



You are free: to copy, distribute and transmit the work; to adapt the work.
You must attribute the work in the manner specified by the author or licensor

AVALIAÇÃO DA MORFODINÂMICA PRAIAL NO MUNICÍPIO DO CABO DE SANTO AGOSTINHO – PE ATRAVÉS DE IMAGENS SUBORBITAIS E ORBITAIS DE ALTA RESOLUÇÃO ESPACIAL

Henrique Ravi Rocha de Carvalho Almeida¹; Carlos Alberto Borba Schuler²

RESUMO

Em Pernambuco, o estado morfodinâmico praial ao longo de 187 km de extensão, caracteriza-se por grande dinâmica de sedimentos, resultando em processos erosivos em praticamente todo litoral. Tendo como área experimental a faixa litorânea do Município do Cabo de Santo Agostinho, localizado no Estado de Pernambuco, o presente trabalho buscou avaliar a tendência morfodinâmica praial em escala temporal, utilizando ortofotocartas P & B dos anos de 1975 e 1988 e imagens multiespectrais do satélite Quickbird do ano de 2005. A partir da vetorização da linha de costa em software comercial, verificou-se que as dinâmicas costeiras não se manifestaram com a mesma intensidade ao longo de todos os setores nos períodos observados (1975-1988 e 1988-2005), apresentando, os setores 4 e 6 tendências erosivas nos dois momentos, enquanto que nos setores 1 e 2 prevaleceu avanços da linha de costa. Os setores 3 e 5 indicaram alternâncias (avanços/recuos) da linha de costa. Os resultados demonstram o grau de vulnerabilidade das regiões trabalhadas, sendo de grande importância para a determinação das tendências evolutivas no litoral do Município do Cabo de Santo Agostinho, fornecendo subsídios para fins de planejamento e gestão ambiental.

Palavras-chave: morfodinâmica praial, erosão costeira, variações da linha de costa, gerenciamento costeiro.

ASSESSMENT BEACH MORPHODYNAMIC IN THE CITY OF CABO DE SANTO AGOSTINHO, STATE OF PERNAMBUCO, THROUGH SUBORBITAL AND ORBITAL IMAGES SPACE OF HIGH RESOLUTION

ABSTRACT

In Pernambuco, the beach morphodynamic state throughout 187 km of extension, it is characterized for great dynamic of sediments, resulting in erosion processes in practically all coastal. Having as experimental area the littoral band of the City of Cabo de Santo Agostinho, located in State de Pernambuco, the present work, it searched to evaluate the trend morphodynamic beach in secular scale, using orthophotomap B and W of the years of 1975 and 1988 and multispectral images of the Quickbird satellite of the year of 2005. From the vectoring of the shoreline in commercial software, that the coastal dynamic they had not been disclosed with the same intensity throughout all the sectors in the observed periods (1975-1988 and 1988-2005), presenting, the sectors 4 and 6 erosive trends at the two moments, whereas in sectors 1 and 2 it took advantage advances of the shoreline. The sectors 3 and 5 had indicated alternations (advances/jibs) of the shoreline. The results demonstrate the degree of vulnerability of the worked regions, being of great importance for the determination of the evolution trends in the coast of the City of Cabo of Santo Agostinho, supplying subsidies for environmental planning and management

Keywords: morphodynamic beach, coastal erosion, shoreline variation, coastal zone management.

Trabalho recebido em 20/11/2008 e aceito para publicação em 22/12/2008.

¹ Engenheiro Agrimensor – Mestre em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação, Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Rua João Sales de Menezes, 419, ed. Engenho São João, apt. 102, bloco A, Iputinga, Recife-PE. e-mail: henrique_ravi@yahoo.com.br

² Professor Doutor - Departamento de Engenharia Cartográfica (UFPE), e-mail: abschuler2000@yahoo.com.br

1. INTRODUÇÃO

A linha de costa é sem dúvida uma das estruturas morfológicas mais dinâmicas do nosso planeta. Se do ponto de vista físico a linha de costa corresponde simplesmente à linha de interface entre a terra e o mar, a tentativa de delimitá-la torna-se bem mais complicado. A sua posição varia constantemente em várias escalas temporais: diárias, seculares e milenares, sendo afetada por inúmeros fatores, alguns de origem natural, como o transporte de sedimentos, variações climáticas, variações do nível do mar; e outros relacionados com a intervenção humana na zona costeira, como estradas, casas ou outro tipo de construções permanentes, bem como as interferências nos sistemas fluviais, fonte de sedimentos. Além disso, a dimensão também sofre variação (cota e largura) devido a sua sensibilidade.

Como consequência destes fatores, o litoral pernambucano com aproximadamente 187 km de extensão, em geral, apresenta problemas erosivos, o que tem merecido atenção dos setores do poder público e da população atingida, que têm adotado medidas emergenciais e descontínuas, na maioria das vezes pouco eficazes (LIRA, 1997). Em alguns trechos houve fortes intervenções públicas e particulares para o controle e a contenção

da erosão marinha costeira, como nos municípios de Paulista, Olinda, Recife e Jaboatão dos Guararapes, todos na Região Metropolitana do Recife.

Pesquisas técnico-científicas desenvolvidas no litoral do Estado mostram que existem muitos pontos de desequilíbrio, principalmente os relacionados ao balanço de sedimentos que é uma característica para que a linha de costa seja mantida, e conseqüentemente, que não ocorram processos erosivos danosos e irreversíveis.

A erosão praial é um problema sério em todo o mundo, pois afeta praticamente todos os países com litoral, podendo em alguns casos, alcançar estágios bastante elevados (CUNHA, 2004). De certa forma, a erosão praial é um problema antropogênico no sentido de que se ninguém morasse próximo à linha de costa, este fenômeno não teria importância para o homem (DOMINGUES, 2007).

Este fenômeno, pela complexidade das interações entre diversos fatores naturais e antrópicos, tem tido nos últimos tempos maior relevância no planejamento das atividades de desenvolvimento urbano e principalmente de ordenação da zona costeira, já que a própria obra pode ser afetada por estes fatores ou provocar a intensificação da erosão e gerar perdas

para outros setores da costa adjacente (CUNHA, 2004).

O Estado de Pernambuco apresenta ao longo de sua linha de costa, trechos vulneráveis a erosão costeira (GREGÓRIO et. al, 2004), estando esse fenômeno associado a interação de vários fatores, dentre eles: a deficiente quantidade de suprimentos de sedimentos que aportam no litoral, que está associada, entre outras questões, a barragens dos rios existentes ou dragagens de “partes de areia” para fins de uso na engenharia civil; ausência de rios de grande porte; pelo fato da plataforma continental ser estreita, dificultando o armazenamento de sedimentos para a remobilização; além da ocupação desordenada do ambiente praial, impermeabilizando os cordões e as dunas e dificultando a reconstrução das praias no período de verão.

Segundo Muehe (2006), dentre as causas citadas que contribuem para o processo erosivo, a interferência antrópica é a mais atuante na medida em que acelera o referido processo não dando chance para que as variáveis naturais encontrem seu equilíbrio.

De certa forma, é difícil qualificar e quantificar de maneira isolada cada um dos fatores que interagem no balanço sedimentar de uma praia, sendo, portando, indispensável o monitoramento da zona

litorânea em função das taxas de variação da linha de costa, a fim de obter resultados que expressem a dinâmica temporal em uma determinada região.

Para a gestão ambiental da costa é de grande importância a determinação de sua sensibilidade à erosão, o que permite uma indicação do quanto este ambiente é susceptível a perda da sua praia (SILVA et al., 2005), que é a proteção natural da mesma.

As taxas de recuo da linha de costa constituem um dos melhores marcadores dos índices de erosão costeira quando esta atinge estádios avançados. Na maior parte dos casos, este índice é mais explícito e, freqüentemente, mais confiável do que a avaliação da área perdida ou do volume erodido (DIAS et al., 1994), já que há sempre uma tendência ao equilíbrio.

Segundo Madruga Filho (2004) a análise seqüencial de mapas, cartas ou de fotografias aéreas, torna possível a obtenção das taxas de variação da linha de costa ocorridas durante um considerado intervalo de tempo.

No caso particular deste estudo, dentre os vários métodos que podem ser utilizados para avaliar as tendências de comportamento da linha de costa em escalas temporal, adotou-se a análise seqüencial de ortofotocartas, pancromáticas, (P & B), de dois anos

distintos (1975 e 1988) e de imagens do satélite Quickbird do ano de 2005 para obter as taxas de variação da linha de costa ocorridas entre o período citado.

Como objetivos específicos este trabalho buscou mostrar a possibilidade de aplicação de imagens sub-orbitais e orbitais, de alta resolução espacial, na avaliação temporal das variações da linha de costa no município do Cabo de Santo Agostinho; identificar os pontos mais vulneráveis da área estudada através das Taxas de Variação da Linha de Costa (TVLC) e fornecer dados históricos da linha de costa para subsidiar gestores públicos na tomada de decisão para o gerenciamento costeiro na região.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Localização e delimitação da área de estudo

O Cabo de Santo Agostinho é um dos Municípios pertencentes à Região Metropolitana do Recife (RMR), Estado de Pernambuco (Figura 1), localizado na parte oriental do Nordeste brasileiro. Distanto cerca de 33,6 km da cidade do Recife, o Município limita-se ao Norte com as cidades de Moreno e Jaboatão dos Guararapes, ao Sul com as de Ipojuca e Escada, a Leste com o Oceano Atlântico e a Oeste com a cidade de Vitória de Santo Antão (ASSIS, 1999).

A área de estudo corresponde a faixa litorânea do Município do Cabo de Santo Agostinho com aproximadamente 14,51 km de extensão entre as coordenadas UTM N = 9089000 m, E = 283300 m e N = 9077000 m, E = 289300 m no Meridiano Central 33°W, Fuso 25 e Sistema de Referência SAD 69. Apresenta trechos cobertos com uma extensa faixa de coqueirais na praia do Paiva, passando por trechos com densidade de ocupações desordenadas e não dotadas de redes de infra-estrutura urbana nas praias de Itapuama, Enseada dos Corais e Gaibu, até a existência de sítio histórico composto por ruínas de edificações do século XVII no promontório do Cabo de Santo Agostinho (BASTOS et. al, 2003).

2.2. Levantamento dos dados

O início da coleta de dados para o trabalho baseou-se na metodologia de investigação de inventários de ciclos erosivos, que segundo Moraes apud Duarte (2002) consiste na coleta histórica de materiais cartográficos temporais disponíveis que contemplem a área de estudo. A Tabela 1 apresenta os dados levantados na Agência Estadual de Planejamento e Pesquisa de Pernambuco (CONDEPE/FIDEM), Companhia Pernambucana de Gás (COPERGÁS), Laboratório de Geoprocessamento e

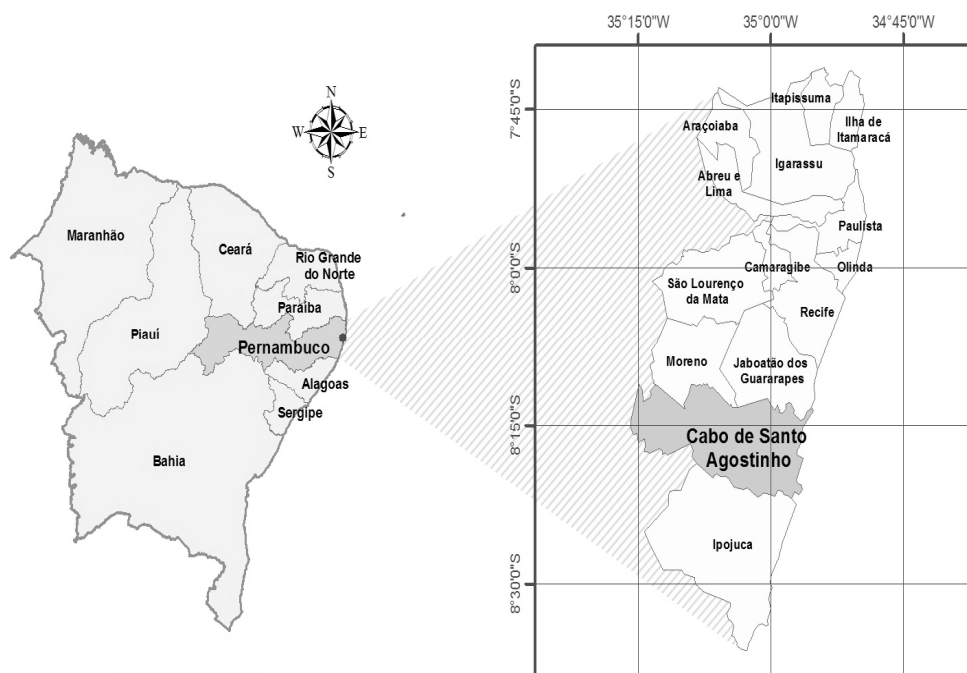


Figura 1. Localização do Município do Cabo de Santo Agostinho. Fonte: IBGE (2007).

Tabela 1. Dados coletados para a execução do trabalho.

Materiais Coletados	Ano	Escala	Fonte
Ortofotocartas	1975	1:10000	CONDEPE/FIDEM
	1988		
	2006	1:5000	
Imagens do Satélite Quickbird	2005	1:5000	GEOSERE/UFRPE
Fotografias Aéreas	1974	1:6000	CONDEPE/FIDEM
	1986		
	1997		
Carta de Nucleação	2003	1:20000	
Base Cartográfica	2002	1:2000	SPU

Sensoriamento Remoto da Universidade Federal Rural de Pernambuco (GEOSERE/UFRPE) e Secretaria de Patrimônio da União (SPU).

Obtidos os dados cartográficos da área de estudo, verificou-se a necessidade de analisar algumas condicionantes quali-quantitativas para a utilização das mesmas. Dentre os vários fatores

analisados, pode-se citar, por exemplo, a impossibilidade de executar o georreferenciamento das imagens a um sistema de referência geodésico. Assim constituíram material para a presente pesquisa, as ortofotocartas dos anos de 1975 e 1988 e as imagens do satélite Quickbird do ano de 2005.

2.3. Registro e georreferenciamento das imagens

Para registrar as imagens empregou-se o software SPRING (Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas). Sua escolha deve-se ao fato de ser um software de livre acesso, disponibilizado pelo INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais), como também por prover um ambiente de trabalho amigável, através da combinação de menus e janelas com linguagem espacial facilmente programável pelo usuário.

Uma vez selecionados as imagens do satélite Quickbird e as ortofotocartas, realizou-se o registro destas últimas, pois foram fornecidas sem o necessário rigor posicional exigido no presente estudo. Não necessitando, porém, o mesmo procedimento para as imagens orbitais, tratando-se de imagens disponibilizadas já georreferenciadas ao sistema de referência SAD69.

2.3.1. Registro das ortofotocartas

Com o auxílio do software Photoshop abriu-se a imagem (Figura 2) e na barra de ferramentas em bar of tools através da função image e size of the image, foram obtidos os valores das dimensões (comprimento e largura) da imagem em centímetros e em pixel,

necessários para o cálculo da resolução espacial. As larguras e comprimentos reais foram obtidos através do grid UTM da ortofotocarta.

A resolução espacial (RE) da Figura 2 na escala 1:10000, por exemplo, foi obtida para o pixel no sentido das linhas e colunas (i,j) a partir das equações 1 e 2 respectivamente.

$$RE_i = (CR \times 1\text{pixel}) \times \{(9124,113 \times 50)/77,19\}^{-1} \quad (1)$$

$$RE_j = (RL \times 1\text{pixel}) \times \{(6521,276 \times 50)/55,17\}^{-1} \quad (2)$$

No módulo IMPIMA do software SPRING, que permite a leitura de imagens digitais foram inseridas as resoluções espaciais (RE_i e RE_j) em conjunto com as ortofotocartas recortadas em meio digital, em formato .tiff e em seguida convertidas para .GRIB. No SPRING abriram-se as novas imagens e em bar of tools, através da função register, foram definidos os pontos de controle, obtendo ao fim do processo as imagens georreferenciadas ao sistema de referência SAD69.

2.4 Mosaicagem das imagens

Após o georreferenciamento das imagens (ortofotocartas), montaram-se os

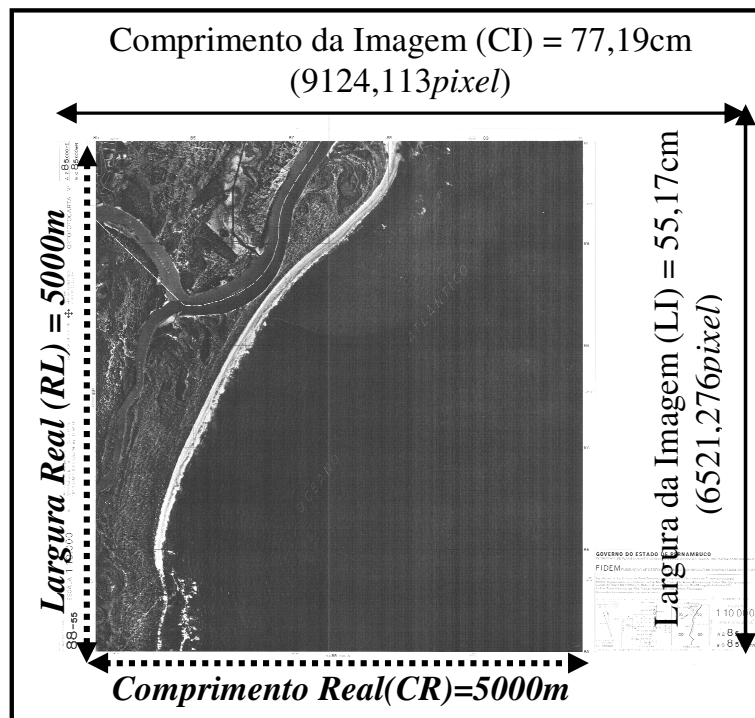


Figura 2. Ortofotocarta com representação das dimensões para o cálculo da resolução espacial. Fonte: CONDEPE/FIDEM.

mosaicos destas utilizando o software Auto Cad Map, a fim de obter uma única imagem da área de estudo. Na barra de ferramentas, através da função map, image e insert, foram inseridas cada imagem, transportando a mesma para o sistema de coordenadas geodésicas (N, E) o qual as imagens foram georreferenciadas, obtendo desta forma os mosaicos para cada uma das séries históricas de 1975 e 1988. Ao tratar das imagens do satélite Quickbird, não houve a necessidade de mosaicar as mesmas, pois estas foram disponibilizadas pela GEOSERE/UFRPE em uma única imagem (mosaico) que recobre toda área de estudo.

2.5 Divisão da área em setores praias e vetorização da linha de costa

Levando em consideração entre outros fatores, a presença ou não de recifes, erosão costeira e a ocupação da linha de costa, dividiu-se a faixa litorânea do município do Cabo de Santo Agostinho em seis sub-áreas (setores), delimitadas através de retângulos equivalentes e representados por suas respectivas coordenadas geodésicas. A Tabela 2 apresenta os setores, suas coordenadas UTM, localizadas no fuso 25, meridiano central 33°W no Datum sul-americano SAD 69.

Tabela 2. Divisão do litoral do Cabo de Santo Agostinho em setores praias.

Setor	Área Equivalente	Coordenadas UTM
1	Praia de Barra de Jangada e do Paiva	9089000 mN, 285500 mE 9087000 mN, 285500 mE
2	Praia do Paiva	9087000 mN, 286900 mE 9085000 mN, 285500 mE
3	Praia do Paiva	9085000 mN, 286000 mE 9083000 mN, 284800 mE
4	Praia de Itapuama	9083000 mN, 285400 mE 9082000 mN, 284800 mE
5	Praia de Itapuama e Enseada dos Corais	9082000 mN, 286000 mE 9079500 mN, 285000 mE
6	Praia de Gaibu	9079500 mN, 286000 mE 9077212 mN, 285001 mE

Para a análise evolutiva das linhas de costa de cada série temporal em formato vetorial, escolheu-se o software AutoCad Map, devido aos seus recursos existentes para vetorização e facilidades em trabalhar com imagens georreferenciadas.

Após análise das imagens, em função da qualidade destas e da morfologia da área, determinou-se à linha de vegetação como referencial para a vetorização da posição temporal da linha de costa, sendo estas demarcadas a partir da função draw e polyline, atribuindo layers e suas respectivas cores para cada linha vetorizada, correspondente ao ano trabalhado.

2.6 Confeção de Mapas de variação da Linha de Costa e Obtenção das Taxas de Variação de Linha de Costa (TVLC).

Através da superposição das imagens vetorizadas, verificou-se as tendências evolutivas para a faixa litorânea da área de estudo, por setor, entre os anos de 1975 a 1988 e de 1988 a 2005. As áreas erodidas e acrescidas entre as linhas de costa foram vetorizadas e calculadas no ambiente CAD (Computer Aided Design), pela construção de polígonos equivalentes à área existente entre a posição da linha de costa no ano de referência (1975) e os anos de comparação (1988 e 2005).

Em seguida, com o objetivo de conhecer quais áreas estão sofrendo maior variação e as que merecem uma atenção prioritária em relação a outras, foram gerados 2 mapas de variação de linha de costa para os períodos estudados (1975 – 1988 e 1988 – 2005).

A determinação das Taxas de Variação de Linha de Costa (TVLC) em cada setor para cada período foi calculada

dividindo-se o saldo obtido (SD) (equação 3) entre a área acrescida (AC) e erodida (AE), pela extensão da linha de costa (ELC) vetorizada para o setor estudado (equação 4).

$$SD = AC - AE \quad (3)$$

$$TVLS = \frac{AC - AE}{ELC} \quad (4)$$

Tomando-se a Tabela 3 e a Figura 3, por exemplo, para o cálculo da TVLC no setor 2 entre os anos de 1975 e 1988, temos:

Tabela 3. Dados representativos da TVLC durante os anos de 1975 e 1988.

Período	Área Acrescida (AC)	Área Erodida (AE)	Saldo (SD)	TVLC
 (m ²)			(m)
1975-1988	20.719,20	2.339,47	18.379,72	8,82

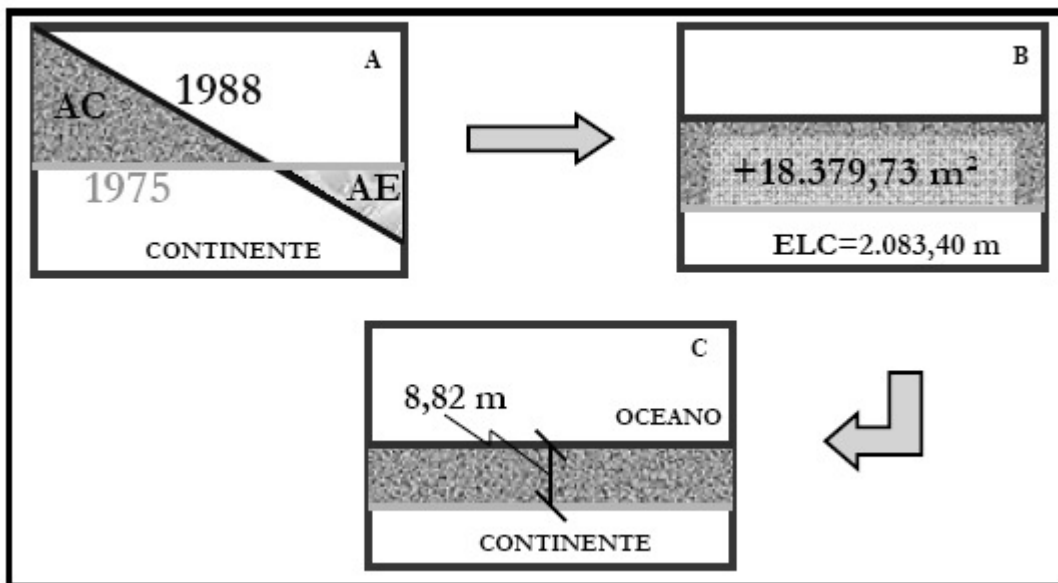


Figura 3. Representação esquemática da TVLC entre os anos de 1975 e 1988. A: áreas acrescidas (AC) e erodidas (AE) entre a posição da linha de costa durante os anos citados. B: saldo (SD) obtido entre a subtração das AC e AE. C: TVLC.

$$TVLC = \frac{20.719,20 - 2.339,47}{2.479,92}$$

$$TVLC = 8,82m$$

$$TVLC = \frac{18.379,73}{2.083,40}$$

Portanto, a TVLC obtida neste exemplo, demonstra que a linha de costa

no período estudado e no setor tratado cresceu 8,82 m

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos para o intervalo de 30 anos podem ser vistos nas Tabelas 4 e 5, permitindo a partir das Figuras 4 e 5, respectivamente, verificar: o comportamento da linha de costa nos setores estudados através das TVLC e comparar as áreas erodidas e acrescidas ao litoral do Município do Cabo de Santo Agostinho.

A partir dos valores expressos na Tabela 6, foram obtidos, na devida ordem temporal, os valores médios e as taxas anuais de recuo e acreção no litoral. A determinação dos valores dos recuos e avanços médios em cada setor corresponde à divisão do total de área erodida e acrescida neste, pela extensão da linha de costa no trecho analisado.

As Figuras 6 e 7 permitem verificar os recuos e avanços médios da faixa litorânea nos setores estudados durante os intervalos de 1975 a 1988 e de 1988 a 2005.

As taxas médias anuais de variação da linha de costa (Figuras 8 e 9) podem auxiliar a obter possíveis tendências de sua evolução, porém, por se tratar de uma das feições mais dinâmicas do planeta, onde sua posição no espaço muda

constantemente, como consequência de fatores naturais ou relacionados as intervenções antrópicas, os resultados destas taxas expressam valores que traduzem o comportamento em três anos distintos não refletindo, portanto, eventos ocorridos em períodos mais curtos que o analisado, assim como possíveis alterações a longo prazo.

Portanto, estas taxas assim obtidas permitem, em termos médios, uma comparação com outros estudos de recuo da linha de costa em médio prazo no município do Cabo de Santo Agostinho.

4. CONCLUSÕES

A análise das taxas de variação da linha de costa do Município do Cabo de Santo Agostinho, litoral sul de Pernambuco, para as épocas estudadas e em cada um dos setores trabalhados, utilizando os métodos já referidos, possibilitou obter as seguintes conclusões:

Os estudos resultaram em uma série de informações sobre o comportamento das praias e das tendências gerais de evolução na região. Verificou-se que as variações da linha de costa não se manifestaram com a mesma intensidade ao longo de todos os setores nos períodos observados (1975-1988 e 1988-2005).

Tabela 4. Comportamento da linha de costa do Cabo de Santo Agostinho entre os anos de 1975 e 2005.

Setor	Extensão (m)	TVLC (m)	
		1975-1988	1988-2005
Setor 1	2.479,92	8,22	10,09
Setor 2	2.083,40	8,82	8,12
Setor 3	2.282,33	-9,91	0,36
Setor 4	1.539,18	1,47	-3,18
Setor 5	3.700,21	-2,65	6,48
Setor 6	2.427,10	-6,20	-4,32

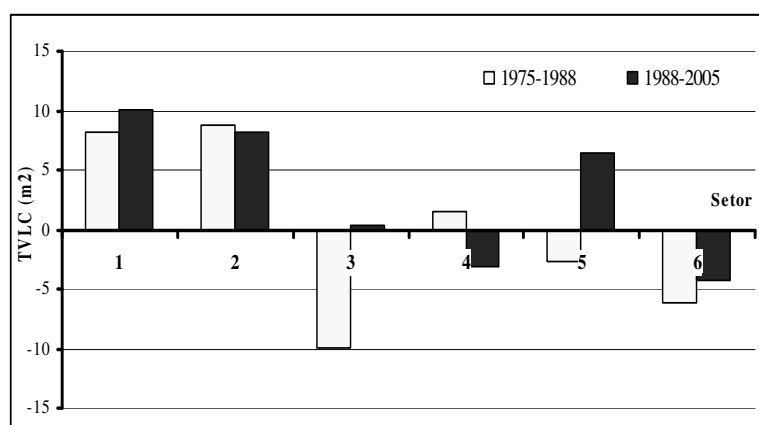


Figura 4. Histograma do comportamento da linha de costa do Cabo de Santo Agostinho a partir das TVLC entre os períodos de 1975-1988 e 1988-2005.

Tabela 5. Comportamento das áreas erodidas e acrescidas ao litoral do Cabo de Santo Agostinho.

1975-1988		1988-2005	
Acresção	Erosão	Acresção	Erosão
..... (m ²)			
20.396,58	0,00	25.040,51	0,00
20.719,20	2.339,47	18.492,97	1.567,54
26,26	22.662,11	4.518,78	3.678,64
4.555,78	2.281,31	3.059,57	7.966,48
1.915,03	11.737,39	26.654,00	2.654,28
3.833,77	18.883,58	2.053,12	12.545,46

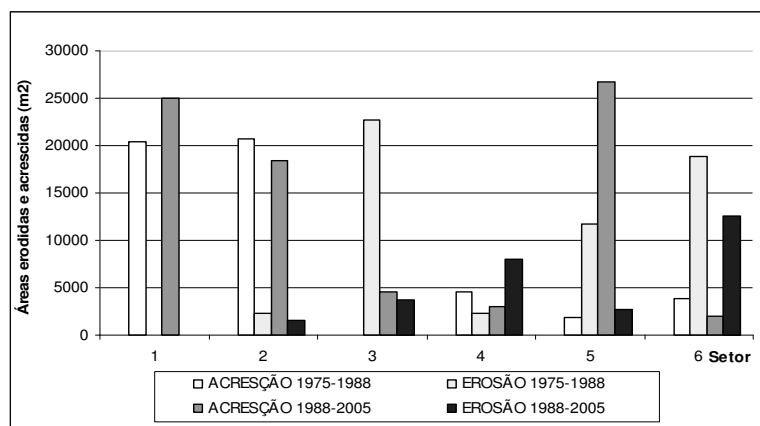


Figura 5. Histograma das áreas erodidas e acrescidas ao litoral do Cabo de Santo Agostinho durante os períodos de 1975-1988 e 1988-2005.

Tabela 6. Valores de recuos e avanços médios no litoral do Cabo de Santo Agostinho.

Setor	Recuo Médio (m)		Avanço Médio (m)	
	1975/1988	1988/2005	1975/1988	1988/2005
1	0,00	0,00	8,22	10,10
2	1,12	0,75	9,94	8,88
3	9,93	1,61	0,00	1,97
4	1,48	5,18	2,95	2,00
5	3,17	0,72	0,52	7,20
6	7,78	5,17	1,58	0,85

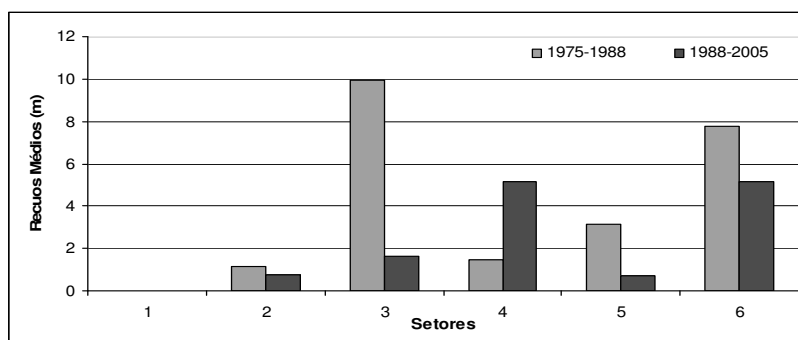


Figura 6. Histograma dos recuos médios da linha de costa do Cabo de Santo Agostinho nos setores estudados.

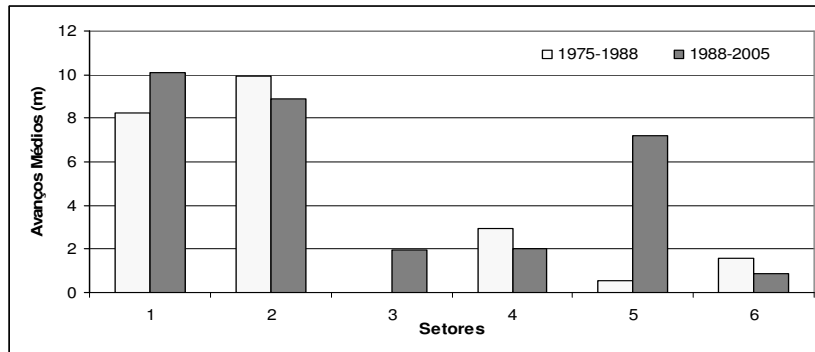


Figura 7. Histograma dos avanços médios da linha de costa do Cabo de Santo Agostinho nos setores estudados.

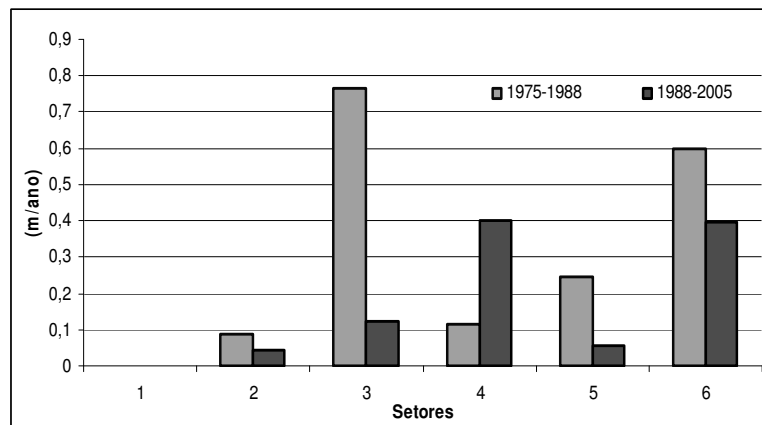


Figura 8. Histograma das taxas médias anuais de recuo da linha de costa do Cabo de Santo Agostinho.

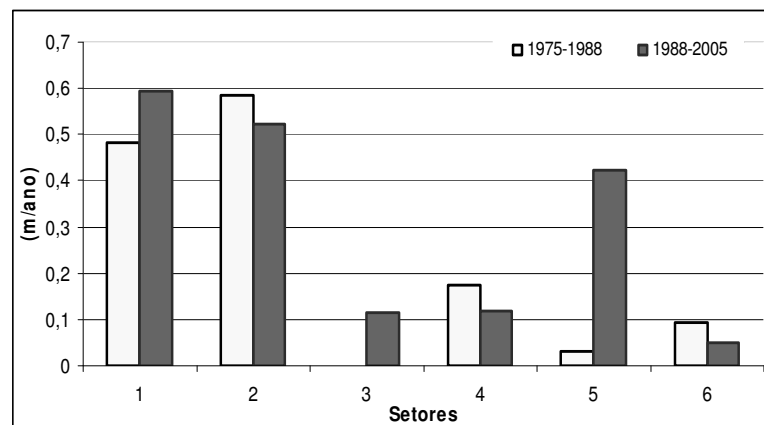


Figura 9. Histograma das taxas médias anuais de avanço da linha de costa do Cabo de Santo Agostinho.

Levando em consideração os processos erosivos e acrescivos em cada trecho, pode-se dizer, em termos médios, que:

O setor 1 (praia de Barra de Jangada e do Paiva) não registrou processos erosivos nos dois períodos estudados, porém apresentou tendência a acreção, alcançando cerca de 8,22 m de avanço da linha de costa entre os anos de 1975 e 1988, continuando a crescer mais 10,10 m no segundo período, função da possível carga de sedimentos que aportaram ao litoral, a qual atingiu aproximadamente 20.396,58 m² (18,65%) e 25.040,51 m² (23,13%) de áreas acrescida a costa respectivamente, conseqüência de sua proximidade com a foz do rio Jaboatão.

No setor 2 (praia do Paiva) o recuo da linha de costa entre os dois períodos estudados não indicou modificações marcantes, regredindo na devida ordem temporal de 1,12 m para 0,75 m, permanecendo a expressiva tendência a acreção já constatada no primeiro setor, cerca de 9,94 m, e decrescendo no segundo momento para 8,88 m. A grande quantidade de sedimentos que ancoraram à faixa de praia contribuíram, respectivamente, com cerca de 20.719,20 m² (18,94%) e 18.492,97 m² (17,08%) de área adicionadas a costa, erodindo entre os

dois intervalos tratados apenas 2.339,47 m² (2,13%) e 1.567,54 m² (1,44%).

O trecho correspondente ao setor 3 (praia do Paiva) registrou o recuo médio mais intenso da posição da linha de costa, atingindo o pico de 9,93 m entre os anos de 1975 e 1988, passando no segundo período estudado para a quase estabilidade de 1,61 m. Verificou-se ainda que as acreções médias indicaram valores modestos nos dois momentos, apresentando movimentação (avanço) da linha de costa apenas entre os anos de 1988 e 2005, de cerca de 1,97 m. A partir dos resultados citados, nota-se que no último intervalo estudado, a linha de costa praticamente se manteve estável, indicando, em termos médios, um saldo acrescivo de 0,36 m.

O setor 4 (praia de Itapuama) marcado por ser o menor trecho estudado, com 1,58 km de extensão, caracteriza-se por apresentar costões rochosos ao sul da linha de costa e por uma intensa ocupação antrópica da pós-praia quando comparado ao primeiro período avaliado. Os resultados obtidos neste trecho indicaram em relação aos processos erosivos, valores em torno de 1,48 m no primeiro momento analisado, alcançando entre os anos de 1988 e 2005 um recuo médio da linha de costa de aproximadamente 5,18 m. Ao verificar os valores correspondentes as acreções, nota-se, entre os anos

trabalhados, uma modesta decresção dos mesmos, marcando na devida ordem temporal 2,95 m e 2,00 m de avanço da linha de costa.

O setor 5 (praia de Itapuama e Enseada dos Corais) caracteriza-se pela presença de cordões rochosos ao norte da área, apresentando em seguida, na direção norte-sul, ocupações antrópicas mais intensas que as constatadas no setor anterior. Apesar das linhas de recifes em parte de sua extensão, que funcionam como anteparo natural contra a incidência de ondas na linha de costa, este trecho registrou um recuo médio em torno de 3,17 m, passando no segundo período para próximo da estabilidade, ou seja, 0,72 m. As acresções determinaram avanço da faixa litorânea entorno de 0,52 m entre os anos de 1975 e 1988, alcançando 7,20 m no segundo momento estudado.

O setor 6 (praia de Gaibu), apesar de conter em parte de sua área, a linha de recifes já encontrada no trecho anterior, somado a existência de um pequeno braço do rio Jaboatão, que contribuem respectivamente com a proteção da linha de costa e com a carga de sedimentos que aportam ao litoral, apresentou processos erosivos nos dois períodos trabalhados, indicando recuos médios de 7,78 m e 5,17 m na devida ordem temporal. Entre outros fatores, o alto grau de ocupação antrópica

na região contribui em parte com o recuo da linha de costa, pois é responsável pela imobilização da faixa de praia, impossibilitando a remobilização dos sedimentos. As acresções verificadas determinaram avanços modestos nos dois momentos, cerca de 1,58 m entre os anos de 1975 e 1988, regredindo no período seguinte para 0,85 m.

No geral, entre as áreas estudadas, verifica-se que os setores 4 e 6 apresentaram tendências erosivas nos dois momentos, enquanto que nos setores 1 e 2 prevaleceu avanços da linha de costa nos períodos estudados. Os setores 3 e 5 indicaram alternâncias (avanços / recuos) da linha de costa. Entre as áreas erodidas e acrescidas ao litoral, constatou-se uma tendência ao avanço da linha de costa, apresentando um total de 131.265,57 m² de áreas adicionadas, enquanto que 86.316,26 m² determinaram as áreas erodidas, marcando temporalmente, acréscimos e recuos de 120,77% e 79,23% respectivamente em relação a posição da linha de costa no ano base de 1975.

Quanto a vulnerabilidade das praias, as Taxas de Variação da Linha de Costa (TVLC) indicaram a partir do saldo obtido entre a subtração dos somatórios das acresções e das erosões em cada setor, um valor representativo dos processos (erosão/acresção) que predominaram no

setor estudado. Fazendo-se notar, durante o período mais recente (1988 a 2005), as praias de Itapuama (setor 4) e Gaibu (setor 6), que apresentaram os recuos da linha de costa mais expressivos, cerca de 3,18 m e 4,43 m.

No decorrer do estudo houveram limitações encontradas durante o emprego da metodologia proposta, dentre elas está a utilização das ortofotocartas P & B, que por possuírem naturalmente tons de cinza que não refletem as cores encontradas nos objetos fotografados, dificultou, em alguns momentos, a interpretação e vetorização da linha de vegetação dos anos de 1975 e 1988.

As ortofotocartas pancromáticas coloridas do ano de 2006 foram utilizadas, dentre os materiais cartográficos obtidos, como material auxiliar em uma tentativa de solucionar possíveis dúvidas durante a interpretação da linha de vegetação nas imagens Quickbird e, quando possível, nas imagens de 1975 e 1988.

As imagens Quickbird demonstraram ser uma importantíssima ferramenta na avaliação das mudanças ocorridas na área experimental, pois a resolução espacial da mesma, como também por apresentar as feições em suas tonalidades o mais próximas do real, facilitaram a interpretação e vetorização da linha de costa de maneira mais rápida e precisa

quando comparado ao mesmo processo executado anteriormente nas ortofotocartas P & B obtidas junto a Agência Estadual de Planejamento e Pesquisa de Pernambuco (CONDEPE/FIDEM).

Apesar das limitações citadas acima, os resultados obtidos são de grande importância para a determinação das tendências evolutivas no litoral do Município do Cabo de Santo Agostinho, fornecendo subsídios para uma avaliação de possíveis impactos gerados por fatores perturbadores da dinâmica sedimentar costeira, como também auxiliar com outros estudos de evolução de linha de costa para a região litorânea, fornecendo dados históricos à órgãos e entidades de planejamento urbano, auxiliando no ordenamento racional da faixa litorânea..

REFERÊNCIAS

- ASSIS, H. M. B. **Cartografia Geomorfológica do Município do Cabo de Santo Agostinho/PE**. Recife: CPRM/FIDEM. (Série Cartas Temáticas, Volume 04), 1999. 32 p.
- BASTOS, E., OLINTO, A., GONDIM, D. O., LINS, M. V. B., FALCÃO, D. B., ABUADIYA, S. N., ALBUQUERQUE, V. **Perfil socioeconômico e ambiental (Cabo de Santo Agostinho): Projeto Orla**, 2003. 158 p.

- CUNHA, E. M. S. **Evolución Actual del Litoral de Natal – RN (Brasil) y Sus Aplicaciones a la Gestión Integrada.** Barcelona. Tese de Doutorado. Programa de Doutorado em Ciências do Mar / Universidade de Barcelona, 2004. 132 p.
- DIAS, J. M. A.; FERREIRA, Ó. M. F. C.; PEREIRA, A. P. R. R. **Estudo Sintético de Diagnóstico da Geomorfologia e da Dinâmica Sedimentar dos Troços Costeiros entre Espinho e Nazaré.** 1994. Disponível em: http://w3.ualg.pt/~jldias/JAD/e_b_EspNaz_E.html. Último acesso: 18/12/2007.
- DOMINGUES, J.M. L. **Avaliação Regional do Problema da Erosão na Região Nordeste do Brasil.** Projeto de Pesquisa: Processos, Sedimentação e Problemas Ambientais na Zona Costeira. Curso de Pós-Graduação em Geologia / UFBA, 2007. 3 p.]
- DUARTE, X. R. **Caracterização Morfo-Sedimentológica e Evolução de Curto e Médio Prazo das Praias do Pina, Boa Viagem e Piedade, Recife/Jaboatão dos Guararapes – PE.** Recife. Dissertação de Mestrado. Curso de Pós-Graduação em Geociências/UFPE, 2002. 141p.
- GREGÓRIO, M. N., ARAÚJO, T. C. M. & VALENÇA, L. M. M.. Variação sedimentar das praias do Pina e da Boa Viagem, Recife (PE) Brasil. In: **Tropical Oceanography**, 2004. 39-52 p.
- IBGE. **Contagem da População 2007.** Disponível em: www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/contagem2007/PE.pdf. Último acesso: 09 de julho de 2007.
- LIRA, A. R. A. **Caracterização Morfológica e Vulnerabilidade do Litoral entre as Praias da Enseadinha e Maria Farinha, Paulista – PE.** Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Pernambuco – CTG, 1997. 96p.
- MADRUGA FILHO, J. D. **Aspectos Geoambientais entre as praias do Paiva e Gaibu, Município do Cabo de Santo Agostinho (Litoral Sul de Pernambuco).** Recife. Tese de Doutorado. Curso de Pós-Graduação em Geociências/UFPE, 2004. 272 p.
- MUEHE, D. **Erosão e Progradação no Litoral Brasileiro.** Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2006. 476 p.
- SILVA, I. R.; BITTENCOURT, A. C. S. P.; DOMINGUEZ, J. M. L.; SILVA, S. B. de M.. Potencial de Danos Econômicos Face à Erosão Costeira Relativo às Praias da Costa do Descobrimento - Litoral Sul do Estado da Bahia. In: X Congresso Brasileiro da ABEQUA, 2005, **Anais...** Guarapari. CD, 2005.