

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CARTOGRÁFICA E DE AGRIMENSURA
CURSO DE ENGENHARIA CARTOGRÁFICA

CARLOS FABRÍCIO ASSUNÇÃO DA SILVA

**EVOLUÇÃO MULTI-TEMPORAL DA LINHA DE COSTA DA PRAIA DO PAIVA,
LITORAL SUL DE PERNAMBUCO, BRASIL, UTILIZANDO TÉCNICAS
FOTOGRAMÉTRICAS.**

RECIFE

2018

CARLOS FABRÍCIO ASSUNÇÃO DA SILVA

**EVOLUÇÃO MULTI-TEMPORAL DA LINHA DE COSTA DA PRAIA DO PAIVA,
LITORAL SUL DE PERNAMBUCO, BRASIL, UTILIZANDO TÉCNICAS
FOTOGRAMÉTRICAS.**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia Cartográfica, da Universidade Federal de Pernambuco como requisito parcial para a obtenção de grau de Bacharel em Engenharia Cartográfica.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Alberto Borba Schuler.

RECIFE

2018

Catálogo na fonte
Bibliotecária Margareth Malta, CRB-4 / 1198

S586e Silva, Carlos Fabrício Assunção da.
Evolução multi-temporal da linha de costa da praia do Paiva, litoral sul de Pernambuco, Brasil, utilizando técnicas fotogramétricas / Carlos Fabrício Assunção da Silva. – 2018.
51 folhas, il., gráfs., tabs.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Alberto Borba Schuler.

TCC (Graduação) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Departamento de Engenharia Cartográfica, 2018.
Inclui Referências.

1. Engenharia Cartográfica. 2. Retrogradação. 3. Progradação. 4. Linha de costa. 5. Multitemporal. 6. Evolução espacial. 7. Fotografias aéreas. I. Schuler, Carlos Alberto Borba. (Orientador). II. Título.

UFPE

526.1 CDD (22. ed.)

BCTG/2018-274

CARLOS FABRÍCIO ASSUNÇÃO DA SILVA

**EVOLUÇÃO MULTI-TEMPORAL DA LINHA DE COSTA DA PRAIA DO PAIVA,
LITORAL SUL DE PERNAMBUCO, BRASIL, UTILIZANDO TÉCNICAS
FOTOGRAMÉTRICAS.**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia Cartográfica, da Universidade Federal de Pernambuco como requisito parcial para a obtenção de grau de Bacharel em Engenharia Cartográfica.

Aprovado em: 13 junho de 2018

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Carlos Alberto Borba Schuler - Orientador

Profª. Dra. Maria das Neves Gregório

Dedico todo o meu trabalho e todo meu esforço a minha mãe Sulene Leal da Silva, ao meu companheiro de vida Thiago Antônio a quem esteve sempre comigo nos momentos mais difíceis dessa caminhada e a toda minha família.

AGRADECIMENTOS

Quero agradecer primeiramente a Deus e a toda minha família por ter chegado até aqui, por muitos dias difíceis que passei, sem Deus em minha vida não teria chegado ao fim da minha caminhada acadêmica.

Ao meu orientador Prof. Dr. Carlos Alberto Borba Schuler, por sua orientação e apoio constante, pela confiança que depositou em minha pessoa e por sua grande amizade.

A minha mãe por ter sido a incentivadora para eu estar aqui hoje, que sempre me mostrou o melhor caminho a ser trilhado, sem ela eu não teria chegado até aqui.

A meu namorado Thiago Antônio, pela compreensão e por acreditar em mim, por sempre ter estado ao meu lado em todos os momentos durante minha graduação.

Aos meus professores queridos do Departamento de Engenharia Cartográfica da UFPE, em especial a Professora Maria de Lourdes Aquino, Ana Lúcia e a Professora Karoline Jamur.

Ao meu Professor Dr. Valdir Manso, que me incentivou na pesquisa científica.

A minha amiga Emylle Lira por sempre está ao meu lado em todos os momentos na UFPE.

Ao meu querido amigo e irmão Fábio Marley, por toda ajuda incessante e por todo carinho.

Ao meu pai de coração Leandro Lôbo por ter me guiado aos melhores caminhos da vida.

Ao meu amigo e irmão Eduardo Barreto que deu todo apoio para a construção deste trabalho.

A minha irmã de alma Cláudia Midlej que sempre nos momentos mais difíceis, esteve ao meu lado, mesmo longe se fez presente.

A minha amiga Maria das Neves pelo apoio incondicional que teve sempre comigo, pelos seus conselhos e por acreditar na minha capacidade como profissional.

A minha amiga Elizabeth secretária da Pós-Graduação de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Informação e Judite que foi sempre muito companheira.

Aos amigos da vida e da UFPE: Vanessa Karla, Pâmela Tavares, Eduarda Zanetti, Victoria Maurício, Javier Morato, Beatriz Fernandes, Fernanda Lúcia, Camila Ribeiro, Emilse Fernandez, Reinel Kavetskei, Juliana Kelly, Antônio Juarez, Laísa Barreto, Marcio Nunes, Eudes Nazizeno, Karine Hochart, Alexander Heiland, Mariana Santa Cruz, Evelyn Matias, Franciele, Marília, Odenilda Souza, Onilda Souza, Vanessa Moraes, Raquel Vila Nova, Carine Cavalcanti, Carinne Brito, Alex Melo, Robson Cavalcanti, Renata Miranda, Anderson, Rafael Lima, Luizinho, Dassaele Felix, Isabella, Eva Gerlaine, Pammela Santos, Ina, Diana Tibrea, André Victor, Sabrina, Camila Alves, Suzaninha, Peterson, Maria José Torres, Dhouglas Domingues, Fátima e Camila e meu Panamenho Rafael Pitty e a todos os meus amigos.

A minha prima Maria Rita e tias Silene e Sandra pelo amor e amizade sempre por mim.

E a todos que torceram com boas vibrações e que apoiaram para eu chegar até aqui.

“É muito melhor lançar-se em busca de conquistas grandiosas, mesmo expondo-se ao fracasso, do que alinhar-se com os pobres de espírito, que nem gozam muito nem sofrem muito, porque vivem numa penumbra cinzenta, onde não conhecem nem vitória, nem derrota. ”
(Theodore Roosevelt)

RESUMO

A linha de costa é um dos elementos geomorfológicos que apresenta alta dinâmica espacial e temporal decorrente de respostas a processos costeiros de diferentes magnitudes e frequências. O objetivo deste trabalho foi analisar a evolução espacial e temporal da linha de costa da praia do Paiva, Cabo de Santo Agostino, litoral sul de Pernambuco, considerando um intervalo de 42 anos, através do cálculo da variação de sua progradação e retrogradação. Os materiais usados foram: QGIS Versão 2.18.13, *ArcGis* Versão 10.3, fotografias aéreas do ano de 1974 e 1997 na escala de 1:600, ortofotocartas do ano de 1981 na escala de 1:10.000, fotografias aéreas do ano de 2016 na escala de 1:10000. A área de estudo foi dividida em 3 setores: setor 1, setor 2 e setor 3. Para a metodologia foi usada: levantamento bibliográfico, procedimentos em laboratório, levantamento de linha de costa, georeferenciamento das fotografias aéreas e o traçado da linha de costa e cálculo do deslocamento. Com os resultados foi possível detectar a evolução da linha de costa para os 42 anos e a dinâmica de progradação e retrogradação de todos os setores quando comparados os três momentos (1974-1988, 1974-1997 e 1974-2016). Os resultados da análise da linha de costa comprovaram que entre as quatro décadas analisadas 1974, 1988, 1997 e 2016, ocorreu retrogradação contínua de ordem significativa ao norte da área com 31% (setor 1), como também apresentou retrogradação ao sul da área 27% (setor 3). Porém o setor 2 ao centro da área de estudo apresentou taxas de acresção de 42% durante as três décadas analisadas que perdurou por todo o período. A elaboração de uma análise multitemporal de fotografias aéreas favoreceram a identificação e compreensão da dinâmica natural e ambiental das áreas analisadas, sendo essenciais como subsídio às tomadas de decisões acerca do uso e gestão sustentável desses setores da linha de costa.

Palavras-chaves: Retrogradação. Progradação. Linha de costa. Multitemporal. Evolução espacial. Fotografias aéreas.

ABSTRACT

The shoreline is one of the geomorphological elements that presents high spatial and temporal dynamics resulting from responses to coastal processes of different magnitudes and frequencies. The objective of this work is to analyze the spatial and temporal evolution of the shoreline of Paiva beach, Cabo de Santo Agostino, southern coast of Pernambuco, considering a 42 - year interval, by calculating the variation of its progression and retrogradation. Materials used were: QGIS Version 2.18.13, ArcGis Version 10.3, area photographs of the year 1974 and 1997 in the scale of 1: 600, orthophotographs of the year 1981 in the scale of 1: 10,000, photographs areas of the year of 2016 on the scale of 1: 10,000. The study area was divided into 3 sectors: sector 1, sector 2 and sector 3. For the methodology it was used: bibliographic survey, laboratory procedures, coastline survey, georeferencing of aerial photographs and coastline tracing and calculation of displacement. The results were able to detect the evolution of the shoreline for the 42 years the dynamics of progression and retrogradation of all sectors when comparing the three moments (1974-1988, 1974-1997 and 1974-2016). The results of the analysis of the coast line showed that between the four decades analyzed 1974, 1988, 1997 and 2016, there was a continuous retrogradation of significant order to the north of the area with 31% (sector 1), as well as retrogradation to the south of the area 27% (sector 3). However, sector 2 at the center of the study area presented 42% increase rates during the three decades analyzed that lasted throughout the period. The elaboration of a multitemporal analysis of aerial photographs favored the identification and understanding of the natural and environmental dynamics of the analyzed areas, being essential as a subsidy to the decision making about the sustainable use and management of these sectors of the shoreline.

Keywords: Retrograde. Progression. Shoreline. Multitemporal. Spatial evolution. Aerial Photos.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Praia do Paiva litoral sul de Pernambuco.....	16
Figura 2 - Esquema do sistema praial.....	18
Figura 3 - Feição morfológica do estirâncio da praia do Paiva.....	19
Figura 4 - Delimitação visual da linha de costa.....	21
Figura 5 - Mapa de localização da área de estudo.....	25
Figura 6 - Mapa dos setores da área de estudo.....	28
Figura 7 – Média das distâncias dos transectos.....	32
Figura 8 - Resultados das variações das taxas de progradação e retrogradação do setor 1, setor 2 e setor 3 entre os anos 1974-1988, 1974-1997 e 1974-2016.....	33
Figura 9 - Resultados das variações das distâncias de progradação e retrogradação do setor 1, setor 2 e setor 3 entre os anos 1974-1988, 1974-1997 e 1974-2016.....	33
Figura 10 - Mapa da variação da linha de costa 1974 – 2016.....	34
Figura 11 - Mapa da variação da linha de costa 1974 – 1997.....	37
Figura 12 - Mapa da variação da linha de costa 1974 – 2016.....	40

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Divisão do litoral da praia do Paiva em setores.....	27
Tabela 2 - Resultados das variações das taxas (m/ano) no deslocamento da linha de costa entre os anos de 1974-1988 do Setor 1, Setor 2, Setor 3.....	30
Tabela 3 - Resultados das variações das distâncias (m/ano) no deslocamento da linha de costa entre os anos de 1974-1988 do Setor 1, Setor 2, Setor 3.....	31
Tabela 4 - Resultados da variação da Linha de Costa para o período 1974-1988.....	32
Tabela 5 - Resultados das variações das taxas (m/ano) no deslocamento da linha de costa entre os anos de 1974-1997 do Setor 1, Setor 2, Setor 3.....	35
Tabela 6 - Resultados das variações das distâncias (m/ano) no deslocamento da linha de costa entre os anos de 1974-1997 do Setor 1, Setor 2, Setor 3.....	36
Tabela 7 - Resultados da variação da Linha de Costa para o período 1974-1997.....	36
Tabela 8- Resultados das variações das taxas (m/ano) no deslocamento da linha de costa entre os anos de 1974-2016 do Setor 1, Setor 2, Setor 3.....	38
Tabela 9 - Resultados das variações das distâncias (m/ano) no deslocamento da linha de costa entre os anos de 1974-2016 do Setor 1, Setor 2, Setor 3.....	39
Tabela 10 - Resultados da variação da Linha de Costa para o período 1974-2016.....	39

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
1.1	Justificativa.....	14
1.2	Objetivos.....	15
1.2.1	Objetivo Geral.....	15
1.2.2	Objetivos Específicos.....	15
2	EMBASAMENTO TEÓRICO	16
2.1	Praias.....	16
2.2	Feições Morfológicas de Praias.....	17
2.2.1	Pós-Praia.....	18
2.2.2	Estirâncio.....	18
2.2.3	Antepraia.....	18
2.3	Erosão Marinha.....	19
2.4	Linha de Costa.....	20
2.5	Fotogrametria.....	22
2.6	Produtos Fotogramétricos.....	23
2.6.1	Fotografias aéreas.....	23
2.6.2	Ortofotografias.....	23
2.6.3	Ortofotocartas.....	23
3	MATERIAIS E METÓDOS	24
3.1	Área De Estudo.....	24
3.2	Materiais.....	25
3.3	Divisão da área em setores praias.....	27
3.4	Métodos.....	29
3.4.1	Levantamento Bibliográfico.....	29
3.4.2	Procedimentos em Laboratório.....	29
3.4.3	Georeferenciamento das fotografias aéreas e ortofotocartas.....	29
3.4.4	Traçado da linha de costa e cálculo do deslocamento.....	30
4	RESULTADOS	30
4.1	Variação da Linha de Costa entre os anos de 1974 a 1988.....	30
4.2	Variação da Linha de Costa entre os anos de 1974 a 1997.....	35
4.3	Variação da Linha de Costa entre os anos de 1974 a 2016.....	38
5	DISCUSSÃO	41
6	CONCLUSÃO	45
	REFERÊNCIAS	46

1 INTRODUÇÃO

O litoral do estado de Pernambuco possui aproximadamente 187 km de extensão, composto principalmente por praias arenosas e com variadas morfologias, destacando-se no âmbito turístico por sua beleza peculiar. Essa característica tem despertado o interesse econômico, sobretudo do setor imobiliário, que visa expandir sua atuação fomentando a exploração turística (Manso et al., 2012).

A linha de costa é um dos elementos geomorfológicos que apresenta alta dinâmica espacial e temporal decorrente de respostas a processos costeiros de diferentes magnitudes e frequências. Suas mudanças de posição são de natureza complexa, envolvendo diversos processos ligados à elevação do nível do mar (em curto e a longo prazo), balanço de sedimentos, movimentos tectônicos e reológicos, e causas antrópicas (CAMFIELD & MORANG, 1996). Sendo assim, a compreensão destes ambientes é de estimada importância para o homem, pois é onde a maior parte da população mundial reside, sendo estes bastante afetados pelas atividades antrópicas (TOLDO, 2005).

Para Manso et al. (2012), o crescimento populacional no estado de Pernambuco e, muitas vezes, a consequente ocupação desordenada desta faixa aumentam a pressão sobre os ambientes costeiros, levando à degradação destes e de outros ecossistemas litorâneos, como por exemplo, os recifes, estuários, restingas, campos de dunas, entre outros, que têm a função de proteger o litoral. Assim, o ambiente praiado entre os ambientes de sedimentação costeira, representa um ambiente que muda constantemente em resposta às condições variáveis de erosão e deposição.

Vários locais da linha de costa do estado de Pernambuco vêm sofrendo nas últimas décadas um intenso processo de erosão marinha. Por sua vez, estudos anteriores foram realizados por alguns pesquisadores sobre a evolução da linha de costa em Pernambuco: na cidade do Recife (DUARTE, 2002), na Ilha de Itamaracá (MENDONÇA, 2005) e Jaboatão dos Guararapes (SANTOS 2008). Em tais estudos foram utilizados vários métodos envolvendo a cartografia, como por exemplo, comparações a partir de medições diretas utilizando técnicas fotogramétricas, com imagens de satélite, perfis topográficos, considerando a degradação do

ambiente praial e a obtenção de previsões dinâmicas do comportamento da linha de costa (TREBOSEN et al., 2005).

Segundo Novo (1989), a análise multitemporal da linha de costa consiste na manipulação e interpretação de fotografias aéreas ou imagens de satélite de uma mesma área de estudo obtidas em diferentes períodos. O objetivo deste estudo é determinar a evolução multitemporal e espacial da linha de costa, ao longo de 43 anos, através do cálculo da variação do deslocamento da linha de costa, sua progradação e retrogradação. Realizando assim, uma análise multitemporal e espacial, utilizando fotografias aéreas dos anos de 1974, 1981, 1998 e 2016 da praia do Paiva, localizada no município de Cabo de Santo Agostinho, Pernambuco, Brasil.

1.1 Justificativa

Segundo o IBGE (2010), o litoral do Estado de Pernambuco possui cerca de 4% do território pernambucano e nele vivem aproximadamente 43,8% da população do estado. Diante disso, há uma grande concentração populacional. Para Manso et al. (2006), o aumento populacional traz juntamente uma ocupação desordenada, grande exploração no turismo e com isso, as mudanças na paisagem natural.

Nessa lógica as questões naturais e antrópicas podem acarretar a potencialização da degradação ambiental. Os problemas mais comuns no ambiente praial são: destruição da vegetação e construção de edificações que se torna extremamente evidente, através da modificação da estética da paisagem. Nesse sentido estes fatores irão apresentar problemas futuros devido a sua importância na economia e nos aspectos ambientais. A utilização dos dados obtidos nas taxas de evolução da linha de costa é de grande necessidade em razão da importância do litoral para a população.

Devido a isso, é de grande importância a utilização de fotografias aéreas para o monitoramento de paisagens que respondem a diversas mudanças e efeitos complexos e difíceis de serem previstos, tais como as paisagens contidas nos ambientes costeiros, que sofrem constantes mudanças em função da dinâmica costeira.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

Analisar a evolução espacial e temporal da linha de costa da praia do Paiva, Cabo de Santo Agostino, litoral sul de Pernambuco, considerando um intervalo de 42 anos, através do cálculo da variação de sua progradação e retrogradação.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Pesquisar a cartografia existente da região (desde os documentos mais antigos até os mais recentes) em órgãos públicos, privados, universidades, entre outros;
- Efetuar um levantamento da área mais vulnerável e localizar a retrogradação da linha de costa.
- Elaborar mapas da evolução da linha de costa da Praia do Paiva e assim contribuir para dar subsídios aos gestores públicos na tomada de decisões para o desenvolvimento costeiro frente a crescente urbanização da área de estudo.

2 EMBASAMENTO TEÓRICO

2.1 Praias

As praias (figura 1) são ambientes sedimentares com uma alta dinâmica localizada na interface entre mar e terra. O ambiente praias tem uma interação estreita e complexa com as dunas costeiras e à deriva litorânea, através de um armazenamento contínuo, de transporte e troca de sedimentos, e estas são moduladas pela relação entre os elementos atmosféricos e oceânicos, bem como, pela geomorfologia costeira (Komar, 1998; Nordstrom, 2000; Schlacher et al., 2007).

Figura 1 - Praia do Paiva – Litoral sul de Pernambuco.



Fonte: Autor 2018.

Os processos hidrodinâmicos e sedimentares decorrem dessas interações e podem resultar no deslocamento da linha de costa, expressado em padrões complexos de erosão ou acréscimo de sedimentos que cobrem o ambiente praias em diferentes escalas espaciais e temporais (Komar, 1983).

King (1952) define a praia como um ambiente sedimentar costeiro de composição variada, formado comumente por areia, e condicionado pela interação dos sistemas de ondas incidentes sobre a costa. Os limites externos (em direção ao mar) e interno (em direção à terra) de uma praia seriam determinados, respectivamente, pela profundidade a partir da qual as ondas

passam a provocar movimento efetivo de sedimento sobre o fundo e pelo limite superior de ação de ondas de tempestade sobre a costa.

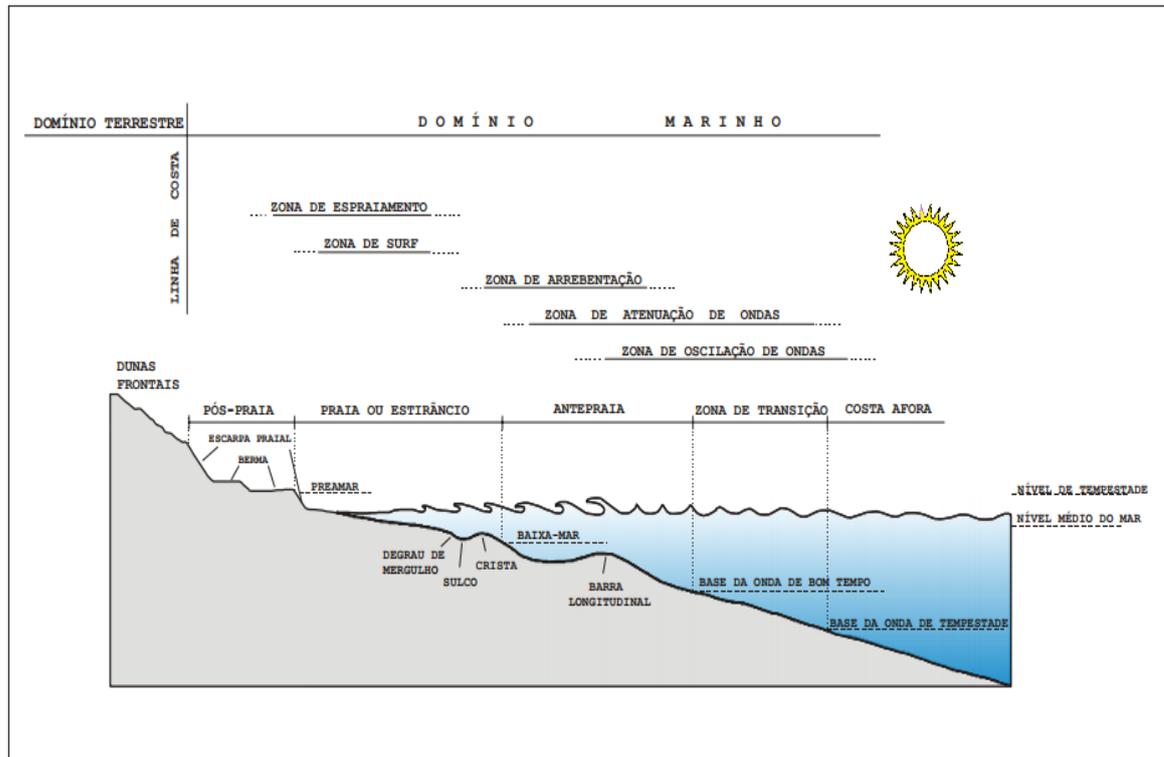
Esses ambientes dominam um extenso comprimento das costas do mundo, sendo estimado por Mclachlan e Brown (2006) que dois terços das costas não glaciais do mundo são compostos por praias. Eles fornecem diferentes bens e serviços que são essenciais para o uso da zona costeira pela sociedade (Defoe et al., 2009), incluindo proteção costeira. No entanto, nem sempre esses usos estão totalmente integrados às características transitórias intrínsecas das praias, onde prevalece um estado dinâmico de equilíbrio, em que as áreas costeiras ajustam continuamente sua morfologia e distribuição de sedimentos a condições recentemente impostas (Woodroffe, 2003).

2.2 Feições Morfológicas de Praias

As feições Morfológicas de praias são classificadas e subdividas de maneiras diferentes por alguns autores. Vários termos são difundidos na língua inglesa e, portanto, sua tradução pode sofrer algumas mudanças quando é traduzida ou interpretada para outras línguas. Suas diferentes denominações variam com o foco da pesquisa, particularidades regionais do sistema praias, uso consagrado de termos regionais, e no caso do Brasil, até traduções de termos para a língua portuguesa.

Na literatura existe muitas terminologias que podem ser utilizadas para descrever as feições morfológicas de praias. Portanto, ainda não existe similaridade quanto a nomenclatura que é usada para denominar ambientes subambientes praias e seus designados limites, o que dificulta muito as discussões que envolvem a temática. No presente trabalho, foi dividido o sistema praias conforme a figura abaixo (Figura 2).

Figura 2 - Esquema do sistema praiial.



Fonte: Duarte 2002.

Assim, podem ser definidos os setores praiiais como:

2.2.1 Pós-Praia – Segundo (MUEHE, 1995), a pós-praia é a porção interna da praia retaguarda da crista da berma, com uma ou mais superfícies, geralmente inclinadas em direção ao continente ou horizontais, algumas vezes também mergulhando em direção ao mar.

2.2.2 Estirâncio – Corresponde a porção inclinada do perfil de praia (Figura 3), compreendido entre a crista da berma de praia (ou, na ausência desta, entre o limite superior da zona abrangida pelo espraimento da onda na maré alta), e a zona da maré baixa marcada pelo refluxo da onda subsequente e o espraimento (DIAS,2004).

2.2.3 Antepraia – Segundo (MUEHE, 1995) região sempre submersa do perfil, e se limita com praia no nível da maré baixa, estendendo-se no mar até a base de onda de bom tempo (limite no qual a onda não é capaz de remobilizar o sedimento de fundo).

Figura 3 - Feição morfológica do estirâncio da praia do Paiva.



Fonte: Autor 2018.

2.3 Erosão Marinha

A erosão costeira é um problema amplamente estudado. A mudança da natureza da zona do litoral faz com que a mudança da praia ocorra em uma escala de tempo diferente, desde dias (por exemplo, devido a uma tempestade) até vários anos. Nesse caso, é mais difícil identificar as causas das mudanças, pois não obedecem apenas a um fator; são o resultado da confluência no tempo e espaço de diferentes processos.

A erosão costeira é definida como a remoção, em maior quantidade que o considerado “normal” no sistema oceano-continente, dos sedimentos praias pela ação das ondas, correntes de marés, correntes da deriva litorânea ou o vento. O processo é acelerado quando ocorre um déficit de fornecimento em relação à taxa de remoção de sedimentos, fato este é verificado por meio da interferência antrópica, por exemplo, quando se verifica o efeito de represamento ou por construção de espigões interceptando à deriva litorânea (SUGUIO, 1973).

A vulnerabilidade das praias está relacionada com suas características morfológicas (comprimento e largura) e a dinâmica sedimentar (Jiménez et al., 2011). O estudo da linha de costa, como a característica física onde a terra e o mar se encontram, é uma das ferramentas amplamente utilizadas por estudiosos para analisar a tendência sedimentar de uma praia (Defeo et al., 2009; Schlacher et al., 2007).

As características comumente usadas no mapeamento da linha de costa são a linha de dunas ou vegetação, a base das falésias ou a linha de contato com estruturas, como construções ou passeios. A natureza invariante desses elementos os torna uma escolha adequada como referências em estudos de longo prazo (Ojeda et al., 2010).

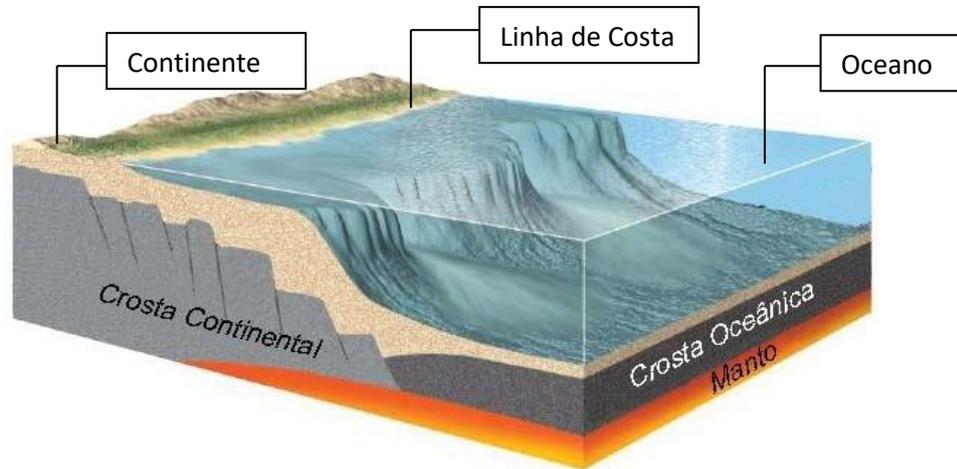
Mapas históricos ou as cartas náuticas são usadas como fontes de dados para a posição do litoral, no entanto, sua confiabilidade é geralmente limitada (Fenster et al., 1993). As fotografias aéreas ou as imagens de satélite de alta resolução são as fontes mais comuns usadas para adquirir a posição do litoral em diferentes datas. A precisão das medições do litoral é suficiente para realizar análises históricas sobre a taxa de mudança da linha de costa. Além disso, este é um método mais barato, uma vez que não exige um trabalho de campo extensivo (Baily e Nowell, 1996; Ojeda et al., 2010; Rodríguez et al., 2009).

Além disso, as praias são suscetíveis as mudanças em suas dinâmicas naturais devido a fatores externos, como chuvas intensas em um ambiente urbanizado que afetam a descarga das correntes ou as ações antrópicas realizadas. Por exemplo, a alimentação da praia, com um sedimento médio do tamanho do grão inferior ao anteriormente existente. Como consequência, o perfil da praia torna-se menos íngreme do que o original, sendo assim, é necessário um maior volume de sedimentos para se obter a mesma largura anterior da praia (Dean e Yoo, 1992).

2.4 Linha de Costa

A importância da definição de linha de costa tem levado inúmeros autores a se debruçar sobre esta questão. Se do ponto de vista físico a linha de costa corresponde simplesmente à linha de interface entre a terra e o mar (Figura 4), a tentativa de delimitá-la torna-se bem mais complicada (OLIVEIRA, 2005).

Figura 4 - Delimitação visual da linha de costa.



Fonte: Adaptado de LESSA (2007).

O método para delimitação da linha de costa pode ser feito de vários modos, sendo que a escolha do método irá depender das informações que pretende se realizar a extração, da disponibilidade e qualidade de dados, dos equipamentos que serão utilizados, do tempo dos trabalhos de campo e dos erros que estão relacionados aos processos de obtenção e processamento das fotografias aéreas, ortofotocartas ou de imagens de satélite.

Para a definição da posição da linha de costa no tempo e no espaço existe ainda um grande desafio para os estudiosos, pois a linha de costa está em constante mudança em função da dinâmica natural. Na prática, a utilização de indicadores, como a linha da vegetação costeira, a base ou a crista da duna frontal, escarpas ou cristas no perfil praiar, e a máxima linha d'água atingida, que corresponde à marca da última maré alta (interface areia seca/molhada) é usada para determinar a linha de costa, e que se torna ainda mais visível, sendo em geral uma feição usada como aproximação para uma linha de costa considerada “verdadeira”. O melhor é aquela facilmente visualizada em campo, que ainda pode ser visualizada em fotografias aéreas, ortofotocartas ou imagens de satélite e em qualquer praia analisada, e ainda tem que estar vigente em todas as séries temporais caso o estudo empregue comparações em escala multi-temporal (TURNER, 2005 *apud* ARAUJO *et al.*, 2009).

Logo, muitas feições já foram recomendadas como indicadores, como por exemplo a linha da vegetação costeira, crista ou base da duna frontal, cristas ou escarpas no perfil praial, e a máxima linha d'água atingida, que corresponde à marca da última maré alta (interface areia seca/molhada). O último exemplo é o indicador mais usado frequentemente, sobretudo porque este limite caracteriza-se por uma mudança nítida de tonalidade na areia da praia, causado por inundação repetida e periódica da praia pela maré alta (CROWELL, 1991; ARAUJO *et al.*, 2007).

2.5 Fotogrametria

Fotogrametria deriva de radicais gregos *photos* (luz), *gramma* (escrita) e *metron* (medição), tendo como significado a medição gráfica através da luz (TOMMASELLI *et al.*, 2009). De acordo com American Society of Photogrammetry and Remote (ASPRS), a Fotogrametria é definida como “a arte, ciência e tecnologia de obter informações confiáveis sobre objetos físicos e o meio ambiente, através de processos de gravação, medição e interpretação de imagens e padrões de energia eletromagnética radiante e outros fenômenos”.

O principal objetivo da Fotogrametria é a reconstrução de um espaço tridimensional, ou parte do mesmo chamado de espaço-objeto, a partir de imagens bidimensionais, chamado de espaço-imagem (COELHO & BRITO, 2007).

O emprego mais comum da fotogrametria é a confecção de produtos cartográficos a partir de fotos aéreas. A câmara fotogramétrica transportada pela aeronave é ajustada para fotografar cada ponto da superfície terrestre mais de uma vez, em diferentes posições. Desta forma possibilitando uma visualização tridimensional. (MARCHETTI & GARCIA, 1986).

A Fotogrametria é classificada de acordo com a posição espacial da câmara e a finalidade: (1) Fotogrametria terrestre, produz fotografias em posições fixas e posições sobre o terreno, com o eixo óptico da câmara na posição horizontal; (2) Fotogrametria aérea, produz fotografias da superfície terrestre, coletadas por câmaras a bordo de aeronaves, com o eixo óptico na posição vertical.

2.6 Produtos Fotogramétricos

2.6.1 Fotografias aéreas

Quando no momento da exposição o eixo ótico da câmara encontra-se aproximadamente na vertical, admitindo-se um desvio inferior a 3° , as fotografias aéreas são chamadas de fotografias verticais ou nadirais. Caso contrário, as fotografias são denominadas oblíquas. A aquisição de fotografias verticais é necessária para obter produtos cartográficos precisos e deve atender, entre outras condições: (1) a utilização de aeronaves que apresentem grande estabilidade durante o vôo; (2) condições atmosféricas favoráveis; (3) Uma navegação cercada de cuidados por parte do piloto. (CASACA et al., 2007).

2.6.2 Ortofotografias

As fotografias aéreas em formato analógico ou digital do terreno apresentam deformações geométricas que são devidos basicamente: (1) a imagem representada ser em perspectiva ortogonal ao terreno; (2) à altitude da plataforma que transporta à câmara; (3) ao relevo.

Assim, realiza-se a ortorretificação que transforma as imagens (analógicas ou digitais) em ortoimagens, que são imagens digitais em perspectiva ortogonal ao terreno, segundo uma direção vertical. Fotografias que passam por processo de ortorretificação são chamadas de ortofotografias. Estas apresentam escala constante e a possibilidade da extração de informações métricas, de forma semelhante a uma planta topográfica baseada em projeção cartográfica conforme (CASACA et al., 2007).

2.6.3 Ortofotocartas

Ortofotocartas são representações elaboradas a partir de fotografias aéreas tomadas na vertical e transformadas geometricamente (ortorretificadas) de forma a poderem ser utilizadas como uma projeção ortogonal do terreno sobre o plano, numa determinada escala. Estes produtos são formados pela junção das fotografias aéreas retificada com informações adicionais em forma simbólica da rede geográfica de meridianos e paralelos, curvas de nível, as vias de

comunicação, etc. As ortofotocartas são mais fáceis de produzir comparadas as cartas topográficas, porém apresenta limitações de quantidade e legibilidade da informação representada (GASPAR, 2005)

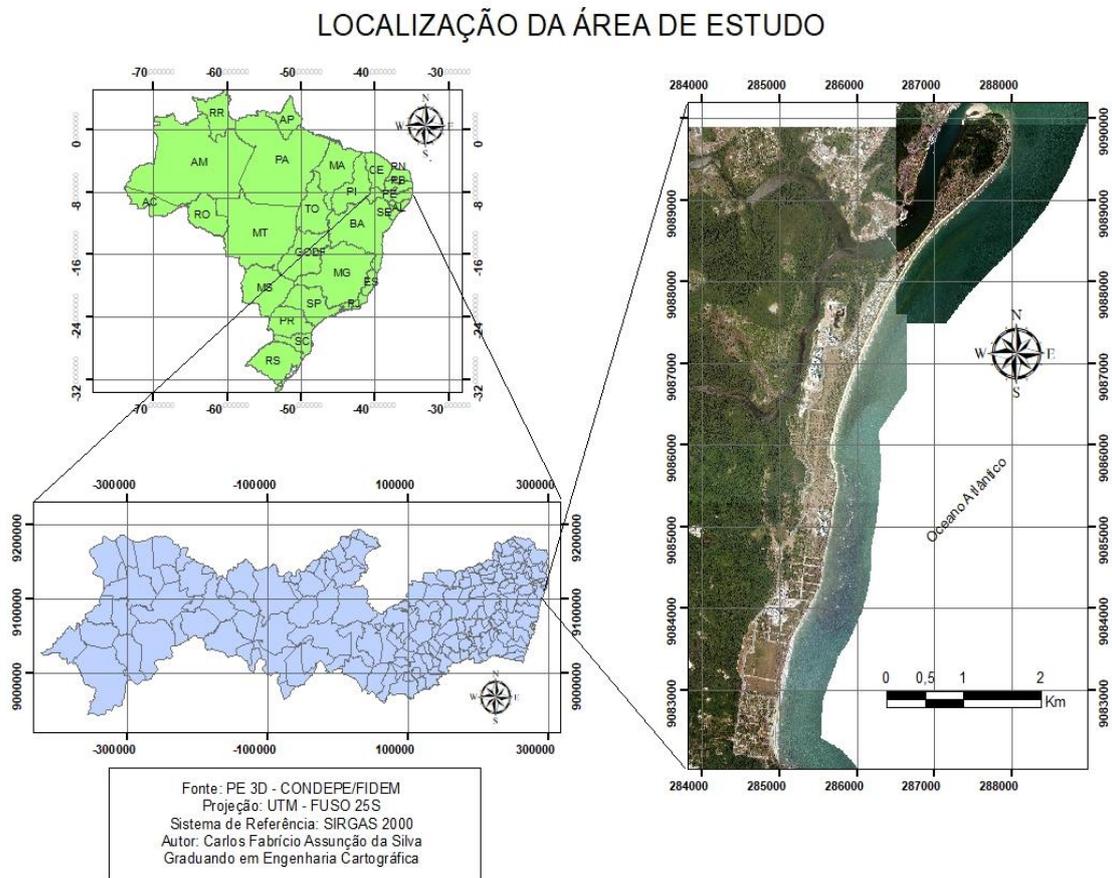
3 MATERIAIS E METÓDOS

3.1 Área de Estudo

A praia do Paiva está localizada a 22 km da capital Recife, no município do Cabo de Santo Agostinho, no litoral sul do estado de Pernambuco (Figura 5). A área de estudo limita-se ao norte com o município de Jaboatão dos Guararapes e ao sul com Ipojuca, possuindo aproximadamente, 8 km de orla. Está localizada no fuso 25 S entre as coordenadas UTM 284994.87 E – 9082993.96 S e 287781.91 E – 9090069.46 S. O município ao qual pertence possui 446,5 km² de superfície, com elevação de 29 metros e uma população estimado em 185,025 habitantes (IBGE, 2010).

O clima do litoral sul pernambucano é do tipo As', segundo a classificação de Köppen. É definido como tropical com chuvas de inverno antecipadas para o outono. A precipitação deve-se principalmente, às áreas de instabilidade geradas pelo contato entre a massa de ar Tropical Atlântica, a massa Polar Atlântica e às Ondas de Leste. A temperatura é amenizada sob influência da ação moderadora dos ventos alísios, que predominantemente deslocam-se de SE e secundariamente de NE. No inverno, ocorre a influência do anticiclone polar ocasionando médias térmicas mais baixas e precipitações mais elevadas.

Figura 5 - Mapa de localização da área de estudo.



Fonte: Autor 2018.

3.2 Materiais

- *QGIS* Versão 2.18.13, Licença livre - O *QGIS* é um Sistema de Informação Geográfica (SIG) de Código Aberto licenciado segundo a Licença Pública Geral GNU. O *QGIS* disponibiliza um número de funcionalidades em constante crescimento através das funções nativas e de complementos. Você pode visualizar, gerir, editar, analisar dados, e criar mapas para impressão.
- *ArcGIS* Versão 10.3, Licença estudantil - *ArcGIS* é um sistema de informação geográfica (SIG) para trabalhar com mapas e informações geográficas. Ele é usado para criar e usar mapas, compilar dados geográficos, analisar informações mapeadas, compartilhar e descobrir informações geográficas, usar mapas e informações

geográficas em uma variedade de aplicativos e gerenciar informações geográficas em um banco de dados.

- Fotografias aéreas dos anos de 1974 e 1997 na escala de 1:6.000. As Fotografias aéreas foram cedidas cordialmente para fins acadêmicos pela Agência Estadual de Planejamento e Pesquisas de Pernambuco (CONDEPE/FIDEM), em formato digital.
- Ortofotocartas do ano de 1981 na escala de 1:10.000. As Ortofotocartas foram cedidas cordialmente para fins acadêmicos pela Agência Estadual de Planejamento e Pesquisas de Pernambuco (CONDEPE/FIDEM), em formato digital.
- Fotografias áreas do ano de 2016 na escala de 1:10.000. Produto resultante do projeto PE 3D realizada pelo Governo do Estado de Pernambuco. As Fotografias áreas foram cedidas cordialmente para fins acadêmicos pela Agência Estadual de Planejamento e Pesquisas de Pernambuco (CONDEPE/FIDEM), em formato digital.

3.3 Divisão da Área em Setores Praiais

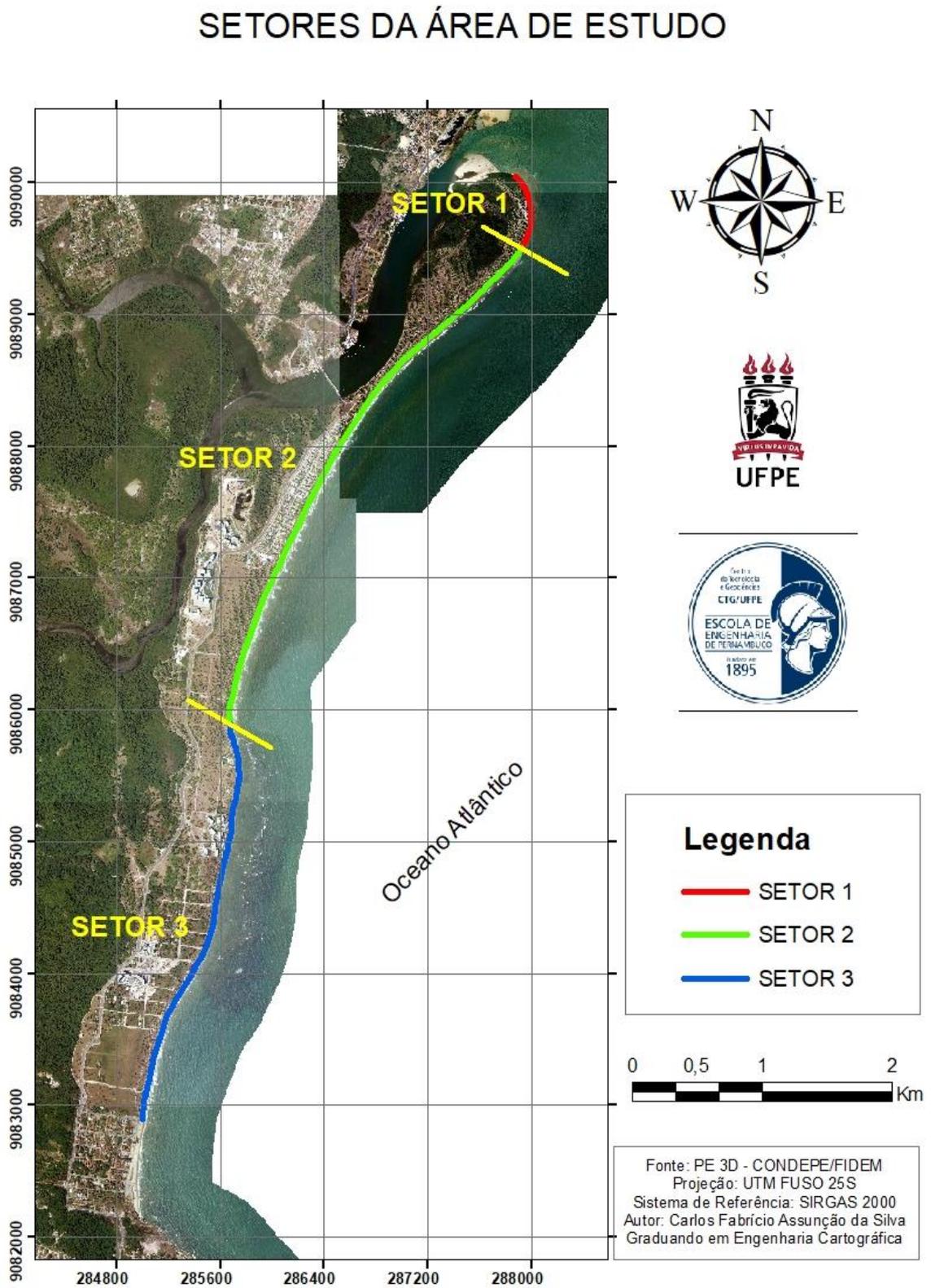
Após obter todos os mosaicos das ortofotocartas e fotografias aéreas dos anos analisados da área de estudo para os anos de 1974, 1981, 1997 e 2016, dividiu-se então a faixa litorânea da praia do Paiva localizada no Município do Cabo de Santo Agostinho em três setores (figura 6), delimitadas através de linhas, e representados por suas respectivas coordenadas geodésicas (tabela 1) referenciadas ao DATUM SIRGAS 2000, fuso 25. Esta divisão em setores baseou-se na geomorfologia da praia, levou em consideração a presença ou não de recifes, erosão e ocupação da linha de costa. A tabela 1 apresenta os setores, suas coordenadas UTM e geográficas, localizadas no fuso 25, meridiano central 33°W no Datum sul-americano SIRGAS 2000.

Tabela 1: Divisão do litoral da praia do Paiva em setores.

Setor	Área equivalente	Coordenadas UTM	Coordenadas Geográficas
1	SETOR 1	9090095 mN, 287995 mE a 9089495 mN, 287934 mE	φ :-08°13'40,75" e λ :-34°55' 31,14" a φ :-08°13'58,43" e λ :-34°55' 31,43"
2	SETOR 2	9089495 mN, 287934 mE a 9085890 mN, 285675 mE	φ :-08°13'58,43" e λ :-34°55' 31,43" a φ :-08°15'57,33" e λ :-34°56' 44,64"
3	SETOR 3	9085890 mN, 285675 mE a 9083023 mN, 285035 mE	φ :- 08°15'57,33" e λ :-34°56' 44,64" a φ :-08°17' 31,15" e λ :-34°57' 8,19"

Fonte: Autor 2018.

Figura 6 - Mapa dos setores da área de estudo.



Fonte: Autor 2018.

3.4 METÓDOS

3.4.1 Levantamento Bibliográfico

A etapa preliminar teve início com a investigação e o levantamento dos acervos bibliográficos e icnográficos existentes referentes ao tema e à área em estudo, visando, além da fundamentação teórica, as estratégias de coleta de dados em campo. O levantamento bibliográfico foi estendido durante todas as etapas subsequentes, com intuito de acompanhar as inovações conceituais e metodológicas referentes ao tema. Ainda nesta etapa, foram adquiridos dados fotogramétricos, como fotografias aéreas.

3.4.2 Procedimentos em Laboratório

Como segundo passo para desenvolver o projeto foram estabelecidas as áreas experimentais e realizadas visitas de reconhecimento aos locais a serem estudados. Nessa ocasião foram obtidos registros fotográficos genéricos para um adequado planejamento. Nesta etapa, foi planejado, ainda, o banco de dados digital padrão (planilhas e tabelas), que armazenou as informações resultantes do desenvolvimento das atividades.

3.4.3 Georeferenciamento das fotografias aéreas e ortofotocartas.

Para determinar a evolução da linha de costa, foram utilizadas fotografias aéreas dos anos de 1974, 1997, 2016 e as ortofotocartas de 1981. As fotografias aéreas e as ortofotocartas foram obtidas pela Fundação de Desenvolvimento da Região Metropolitana do Recife (FIDEM), em formato digital. Para georeferenciar, foi utilizada a ferramenta *georeferencing* do ArcGis, que é um *software* de Sistema de Informações Geográficas (SIG).

3.4.4 Traçado da linha de costa e cálculo do deslocamento

Após o georeferenciamento das fotografias aéreas e ortofotocartas foi traçada a linha de costa para cada ano, conforme descrito anteriormente.

A integração dos dados georeferenciados, a partir das fotografias aéreas e ortofotocartas, utilizando software ArcGIS 10.3, proporcionou o cálculo das taxas de progradação e retrogradação da linha de costa na área de trabalho. O programa ArcGis calculou as estatísticas de taxa de mudança para uma série temporal de dados vetoriais da linha de costa. Os dados de entrada DSAS foram gerados dentro de um geodatabase, que também serve como local de armazenamento para a classe de recurso do software gerando transectos e tabelas relacionadas com os resultados estatísticos.

4 RESULTADOS

4.1 VARIAÇÃO DA LINHA DE COSTA ENTRE OS ANOS DE 1974 A 1988

O setor 1 localizado ao norte da área de estudo apresentou a maior taxa média negativa na variação da linha de costa entre os setores no período de 1974 – 1988/14 anos, com a média -2,16 m/ano (tabela 2 e figura 8), apresentando retrogradação da linha de costa. Neste setor também foi observado o menor valor máximo das taxas de variação -8,03 m/ano, (tabela 2), bem como, o maior desvio padrão de 2,00.

Tabela 2- Resultados das variações das taxas (m/ano) no deslocamento da linha de costa entre os anos de 1974-1988 do Setor 1, Setor 2, Setor 3.

SETOR/ANO	NºTRANSECTOS	MÉDIA	MÍNIMO	MÁXIMO	DESVIO PADRÃO
SETOR 1 1974-1988	120	-2,16	-8,03	-0,05	2,00
SETOR 2 1974-1988	850	0,87	-0,15	2,16	0,54
SETOR 3 1974-1988	552	-0,25	-2,68	-2,49	1,22

Fonte: Autor 2018.

O setor 2 apresentou a maior média positiva entre os setores para os anos de 1974-1988/14 anos, localizado ao centro da área de estudo, a taxa média da variação da linha de costa foi de +0,87 m/ano (tabela 2). Bem como, apresentou o maior valor máximo da taxa +2,16 m/ano (tabela 2), e o menor desvio padrão de 0,54.

A taxa média no deslocamento da linha de costa do setor 3, localizado ao sul da área de estudo foi de -0,25 m/ano (tabela 2), apresentando retrogradação. No trecho norte do setor 3 houve taxas positivas (figura 8), entretanto não foi suficiente para tornar a média da taxa de deslocamento anual positiva, neste setor os valores máximos e mínimos foram negativos (tabela 2).

Em relação aos valores médios na variação das distâncias (figura 7) do deslocamento da linha de costa de 1974-1988/14 anos, o setor 1 apresentou a maior média negativa para os setores, apresentando um valor de -30,30 m/14 anos (tabela 3) em um trecho de aproximadamente 594 m de extensão, com 120 transectos (tabela 3) comprovando assim, um setor com retrogradação (figura 9 e figura 10). Além disso o maior valor mínimo e o menor valor máximo das distâncias com -112,42 m/14 anos e -0,67 m/14 anos (tabela 3). Como também apresentou o maior desvio padrão de 27,92.

Tabela 3 - Resultados das variações das distâncias (m/ano) no deslocamento da linha de costa entre os anos de 1974-1988 do Setor 1, Setor 2, Setor 3.

SETOR/ANO	NºTRANSECTOS	MÉDIA	MÍNIMO	MÁXIMO	DESVIO PADRÃO
SETOR 1 1974-1988	120	-30,30	-112,42	-0,67	27,92
SETOR 2 1974-1988	850	12,19	-2,12	30,00	7,58
SETOR 3 1974-1988	552	-3,58	-37,51	34,82	17,13

Fonte: Autor 2018.

Para o setor 2 a média da variação das distâncias (figura 7) entre os anos de 1974/1988/14 anos foi de +12,19 m/ 14 anos (tabela 3) em um trecho de 4.306,16 metros, com o total de 850 transectos, apresentando uma área com (figuras 9 e 10). Apresentou o menor valor mínimo da distância -2,12 m/14 anos (tabela 3) e o menor desvio padrão de 7,58.

O setor 3 apresentou uma média na variação das distâncias (figura 7) entre os anos de 1974/1988 de -3,58 m/14 anos (tabela 3) em um trecho de 3.123,82 metros com o total de 552 transectos, indicando assim, retrogradação na linha de costa, para este setor (figura 9 e figura 10). Apresentou o maior valor máximo +34,82 m/14 anos (tabela 3).

Os resultados obtidos da área para os 3 setores (tabela 4, figura 10) entre os anos de 1974 a 1988, apresentou um total de área de retrogradação de aproximadamente 28.059,24 m²

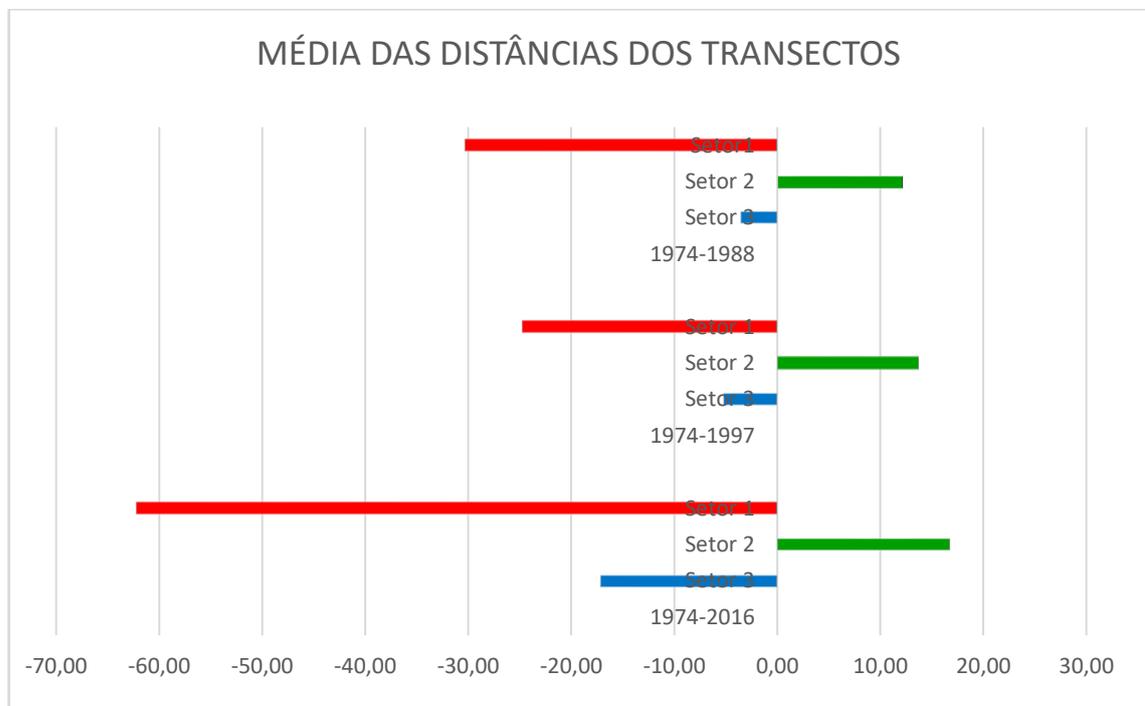
(36%), enquanto que, 50.557,95 m² (64%) marcaram as áreas de progradação no litoral. A variação da linha de costa apresentou recuo da costa no setor 1, cerca de -1.385,44 m² de área de retrogradação em um período de 14 anos, observou-se que foi o setor que houve mais retrogradação. Para o setor 2 a variação foi de 3.611,28 m² de área de progradação, comprovando ser o setor que mais progradou entre os anos 1974 a 1988 (tabela 4). A variação da linha de costa para o setor 3 foi de -618,79 m²/14 anos de área de retrogradação. A progradação e a retrogradação da linha de costa ao longo da área de estudo para o período analisado pode ser visualizado na figura 10.

Tabela 4: Resultados da variação da Linha de Costa para o período 1974-1988.

SETOR	PROGRADAÇÃO (m ²)	RETROGRADAÇÃO (m ²)	SALDO (m ²)	VLC (m ² /ano)
SETOR 1	0	19.396,24	-19.396,24	-1.385,44
SETOR 2	50.701,09	143,14	50.557,95	3.611,28
SETOR 3	15.980,91	24.643,92	-8.663	-618,79

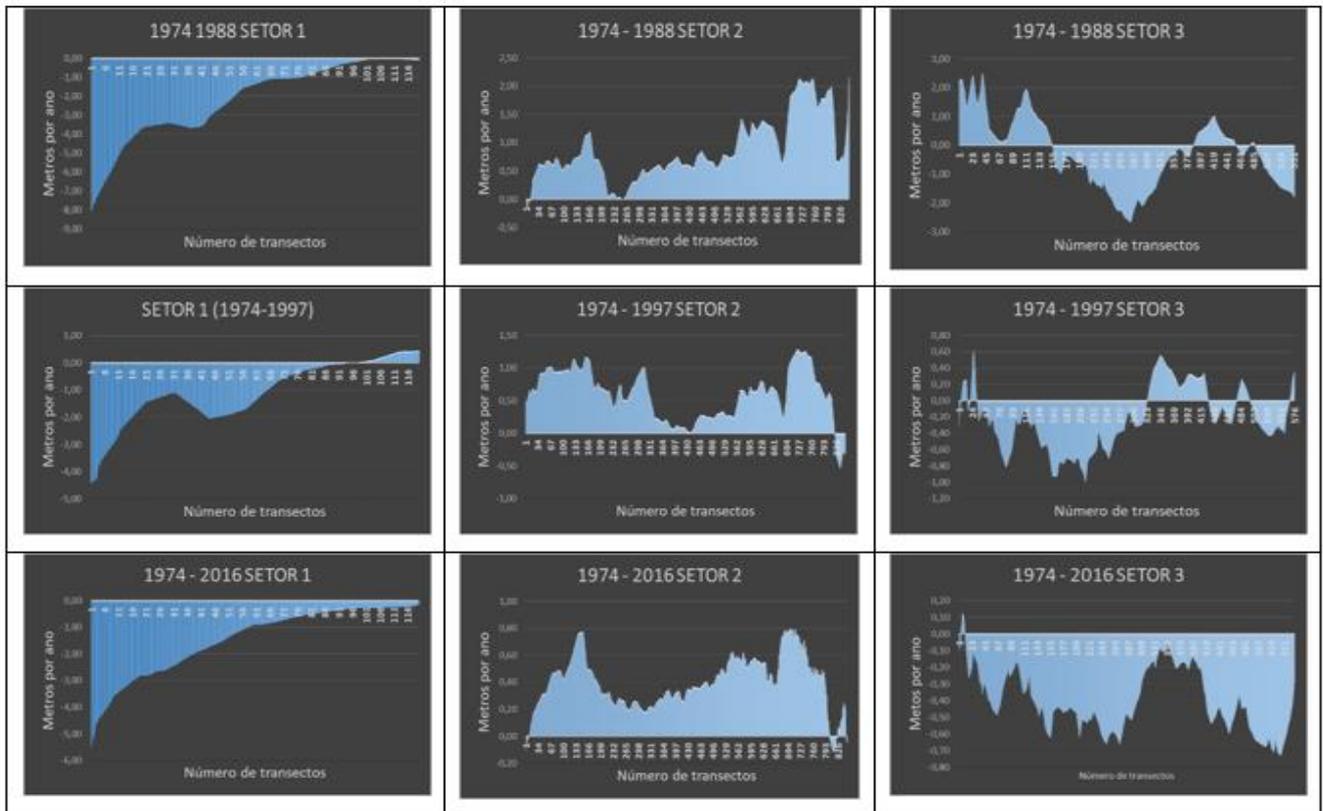
Fonte: Autor 2018.

Figura 7 - Médias das Distancias dos Transectos.



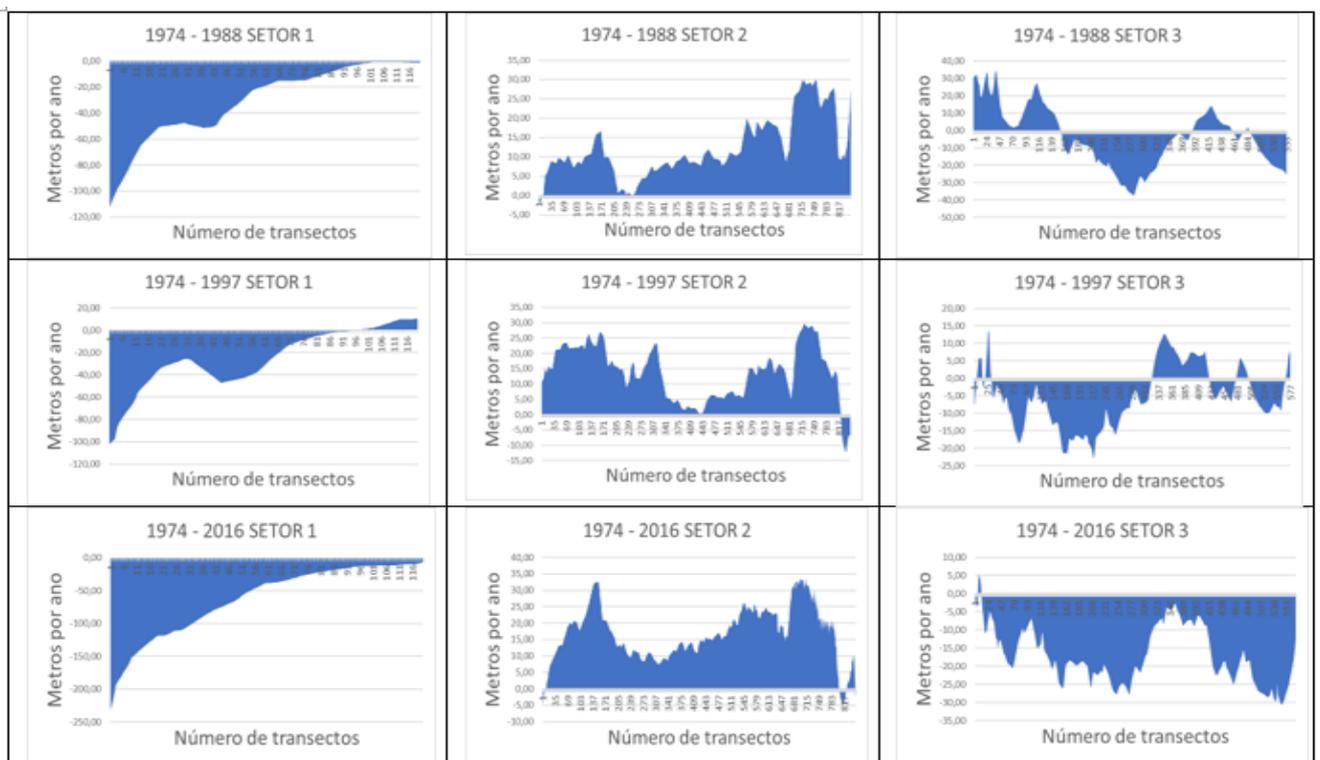
Fonte: Autor 2018.

Figura 8 - Resultados das taxas de progradação e retrogradação do setor 1, setor 2 e setor 3 entre os anos 1974-1988, 1974-1997 e 1974-2016.



Fonte: Autor 2018.

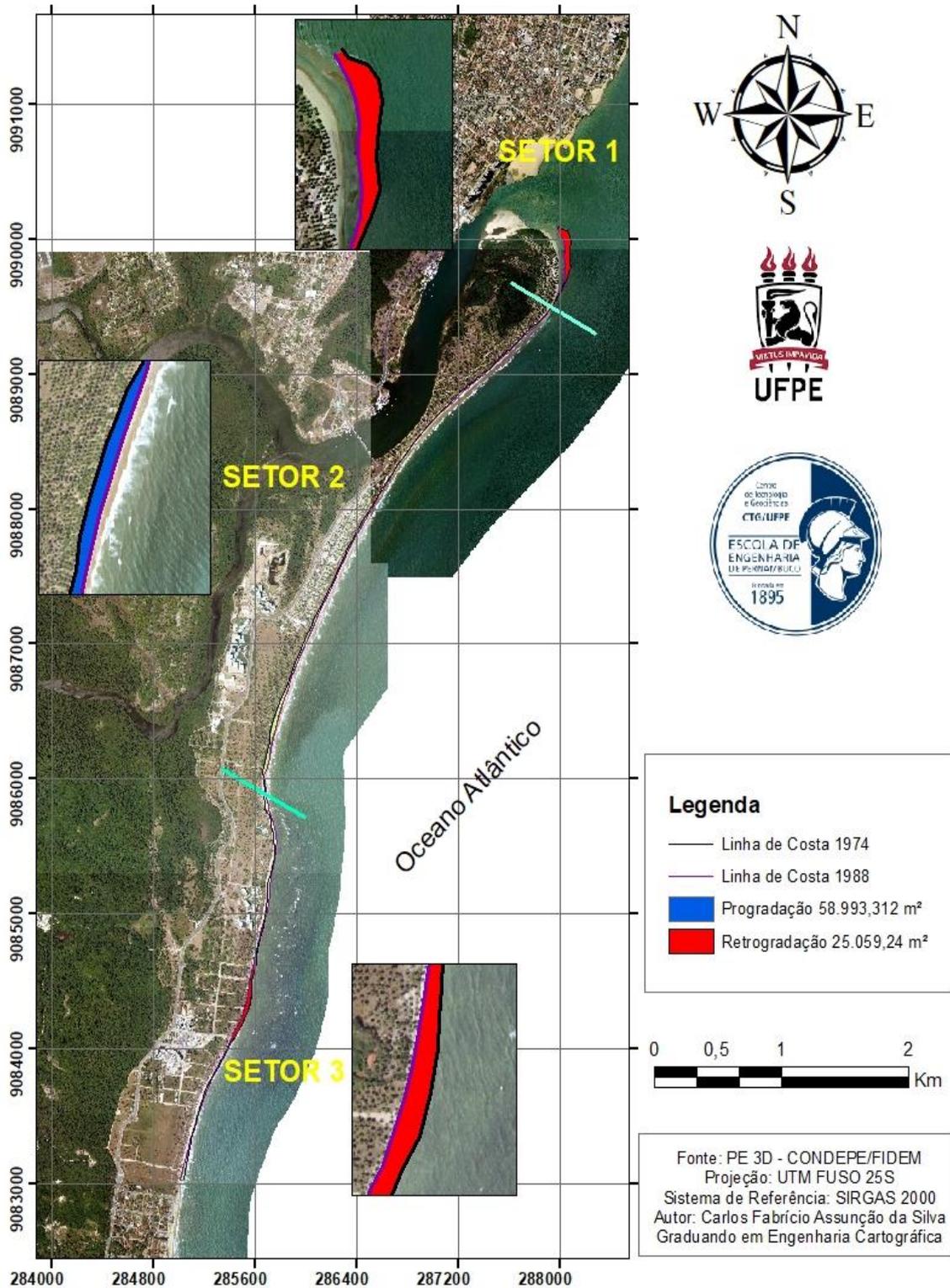
Figura 9 - Resultados das variações das distâncias de progradação e retrogradação do setor 1, setor 2 e setor 3 entre os anos 1974-1988, 1974-1997 e 1974-2016.



Fonte: Autor 2018.

Figura 10 - Mapa da variação da linha de costa 1974 – 1988.

VARIAÇÃO DA LINHA DE COSTA 1974 - 1988



Fonte: Autor 2018.

4.2 VARIACÃO DA LINHA DE COSTA ENTRE OS ANOS DE 1974 A 1997

Entre os anos de 1974/1997, para o período de 23 anos identificou-se que o setor 1 passou por um processo de retrogradação da linha de costa. O setor 1 apresentou a maior taxa média negativa -1,08 m/ano (tabela 5, figura 8), obteve o maior valor mínimo negativo de -1,15 m/ano e o maior valor máximo negativo de -4,43 m/ano, e apresentando o maior desvio padrão 1,14 (tabela 5).

Tabela 5 - Resultados das variações das taxas (m/ano) no deslocamento da linha de costa entre os anos de 1974-1997 do Setor 1, Setor 2, Setor 3.

SETOR/ANO	NºTRANSECTOS	MÉDIA	MÍNIMO	MÁXIMO	DESVIO PADRÃO
SETOR 1 1974-1997	120	-1,08	-1,15	-4,43	1,14
SETOR 2 1974-1997	850	0,60	-0,53	1,29	0,38
SETOR 3 1974-1997	576	-0,23	-1,00	0,61	0,37

Fonte: Autor 2018.

O setor 2 apresentou a maior média positiva entre os setores analisados para o período entre 1974-1997, a taxa média da variação da linha de costa foi de 0,60 m/ano (tabela 5 e figura 8) indicando assim, uma tendência à progradação (figura 11). Como também apresentou o maior valor mínimo negativo das taxas para a evolução da linha de costa de 2,16 m/ano, e o menor desvio padrão de 0,38 (tabela 5).

A taxa média de deslocamento da linha de costa para o setor 3, localizado ao sul da área de estudo foi de -0,23 m/ano, apresentando retrogradação (tabela 5). Apresentou o menor valor máximo positivo 0,61 m/ano, e o menor desvio padrão 0,37 (tabela 5).

Para a variação das distâncias entre os anos 1974-1988 para o setor 1 obteve-se a maior média negativa (figura 7), apresentando um valor de -24,81 m/23 anos, (tabela 6), obtendo-se retrogradação da linha de costa (figura 9 e figura 11). O setor 1 apresentou o maior valor mínimo das distâncias para os 3 setores, de -101,95 m/23 anos e o menor valor máximo de 10,42 m/23 anos, bem como, o maior desvio padrão de 27,92 (tabela 6).

Tabela 6 - Resultados das variações das distâncias (m/ano) no deslocamento da linha de costa entre os anos de 1974-1997 do Setor 1, Setor 2, Setor 3.

SETOR/ANO	NºTRANSECTOS	MÉDIA	MÍNIMO	MÁXIMO	DESVIO PADRÃO
SETOR 1 1974-1997	120	-24,81	-101,95	10,42	26,20
SETOR 2 1974-1997	850	13,69	-12,20	29,68	8,65
SETOR 3 1974-1997	576	-5,24	-22,98	13,92	8,69

Fonte: Autor 2018.

No setor 2 obteve-se a maior média positiva da variação nas distâncias (figura 7) dos transectos de +13,69 m/23 anos (tabela 6). Este setor obteve o menor valor mínimo negativo das distâncias -12,20 m/23 anos e o maior valor máximo positivo com +29,68 m/23 anos (tabela 6). Obtendo também o menor desvio padrão 8,65.

O setor 3 apresentou uma média da variação das distâncias (figura 7) entre os anos de 1974 a 1997 com de -5,24 m/23 anos (tabela 6), indicando retrogradação para este setor (figura 9 e figura 11). Obtendo um valor mínimo negativo -22,98 m/23 anos, e desvio padrão 8,69 (tabela 6).

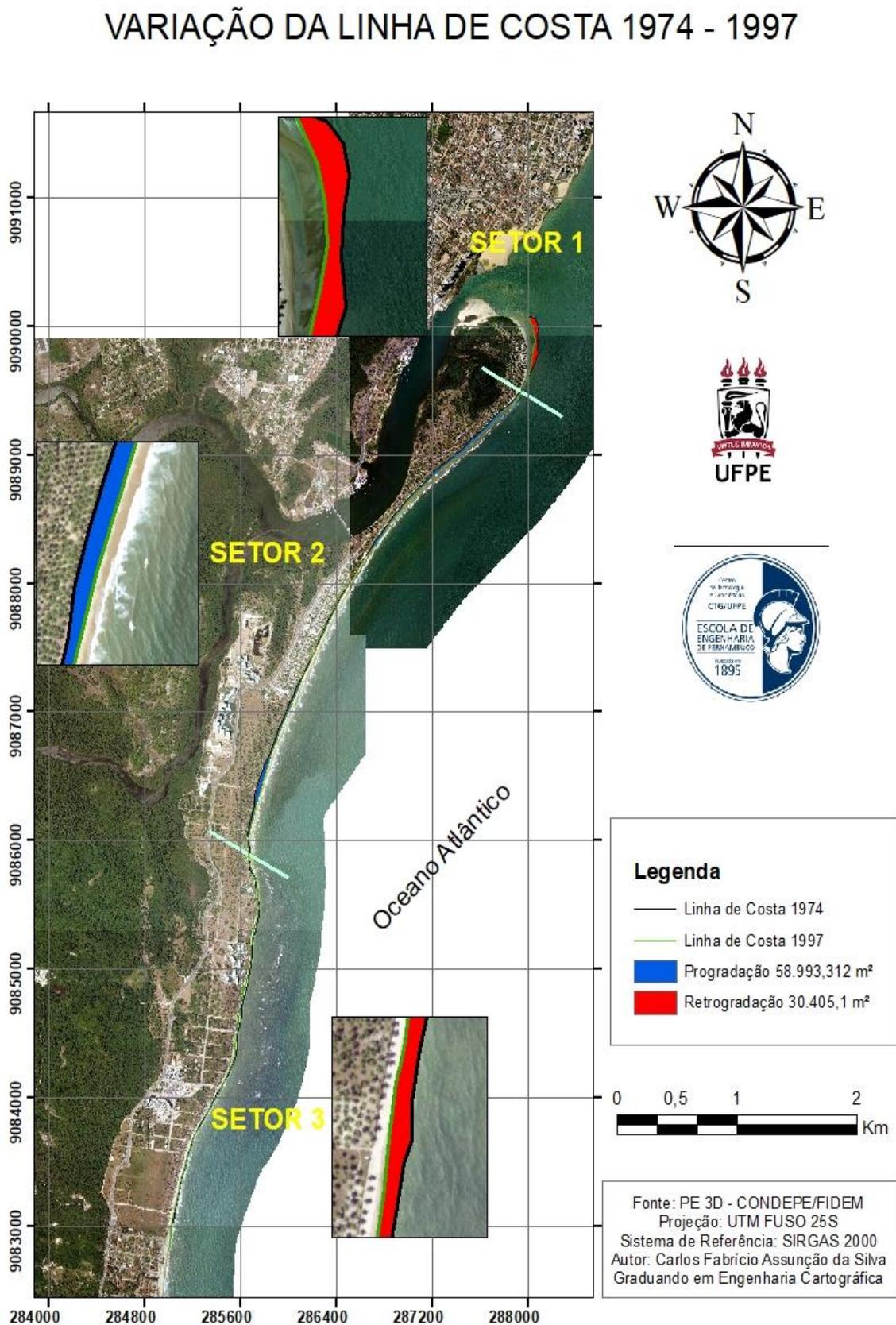
Os resultados obtidos para os anos estudados 1974-1988 (Tabela 7, figura 11), apresentou um total de área de retrogradação de aproximadamente -30.405,10 m² (34%) enquanto que 58.993,31 m² (66%) marcaram as áreas de progradação no litoral. A variação da linha de costa do setor 1 apresentou uma área de retrogradação de -659,87m²/ano no período de 23 anos. Para o setor 2 a variação da linha de costa foi 2.564,92 m²/ 23 anos de área de progradação. Para o setor 3 a variação foi de -662,09 m²/23 anos de área de retrogradação. A progradação e a retrogradação da linha de costa ao longo da área de estudo para o período analisado pode ser visualizado na figura 11.

Tabela 7: Resultados da variação da Linha de Costa para o período 1974-1997.

SETOR	PROGRADAÇÃO (m ²)	RETROGRADAÇÃO (m ²)	SALDO (m ²)	VLC (m ² /ano)
SETOR 1	216,48	15.393,51	-15.177,00	-666,87
SETOR 2	59.811,58	818,27	58.993,31	2.564,92
SETOR 3	4.758,72	19.986,78	-15.228,10	-662,09

Fonte: Autor 2018.

Figura 11 - Mapa da variação da linha de costa 1974 – 1997.



Fonte: Autor 2018.

4.3 VARIACÃO DA LINHA DE COSTA ENTRE OS ANOS DE 1974 A 2016

Entre os anos de 1974 e 2016 para o período de 42 anos identificou-se que o setor 1 apresentou o menor valor da média das taxas negativas da linha de costa, representado por -1,48 m/ano (tabela 8 e figura 8), o mesmo apresentou também o maior valor mínimo negativo das taxas de evolução da linha de costa, sendo este de -5,52/42 anos, e o maior valor máximo na ordem de -0,15 m/ano, indicando assim, um processo de retrogradação da linha de costa para o período 1974-2016 (tabela 8). Observamos que este setor apresentou o maior desvio padrão para o período estudado com um valor de +1,28. O deslocamento de 1974 a 2016 da linha de costa ao longo da área de estudo pode ser visualizado na figura 12.

Tabela 8- Resultados das variações das taxas (m/ano) no deslocamento da linha de costa entre os anos de 1974-2016 do Setor 1, Setor 2, Setor 3.

SETOR/ANO	NºTRANSECTOS	MÉDIA	MÍNIMO	MÁXIMO	DESVIO PADRÃO
SETOR 1 1974-2016	120	-1,48	-5,52	-0,15	1,28
SETOR 2 1974-2016	850	0,40	-0,12	0,80	0,19
SETOR 3 1974-2016	568	-0,41	-0,73	0,13	0,18

Fonte: Autor 2018.

Para o setor 2 obteve-se a maior média positiva das taxas de deslocamento da linha de costa entre os anos 1974 a 2016, no valor de +0,40 m/ano em relação ao demais setores (tabela 8 e figura 8), indicando um valor de progradação da linha de costa (figura 12). Este mesmo setor apresentou o maior valor máximo nas taxas, de +0,80 m/ano (tabela 8).

O setor 3 apresentou uma taxa média no deslocamento da linha de costa para o período estudado o valor de -0,41 m/ano (tabela 8 e figura 8). Observando-se assim, uma retrogradação na evolução da linha de costa. O mesmo setor também obteve resultados com o menor valor para o desvio padrão 0,18 (tabela 8).

A variação das distâncias do deslocamento da linha de costa entre os anos de 1974 a 2016 para o setor 1 obteve-se a maior média negativa (figura 7), no valor de -62,21 m/42 anos (tabela 9 e figura 9), em um trecho de 594 metros, distribuídos em 120 transectos (tabela 9), estes valores indicam que, nesse setor houve a maior retrogradação para os anos estudados (figura 12). Este setor apresentou o maior valor mínimo da variação das distâncias entre os transectos, -231,73 m/42 anos e o menor valor máximo nas taxas -6,47 m/42 anos, como também apresentou o maior desvio padrão de 53,86 (tabela 9).

Tabela 9 - Resultados das variações das distâncias (m/ano) no deslocamento da linha de costa entre os anos de 1974-2016 do Setor 1, Setor 2, Setor 3.

SETOR/ANO	NºTRANSECTOS	MÉDIA	MÍNIMO	MÁXIMO	DESVIO PADRÃO
SETOR 1 1974-2016	120	-62,21	-231,73	-6,47	53,86
SETOR 2 1974-2016	850	16,21	-4,95	33,49	8,12
SETOR 3 1974-2016	568	-17,11	-30,66	5,29	7,69

Fonte: Autor 2018.

O setor 2 apresentou a maior média na variação das distâncias (figura 7) entre os anos de 1974 a 2016, +16,21 m/42 anos (tabela 9 e figura 9) para um trecho de 4.306,16 metros e foi utilizado 850 transectos. Observou-se que este setor foi o que apresentou a maior progradação na área de estudo (figura 12). Do mesmo modo apresentou o maior valor máximo das distâncias +33,49 m/42 anos e o maior valor mínimo de -4,95 m/42 anos (tabela 9).

O setor 3 apresentou uma média de -17,21 m/42 anos nas variações das distâncias (figura 7) entre os anos de 1974 a 2016 para um trecho de 3.123,82 metros com o total de 568 transectos (tabela 9), indicando retrogradação para este setor (figura 12). Apresentou um menor desvio padrão de 7,69 (tabela 9).

Os resultados obtidos nos 42 anos estudados para os 3 setores (tabela 10, figura 12) entre os anos de 1974 a 2016, apresentou um total de área de retrogradação no valor de 95.984,92 m² (58%), enquanto que o valor de 69.351,73 m² (42%) marcaram as áreas de progradação no litoral. A variação da linha de costa apresentou um recuo com maior intensidade no setor 1, cerca de -1.209,61 m²/42 anos de área de progradação. Para o setor 2 a variação da linha de costa foi +1.651,23 m²/42 anos de área, comprovando que nos três períodos analisados houve um crescimento contínuo. Já o setor 3 a variação da linha de costa foi -1.651,23 m²/ 42 anos de área, apresentando um processo de retrogradação.

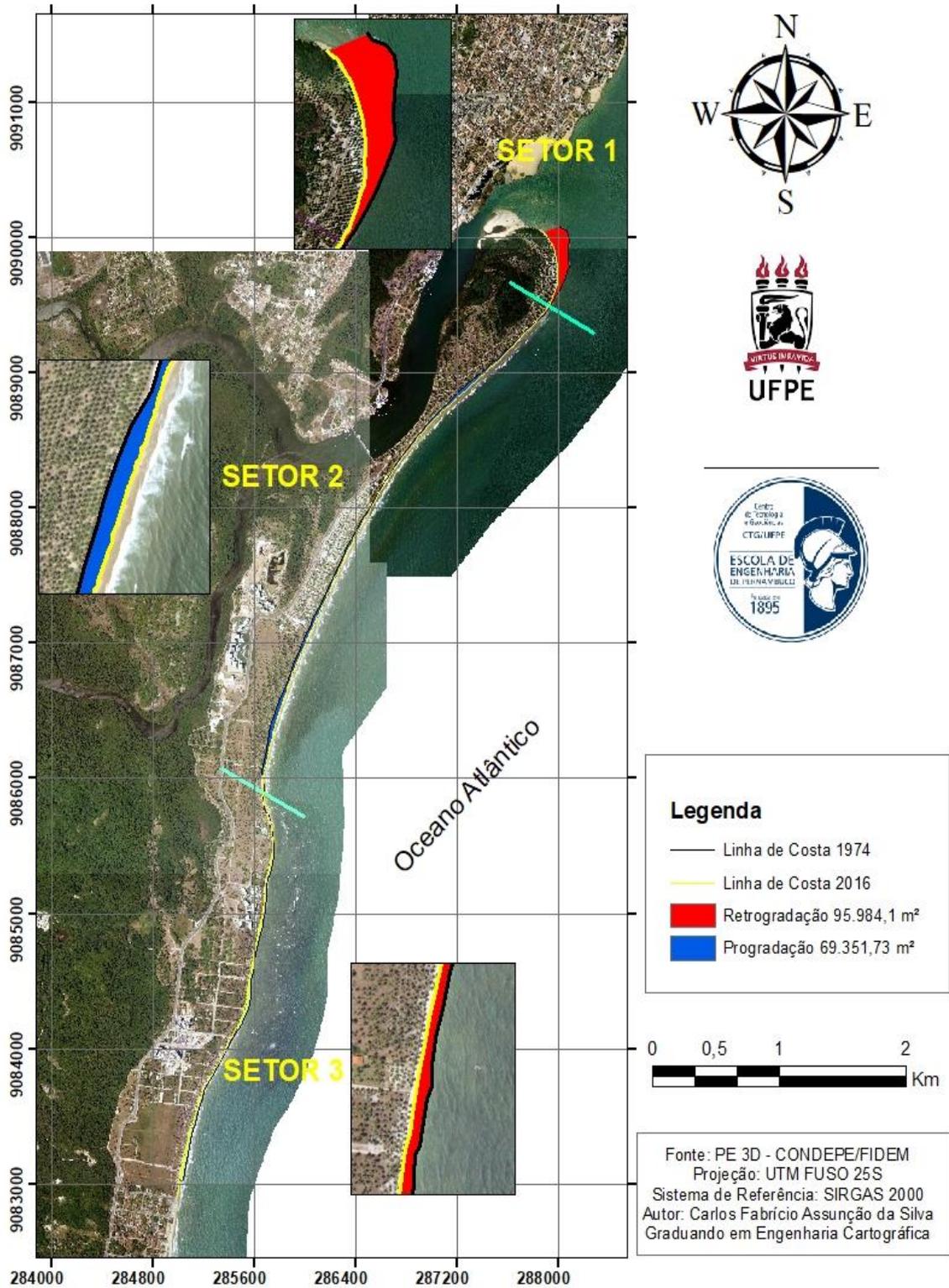
Tabela 10 - Resultados da variação da Linha de Costa para o período 1974-2016.

SETOR	PROGRADAÇÃO (m ²)	RETROGRADAÇÃO (m ²)	SALDO (m ²)	VLC (m ² /ano)
SETOR 1	0,00	50.803,82	-50.803,82	-1.209,61
SETOR 2	71.138,59	17.860,85	69.351,73	1.651,23
SETOR 3	699,03	45.880,17	-45.181,10	-1.075,74

Fonte: Autor 2018.

Figura 12 - Mapa da variação da linha de costa 1974 – 1988.

VARIAÇÃO DA LINHA DE COSTA 1974 - 2016



Fonte: Autor 2018.

5 DISCUSSÃO

Vários estudos que envolve a determinação das taxas de progradação e retrogradação da linha costa vem sendo realizadas desde a segunda metade do século passado, utilizando-se para essa determinação muitos métodos de comparação através da cartografia, onde são realizadas: medições diretas em fotografias aéreas verticais, medições periódicas no terreno como perfis topográficos, além de técnicas de fotogrametria e sensoriamento remoto, onde visa o resultado final, que irá considerar a degradação do ambiente costeiro, à obtenção de previsões da dinâmica do comportamento da linha de costa (Short & Trembanis, 2004; Calhaghan et al., 2009).

Esses estudos, vêm sendo realizados em várias partes do mundo, como exemplo: no sul da Espanha (LOPEZ, 2016), (CABALLER, 2016) nos Estados Unidos da América (MILLER, 2004), (EULIE, 2018) na Índia (SALGHUNA, 2015), em Portugal (MENEZES, 2011), (OLIVEIRA, 2016), em Xangai (QIAO, 2018), na Bulgária (STANCHEV, 2018), em Gana (JONAH, 2016), no Egito (NASSAR, 2018), entre outros estudiosos. Estudos realizados no Brasil encontramos: No Pará (RANIERI, 2015), Santa Catarina (MAZZER, 2009), São Paulo (SOUZA, 2010), no Rio Grande do Sul (TOLDO Jr. et al., 2005), Ceará (MARINO, 2013), Pernambuco (DUARTE, 2002), (MADRUGA, 2004), (MENDONÇA, 2005), (ALMEIDA, 2008), (MANSO, 2012), (MALLMANN, 2008), (GREGÓRIO, 2016), (JUNIOR, 2017). De acordo com Mitishita et al. (2002) estes estudos permitem conhecer melhor a dinâmica do desenvolvimento da região costeira, e prover o gerenciamento ambiental eficiente do meio costeiro. Intensos desenvolvimentos residenciais e comerciais estão geralmente situados em áreas de interface entre a terra e a água, mesmo estas zonas estando frequentemente sujeitas a uma série de desastres naturais, incluindo inundações, impactos de tempestades e à erosão costeira (RUGGIERO, 2009).

Em relação a praia do Paiva o setor 1 entre os anos 1974-1988/14 anos apresentou a maior taxa média negativa do deslocamento da linha de costa e entre 1974-1997 m/ano apresentou a menor média negativa das taxas de deslocamento, sendo observado uma diminuição no recuo da linha de costa, porém sem a recuperação da área deste setor, ou seja, do pontal localizado ao sul da desembocadura do rio Jaboatão. Avaliando o recuo e a acresção em relação as distancias observou-se que para os anos de 1974-1988 ocorreu a maior média

negativa das distâncias dos transectos, apresentando também para 1974-1997 valores aproximados ao período anterior. Entre os anos 1974-2016 obteve-se o maior recuo, sendo observada a maior média das distâncias, constando um setor com intenso processo de retrogradação.

O recuo identificado no setor 1 corrobora com os estudos anteriores realizados por (MADRUGA, 2004), sobre o deslocamento da linha de costa na praia do Paiva, entre os anos de 1972 e 2002, o qual a área de estudo também foi dividida em 3 setores. Tal estudo observou que a linha de costa recuou no extremo norte do setor 1, que corresponde ao setor 1 do presente estudo, caracterizado como uma área de grande tendência à erosão. Segundo (TOLDO, 2005), a causa para a erosão da região metropolitana do Recife, onde a área de estudo se encontra, estariam ligadas a fatores como: a construção do Porto de Suape, de barragens nos rios e aterros localizadas ao sul da Região Metropolitana do Recife.

Estudos realizados por Gregório (2009) na praia de Boa Viagem, cidade do Recife, acusa que entre as causas da erosão estão: impactos antrópicos e a falta de suprimento de sedimentos, bem como, as possíveis causas naturais, como por exemplo as mudanças nos padrões das correntes litorâneas, e a elevação do nível relativo do mar. BARRETO (2014) elenca que os impactos ambientais encontrados nas praias de São José da Coroa Grande, litoral sul de Pernambuco, demonstram que o intenso grau de descaracterização da paisagem é proveniente da falta de um ordenamento territorial efetivo. Que tais impactos possuem causas naturais e antrópicas. No entanto, as causas antrópicas representam o maior poder de alteração/degradação, visto que delega aos fatores naturais apenas uma atuação coadjuvante.

No setor 2 obteve-se para os anos de 1974-1988/14 anos a maior média das taxas, apresentando uma média positiva no deslocamento da linha de costa. Durante o período de 1974 a 2016/42 anos apresentou a menor taxa positiva para o período total estudado. Entretanto este setor apresentou para todo o período estudado uma progradação contínua, demonstrado através das estatísticas e dos gráficos. A variação da média das distâncias dos transectos da linha de costa comprovou que entre o período de 1974-1988/14 anos obteve a menor uma progradação, já em comparação para os anos de 1974-2016 onde obteve a maior variação da média das distâncias, apresentando progradação da linha de costa. Segundo Marino (2013) a progradação

pode estar associada aos principais agentes dinâmicos na zona costeira, como as ondas, as correntes e os ventos.

Henrique (1996) ressalta que tais alterações, na linha de costa, provocadas por processos morfodinâmicos, podem durar horas ou até mesmo dias, dependendo dos agentes naturais que atuam na configuração do litoral. Suguio (2003) afirma que tais mudanças podem causar importantes transformações, muitas vezes, irreversíveis. Além disso, as regiões litorâneas abrigam importantes ecossistemas naturais, como manguezais e recifes de corais, que podem ser afeados pela erosão.

Estudos realizados por (ALMEIDA, 2008) na praia do Paiva no período de 1975 a 2005 corroboram com os resultados obtidos, onde o setor analisado 1, o qual corresponde ao setor 2 do presente trabalho, não registrou processos erosivos nos dois períodos estudados, porém apresentou tendência à acreção, alcançando uma média positiva nas taxas do avanço da linha de costa entre os anos de 1975 e 1988. Este continuou a progradar no período seguinte, entre 1988 a-2005, alcançando uma média positiva na taxa de deslocamento superior ao primeiro período analisado. Representando assim, uma progradação contínua da linha de costa deste setor.

Em relação aos 42 de estudos, o setor 3 apresentou a menor taxa negativa na variação da linha de costa durante o período de 1974-1997 m/ano. Porém no período de 1974-2016/42 anos obteve-se uma média da taxa negativa mais elevada em relação aos períodos anteriores. Mostrando assim, uma continuidade do processo erosivo na variação da linha de costa, e um maior recuo para todo o período analisado. Para as médias das distâncias observou-se que o período de 1974-1988 se obteve a menor média negativa para as distâncias dos transectos, corroborando com os valores observados nas taxas, bem como, em comparação com a do período seguinte 1974-2016/42 anos, onde se obteve um valor mais representativo. Os setores 1 e 3 representam as extremidades da área de estudo e apresentaram retrogradação durante o período de 1974-2016/42 anos, sendo esta mais acentuada no primeiro setor.

Segundo Almeida (2013) os respectivos valores nas taxas médias de variação da linha de costa são de grande importância, pois representam um indicativo das tendências evolutivas do litoral, fornecendo subsídios para uma avaliação de possíveis impactos gerados por fatores

perturbadores da dinâmica sedimentar costeira, como também auxilia no diagnóstico e gerenciamento de qualquer região litorânea.

Manso (1997) afirma que a erosão marinha, nas zonas costeiras, é um problema que está intimamente associado à falta de um planejamento urbano. Manso (2003) elenca que desse modo, que é claro a necessidade de o homem reavaliar suas ações no sentido de exercer menos pressão num ecossistema frágil, como o litorâneo, e este vem historicamente sendo degradado.

É importante monitorar a evolução da linha de costa, uma vez que o monitoramento é um instrumento fundamental para elaborar planos de gestão costeira, e que visem diminuir prejuízos às comunidades que vivem próximo da zona costeira (COOPER; PILKEY, 2004).

6 CONCLUSÃO

Foi possível detectar a evolução da linha de costa para os 42 anos a dinâmica de progradação e retrogradação de todos os setores quando comparados os três momentos (1974-1988, 1974-1997 e 1974-2016). Os resultados da análise da linha costa comprovou que entre as quatro décadas analisadas 1974, 1988, 1997 e 2016, ocorreu retrogradação continua de ordem significativa ao norte da área 31% (setor 1), como também apresentou retrogradação ao sul da área 27% (setor 3). Porém o setor 2 ao centro da área de estudo apresentou taxas de acreção de 42% durante as três décadas analisadas que perdurou por todo o período.

A elaboração de uma análise multitemporal de fotografias aéreas favoreceram a identificação e compreensão da dinâmica natural e ambiental das áreas analisadas, sendo essenciais para o subsídio às tomadas de decisões acerca do uso e gestão sustentável da linha de costa. A análise multitemporal da linha de costa trata-se de uma importante ferramenta no planejamento e intervenção ambiental, sobretudo por indicar facilmente as tendências de recuo e/ou progradação de uma região ao longo dos anos.

É necessário ampliar ações de políticas públicas, no intuito de redefinir as atividades de uso e ocupação da zona costeira por grandes empreendimentos, priorizando, localmente, a preservação e conservação das unidades morfológicas reguladoras de um aporte regular de sedimentos para o transporte eólico e pela deriva litorânea.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, H. R. R. C. **Séries temporais de imagens sub- orbitais e orbitais de alta resolução espacial na avaliação da morfodinâmica praias no Município do Cabo de Santo Agostinho – PE.** 124 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Geodésicas) – Programa de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação, Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, Recife. 2008.
- ALMEIDA, H. C.; CRUZ, R. S.; LIMA, A. A.; LUZ, V. T. **Avaliação das taxas de variação da linha de costa através de imagens orbitais e levantamento GPS na praia de riacho doce, Maceió – AL.** Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 13 a 18 de abril de 2013, INPE. 2013.
- ARAÚJO, M. C. B. et al. **Análise da ocupação urbana das praias de Pernambuco, Brasil.** Revista de Gestão Costeira Integrada, v. 7, n. 2, p. 97-104. 2007.
- ARAUJO, R.S.; SILVA, G.V.; FREITAS, D.; KLEIN, A.H.F. **Georreferenciamento de Fotografias Aéreas e Análise da Variação da Linha de Costa.** In: J. ALCÁNTARA CARRIÓ; I.D. CORREA ARANGO; F.I. ISLA MENDY, M. ALVARADO ORTEGA; A.H.F. KLEIN, A. CABRERA HERNÁNDEZ; R. SANDOVAL BARLOW (Editores). Métodos en Teledetección Aplicada a la Prevención de Riesgos Naturales en el Litoral. Espanha: Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo-CYTED, p. 123-138. 2009.
- BAILY, B.; NOWELL, D. **Techniques for monitoring coastal change: a review and case study.** Ocean and Coastal Management, v.32, n.2, p. 85–95. 1996.
- CABALLER, J. A.; GARCÍA, E. S.; PASCUAL, J. E. P.; BESER, A. A. B.; VÁZQUEZA, J. P. **Evaluation of annual mean shoreline position deduced from Landsat imagery as a mid-term coastal evolution indicator.** Marine Geology. Volume 372, 1 February, Pages 79-88. 2016.
- CALLAGHAN, D.; RENASINGHE, R.; SHORT, A. **Quantifying the storm erosion hazard for coastal planning.** Coastal Engineering. v. 5, p. 90-93, DOI:10.1016/j.coastaleng.2008.10.003. 2009.
- CAMFIELD, F. E.; MORANG, A. **Defining and Interpreting Shoreline Change.** Ocean & Coastal Management, v. 32, n.3, p. 129-151. 1996.
- CASACA, J.; MATOS, J.; BAILO, M. **Topografia geral.** Rio de Janeiro: LTC, 208p. 2007.
- COELHO, L.; BRITO, J. N. **Fotogrametria Digital.** Rio de Janeiro: UERJ, 196p. 2007.
- COOPER, J. A. G.; PILKEY, O. H. **Sea-level rise and shoreline retreat: Time to abandon the Bruun Rule.** Global and Planetary Change, v. 43, p. 157–171. 2004.
- CROWELL, M.; LEATHERMAN, S. P.; BUCKLEY, M. K. **Historical shoreline change: error analysis and mapping accuracy.** Journal of Coastal Research, v. 7, n. 3, p. 839-852. 1991.

DEAN, R. G.; YOO, C.H. **Beach-nourishment performance predictions**. J. Waterw. Port Coast. Ocean Eng., 118, pp. 567-586. 1992.

DEFOE, O.; MCLACHLAN, A.; SCHOEMAN, D. S.; SCHLACHER, T.A.; DUGAN, J.; JONES, A.; LASTRA, M.; SCAPINI, F. **Threats to Sandy Beach Ecosystems: A Review**. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 81: 1- 12. 2009.

DIAS, J. M. A. **A análise sedimentar e o conhecimento dos sistemas marinhos: Uma Introdução à Oceanografia Geológica**. E-book. 2004. Disponível em: <http://w3.ualg.pt/~jdias/JAD/eb_sediment.html>. Acesso em: 24 abr. 2018.

DUARTE, R. X. **Caracterização morfo-sedimentar e evolução de curto e médio prazo das praias do Pina, Boa Viagem e Piedade, Recife/Jaboatão dos Guararapes-PE**. 2002. 141 f. Dissertação (Mestrado em Geociências)–Pós-Graduação em Geociências, Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, Recife. 2002.

EULIE, D. O.; CORBETTA, D. R.; WALSHA, J.P. **Shoreline erosion and decadal sediment accumulation in the Tar-Pamlico estuary, North Carolina, USA: A source-to-sink analysis**. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. Volume 202, 5 March, Pages 246-258. 2018.

FENSTER, M.S.; DOLAN, R.; ELDER, J.F. **A new method for predicting shoreline positions from historical data**. *J. Coast. Res.*, 147-171. 1993.

GASPAR, J. A. **Cartas e Projeções Cartográficas**. Lisboa – Portugal: Lidel, 331p. 2005.

GREGÓRIO, M, N. **Evolução da Linha de Costa e Caracterização da Plataforma Continental Interna Adjacente A Cidade do Recife – PE**, Tese de Doutorado. Universidade Federal de Pernambuco. 2009.

GREGÓRIO, M, N. ARAÚJO, T, M.,; MENDONÇA, J, F, B. 2016. **Variabilidade da linha de costa e relações morfosedimentológicas da plataforma continental interna adjacente à cidade do Recife – PE.**, UFPE, Brasil. 1996.

HENRIQUE, W. **Diagnóstico e Monitoramento Ambiental da Ilha Comprida**. 101p. Monografia (Bacharelado em Geografia)–Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1996.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Portal Cid@des. 2010. Disponível em: <www.ibge.gov.br/cidadesat>. Acesso em: 20 maio. 2018.

JIMÉNEZ, J. A.; GRACIA, V.; VALDEMORO, H. I.; MENDOZA, E. T.; SÁNCHEZ-ARCILLA, A. **Managing erosion-induced problems in NW Mediterranean urban beaches** *Ocean Coast. Manag.*, 54, pp. 907-918. 2011.

JONAH, F. E.; BOATENG, I.; OSMAN, A.; SHIMBAD, M. J.; MENSAH, E. A.; ADU-BOAHEN, K.; CHUKU, E. O.; EFFAH, E. **Shoreline change analysis using end point rate and net shoreline movement statistics: An application to Elmina, Cape Coast and Moree section of Ghana’s coast**. *Regional Studies in Marine Science*. Volume 7, September, Pages 19-31. 2016.

JUNIOR, G. S. S. **Análise Da evolução da linha de costa da região metropolitana sul da cidade do Recife – PE, Brasil.** 86 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Tecnologia Ambiental) - Pós-Graduação em Tecnologia Ambiental, Instituto de Tecnologia de Pernambuco – ITEP, Recife. 2017.

KING, C. A. M. **Beaches and Coasts.** 1. ed. London: Edward Arnold,. 403 p. 1952.

KOMAR, P. D. **Beach processes and erosion - an introduction.** In: Komar, P. D & Moore, J. R eds. CRC Handbook of coastal processes and erosion. Boca Raton, CRC Press.. p.I-20. 1983.

KOMAR, P. D. **Beach processes and sedimentation.** 2nd ed. New Jersey: Prentice Hall, 544 p. 1998.

LÓPEZ, M.; LÓPEZ, L.; ARAGONÉS J., GARCIA-BARBA, LÓPEZ, M.P. , SÁNCHEZ, I. **The erosion of the beaches on the coast of Alicante: Study of the mechanisms of weathering by accelerated laboratory tests.** Science of The Total Environment.Volumes 566–567, 1 October, Pages 191-204. 2016.

MADRUGA FILHO, J. D. **Aspectos geoambientais entre as praias do Paiva e Gaibu, Município do Cabo de Santo Agostinho, litoral sul de Pernambuco.** 234 f. Tese (Doutorado em Geociências)–Universidade Federal de Pernambuco. 2004.

MALLMANN, D. L. B. **Vulnerabilidade das praias de Recife à erosão.** 35 f. Monografia (Especialização em Gestão de Ambientes Costeiros Tropicais)–Universidade Federal de Pernambuco, Recife. 35 p. 2008.

MANSO, V. do A.V. **Geologia da planície costeira e da plataforma continental interna adjacente da região entre Porto de Galinhas e Tamandaré – litoral Sul de Pernambuco.** 1997. 171 f. Tese (Doutorado em Geociências)–Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 1997.

MANSO, V. do A. V. **Definição dos pontos de contorno da linha de preamar máxima atual do litoral do município de Ipojuca – PE: Relatório final, MMA/PNMA II - SECTMA nº 249.** Recife. 2003.

MANSO, V,A,V.; COUTINHO, P, N.; GUERRA, N, C.; SOARES, C, A.; EPLB - **Erosão e Progradação do Litoral Brasileiro – Pernambuco.** 2006.

MANSO, V. A.V.; MACÊDO, R. J. A. ; SILVA, E. R. M.; PEREIRA, N. S.; JUNIOR, C. F. A. S. ARRAIS. M. L. S. M.; C. ALVES, F. P. **Subsídios ao gerenciamento costeiro: definição da zona não edificante da praia do Porto (PE) para uso e ocupação da orla.** Estudos Geológicos v.22 (1). 2012.

MARCHETTI, D. A. B.; GARCIA, G. J. **Princípios de Fotogrametria e Fotointerpretação.** São Paulo: Nobel, 253p. 1986.

MARINO, M. T. R. D.; FREIRE, G. S. S. **Análise da evolução da linha de costa entre as Praias do Futuro e Porto das Dunas, Região Metropolitana de Fortaleza (RMF), estado do Ceará, Brasil.** Revista da Gestão Costeira Integrada. 13(1):113-129 (2013). 2013.

MAZZER, A. M.; DILLENBURG, S. **Variações temporais da linha de costa em praias arenosas dominadas por ondas do sudeste da Ilha de Santa Catarina (Florianópolis, SC, Brasil)**. Pesquisas em Geociências, 36 (1): 117-135, jan./abr. 2009.

MCLACHLAN, A.; BROWN, A. C. **The Ecology of Sandy shores**. New York. Elsevier. 373 p. 2006.

MENDONÇA, F. J. B. **Posicionamento de alta resolução – adequação e aplicação à morfologia costeira**. 2005. 94 f. Tese (Doutorado em Oceanografia)–Programa de Pós-Graduação em Oceanografia, Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, Recife. 2005.

MENEZES, G. M., **Estudo da evolução da linha de costa entre o cabo Mondego e Aveiro (1958 - 2010)**. Coimbra. Dissertação de Mestrado. Faculdade De Ciências E Tecnologia / Universidade de Coimbra, 81 p. 2011.

MILLER, J. K.; DEAN, R. G. **A simple new shoreline change model**. Coastal Engineering, v. 51, p. 531-556. 2004.

MITISHITA, E. A. **Reconstituição da posição da Linha de Costa no município de Matinhos ao longo de 45 anos com a técnica de monorestituição digital de aerofotos**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOMÁTICA, Presidente Prudente. **Anais...** Presidente Prudente: SBG, 2002. p. 320-327. 2002.

MUEHE, D. **Geomorfologia Costeira**. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (Coords.). Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, p. 253-301. 1995.

NASSAR, K.; MAHMOD, W. E.; MASRIA, ALI.; FATHA, H.; NADAOKAD, K. **Numerical simulation of shoreline responses in the vicinity of the western artificial inlet of the Bardawil Lagoon, Sinai Peninsula, Egypt**. Applied Ocean Research. Volume 74, May, Pages 87-101. 2018.

NORDSTROM, K. F. **Beaches and Dunes of Developed Coasts**. Cambridge: Cambridge University Press. 2000.

NOVO, E. M. L. M. **Sensoriamento remoto: princípios e aplicações**. São Paulo: Edgard Blücher, 560 p. 1989.

OJEDA, J.; FERNÁNDEZ, M.; PRIETO, A.; VALLEJO, J. P. P. **Levantamiento de líneas de costa a escalas de detalle para el litoral de Andalucía: criterios, modelo de datos y explotación Tecnologías de la Información Geográfica: La Información Geográfica al servicio de los ciudadanos**. Secretariado de Publicaciones de la Universidad de Sevilla, Sevilla (2010), pp. 324-336. 2010.

OLIVEIRA, S. M. C. **Evolução Recente da Linha de Costa no Troço Costeiro Forte Novo – Garrão (Algarve)**. Lisboa. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Ciências / Universidade de Lisboa, 137 p. 2005.

OLIVEIRA, J. N. C.; OLIVEIRA, F. S. B. F.; TEIXEIRA, A.T. **Evolução da linha de costa a sul da embocadura do rio Mondego: modelação do impacte do prolongamento do molhe norte.** 4^{as} Jornadas de Engenharia Hidrográfica. Lisboa, 21 a 23 de junho de 2016. 2016.

QIAO, G.; MIA, H.; WANG, W.; TONGA, X.; LI, Z.; LIA, T.; LIU, S.; HONG, Y. **55-year (1960–2015) spatiotemporal shoreline change analysis using historical DISP and Landsat time series data in Shanghai.** International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation. Volume 68, June, Pages 238-251. 2018.

RANIERI, L. A.; EL-ROBINI, M. **Evolução da linha de costa de Salinópolis, Nordeste do Pará, Brasil.** UFRS, Porto Alegre, RS, Brasil. 2015.

RODRÍGUEZ, I.; MONTOYA, I.; SÁNCHEZ, M. J.; CARREÑO, F. **Geographic information systems applied to integrated coastal zone management.** Geomorphology, 107, pp. 100-105. 2009.

RUGGIERO, P.; LIST, J. H. **Improving accuracy and statistical reliability of shoreline position and change rate estimative.** Journal of Coastal Research, v. 25, p. 1069-1081. 2009.

SALGHUNA, N. N.; BHARATHVAJ, S. A. **Shoreline Change Analysis for Northern Part of the Coromandel Coast.** Aquatic Procedia. Volume 4, Pages 317-324. 2015.

SANTOS, U. S. T. **Avaliação geoambiental das praias do Município dos Guararapes, região metropolitana do Recife.** 2008. 111 f. Dissertação (Mestrado em Oceanografia)–Programa de Pós Graduação em Oceanografia, Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, Recife. 2008.

SCHLACHER, T.A. & THOMPSON, L.M.C. **Physical impacts caused by off-road vehicles (ORVs) to sandy beaches: spatial quantification of car tracks on an Australian barrier island.** Journal of Coastal Research, in press. 2007.

SHORT, A. D.; TREMBANIS A. C., **Decadal scale patterns in beach oscillation and rotation Narrabeen Beach, Australia - Time series, PCA and wavelet Analysis.** Journal of Coastal Research, 20(2), 523 – 532. 2004.

SOUZA, C. R. G.; LUNA, G. C. **Variação da linha de costa e balanço sedimentar de longo período em praias sob risco muito alto de erosão do município de Caraguatatuba (Litoral Norte de São Paulo, Brasil).** Revista da Gestão Costeira Integrada 10(2):179-199. 2010.

STANCHEV, H.; STANCHEVA, M.; YOUNG, R.; PALAZOVA, A. **Analysis of shoreline changes and cliff retreat to support Marine Spatial Planning in Shabla Municipality, Northeast Bulgaria.** Ocean & Coastal Management Volume 156, 15 April, Pages 127-140. 2018.

SUGUIO, K. **Introdução a Sedimentologia.** São Paulo: Edgar Blucher Ltda., 317 p. 1973.

SUGUIO, K. **Geologia Sedimentar.** São Paulo: Blucher, 400 p. 2003.

TOMMASELLI, A. M. G. **Fotogrametria Básica.** Presidente Prudente, SP: UNESP, 195p. 2009.

TOLDO Jr., E. E. et al. **Retração e progradação da zona costeira do estado do Rio Grande do Sul.** Gravel, n. 3, p. 33-38, 2005.

TREBOSSEN, H. et al..**Monitoring Coastal Evolution and Associated Litoral Hazards of French Guiana Shoreline with Radar Images.** C. R. Geoscience, v.337, p 1140-1153. 2005

WOODROFFE, C. D. **Coasts: Form, process and evolution.** Cambridge: Cambridge University Press. 2003