

ESTUDO COMPARATIVO DO FENÔMENO DA EROSÃO MARINHA E SEUS IMPACTOS NA PRAIA DE BOA VIAGEM, RECIFE - PE

Taiana Regina S. de Oliveira¹

Kenia Valença Correia¹⁻²

Gerlânia Brasiliana de Arruda¹

Maria Cristina da Silva Sales de Melo¹

Roberto Lima Barcellos³

doi: 10.18190/1980-8208/estudosgeologicos.v25n1p119-136

¹ Programa de Pós-Graduação em Geociências – UFPE. Recife, Pernambuco, Brasil.

² Programa de Pós-graduação em Engenharia de Minas - Lab. de Etnoecologia e Educação Ambiental, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Pernambuco.

³ Programa de Pós-graduação em Geociências – LABOGEO, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Pernambuco.

taianaoliveira_@outlook.com.br; keniaandaluz@gmail.com; gerlaarruda@gmail.com; tinageo@bol.com.br, roberto.barcellos@ufpe.br

RESUMO

Este estudo tem como propósito analisar a evolução temporal da linha de costa na Praia de Boa Viagem, Recife-PE, por meio da investigação bibliográfica, levantamento e monitoramento de dados, permitindo uma maior compreensão das variáveis envolvidas na imputação do processo sedimentar local. Propõem, também, avaliar o comportamento das estruturas de contenção ali inseridas, e sua ascendência sobre o ambiente, com sinais de sedimentação evidenciados pelos balanços observados ao longo de toda a área. A partir dos resultados das análises do comportamento evolutivo ao longo da linha de costa, observou-se uma tendência geral de progradação entre os anos de 1975 e 1984. Entre os anos de 1984 e 2010, foi observada uma retração da linha de costa ao sul da área de estudo, sugerindo uma influência da proximidade das praias com grave problema de erosão da costa (tal como a praia de Piedade) e das obras de contenção da erosão ao sul de Boa Viagem. A acreção notada mais ao Norte da praia indica o aspecto positivo da vegetação nas dunas encontradas, sendo um provável indicador da preservação dos sedimentos. Obras de contenção foram realizadas no trecho em estudo, tais como construção de muros de arrimo e engordamento da praia, que somada a grande perda do trecho da praia, inviabilizou o uso da área de lazer. Desta forma, torna-se necessário destacar a limitação do uso futuro das áreas na região, pois além dos fatores hidrodinâmicos que atuam no local, a construção de obras de grande porte poderá ocasionar e acentuar a tendência erosiva que se encontra em trechos da praia de Boa Viagem.

Palavras-chave: Erosão, Linha de Costa, Defesa Costeira, Praia Urbana, Região Nordeste.

ABSTRACT

This study aims to analyze the temporal evolution of shoreline in Boa Viagem, Recife-PE, by means of bibliographic research, survey and monitoring data allowing a better understanding of the variables involved in the local sedimentary processes. Analyzing the behavior of inserted containment structures, and its influences over the environment, with

signs of sedimentation balance observed over the entire area. The results from the analysis of the evolutionary behavior along the coastline, indicate there was a general trend of progradation between 1975 and 1984. Between the years 1984 and 2010, was observed a retreat of the south shoreline of the study area, suggesting an influence of proximity to beaches with serious problems of coastline erosion (such as in Piedade beach) and erosion containment works at the south of Boa Viagem. The accretion observed in the northern of the study area indicates the positive aspect of vegetation found in the dunes, with a likely indicator of preservation of sediments. Containment works were realized, such as construction of retaining walls and beach nourishment, added to the great loss of the beach front, prevented this to the use as recreational area. Thus, it is necessary to highlight the limitation of future use of the areas in the region, because the hydrodynamic factors and the anthropic interventions may cause and accentuate erosive trend found in sectors of beach of Boa Viagem.

Keywords: Erosion, Coastline, Coastal Defense, Urban Beach, Northeast Region.

INTRODUÇÃO

As praias, sistemas transicionais dinâmicos e sensíveis, são formadas por sedimentos inconsolidados ajustando-se constantemente a flutuações dos níveis de energia locais, sofrendo retrabalhamento por processos eólicos, biológicos e hidráulicos (Hoefel, 1998).

Sob o ponto de vista estrutural, dentre os vários tipos morfológicos de costas encontradas, as que apresentam formação geológica recente (pleistocênica e holocênica) caracterizam-se mais sensíveis e dinâmicas, são elas: as planícies costeiras e seus subambientes, como as lagoas costeiras, lagunas, estuários, planícies de maré, restingas e praias, entre outros (Lélis, 2003).

Os processos de erosão e acreção que nelas se estabelecem são resultados da tentativa de manutenção de seu equilíbrio, sendo, portanto, parte da dinâmica natural destes ambientes, ocorrendo desde tempos remotos, causados por alterações no balanço de sedimentos e energia, que por sua vez podem ter origem natural, antrópica ou

da conjugação da ação de ambas (Dias, 1993).

Segundo Lélis (2003), conhecer os padrões de evolução das linhas de costa e entender os processos físicos controladores do equilíbrio morfodinâmico é indispensável para o planejamento do uso e ocupação antrópica. A Erosão marinha atinge a grande maioria das zonas costeiras do nosso planeta, processo erosivo que se deve principalmente à intensificação do uso destas áreas nos últimos anos.

Embora seja um processo natural, e não representa problema algum quando ocorre em áreas desabitadas, a erosão costeira torna-se um problema – social e econômico – quando são construídas estruturas rígidas e fixas, tais como casas ou muros, num ambiente que é naturalmente variável (Morton et al., 1983; Doyle et al., 1984; Pilkey Jr. et al., 1984).

Desde sua colonização, o crescimento da cidade do Recife sofre com a construção de aterros, intervenções humanas e ocupações indiscriminadas. De forma que se acreditava na possibilidade de ignorar seus corpos d'água, seja ele fluvial ou marinho (Duarte, 2002).

O uso das praias no litoral de Boa Viagem tem se caracterizado pela ocupação junto à linha de costa ou mesmo sobre a praia, pela destruição das dunas frontais. Os processos de erosão foram detectados a partir da década de 70, quando a ocupação costeira foi intensificada próximo à praia. Os primeiros registros sobre o problema de erosão no litoral de Pernambuco são de 1914, quando a construção e ampliação do Porto do Recife modificaram as correntes litorâneas que atingem o município de Olinda, ao norte do Recife. Atualmente, 75% do litoral de Pernambuco sofre, em graus diferenciados, processo erosivo. As principais causas estão relacionadas a fenômenos naturais e antrópicos (Manso et al., 1995; 2006).

Em 1953, foram encomendados estudos ao *Laboratoire Dauphinois d'HydrauliqueNeyrpic* (Grenoble, França) que recomendaram a construção de 2 quebra-mares semi-submersos e 3 espigões curtos que foram construídos nas praias dos Milagres, Carmo e Farol. No entanto, o problema não foi satisfatoriamente solucionado, ocasionando a transferência da erosão para as praias mais a norte, como a a praia do Bairro Novo, Casa Caiada e Janga. As praias de Candeias, Piedade e sul de Boa Viagem, que se encontravam estáveis, passaram, então, a apresentar problemas de erosão decorrentes da urbanização desordenada (Manso, 2006).

Desta forma, esse trabalho visa analisar as mudanças da paisagem em um trecho da zona costeira da Praia de Boa Viagem (Recife, Pernambuco-Brasil), de modo a estudar as mudanças na linha de costa e informar sobre os processos erosivos e deposicionais na área de estudo.

Área de Estudo

O Estado de Pernambuco possui uma faixa costeira de 187 km, e está inserida no macrocompartimento, Costa dos Tabuleiros Norte, que compreende parte das Bacias Sedimentares Pernambuco-Paraíba e Cabo, separadas pelo Lineamento Pernambuco, que corta a cidade do Recife. Estas bacias são preenchidas por sedimentação mesocenoica, representadas pelas formações Cabo, Beberibe e Gramame, de idades cretáceas, e pela Formação Barreiras do Terciário (Alheiros et al., 1995; Barbosa & Lima Filho, 2005).

A plataforma continental de Pernambuco caracteriza-se pela reduzida largura (33 km), pouca profundidade, declive suave, a profundidade da quebra da plataforma entre 50 a 60 m, águas relativamente quentes, elevada salinidade e por apresentar-se, quase inteiramente, coberta por sedimentos carbonáticos biogênicos (Manso et al., 2004). A plataforma em frente à cidade do Recife é estreita e pouco recortada, com uma largura de 18 a 20 milhas, relativamente plana, com um declive abrupto entre 60 e 80 m de profundidade (Kempf et al., 1967). Perfis batimétricos da plataforma interna em frente à cidade do Recife apresentam um relevo de amplitude vertical de 4 m, correspondendo à presença de uma linha de recife, totalmente submersa (Araújo et al., 2004).

Segundo Coutinho et al., (1997), a costa de Pernambuco divide-se em três setores: Setor Norte, situado entre Olinda e o Estado da Paraíba. O Setor Sul, entre Cabo de Santo Agostinho e o extremo sul do Estado, caracterizado pelos sedimentos cretáceos das Formações Cabo e Estiva e as vulcânicas da Formação Ipojuca. E o Setor Médio, onde se encontra Boa Viagem, situado entre Olinda, ao Norte, e o Cabo de Santo Agostinho, ao Sul. É caracterizado pela sedimentação Quaternária com maior extensão da planície costeira, principalmente no

grande anfiteatro onde se situa a cidade do Recife e as restingas de Barras das Jangadas, Candeias e Brasília Teimosa.

O setor médio da costa pernambucana apresenta terraços marinhos pleistocênicos gerados na penúltima transgressão marinha, e holocênicos elaborados na última transgressão marinha. Além de depósitos de pântanos associados ao afogamento da região costeira na última transgressão; bancos de arenito que afloram em alguns trechos na face da praia ligados a níveis marinhos mais elevados; e recifes de corais de idade holocênica que se instalaram sobre os bancos de arenito submersos (Dominguez et al., 1990).

A Praia de Boa Viagem caracteriza-se por ser uma praia urbana de importância econômica local e regional (Gregório, 2009), localiza-se no município do Recife entre as coordenadas 08°06'02" e 08°08'06" S; 34°52'48" e 34°53'47" W (Luz, 1991; Esteves, 2000). Segundo Silva (2002), apresenta aproximadamente 7 km de extensão com areia siliciclásticas moderadamente selecionadas, com presença de coqueiros e vegetação rasteira, piscinas de águas mornas e transparentes protegidas por arenitos conglomeráticos, cimentados por carbonato de cálcio (Barcellos et al., 2012). Segundo (PCR, 2000), o clima da cidade do Recife, de acordo com a classificação de Köppen, é quente e úmido (AS'), a temperatura média anual é de 25,2°C, com uma média pluviométrica acima de 2.200 mm, nas

áreas litorâneas, decrescendo à medida que se afastam do litoral.

De acordo com Rollnic (2008), em Boa Viagem ocorre predominância das correntes, na direção de sul para norte, e contra a costa, tanto nas camadas superficial como a de fundo, no período chuvoso. No período de estiagem, ocorre predominância na direção norte para sul e costa-a-fora, juntamente com as camadas superficial e de fundo. A planície costeira está na forma de corpos arenosos alongados e contínuos, paralelamente a linha de costa, estando protegida das ações efetivas de ondas por alinhamentos de arenitos de praia emersos e submersos que também se encontram paralelos à costa (Muehe, (2006).

Apesar de sua exposição às ondulações dos quadrantes NNE a SSE, não é um dos ambientes praias mais dinâmicos da região, devido a condições geográficas locais relacionadas à presença de recifes na plataforma interna adjacente, o que atenua a maior ação energética das ondulações que atingem a costa na Praia da Boa Viagem. Mesmo com estas condições, vem enfrentando nas últimas décadas um processo de erosão severa em seu setor sul, com a linha de costa apresentando um recuo de dezenas de metros nos últimos 30 anos e apresentando atualmente uma supressão total da praia durante os estágios de preamar (Barcellos et al., 2012).

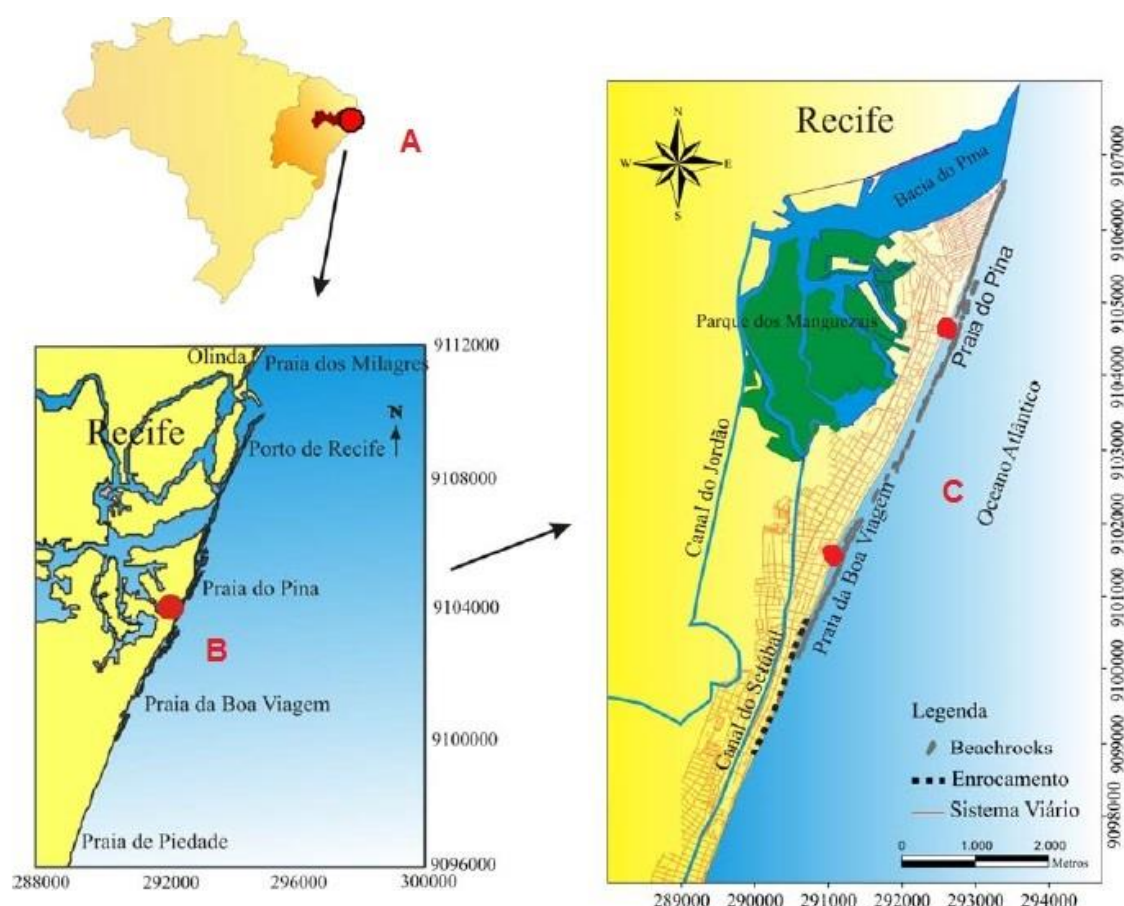


Figura 6. Mapa da localização da área de estudo. Região Nordeste, demarcado em vermelho o Estado de Pernambuco (A). Praia de Boa Viagem, local do estudo, e as praias que a limitam (B). Os pontos vermelhos destacam a região de estudo, com início ao Norte da praia.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para desenvolvimento deste estudo, foi realizada uma campanha de campo para diagnóstico preliminar da praia de Boa Viagem no período de janeiro a março de 2013 que consistiu no caminhamento e registro fotográfico ao longo da mesma a fim de analisar a variação da linha de costa nas áreas em que ocorriam atividades de recreação e turismo, devido a sua importância turística e econômica no estado de Pernambuco. Foi, então, definido como área de estudo o trecho ao Sul a Praia do Pina, localizada ao norte da Boa Viagem (Fig. 2).

Levantamento de Dados

Os meios técnicos da investigação adotados na pesquisa resultaram da combinação de dois métodos: observacional e comparativo.

A sequência metodológica utilizada nesse trabalho segue uma análise básica para se determinar a variação da linha de costa por ortofotocartas. Definiu-se em função dos dados disponíveis, escalas da ortofotocartas de 1:10.000 e conversão da imagem obtida através do Google Earth para que todas as imagens ficassem padronizadas na mesma escala. Cada estudo dessa natureza na literatura foi utilizado como base cartográfica para comparação da série temporal.

Comparação de fotografias aéreas multitemporais, para definir as zonas em recuo real ou que apresentem um quadro crítico de erosão nos últimos anos. Deste modo, os procedimentos metodológicos consistiram em levantamento de materiais bibliográficos, ortofotocartas obtidas através do CONDEPE/FIDEM (Agência Estadual de Planejamento e

Pesquisa de Pernambuco) referentes ao ano de 1975 e 1984 e materiais bibliográficos do LGGM/UFRPE (Laboratório de Geologia e Geofísica Marinha/Universidade Federal de Pernambuco), além de imagens de satélite do Google Earth do ano de 2012 da praia de Boa viagem.

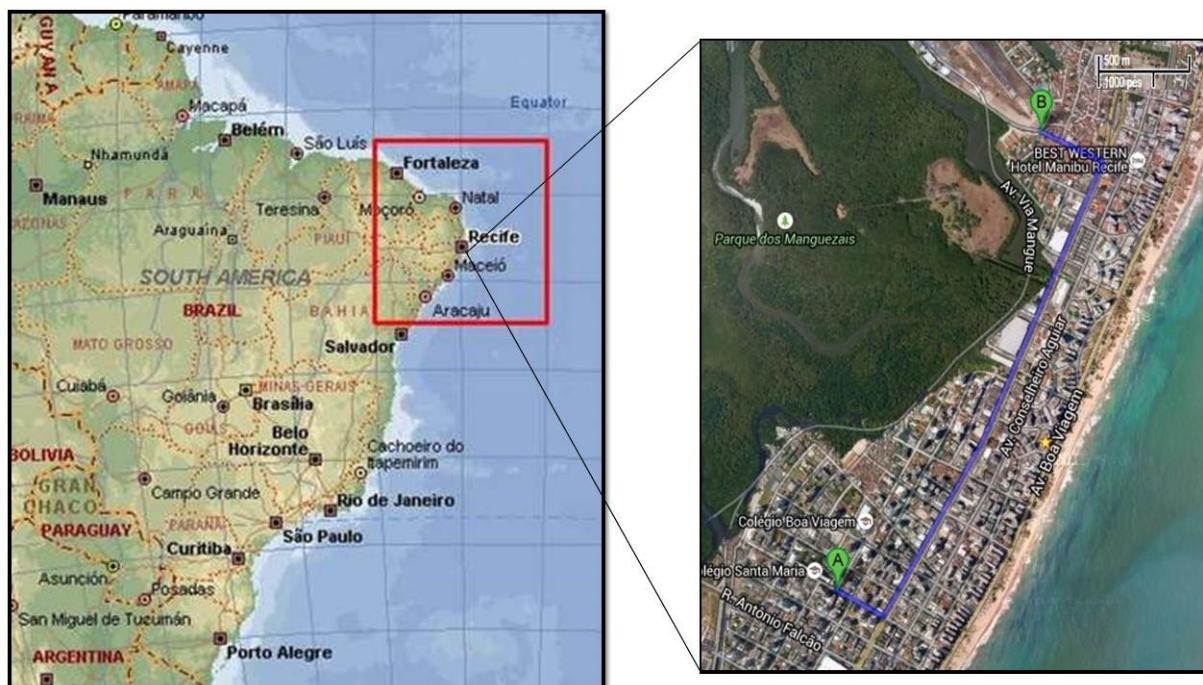


Figura 7. A área de estudo abrange a proximidade da Rua Tomé Gibson ($8^{\circ}05'51.74''S$, $34^{\circ}53'20.24''O$) a Rua Padre Bernardino Pessoa ($08^{\circ}06'47.01''S$, $34^{\circ}53'47.05''O$), totalizando 2,4 km de extensão da praia de Boa Viagem. Fonte: DigitalGlobe, GeoEye, Dados Cartográficos @2013 Google.

Tabela 1. Representação das datas das ortofotocartas com a respectiva amplitude de maré.

Data	Hora	Amplitude de Maré (cm)
11/04/1975	15:00	233
17/06/1984	15:00	98
16/11/2010	12:00	180

A delimitação das áreas de estudo foi determinada através das análises das imagens dos locais afetados pela erosão e acreção costeira nos anos de 1975, 1984 e 2010. E também, pelo levantamento da tábua de marés no período. Para tal, foram obtidas ortofotocartas do período do estudo com escalas semelhantes a 1:10.000, pois escalas muito diferentes podem limitar a comparação. Para tal, a escala da imagem obtida através do Google Earth foi semelhante às do período de 1975 e 1984, a fim de que houvesse padronização da escala.

Foram utilizados alguns padrões metodológicos aplicados nos estudos de Stafford & Langfelder (1971), Dolan et al. (1978), Leatherman (1983), Thieler & Danforth (1994) e Morton (1997), são eles: Seleção e aquisição das Ortofotografias, Padronização dos dados, Tratamento digital das ortofotocartas, Elaboração de uma rede de pontos de controle, Registro das imagens com controles de pontos (geo-referenciamento), Digitalização das feições representativas da posição da linha de costa, Linha de Preamar (High Water Line), Cálculo das variações da linha de costa e determinação dos locais de retração/progradação.

Padronização dos dados

Esta etapa consiste na conversão de todas as ortofotocartas e imagens de

satélites obtidas, para o mesmo formato digital. O objetivo é viabilizar seu tratamento através dos softwares específicos, sem perder suas características originais.

Todos os dados foram convertidos para o formato *.TIF. Posteriormente, os dados foram analisados no software ERDAS, utilizado especificadamente para extração de informações a partir de imagens digitais, a fim de demarcar e medir as distâncias médias e mínimas entre as linhas de costa.

Elaboração de uma rede de pontos de controle

Tem como objetivo a correção de erros e o georreferenciamento dos mosaicos, para permitir sua inserção sobre uma base cartográfica. Qualquer estudo de monitoramento da linha de costa deve efetuar esse procedimento, independentemente da natureza dos dados, para que as séries temporais de dados possam ser comparadas com segurança (Gormam et al., 1998).

É ideal que sejam utilizadas construções de conhecimento popular, desde que se tenha a certeza de que as mesmas não foram modificadas ao longo do tempo.

Registro dos mosaicos (geo-referenciamento)

A partir desta etapa foi utilizado o software ERDAS®, que permite executar o processamento dos dados associados a uma base cartográfica.

O registro de uma imagem compreende uma transformação geométrica que relaciona coordenadas da imagem (linha, coluna) com coordenadas de um sistema de referência. Como qualquer georreferenciamento, guarda um vínculo bem definido com um sistema de coordenadas geográficas, pode-se dizer então que o registro estabelece uma

relação entre coordenadas de imagem e coordenadas geográficas.

29°30'00"O. Para se determinar dos pontos, fez-se a sobreposição dos mapas.

Cálculo das variações da linha de costa e determinação dos locais de retração/progradação

Para o cálculo das variações é necessário saber a orientação da linha de costa em toda a sua extensão. O objetivo é determinar perfis transversais perpendiculares a cada setor da área estudada. Sobre esses perfis são calculadas as variações das feições praias. As variações foram medidas no software ERDAS®, utilizou-se as distâncias entre os pontos os pontos: 9°20'00"S e 29°40'00"O, 9°10'00"S e 29°30'00"O, 9°10'00"S e 29°20'00"O, 9°10'00"S e 29°10'00"O, 9°30'00"S e 29°40'00"O, 9°30'00"S e

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir das mensurações realizadas nas variações da linha de costa das imagens, pode-se observar que houve avanço na linha de costa entre os anos de 1975 e 1984, entretanto, entre 1984 e 2010 ocorreu um recuo acentuado da linha de costa, apresentando, também, uma heterogeneidade (Fig. 3). Já entre 1975 a 2010, pode-se observar uma distância acentuada entre as linhas de costa, sugerindo uma progradação da área estudada (Tabela 2).

Tabela 2. Variação das distâncias das linhas de costa nos anos de 1975, 1984 e 2010, com base nas mensurações mínimas e máximas da praia de Boa Viagem.

Distâncias entre Linhas	Máxima (m)	Mínima (m)
Linha 1975 – Linha 1984	82,97	0
Linha 1984 – Linha 2010	31,82	0
Linha 1975 – Linha 2010	68,86	30,88

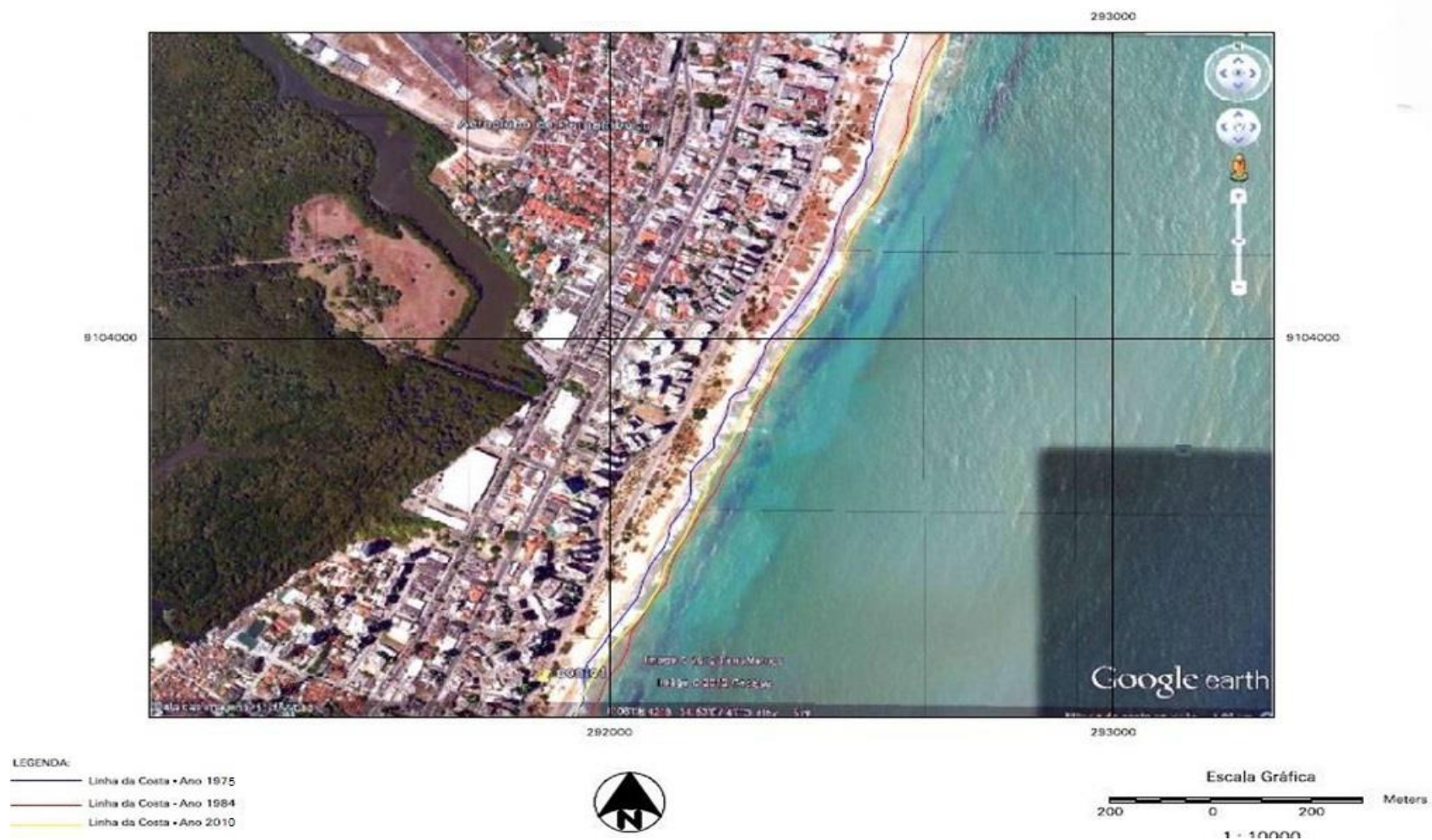


Figura 8. Registro da evolução das linhas de costa ao longo dos anos de 1975, 1984 e 2010.

Análise da linha de costa do ano de 1975/1984

Com base na taxa de acreção (máxima) de 82,97 metros de distância ao longo das linhas de costa do período

analisado, verificou-se que ocorreu incremento de sedimento em toda a área de estudo, promovendo a progradação da linha de costa neste período (Fig. 4).

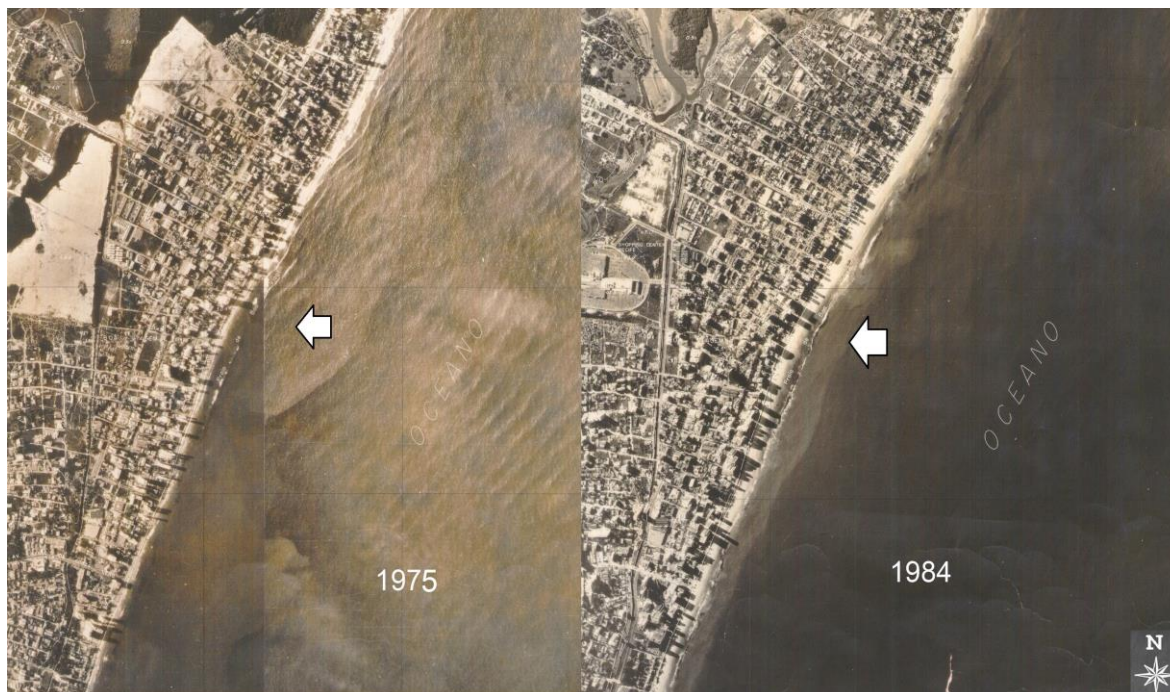


Figura 4: Progradação visível da linha de costa entre os anos de 1975 a 1984 na praia de Boa Viagem.

Reforçando o resultado obtido através da análise da linha de costa, o PCR (2003) afirma que algumas áreas do litoral recifense possui um comportamento diferenciado quanto à erosão, essas áreas possuem a presença de dunas frontais, linhas de vegetação, escarpa de pós-praia, presença de recifes. Resultados semelhantes foram apresentados por Castro & Alheiros (1994) e Duarte (2002).

A área do estudo é caracterizada pela grande largura da praia seca, medindo cerca de 95 metros de largura, ornamentada por dunas frontais de pequeno porte, de cota inferior a 5 metros, amplo estirâncio com suave mergulho e na porção submersa encontram-se linhas de recife. Esse setor constitui um estoque natural de areia, não apresentando sinais de erosão,

caracterizando-se por intensa sedimentação, da ordem de 51.000 m³/ano. Reforçando, Duarte (2002) afirma que a largura média da faixa de praia na área manteve-se constante na quase totalidade da área estudada, ocorrendo um aumento da largura média da praia nas ruas Benvinda de Faria e Padre Bernardino Pessoa um aumento na largura da praia. Sabiá et. al (2011) afirma que no período referente a vegetação era fechada e na faixa de areia haviam dunas com vegetação costeira.

Análise da linha de costa do ano de 1984/2012

No segundo período (1984/2010), a taxa de acreção da linha de costa, comparada com o período de 1975/1984, reduziu-se significativamente, possuindo

máxima de 31,82 metros de progradação. A distribuição da linha de costa variou em toda a área, com pontos de acreção e pontos de erosão. A área de erosão identificada localizou-se mais

ao Sul da área de estudo, resultado que demonstra a tendência erosiva ocorrida no período, de modo a caracterizar uma linha de costa mais instável (Fig. 5).

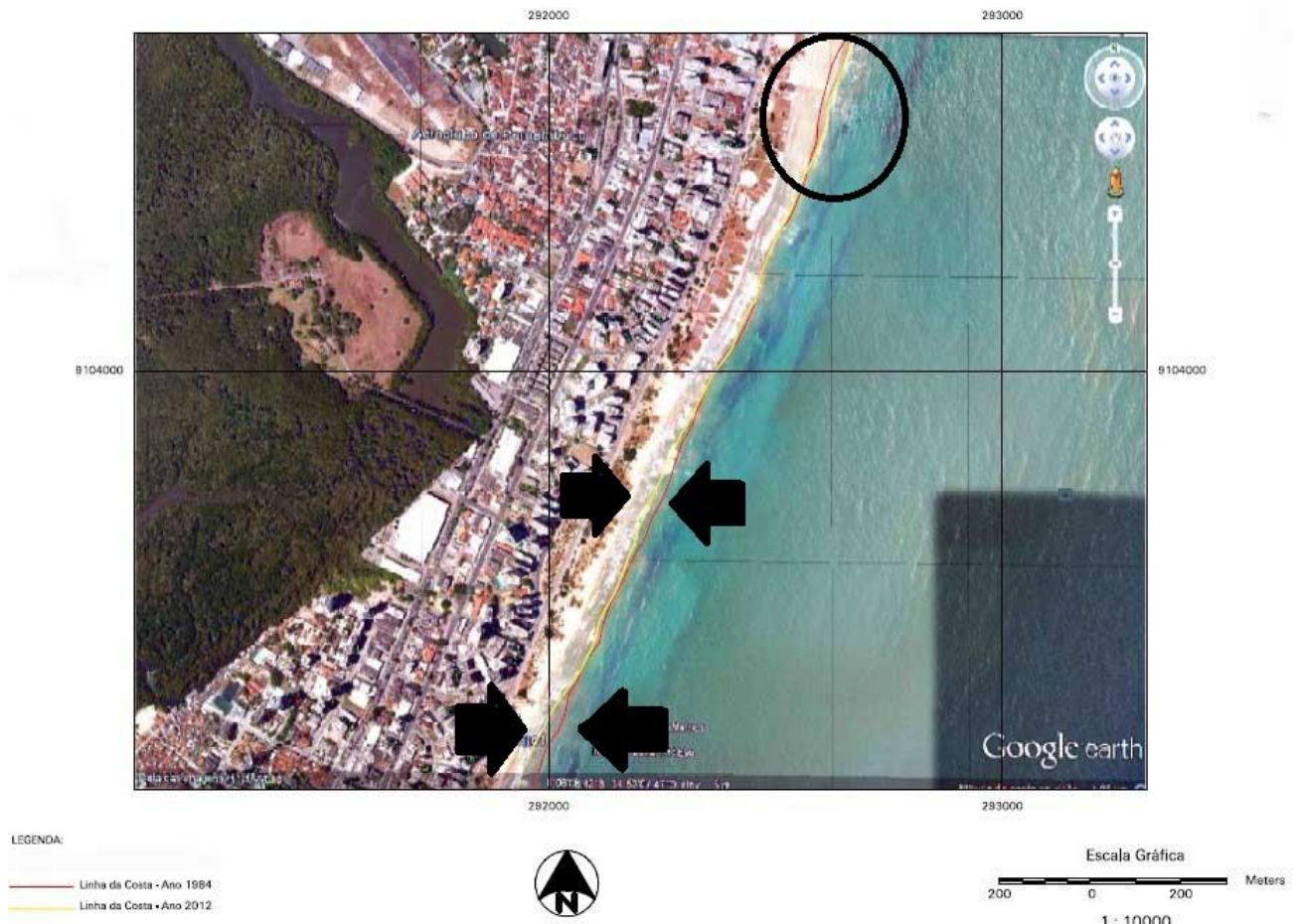


Figura 5: Análise da linha de costa de Boa Viagem no período 1984/2010. As setas representam a área erodida e o círculo representa a área em que ocorreu progradação costeira. As outras áreas mantiveram-se estáveis.

Segundo Sabiá et al. (2011), observou-se que a partir do final da década de 70, início da década de 80, ocorreu maiores modificações antrópicas na Praia de Boa Viagem. 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

deslocamento do frágil balanço sedimentar para o lado da erosão da praia (Sabiá et al., 2011). E, também, a instalação de áreas de estacionamento na Av. Boa Viagem (Herrera, 1992). Ocorreram novas obras de urbanização sobre os terrenos da pós-praia (construção de áreas de recreação pavimentadas, bancos de jardim e quadras esportivas), distribuídas da Av. Eng. Antônio de Góes até a Rua Antônio Falcão, abrangendo a área do presente estudo (Duarte, 2002). Sugere-

se que a intensificação do processo de arborização na praia de Boa Viagem, tenha ocasionado um ambiente mais propício para a erosão que ocorreu no período. Por exemplo, em 1975 o número de árvores (a maior parte delas coqueiros) limitava-se a algumas poucas unidades, passando, nove anos depois, para mais de uma centena (Fig. 6). Ocorreu, também, a diminuição das

áreas ocupadas pela vegetação de gramíneas, talvez motivada pela intensificação do uso destas praias por banhistas, como foi notado pela grande quantidade de trilhas sobre a pós-praia, e até mesmo a ocupação destas áreas por veículos de passeio que ali estacionavam (Duarte, 2002).

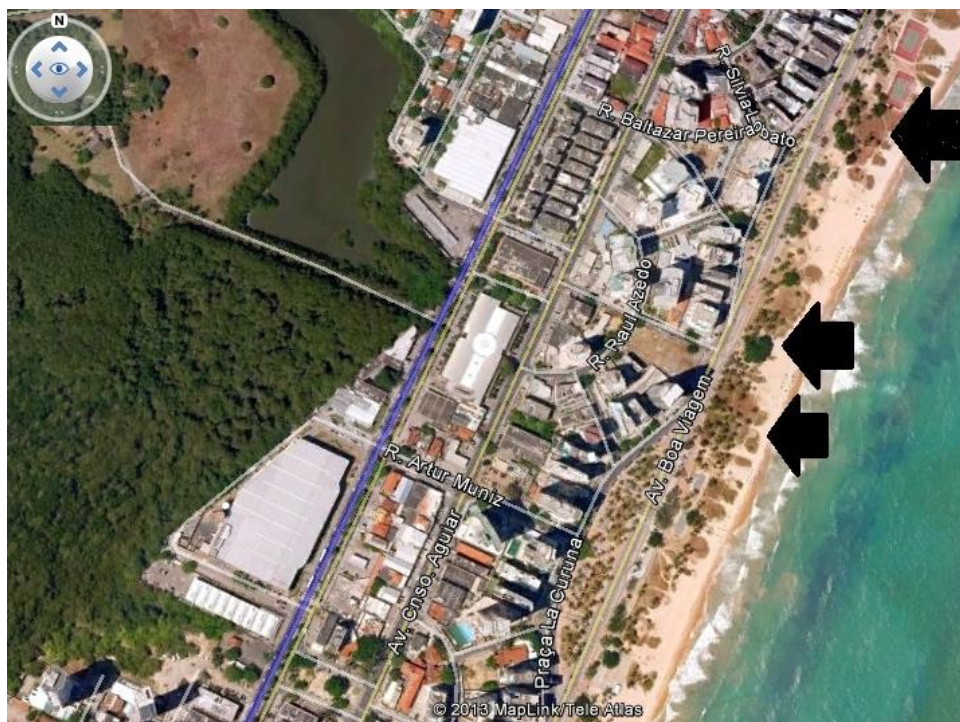


Figura 6. Presença de arbustos (demarcados com as setas) no trecho entre a Rua Tomás Gibson e a Rua Padre Bernardino Pessoa na Praia de Boa Viagem no ano de 2010. Fonte: Google Earth.

A cidade do Recife apresenta problemas de erosão costeira, com obras de contenção aderente, do tipo enrocamento em sua parte sul, esta foi expandida na direção norte no mês de agosto de 2004. Deste modo, podemos sugerir que o comportamento erosivo mais ao sul da área de estudo, pode ser reflexo da erosão que pode estar sendo acentuada pelos métodos de contenção próximos ao local.

Adicionalmente, dentre as causas naturais de erosão, pode-se citar: o aumento da altura significativa das ondas (H_s) (Rollnic, 2002), a alteração

no volume de sedimentos transportados paralelamente à linha de costa (Muehe, 2001), a elevação do nível do mar (Manso et. al., 1995) e a ausência de grandes rios que possam fornecer o suprimento necessário de sedimentos (Muehe, 2001). As causas antrópicas envolvem desde a exploração indiscriminada de areia das dunas, pós-praia e antepraia para a construção civil e aterros, agravando seriamente o déficit sedimentar e acelerando seu processo de emagrecimento. Soma-se a isso a grande concentração de construções, tais como edifícios, passeios, estradas,

diques, entre outros, sobre as dunas frontais e a pós-praia (Manso et. al., 1995).

Gregório (2009) cita a ação antrópica como provável interferência que influenciou a troca natural de sedimentos no período, principalmente as obras de desenvolvimento econômico de grande porte, como a instalação do Complexo Industrial Portuário de Suape, localizado ao sul Região Metropolitana da Cidade do Recife, que durante o ano de 1984, foi construído um molhe para proteger a entrada interna. E, adicionalmente, a erosão que atinge o município de Jaboatão dos Guararapes, mais especificamente, a praia de Candeias, localizada no estado de Pernambuco devido a construção de um quebramar nos anos 90.

A foz do rio Jaboatão localizado ao Sul da Região Metropolitana do Recife, corresponde a uma área mais próxima das praias em estudo, o qual a sua urbanização e a construção de obras de contenção deve ter influenciado na redução e transporte dos sedimentos (Gregório, 2009). Entretanto, segundo Santos (2008), na foz do Rio Jaboatão, ocorreu uma retração de aproximadamente de 163 m, entre as

linhas de costa no período de 1974-1977, e alternâncias da linha de costa com marcadas tendências a retração, e no início da década de 70 já existiam estruturas de obras de contenção para conter o ataque das ondas.

Foram observadas obras para a contenção da erosão na praia de Boa Viagem, tais como, revestimento e muros de contenção. Esse tipo de proteção consiste em uma camada de proteção no perfil praial. Estas construções têm a propriedade de proteger o espaço pós-praia e não a própria praia. Eles ajudam somente a prevenir a retração da linha de costa (Fisher, 2006). Os revestimentos são eficientes na proteção, pois dissipam a energia da onda em uma superfície inclinada e rugosa, sendo eficientes na proteção, porém limitam o acesso e o uso da praia, além do efeito estético negativo.

Como observado na praia de Boa Viagem, próximo à praça Nossa Senhora do Carmo, com a energia dissipada através das ondas, os revestimentos não foram suficientes para conter a ação da onda e se desgastaram (Fig. 7).



Figura 7. Desgaste do muro de contenção devido ao avanço do mar no ano de 2012.

O primeiro passo para seleção da alternativa de estabilização da praia é a clara definição do objetivo principal do projeto, que pode ser a proteção do desenvolvimento da costa, a preservação da praia ou ambos.

Na área localizada nas imediações do Colégio da praia de Boa viagem, foi observada a adição de quebra-marés e engordamento (Fig. 8).

Segundo Gregório (2009), deve-se levar em consideração entre as causas da erosão, além dos impactos antrópicos e falta de suprimento de sedimentos, outras causas naturais, como por exemplo, as mudanças ocorridas nos padrões das correntes litorâneas, e uma possível elevação do nível relativo do mar.



Figura 8. Vista do muro de contenção e avanço do mar em 2012.

CONCLUSÕES

Podemos concluir baseado nas informações obtidas pelos resultados, que o comportamento evolutivo ao longo a linha de costa na área demonstrou uma tendência geral de progradação com sinais de sedimentação, evidenciados pelos ganhos observados ao longo de toda área de estudo da praia entre os anos de 1975 e 1984. No qual o caráter progradante da praia de Boa Viagem ao longo de toda região relacionava-se à presença de vegetação (gramíneas), que contribuem para o acúmulo de sedimentos no local e assim, favorecem a acreção costeira.

O comportamento observado a partir de 1984 e 2010 apresentou alternância entre retração e acreção da linha de costa. Apesar de atualmente apresentar uma ampla faixa de praia, comparado ao período anterior (1975/1984) da análise, ocorreu uma diminuição considerável do caráter progradante na região. E uma diminuição das gramíneas, substituídas por arbustos no local. Em contrapartida, ao sul da área de estudo observou-se uma retração da linha de costa. Devido à proximidade das praias próximas (tal como a praia de Piedade) com grave

problema de retração da costa e das obras de contenção da erosão ao sul de Boa Viagem, nas proximidades da área de estudo.

Sugere-se que a retração observada ao sul da área analisada é reflexo do processo erosivo que começa a expandir-se, associada a vários fatores como o desenvolvimento e à urbanização e, também, à obras de grande porte, tal como a construção do Complexo Industrial Portuário de Suape, localizado ao sul da Região Metropolitana da Cidade do Recife que ocorreu após o ano de 1978. Além disso, as construções desordenadas de poços para água têm rebaixado o lençol freático do Aquífero Beberibe, o que tem provocado uma subsidência na área. Inclusive trazendo o cone de água salgada para a linha de costa (Borba et al., 2010).

Desta forma, deve-se destacar que se torna necessário a limitação do uso futuro das áreas na praia de Boa Viagem, pois, devido à pressão socioeconômica que ocorre em Pernambuco, a construção de obras de grande porte poderá ocasionar e acentuar a tendência erosiva que já se observa em trechos da região de estudo, no qual o déficit de sedimentos poderá impactar nas trocas nas áreas adjacentes à região.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Laboratório de Geologia e Geofísica Marinha (LGGM) pela aquisição dos dados que tornaram possível este trabalho.

REFERÊNCIAS

- Alheiros, M. M.; Lima Filho, M. F.; Ferreira, M. G. X. 1995 Carta geotécnica da cidade do Recife.
- Araújo, T. C. M.; Seoane, J. C. S.; Coutinho, P. N., 2004. Geomorfologia da Plataforma continental de Pernambuco. In: *Leça E. E., Neumann-Leitão, S. e Costa M.F. (Eds.) Oceanografia – Um cenário tropical*, Recife, Ed. Bagaço, 39-57 p.
- Barbosa, J. A.; Lima Filho, M. 2005. Os Domínios da Bacia Paraíba. In: *3º Congresso Brasileiro de P&D em Petróleo e Gás*. Salvador. Anais.
- Barcellos, R. L. ; Novaes, L. L. ; Facanha, P. ; Araujo, M. C. ; Manso, V. A. V. 2012. Variações sedimentares de curto período na Praia de Boa Viagem, Recife, Estado de Pernambuco. In: *V Congresso Brasileiro de Oceanografia, 2012, Rio de Janeiro. Cd-room do V CBO*
- Borba, A. L. S.; Filho, W. D. C.; Costa, M. R. 2010. Diagnóstico do aquífero Beberibe – Estados de Pernambuco, Paraíba e Rio Grande do Norte. In: *X Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste*.
- Castro, J. W. A.; Alheiros, M. M. 1994. Diagnóstico de risco de erosão costeira na praia de Boa Viagem, Recife, PE. In: *Congresso Brasileiro de Geologia, 38. Camburiú, Atas, SBG. 1: 505 508*.
- Coutinho, P. N.; Lima, A.T. O.; Lima, A. T. O.; Queiroz, C. M.; Freire, G. S. S.; Almeida, L. E. S. B.; Maia, L. P.; Manso, V. A. V.; Borba, A. L. S.; Martins, M. H. A.; Duarte, R. X. 1997. Estudos da erosão marinha nas praias de Piedade e de Candeias e no estuário de Barras das Jangadas. Município de Jaboatão dos Guararapes – PE. Relatório Técnico. Recife, 154 p.
- Dias, J.M.A. Estudo de avaliação da situação ambiental e proposta de medidas de salvaguarda para a faixa costeira portuguesa. 1993, Disponível em: <http://w3.ualg.pt/~jdias/JAD/indexeB.html>. Acesso em: 02 set. 2014.
- Dolan, R; Hayden, B; Haywood, J. 1978. A new photogrammetric method for determining shoreline erosion. *Coastal Engineering*, v.2, p.21-39.
- Dominguez, J, M, L.; Bittencourt, A. C. S. P.; Leão, Z. M. A. N.; Azevedo, A. E. G. 1990. Geologia do Quaternário Costeiro do Estado de Pernambuco. *Revista Brasileira de Geologia*. 20(1-4):208-215
- Doyle, L. J.; Sharma, AD. C.; Hine, A. C.; Pilkey JR, O. H.; NEAL, W. J.; Pilkey SR, O. H.; Martin, D.; Belknap, D.F. 1984. *Living With the West Florida Shore*. Durham, North Carolina: Duke University Press, 222p.
- Duarte, R. X. 2002. *Caracterização Morfo-sedimentológica e Evolução de Curto e Médio Prazo das Praias do Pina, Boa Viagem e Piedade, Recife/Jaboatão dos Guararapes – PE*. Dissertação de Mestrado. UFPE. 141p.
- Gormam, L.; Morang, A.; Larson, R. 1998. Monitoring the coastal environment; part IV: Mapping, Shoreline Changes, and Bathymetric Analysis. *Journal of Coastal Research* 14 (1):61-92. Coastal Education Research Foundation. Flórida, EUA.
- Gregório, M. N. 2009. *Evolução da Linha de Costa e Caracterização da Plataforma Continental Interna Adjacente à Cidade do Recife*. Tese de doutorado. Disponível em: <http://www.ufpe.br/ppgo/images/pdf/mariasdasnevesdout2009.pdf>. Acesso: 03 de nov. de 2012.

- Herrera, C. V. M. 1992. A dinâmica da transformação: resgate da memória do processo de urbanização da Avenida Boa Viagem. Recife: UFPE;
- Hoefel, F. G. 1998. Morfodinâmica de praias arenosas oceânicas, uma revisão bibliográfica. Itajaí: Univali, 92p.
- Kempf, M.; Mabessone, M. J.; Tinoco, I. M., 1967. Estudo da plataforma continental na área do Recife (Brasil). *Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco, Recife*, 1:125–148.
- Leatherman, S. 1983. Shoreline mapping: a comparison of techniques: Shore and Beach, 51:28-33.
- Lélis, R. J. F. 2003. *Variabilidade da Linha de Costa Oceânica Adjacente às Principais Desembocaduras do Rio Grande do Sul*. Monografia. Fundação Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 79p
- Manso, V.A.V.; Coutinho, P. N; Lima, A. T. O; Medeiros, A. B.; Borba, A. L. S.; Lira, A. R. A.; Pedrosa, F. J. A.; Martins, M. H. A.; Chaves N. S.; Duarte, R. X.; Almeida, L. E. S. B.; Toldo JR. E. E. & Ivo, P. S. 1995. Estudo da Erosão Marinha na Praia da Boa Viagem. Convênio EMLURB/FADE/LGGM/UFPE: Relatório técnico. Recife, 106p.
- Manso, V. V.; Valença, L. M.; Coutinho, P. N, Guerra, N. S. 2004. Sedimentologia da plataforma continental. In: *LEÇA, E.; Leitão, S. N. Costa, M. F. Oceanografia um cenário tropical*. Universidade Federal de Pernambuco – Departamento de Oceanografia. Recife, 59 – 86p.
- Manso, V. A. V.; Coutinho, P. N.; Guerra, Chaves, N.; e S. JR., Andrade, C., 2006. In: *MUEHE, Dieter (Orgs.). Erosão e Progradação do Litoral Brasileiro: Pernambuco. Brasília: Ministério do Meio Ambiente*, p. 179-196.
- Morton, R. A. ; Pilkey JR, O.H.; Pilkey SR, O.H.; Neal, W.J. 1983. Living With the Texas Shore. Durham, North Carolina: Duke University Press, 185p.
- Morton, R. A. 1997. Gulf Shoreline movement between Sabine Pass and the Brazos River, Texas: 1974 to 1996. Geological Circular, Universidade do Texas. Austin, Texas. EUA. 97 (3): 1-27.
- Muehe, D. 2001. O Litoral Brasileiro e sua Compartimentação. IN: *Geomorfologia do Brasil / org.: CUNHA, S. B. da & GUERRA, J. T. Bertrand Brasil, RJ, 2ª ed, 392p.*
- Muehe, D. 2006. Erosão e progradação do litoral brasileiro. Brasília: MMA. 476p
- Pilkey JR, O.H.; Sharma, AD.C.; Wanless, DH.R.; Doyle, L. J.; Pilkey SR, O.H.; Neal, W.J. 1984. Living With the East Florida Shore. Durham, North Carolina: Duke University Press, 255p.
- PCR. Prefeitura de Cidade do Recife – Atlas ambiental da cidade do Recife, Secretaria de Planejamento Urbanismo e Meio Ambiente. Recife, 2000. 151p.
- PCR. Prefeitura da Cidade do Recife. Secretaria de Serviços Públicos, Empresa de Manutenção e Limpeza Urbana. Obras de proteção à praia de Boa Viagem. Relatório de Impacto Ambiental - RIMA. Recife, 2003. 159p.
- Rollnic, M., 2002. *Hidrologia, clima de ondas e transporte na zona costeira de Boa Viagem, Piedade e Candeias – PE*. Dissertação de Mestrado em Oceanografia – Universidade Federal de Pernambuco. 132p.
- Rollnic, M., 2008. *Boa Viagem ocorre predominância das correntes, na direção de sul para norte, e contra a costa, tanto nas camadas superficial como a de fundo*. Tese de Doutorado - Universidade Federal de Pernambuco. 124p
- Sabiá, D. M. B; Gonçalves, R. M.; Silva, D. M. P.; Mendonça, F. J. B.; Silva, L. M. Cartografia Costeira Aplicada na Identificação de Características do Zoneamento Urbano. In: XXV

- CONGRESSO BRASILEIRO DE CARTOGRAFIA, 2011. Disponível em: <<http://www.ufpe.br/laccost/images/documentos/14-ct06-vf.pdf>>. Acesso: 12 nov de 2014.
- Santos, U. S. T., 2008. *Avaliação geoambiental das praias do Município dos Guararapes, região metropolitana do Recife*. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Geociências) - Universidade Federal de Pernambuco - Centro de Tecnologia e Geociências, Programa de Pós-Graduação em Oceanografia, 111p.
- Silva, J. F. O. 2002. *Percepção dos estudantes do ensino fundamental do bairro de Brasília Teimosa da fauna e flora do ambiente recifal da Praia de Boa Viagem (Recife – PE)*. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Zoologia), Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife. 38p
- Stafford, D. B.; Langfelder. J. 1971. Air Photo Survey of Coastal Erosion. Photogrammetric Engineering,. 37:565-575.
- Thieler, E. R.; Danforth, W. W., 1994. Historical Shoreline Mapping (II) Application of the Digital Shoreline Mapping and Analysis Systems (DSAS) to Shoreline Change Mapping in Puerto Rico.