

Análise espaço-temporal da evolução geomorfológica das restingas do Pontal da Barra e do Saco da Pedra, Alagoas

Esdras de Lima Andrade ¹
Alex Nazário Silva Oliveira ²
Antônio José Pereira Almeida ³
Melchior Carlos do Nascimento ⁴
Sinval Autran Mendes Guimarães Júnior ⁵

^{1,2,3} Instituto do Meio Ambiente de Alagoas - IMA/AL
Av. Major Cícero de Góes Monteiro, 2197 - 57015-047 - Mutange - Maceió/AL, Brasil
¹ esdras.andrade@yahoo.com.br, ² alexnazario@hotmail.com, ³ tony.n12@gmail.com

^{4,5} Universidade Federal de Alagoas – UFAL/IGDEMA/LGA
BR-104, km 14, Campus A. C. Simões, CEP 57072-970, Maceió, AL, Brasil
⁴ mgeop@ig.com.br, ⁵ singeo@ig.com.br

Abstract. This work had as objective to analyze the geomorphologic evolution of the sandbanks of Pontal da Barra and of the Saco da Pedra, coast center of the State of Alagoas by means of the use of the geoprocessing techniques. The study area is placed in the Maceió and Marechal Deodoro cities, among the outside channel of the lagoons Manguaba and Mundaú and the Atlantic Ocean. Six images of the satellites of the series were used Landsat 1, 2 3, 5 and 7, respectively sensor MSS, TM and ETM+, and an image of the satellite CBERS-2, probe CCD. The results show that the dynamics of the place interfered in the morphology of the relief and in the territorial extension of the analyzed area. In the 34 year-old interval, the sandbanks suffered a reduction corresponding to 63,88 hectares, that is to say, a loss of approximately 29% of its area. Though, considering the space evolution in the temporary series of the images of satellites, it happened an area reduction between 1973 and 1986, passing the area analyzed to present certain stability, that is, small area variation. In a general way, it was possible to end that due the actions of the winds, of the tides, of the waves, of the currents and to humans, the studied site meets in constant modification, with increase variations and area losses, being the exception the central portion of the sandbank of Maceió, that in the observed period, it suffered slow narrowing.

Palavras-chave: Environmental Analysis, Geomorphology, Geoprocessing, Sandbanks, Análise Ambiental, Geomorfologia, Geoprocessamento, Restinga.

1. Introdução

Às planícies arenosas da costa do Brasil que totalizam cerca de 7.400 km de extensão de forma descontínua é aplicado o termo Restinga. É de grande importância estudar e compreender os processos evolutivos destes ambientes porque geralmente essa forma geomorfológica é constituída por sedimentos terciários e quaternários e quase sempre estão coligados a fozes de grandes corpos hídricos, formando estuários.

Dentre os diversos ambientes estuarinos existentes em Alagoas, sem dúvida, o que merece destaque é o Complexo Estuarino Lagunar Mundaú-Manguaba (CELMM), pois abrangem as duas maiores lagoas do Estado. Ambas lagoas somam suas forças hídricas e vão de encontro com o oceano e formam as duas flechas arenosas em sentidos opostos conhecidas como pontal de Maceió e do Saco da Pedra, respectivamente (LIMA, 1990).

No entanto, para entender como esses processos atuam na modelagem do relevo litorâneo faz-se necessário recorrer aos recursos tecnológicos disponíveis na atualidade, como por exemplo, o uso de imagens capturadas por sensores remotos orbitais, afim de que sejam extraídas informações com o intuito de disseminar o conhecimento. Imagens de satélites podem fornecer informações geomorfológicas valiosas desses ambientes em virtude da constante mudança da linha de costa, que por sua vez dificulta a adoção de uma base cartográfica estática. Esta dinâmica permite que sejam realizados estudos de avaliações multi-temporais e monitoramentos da paisagem geográfica.

Este trabalho tem como objetivo analisar a evolução geomorfológica das restingas de Maceió e do Saco da Pedra, litoral centro do Estado de Alagoas através da técnica de geoprocessamento Monitoria proposta por Xavier-da-Silva (2009).

3. Caracterização e Localização da área

As restingas do Pontal da Barra e do Saco da Pedra estão situadas nos municípios alagoanos de Maceió e Marechal Deodoro, respectivamente, entre as coordenadas geográficas com paralelos $9^{\circ}45'37.46''$ e $9^{\circ}42'3.72''$ de latitude Sul e com meridianos $35^{\circ}49'47.01''$ e $35^{\circ}46'10.47''$ de longitude Oeste. Localizam-se entre o Canal de Fora das lagoas Manguaba e Mundaú e o Oceano Atlântico (Figura 1).

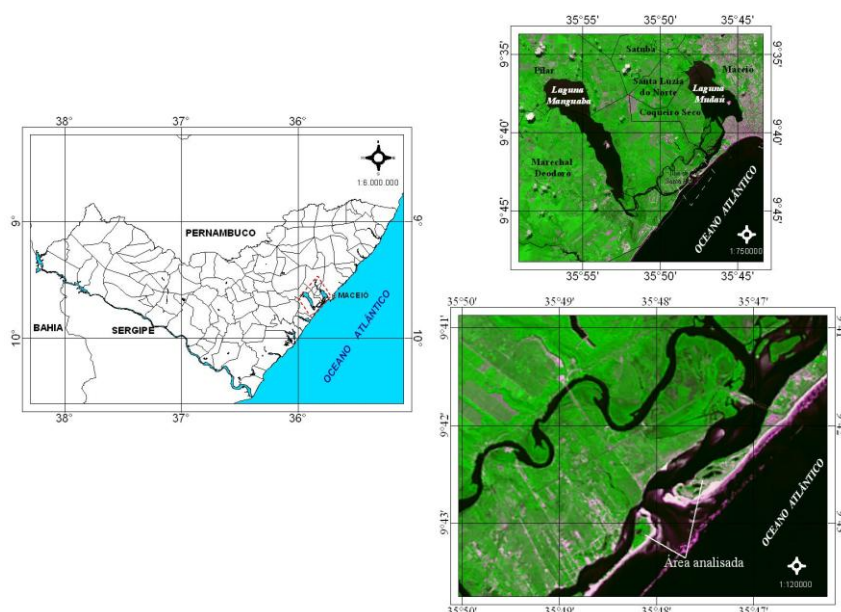


Figura 1. Localização da área de estudo

Inserida na zona de contato entre as lagoas Mundaú e Manguaba e o oceano Atlântico, a área de estudo está acomodada sobre a litologia de sedimentos quaternários de praia e aluvião, sendo o relevo constantemente retrabalhado devido aos processos hidrogeodinâmicos deste contato, denominado de processos geomorfológicos de abrasão. Estes ocorrem pela variação dos regimes hidrológicos e pela forte influência das marés, resultando em sedimentos tanto de agradação (acumulação) quanto de degradação (desgaste) do relevo (LIMA, 1990).

A cobertura vegetal denominada de formações pioneiras flúvio-marinhas, mais conhecidas como manguezais, ocorrem na parte noroeste da área analisada, muito próximo as plantações de coco da baía. Também se estendem sobre este terreno as formações pioneiras marinhas, que para Gonçalves e Orlandi (1983) são as restingas herbáceas de praias. Esta categoria compreende um tipo de vegetação influenciada diretamente pelo mar, compostas por ervas estoloníferas, com capacidade de colonizar áreas desnudas e fixá-las solidamente. A vegetação em estágio de sucessão natural, que abrange a área compreende um tipo de vegetação descaracterizada e em regeneração, face ao intenso desmatamento, queimadas e aterros em decorrência do uso irracional do solo principalmente pelo crescimento urbano desordenado nas áreas de preservação permanentes e de conservação ambiental.

2. Materiais e Métodos

2.1 Materiais utilizados

Foram utilizadas seis imagens dos satélites da série Landsat 1, 2 3, 5 e 7, respectivamente os sensores MSS, TM e ETM+, e uma imagem do satélite CBERS-2, sensor CCD. Os detalhes das referidas imagens são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Coordenadas dos pontos de amostragem.

Data	Hora	Sensor	Satélite	Bandas	Orbita	Ponto	Fonte	Resolução
10/11/1973	11:59	MSS	Landsat 1	4, 5 e 6	230	67	INPE	79 m
26/03/1979	11:50	MSS	Landsat 3	4, 5 e 6	230	67	INPE	79 m
19/08/1986	11:52	TM	Landsat 5	3, 4 e 5	214	67	INPE	30 m
11/04/1991	11:51	TM	Landsat 5	3, 4 e 5	214	67	INPE	30 m
06/09/1995	11:36	TM	Landsat 5	3, 4 e 5	214	67	GLCF	30 m
12/07/2000	11:44	ETM+	Landsat 7	3, 4 e 5	214	67	GLCF	30 m
09/04/2007	12:20	CCD	Cbers 2	2, 3 e 4	146	111	INPE	20 m

2.2 Metodologia adotada

A seleção das imagens de satélites adotadas no presente estudo seguiu dois critérios de escolha associados. Assim, foram identificadas as imagens sem cobertura de nuvens na área de interesse e que obedecessem a uma equidistância temporal razoável entre os imageamentos disponíveis gratuitamente para serem adquiridos da internet.

Em seguida foi realizada a correção geométrica (georreferenciamento) das imagens por meio do software livre gvSIG 1.1.2, sendo definido o sistema de projeção UTM, fuso 25 e Datum SAD-69. Assim, com base nas imagens ETM e ETM+ R3G4B5 e CCD com a composição R3G4B2A foram vetorizadas as categorias utilizadas neste trabalho.

De posse das categorias em formato vetorial, os cartogramas foram convertidos para a estrutura matricial no formato Raster utilizado pelo SAGA (Sistema de Análise Geo-Ambiental).

Por fim, adotou-se o módulo Combinar do software SAGA, que consiste na combinação de todas as categorias de dois mapas da mesma área (LAGEOP, 2007), onde as colisões destas legendas resultaram na monitoria da categoria de interesse: Restingas. Em seguida, foram realizadas planimetrias sobre os mapas que compuseram o estudo assim como dos resultantes da monitoria. Os resultados apresentaram as mensurações em hectares (ha) das feições de interesse.

3. Resultados e Discussões

A partir das planimetrias realizadas foi observar que houve, de forma geral, uma redução de área no intervalo dos 34 anos cobertos pelas imagens de satélite. Essa redução corresponde a 63,88 hectares, ou seja, 29% desta categoria (Figura 2).

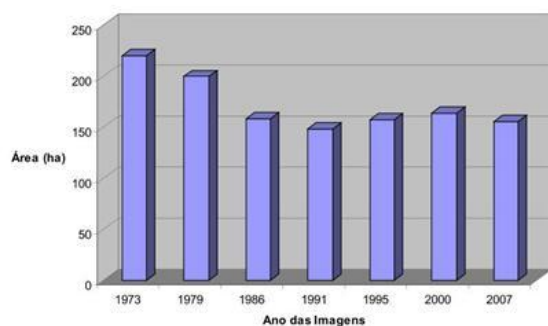


Figura 2. Resultados do cálculo de área mapeada como restinga nas imagens de satélite para o período de 1973 a 2007.

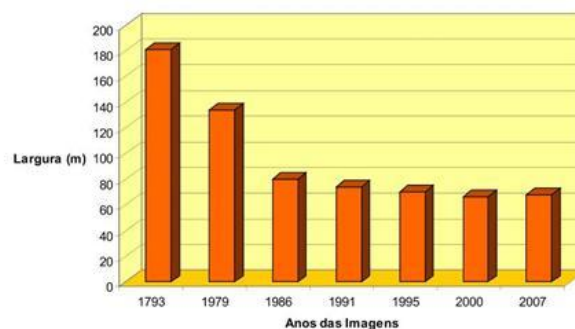


Figura 3. Mensurações da largura mínima da restinga do Pontal ao longo dos 34 anos monitorados.

Quanto à restinga norte ou de Maceió, diferentemente da restinga sul ou do Saco da Pedra, este cordão litorâneo tem se mantido mais estável do ponto de vista morfológico. Contudo, as planimetrias apontam para uma redução significativa na largura da porção central desta feição. Em 1973 a largura mínima distava 181 metros, passando aos 68 metros em 2007 e tendo como menor registro o ano de 2000, com 66 metros (Figura 3).

Com base nesses resultados, é possível constatar que a dinâmica do local interferiu não somente na morfologia do relevo como também nos seus valores de área. Esta dinâmica foi acompanhada através da monitoria ambiental em cotejos entre os seguintes anos: 1973 e 1979; 1979 e 1986; 1986 e 1991; 1991 e 1995; 1995 e 2000 e 2000 e 2007. Nestas comparações é possível observar as variações de forma e área da geomorfologia em questão.

3.1 Cotejo entre os anos de 1973 e 1979

A partir dos cartogramas digitais dos respectivos anos (Figura 4), constatou-se que a área da restinga em 1973 era de 219,72 ha e 1979 a mesma categoria contava com 199,6 ha (Tabela 2).

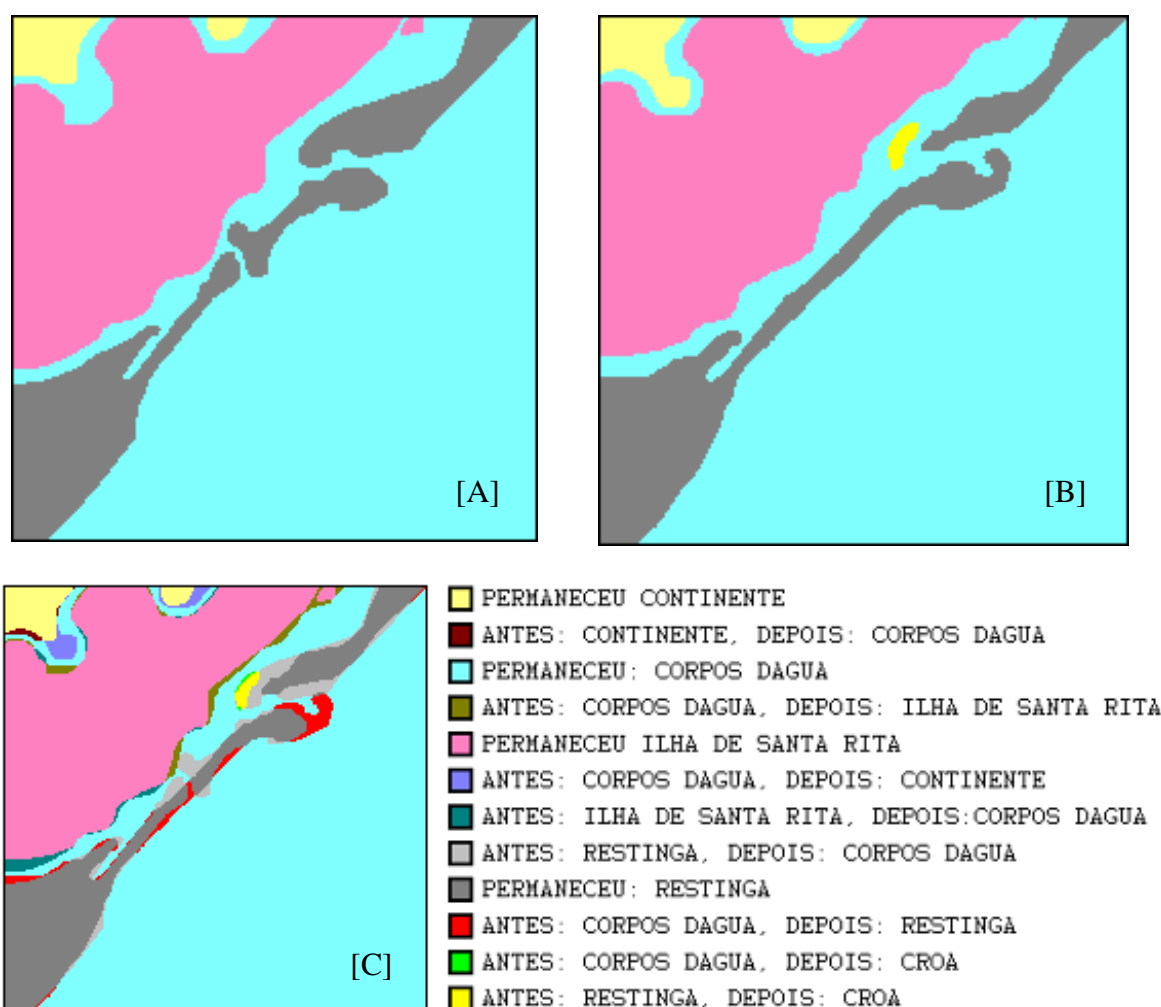


Figura 4. Comparação entre as formas geomorfológicas das restingas entre 1973 e 1979: [A] Restinga em 1973; [B] Restinga em 1979; [C] Evolução da restinga entre 1973 e 1979.

Tabela 2. Evolução das restingas entre os anos de 1973 e 1979.

Restinga em 1973	Classes da evolução	Área das Classes	Restinga em 1979
219,72 ha	Deixou de ser Restinga e Tornou-se Corpos D'água	-35,32 ha	199,6 ha
	Deixou de ser Restinga e Tornou-se Croas	-3,92 ha	
	Deixou de ser Corpos D'água e Tornou-se Restinga	+19,12 ha	
	Total de Área Alterada	-20,12 ha	

Neste intervalo houve uma perda de 35,32 ha deste espaço para os corpos d'água (tanto laguna quanto oceano atlântico). Houve perda de terreno ainda para a categoria Croa (bancos de areia), esta perda corresponde a 3,92 ha. Em contrapartida, houve ganho de terreno, onde os corpos d'água tornaram-se restinga, e este, corresponde a 19,12 ha. No total, a perda areal foi de 20,12 há, ou seja, uma redução de 9,16% (Figura 4).

3.2 Cotejo entre os anos de 1979 e 1986

Nesta comparação, a mensuração das restingas em 1979 correspondia a 199,6 hectares. Já no ano de 1986 a mesma expressão territorial computava 158,56 ha. Esta diminuição de área representa 20,56% em relação ao ano de 1979. A maior perda de área foi para o oceano e para as lagunas, com 63 ha (Tabela 3). Em compensação houve um acréscimo de área, onde as lagunas e o oceano tornaram-se restingas. Isto se deu principalmente em decorrência do estreitamento do cordão arenoso sul.

Tabela 3. Evolução das restingas entre os anos de 1979 e 1986.

Restinga em 1979	Classes da evolução	Área das Classes	Restinga em 1986
199,6 ha	Deixou de ser Restinga e Tornou-se Corpos D'água	-63,00 ha	158,56 ha
	Deixou de ser Corpos D'água e Tornou-se Restinga	+21,16 ha	
	Deixou de ser Croa e Tornou-se Restinga	+0,80 ha	
	Total de Área Alterada	-41,04 ha	

3.3 Cotejo entre os anos de 1986 e 1991

Aqui, a variação de área foi pequena, apenas 6,53%, que em termos espaciais corresponde a uma diminuição dos cordões arenosos de apenas 10,36 hectares; passando de 158,56 ha em 1986 para 148,2 há em 1991 (Tabela 4). Nesta comparação há um equilíbrio moderado entre a perda e o ganho de áreas, isto, se comparado aos cotejos anteriores. Verificou-se nesta situação que a restinga passou a ser corpos d'água em 24,4 ha e, o contrário, foi mensurado em 14,04 ha.

Tabela 4. Evolução das restingas entre os anos de 1986 e 1991.

Restinga em 1986	Classes da evolução	Área das Classes	Restinga em 1991
158,56 ha	Deixou de ser Restinga e Tornou-se Corpos D'água	-24,4 ha	148,2 ha
	Deixou de ser Corpos D'água e Tornou-se Restinga	+14,04 ha	
	Total de Área Alterada	-10,36 ha	

3.4 Cotejo entre os anos de 1991 e 1995

Pela primeira vez neste estudo, entre as comparações apresentou um ganho de área nas restingas de interesse, na ordem de 9,08 hectares, ou seja, 6,13%. Mediante a confrontação dessas datas, percebe-se que a restinga ganhou mais área do que perdeu, sendo 25,72 ha contra 16,64 ha (Tabela 5). Em 1995 a dinâmica costeira litorânea, que é composta pelos ventos, ondas, marés e correntes, praticamente devolveram à área ao status em que se encontrava em 1986. Salvo a morfologia do respectivo spit.

Tabela 5. Evolução das restingas entre os anos de 1991 e 1995.

Restinga em 1991	Classes da evolução	Área das Classes	Restinga em 1995
148,2 ha	Deixou de ser Restinga e Tornou-se Corpos D'água	-16,64 ha	157,28 ha
	Deixou de ser Corpos D'água e Tornou-se Restinga	+25,72 ha	
	Total de Área Alterada	+9,08 ha	

3.5 Cotejo entre os anos de 1995 e 2000

Observando as alterações entre estas datas, verificou-se que a variação foi pequena, sendo favorável a ampliação da área das restingas. Esta variação foi de apenas 6,56 hectares, o que corresponde a 4,17% de ganho de área. A categoria que deixou de ser Corpos d'água e tornou-se Restinga ampliou em 18 ha esta feição geomorfológica (Tabela 6).

Tabela 6. Evolução das restingas entre os anos de 1995 e 2000.

Restinga em 1995	Classes da evolução	Área das Classes	Restinga em 2000
157,28 ha	Deixou de ser Restinga e Tornou-se Corpos D'água	-11,44 ha	163,84 ha
	Deixou de ser Corpos D'água e Tornou-se Restinga	+18 ha	
	Total de Área Alterada	+6,56 ha	

3.6 Cotejo entre os anos de 2000 e 2007

Por fim, analisando esta última série de comparações, verificou-se uma retração na variação areal da categoria restinga de 4,88%, o que significa numa perda de 8 hectares de área. No ano de 2000 a área da restinga era de 163,84 ha. Já em 2007 esta área foi de 155,84 ha (Tabela 7). A restinga perdeu terreno para o oceano e para as lagunas, bem como, parte desta categoria tornou-se bancos de areia. A compensação se deu na restinga norte (restinga de Maceió) onde acumulou sedimentos na sua ponta e em toda sua margem externa (Figura 5).

Tabela 7. Evolução das restingas entre os anos de 2000 e 2007.

Restinga em 2000	Classes da evolução	Área das Classes	Restinga em 2007
163,84 ha	Deixou de ser Restinga e Tornou-se Corpos D'água	-22,44 ha	155,84 ha
	Deixou de ser Restinga e Tornou-se Croa	-4,16 ha	
	Deixou de ser Corpos D'água e Tornou-se Restinga	+18,6 ha	
	Total de Área Alterada	-8,0 ha	

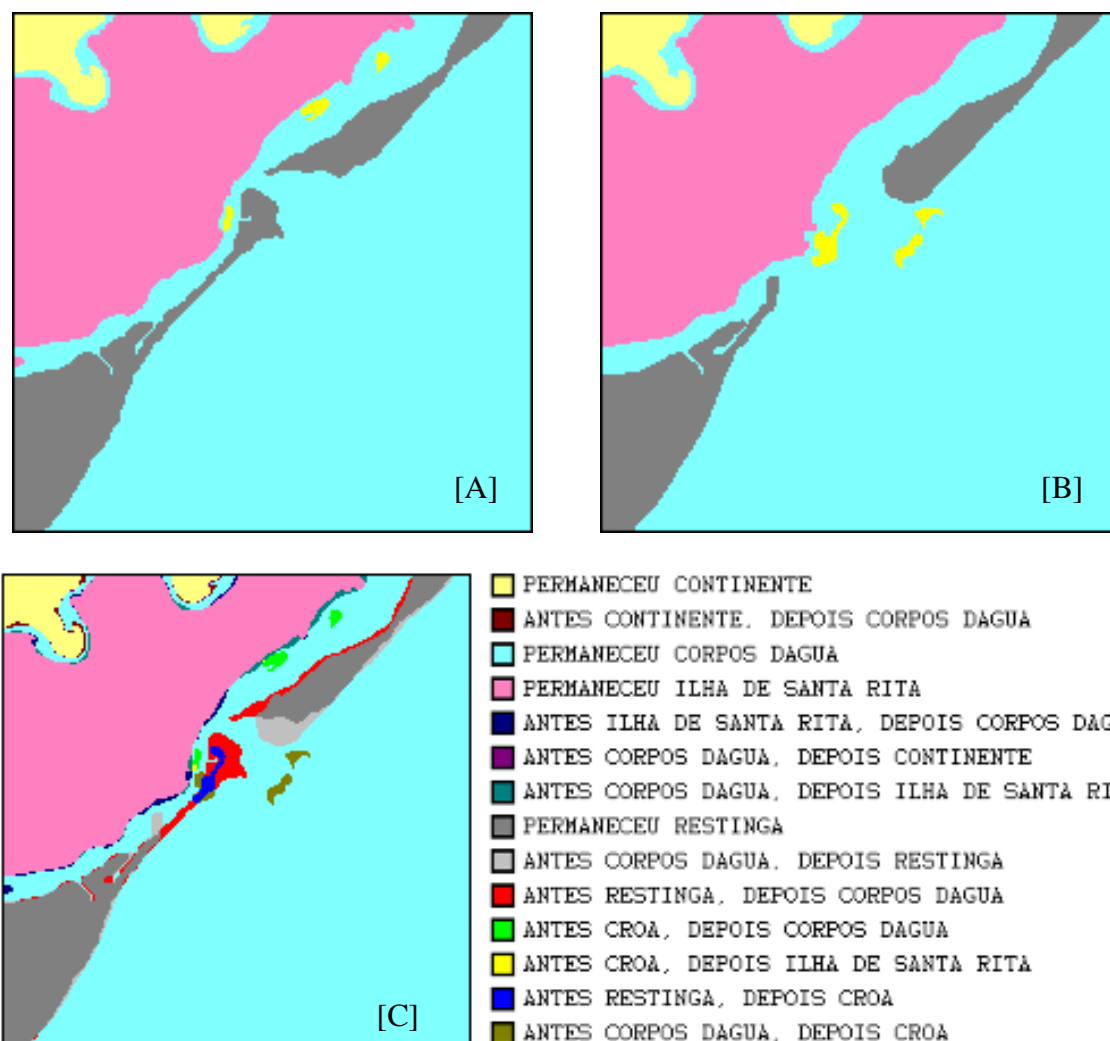


Figura 5. Comparação entre as formas geomorfológicas das restingas entre 2000 e 2007: [A] Restinga em 200; [B] Restinga em 2007; [C] Evolução da restinga entre 2000 e 2007.

4. Conclusões

Após análise visual das imagens de satélites, dos mapas e das planimetrias foi possível as conclusões a seguir:

- Considerando que a evolução espacial apontada na série temporal das imagens de satélites da porção da restinga estudada teve uma redução de área entre 1973 e 1986, passando nos anos seguintes a certa estabilidade, ou melhor, pouca variação nos cálculos de área mapeados.
- Não obstante, a média da área obtida através da série temporal de 1973 a 2007, ou seja, as sete datas representadas no estudo foi de 171,86 hectares. Ao excluir da contabilidade da média os anos de 1973 e 1975, pelos quais os mapeamentos se basearam nas imagens Landsat MSS, a média verificada foi de 156,74 ha. Esta redução na média pode estar relacionada com a baixa resolução espacial do sensor MSS, que é de 79 metros.
- Juntamente com a observação acima, pode-se dizer que a variação observada entre os valores de área da categoria restinga podem também ter sido influenciada pelas marés. Isto se justifica porque as imagens foram adquiridas em datas e horários diferentes, com isto, a área de estudo pode ter sido imageada em níveis diferentes da maré.

- Mediante o que fora disposto até o presente, conclui-se que o ambiente está em constante modificação, sejam pelas ações dos ventos, das marés, das ondas, das correntes e até antrópicas, o fato é que essas transformações estão em equilíbrio. Ora há perdas, ora há ganhos de terreno. A ressalva fica por conta da largura da porção central da restinga de Maceió que, ao longo desses trinta e quatro anos aqui analisados, vem estreitando paulatinamente, no qual merece estudo específico para este fim.

Referências Bibliográficas

GONÇALVES, L.M.C.; ORLANDI, R.P. Vegetação: as regiões fitoecológicas, sua natureza e seus recursos econômicos - estudo fitogeográfico. In: BRASIL, MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA, SECRETARIA GERAL, PROJETO RADAMBRASIL. Folhas SC. 24/25 Aracaju/Recife. Rio de Janeiro, 1983. p. 573-652. (Série: LRN. V. 30).

LAGEOP. Manual do Vista Saga. Meio digital. Rio de Janeiro, 2007.

LIMA, Ivan Fernandes. Maceió a cidade restinga: contribuição ao estudo geomorfológico do litoral alagoano. Maceió: Edufal, 1990.

XAVIER-DA-SILVA, J., et. al. A nova versão do S.A.G.A/UFRJ. Disponível em <<http://marte.dpi.inpe.br/col/dpi.inpe.br/marte@80/2008/08.19.17.02/doc/699-705.pdf>> Acesso em 18 jul. 2009.