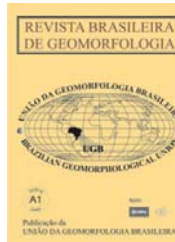




www.ugb.org.br
ISSN 2236-5664

Revista Brasileira de Geomorfologia

v. 15, n° 2 (2014)



CARACTERIZAÇÃO GEOMORFOLÓGICA E SEDIMENTAR DA PLANÍCIE COSTEIRA DE MARICÁ (RIO DE JANEIRO)

GEOMORPHOLOGICAL AND SEDIMENTARY CHARACTERIZATION OF THE MARICÁ COASTAL PLAIN (RIO DE JANEIRO STATE)

André Luiz Carvalho da Silva

Departamento de Geografia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

Rua Doutor Francisco Portela, número 1470, bairro Patronato, São Gonçalo/RJ - Cep: 24435-005. Brasil.

E-mail: andreilc.silvageouerj@gmail.com

Maria Augusta Martins da Silva

Departamento de Geologia, Universidade Federal Fluminense.

Campus da Praia Vermelha, Gragoatá, Niterói/RJ - Cep: 24210-346. Brasil.

E-mail: mariaaugustasilva0@gmail.com

Jaciele da Costa Abreu Gralato

Departamento de Geografia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

Campus Maracanã, Rio de Janeiro/RJ, Cep: 20550-013. Brasil.

E-mail: jacielegralato@hotmail.com

Carolina Pereira Silvestre

Departamento de Geologia, Universidade Federal Fluminense.

Campus da Praia Vermelha, Gragoatá, Niterói/RJ, Cep 24210-346, Brasil.

E-mail: cps_silvestre@yahoo.com.br

Informações sobre o Artigo

Data de Recebimento:

02/11/2013

Data de Aprovação:

16/03/2014

Palavras-chave:

Geomorfologia, sedimentologia, planície costeira, Maricá/RJ.

Keywords:

Geomorphology, sedimentology, coastal plain, Maricá/RJ.

Resumo

A geomorfologia da planície costeira de Maricá (RJ) é caracterizada pela presença da imponente lagoa de Maricá e duas barreiras arenosas separadas entre si por uma série de pequenas lagunas isoladas e colmatadas. Este trabalho objetiva a caracterização geomorfológica e sedimentar deste litoral. A metodologia consistiu em levantamento topográfico de cerca de 4 quilômetros sobre as barreiras e planície lagunar, desde a praia até o reverso da barreira interna, com concomitante análise granulométrica de 55 amostras coletadas na superfície dos diversos ambientes da planície costeira. Os resultados mostram que este sistema costeiro é constituído por areias quartzosas grossas a médias, bem selecionadas, indicando condições de alta energia, que vem prevalecendo nesta planície costeira. A barreira interna pleistocênica apresenta um relevo suavemente ondulado bastante desgastado, com alturas variando entre 5,4 e 9 metros acima do nível médio do mar. A barreira holocênica chega a alcançar 12 metros de altura onde as dunas

são mais preservadas e se encontra, em grande parte, aplainada em decorrência da extração ilegal de areias e tráfego de veículos. A prática de *off road* sobre as dunas têm causado alterações na morfologia destas e destruído os ecossistemas costeiros. A variabilidade dos perfis topográficos de praia permite reconhecer o comportamento dinâmico da mesma ao longo dos cerca de 8 km de arco praial. A planície lagunar estreita-se para leste, chegando a desaparecer onde a barreira holocênica retrogradante se encontra com a barreira pleistocênica, em resposta a atual tendência de elevação do nível do mar.

Abstract

The Maricá (Rio de Janeiro) coastal plain geomorphology is characterized by the large Maricá lagoon and by two barriers which confine a small plain formed from a series of chain-like isolated swamps and near-dry lagoons. This work aims to characterize the geomorphology and sedimentation of the various depositional environments of this coastal plain. Four kilometers of topographic profiles were carried on the barriers and lagoonal plain, starting at the beach and ending at the inner barrier reverse face. Fifty-five samples of surface sediments, covering the whole studied area, were analysed for grain-size determination. The results indicate that this coastal system is basically formed by coarse-to-medium quartz-rich sorted sands pointing out the high energy conditions which has prevailed in this coastal plain. The pleistocene inner barrier presents a gentle undulating relief varying from 5,4 to 9 meters high above mean sea level. The holocene barrier achieves 12 meters high where the dunes are more preserved; this barrier is mostly levelled as consequence of illegal sand mining and car traffic, which has caused damage to the dunes and to the ecosystem as a whole. Beach profile variability shows a dynamic behavior of the 8 kilometers-long beach arc. The lagoonal plain disappears gradually to the east where the holocene retrograding barrier meets the pleistocene barrier, in response to present-day sea-level rise.

1. Introdução

Este estudo realizado no litoral de Maricá no estado do Rio de Janeiro objetivou a caracterização morfológica e sedimentar dos diversos subambientes nas barreiras arenosas (praia, dunas, leques de arrombamento) e planície lagunar que integram este trecho preservado do litoral (Figuras 1 e 2), por meio da aquisição de dados de topografia e análises dos sedimentos da planície costeira.

A geomorfologia da planície costeira de Maricá é caracterizada pela presença de duas barreiras arenosas separadas por uma série de pequenas lagunas colmatadas e pelas lagoas de Maricá, Barra, Padre e Guarapina, que juntas representam um importante sistema lagunar conectado ao oceano por um canal no extremo leste deste litoral (Figura 1B). Trata-se de um litoral sujeito a uma intensa dinâmica decorrente da exposição direta à incidência de ondas de alta energia. A porção central deste litoral, na área de proteção ambiental (APA), foi escolhida para o desenvolvimento deste estudo. Apesar de apresentar problemas (Figura 3) decorrentes do abandono, da extração ilegal de areias e tráfego irregular de veículos sobre as dunas, esse trecho do litoral ainda se mantém relativamente preservado, o que o torna estra-

tégico e de grande importância para o desenvolvimento de estudos costeiros.

Barreiras arenosas com sistemas lagunares a retaguarda (Figura 2) constituem-se em elementos marcantes na paisagem do litoral do estado do Rio de Janeiro. Inúmeros trabalhos objetivando o entendimento da geomorfologia e dos processos relacionados à evolução desse ambiente foram realizados anteriormente. Apesar da valiosa contribuição dada por diversos autores, a geomorfologia e a evolução dos sistemas barreira-laguna na costa do Rio de Janeiro durante o Quaternário são pouco conhecidas. A primeira hipótese para a formação deste litoral está baseada na morfologia dos ambientes costeiros e sugere a importância do crescimento de pontais arenosos no fechamento de grandes enseadas, dando origem aos sistemas de barreiras e lagunas para a costa do Rio de Janeiro como um todo (LAMEGO, 1940; 1945). O mesmo modelo foi proposto para a planície costeira de Jacarepaguá, cerca de 50 quilômetros a oeste da área de estudo (RONCARATI & NEVES, 1976). Posteriormente, oscilações no nível do mar passaram a ser consideradas como o processo mais importante na evolução do litoral fluminense, implicando no afogamento das áreas topograficamente mais baixas

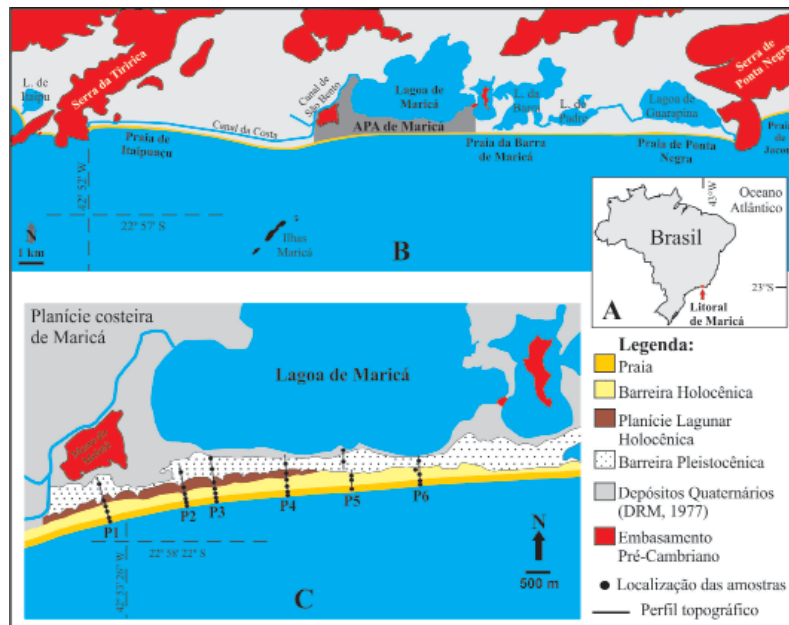


Figura 1 - (A) Localização da área de estudo no estado do Rio de Janeiro, Sudeste do Brasil. (B) Principais características geomorfológicas do litoral de Maricá, com a área de estudo (APA de Maricá) na porção central da planície costeira. (C) Sistemas barreira-laguna com a localização dos perfis topográficos e locais de coleta de sedimentos superficiais. Idades dos sistemas barreira-laguna baseadas em Ireland (1987), Turcq et al. (1999), Pereira et al. (2003) e Silva (2011). Mapa Geológico, DRM-RJ (1977).



Figura 2 - Geomorfologia da planície costeira de Maricá: lagoa de Maricá ao norte, duas barreiras arenosas (uma de idade pleistocênica e outra holocênica) separadas pela planície lagunar. Foto: Guichard, D., 2009.

e na formação das barreiras arenosas, tornando a linha de costa mais retilínea (PERRIN, 1984; COE NETO et al., 1986; IRELAND, 1987; MUEHE & CORREA, 1989; TURCQ et al., 1999; PEREIRA, 2001; PEREIRA et al., 2003). No tocante as flutuações do nível do mar,

Perrin (1984) propôs que um importante evento transgressivo ocorrido por volta de 120.000 anos A.P. teria sido responsável pela formação de uma grande enseada no litoral de Maricá. Este evento foi seguido por uma regressão do mar, que expôs a plataforma continental

e causou a progradação da linha de costa. As idades indicadas para a formação dos sistemas barreira-laguna no litoral de Maricá e adjacências mostram diferenças significativas (Tabela 1). O sistema barreira-laguna interno teria se formado no Holoceno (PERRIN, 1984; MAIA *et al.*, 1984), contrastando com Ireland (1987)

e Turcq *et al.* (1999) que sugerem que estes ambientes costeiros teriam iniciado a sua formação no Pleistoceno. Amostra contendo matéria orgânica coletada na profundidade de 14 metros forneceu a idade de 40.880 ± 1420 anos A. P. (AMS ^{14}C) para a barreira interna (SILVA, 2011) (Tabela 1).



Figura 3 - (A) Depressão causada pela extração ilegal de areia. (B) Veículos com tração nas quatro rodas trafegando por sobre as dunas e vegetação. (C) Depressão formada pela prática de off road e cerca construída sobre dunas e vegetação na barreira holocênica. (D) Carcaça de automóvel queimada junto à vegetação na barreira pleistocênica. Fotos tiradas em 2008 (C), 2009 (A e D) e 2012 (B) por André Silva.

O sistema costeiro atual teria sido formado durante a transgressão ocorrida no Holoceno por volta de 3.500 anos A.P. (PERRIN, 1984; MAIA *et al.*, 1984). Evidências paleontológicas de sedimentos coletados nos sistemas lagunares em Maricá e Niterói (RJ) indicam que a barreira mais externa foi formada em 7.150 anos A.P., durante uma elevação do nível do mar, que

durou até cerca de 5.000 anos A.P. (IRELAND, 1987). Comportamento semelhante foi observado em outros trechos do litoral brasileiro (ANGULO & LESSA, 1997; MARTIN *et al.*, 2003). Análise de sedimentos das lagoas do Brejo do Espinho e Vermelha, localizadas na depressão entre as duas barreiras e em áreas adjacentes à Maricá, indicaram idades entre 5.100 e 7.000 anos

A.P., atribuindo a formação do sistema barreira-laguna a Transgressão Holocênica (TURCQ *et al.*, 1999). Sedimentos contendo matéria orgânica coletados em uma paleolaguna mapeada com o georradar, cerca de 7 metros abaixo da barreira externa, indicou a idade do radiocarbono de 6.000 anos A.P. para a formação deste sistema barreira-laguna; corroborando, assim, para a formação e retrogradação sugerida para esta barreira durante o Holoceno (PEREIRA, 2001; PEREIRA *et al.*, 2003), como proposto anteriormente por Ireland (1987) e Turcq (1999). A existência de arenitos de praia submersos paralelos ao litoral, o desaparecimento de esporões lagunares na retaguarda da barreira externa e perfis erosivos observados na parte submersa da praia

(MUEHE, 1984), assim como, o recuo da crista da restinga (SILVA *et al.*, 2008b), também representam evidências do comportamento retrogradante desta barreira no Holoceno. A datação das conchas extraídas do arenito de praia de Itaipuaçu (no extremo oeste do litoral de Maricá) indicou uma idade de 8.572 anos cal A.P. (SILVA, 2011) (Tabela 1). Essa idade é compatível com a que foi verificada no arenito localizado na praia de Jaconé (no limite leste de Maricá), cuja idade corresponde a 8.198 - 7.827 anos cal A.P. (MANSUR *et al.*, 2011). Essas idades representam os primeiros registros no Holoceno da formação dos ambientes deposicionais neste litoral.

Tabela 1 - Idades apontadas para a formação dos sistemas barreira-laguna no litoral de Maricá e adjacências, RJ.

Barreira e laguna externa	Barreira e laguna interna	Material datado e localização	Fonte
3.500	5.500 a 5.000	Baseando-se em datações realizadas por Martin <i>et al.</i> (1979), litoral de Maricá (RJ).	Perrin (1984)
3.500	7.000 a 5.000	Conchas e M.O. de sedimentos lagunares na planície costeira de Jacarepaguá (Rio de Janeiro, RJ).	Maia <i>et al.</i> (1984)
7.150	Pleistoceno	Sedimentos com M.O. das lagoas do Padre (Maricá) e Itaipu (Niterói), RJ.	Ireland (1987)
7.000 e 5.000	Pleistoceno	Sedimentos com M.O. da lagoa Vermelha e Brejo do Espinho (Saquarema, RJ).	Turcq <i>et al.</i> (1999)
6.040 a 5.900	-x-	Sedimentos da paleolaguna contendo M.O. em Itaipuaçu (Maricá, RJ)	Pereira <i>et al.</i> (2003)
8198 - 7827 cal.	-x-	Conchas extraídas do arenito de praia de Jaconé (Maricá, RJ).	Mansur <i>et al.</i> (2011)
8.572 cal.	46.000 a 40.000	Conchas e matéria orgânica extraídos da paleolaguna, barreira interna e do arenito de Itaipuaçu (Maricá, RJ).	Silva (2011)

Área de estudo

A área estudada no município de Maricá (Figuras 1 e 2) corresponde a parte central da planície costeira onde se encontra a Área de Proteção Ambiental (APA). Este trecho do litoral está situado a cerca de 20 km a leste da entrada da Baía de Guanabara e possui uma extensão total de 8 km com orientação leste-oeste. Abrange uma área de 800 hectares, sendo limitada à oeste pela praia de Itaipuaçu, à leste pela praia e lagoa da Barra, ao norte pela lagoa de Maricá e pelo canal de São Bento e ao sul pelo oceano Atlântico (Figuras

1 e 2). Este trecho da planície costeira de Maricá foi transformado em uma Unidade de Conservação, pelo Decreto nº 7.230 de 23 de janeiro de 1984, sendo o seu Plano de Manejo decretado somente em 2007. Essa APA possui uma biodiversidade considerável, com cerca de 408 espécies de flora e fauna endêmicas e ameaçadas de extinção e sítios arqueológicos (LOUREIRO *et al.*, 2010). Atualmente, esta área sofre com a ameaça de se construir, dentro dos seus limites, um grande empreendimento imobiliário (*resort*), o que tem sido pretendido por um importante grupo estrangeiro ligado ao setor.

Tal iniciativa vem provocando a reação de pescadores locais (Colônia de Pescadores Zacarias), que residem nesta área há mais de um século, e para quem o pescado representa a principal fonte de sobrevivência; da comunidade científica, que há décadas desenvolve pesquisas nesta APA sob as mais diversas áreas do conhecimento (geomorfologia, geologia, biologia, arqueologia, etc.); e de diversos segmentos da sociedade, comprometidos com a preservação deste magnífico ambiente.

As barreiras arenosas, juntamente com a planície lagunar, representam os principais ambientes deposicionais na geomorfologia deste litoral, dentro dos limites da APA de Maricá. Esses ambientes compõem um espesso depósito sedimentar costeiro com cerca de 30 metros de espessura formado sobre o embasamento Pré-Cambriano metamórfico, de composição granítica (SILVA, 2011). O embasamento apresenta uma topografia muito irregular, chegando a aflorar em algumas áreas ao longo desta planície costeira. Na porção oeste da APA, o mesmo aparece na retaguarda da barreira pleistocênica, formando o morro do Mololô (Figuras 1C e 2). As extremidades dessa grande faixa litorânea, composta pelas praias de Itaipuaçu, APA e Barra de Maricá, Guaratiba e Ponta Negra, são formadas por grandes afloramentos de maciços costeiros da serra da Tiririca e de Ponta Negra (Figura 1B).

O litoral de Maricá se caracteriza pela alta energia das ondas incidentes, que podem atingir 3 metros de altura na arrebentação durante as tempestades (SILVA *et al.*, 2008a). As ondas incidem principalmente do quadrante SE associada às condições de tempo bom e, de S e SW, durante a ocorrência de tempestades causadas pela passagem ocasional de frentes frias, quando estas ondas chegam a ultrapassar 2 metros de altura na arrebentação (MUEHE, 1979; SILVA *et al.*, 2008a). A amplitude máxima da maré de sizígia é sempre inferior a 1,5 metro (DHN). O regime de ventos no litoral do estado do Rio de Janeiro é determinado pelo Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul, com a ocorrência de ventos predominantes do quadrante leste e nordeste (AMARANTE *et al.*, 2002). Esses ventos são esporadicamente sobrepostos por ventos de sul e sudoeste associados as massas polares vindas do sul, resultando na formação de ventos de maior intensidade (CPTEC, INPE). A região submarina adjacente à APA de Maricá apresenta um gradiente acentuado, com as profundidades próximas

à costa aumentando rapidamente. Dados de Folha de Bordo da DHN mostram profundidades em torno de 6 metros próximo a praia, aumentando para 15 e 30 metros a distância de 1 e 3 km da costa, respectivamente (DHN, 1980). Os sedimentos que chegam a esta costa são fornecidos principalmente pela plataforma continental interna e são constituídos em grande parte por areia quartzosa grossa e média (OLIVEIRA & MUEHE, 2013). Não há uma contribuição fluvial importante para a área em questão. Na porção oeste deste litoral o diâmetro maior dos sedimentos é notável, e pode ser observado com o predomínio de areia muito grossa e presença considerável de cascalho (MUEHE, 1979; SILVA *et al.*, 2008a; PARDAL, 2009) e a presença de fragmentos provenientes do arenito de praia submerso (MUEHE & IGNARRA, 1987), arremessados sobre a praia durante as ressacas. Este mesmo trecho de litoral vem apresentando um comportamento retrogradante na ordem de 13 a 15 metros em três décadas e a praia hoje já se posiciona em locais anteriormente ocupados pela vegetação de restinga (LINS-DE-BARROS, 2005; SILVA *et al.*, 2008b). Como consequência disso, o impacto nas construções é enorme, com a destruição de casas, postes, muros e a avenida litorânea.

2. Metodologia

A caracterização geomorfológica foi realizada por meio da aquisição de seis perfis topográficos perpendiculares ao litoral, desde a praia, passando pela planície lagunar até o reverso da barreira interna, totalizando pouco mais de 4 quilômetros de mapeamento (Figura 1C). Para tal, utilizou-se um nível topográfico acoplado a um tripé, régua e trena. Os perfis topográficos foram devidamente georreferenciados através da marcação de coordenadas ao longo do perfil com um equipamento GPS da marca Garmin 12 XL. O sistema de navegação usado foi o WGS 84.

Dos seis locais utilizados para a caracterização geomorfológica da planície costeira, quatro foram selecionados para a aquisição dos dados de topografia da praia, sazonalmente durante 1 ano, para caracterizar a variabilidade morfológica deste ambiente (Figura 1C). Para os perfis topográficos de praia utilizou-se o método das balizas proposto por Emery (1961), que consiste na realização de perfis perpendiculares à linha de praia,

começando no limite interno da praia (escarpa de tempestade), alinhando-se 3 balizas perpendicularmente a linha d'água e obtendo-se a diferença vertical entre dois pontos, tendo como referência a projeção da linha do horizonte nas balizas. A coleta de dados foi sempre realizada nas mesmas condições de maré baixa de quadratura, indo até o alcance médio das ondas.

Os dados referentes aos perfis topográficos foram processados no *software Grapher 7*, que permite observar com clareza os diferentes elementos geomorfológicos que integram a área de estudo. Na praia, a sobreposição dos perfis permitiu a observação das variações morfológicas ao longo do tempo de monitoramento.

Concomitantemente, amostras de sedimentos superficiais foram coletadas e analisadas para a classificação da granulometria. Os locais de coleta das amostras de sedimentos (Figura 1C) correspondem aos trechos onde foram realizados os perfis topográficos ao longo da planície costeira. As 55 amostras superficiais de sedimentos compreendem os diversos subambientes da planície costeira, sendo: 6 da barreira pleistocênica, 5 da planície lagunar e 44 da barreira holocênica (4 na área aplainada pelo tráfego de veículos e mineração, 2 nos leques de arrombamento, 6 nas dunas e 32 na praia) (Figura 1C). A coleta da amostra foi realizada nos primeiros centímetros de sedimentos superficiais, abrangendo uma área representativa do perfil estudado. Na praia, em função da maior dinâmica sedimentar em relação aos demais ambientes, a amostragem foi feita sazonalmente na área do pós-praia (parte emersa da praia) e frente de praia (área sujeita ao alcance diário das ondas).

Na análise granulométrica das amostras, realizada no Laboratório de Sedimentologia do Departamento de Geologia da UFF, utilizou-se um conjunto de peneiras com abertura em milímetros de 4.00, 2.83, 2.00, 1.00, 0.500, 0.250, 0.125 e 0.062. Os resultados das análises granulométricas foram processados no *software Excel*, que possibilitou a classificação dos sedimentos, o que foi feito com base na classificação proposta por Wentworth (1922) citado por Pettijohn (1975).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Morfologia da planície costeira de Maricá

A caracterização geomorfológica da planície costeira de Maricá por meio do levantamento topográfico

possibilitou o registro em detalhe da morfologia apresentada pelas barreiras arenosas e pela planície lagunar (Figuras 4 e 5) no único trecho deste litoral ainda não urbanizado. Os ambientes que caracterizam a paisagem costeira nas áreas adjacentes à APA de Maricá encontram-se bastante alterados ou destruídos, devido ao rápido e desordenado crescimento urbano que vem ocorrendo nos distritos de Itaipuaçu, Barra de Maricá, Ponta Negra e até mesmo em Jaconé, no extremo leste deste município (Figura 1).

Barreira arenosa pleistocênica (interna)

A barreira arenosa pleistocênica (Figuras 4A, 5) apresenta uma topografia mais suave em comparação com a barreira holocênica (Figuras 4B, 5), resultado do maior tempo de exposição aos processos de erosão subaérea. As dunas, comumente observadas neste litoral, são de difícil observação nesta barreira devido à erosão e cobertura vegetal. A superfície deste ambiente apresenta-se em grande parte coberta pela vegetação de restinga apresentando diversas comunidades de plantas, como cactos, bromélias, espécies diversas de gramíneas e arbustos de baixo porte (Figura 4A). A altura da barreira varia entre o mínimo de 5,4 metros em relação ao nível médio do mar (na área do P-4) e 7 metros aproximadamente nas demais áreas, exceto no extremo oeste da área estudada (P-1), onde alcança 9 metros (Figura 5). Em Itaipuaçu, a oeste da APA de Maricá, a altura dessa barreira chega a 12 metros (MUEHE, 1979). Isso mostra uma variação de pouco mais de 6 metros na altura da barreira ao longo de 30 km de litoral. Na porção oeste, a barreira interna apresenta uma topografia suavizada devido à construção de uma estrada de barro sobre a crista, que liga Itaipuaçu a Barra de Maricá, passando por dentro da APA (Figura 2). A largura da barreira interna varia consideravelmente, sendo mais estreita na área dos perfis 4 e 6, com cerca de 200 metros; e mais larga na área do perfil 3, onde chega a medir 450 metros, sendo praticamente o dobro da largura média observada na barreira externa neste mesmo trecho (Figura 5).

Na porção leste deste litoral, na área do perfil 5, a barreira interna apresenta-se seccionada por uma depressão topográfica na forma de um estreito e alongado brejo, que desaparece na direção da barreira externa (Figura 6A). Essa morfologia é indicativa de um antigo canal, preenchido por sedimentos (Figura 6B), que pos-

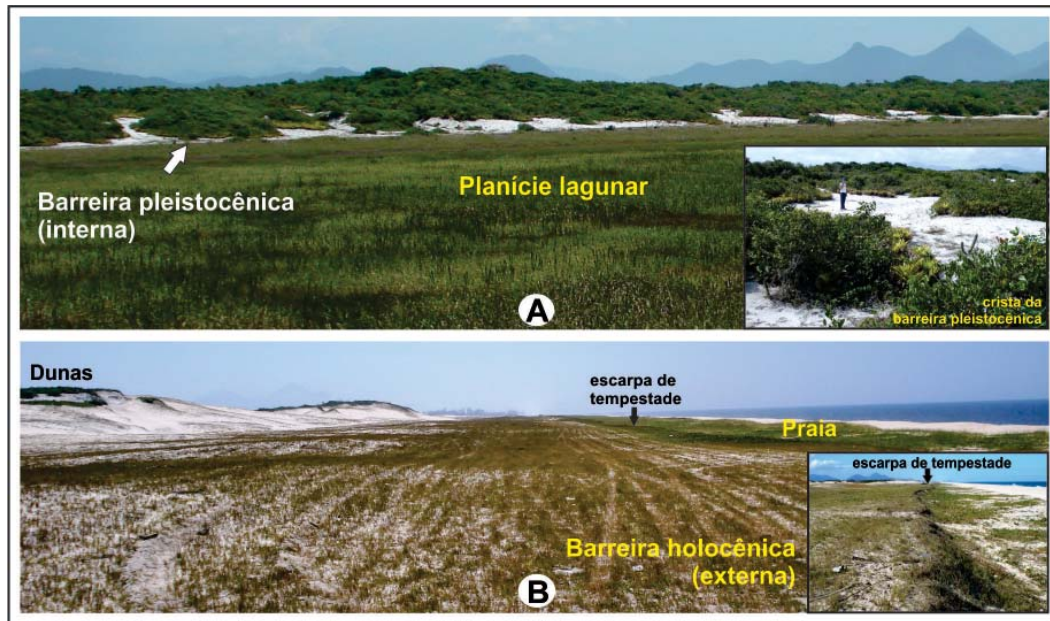


Figura 4 - Compartimentos geomorfológicos no litoral de Maricá: (A) barreira arenosa interna e planície lagunar entre as barreiras e (B) barreira arenosa externa.

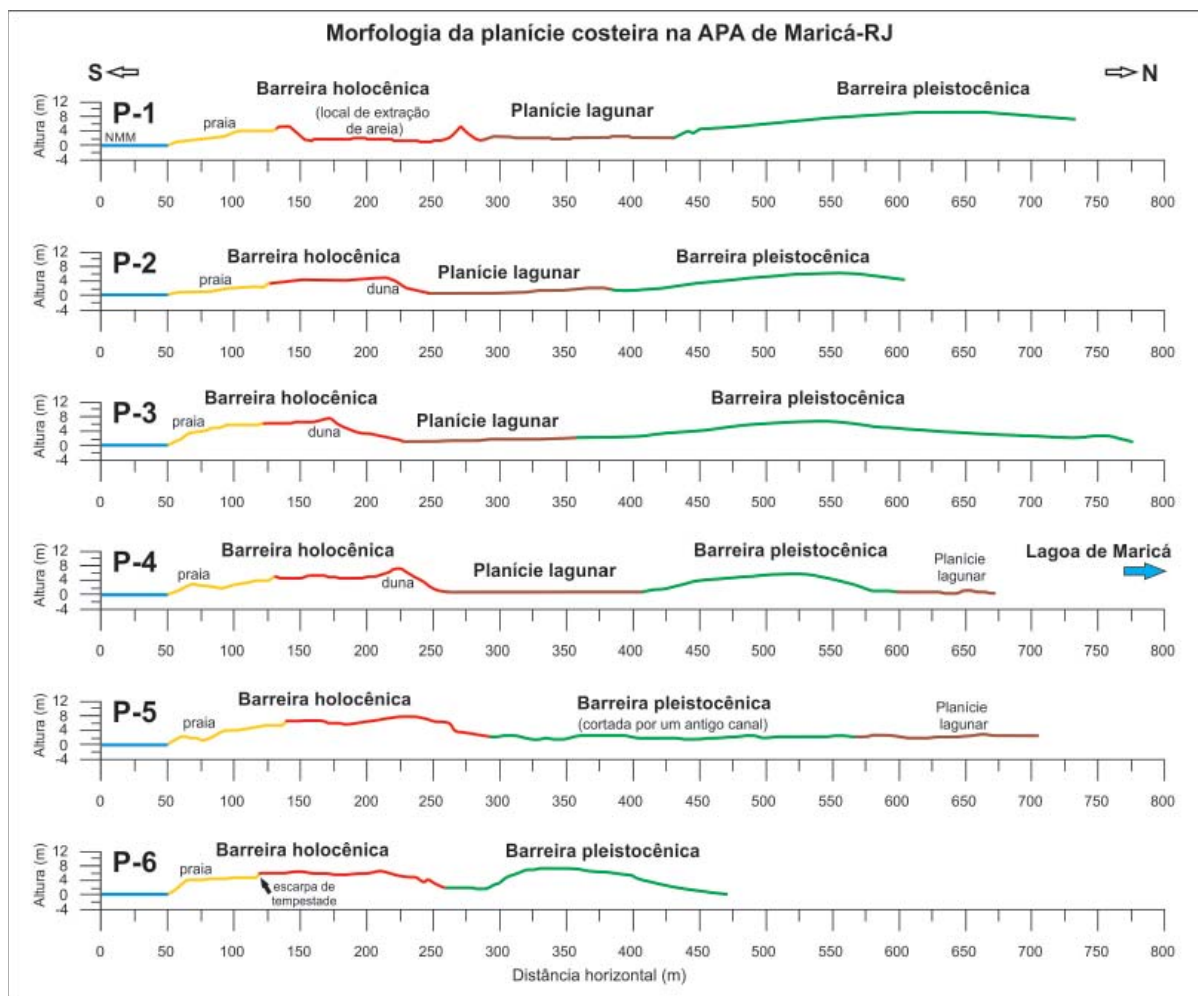


Figura 5 - Perfis topográficos realizados perpendicularmente na porção central da planície costeira de Maricá, RJ.

sivelmente interligava um corpo lagunar a retaguarda com o mar através desta barreira. Canais de maré estão presentes na geomorfologia de áreas adjacentes a Maricá, nos litorais de Niterói e Saquarema. Paleocanais de maré foram mapeados em subsuperfície com o uso de um georradar, entre 15 e 3 metros de profundidade na planície costeira de Maricá (Figura 7A e B) (PEREIRA *et al.*, 2003; SILVA, 2011; SILVESTRE, 2013).

Planície lagunar entre as barreiras arenosas

A depressão entre as barreiras arenosas apresenta um conjunto de lagoas colmatadas e possui uma altura

média de cerca de 1,5 metro em relação ao nível médio do mar e largura em torno de 150 metros (Figuras 4A, 5). O lençol freático é raso e encontra-se a cerca de 1 metro abaixo da superfície da planície lagunar, aflorando nas áreas mais baixas formando pequenos brejos. Essa planície lagunar estreita-se gradualmente em direção a leste, chegando a desaparecer quando então as duas barreiras se encontram (Figuras 2, 5). Em função da diferença da cor amarelo claro da areia que recobre a barreira holocênica e da areia branca da barreira pleistocênica é possível observar o local exato onde as duas barreiras se juntam (entre os perfis 5 e 6 - Figura 8). Esse comportamento é sugestivo de uma barreira

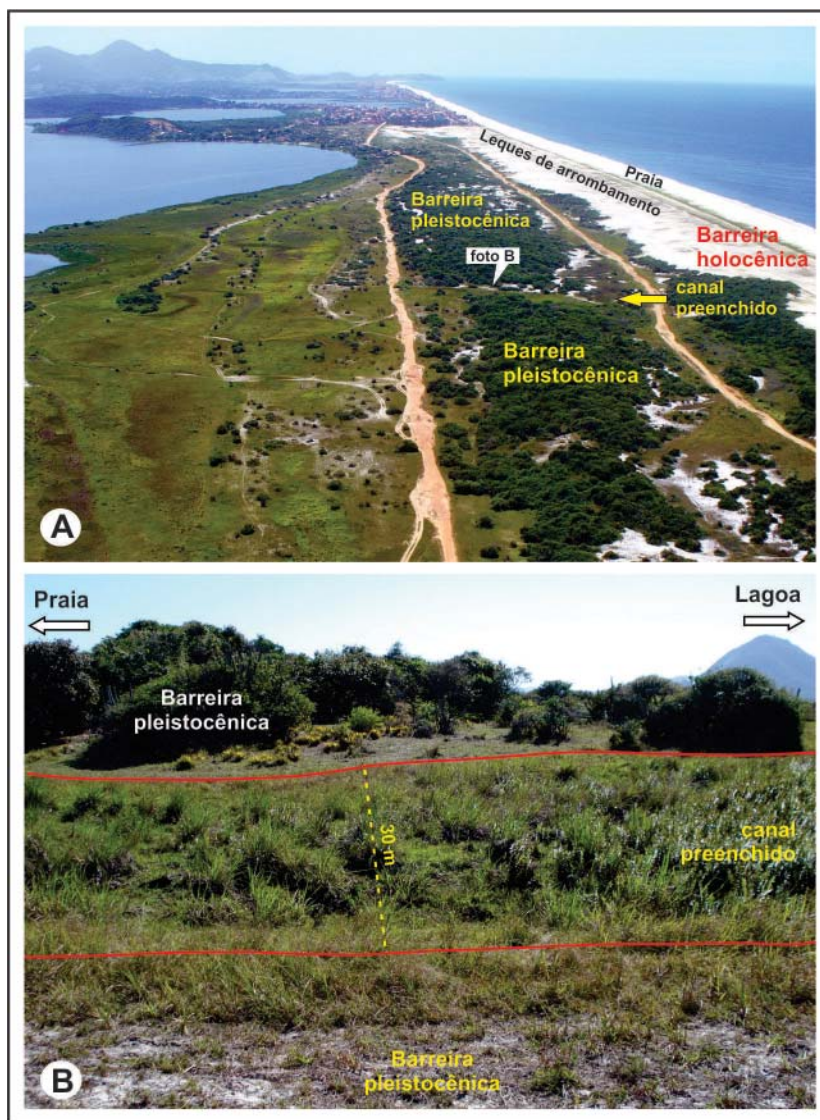


Figura 6 - Morfologia indicativa de um antigo canal de maré, atualmente, preenchido cortando a barreira pleistocênica na área próxima ao perfil 6 (A). Barreira pleistocênica interrompida por uma depressão topográfica na forma de um estreito e alongado brejo (B) – local mostrado na foto A. Fotos (A) Guichard, D. (2009); (B) Silva, A. (2008).

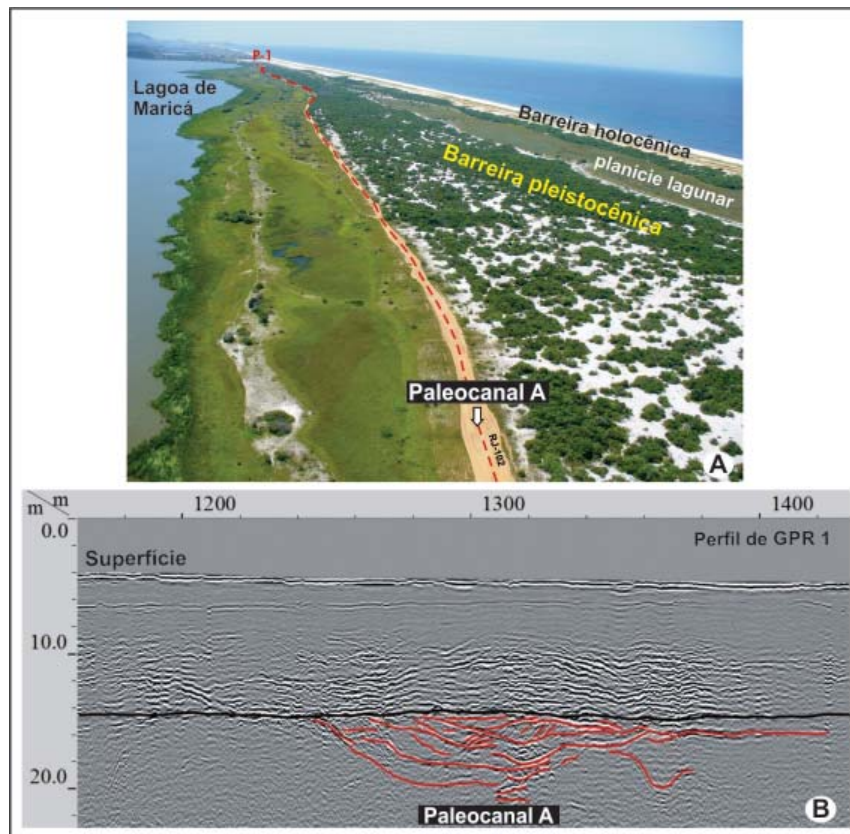


Figura 7 - Paleocanal mapeado entre 15-10 m de profundidade no reverso da barreira pleistocênica na APA de Maricá com o uso de um georradar (A e B). Foto A: Desirée Guichard (2009).

em retrogradação (SILVA, 2011), provavelmente em resposta a um evento transgressivo. O comportamento do nível do mar no Holoceno, para o litoral brasileiro, mostra que o nível do mar ultrapassou o atual por volta de 7.000 anos A.P. e atingiu o máximo transgressivo em torno de 5.000 anos A.P. de 3 a 5 metros acima do atual (ANGULO & LESSA, 1997; MARTIN *et al.*, 1987 *apud* MARTIN *et al.*, 2003) (Figuras 9A e B). A diferença observada na morfologia da área de estudo entre as extremidades oeste e leste, considerando a largura da planície lagunar e a distância entre as barreiras, sugere que essa migração foi maior na porção leste desse litoral.

Barreira arenosa holocênica (externa)

A barreira arenosa holocênica (Figura 4B) possui uma altura média de 7 e máxima de 12 metros em relação ao nível do mar na parte central e leste da área de estudo (onde foram obtidos os perfis 3, 4, 5 e 6) e de cerca de 5 metros na porção oeste (perfis 1 e 2), evi-

denciando uma diminuição na altura desta em direção à oeste (Figura 5). Em Itaipuaçu e Guaratiba, vizinhas a APA de Maricá, a altura dessa mesma barreira corresponde a 7,4 e 5,6 metros (MUEHE, 1979), mantendo-se uma altura média em torno dos 6,5 metros em relação ao nível médio do mar. Apresenta largura em torno de 220 metros, com relevo relativamente aplainado devido as alterações na morfologia decorrentes da construção da estrada de barro (Figuras 2, 3B e C, 5). Uma escarpa de tempestade aparece bem definida sobre a barreira (Figuras 4B e 5). Essa morfologia típica representa a área de alcance máximo das ondas de tempestades formadas por ocasião das ressacas, demarcando o limite interno da praia em todo o trecho não urbanizado do litoral de Maricá. Depósitos de leques de arrombamento aparecem na porção leste da área de estudo estendendo-se por cerca de 2 km (Figura 6A) e evidenciam processos de transposição da barreira por grandes ondas de tempestades (*overwash*). Esses depósitos são comumente encontrados em barreiras arenosas influenciadas por



Figura 8 - Contato entre as duas barreiras arenosas evidenciado pela diferença na cor da areia que recobre a barreira holocênica (areia amarelo claro) e a pleistocênica (areia branca) na porção leste da área de estudo. Fotos: Desirée Guichard (A), do ano de 2009; André Silva (B e C), em 2008.

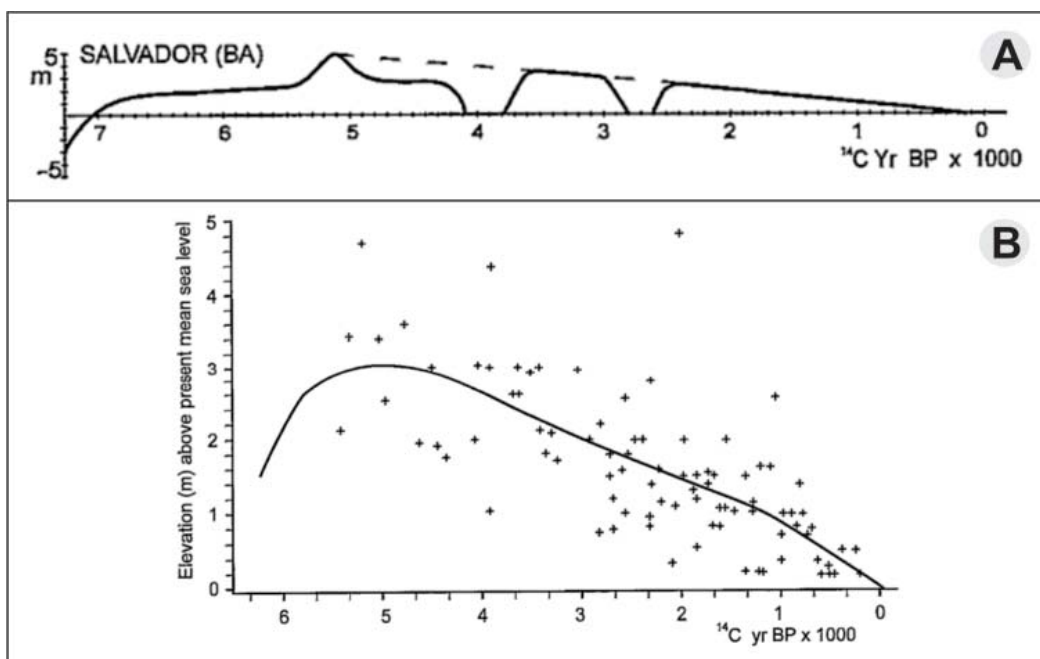


Figura 9 - (A) Curva de variação do nível do mar no Holoceno construída para o litoral de Salvador na costa brasileira (modificado de Martin et al., 1987; apud Martin et al., 2003). (B) Curva de variação do nível do mar no Holoceno proposta por Angulo & Lessa para o litoral de Santa Catarina (1997).

eventos meteorológicos de alta energia, quando ondas geradas por grandes tempestades transportam areia por sobre a barreira e formam um depósito em forma de leque no topo e retaguarda da barreira. Os leques de arrombamento, ou *Washover fans*, são feições comuns em alguns litorais (MORTON & SALLENGER, 2003; DONNELLY *et al.*, 2004; SWITZER *et al.*, 2006; WANG & HORWITZ, 2007; entre outros). No extremo oeste do litoral de Maricá (em Itaipuaçu) esses depósitos são encontrados sobre a barreira holocênica, estendendo-se desde a crista até o canal da Costa à retaguarda desta barreira (SILVA *et al.*, 2008b).

As dunas nas áreas urbanizadas adjacentes a APA de Maricá foram completamente removidas para dar lugar às construções, embora sejam consideradas como de preservação permanente e, portanto, protegidas por legislação específica. As poucas dunas preservadas nesse litoral estão concentradas na APA de Maricá e localizam-se na área próxima ao reverso da barreira holocênica (Figuras 4B e 5). Apresentam uma morfologia que varia em altura e extensão, chegando a alcançar até 12 metros em relação ao nível médio do mar, sendo as mais altas observadas no setor leste, na área do perfil 5 (Figuras 4B e 10). A face de deslizamento dessas dunas apresenta-se voltada para o norte (direção de migração), o que indica que a formação desses depósitos eólicos ocorreu sob a influência de ventos do quadrante sul, comuns na área de estudo durante as tempestades. Tratam-se, portanto, de dunas excepcionais, formadas

sob condições específicas de tempestades. Essas dunas apresentam-se bastante alteradas devido ao tráfego de veículos (automóveis, motocicletas e até veículos blindados de grande porte durante exercícios militares) e, como consequência, pela construção de trilhas para a prática de *off road* (Figura 3B e C), que alteram a morfologia das dunas e destroem os ecossistemas costeiros. Na porção oeste (área do P-1), a mineração ilegal de areia formou uma depressão na topografia da barreira holocênica, com cerca de 3 metros de profundidade, 120 metros de largura e aproximadamente 300 metros de comprimento (Figuras 3A e 5). Outros buracos com dimensões pouco menores que estes podem ser observados por toda a área de estudo. A extração ilegal que vem ocorrendo neste trecho do litoral há décadas, dentro de uma área considerada como de proteção ambiental, retirou mais de 100.000 m³ de areia somente na área do perfil 1 (Figuras 3A e 5), destruindo a paisagem costeira e tornando este trecho do litoral mais vulnerável aos problemas causados por grandes ondas de tempestades. Logo, a retirada de areia e a consequente destruição das dunas tende a pôr em risco a estabilidade deste litoral. As dunas desempenham importantes funções relacionadas à proteção dos ambientes litorâneos, constituem-se num depósito de sedimentos capaz de substituir a areia levada por grandes ondas de tempestades, contribuem para a estabilidade das praias, representam barreiras contra a penetração de água salgada em aquíferos costeiros de água doce, entre outros (DAVIS & FITZGERALD, 2004).



Figura 10 - Dunas na porção leste da barreira holocênica, entre os perfis 5 e 6.

A praia na APA de Maricá apresenta uma morfologia típica com bermas no pós-praia (até 3 bermas) e, eventualmente, extensos canais paralelos à linha d'água; frente de praia bastante íngreme, estreita e, ocasionalmente, seccionada por canais perpendiculares à praia, que surgem a partir do rompimento dos canais existentes no pós-praia (Figuras 11 e 12). Apesar da dinâmica acentuada ao longo dos 8 km de extensão, a praia manteve praticamente a mesma largura entre o inverno de 2011 (com 66 metros) e o outono de 2012 (90 metros) (Figura 12), correspondendo ao período de tempo de observação e estudo. Os perfis de inverno, em média com cerca de 70 metros, são ligeiramente mais estreitos que aqueles observados nas demais estações, que mantiveram uma largura média de 85 metros (Figura 12). A praia apresentou-se mais estreita no extremo oeste (P-1), medindo 66 metros durante o inverno de 2011 e mais larga na área leste (P-6), com 90 metros de largura

no outono de 2012. As maiores variações na largura da praia foram observadas no setor oeste (P-1), que variou 22,5 metros entre o outono de 2012 (88,5 m) e o inverno de 2012 (66 m) (Figura 12). A largura foi praticamente a mesma entre as estações: com exceção do inverno, as demais apresentaram variação máxima na largura de 15 metros (Figura 12), uma variação típica da dinâmica do próprio ambiente. O estreitamento da praia no inverno, em resposta a ação de ondas de tempestades provenientes de S e SW, assim como, o seu ligeiro alargamento nas estações subsequentes quando predominam as ondas de tempo bom de SE, ocorre em todos os perfis da praia. O comportamento observado neste trecho do litoral difere da praia de Itaipuaçu, vizinha a área de estudo, que apresenta uma variabilidade morfológica mais acentuada (SILVA *et al.*, 2008a; PARDAL, 2009), evidenciando, portanto, uma menor dinâmica da praia na APA de Maricá.



Figura 11 - Perfil da praia na APA de Maricá em dois momentos: largo no verão (A) e escarpado no inverno em resposta às ondas de tempestades (B). Fotos: André Silva.

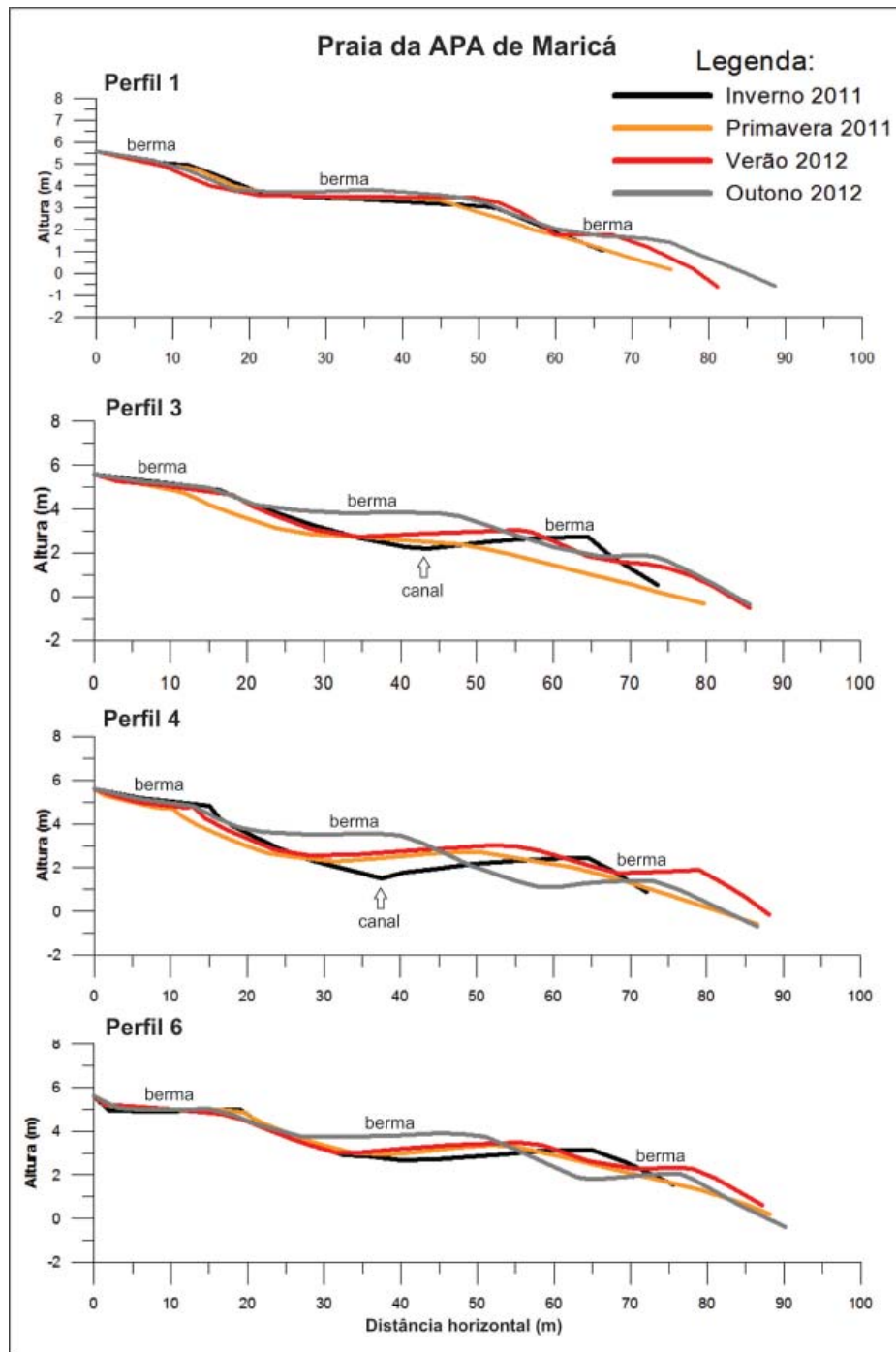


Figura 12 - Perfis topográficos de praia na APA de Maricá levantados entre 2011 e 2012. Ver localização dos perfis na figura 1C.

3.2. Sedimentos da planície costeira de Maricá

As barreiras arenosas e a planície lagunar na porção central do litoral de Maricá estão cobertas predominantemente por areias quartzosas grossas (0,5 mm) a médias (0,25 mm) (Figura 13). Os resultados permitiram constatar uma distribuição granulométrica bastante homogênea, com as frações areia grossa (57,63%) e média

(38,19%) representando juntas 95,82% de toda areia analisada (Figura 13). Areia nas frações muito grossa e fina não ultrapassam 5% do total do material analisado, indicando, portanto, um bom selecionamento (Figura 13). A única exceção ocorreu na planície lagunar, onde se observou uma ligeira predominância de areia média sobre a grossa no perfil 4 (Figura 13).

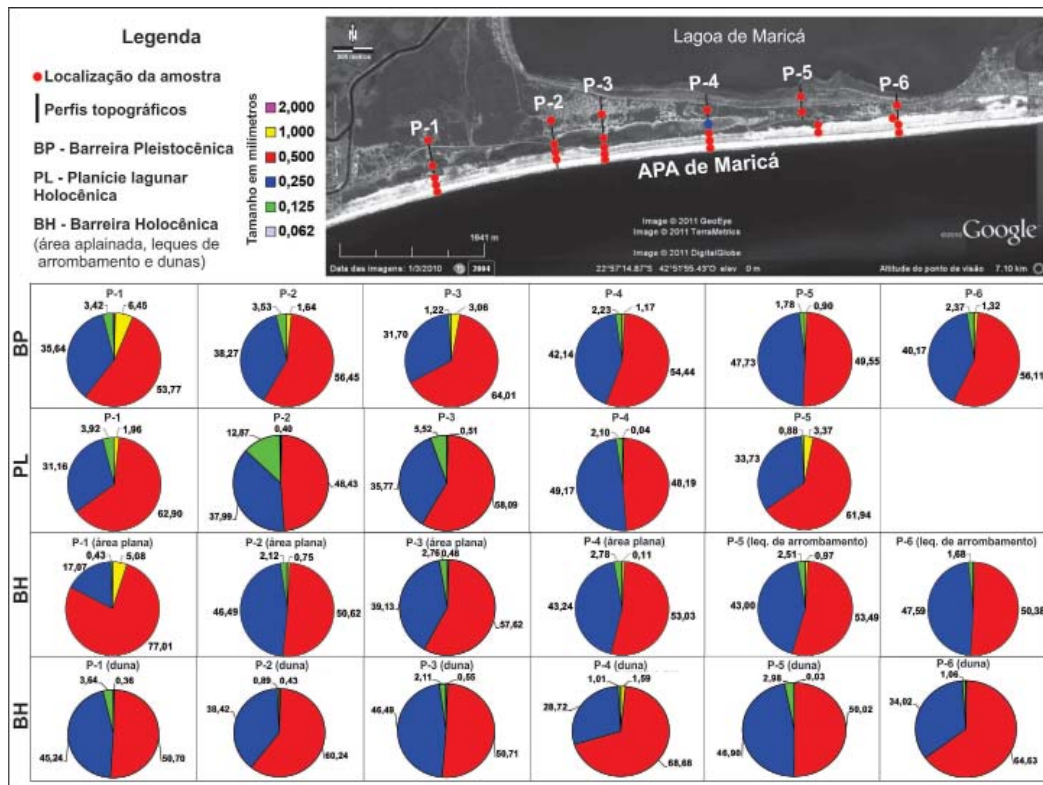


Figura 13 - Resultado da análise granulométrica dos sedimentos superficiais coletados nas dunas e leques de arrombamento na barreira holocênica (BH), barreira pleistocênica (BP) e planície lagunar (PL) da APA de Maricá, classificados segundo Wentworth (1922), apud Pettijohn (1975).

A principal diferença entre as areias das barreiras e a superfície da planície lagunar consiste na cor. A areia amarela clara que recobre a barreira holocênica é semelhante à observada na praia (Figura 8). Uma das mais notáveis características da barreira pleistocênica e planície lagunar refere-se a cor branca apresentada pela areia na superfície (Figura 8). Essa coloração esbranquiçada da areia “é resultante da mais prolongada ação da chuva sobre a formação, removendo a fina camada de óxido de ferro dos grãos de areia” (LAMEGO, 1940), e dessa forma, quanto maior o tempo de exposição mais branca é a areia.

Essa areia branca desaparece em direção a atual barreira holocênica caracterizada pela areia de coloração amarela clara (Figura 8). Em subsuperfície observa-se a sobreposição da areia amarela sobre a areia branca (SILVA, 2011). Essa relação aponta para um comportamento retrogradante da barreira holocênica, que migrou até posicionar-se sobre a barreira pleistocênica, provavelmente em resposta a uma transgressão do mar ocorrida no Holoceno (Figura 9). Entre essas duas

barreiras, formou-se uma depressão com uma série de pequenas lagunas que foram gradualmente preenchidas por areias grossas e médias (Figura 13) retidas entre essas barreiras, o que explica a semelhança da textura dessas areias em relação às barreiras.

As análises das areias na camada de superfície da praia permitiram confirmar a predominância da fração areia grossa (0,5 mm), seguida pela areia média (0,25 mm) durante o período de monitoramento (Figura 14). Esses resultados corroboram dados anteriores adquiridos neste mesmo arco praial, em Guaratiba (MUEHE, 1979), adjacente a APA de Maricá. A granulometria e o grau de selecionamento apresentam-se bastante homogêneos em todos os pontos de monitoramento (Figura 14).

Os sedimentos que recobrem a porção da barreira aplainada pelo tráfego de veículos e construção da estrada, assim como, os leques de arrombamento e dunas, apresentam as mesmas características granulométricas, com o predomínio de areias grossas a médias bem selecionadas (Figura 13). Sedimentos característicos de

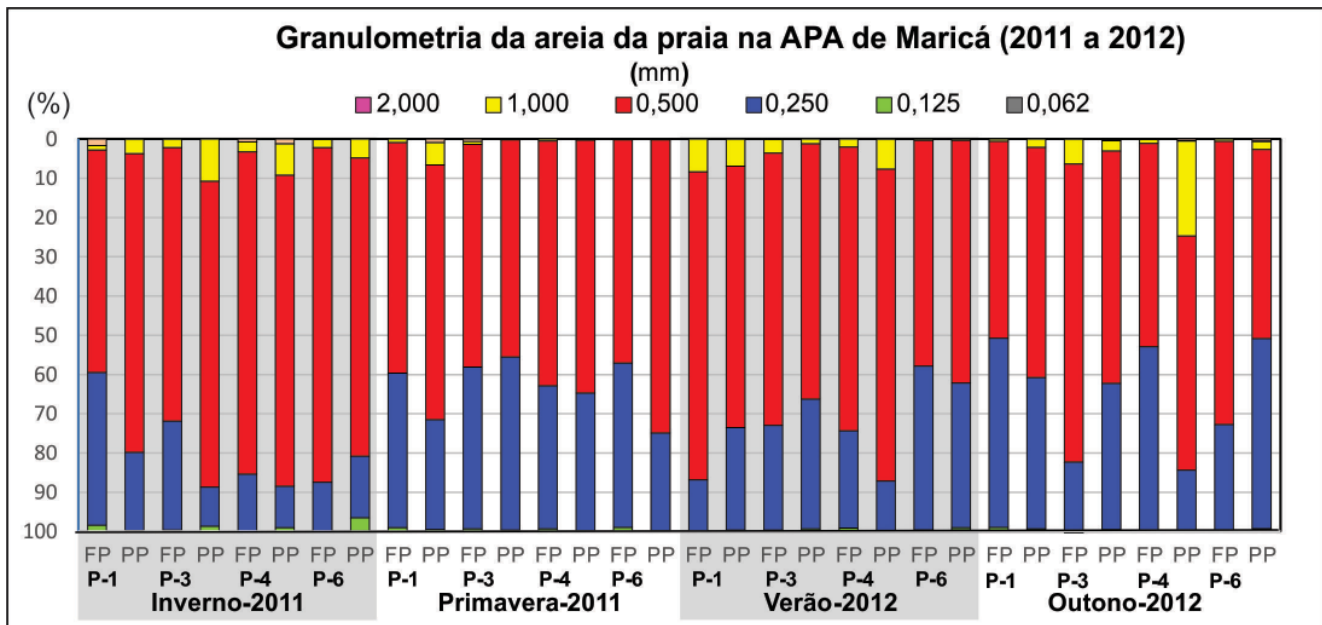


Figura 14 - Resultado da análise granulométrica das areias coletadas na praia entre o inverno de 2011 e o outono de 2012, classificados segundo Wentworth (1922), apud Pettijohn (1975). FP, frente de praia; PP, pós-praia.

leques de arrombamento são geralmente mal selecionados devido à intensa energia das ondas. No extremo oeste de Maricá, esses depósitos são formados por areias muito grossas moderadamente selecionadas (SILVA, 2006). O bom selecionamento verificado nas areias que recobrem a superfície dos leques de arrombamento na APA de Maricá (Figura 13) sugere que esse depósito foi retrabalhado pela ação dos ventos. Embora visíveis na geomorfologia da área estudada, durante o período de monitoramento das praias, não se observou nenhum momento de sobrelavagem das ondas e formação de depósitos de leques de arrombamento. A escarpa de tempestade na área de estudo se mantém contínua e sem evidências de rompimento (vide Figura 4B - detalhe), até na área dos perfis 5 e 6, onde ocorreram tais leques.

As dunas neste litoral apresentam areias grossas a médias (Figura 13), muito semelhante a areia da praia (Figura 14). A grande maioria das dunas é constituída por areias nas frações fina a muito fina, remobilizadas pelos ventos que atuam sobre a superfície da praia (DAVIS & FITZGERALD, 2004). O tamanho elevado dos grãos de areia dessas dunas sugere, portanto, que esses ambientes foram formados sob condições de ventos de tempestades, suficientemente fortes para transportar areias grossas (0,5 mm).

4. Conclusões

A planície costeira de Maricá apresenta três compartimentos morfológicos distintos: uma barreira arenosa de idade holocênica; uma planície estreita, formada também no Holoceno por pequenas lagoas colmatadas; e uma barreira arenosa pleistocênica localizada mais internamente na planície costeira.

A barreira externa holocênica apresenta-se em grande parte aplainada por motivos antropogênicos. Ela exibe ligeiro aumento na altura para leste, o que pode ser o resultado da extração ilegal de areias e construção da estrada de barro e trilhas para a prática de *off road*. A barreira apresenta altura média em torno de 5 metros, em relação ao nível médio do mar, na parte oeste (P-1 e 2), e de aproximadamente 7 metros nas demais áreas (P-3, 4, 5 e 6), chegando a alcançar 12 metros na porção leste (área próxima ao P-5). As dunas concentram-se na área próxima ao reverso do cordão e são mais proeminentes na área leste da APA, onde as mais altas possuem 12 metros de altura (entre os perfis 4 e 6). Na barreira interna pleistocênica a topografia é suavemente ondulada e a mesma apresenta-se mais larga que a barreira externa holocênica. A altura da crista da barreira interna varia entre 5,4 metros (P-4) e 7 metros, aproximadamente, nas demais áreas, exceto no extremo oeste (P-1) onde a

mesma mede 9 metros de altura. Esta barreira encontra-se seccionada por uma depressão na área do perfil 5, cuja morfologia lembra um canal agora abandonado e colmatado. O estreitamento gradual da planície lagunar para leste, até o seu completo desaparecimento, consiste em mais uma evidência da retrogradação da barreira externa holocênica. Tal comportamento foi verificado a oeste, no litoral de Itaipuaçu, onde a barreira vem retrogradando na ordem de 13 metros para os últimos 28 anos (SILVA *et al.* 2008b). Na porção leste da área estudada a diferença entre a cor amarela da areia da barreira externa mais jovem e a areia branca da barreira interna mais antiga, torna possível observar o local exato onde as duas barreiras se encontram.

Os sedimentos superficiais que formam a planície costeira de Maricá apresentam granulometria bastante homogênea e bom selecionamento, com a predominância de areias grossas e médias (0,5 e 0,25 mm). A diferença na coloração da areia da barreira holocênica (areia amarelada) e as areias da barreira pleistocênica e planície lagunar (areia esbranquiçada) é uma consequência da diferença de idade entre esses ambientes. As areias bem selecionadas da área aplainada e leques de arrombamento na barreira holocênica sugerem o retrabalhamento destes sedimentos por processos eólicos, formando as dunas na área de reverso desta barreira. Os depósitos de leques de arrombamento são proeminentes na parte leste da área estudada. Porém, nenhum episódio de formação de leques de arrombamento foi observado no período de estudo e as escarpas de tempestades estão preservadas, sem sinais de arrombamento.

O monitoramento dos 8 quilômetros de arco praiial, entre o inverno de 2011 e outono de 2012, mostrou que a largura média da praia é de 80 metros e que as variações são pequenas, não ultrapassando 15 metros. As areias da praia na APA de Maricá são semelhantes aos demais ambientes analisados na planície costeira, com grande uniformidade quanto ao tamanho e grau de selecionamento: as areias predominantes correspondem as frações 0,50 e 0,25 mm (areias grossas e médias).

A caracterização geomorfológica e sedimentar da planície costeira representa uma importante ferramenta para a proteção deste litoral frente aos problemas apontados neste estudo e às mudanças globais em curso, cada vez mais perceptíveis no clima e no nível dos oceanos. Tal caracterização contribui, portanto, para um melhor entendimento sobre os diversos agentes modificadores dos ecossistemas litorâneos e, conseqüentemente, para

a adoção de medidas de gerenciamento costeiro que contemplem a preservação e o desenvolvimento sustentável deste magnífico ambiente litorâneo, por vezes tão ameaçado.

Agradecimentos

Agradecimento especial a FAPERJ (E-26/170.452/07) pela concessão do apoio financeiro na modalidade APQ-1, sem o qual a realização deste trabalho não seria possível. A CAPES pela concessão da bolsa de doutorado. As estudantes Mariana T. C. Pardal e Fernanda C. de Andrade (Mestre pelo Programa de Pós-graduação em Geologia e Geofísica Marinha - UFF), Natália M. Marins (Departamento de Geologia - UERJ), pelo apoio nos trabalhos de campo para o levantamento topográfico. A professora Désirée Guichard Freire (FFP-UERJ) por ter gentilmente cedido as fotografias aéreas da APA de Maricá.

5. Referências

- AMARANTE, O. A. C., SILVA, F. J. L., FILHO, L. G. R. Estado do Rio de Janeiro: **Atlas Eólico**. Secretaria de Estado de Energia, da Indústria Naval e do Petróleo. Camargo Schubert. pp. 83, 2002.
- ANGULO, R. J. & LESSA, G. C. The Brazilian sea-level curves: a critical review with emphasis on the curves from Paranaguá and Cananéia regions. **Marine Geology**, 140, 141-166, 1997.
- COE NETO, R., FROIDEFOND, J. M., TURCQ, B. Geomorphologie et chronologie relative des depots sedimentaires recents du littoral bresilien a l'est de Rio de Janeiro. Bull. Inst. Geól. Bassin d'Aquitaine, **Bourdeaux**, 40, 67-83, 1986.
- CPTEC-INPE. Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Site: <http://ondas.cptec.inpe.br/> (acessado em 30/10/12).
- DAVIS, Jr. A. R. & FITZGERALD, D. M. Beaches and Coasts. **Blackwell Publishing**. pp. 115-166, 2004.
- DONNELLY, J. P., BUTLER, J., ROLL, S., WENGREN, M., WEBB III, T. A Backbarrier Overwash Record of Intense Storms from Brigantine, New Jersey. **Marine Geology**, 210, pp. 107-121, 2004.
- DHN, **Folha de Bordo**, FB – 1500-001/79. Diretoria de Hidrografia e Navegação da Marinha do Brasil, 1980.
- DRM, RJ. Departamento de Recursos Minerais do Estado do

- Rio de Janeiro. Mapa Geológico do Estado do Rio de Janeiro. Escala 1:400.000, 1977.
- EMERY, K. O. A Simple Method of Measuring Beach Profiles. **Limnology and Oceanographic**, Vol. 6. p. 90 - 93, 1961.
- IRELAND, S. The Holocene sedimentary history of the coastal lagoons of Rio de Janeiro State, Brazil. In: Sea Level Changes. TOOLEY, M. & SHENNAM, I. (eds.). **Oxford: Brazil Blackwell Ltd.** pp. 25-66, 1987.
- LAMEGO, A. R. Restingas na Costa do Brasil. **Divisão de Geologia e Mineralogia. Boletim nº 96**, DNPM, pp. 63, 1940.
- LAMEGO, A. R. Ciclo Evolutivo das Lagunas Fluminenses. **Divisão de Geologia e Mineralogia. Boletim nº 118**, DNPM, pp. 47, 1945.
- LINS-DE-BARROS, F. M. Risco, Vulnerabilidade Física à Erosão Costeira e Impactos Sócio-econômicos na Orla Urbanizada do Município de Maricá, Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Geomorfologia**. V. 6, nº 2, pp. 83-90, 2005.
- LOUREIRO, D. S., MATIAS, M. L. & FREIRE, D. G. **Avaliação do conflito sócio ambiental na APA da restinga de Maricá-RJ**. XVI Encontro Nacional dos Geógrafos. Porto Alegre, pp. 10, 2010.
- MAIA, M. C. A. C., MARTIN, L., FLEXOR, J. M. Evolução Holocênica da planície costeira de Jacarepaguá (RJ). **Anais do XXXIII Congresso Brasileiro de Geologia**, Rio de Janeiro, pp. 105-118, 1984.
- MANSUR, K. L.; RAMOS, R. R. C.; GODOY, J. M. de O. & NASCIMENTO, V. M. R. do. Beachrock de Jaconé, Maricá e Saquarema - RJ: importância para a história da ciência e para o conhecimento geológico. **Revista Brasileira de Geociências**, 41 (2): pp. 290 - 303, 2011.
- MARTIN, L., DOMINGUEZ, J. M. L. & BITTENCOURT, A. C. S. P. Fluctuating Holocene Sea Levels in Eastern and Southeastern Brazil: Evidence from Multiple Fossil and Geometric Indicators. **Journal of Coastal Research. West Palm Beach**, Florida. 19, 1, 101-124, 2003.
- MORTON, R. A., & SALLENGER, A. H., JR. Morphological impacts of Extreme Storms on Sandy Beaches and Barriers. **Journal of Coastal Research**. West Palm Beach, Florida. 19, 3, 560-573, 2003.
- MUEHE, D. C. E. H. Sedimentology and Topography of a High Energy Coastal Environment Between Rio de Janeiro and Cabo Frio – Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**. 51 (3), pp. 473-481, 1979.
- MUEHE, D. C. E. H. Evidências de recuo dos cordões litorâneos em direção ao continente no litoral do Rio de Janeiro. In: LACERDA, L. D., ARAÚJO, D. S. D. de., CERQUEIRA, R. e TURCQ, B. Restingas: origem, estruturas e processos. **Anais do Simpósio sobre Restingas Brasileiras**. CEUFF – Universidade Federal Fluminense, pp. 75-80, 1984.
- MUEHE, D. C. E. H. & IGNARRA, S. O Arenito de Praia de Itaipuaçu e sua influência no fluxo de sedimentos. In: Lamego, A. R. Anais do I Simpósio de Geologia Regional RJ-ES. **Sociedade Brasileira de Geologia**. Rio de Janeiro, pp. 57-62, 1984, 1987.
- MUEHE, D. C. E. H & CORRÊA, C. H. T. The Coastline Between Rio de Janeiro and Cabo Frio. **Coastlines of Brazil. American Society of Civil Engineers**. New York, pp. 110-123, 1989.
- OLIVEIRA, J. F. & MUEHE, D. C. E. H. Identificação de áreas de sedimentos compatíveis na plataforma continental interna para recuperação de praias entre as cidades de Niterói e Macaé - Rio de Janeiro, Brasil. **Revista da Gestão Costeira Integrada**, 13 (1) 89-99, 2013.
- PARDAL, M. T. da C. **Mudanças morfológicas e suas implicações para a estabilidade da praia na Região do Recanto de Itaipuaçu, Maricá, RJ**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós Graduação em Geologia e Geofísica Marinha da Universidade Federal Fluminense. pp.148, 2009.
- PEREIRA, A. J. **Investigação da Estratigrafia da Região Costeira de Maricá – Praia de Itaipuaçu (RJ) – Através do Ground Penetration Radar (GPR)**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós Graduação em Geologia e Geofísica Marinha da Universidade Federal Fluminense. pp. 93, 2001.
- PEREIRA, A. J., GAMBOA, L. A. P., SILVA, M. A. M., RODRIGUES, A. R., COSTA, A. A Utilização do Ground Penetrating Radar (GPR) em Estudos de Estratigrafia na Praia de Itaipuaçu – Maricá (RJ). **Revista Brasileira de Geofísica**. EDUFF, Niterói, Vol 21 (2), pp. 163-171, 2003.
- PERRIN, P. Evolução da Costa Fluminense entre as Pontas de Itacoatiara e Negra, preenchimentos e restingas. In: **Restingas, origens, processos**. Lacerda, L. D., Araújo, D. S. D., Cerqueira, R. & Turcq, B. (Eds). CEUFF, Niterói. pp. 65-74, 1984.
- PETTIJOHN, F. J. Sedimentary Rocks. Third Edition. **Harper and Row Publishers**. pp. 68-81, 1975.

- RONCARATI, H. & NEVES, L. E. Projeto Jacarepaguá: **Estudo geológico preliminar dos sedimentos recentes superficiais da Baixada de Jacarepaguá**, Município do Rio de Janeiro - RI. PETROBRAS, CENPES. DEXPRO. pp. 89, 1976.
- SILVA, A. L. C. **Comportamento Morfológico e Sedimentológico do Litoral de Itaipuaçu (Maricá) e Piratininga (Niterói), RJ, nas últimas três décadas**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós Graduação em Geologia e Geofísica Marinha da Universidade Federal Fluminense. pp.153, 2006.
- SILVA, A. L. C. **Arquitetura sedimentar e evolução geológica da planície costeira central de maricá (RJ) ao longo do Quaternário**. Tese de Doutorado. Programa de Pós Graduação em Geologia e Geofísica Marinha da Universidade Federal Fluminense. p. 185, 2011.
- SILVA, A. L. C., SILVA, M. A. M., SANTOS, C. L. Comportamento Morfológico e Sedimentar da Praia de Itaipuaçu (Maricá, Rj) nas Últimas Três Décadas. *Revista Brasileira de Geociências*. **Sociedade Brasileira de Geologia**, 38 (1), pp. 89-99, 2008a.
- SILVA, A. L. C., SILVA, M. A. M., SANTOS, C. L. RIBEIRO, G. B., SANTOS, R. A. & VASCONCELOS, S. C. Retrogradação da Barreira Arenosa e Formação de Leques de Arrombamento na Praia de Itaipuaçu (Oeste de Maricá, RJ)”. **Revista Brasileira de Geomorfologia**. V. 9, nº2, pp. 75-82, 2008b.
- SILVESTRE, C. P. **Estrutura interna da barreira holocênica e seus condicionantes geológicos (Maricá – RJ)**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós Graduação em Geologia e Geofísica Marinha da Universidade Federal Fluminense. pp.128, 2013.
- SWITZER, A. D., BRISTOW, C. S., & JONES, B. G. Investigation of Large-scale Washover of a Small Barrier System on the Southeast Australian Coast Using Ground Penetrating Radar. **Sedimentary Geology**, 183, pp. 145-156, 2006.
- TURCQ, B., MARTIN, L., FLEXOR, J. M., SUGUIO, K., PIERRE, C. & TASAYACO-ORTEGA, L. Origin and Evolution of the Quaternary Coastal Plain between Guaratiba and Cabo Frio, State of Rio de Janeiro, Brazil. **Environmental Geochemistry of Coastal Lagoon Systems**. Rio de Janeiro, Brazil – série Geoquímica Ambiental, 6, pp. 25-46, 1999.
- WANG, P. & HORWITZ, M. H. Erosional and Depositional Characteristics of Regional Overwash Deposits Caused by Multiple Hurricanes. **Sedimentology**, 54, pp. 545-564, 2007.