MONITORAMENTO CARTOGRÁFICO DA LINHA DE COSTA AO SUL DA ILHA DE ITAMARACÁ

MARCIA CRISTINA DE SOUZA MATOS CARNEIRO [1]
MARIA DAS NEVES GREGÓRIO [2]
JOSILENE PEREIRA LIMA[3]
CARLOS ALBERTO PESSOA DE MELLO GALDINO[4]

[1] Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE
Unidade Estadual de Pernambuco, Recife, PE
[2] Instituto de Tecnologia de Pernambuco – ITEP
[3,4] Universidade Federal de Pernambuco - UFPE
Centro de Tecnologia e Geociências - CTG
Departamento de Engenharia Cartográfica, Recife, PE
carmarcia@gmail.com, nevesgregorio@hotmail.com, josilenelima2003@yahoo.com.br, carlosapmg@hotmail.com

RESUMO - A representação do espaço físico pela Cartografia fornece excelentes contribuições para diversas pesquisas, entre eles o monitoramento do litoral para subsidiar os planos de Gestão Costeira Sustentável. O objetivo da pesquisa é mapear a linha de costa (LC) do litoral ao sul da Ilha de Itamaracá, no estado de Pernambuco - Brasil, com base em imagens e documentos cartográficos existentes, compondo série histórica de sua posição dinâmica espacial. Para tanto, foi elaborado um estudo de monitoramento cartográfico utilizando fotografias aéreas 1974 e imagens de satélite Quickbird de 2005 e Wordview 2 2014. Nestes documentos cartográficos foram traçadas a LC para cada ano, utilizando-se a linha de 1974 para comparação da variação dos demais anos. No cálculo da variação da LC constata-se que, no período de 40 anos esta zona costeira experimentou média de deslocamento: no setor 1, de 1975-2014 de até 1,268metros de progradação (acresção); enquanto que, no Setor 2 no período entre 2005-2014 de até -7 metros de retração (erosão). Além disso, foi realizado o monitoramento do deslocamento do *spit* o qual experimentou progradação 32.740,584m², entre 1974 a 2014. O estudo comprova que é possível quantificar estatisticamente a dinâmica praial fornecendo subsídios para quantificar cenários atuais e futuros dos impactos costeiros.

ABSTRACT - The physical space representation made by cartography provides outstanding contributions to several surveys, including monitoring coastal zone to subsidize Sustainable Coastal Management plans. The research objective is to map the coastline (LC) of coast south of Itamaracá in the state of Pernambuco - Brazil, based on existing cartographic documents and images, composing his historical series of dynamic spatial positiont. To this end, a cartographic monitoring study using aerial photographs 1974 and satellite images QuickBird from 2005 and Wordview 2014 was prepared. In these cartographic documents were drawn a LC for each year, using the line from 1974 to compared to variation in other years. The LC variation calculus exhibit that in over 40 years this coastal zone experienced an average shift: in sector 1 in the timeframe between 1975 until 2014 up to 1.268 meters of progradation (accretion); while in Section 2 between 2005 to 2014 meters up to - 7 retraction (erosion). Moreover, the spit displacement monitoring which experienced progradation of 32740.584 m² from 1974 to 2014 was performed. The study proves that it is possible to statistically quantify the beach dynamics providing subsidies to quantify current and future coastal impacts scenarios.

1. INTRODUÇÃO

A ocupação do espaço litorâneo é uma tendência mundial. Segundo a Agenda 21 Internacional, BRASIL (1998), no Item 17.3, cerca de 75% da população do planeta vive na faixa de 70km da orla. Esta tendência foi intensificada no início do século passado devido à modernização e a ampliação das áreas portuárias e pela valorização das atividades de turismo e lazer

A franja costeira possui uma das feições mais dinâmicas do planeta e sua posição varia em inúmeras escalas temporais, afetadas por grande número de fatores de origem natural intrinsecamente interligado, e outros, provocados por intervenções humanas em suas proximidades, como dragagens, portos, represas, entre outras obras de engenharia.

As praias são depósitos de sedimentos não consolidados, constituídos geralmente por areias, cascalhos, conchas, entre outros, acumulados predominantemente pela ação das ondas que, por apresentarem mobilidade, se ajustam às condições hidrodinâmicas (Suguio, 1992). Considera-se um importante elemento de proteção costeira, ao mesmo tempo em que são amplamente usadas para o turismo e o lazer.

O ambiente praial, na realidade, é um pouco mais amplo do que o termo praia. Estende-se de pontos permanentemente submersos, situados além da zona de arrebentação, onde as ondas de maior altura já não selecionam nem mobilizam materiais, até a faixa de dunas e/ou escarpas que fica à retaguarda do ambiente (Bird, 1996).

As tecnologias empregadas na cartografia possibilita excelente apoio no monitoramento cartográfico. Permitindo que sejam obtidos resultados mais consistentes e mais abrangentes, uma vez que os mapas ou imagens entre outras fontes mostram toda a área de interesse em uma escala compatível, tornando compreensíveis áreas em que o acesso terrestre é impraticável. Através das imagens de satélite ou fotografias aéreas podem ser obtidos produtos com diversos enfoques, como: planejamento do uso espaço geográfico costeiro sustentável, identificação e análise de aspectos de crescimento populacional do meio físico a partir dos ambientes costeiros, e da ocupação humana na zona litorânea estudada.

Além disso, fornece excelentes contribuições para diversas pesquisas, trabalhos técnico-científicos, entre eles os planos de Gestão Costeira Sustentável, principalmente em áreas que sofrem diversas alterações na sua morfologia causadas por mudanças naturais, mudanças climáticas ou ações antrópicas a partir da ocupação humana, como por exemplo, a zona costeira, área de estudo desta pesquisa.

O município da Ilha de Itamaracá, área selecionada para o estudo, esta situada a 50 km da cidade do Recife, no litoral norte do estado de Pernambuco, integra a Região Metropolitana do Recife e, tem no turismo de segunda residência a sua principal fonte de atividade econômica.

Diversos estudos (Costa, 2002; Lima, 2001; CPRH, 2001; Morais, 2000; Lira, 1997; Martins, 1997) apontam que a zona costeira da Ilha apresenta problemas ambientais, tais como: a intensificação da erosão costeira, a destruição de atrativos naturais e a perda da balneabilidade das praias; e consideram que a ocupação antrópica das praias s é a principal causa do cenário atual. Destacam também, que esta ocupação tem gerado conflitos entre o uso urbano e o turismo de lazer, e como consequência destas construções nas praias ocorre à destruição dos atrativos naturais e a perda da balneabilidade devido ao grande número de medidas de contenção presentes (CPRH, 2001)

O objetivo da pesquisa foi comprovar a utilização de documentos cartográficos utilizando séries históricas, para analisar, avaliar e identificar a dinâmica da linha de costa da praia do Forte Orange, localizada ao sul da Ilha de Itamaracá, no estado de Pernambuco - Brasil. Para tanto, foram elaborados dois recortes nesta praia , sendo o primeiro mais ao sul do Forte Orange, denominado de setor 1, e o segundo, mais ao norte do Forte, chamado de setor 2. No monitoramento cartográfico foram analisados documentos dos 1974, 2005 e 2014.

2. ÁREA DE ESTUDO

A Ilha de Itamaracá localiza-se no estado de Pernambuco, com coordenadas geográficas latitude 07° 44' 52,80''S e longitude 34° 49' 33,60''W.Gr., e sua área territorial é de 66,70km². Segundo Censo 2010 (IBGE,2010) possui uma população de 21.884 habitantes.

De acordo com Rodrigues (1983, In: Moraes, 2000), a Ilha deve ter se separado do continente após a deposição dos sedimentos da Formação Barreiras, já que os mesmos podem ser encontrados tanto na Ilha como no continente. A parte oceânica da Ilha tem aproximadamente 16 km de extensão, formada pelas seguintes praias no sentido de sul para norte: Forte Orange, São Paulo, Forno da Cal, Pilar, Jaguaribe, Sossego, Enseada dos Golfinhos e Fortim.

Conforme a Figura 2 observa-se mapa com as fotografias georreferenciadas ilustrando o complexo estuarino de Itamaracá, que compreende ilhas, praias, dunas, reentrâncias, baías, *spit* e manguezais, que recebem água de uma representativa rede hídrica, onde dois rios nascem na própria Ilha, o Jaguaribe que deságua no oceano Atlântico e o Paripe, que deságua no canal de Santa Cruz. Esta Ilha possui uma área estuarina rica em recursos naturais e beleza paisagística.

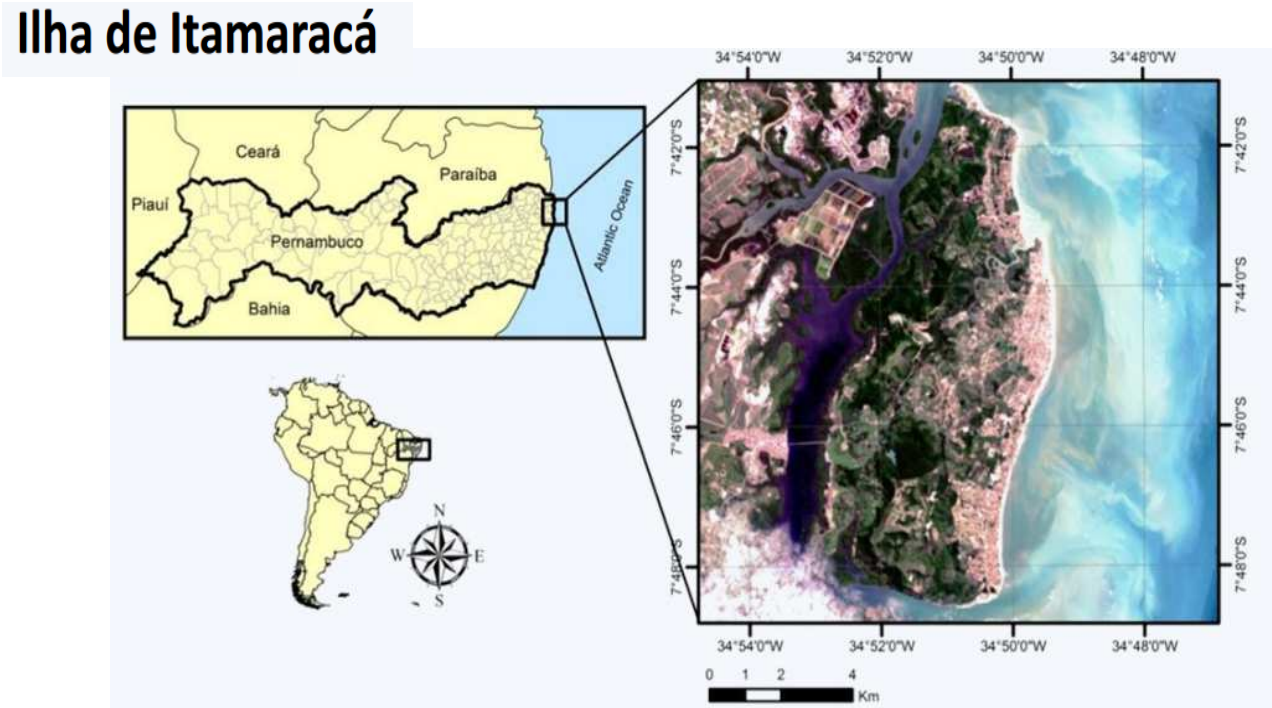

Figura 1 – Mapa de Localização ilha de Itamaracá- PE

3 METODOLOGIA

Diferentes documentos cartográficos podem ser adotados para o monitoramento cartográfico. Os documentos mais usuais são fotografias aéreas, imagens de satélites, mapas e ortofotocartas.

3.1 Monitoramento Cartográfico da Linha de Costa

A metodologia utilizada nesta pesquisa fundamentou-se na aplicação dos documentos cartográficos aliada aos levantamentos bibliográficos e trabalho em campo, permitindo a compreensão e a análise da linha de costa e a dinâmica do litoral elegido no estudo. Para a validação do estudo, foi selecionado um recorte dividido em dois setores da praia do Forte, tendo sido geradas séries temporais dos anos de 1974, 2005 e 2014 , visando monitorar, mensura e analisar a evolução na linha de costa, assim como estudar as mudanças do *spit* formado na parte mais ao sul **do litoral.**

A análise da linha de costa ao sul da Ilha foi determinada através da utilização fotografia aérea de 1974, pancromática (voo na escala 1:6.000) , aliado a imagens de satélite: colorida QuickBird de 2005 e WorldView 2colorida de 2014, perfazendo um período de monitoramento de 40 anos. As imagens foram obtidas junto ao Departamento de Cartografia da Universidade Federal de Pernambuco (DECART-UFPE) - LABOGEO, enquanto que a fotografia aérea foi disponibilizada pela Agencia CONDEPE/FIDEM. As imagens foram geoprocessadas através do ***software*** **ArcGIS 10.1, no sistema UTM (Universal Transversal Mercator) e South American Datum – SIRGAS 2000. Sendo definida como linha de costa, a linha da última maré, identificada através da linha de deixa, para o delineamento e comparação entre as variações espaciais e temporais.**

Foi traçada uma linha de Costa (LC) para cada ano, utilizando-se a linha de 1975 para comparação da variação dos demais anos. O calculo da variação da linha de costa de retração e progradação foi realizado no modo automático da extensão DSAS (*software* ArcGIS 10.1), através das distancias dos transectos entre a linha de 1975/2014 e 2005/2014,

equidistante entre si 5 metros. Aliado a este estudo, foi realizado o deslocamento do *spit* ao Sul da Ilha no mesmo programa e um caminhamento ao longo da área se estudo.

Figura 2 – Mapa ilustrando recorte costeiro do estudo - Ilha de Itamaracá- PE, com fotografias georreferenciadas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados do caminhamento e do deslocamento da linha de costa se encontram representados nas figuras de 1 a 16 e Tabelas 1 e 2.

4.1 Caracterização da linha de costa ao Sul da Ilha de Itamaracá

O trecho estudado localizado ao sul da ilha foi dividido em dois setores, assim distribuído: O Setor 1 está localizado ao sul da ilha, entre o Forte Orange e a desembocadura do canal do Santa Cruz (figuras 3, 5 e 10), apresentou

um ambiente sem obras de contenção e com um pontal arenoso próximo a ao canal do Santa Cruz - *Spit* (Figura 3). O Setor 2, está localizado ao Norte do Forte Orange. Em frente ao mesmo se encontram vestígios da antiga construção do forte, sendo esta exposta, pelas ações das ondas (Figura 4). Ao lado Norte do Forte se encontra ambiente praial que se caracteriza pela presença de vegetação natural sobre dunas incipientes, porém a linha de deixa se encontra no limite da linha de vegetação, não apresentando assim um ambiente praial desenvolvido (Figura 5). Ao norte do forte foi observado à retroação da linha de costa (erosão), com a presença de escarpas erosivas próxima ao Projeto Peixe Boi (Figura 6), também ao norte da área de estudo se encontra uma construção de contenção a erosão marinha, do tipo muro de arrimo (figuras 7 e 8), onde o mesmo é cortado pela linha de deixa, no muro de contenção pôde-se observar a presença de bivalves, representando um bioindicador da interface da maré (figuras 9 e 10).

Figura 3 - Desembocadura do canal do santa Cruz ao da Ilha de Itamaracá.

Figura 4 - Vestígios de antiga construção do Forte Orange

Figura 5 - Linha de vegetação e linha de deixa ao norte do Forte Orange.

Figura 6 - Escarpas erosivas próximas ao projeto Peixe Boi.

Figura 7 - Muro de contenção obstruindo a linha de preamar máxima durante a maré baixa.

Figura 8 - Visão da linha da preamar máxima durante a maré alta.

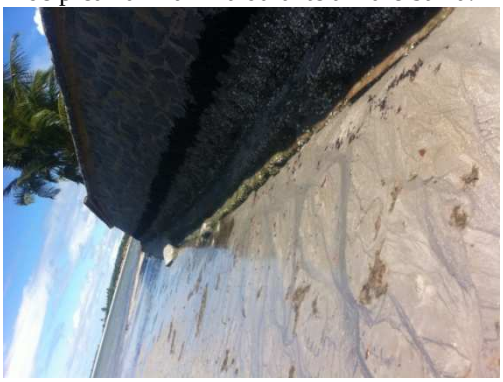

Figura 9 - Muro de contenção com uma linha de indicador biológico da interface da maré.

Figura 10 - Incrustação de bivalves no muro de arrimo, indicando a altura da interface da maré

4.2 Deslocamento da Linha de Costa

As Linhas de Costas de 1974, 2005 e 2014 foram traçadas nos documentos cartográficos georreferenciados, conforme ilustras as figuras 11, 12 e 13.

No setor 1 os resultados do deslocamento da linha de costa entre os anos de 1974 a 2014 apresentou uma média positiva (tabela 1), com uma taxa média no valor de 1,268 m/ano e entre os anos de 2005 e 2014, também foi positivo, 0,796 m/ano. Portanto, calcula-se que deslocamento médio durante 40 anos (1974 – 2014) foi de 50,72 metros. Enquanto que, o deslocamento médio entre 2005 e 2014 (9 anos) foi de 7,164 metros. Constata-se neste setor que a praia esta experimentando uma progradação.

O setor 2 os valores médios das taxas de deslocamento LC foram negativas para os dois períodos, nos valores de -1,107 e -7,000 m respectivamente. Assim sendo, encontra-se um deslocamento médio da LC durante 40 anos (1974 – 2014) de - 44,28metros. Em quanto que, o deslocamento médio da LC entre 2005 e 2014 (9 anos) foi de -63metros. Demonstrando assim retroação da linha de costa continuo durante o período analisado ao norte do forte Orange. Porém o maior valor de desvio padrão foi observado entre os anos de 2005 a 2014, onde também se encontra o maior valor negativo (Tabela 1 e Figura 2). Pode-se afirmar então, que a praia neste setor esta experimentando erosão.

Tabela 1- Resultado Estatístico das Taxas de Deslocamento da Linha de Costa nos Setores 1 e 2.

SETORES	SETOR 1 (m)		SETOR 2 (m)	
ANO	1975 - 2014	2005 - 2014	1975 - 2014	2005 - 2014
MÉDIA	1,268	0,796	-1,107	-7,000
DES. PAD.	0,610	1,401	0,383	4,855

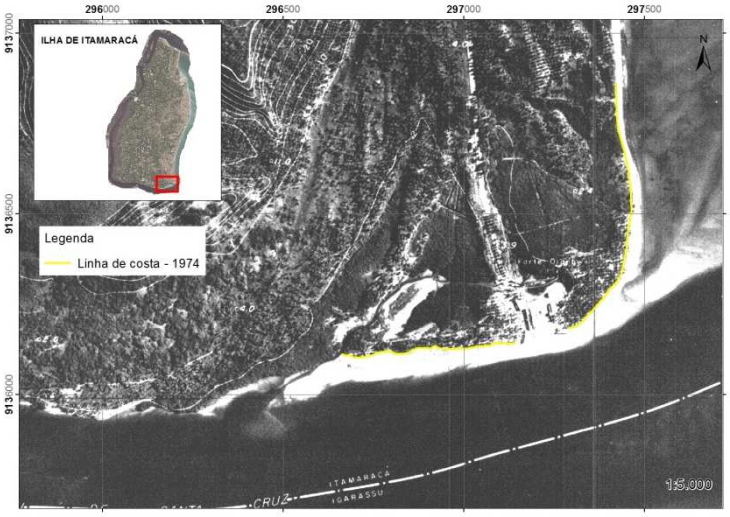

Figura 11. Fotografia aérea pancromática georreferenciada (CONDEPE/FIDEM, 1974) da parte sul da Ilha de Itamaracá, na escala 1:5.000, onde encontra-se posicionamento da linha de costa de 1974 em amarela .

Figura 12. Imagem de satélite Quickbird (2005) da parte sul da Ilha de Itamaracá, na escala 1:5.000, linha verde posicionada representa a linha de costa de 2005.

Figura 13. Imagem de satélite Worldview (UFPE - LACCOST, 2014) da parte sul da Ilha de Itamaracá, na escala 1:5.000 , linha vermelha posicionada representa a linha de costa de 2014.

Na Figura 14, mostra a imagem de satélite Worldview 2 (LACCOST, 2014) da parte sul da Ilha de Itamaracá, na escala 1:5.000 , onde foi traçado : (1) linha de costa 1975 em amarelo; (2) linha de costa 2005 em verde; (3) linha de costa 2014, em vermelho; (4) a área posicionada em azul mostra a praia experimentando progradação, de 6.755,59 m², ou seja, acresção da praia da linha de costa de 2005 em relação à linha de costa 2014; e (4) a área em vermelho mostra a praia experimentando retração de 27.312,29m², ou seja, erosão da linha de costa de praia 2005 em relação à linha de costa 2014.

O setor 1 além de apresentar valores positivos nas taxas de deslocamento, foi observado também um crescimento pontal arenoso (*Spit*) ao sul da ilha (Figura 15) entre os anos de 1974 a 2014 e 2005 a 2014, conforme ilustra a tabela 2 e as figuras 15 e 16.

Tabela 2 - Resultado cálculo da área do pontal arenoso (*Spit*) do Setor 1.

ÁREAS DO *SPITS* (m²)		
1975	2005	2014
6.588,606	3.219,685	11.275,227

Na Imagem de satélite Worldview 2 (2014) da parte sul da Ilha de Itamaracá, Figura 15, delineia temporalmente a formação e deslocamento do *spit*, resulta-se que: (1) *Spit* em 1975, em amarelo possui uma área de 6588,606m² ; (2) *Spit* em 2005, em verde tem uma área de 3219,685m²; e (3) *Spit* em 2014, em rosa apresenta uma área de 11275,227m² . Na figura 16, na imagem de satélite Worldview 2 (2014) da parte sul da Ilha de Itamaracá mostra em rosa à área total do *Spit* 39.329,19m², no período de 1974 a 2014.

Maranhão *et al.* (2012) analisou o deslocamento da linha de costa de Itamaracá nos anos de 1974, 1989 e 2005, e verificou que dinâmica costeira não teve a mesma intensidade em toda linha de costa, alternando entre avanços e recuos. Além disso, foi constatado que ao sul da ilha apresentou um recuo de 80 metros entre 1974 a 1989, e 160metros entre 1989 e 2005, ou seja, um deslocamento de 8 metros por ano. Entretanto, foi observado na mesma pesquisa que o avanço do pontal (*Spit*) foi no valor de 159,1306m

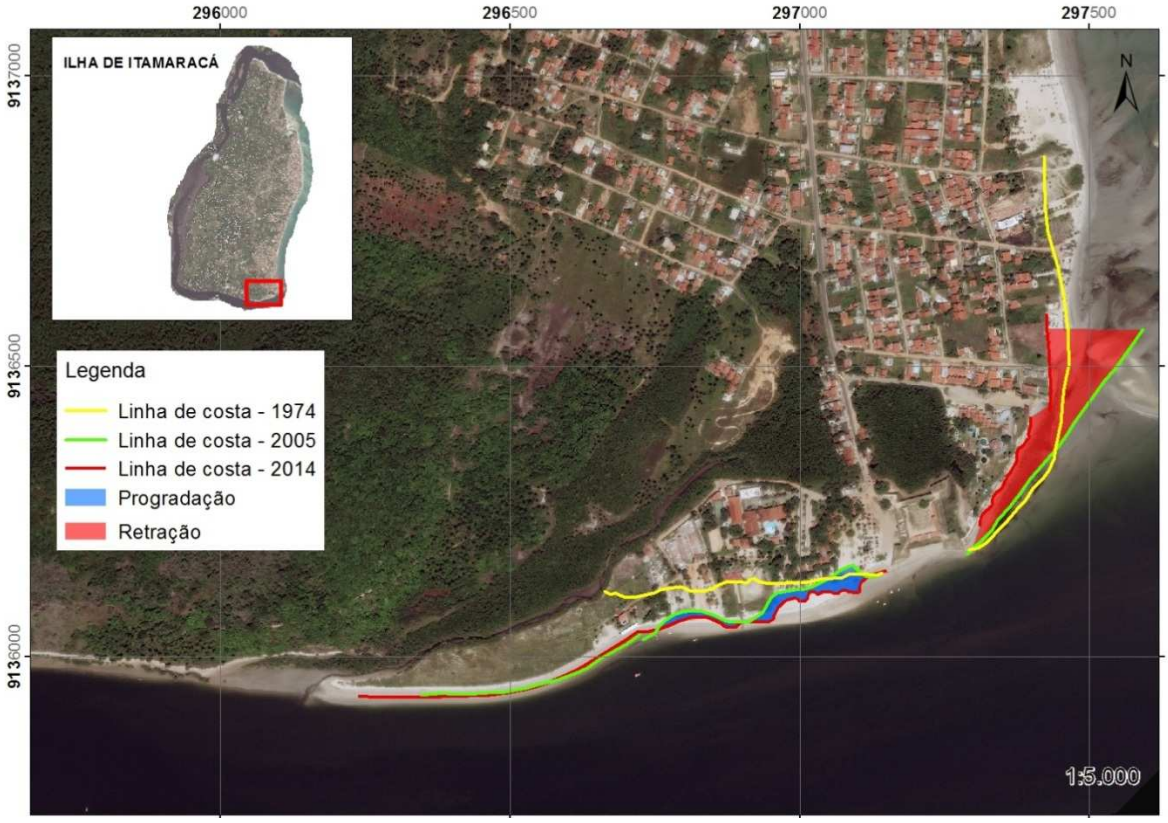

Figura 14. Imagem de satélite Worldview 2 (LACCOST, 2014) da parte sul da Ilha de Itamaracá, na escala 1:5.000 , onde esta posicionada : (1) linha de costa 1975 em amarelo; (2) linha de costa 2005 em verde; (3) linha de costa 2014, em vermelho; (4) a área em azul mostra a praia experimentando progradação, de 6.755,59 m; e (5) a área em vermelho mostra a praia experimentando retrogradação de 27.312,29m², entre 2005 e 2014.

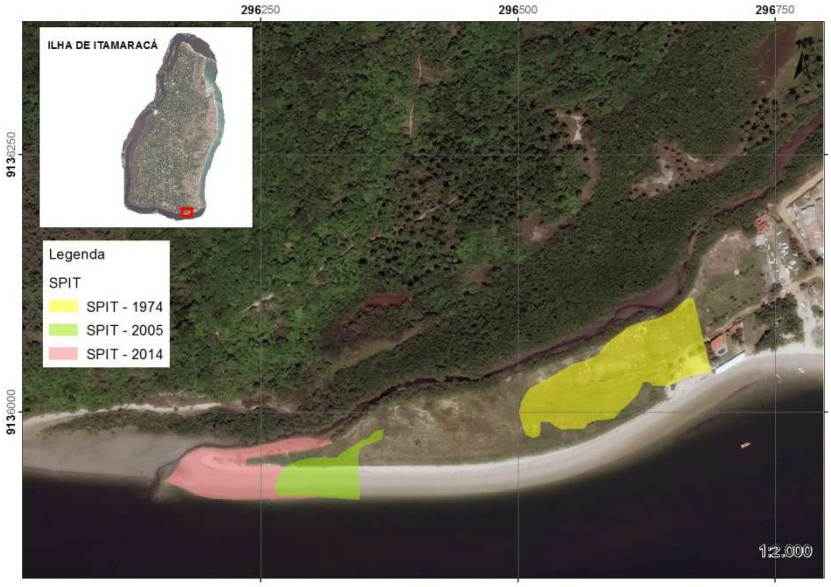

Figura 15. Imagem de satélite Worldview 2 (2014) da parte sul da Ilha de Itamaracá, na escala 1:2.000 , onde esta encontra-se posicionada a formação e deslocamento do: (1) *Spit* em 1975 – amarelo (área= 6588,606m²); (2) *Spit* em 2005 – verde (área= 3219,685m²); (3) *Spit* em 2014 – rosa (área= 11275,227m²) .

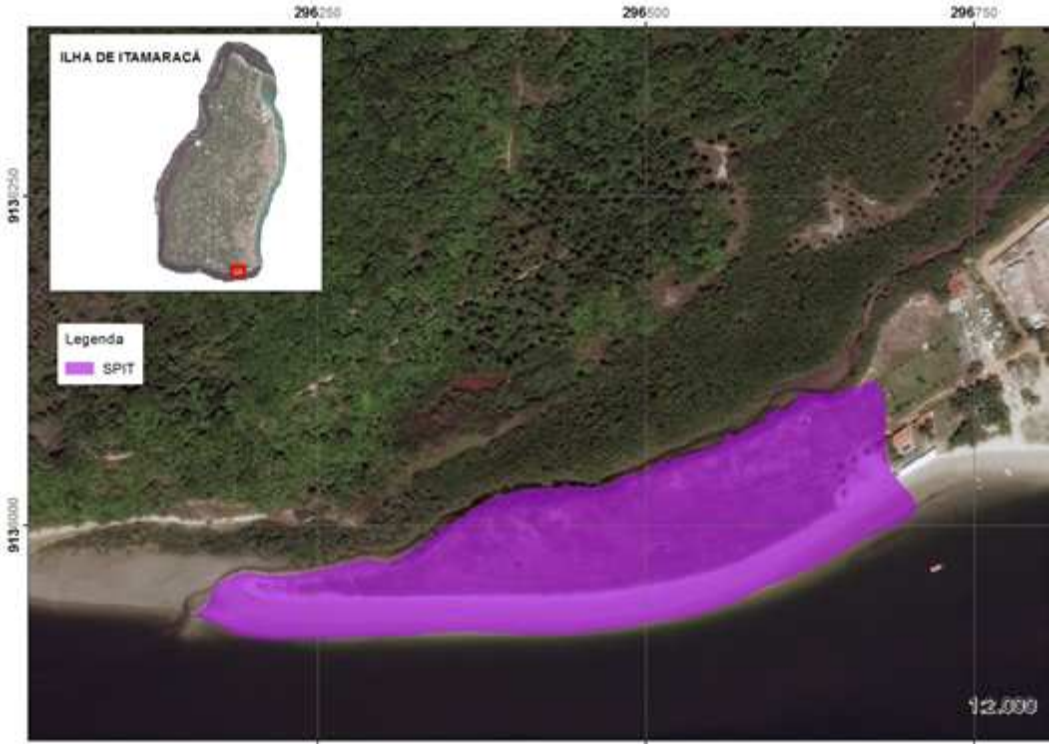

Figura 16 – Imagem de satélite Worldview 2 (2014) da parte sul da Ilha de Itamaracá, na escala 1:2.000, onde em rosa esta mostrando à área total do *Spit* 39.329,19m² (1974 a 2014)

4 CONCLUSÕES

O objetivo da pesquisa foi alcançado e permitiu mostrar que o monitoramento cartográfico utilizando séries históricas, possibilita analisar e quantificar a dinâmica da linha de costa (LC) litoral ao sul da Ilha de Itamaracá. No cálculo da variação da LC constata-se que, no período de 40 anos esta zona costeira experimentou média de deslocamento: no setor 1, de até 50,72 metros de progradação (acresção). Enquanto que, o deslocamento médio entre 2005 e 2014 (9 anos) foi de 7,164 metros pode-se então afirmar que este trecho do litoral é caracterizado por uma praia com tendência à progradação, com estirâncio e ausência de obras de contenção. Conclui-se também que, no Setor 2

encontra-se um deslocamento médio da LC durante 40 anos (1974 – 2014) de - 44,28metros; e o deslocamento médio da LC entre 2005 e 2014 (9 anos) foi de -63metros. Demonstrando assim retroação da linha de costa neste setor 2 continuo durante o período analisado ao norte do forte Orange. Nesta parte da praia esta caracterizada pela ausência de pós-praia, por uma intensa ocupação e por um grande número de obras de contenção (muros e enroscamentos), que ocupam áreas consideráveis do estirâncio e atingem mais de dois metros de altura. Além da perda do valor cênico, estas estruturas rígidas ainda aceleram o processo erosivo na área, em especial pela ocorrência de bares junto às dunas frontais, representando a retirada da vegetação, o nivelamento da superfície sedimentar e, consequentemente, um aumento do risco potencial de erosão costeira, confirmando assim a tendência de erosão. Além disso, conclui-se também que o monitoramento do deslocamento do *spit* foi de 32.740,584m², entre 1974 a 2014, o qual experimentou progradação. O estudo comprova que é possível quantificar estatisticamente a dinâmica praial fornecendo subsídios para quantificar cenários atuais e futuros dos impactos costeiros.

O cenário almejado para essa franja costeira é de um ordenamento costeiro urbano racionalmente sustentável, que permita que as próximas gerações experimentem as belezas naturais da ilha de Itamaracá, em especial : as praias de águas mornas, a coroa do avião, canal de Santa Cruz, manguezais, *spit*, os monumentos históricos (em especial o Forte Orange – Século XVI) , e o projeto Peixe-boi entre outros. E a vocação turística da Ilha será preservada.

AGRADECIMENTOS

Ao prof. Dr. Rodrigo Mikosz Gonçalves, Agencia CONDEPE/FIDEM e LACCOST (Laboratório de Cartografia Costeira), por ter disponibilizado documentos cartográficos e viabilizado a pesquisa. E a chamada Universal/CNPq14/2012 - Nº do Processo: 482224/2012-6 "Modelagem da dinâmica costeira na Ilha de Itamaracá/PE através de informações temporais da posição da linha de costa".

REFERÊNCIAS

BIRD, E. C. F., 1996. **Beach Management**. Chi-chester, J. Wiley & Sons. 281p.

COSTA, J.A., 2002. **Sedimentologia, hidrodinâmica e vulnerabilidade das praias no trecho entre a foz do Rio Mamucaba (Tamandaré – PE) e a foz do Rio Persinunga (São José da Coroa Grande – PE)**. Recife. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco. 79p.

CPRH – COMPANHIA PERNAMBUCANA DO MEIO AMBIENTE, 2001. **Diagnóstico Socioambiental do Litoral Norte.** Recife. 254p.

IBGE – Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2010. C**enso Demográfico 2010**. Rio de janeiro, 2010.

LIMA, D. C. C., 2001. **Delimitação da linha de costa atual e zoneamento da faixa litorânea como contribuição à gestão ambiental costeira do município de Tamandaré, Pernambuco – Brasil.** Recife. Monografia para conclusão de curso de especialização. Universidade Federal de Pernambuco. 54p.

LIRA, A. R. A ., 1997. **Caracterização morfológica e vulnerabilidade do litoral entre as praias de Enseadinha e Maria Farinha, Paulista – PE**. Recife. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco. 106p.

MARANHÃO, V.C., SILVA, G. P., ADMILSON DA PENHA PACHÊCO, A. P. , GONÇALVES, R. M. , 2012.**Sensoriamento Remoto Multitemporal no Estudo da Dinâmica Costeira de Itamaracá/PE.** IV Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação Recife - PE, p. 001 – 008.

MARTINS, M. H. de A ., 1997, C**aracterização morfológica e vulnerabilidade do litoral da Ilha de Itamaracá – PE.** Recife. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco. 108p.

MORAIS, M. Z. C., 2000. **Utilização do grau de desenvolvimento urbano (GDU) como instrumento de gestão ambiental: o uso e ocupação da zona costeira da Ilha de Itamaracá**. Recife. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco. 113p.

SUGUIO, K., 1992 . **Dicionário de Geologia Marinha.** T.A. Queiroz, Editor, 171p., São Paulo