

## ANÁLISE E DETECÇÃO DAS MODIFICAÇÕES ANTRÓPICAS NO AMBIENTE PRAIAL EM BOA VIAGEM, RECIFE, PE

Luciana Maria DA SILVA<sup>1</sup>  
Rodrigo Mikosz GONÇALVES<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Licenciada em Matemática, Mestre em Ciências Geodésicas (UFPE), Doutora em Ciências Geodésicas (UFPR).  
lumasilva15@gmail.com

<sup>2</sup> Eng. Cartográfico, Mestre em Engenharia Elétrica e Informática Industrial (UFPR), Doutor em Ciências Geodésicas (UFPR). Professor Associado, Depto. Engenharia Cartográfica, Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). rodrigo.mikosz@ufpe.br

**RESUMO** – Nos últimos 60 anos, a praia de Boa Viagem, localizada no município de Recife-PE, vem sendo urbanizada próximo à linha de costa. Diante das construções cada vez mais sobre a pós-praia e até mesmo na praia, observam-se problemas de erosão costeira. Com aproximadamente 7 km de extensão de zona costeira, este bairro vem sofrendo modificações antrópicas. O presente trabalho tem como objetivo analisar a evolução do ambiente praial utilizando imagens de satélites de alta resolução espacial e ortofotos para os anos de 1974, 2005 e 2011. Para esse propósito, seis classes foram selecionadas, entre elas encontram-se enrocamento, benfeitorias para lazer, praia (estirâncio), vegetação, antepraia e linha de costa. Os resultados indicam informações quantitativas em mapas temáticos demonstrando a evolução desta classificação no ambiente praial. Entre os resultados destaca-se que foi possível detectar a evolução da classe enrocamento onde em 1974 não havia este tipo de proteção costeira, já em 2005 houve um aumento de 30% e em 2011 de 32,5%, o que evidencia a importância do monitoramento deste ambiente bem com seu gerenciamento.

**Palavras-chave:** Alterações Antrópicas; Enrocamento; Linha de Costa; Benfeitorias de Lazer, Sensoriamento Remoto.

**ABSTRACT. Analysis and detection of anthropogenic changes in the backshore environment of Boa Viagem, Recife, PE, Brazil.** Over the past 60 years, Boa Viagem beach in the Recife-PE city has been increasing the urban area near to the shoreline. In the face of more and more buildings up, located on the backshore and even on the beach, coastal erosion problems are observed. With about 7km of extension of coastal zone this neighborhood has been modified by anthropic actions. This paper aims to analyze the evolution of the backshore environment using high spatial resolution satellite images and orthophotos for the years 1974, 2005 and 2011. For this propose, were selected six thematic classes; between them are riprap, leisure improvements, beach, vegetation, foreshore and shoreline. The results indicate quantitative information on thematic maps demonstrating the evolution of this classification for the backshore. Among the results it was possible to detect the riprap class evolution where in 1974 there was not this type of coastal protection, in 2005 this increased 30% and in 2011, 32.5%, showing evidence about this environment monitoring importance as well as its management.

**Keywords:** Anthropic changes; Riprap; Shoreline; Leisure improvements; Remote Sensing.

### INTRODUÇÃO

A zona costeira concentra grande potencial econômico e turístico. Devido à sua importância, a Lei de Gerenciamento Costeiro do Estado de Pernambuco (2010), que trata dos instrumentos e ocupação da zona costeira em seu capítulo V, artigo 10 inciso 2º, propõe que, para as áreas urbanizadas, não será permitido qualquer tipo de instalações de novas construções, urbanização ou outra forma de utilização do solo na zona costeira, na faixa de 33 m (trinta e três metros), considerada como “*non aedificandi*”, ou valor superior a este quando comprovado em estudo técnico, medidos perpendicularmente em direção ao continente, a partir da linha de preamar máxima da sizígia atual. Ao longo do litoral de Boa Viagem é possível observar obras muito próximas ao mar

demonstrando que a urbanização costeira continua em plena atividade.

O processo de urbanização costeira e a formação de algumas áreas metropolitanas ocorreram com a contribuição dos progressos das relações institucionais e informais entre as cidades, gerando a explosão demográfica devido ao êxodo rural (POLÍDORO et al., 2009) e o desenvolvimento econômico (KRELLENBERG et al., 2011). Assim como a maior parte das metrópoles brasileiras, Recife cresceu a partir do processo de metropolização por inchação, tendo uma concentração de habitantes em nível elevado (GONÇALVES et al., 2013).

Aspectos ligados à urbanização em área costeira tem sido foco de pesquisas em diversos países da América Latina e do mundo, ao longo do tempo. Nordstrom e Jackson (1998) verificaram os efeitos

de verticalização em praias da cidade de *Atlantic City, New Jersey, USA*. Faggi e Dadon (2010) investigaram em 18 localidades balneárias na costa atlântica Argentina e observaram as modificações na área costeira devido o processo de urbanização.

Nos ambientes costeiros comumente pode-se observar o processo de erosão costeira, sendo resultado da combinação de fatores naturais - como tempestades, correntes marítimas, mudanças sazonais - e mudanças antrópicas no ambiente praias realizadas para lazer e até mesmo para contenção dos processos erosivos (ROCHA et al., 2008; HARLEY et al., 2011; SILVA et al., 2012; SILVA, 2013; SILVA et al., 2013, DA SILVA; DA SILVA LIRA, 2018).

A erosão praias é um problema sério que ocorre em vários lugares do mundo podendo alcançar estágios bastante elevados, assim como ocorre ou ocorreu em outras praias no mundo e no Brasil. Na Espanha, por exemplo, em trechos do litoral, a urbanização não deixou espaço suficiente para dinâmica costeira, ocasionando prejuízos ambientais, comerciais e recreativos, (DOODY, 2001). Na praia de Boa Viagem observam-se trechos que não há recreação devido à contenção na praia (SILVA, 2013; SILVA et al., 2013), assim como não há dinâmica praias devido a verticalização (GONÇALVES et al., 2013).

Segundo Smith (1991), praias urbanas são aquelas que circundam cidades, bairros ou balneários consolidados de diversos níveis de desenvolvimento. Ou seja, são as praias sob ocupação e influência humanas direta, utilizadas tanto pelas populações locais como por visitantes. A praia de Boa Viagem é umas das praias urbanas mais famosas da cidade do Recife, capital do estado de Pernambuco. Ela se situa na zona sul da cidade e é limitada pela praia do Pina e pela praia de Piedade, e se estende aproximadamente por cerca de 7 km.

Em um estudo realizado por Araújo et al. (2007) foi possível analisar a ocupação urbana das praias de Pernambuco, onde no setor Metropolitano do Estado 47% de sua extensão indicava a ocupação concomitante da pós-praias e da praia. Silva (2013) e Silva et al. (2013) analisaram os níveis de vulnerabilidade à erosão costeira ao longo da linha de costa nas cidades do Recife e Jaboatão dos Guararapes no litoral de Pernambuco, mostrando que 14,26% tem uma vulnerabilidade à erosão muito alta. Mendonça et al. (2014), empregando a técnica de GNSS (*Global Navigation Satellite System*) para esta mesma área, obtiveram em áreas setoriais ao longo da linha de costa um maior recuo de 8,16 m/ano.

A vulnerabilidade costeira à erosão é definida por um conjunto de processos morfodinâmicos. Diversos estudos vêm sendo realizados para analisar os níveis da vulnerabilidade, em geral utilizando parâmetros geomorfológicos, taxa de variação, variações do nível do mar, altura de ondas,

fatores antrópicos, atributos naturais etc. (MAZZER et al., 2008; MALLMANN, 2008; MALLMANN; ARAÚJO, 2010; RAPOSEIRO; FERREIRA, 2010; SILVA e GONÇALVES, 2012; SILVA, 2013; SILVA et al., 2013, DA SILVA; DA SILVA LIRA, 2018).

O uso do sensoriamento remoto torna-se fundamental para obtenção de dados temporais atuando como uma ferramenta poderosa para identificação dos problemas causados pelo não planejamento adequado do espaço físico destinado para urbanização, (LI et al., 2011), além de realizar análises de padrões, tendências e interações sobre as áreas costeiras. Ressalta-se que é importante estudar temporalmente uma área que sofreu e ainda sofre com as interferências humana.

A área de estudo localizada na praia de Boa Viagem foi escolhida por ser uma das praias que nos últimos anos vem tendo um crescimento populacional acentuado e a urbanização de forma verticalizada se consolida cada vez mais próximo à linha de costa. Atividades antrópicas deste processo são constantes como, por exemplo, a construção de enrocamento com o objetivo de conter a erosão costeira. Neste contexto, o presente trabalho tem como objetivo analisar as mudanças antrópicas no ambiente praias localizado em Boa Viagem (Recife/Pernambuco/Brasil). Para tanto, foram utilizadas imagens de satélite de alta resolução espacial e ortofotos com o propósito de extrair informações pelo processo de vetorização para criação de mapas temáticos do ambiente praias

## METODOLOGIA

Com a organização e o resgate de informações cartográficas temporais foi possível criar um banco de dados geográfico para extrair informações do processo de mudança temporal antrópica ao longo da praia de Boa Viagem. Foram elaborados mapas temáticos vetoriais obtidos através de fotointerpretação de imagens no formato digital. A seguir são apresentadas características da área de estudo, os materiais utilizados e os métodos.

### Caracterização da Área de Estudo

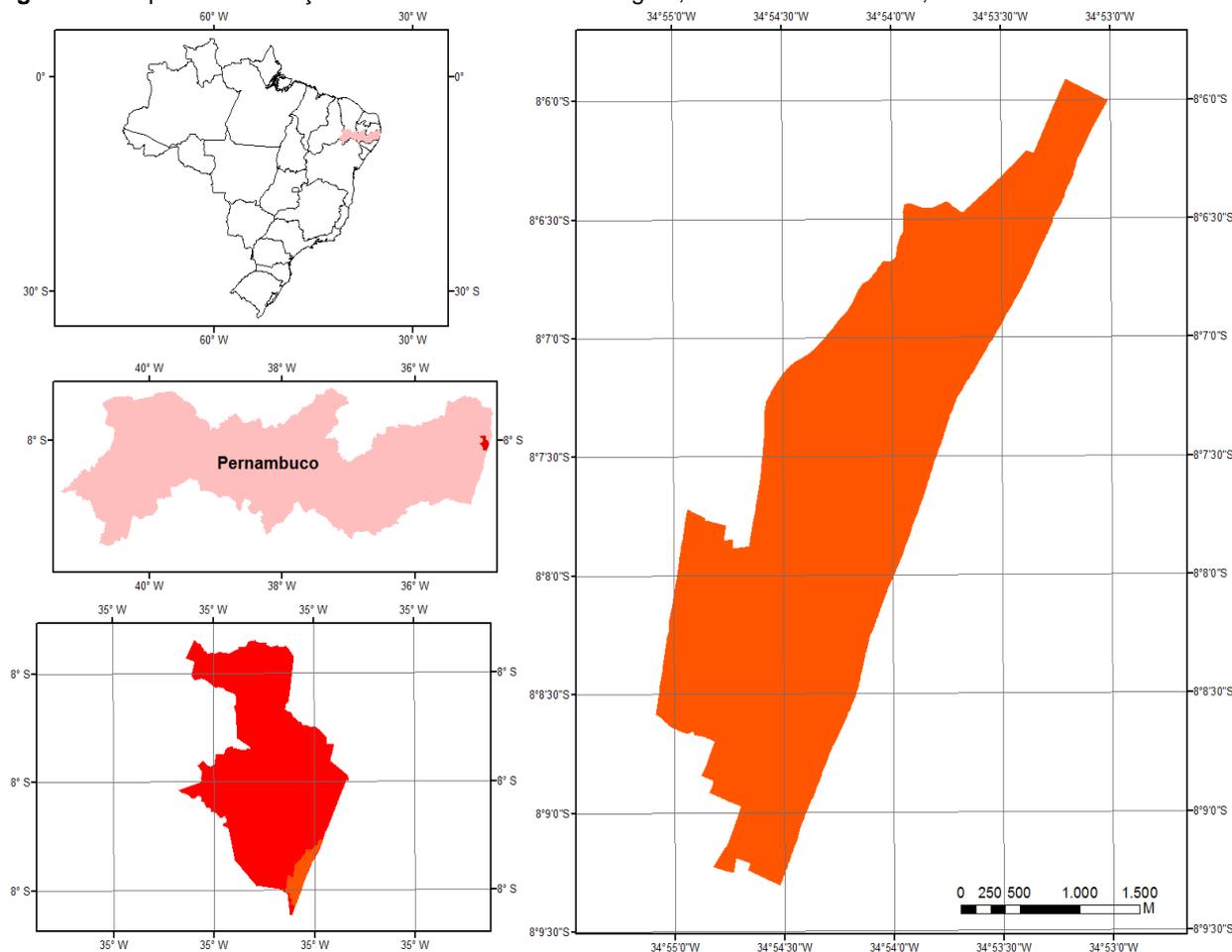
O litoral do Recife encontra-se localizado na costa do Nordeste Brasileiro. Atualmente encontra-se bastante urbanizado e nas últimas décadas vem sofrendo um grande processo de erosão costeira. A Figura 1 apresenta um mapa de localização do Estado de Pernambuco no Brasil, o município do Recife no Estado, o Bairro de Boa Viagem no Município e a ampliação da localização de Boa Viagem.

Segundo Aureliano (2000), a caracterização da ocupação do município se deu através de loteamentos residenciais, industriais e comerciais, sendo que, nas últimas décadas, houve uma grande

ascensão na construção de edifícios, condomínios e hotéis ao longo da orla. A faixa litorânea do Recife é formada pelas praias do Pina, que tem uma faixa litorânea de 1 km e uma população residente de

27.422 habitantes em todo bairro, e a de Boa Viagem, tem uma faixa litorânea de 7,38 km e uma população residente de 100.388 habitantes em todo bairro.

**Figura 1** – Mapa de Localização da área de estudo Boa Viagem, Recife – Pernambuco, Brasil



A praia de Boa Viagem é umas das praias urbanas mais famosas da cidade do Recife. Ela é oceânica e situa-se na zona sul da cidade, fazendo parte de um conjunto (composto por um cordão arenoso de orientação aproximada Norte - Sul) de ecossistemas costeiros que se estendem outros 7 km para o sul, ao longo da praia de Piedade (município de Jaboatão dos Guararapes) (COSTA et al., 2008), banhada pelo Oceano Atlântico.

Silva e Gonçalves (2012) destacam que a maior parte da praia de Boa Viagem é protegida por cordões de arenito (*beachrocks*) paralelos à costa. Na maré baixa, formam-se várias piscinas naturais ao longo da praia, sendo possível andar sobre os recifes, que são relativamente planos e largos. Durante os períodos de maré alta, os recifes ficam completamente cobertos pela água.

Costa et al. (2008) relatam que a praia da Boa Viagem e a praia do Pina chegaram a ser consideradas Unidades de Conservação (58 ha)

pela Prefeitura da Cidade do Recife em 2000 e que a construção de uma avenida beira-mar (pistas de rolamento, calçada, mureta, quiosques, banheiros e infraestrutura de lazer) teve forte influência na impermeabilização do terreno e imobilização das dunas, podendo ter levado a um sério desequilíbrio do balanço sedimentar para o lado da erosão da praia.

O desequilíbrio do balanço sedimentar também pode ter levado a um aumento da vulnerabilidade da praia a tempestades e ressacas. Como consequências, um enrocamento aderente foi instalado emergencialmente em cerca de 2 km da praia em 1996. Os fenômenos como ressacas e tempestades apresentam uma tendência recente de aumento de sua frequência e intensidade. Sendo assim a praia poderá estar mais vulnerável à erosão do que a uma mudança (elevação) do nível do mar propriamente dita (COSTA et al., 2008). A Figura 2 apresenta a aderência do enrocamento ao longo da praia.

**Figura 2** – Área com a construção do enrocamento para contenção das ressacas

### ***Linha de Costa***

Vários são os trabalhos e autores que definem linha de costa para um estudo específico. Suguio et al. (1985), por exemplo, definem como a linha que representa o limite entre o mar e o continente, no alcance máximo das ondas, onde cessa a efetiva ação marinha. Do ponto de vista físico a linha de costa corresponde simplesmente o limite que define a interface entre terra e o mar e a tentativa de delimitá-la torna-se mais complicada principalmente para a determinação de tendências temporais (ALMEIDA, 2008; SILVA, 2013). Mendonça e Mendonça (2010) e Mendonça et al. (2014) se concentram na sua detecção utilizando GNSS com o propósito de monitoramento.

Destaca-se que, no âmbito nacional, as aplicações GPS para a área marinha iniciam-se com a tese de doutorado Krueger (1996). A partir deste ano, vários trabalhos científicos foram desenvolvidos, sendo uma referência nacional

importante para o monitoramento geodésico da linha de costa e mapeamentos costeiros, como por exemplo, (MAZZER et al., 2008; MALLMANN, 2008; GONÇALVES, 2010; MALLMANN; ARAÚJO, 2010; MENDONÇA; MENDONÇA, 2010; RAPOSEIRO; FERREIRA, 2010; SILVA; GONÇALVES, 2012; SILVA, 2013; SILVA et al., 2013; MENDONÇA et al., 2014).

Para identificação da linha de costa é necessário definir dois processos: a escolha da definição para linha de costa e a detecção da sua posição espacial. Sua identificação facilita o trabalho dos cientistas, engenheiros e pesquisadores costeiros. As fontes de dados que possibilitam os estudos da linha de costa são referentes a diversas técnicas, como por exemplo: fotografias, mapas, gráficos, inspeções das praias, dados derivados do sensoriamento remoto e GNSS (BOAK; TURNER, 2005).

Monitorar a estabilidade costeira é vital para gestão do meio ambiente e faz parte do conjunto de tarefas e atividades que contribuem com o

gerenciamento costeiro sendo essencial para reunir e organizar com consistência o conjunto de dados posicionais que representem a evolução da posição da linha de costa em uma determinada área de estudo (GONÇALVES et al., 2010). Nesta pesquisa utilizou-se a definição de que a linha de costa é o limite entre o mar e o continente para sua identificação nas imagens e determinação.

### Enrocamento

Nos últimos anos, esforços vêm sendo feitos para identificar as áreas mais vulneráveis para posterior monitoramento e detalhamento das razões dos desequilíbrios observados (MUEHE, 2006). Segundo Daniel (2001) e Silva (2013), o problema da erosão além de sofrer influências climáticas como tempestades e aumento do nível do mar podem em muitos casos serem afetados por ações antrópicas, como o planejamento inadequado de casas, estradas, diques, enrocamentos e benfeitorias de lazer ao longo do litoral, bloqueando toda a área de recreação e assim o estreitamento da praia.

Com a falta de planejamento e infraestrutura na área costeira houve o aumento da degradação ambiental, trazendo perdas econômicas e em alguns casos extinguindo a fauna. A erosão costeira não é acarretada por apenas causas naturais, mas em grande parte, por atividades antrópicas, como as construções de enrocamentos.

Os enrocamentos ou barreiras costeiras são utilizados em locais com o intuito de proteger o continente contra as forças do vento, ondas e marés (NEVES; MUEHE, 2008), mas normalmente as praias que tem essas barreiras construídas são as que estão bastante vulneráveis a erosão, pois geralmente nos locais onde havia dunas ou vegetação dão lugar a essas barreiras.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Este estudo foi desenvolvido a partir dos seguintes materiais:

Ortofoto do ano de 1974, imagens orbitais dos satélites artificiais: *Quickbird* (2005) e *Geoye* (2011), cujas características principais são apresentadas no Quadro 1:

- levantamento de referências bibliográficas, resgate de documentos cartográficos e informações censitárias;
- utilização do software ArcGis® para elaboração de dados em formato *Shapefile* (*ArcCatalog: ArcInfo*), fointerpretação de feições cartográficas, elaboração de mapas temáticos e construção de um Banco de Dados Espaciais (BDE).

A organização dos dados da área de estudo foi o suporte inicial para a definição da metodologia adotada.

### Banco de Dados Espaciais

O BDE permite representar os dados espaciais imagens, mapas temáticos ou planos de informações, onde a estrutura desses dados pode ser de forma vetorial (ponto, linha e polígono) ou raster (matricial). Sendo assim, o BDE apresenta algumas funções como:

- localizar geograficamente os objetos selecionados e suas informações cartográficas;
- integrar em uma única base de dados os dados espaciais;
- atualizar os dados;
- construir distintos mapas temáticos;
- padronizar e averiguar a acurácia da hierarquização dos dados espaciais e dos produtos gerados pelo SIG.

O BDE integra distintas informações que se relacionam no desenvolvimento dos níveis de complexidade. A densidade e a complexidade dos dados espaciais são utilizadas na aquisição dos dados que contribuem com a qualidade dos dados obtidos. Para a criação do BDE foi feito a verificação se todos os materiais (vetoriais e *raster*) estavam em um mesmo Sistema Geodésico de Referência (SGR). Os que estavam em um SGR distinto foram transformados para SGR Brasileiro atual, no caso o SIRGAS 2000.

**Quadro 1** - Características dos satélites das imagens trabalhadas

Sistema	Altitude (km)	Resolução Temporal (dias)	Resolução espectral por bandas ( $\mu\text{m}$ )	Resolução Espacial (metros)
Quickbird	450	1,9 a 10	B1 - Azul: 0,45 – 0,52 $\mu$ B2 – Verde: 0,52 – 0,60 $\mu$ B3 – Vermelho: 0,63 – 0,69 $\mu$ B4 – Infravermelho: 0,76 – 0,90 $\mu\text{m}$ B5 – Pancromática: 0,45 – 0,90 $\mu\text{m}$	2,4 m 2,4 m 2,4 m 4 m 0,60 m
Geoye	15, 2	3 dias no máximo	PAN: 450 – 800 $\mu\text{m}$ -pancromática MS: 450 – 510 $\mu\text{m}$ - multispectral MS: 510 – 580 $\mu\text{m}$ – multispectral MS: 655 – 690 $\mu\text{m}$ – multispectral MS: 780 – 920 $\mu\text{m}$ - multispectral	41 cm 1,65 m

Fonte: Da Silva (2013).

O banco de dados desenvolvido está no sistema de coordenadas cartesianas UTM Fuso 25S, ele foi estruturado temporalmente em camadas para os anos de: 1974, 2005, e 2011. Inicialmente utilizou-se o *Geodatabase* para organizar os dados em vetoriais e raster. Os dados raster são formados por ortofotos e imagens de satélites, nesta etapa também foram inseridos os metadados.

Os metadados permitem ao usuário identificar e acessar os dados armazenados no sistema, avaliando se o seu uso está de acordo com a aplicação. A criação de metadados tem a finalidade de documentar e organizar de forma estruturada os dados coletados além da manutenção.

Os dados vetoriais são no formato *shapefile* onde foram obtidos através dos dados de vetorização (ortofotos e imagens de satélites identificando-se as feições).

### Fotointerpretação e Vetorização

A fotointerpretação é uma técnica utilizada para identificar, interpretar e obter informações sobre os fenômenos nelas contidos, portanto é necessário o

pesquisador ter conhecimentos prévios da área de estudo (FITZ, 2008).

O processo de vetorização consiste no transporte dos fenômenos identificados na imagem, realizado por meio de desenho. Segundo Fitz (2008), o processo de vetorização pode ser de três tipos: manual, semiautomático ou automático. Nessa metodologia foi utilizado o processo de vetorização manual em tela, para representar as informações espaciais da morfologia costeira.

No processo de fotointerpretação identificaram-se feições sendo vetorizadas para construção dos mapas temáticos e seus dados numéricos. O Quadro 2 apresenta as feições identificadas e descritas.

Para construção da geometria das classes adotou-se o formato *shapefile* como padrão, pois este formato permite o uso de um modelo de dados que captura dados espaciais e hierárquicos entre classes. A geometria deste formato pode ser do tipo ponto, linha e polígono, sendo que para esta pesquisa utilizou-se linha e polígono. As feições foram selecionadas como mostradas no Quadro 2 através do processo de fotointerpretação.

**Quadro 2** - Classe selecionada e sua respectiva descrição

Classe	Descrição
<b>Enrocamento</b>	Obras de contenção de estrutura rígida que visa conter o avanço do mar em direção à área costeira
<b>Benfeitorias para Lazer</b>	Quadra de tênis, quiosque tudo de alvenaria construído sobre a pós-praia e âmbito de dunas
<b>Praia (estirâncio)</b>	Areia exposta após a linha de costa identificada nas imagens digitais
<b>Vegetação</b>	Vegetação encontrada em dunas frontais, adicionalmente considerou-se os coqueiros plantados.
<b>Ante praia</b>	Neste estudo é identificada apenas como uma faixa pertencente à interface mar antes da linha de costa que é afetado por processos associados às ondas
<b>Linha de costa</b>	Considerou-se a linha instantânea de água captada na tomada da cota entre o continente e o oceano

Na figura 3 são apresentadas a ortofoto de 1974 e a imagem de satélite de 2005 e 2011, respectivamente, fundamentais para recompor uma análise espaço-temporal, da área escolhida. Em ambas as imagens são possíveis identificar um polígono representando os limites do bairro de Boa Viagem, adicionalmente com as feições determinadas no Quadro 2. Para a realização do mapeamento da linha de costa, foi necessário inicialmente delimitar uma área que fosse coincidente nas três imagens.

Após selecionar as classes de interesse para a criação dos mapas temáticos temporais, foram planejados os tons de cores para representar as classes levando em consideração o tipo de dados classificados como qualitativos.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os mapas temáticos foram gerados para o ambiente praiado de Boa Viagem considerando as

classes determinadas no Quadro 2, classificados para os anos de 1974, 2005 e 2011, respectivamente (Figura 4).

Na Figura 4 observa-se, pelo processo de fotointerpretação, que em 1974, na área praiado de Boa Viagem não havia enrocamento, havia a presença de dunas com vegetação costeira. Este fato foi constatado com o levantamento de referências bibliográficas que destacam que a construção do enrocamento começou a partir de 1996, pois houve um fator emergencial, devido uma ressaca que atingiu o calçadão da Avenida Boa Viagem atingindo alguns edifícios. Analisando o mapa temático de 2005 e 2011 e informações coletadas em campo, observa-se que na faixa de areia desaparecem as dunas e apareceu a plantação de coqueiros, implantação de quiosques, construção de benfeitorias como quadras de tênis, e a construção do enrocamento para conter a erosão costeira.

**Figura 3** – Limite do Bairro de Boa Viagem e as feições determinadas pelo processo de Fotointerpretação (1974, 2005 e 2011)



Comparando visualmente e analisando os dados gerados dos mapas temáticos obtidos na Figura 4, observa-se que em 1974 a área de vegetação é maior que em 2005, e em 2005 a área de vegetação é maior do que em 2011. Ressalta-se que com as análises pode-se destacar distintos tipos de vegetação como a arbórea, arbustiva e rasteira (nativa). Em geral, quando se tem vegetação nativa, menor é a possibilidade de existir erosão. Os locais com vegetações arbóreas são os que mais possuem a influência humana. No cordão arenoso de Boa Viagem, atualmente quase não se encontram mais áreas com a vegetação rasteira. Na grande extensão da área costeira apresenta ausência de vegetação.

Em relação às mudanças antrópicas, destaca-se que em 1974 não há obras de engenharia como a construção de enrocamento e benfeitorias de lazer. Em 2005 já há contenção, sendo que houve um aumento com o decorrer do tempo. Percebe-se também que a faixa de areia na praia aparentemente era maior em 1974. Outra ocorrência verificada é a evolução antrópica cada vez mais próxima da linha de costa. Ressalta-se que a presença do enrocamento no ambiente praiar mostra que o ambiente sofreu uma intervenção antrópica apresentando problemas de erosão costeira e nas áreas onde há construção, quanto maior for à construção de enrocamento maior será a vulnerabilidade à erosão. As benfeitorias de lazer também são responsáveis pelas mudanças no ambiente praiar, sendo estes mais susceptíveis à vulnerabilidade à erosão.

Através do processo de vetorização para geração dos mapas temáticos, também pode-se

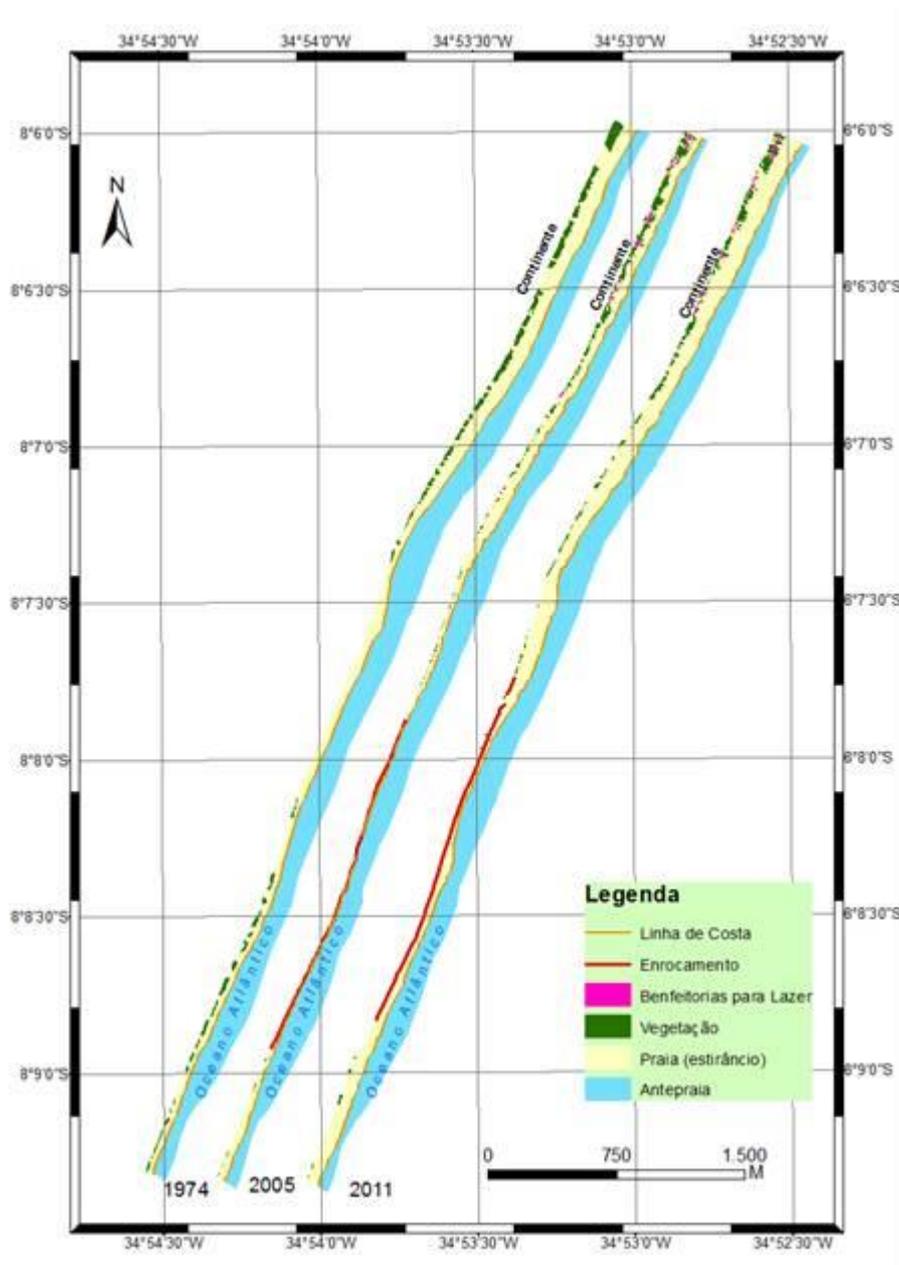
calcular a extensão das classes, ao longo do litoral. No estudo calculou-se a extensão do enrocamento, uma vez que este é construído quando as modificações que o homem faz, acarreta a sociedade outros problemas. A Tabela 1 apresenta esses dados numéricos para a classe enrocamento. Destaca-se que o processo de vetorização foi efetuado ao longo de toda faixa litorânea de Boa Viagem de aproximadamente 7,38 km.

**Tabela 1.** Cálculo da faixa litorânea ao longo da linha de costa: extensão (em Km) e percentual (%) – 1974, 2005 e 2011

Classe	1974		2005		2011	
	Km	%	Km	%	Km	%
<b>Enrocamento</b>	0	0	2,20	30	2,38	32,5

Analisando os dados obtidos na Tabela 1, verifica-se que em 1974 não havia enrocamento, em 2005 ela passou para 30% e em 2011 para 32,5% da extensão total do bairro. Todo esse aumento influi diretamente na diminuição de espaços com vegetação, assim como mostra a Figura 4, em 1974 a classe de vegetação é bem maior do que em 2005 e 2011. Nesse contexto também é possível observar que onde antes existiam dunas passaram no decorrer do tempo para benfeitorias de lazer. Outro fato a ressaltar é que os locais que atualmente tem a construção de enrocamento são mais vulneráveis à erosão, tal fato pode ser ratificado em Silva (2013).

**Figura 4.** Mapas Temáticos temporais do ambiente praial de Boa Viagem (1974, 2005 e 2011)



Nota: O grid no mapa é referente a linha de costa de 1974.

### CONCLUSÕES

A praia é um dos grandes pontos recreativos na cidade do Recife, mas encontra-se comprometido por conta da falta de espaço de areia para permanência quando a maré está alta. Observou-se na faixa de areia, mesmo antes das 15 horas, sombras geradas pela verticalização muito próxima a área de praia.

Em uma análise temporal, considerando os anos de 1974, 2005 e 2011 como referência, ou seja, 37 anos de evolução do espaço, foi possível quantificar que a classe enrocamento passou de 0% para 30% e, em seguida, para 32,5%. A contenção do mar, por

conta do mau planejamento da cidade, se torna um problema, pois exige cuidados constantes.

Através da metodologia utilizada para identificar as mudanças ao longo do ambiente praial, destaca-se que a fonte de informação cartográfica serviu como ferramenta fundamental para as análises de informações espaciais. Ainda existem muitas questões que precisam ser analisadas e respondidas no que se refere ao diagnóstico e temas ligados ao crescimento populacional.

Baseado na revisão da literatura e no conhecimento da realidade encontrado na faixa litorânea de Boa Viagem, indicam-se alguns pontos que podem ser trabalhados em pesquisas futuras, de modo a dar continuidade no assunto proposto.

Assim, sugere-se analisar toda faixa litorânea de Recife-PE e aplicar novas técnicas semi-automatizadas direcionadas a objetos para interpretação e classificação de imagens digitais, além de levantamento utilizando técnicas de posicionamento GNSS. Ressalta-se que os resultados obtidos nesta pesquisa são coerentes com pesquisas que foram referenciadas neste trabalho ao longo do seu desenvolvimento.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, H.R.R.C. **Séries temporais de imagens suborbitais e orbitais de alta resolução espacial na avaliação da morfodinâmica praial no município do Cabo de Santo Agostinho – PE.** 2008. 124 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Geodésicas) – Universidade Federal de Pernambuco, 2008.
- ARAÚJO, M. C. B.; SOUZA, S. T.; CHAGAS, A. C. O.; BARBOSA, S. C. T.; COSTA, M. F. Análise da ocupação urbana das praias de Pernambuco, Brasil. **Revista da Gestão Costeira Integrada**, v. 7, n. 2, p. 97-104, 2007.
- AURELIANO, J. T. **Balneabilidade das praias de Pernambuco: o núcleo metropolitano.** 2000. 113 f. Dissertação (Mestrado em Gestão e Políticas Ambientais) – Universidade Federal de Pernambuco, 2000.
- BOAK, E. H.; TURNER, I. L. Shoreline definition and detection: a review. **Journal of Coastal Research**, v. 21, n. 4, p. 688-703, 2005.
- COSTA, M. F.; ARAÚJO, M. C. B.; CAVALCANTI, J. S. S.; SOUZA, S. T. Verticalização da praia da Boa Viagem (Recife, Pernambuco) e suas consequências socioambientais. **Revista da Gestão Costeira Integrada**, v. 8, n. 2, p. 233 -245, 2008.
- DANIEL, H. Replenishment versus retreat: the cost of maintaining Delaware's beaches. **Ocean & Coastal Management**, v. 44, p. 87-104, 2001.
- DOODY, J. P. Shoreline management – conservation, management or restoration? **National Coastal Consultants**. P.407-419, 2001.
- FAGGI, A. M.; DADON, J. Vegetation changes associated to coastal tourist urbanizations. Multequina. **Latin American Journal of Natural Resources**, n. 19, p. 53-76, 2010.
- FITZ, P. R. **Geoprocessamento sem complicação.** São Paulo: Oficina de Textos, 2008.
- GONÇALVES, R. M.; KRUEGER, C. P.; COELHO, L. S.; HECK, B. Monitoramento geodésico da linha de costa com o emprego do GNSS. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS GEODÉSICAS E
- TECNOLOGIAS DA GEOINFORMAÇÃO, 3. Recife, 2010. **Anais...** Recife, 2010. p. 1-5.
- GONÇALVES, R. M.; PACHECO, A. P.; TANAJURA, E. L. X. DA SILVA, L. M. Urbanização costeira e sombreamento na praia de Boa Viagem, Recife-PE, Brasil. **Revista de Geografia Norte Grande**, v. 54, p. 241-255, 2013.
- HARLEY, M. D.; TURNER, I. L.; SHORT, A. D.; RANASINGHE, R. Assessment and integration of conventional, RTK-GPS and image-derived beach survey methods for daily to decadal coastal monitoring. **Journal of Coastal Engineering**, v. 58, p. 194-205, 2011.
- KRELLENBERG, K.; HÖFER, R.; WELZ, J. Dinámicas recientes y relaciones entre las estructuras urbanas y socioeconómicas em Santiago de Chile: el caso de Peñalolén. **Revista de Geografía Norte Grande**, v. 48, p. 107-131, 2011.
- KRUEGER, C. P. **Investigações sobre aplicações de alta precisão do GPS no âmbito marinho.** 1996. 288f. Tese (Doutorado em Ciências Geodésicas) – Universidade Federal do Paraná, 1996.
- MALLMANN, D. L. B.; ARAÚJO, T. C. M. Vulnerabilidade do Litoral Sul de Pernambuco à erosão. **Tropical Oceanography**, v. 38, n. 2, p. 129-151, 2010.
- MALLMANN, D. L. B. **Vulnerabilidade do Litoral Sul de Pernambuco à erosão.** 2008. 152 f. Dissertação (Mestrado em Oceanografia) – Universidade Federal de Pernambuco, 2008.
- MAZZER, A. M.; DILLENBURG, S. R.; SOUZA, C. R. G. Proposta de método para análise de vulnerabilidade à erosão costeira no sudeste da ilha de Santa Catarina, Brasil. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 38, n. 2, p.278 -294, 2008.
- MENDONÇA, F. J. B.; GONÇALVES, R. M.; AWANGE, J.; DA SILVA, L. M.; GREGÓRIO, M. N. Temporal Shoreline Series analysis using GNSS. **Boletim de Ciências Geodésicas**, v. 20, n. 3, p. 701-719, 2014.
- MENDONÇA, F. J. B.; MENDONÇA, R. L. Determinação da linha de costa das praias do município de Recife-PE. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS GEODÉSICAS E TECNOLOGIAS DA GEOINFORMAÇÃO, 3. Recife, 2010. **Anais...** Recife: UFPE, p.1-5, 2010.
- MUEHE, D. **Erosão e progradação do litoral brasileiro.** Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2006.
- NEVES, C. F.; MUEHE, D. Vulnerabilidade, impactos e adaptação a mudanças do clima: a zona costeira. **Parcerias Estratégicas**, n. 27, 2008. 80 p.

NORDSTROM, K.F.; JACKSON, N.L. Effects of a high rise building on wind flow and beach characteristics at Atlantic City, NJ, USA. **Ocean & Coastal Management**, v. 39, n. 3, p. 245-263, 2010.

PERNAMBUCO. **Lei de Gerenciamento Costeiro do Estado de Pernambuco**. Lei Nº 14. 258, de 23 de dezembro de 2010.

POLIDORO, M.; TAKEDA, M. M. G.; BARROS, O. N. F. Análise temporal do processo de conurbação na região de Londrina-PR por meio de imagens Landsat. **Revista Geográfica Acadêmica**, v. 3, n. 1, p. 70-77, 2009.

RAPOSEIRO, P. D.; FERREIRA, J. C. R. A análise da vulnerabilidade e do risco de inundação como ferramenta de apoio à gestão dos territórios litorais sob pressão urbana. **Pluris: Planejamento urbano regional integrado e sustentável**, p. 1 -12, 2010.

ROCHA, C. P.; ARAÚJO, T. C. M.; MENDONÇA, F. J. B. Aplicação de técnicas de posicionamento GPS tridimensional para localizar linhas de costa: estudo de caso na praia de Boa Viagem, Recife-PE, Brasil. **Revista da Gestão Costeira Integrada**, v. 8, n. 2, p. 127-137, 2008.

SILVA, L. M.; GONÇALVES, R. M. Uma revisão da modelagem fuzzy da interface continente e oceano para identificar locais vulneráveis à erosão. In: QUINTA-FERREIRA, M., BARATA, M. T., LOPES, F.C., ANDRADE, A. I., HENRIQUES, M. H., PENA DOS REIS, R., IVO ALVES, E. (Coord). **Para desenvolver a Terra**. Coimbra: Imprensa da Universidade de Coimbra, v. 1, cap. 15, p. 100-110, 2012. (in press).

SILVA, L. M.; GONÇALVES, R. M.; FARIAS, R. D.; MARTINS, T. L. Detecção de mudanças antrópicas no ambiente praias em Boa Viagem – Recife – PE. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS GEODÉSICAS E TECNOLOGIAS DA GEOINFORMAÇÃO, 4. Recife, 2012. **Anais...** Recife: UFPE, p. 1 -7, 2012.

SILVA, L. M. **Modelagem Fuzzy como subsídios para a espacialização da vulnerabilidade costeira à erosão**. 2013. 164f. Dissertação (Mestrado em Ciências Geodésicas) – Universidade Federal de Pernambuco, 2013.

SILVA, L. M.; GONÇALVES, R. M.; LIRA, M. M. S.; PEREIRA, P. S. Modelagem Fuzzy aplicada na detecção da vulnerabilidade à erosão costeira. **Boletim de Ciências Geodésicas**, v. 19, n. 4, p. 746-764, 2013.

SMITH, R. A. Beach resorts: A model of development evolution. **Landscape and Urban Planning**, v. 21, p. 189-210, 1991.

SUGGUIO, K.; MARTIN, L.; BITTENCOURT, A. C. S. P.; DOMINGUEZ, J. M. L.; FLEXOR, J. M.; AZEVEDO, A. E. G. Flutuações do nível 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.