fisiográficos relativos às duas linhas de costas, interpolado de acordo com os dados já expressos.

**Mapa 06.** Linha de costa do município de Camocim retratada entre os anos de 2003-2010.

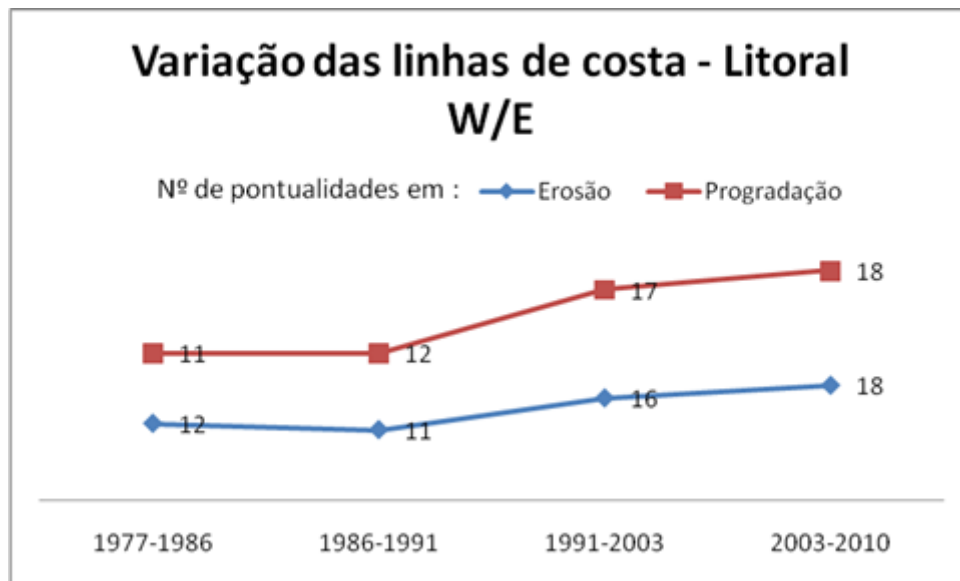


Esta etapa de imageamento constatou a presença de novas formas litorâneas; dentre elas, grande parte mobilizada pela zona de interação entre rio e oceano. Pode-se afirmar que houve erosão a sotamar de todas as desembocaduras, enquanto que a barlamar houve acresção de flechas arenosas previamente já estabelecidas.

O mapa 06 retrata o que, para Souza (1981), representa avanço do campo de dunas para dentro do sistema flúvio-marinho, contribuindo para a perda do calado do rio Coreaú e, conseqüentemente, para sua expansão. Vale ressaltar que Morais (2000) apontou a migração da embocadura do rio Coreaú para noroeste, como resultado da ação da deriva litorânea, que age como espigão hidráulico natural, passível à acumulação sedimentar em sua margem direita. Conseqüentemente, os processos erosivos ocorrem na margem esquerda do rio.

Pode-se expressar, em linhas gerais, que a linha de costa do município de Camocim, durante estes 35 anos de imageamento Landsat, apresentou mais áreas em processo de progradação do que em erosão, estando à média para os quatro períodos estudados. O número de pontualidades em progradação foram onze (1977-1986), doze (1986-1991), dezessete (1991-2003) e dezoito (2003-2010), já para as áreas em erosão doze (1977-1986), onze, dezesseis (1991-2003) e dezoito (2003-2010).

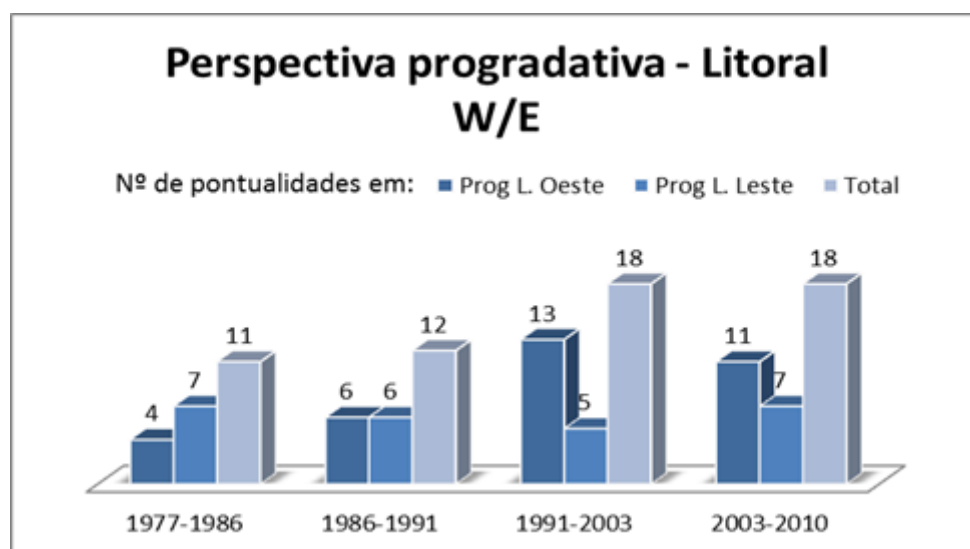
**Gráfico 01.** Levantamento histórico do número de pontos erosivos e progradativos por litoral.



Esta tabela pode mostrar que o litoral oeste, no primeiro período (1977-1986), se comportou como área mais erosiva, e que, para os anos de 1986-1991, comportou-se de forma estável. No imageamento posterior (1991-2003 e 2003-2010) perceberam-se estágios progradativos em todos os setores. Devido à falta de suprimento arenoso a leste, entre os anos de 1991-2003, obtiveram-se, via descarga fluvial do rio Coreaú, significativas áreas em acresção a sotamar. Somente em 2003-2010 que a flecha arenosa disposta na foz deste sistema apresentou um avanço mais significativo em toda a sua abrangência.

O litoral leste apresentou-se pouco expressivo quanto à sedimentação.

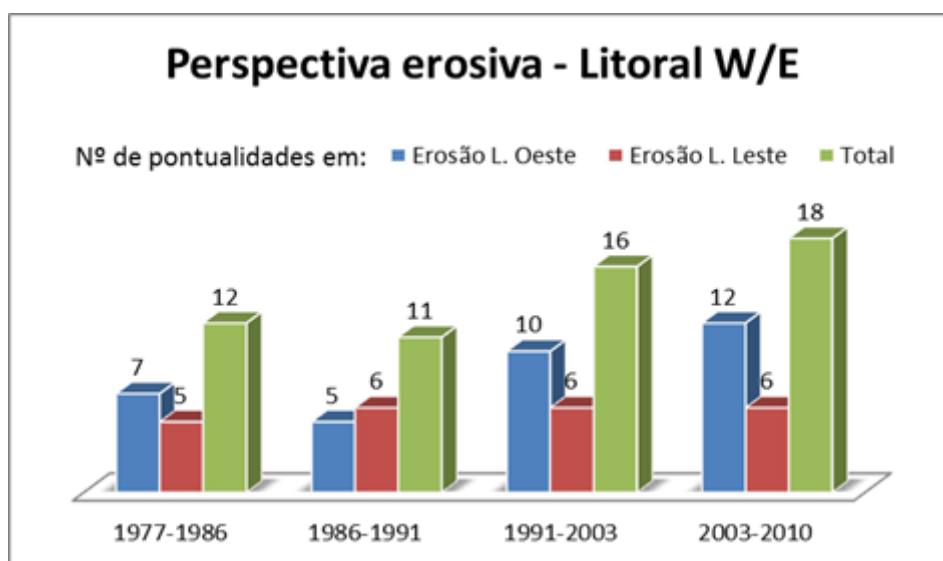
**Gráfico 02.** Levantamento do número de pontualidades por litoral em progradação.



A sequência de enseadas dispostas a oeste da foz do rio Coreaú serviu em três destes períodos 1977-1986, 1991-2003, 2003-2010, como barreiras naturais do transporte litorâneo longitudinal, onde este acumulava sedimentos a barlamar e erodia a sotamar, como pode-se observar nos mapas dispostos acima. O período de 1986-1991 foi atípico, pois essa porção do litoral que se apresentou mais retilíneo sofreu com os pequenos níveis de vazões para retroalimentação da linha de costa local.

Vale ressaltar que o litoral leste, em sua média, também se mostrou estável quanto à definição de área em efetiva erosão ou progradação.

**Gráfico 03.** Levantamento numérico das localidades em erosão por litoral.



## CONCLUSÃO

A coleta de dados de séries históricas realizada gratuitamente pelo *site* do INPE otimizou os estudos de monitoramento da zona costeira, bem como confirma a sua eficiência; se forem utilizados em conjunto com recursos e ferramentas disponíveis em SIGs. A análise multitemporal do objeto de estudo possibilitou entender de que maneira a linha de costa varia, assim como a dinâmica costeira a ela atrelada.

O imageamento realizado em longo prazo confirma as aplicações desenvolvidas por Moraes (1996), ao citar este tipo procedimento como confiável para a identificação de processos erosivos e progradativos resultantes de mecanismos dinâmicos que estão principalmente imbricados nas características ambientais do local, como ventos, ondas, correntes e marés. Os valores apresentados se mostraram confiáveis, perante a oportunidade de testar as ferramentas presentes no *software* Arcgis 9.3.

Dentre os quatro períodos avaliados, o litoral que mais apresentou retrabalho geomorfológico foi o litoral oeste, por compor um perfil mais recortado, onde as áreas se tornaram mais propícias à erosão do que

à progradação. Isto ocorreu devido à maior atuação de processos erosivos nas zonas abrigadas devido à sequência de enseadas. Para cada promontório existente, acaba por se gerar um perfil de linha de costa divergente (progradativo) daquele que se encontra abrigado.

Entre os anos 1977-1986, foram relatados níveis de erosão mais expressivos no litoral de Camocim. Já durante os anos de 1991-2003 e 2003-2010, o litoral apresentou um equilíbrio maior entre a quantidade de perfis em estágio de progradação e erosão, onde, por fim, o período de 1986-1991 mostrou certa estabilidade na linha de costa como um todo.

Não foram observadas mudanças na linha de costa devidas a intervenções humanas, pois o município de Camocim, apesar de se localizar próximo às margens do Oceano Atlântico, gera muito mais impactos às margens do rio Coreaú do que propriamente interfere na linha de costa disposta a norte e nordeste de sua sede.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem pelo auxílio financeiro dado e pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e pela Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FUNCAP), os quais proporcionaram o desenvolvimento do projeto “Potencialidades e Manejo Ambiental na Exploração de Granulados Marinhos da Plataforma Continental do Estado do Ceará” e a formação de recursos humanos dentro do contexto acadêmico.

## REFERÊNCIAS

- FARIAS, E. G. G., **Aplicação de Técnicas de Geoprocessamento para a Análise da Evolução da Linha de Costa em Ambientes Litorâneos do Estado do Ceará**. Dissertação apresentada ao Mestrado em Ciências Marinhas Tropicais do Instituto de Ciências do Mar – LABOMAR da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre. Fortaleza – Ceará. Janeiro de 2008.
- MEIRELES, A. J. A. **Diagnóstico Ambiental e Alternativas Locacionais para as Usinas Eólicas [CGE RM Cangalha e CGE RM Boqueirão] Projetadas em Áreas de Preservação Permanente na Planície Costeira De Camocim/Ce**. Parecer técnico-científico. Novembro de 2009.
- MEIRELES, A. J. A. *et al.* **Integração dos Indicadores Geoambientais de Flutuações do Nível Relativo do Mar e de Mudanças Climáticas no Litoral Cearense**. Mercator - Revista de Geografia da UFC, ano 04, número 08, 2005.
- MORAIS, J. O. “Compartimentação territorial e Gestão Regional do Ceará”. In: Luiz Cruz Lima, Marcos José Nogueira de Souza, Jáder Onofre de Moraes. Fortaleza: FUNECE, 2000. 268p. Il.: 22 cm
- MORAIS, J. O. “Processos e Impactos Ambientais em Zonas Costeiras”. In: **Revista de Geologia**, v. 9, p. 191 – 242, Fortaleza, 1996.

- OLIVEIRA, V. C. B. *et al.* "Caracterização das feições morfoestruturais da plataforma continental do RN com o uso de processamento digital de imagens do Landsat-7". In: **Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Natal, Brasil, 25-30 abril 2009, INPE, p. 6999-7006.
- PINHEIRO, L. S. *et al.* "Erosive Processes Monitoring Linked to the Estuarine Evolution Systems Nearby Águas Belas, Cascavel-CE, Brazil." In: **Journal of Coastal Research**, Special Issue 39, 2006.
- PITOMBERA, E. S. **Comportamento Migratório da Embocadura e Estuário do Rio Coreau (Ceará-Brasil)**. Arquivo Ciências do Mar, 16 (2): 111-115. Dezembro, 1976. Fortaleza, Ceará, Brasil.
- RODRIGUEZ, T. K. **Análise das Mudanças da Linha de Costa das Principais Desembocaduras do Estado de Sergipe, com Ênfase no Rio Sergipe**. Dissertação de Mestrado submetida em satisfação parcial dos requisitos de grau de Mestre em Geologia. Setembro – 2008. Salvador - BA
- SALES, V. V. C. **Os Litorais Cearenses**. Ceará: Um Novo Olhar Geográfico / Organizadores, José Borzacchiello da Silva, Tércia Correia Cavalcante, Eustógio Wanderley Correia Dantas. Maria Salere de Sousa...[et all] – 2. Ed. Atual – Fortaleza: Edições Demócrito Rocha, 2007. 480 p.: fot. Color.
- SOUZA, M. J. N. **Geomorfologia e Condições Ambientais dos Vales do Acaraú-Coreau – Ceará**. Tese de doutoramento. Universidade de São Paulo – F.F.L.C.H. – Departamento de Geografia. São Paulo, 1981.
- SUGUIO, K. **Tópicos de geociências para o desenvolvimento sustentável: as regiões litorâneas**. Geologia USP: Série Didática, v. 2, n. 1, 2003 p. 1-40.
- VITAL, H. *et al.* **Evolução da Linha de Costa do Esporão de Galinhos (NE Brasil) Utilizando Fotografias Aéreas e Imagens Landsat TM**. Pesquisas em Geociências, 28(2): 497-507,2001. ISSN 1518-2398. Instituto de Geociências, UFRGS. Porto Alegre, RS - Brasil.