



Artigo Original

e-ISSN 2177-4560

DOI: 10.19180/2177-4560.v12n22018p361-385

Submetido em: 24 jan. 2018

Aceito em: 18 nov. 2018

Aspectos da geomorfologia costeira entre a foz dos rios Itabapoana e Paraíba do Sul, norte do estado do Rio de Janeiro

Tayná Batista Gomes

Geógrafa na Unidade de Estudos Costeiros (UFF) - Universidade Federal Fluminense - Campos dos Goytacazes/RJ - Brasil. E-mail: taynagomes@id.uff.br.

Eduardo Manuel Rosa Bulhões

Doutor em Geologia e Geofísica Marinha (UFF). Professor do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal Fluminense - Campos dos Goytacazes/RJ - Brasil. E-mail: eduardobulhoes@id.uff.br.

O litoral entre a foz dos rios Itabapoana e Paraíba do Sul destaca-se pela transição entre depósitos terciários da formação Barreiras e planícies fluviomarinhas quaternárias. Falésias ativas e inativas evidenciam o processo de retrogradação enquanto cristas de praia evidenciam a progradação da linha de costa. O objetivo é detalhar as características da geomorfologia costeira destacando geologia, geomorfologia e processos evolutivos. A metodologia consistiu no mapeamento de informações geológicas, geomorfológicas, perfis de praia, coleta e análise granulométrica representativas do sistema duna-praia-antepraia. Resultados apontam que perfis de praia côncavos e convexos mostram, respectivamente, áreas em erosão (ao norte) e áreas em acumulação (ao sul). As análises granulométricas indicam a presença de areia muito fina, areia fina e areia média evidenciando áreas com menor e maior energia de ondas, além da característica regional de elevado transporte de sedimentos.

Palavras-chave: Dinâmica costeira. Norte Fluminense. São Francisco do Itabapoana.





Aspectos da geomorfologia costeira entre a foz dos rios Itabapoana e Paraíba do Sul, norte do estado do Rio de Janeiro

Tayná Batista Gomes, Eduardo Manuel Rosa Bulhões

Coastal geomorphological aspects from Itabapoana to Paraíba do Sul river mouths, Rio de Janeiro's north shore

The coastline between Itabapoana and Paraíba do Sul river mouths stands out due to the transition between tertiary deposits of the Barreiras formation and the quaternary fluvial and marine plain. Active and inactive cliffs evidence the process of retrogradation, while beach crests evidence the progradation of the coastline. This paper aims to detail the characteristics of coastal geomorphology, highlighting geology, geomorphology and evolutionary processes. The methodology consisted in the mapping of geological information, geomorphological, beach profiles, collection and granulometric analysis representative of the dune-beach-shoreface system. Results show that concave and convex beach profiles, respectively, indicate areas in erosion (to the north) and areas in accumulation (to the south). The granulometric analysis indicates the presence of very fine sand, fine sand and medium sand evidencing areas with lower and higher wave energy in addition to the regional characteristic of high sediment transport.

Keywords: Coastal dynamics. Northern State of Rio de Janeiro. São Francisco do Itabapoana.

Aspectos de la geomorfología costera entre la desembocadura de los ríos Itabapoana y Paraíba do Sul, norte del estado de Río de Janeiro

La línea de costa entre las desembocaduras de los ríos Itabapoana y Paraíba do Sul se destaca por la transición entre los depósitos terciarios de la formación Barreiras y la llanura cuaternaria fluvial y marina. Los acantilados activos e inactivos evidencian el proceso de retrogradación, mientras que las crestas de las playas evidencian la progresión de la línea costera. Este artículo pretende detallar las características de la geomorfología costera, destacando la geología, la geomorfología y los procesos evolutivos. La metodología consistió en el mapeo de la información geológica, geomorfológica, perfiles de playas, recolección y análisis granulométrico representativos del sistema duna-playa-antepaya. Los resultados muestran que los perfiles de playas cóncavas y convexas, respectivamente, indican áreas en erosión (al norte) y áreas en acumulación (al sur). El análisis granulométrico indica la presencia de arena muy fina, arena fina y arena media que evidencian áreas con energía de onda más alta y baja, además de la característica regional de elevado transporte de sedimentos.

Palabras clave: Dinámica costera. Norte del estado de Rio de Janeiro. São Francisco do Itabapoana.

Aspectos da geomorfologia costeira entre a foz dos rios Itabapoana e Paraíba do Sul, norte do estado do Rio de Janeiro

Tayná Batista Gomes, Eduardo Manuel Rosa Bulhões

1 Introdução

Os ambientes costeiros são áreas de transição entre o domínio continental e o domínio marinho, e essa interação origina processos e feições características desses ambientes. A dinâmica costeira é responsável por esse contínuo processo de transformação, onde os condicionantes meteoceanográficos e geomorfológicos são os principais agentes modeladores capazes de originar tais feições, atuando de forma constante na evolução da paisagem.

Esses sistemas dinâmicos tornam-se mais complexos à medida que os agentes modificadores naturais se combinam com intervenções humanas, podendo desestabilizar o equilíbrio desses ambientes, tornando-os mais vulneráveis. Processos como erosão costeira, assoreamento de estuários e lagunas, progradação e retrogradação da linha de costa são exemplos de fenômenos que, uma vez somados a intervenções humanas, podem gerar riscos e degradação ambiental.

Nos últimos anos a preocupação com os ambientes costeiros vem crescendo, não só no meio acadêmico/científico, mas também por partes de instituições de gestão e planejamento de zonas costeiras. Os impactos socioeconômicos e socioambientais que essa interação pode causar, torna a gestão e os ambientes costeiros temas a serem cada vez mais difundidos na atualidade.

1.1. O Litoral Norte Fluminense na Compartimentação do Litoral Brasileiro

A compartimentação de áreas costeiras permite melhor entendimento de como os processos litorâneos agem na formação e na evolução das feições costeiras, uma vez que a segmentação tende a estar de acordo com determinada homogeneidade apresentada por esses ambientes, permitindo sistematização na análise e possibilitando o detalhamento geomorfológico para setores específicos do litoral.

A compartimentação utilizada no presente trabalho baseia-se na elaboração de Silveira (1964 *apud* MUEHE, 2003) (Figura 1) e é complementada com informações atuais. Os macrocompartimentos são classificados de acordo com o método dedutivo, considerando as principais variáveis oceanográficas que vão dar origem as típicas feições e processos costeiros.

A região Oriental ou leste do litoral brasileiro, segundo Silveira (1964 *apud* MUEHE, 2003), estende-se de Salvador a Cabo Frio, e está segmentada em macrocompartimentos, sendo eles o do Litoral de Estuários, do Banco Royal Charlotte e Abrolhos, Embaiamento de Tubarão e o da Bacia de Campos.

Aspectos da geomorfologia costeira entre a foz dos rios Itabapoana e Paraíba do Sul, norte do estado do Rio de Janeiro

Tayná Batista Gomes, Eduardo Manuel Rosa Bulhões

Figura 1. Divisão do litoral brasileiro em macrocompartimentos



Fonte: Silveira (1964 apud MUEHE, 2003)

O macrocompartimento da Baía de Campos, segundo Muehe (2003), se estende da foz do rio Itabapoana ao cabo Frio, no estado do Rio de Janeiro. Tem como principal feição a planície costeira deltaica do rio Paraíba do Sul, associada a um novo alargamento da plataforma continental interna.

A formação (ou grupo) Barreiras, de grande expressividade no litoral do estado do Espírito Santo, retoma sua significância a partir do rio Itabapoana onde se apresenta na forma



Aspectos da geomorfologia costeira entre a foz dos rios Itabapoana e Paraíba do Sul, norte do estado do Rio de Janeiro

Tayná Batista Gomes, Eduardo Manuel Rosa Bulhões

.....
de falésias ativas. Em direção ao sul, o Barreiras recua para o interior à medida que se amplia a largura da planície de cristas de praia relacionadas ao rio Paraíba do Sul, e extingue-se a partir da extremidade sul desta planície, dando lugar a rochas do embasamento cristalino pré-cambriano.

A planície costeira desenvolvida pela sedimentação associada ao baixo curso do rio Paraíba do Sul, de acordo com o mapa geológico de Martin *et al.* (1997) (Figura 2), é constituída na face oceânica por dois conjuntos de cristas de praia. O conjunto localizado ao norte é formado por uma sequência de cristas de praia de idade holocênica, associada à posição da atual desembocadura. Na parte sul, o conjunto de cristas de praia apresenta idade atribuída ao Pleistoceno, e se estende até as proximidades de Macaé (RJ), sendo precedido por um estreito cordão litorâneo de idade holocênica.

Figura 2. Mapa geológico da planície do rio Paraíba do Sul



Fonte: Martin *et al.* (1997)



Aspectos da geomorfologia costeira entre a foz dos rios Itabapoana e Paraíba do Sul, norte do estado do Rio de Janeiro

Tayná Batista Gomes, Eduardo Manuel Rosa Bulhões

Os ventos dominantes no litoral oriental brasileiro, especificamente na bacia de Campos, são os do quadrante nordeste (BARBIERE, 1984; PINHO, 2003; SOUZA *et al.*, 2015), associado aos períodos de tempo bom. Já os ventos do quadrante sul ocorrem em função de entradas de frentes frias.

A oscilação das variáveis atmosféricas é determinante para a geração de ondas e para o transporte litorâneo de sedimentos. No flanco sul da planície do rio Paraíba do Sul, o residual do transporte é orientado para o norte (GUSMÃO, 1990; CASSAR; NEVES, 1993), em adaptação às ondas de sudeste, geradas pelas frentes frias ou as que chegam em forma de marulho, provenientes das latitudes mais elevadas ao sul (MUEHE, 2003).

A plataforma continental interna apresenta largura em torno de 35 km, sendo o recobrimento sedimentar, de acordo com a compilação de Kowsmann e Costa (1979), predominante de areias de origem fluvial.

As características geológicas e geomorfológicas gerais da área de estudo e o aprofundamento teórico sobre seus atributos servem como ponto de partida para o detalhamento proposto neste trabalho. A definição dos objetivos, dos materiais e métodos e os resultados alcançados serão descritos a seguir.

O objetivo central deste artigo é ampliar a resolução das características da morfologia costeira da porção da Bacia de Campos que compreende o segmento entre a foz do rio Itabapoana e a foz do rio Paraíba do Sul, além de destacar especificamente as características geológicas, geomorfológicas e evolutivas deste segmento do litoral que o tornam peculiar.

2 Área de Estudo

O segmento entre a foz do rio Itabapoana e a foz deltaica do rio Paraíba do Sul (Figura 3), estende-se por aproximados 40 quilômetros onde se verificam distintas feições geomorfológicas. A influência da sedimentação dos rios Paraíba do Sul (ao sul) e Itabapoana (ao norte) associada à deposição da formação Barreiras consolidam o ambiente deposicional.

A bacia hidrográfica do rio Itabapoana (ES/RJ e MG) compreende uma área de 4.875,46 km², sendo que aproximadamente 2.955 km² estão localizados no Espírito Santo. A foz do rio Itabapoana localiza-se no setor que compreende o extremo norte da área de estudo, e divisa entre as unidades da federação. Apresenta feições de planície fluviomarinha, com certos trechos de deposição sedimentar, e pode ser caracterizada como zona de passagem da cheia do Itabapoana, compreendendo a planície intertidal, de idade quaternária, onde ocorrem os manguezais, sujeita aos movimentos de subida e descida das marés e aos regimes fluviométricos da bacia do Itabapoana (COELHO; FREIRE, 2014).

Aspectos da geomorfologia costeira entre a foz dos rios Itabapoana e Paraíba do Sul, norte do estado do Rio de Janeiro

Tayná Batista Gomes, Eduardo Manuel Rosa Bulhões

Figura 3. Localização e toponímia da Área de Estudo



Fonte: O Autor (2016)

Ao sul do segmento, localiza-se a planície costeira de feição deltaica do rio Paraíba do Sul que apresenta uma área de cerca de 3.000 km² e suas dimensões máximas são de 120 km na direção N-S e de 60 km na direção E-W (MURILLO, 2008).

Tal planície localiza-se em uma área de clima tropical úmido, com temperatura média de 22 °C. Apresenta uma estação chuvosa no verão e uma estação seca no inverno, indicando uma média anual de 1.300 mm (BASTOS, 1997 *apud* ROCHA, 2009). Segundo Souza (1988), ao longo do ano, a maior frequência da direção de incidência de ondas está associada a ventos locais dos quadrantes nordeste (NE) e leste (E), ocorrendo ainda ondas provenientes dos quadrantes sudeste (SE), sul (S) e sudoeste (SW), associada a frentes frias.

Em relação aos ventos, Santos (2006) caracterizou o padrão da região a partir de medições de direção e intensidade obtidas junto à Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN), referentes à estação localizada no Farol de São Tomé. Utilizando dados de 1964



Aspectos da geomorfologia costeira entre a foz dos rios Itabapoana e Paraíba do Sul, norte do estado do Rio de Janeiro

Tayná Batista Gomes, Eduardo Manuel Rosa Bulhões

.....
a 2000, identificou-se que os ventos mais frequentes são os do quadrante N-NE, tendo velocidades médias em torno de 25 km/h.

Embora os ventos do quadrante N-NE sejam dominantes, ventos de S-SE relacionados à passagem de frentes frias e de SW (de forma menos expressiva) acabam influenciando a região sobretudo entre o outono e o inverno (PINHO, 2003).

Os dados de medição de maré, observados por Silva (1987 *apud* VASCONCELOS, 2016), indicam oscilações de até 2,25 m, sendo o nível mais alto de 0,712 m e o mínimo de -1,538 m, referenciados ao zero local fornecido pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). A maré é do tipo mista, com duas preamares e duas baixa-mares desiguais, sendo classificada como micromaré (MOREIRA, 1998 *apud* VASCONCELOS, 2016).

A Formação Barreiras, de grande expressividade no litoral do Espírito Santo, manifesta-se também no segmento em destaque, ainda que de forma menos expressiva. Tal formação apresenta idade atribuída entre o mioceno e o pleistoceno, e estende-se ao longo do litoral brasileiro desde o estado do Pará até o Estado do Rio de Janeiro. Constitui-se de depósitos arenosos e argilosos de origem fluvial e marinha, caracterizada pela quase contínua regularidade geomorfológica, no qual os sedimentos apresentam cores variadas (NUNES; SILVA, 2011), sobretudo em função da litologia local.

3 Material e Métodos

Considerando o objetivo principal deste artigo, a metodologia teve como base a utilização de dados primários e secundários, incluindo as etapas de planejamento de campo, levantamento morfológico e morfodinâmico, análises granulométricas, mapeamento e processamento de dados e geração dos resultados. Adicionalmente foi compilado material cartográfico de fontes como o IBGE e INEA, e utilizadas rotinas de geoprocessamento para a composição das características de detalhe do segmento costeiro selecionado.

O levantamento de dados primários iniciou-se com o planejamento de campo, a partir de uma visualização geral do segmento do litoral a ser analisado utilizando o programa *Google Earth Pro*. Definiu-se então 20 pontos de coleta de material e levantamento topográfico em campo, espaçados entre si pela distância de 1 milha náutica ou 1,85 km. Para o segmento de aproximadamente 40 km, foram estabelecidos 20 pontos de coleta.

Para cada ponto foi levantada a topografia de praia, através do método de nivelamento óptico com uso de nível e régua topográfica. As informações de distância e leitura, anotadas em uma planilha, posteriormente serviram para o estabelecimento das distâncias acumuladas e das cotas altimétricas ajustadas ao nível médio do mar (MUEHE *et al.*, 2003). Estas informações foram processadas em planilha *MS Excel* para a representação dos perfis de praia, sendo estes feitos utilizando o programa *Grapher 8.0*.

Ainda para cada ponto, foram coletadas amostras de sedimentos nas feições: duna frontal (quando existente), berma e face da praia. Os sedimentos coletados em campo foram analisados a partir do método de peneiramento a seco, conforme Folk e Ward (1957) descritos em Bulhões (2011).

Aspectos da geomorfologia costeira entre a foz dos rios Itabapoana e Paraíba do Sul, norte do estado do Rio de Janeiro

Tayná Batista Gomes, Eduardo Manuel Rosa Bulhões

Este método consiste em lavagens sucessivas das amostras com água destilada para retirada dos sais, em seguida, a secagem é feita utilizando estufa à temperatura estimada em 100 °C por 48 horas, já seca, a amostra é quarteada, utilizando o quarteador de Jones. Com o uso de uma balança de precisão é medido o peso inicial da amostra, após isso, a porção é disposta em um jogo de peneiras, cujos intervalos variam entre 4 e 0,062 mm, distribuídos entre 13 peneiras. As peneiras são levadas ao agitador, onde ficam por cerca de 16 minutos.

As frações retidas em cada peneira são pesadas e transcritas em uma planilha, e posteriormente digitalizadas. Utilizou-se o programa Gradistat v7 (BLOTT; PYE, 2001), no qual foram calculados os parâmetros estatísticos de tendência central: média, mediana e moda, e os parâmetros de dispersão: desvio padrão, assimetria e curtose, conforme parametrização proposta por Folk e Ward (1957).

A base de dados secundários foi composta de informações e dados extraídos da base vetorial do INEA – O Estado do Ambiente, ano base 2010; e do IBGE – Projeto Ortomosaico 1:25.000 para o estado do Rio de Janeiro, que auxiliaram na produção de mapas temáticos para a área de estudo.

Do IBGE, foram utilizados arquivos *raster*, mais especificamente os do Ortomosaico RJ-25, a saber: ofm_rj25_26504ne_v1; ofm_rj25_26504se_v1; ofm_rj25_26513no_v1; ofm_rj25_26852ne_v1; e ofm_rj25_26513so_v1. Estes estão em escala de 1:25.000, e são formados por um mosaico de fotografias aéreas coloridas ortorretificadas, articulado por folhas segundo o recorte do mapeamento sistemático brasileiro. Abrange um quadrilátero geográfico de 07°30” de latitude por 07°30” de longitude, não existindo representação de curvas de nível e de pontos cotados. O sistema de referência é SIRGAS2000, elipsoide GRS 1980, com sistema de projeção UTM – fusos 23 e 24.

Para compor os resultados utilizou-se de rotinas de geoprocessamento, no programa *ArcMap 10.1*, no qual foram elaborados mapas síntese, subdividindo a área de estudo em 4 setores, no qual considerou-se como critério as características geomorfológicas de cada setor, visando melhor descrição e análise dos resultados.

Na descrição dos perfis de praia são analisados aspectos qualitativos que permitem a identificação de feições, padrões morfodinâmicos e aspectos de erosão / deposição. Nas análises dos sedimentos, as medidas de tendência central são representadas pela média aritmética, mediana e moda. Enquanto as medidas de dispersão são definidas a partir do desvio médio, desvio padrão e curtose (BULHÕES, 2011).

A média é obtida somando todos os valores disponíveis e dividindo o resultado pelo número ou quantidade de valores disponíveis somados, e em termos energéticos de um dado ambiente deposicional, o parâmetro descreve a energia cinética média do agente deposicional, mais especificamente, das ondas (SAHU, 1964 *apud* BULHÕES, 2011).

Ainda de acordo com o autor supracitado, o desvio padrão indica as variações na energia cinética média do agente deposicional. A curtose pode ser definida como o grau de achatamento de uma curva em relação à curva representativa de uma distribuição normal, podendo ser leptocúrticas (quando apresenta um pico elevado), platicúrtica (curva achatada) e mesocúrtica (uma situação intermediária). No que se refere à análise de sedimentos, sugere algumas



Aspectos da geomorfologia costeira entre a foz dos rios Itabapoana e Paraíba do Sul, norte do estado do Rio de Janeiro

Tayná Batista Gomes, Eduardo Manuel Rosa Bulhões

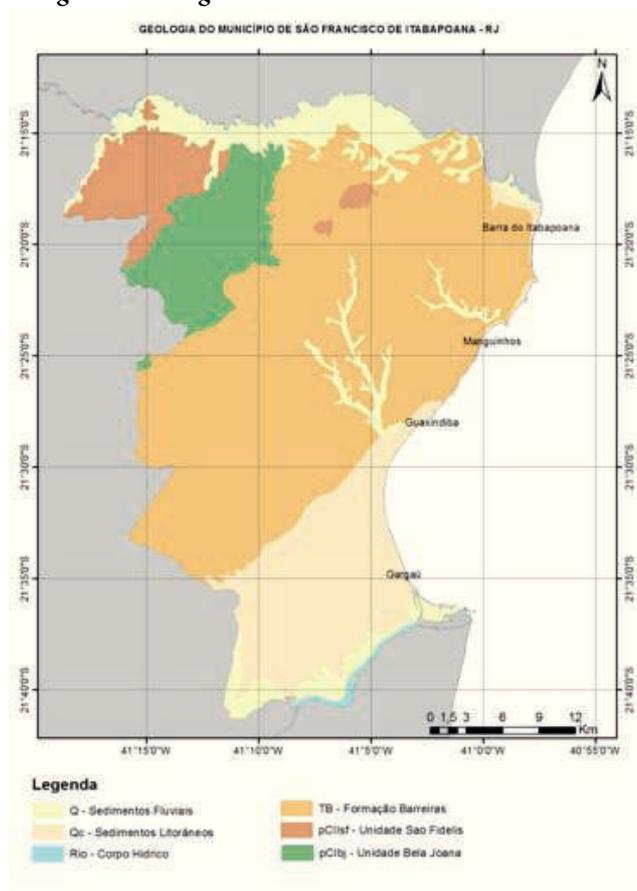
.....
tendências deposicionais quando platicúrtica podendo indicar mistura de populações diferentes, tendências de transporte quando leptocúrticas podendo indicar remoção de alguma fração por meio de correntes de fundo ou outros forçantes deposicionais (PONÇANO, 1976 *apud* BULHÕES, 2011).

4 Resultados e Discussão

A partir dos mapas das figuras 4 e 5, respectivamente gerados com informações sobre a geologia e a geomorfologia com base no mapeamento do INEA de 2010 foi possível identificar as características da área de estudo de acordo com os elementos relacionados.

A composição do mapa geológico (Figura 4) indica, ao norte da área de estudo, a ocorrência da litologia pCIbj – Unidade Bela Joana, que apresenta idade referente ao Pré-Cambriano I, composta basicamente por migmatitos, biotita, quartzo e gnaisses. Ainda de grande expressividade está a formação litológica pCIIsf – Unidade São Fidélis, de idade referente ao Pré-Cambriano II, e está representada por rochas paraderivadas como a sillimanita, cordierita, (muscovita), granada, biotita, ortoclásio, (microclina), plagioclásio gnaisses e migmatitos.

Figura 4. Geologia da Área de Estudo



Fonte: INEA (2010); O Autor (2016)



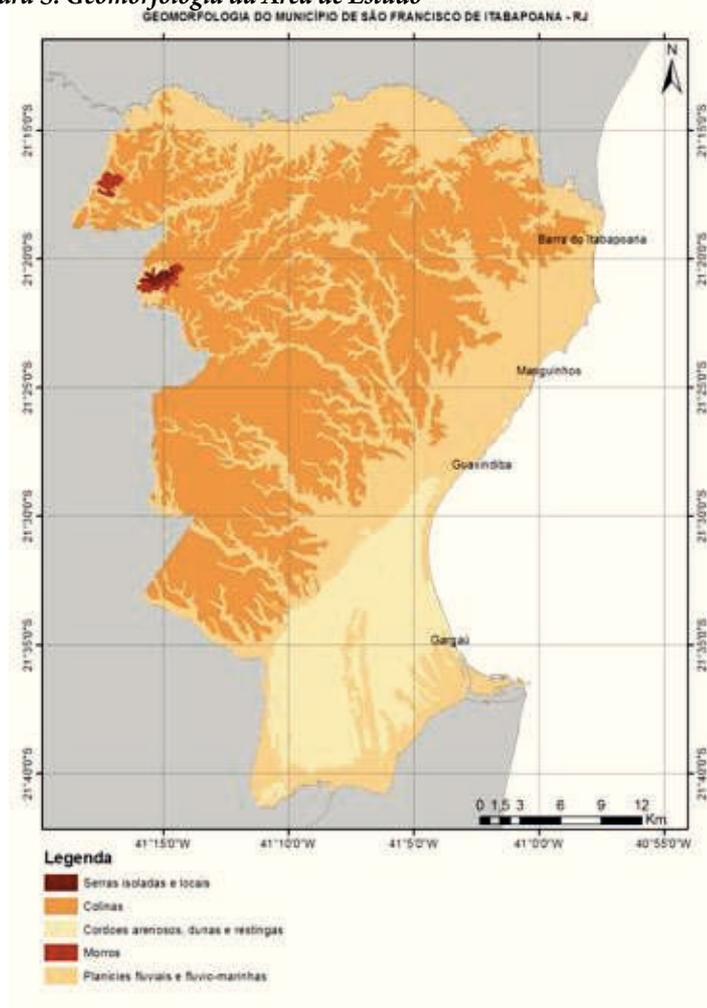
Aspectos da geomorfologia costeira entre a foz dos rios Itabapoana e Paraíba do Sul, norte do estado do Rio de Janeiro

Tayná Batista Gomes, Eduardo Manuel Rosa Bulhões

Ao extremo norte, no extremo sul e em uma faixa central estão os sedimentos fluviais – Q_a, de idade Cenozoica, estando na classificação de unidade quaternária. A parte nordeste e sul é composta por sedimentos litorâneos – Q_c, de idade também Cenozoica e também pertence à unidade quaternária. Toda a região central e uma extensa área da parte nordeste, são constituídas pela Formação Barreiras – T_b, de período cenozoico composto por sedimentos terciários.

No que se refere à geomorfologia (Figura 5), a diversidade vai desde morros e colinas, mesmo que com pouca expressividade, às planícies fluviais e fluviomarinhas. Os cordões arenosos, dunas e restingas estão dispersos na faixa litorânea e se tornam característica principal da parte sul da área de estudo, onde estão evidenciados claramente pelas cristas de praia do setor norte da foz do rio Paraíba do Sul. As planícies fluviais e fluviomarinhas entram desde o litoral a todo município, marcando a influência do rio Itabapoana e seus diversos canais.

Figura 5. Geomorfologia da Área de Estudo



Fonte: INEA (2010); O Autor (2016)



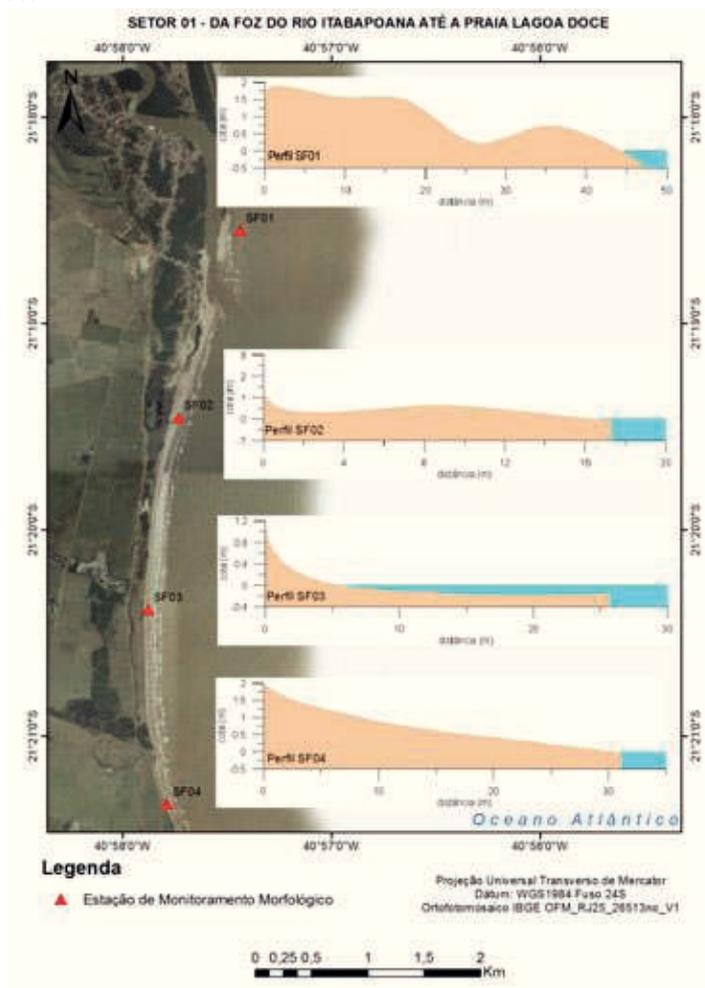
Aspectos da geomorfologia costeira entre a foz dos rios Itabapoana e Paraíba do Sul, norte do estado do Rio de Janeiro

Tayná Batista Gomes, Eduardo Manuel Rosa Bulhões

A Figura 6 apresenta o Setor 01 - Da Foz do Rio Itabapoana até a Praia Lagoa Doce, sendo caracterizado como a porção norte da faixa costeira em estudo. Foram levantadas informações topográficas e granulométricas da faixa de praia em quatro posições, do SF01 ao SF04, sendo o perfil SF01 localizado junto à margem sul (direita) da foz do rio Itabapoana. Este perfil é o único que apresenta características de praia refletiva de baixa energia, basicamente protegido das ondulações pela barra fluvial e com características hidrodinâmicas influenciadas pela foz do rio Itabapoana.

O formato do perfil SF02 apresenta um terraço arenoso incorporado à praia. Foi também identificada uma escarpa na base da duna frontal. Os sedimentos coletados ao longo deste setor são compostos por areias finas (Tabela 1) no geral e desvio padrão que sugere o bom selecionamento, inferindo-se pouca variação em relação ao tamanho dos sedimentos e pouca variação de energia cinética do agente deposicional (ondas).

Figura 6. Localização dos perfis de praia levantados no Setor 1 - Da foz do rio Itabapoana até a Praia Lagoa Doce



Fonte: O Autor (2016)

Aspectos da geomorfologia costeira entre a foz dos rios Itabapoana e Paraíba do Sul, norte do estado do Rio de Janeiro

Tayná Batista Gomes, Eduardo Manuel Rosa Bulhões

Este setor caracteriza-se ainda por perfis de praia com formatos côncavos (SF03 e SF04), de acordo com o definido por Hegge *et al.* (1996). Sugere-se que o formato destes perfis sejam evidências locais do processo de erosão da praia e das falésias ativas neste trecho (Figura 7).

Sobre o recuo das falésias neste setor, a ocorrência de praias arenosas na base das mesmas é determinante para a desaceleração desse processo. Nascimento e Silva (2005) estimaram, através de sobreposição de material cartográfico, taxas de recuo de 3,0 m/ano e 1,7 m/ano respectivamente em falésias diretamente em contato com o mar e falésias precedidas de praias arenosas para as proximidades do perfil SF04. Para os autores, o ativamente do recuo das falésias se dá em períodos de preamar, sobretudo em sizígia. Soma-se a esta informação a ocorrência de empilhamento de ondas por efeitos meteorológicos, sobretudo durante os períodos de “ressacas de nordeste” [grifo nosso].

Figura 7. Características do Perfil SF04. Falésias ativas e marcas do alcance das ondas na preamar



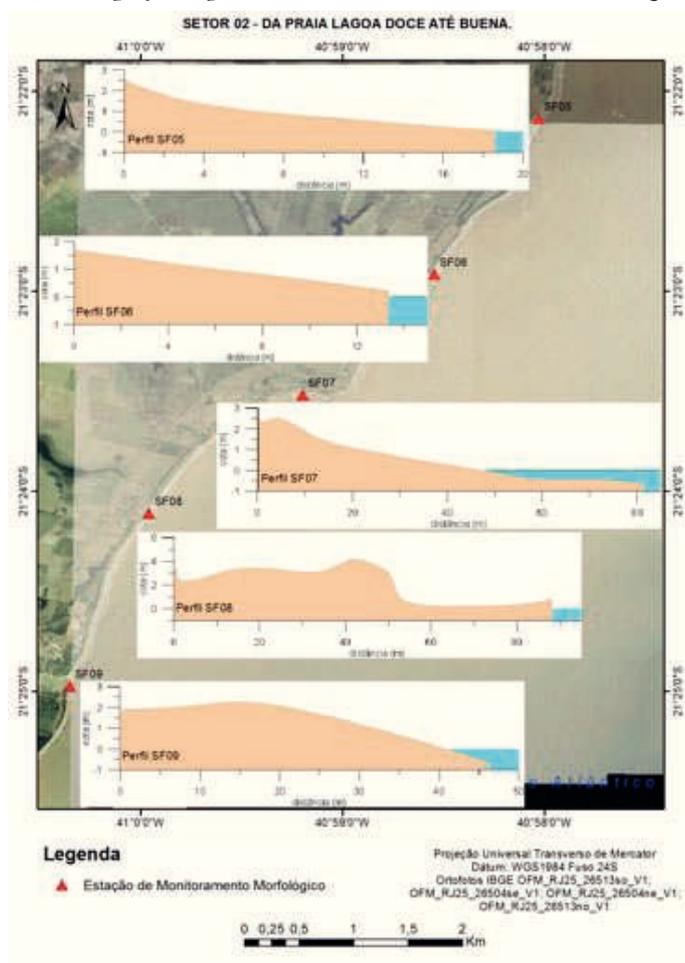
Foto: Eduardo Bulhões (2015)

O Setor 2 - Da Praia Lagoa Doce até Buena (Figura 8) representa a porção centro norte da área de estudo, e para o detalhamento foram levantadas informações topográficas e granulométricas nas posições SF05 até SF09.

Aspectos da geomorfologia costeira entre a foz dos rios Itabapoana e Paraíba do Sul, norte do estado do Rio de Janeiro

Tayná Batista Gomes, Eduardo Manuel Rosa Bulhões

Figura 8. Localização dos perfis de praia levantados no Setor 2 - Da Praia Lagoa Doce até Buena



Fonte: O Autor (2016)

As características dos perfis neste setor são de baixa declividade e moderadamente côncavos (HEGGE *et al.*, 1996) e estão inseridos na faixa geológica de ocorrência dos depósitos da Formação Barreiras e, conseqüentemente, na base das falésias ativas ou ainda em posições marcadas pela ocorrência de concreções ferruginosas (Figura 9) que afloram na base da praia na forma de plataformas de abrasão marinha, e indicam paleoposições e o recuo das falésias representadas no perfil SF06.

Aspectos da geomorfologia costeira entre a foz dos rios Itabapoana e Paraíba do Sul, norte do estado do Rio de Janeiro

Tayná Batista Gomes, Eduardo Manuel Rosa Bulhões

Figura 9. Concreções ferruginosas aflorantes na face da praia. SF06 - Praia da Tatagiba



Foto: Eduardo Bulhões (2015)

As características granulométricas dos perfis SF05 ao SF09 podem ser identificadas na Tabela 1 e indicam areias finas na face da praia, excetuando o perfil SF07 onde as areias são médias. Na berma as areias são também majoritariamente de diâmetro médio.

O grau de seleção das areias da face da praia no setor varia entre moderadamente bem selecionado (SF06, SF08 e SF09), passando por moderadamente selecionado (SF05) a mal selecionado no perfil SF07. Neste último, a ocorrência de areias mal selecionadas e a indicação muito platicúrtica do parâmetro curtose indica uma área de acumulação de sedimentos, possivelmente pela retenção de areias transportadas ao longo do litoral junto à plataforma de abrasão (Figura 10).

Figura 10. Aspecto do Perfil SF07 na baixa-mar



Foto: Eduardo Bulhões (2015)



Aspectos da geomorfologia costeira entre a foz dos rios Itabapoana e Paraíba do Sul, norte do estado do Rio de Janeiro

Tayná Batista Gomes, Eduardo Manuel Rosa Bulhões

Os perfis das posições SF08 e SF09, este último ilustrado na Figura 11, estão localizados em Buena (nome local) e apresentam semelhanças entre si. O formato dos perfis mostra frente de duna escarpada (desnível de 3m) indicando processo erosivo pela ação de ondas esculpindo a base da duna frontal, descrito por Sallenger (2000) como regime colisional, bastante comum para o litoral fluminense (FERNANDEZ *et al.* 2015). A berma e a face da praia apresentam formato suavemente côncavo, o que pode indicar também a supressão de sedimentos por ação de ondas.

Figura 11. Escarpa da duna frontal no perfil SF09



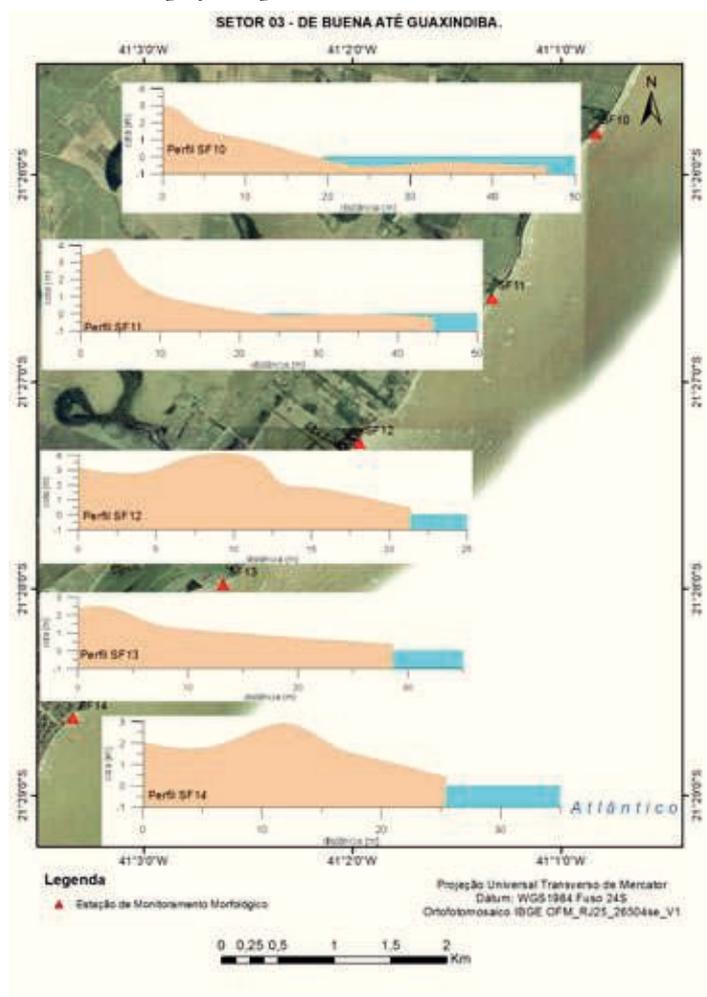
Foto: Eduardo Bulhões (2015)

O setor 3 – De Buena até Guaxindiba – representa a porção centro sul da área de estudo e para o detalhamento foram levantadas informações topográficas e granulométricas da faixa de praia em cinco posições, do perfil SF10 ao SF14, conforme especializadas na Figura 12.

Aspectos da geomorfologia costeira entre a foz dos rios Itabapoana e Paraíba do Sul, norte do estado do Rio de Janeiro

Tayná Batista Gomes, Eduardo Manuel Rosa Bulhões

Figura 12. Localização dos perfis de praia levantados no Setor 03 - De Buena até Guaxindiba



Fonte: O Autor (2016)

No perfil SF10 foram coletadas e analisadas amostras de sedimentos na face da praia, na berma e no topo da duna (Tabela 1). A face de praia é composta por areia muito fina, o que indica baixa energia de ondas, desvio padrão moderadamente bem selecionado e curtose mesocúrtica, evidenciando pequena oscilação em relação à condição padrão de baixa energia hidrodinâmica. Em relação à berma, a areia é média, com desvio padrão moderadamente bem selecionado e curtose mesocúrtica. E no topo da duna, a areia é fina, bem selecionada e curtose também mesocúrtica. Esta tipologia de perfil apresenta característica típica de praia dissipativa de baixa energia com a porção submersa aplainada, areias finas e presença de dunas frontais.

O perfil SF11 localiza-se em Manguinhos (nome local) e tem características semelhantes ao anterior. O perfil de praia apresenta um banco de areia terraciforme seguindo de declive côncavo, similar ao modelo moderadamente côncavo proposto por Hegge *et al.* (1996), o qual à medida que se aproxima da face ganha um caráter mais retilíneo. A duna frontal encontra-se ligeiramente escarpada e projeta-se para cotas de até 4,0 metros (Figura 13).

Aspectos da geomorfologia costeira entre a foz dos rios Itabapoana e Paraíba do Sul, norte do estado do Rio de Janeiro

Tayná Batista Gomes, Eduardo Manuel Rosa Bulhões

Figura 13. Dunas Frontais no Perfil SF11



Foto: Eduardo Bulhões (2015)

No perfil SF12 a face de praia é composta por areia fina, com desvio padrão moderadamente bem selecionado e curtose leptocúrtica. A berma também tem areia fina com desvio padrão muito bem selecionado e curtose leptocúrtica. O topo da duna possui sedimentos finos, bem selecionados e de curtose leptocúrtica. O perfil evidencia características de acumulação, com berma elevada e considerável estoque de sedimentos. Nesta posição indica-se uma transição (em direção ao sul) entre perfis notadamente de características erosivas para perfis com características de acumulação na área de estudo.

O perfil SF13 está na localidade de Guaxindiba (nome local). Nesse ponto foram coletadas amostras na face da praia e na berma. A primeira apresenta areias muito finas, com desvio padrão moderadamente bem selecionado e curtose mesocúrtica. A berma possui areia média, moderadamente selecionada e de curtose platicúrtica. O perfil apresenta inclinação suave e características de baixa energia hidrodinâmica, semelhante aos modelos do tipo aplainados (*flat*), conforme Hegge *et al.* (1996).

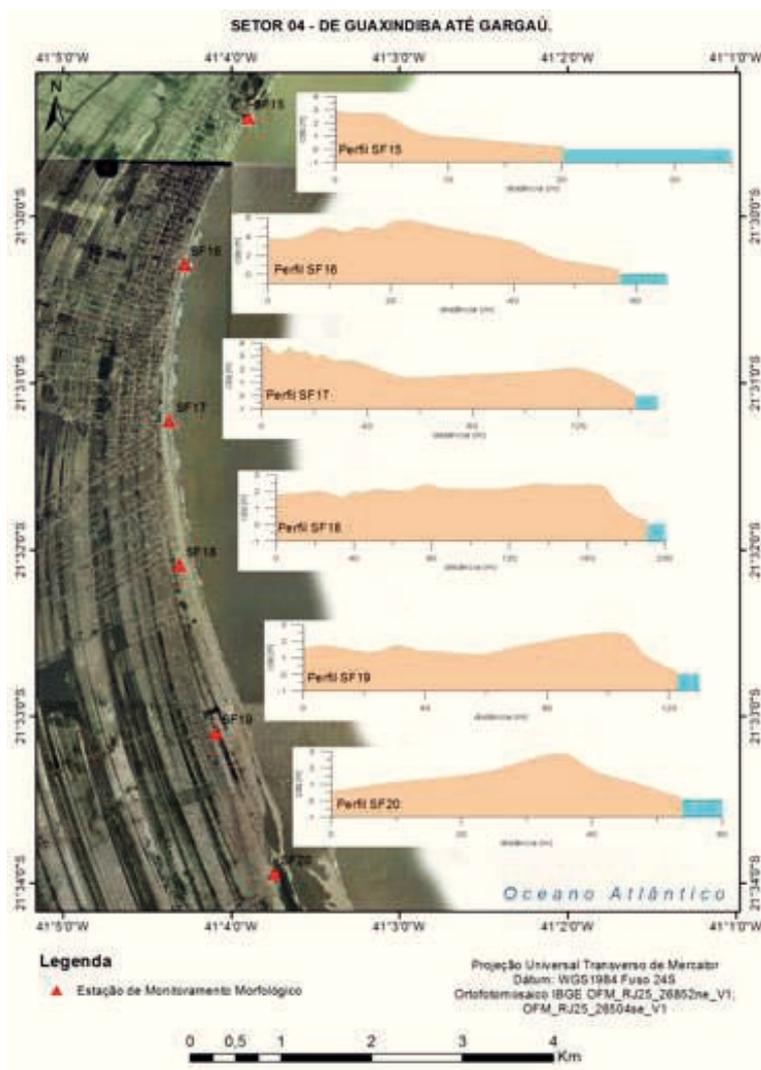
Já no perfil SF14 a face de praia e a berma apresentam areias médias, com desvio padrão moderadamente bem selecionado e curtose mesocúrtica. O perfil evidencia características de acumulação na porção subaérea. As características da zona de surfe indicam praia do tipo intermediária com variação na energia de ondas durante o ano.

O Setor 4 – De Guaxindiba até Gargaú – representa a porção sul da área de estudo e para o detalhamento foram levantadas informações topográficas e granulométricas da faixa de praia em seis posições, do perfil SF15 ao SF20, conforme espacializadas na Figura 14.

Aspectos da geomorfologia costeira entre a foz dos rios Itabapoana e Paraíba do Sul, norte do estado do Rio de Janeiro

Tayná Batista Gomes, Eduardo Manuel Rosa Bulhões

Figura 14. Localização dos perfis de praia levantados no Setor 4 - De Guaxindiba até Gargaú



Fonte: O Autor (2016)

O perfil SF15 localiza-se junto a um canal de maré utilizado pelos pescadores na localidade de Guaxindiba. A face de praia é composta por areias finas, desvio padrão moderadamente selecionado e curtose mesocúrtica. A berma apresenta a mesma composição textural (Tabela 1). No topo da duna a areia é fina, bem selecionada e de curtose leptocúrtica, características típicas de um depósito eólico costeiro. O perfil ilustra a presença da duna frontal levemente escarpada (Figura 15) e erodida por ação de ondas durante os ciclos de preamar.

Aspectos da geomorfologia costeira entre a foz dos rios Itabapoana e Paraíba do Sul, norte do estado do Rio de Janeiro

Tayná Batista Gomes, Eduardo Manuel Rosa Bulhões

.....
Figura 15. Aspectos do Perfil SF15



Foto: Eduardo Bulhões (2015)

O perfil SF16, localizado em Santa Clara (nome local), tem composição de areias finas tanto na face de praia quanto na berma. O desvio padrão é moderadamente bem selecionado e curtose do tipo mesocúrtica. Os sedimentos coletados no topo da duna são areias finas, de desvio padrão bem selecionado e de curtose mesocúrtica. O perfil de praia em sua porção ativa evidencia maior volume de acumulação. As dunas frontais se projetam acima de 4 metros o que mostra claramente a tendência de áreas de agradação do litoral (Figura 14).

O perfil SF17 tem na composição da face de praia areias médias, moderadamente selecionadas e de curtose mesocúrtica. A berma apresenta areias grossas, desvio padrão moderadamente bem selecionado e curtose leptocúrtica. O topo da duna apresenta areia média, desvio padrão moderadamente bem selecionado e curtose mesocúrtica. Os perfis ativos da praia neste setor 4 mostram-se os mais extensos (>100 m) indicando acumulação ou progradação. Existem dunas frontais vegetadas elevadas à cota de 4,0 metros, o que mostra estabilidade do perfil.

O perfil SF18 apresenta face de praia composta por areia média, desvio padrão moderadamente selecionado e curtose platicúrtica. A berma possui areia média, moderadamente bem selecionada e curtose leptocúrtica. O topo da duna é formado por areias médias, moderadamente bem selecionadas e curtose mesocúrtica. O perfil de praia apresenta elevado estoque de sedimentos e características típicas de acumulação e progradação costeira. Este setor inteiro encontra-se na planície de cristas de praia ao norte do rio Paraíba do Sul, o que justifica esta tipologia dos perfis. A acumulação sucessiva de bancos arenosos submersos que se projetam em direção à praia emersa, descrito por Vasconcelos (2010 e 2016) como característica do processo evolutivo deste segmento do litoral, explica as características deste perfil e do setor 4 como um todo.

O ponto SF19 está localizado em Gargaú (nome local). Tanto a face de praia quanto a berma são formadas por areias médias, desvio padrão moderadamente selecionado e curtose mesocúrtica. O perfil apresenta berma elevada em função da ação das ondas dispensar sua



Aspectos da geomorfologia costeira entre a foz dos rios Itabapoana e Paraíba do Sul, norte do estado do Rio de Janeiro

Tayná Batista Gomes, Eduardo Manuel Rosa Bulhões

energia diretamente na face da praia, formando uma rampa e facilitando a acumulação. As características de declividade da face da praia corroboram o perfil de características refletivas.

Por fim, o perfil SF20, também em Gargaú, está junto a um dos canais de maré do rio Paraíba do Sul. A face de praia possui areia média, com desvio padrão moderadamente selecionado e curtose mesocúrtica. Na berma as características texturais são idênticas. O perfil representa um depósito arenoso em forma de pontal (*spit*) que evoluiu a partir de barras submersas. Este se conecta ao continente e isola lagunas à retaguarda. Este processo identificado por Vasconcelos (2010) pode passar por outras fases assumindo formas de ilhas barreiras (quando rompidos por ação de ondas) ou evolui como barreira-laguna. O processo de transposição de ondas (*overwash*) promove a migração desta feição em direção ao continente até que esta promova a colmatção das lagunas à retaguarda e se deposite finalmente na forma de crista de praia. Vasconcelos (2016) identifica com base em métodos topográficos e cronoestratigráficos nesta área (Setor 4) o que chama de “padrão assimétrico de sedimentação deltaica” e encontra para os últimos 310 anos taxas de 7,26m por ano de progradação da planície de cristas de praia basicamente pelo aumento no aporte de sedimentos provenientes do rio Paraíba do Sul.

Tabela 1. Parâmetros estatísticos utilizados para as análises dos pontos de coleta e geração dos perfis e histogramas

Nome	Face			Berma			Topo Duna		
	Média	Desvio Padrão	Curtose	Média	Desvio Padrão	Curtose	Média	Desvio Padrão	Curtose
SF01	2,69	0,491	1,623	2,48	0,337	0,74			
SF02	2,418	0,56	1,162	1,905	0,649	1,015	2,045	0,532	1,087
SF03	2,963	0,455	1,002	2,752	0,378	1,322			
SF04	2,882	0,509	1,209	2,848	0,427	1,428			
SF05	2,747	0,824	1,809	1,739	0,517	1,012			
SF06	2,497	0,607	1,297	2,089	0,436	1,094	2,671	0,465	1,126
SF07	1,766	1,962	0,642	2,56	0,53	1,092			
SF08	2,92	0,496	1,039	1,602	0,57	0,952	2,156	0,61	1,108
SF09	2,943	0,517	1,046	1,308	0,78	1,012	0,733	0,488	1,138
SF10	3,105	0,528	0,992	1,605	0,626	1,021	2,451	0,417	1,001
SF11	2,732	0,821	1,375	1,529	0,618	1,052	2,573	0,404	0,949
SF12	2,15	0,541	1,248	2,243	0,275	1,469	2,213	0,37	1,438
SF13	3,144	0,532	1,001	1,814	0,887	0,822			
SF14	1,632	0,608	0,915	1,682	0,635	0,954			
SF15	2,186	0,793	0,971	2,473	0,502	1,108	2,218	0,481	1,411
SF16	2,276	0,562	0,997	2,207	0,629	0,958	2,524	0,433	1,016
SF17	1,736	0,753	0,993	0,034	0,587	1,383	1,888	0,508	0,972
SF18	1,167	0,755	0,84	0,119	0,683	1,257	1,308	0,57	0,923
SF19	1,698	0,715	0,977	0,932	0,973	0,97			
SF20	1,197	0,734	0,951	0,83	0,543	1,069			

Fonte: O Autor (2016)



Aspectos da geomorfologia costeira entre a foz dos rios Itabapoana e Paraíba do Sul, norte do estado do Rio de Janeiro

Tayná Batista Gomes, Eduardo Manuel Rosa Bulhões

5 Conclusões

A questão central que norteou este trabalho foi caracterizar de forma detalhada a faixa de praia da área de estudo, sobretudo para suprir o baixo volume de pesquisas para esse segmento do litoral no que diz respeito à morfologia costeira. Neste aspecto, a principal interlocução foi com os trabalhos de Nascimento e Silva (2005), que monitoram o recuo das falésias no setor 1; e Vasconcelos (2010, 2016), que estudaram a evolução da planície de cristas de praia no setor 4.

A partir da identificação das características geológicas e geomorfológicas e da análise de dados primários como perfis topográficos e composição granulométrica do sistema praia-duna, cabe destacar a ocorrência de dunas frontais, agradadas a cotas de 3 a 4 m em mais da metade dos perfis levantados. Em um litoral com o predomínio de sedimentos finos (Tabela 1) e sob influência de ventos reinantes e dominantes do quadrante NE, estas feições são representativas de boa parte da proteção natural da linha de costa sobre os efeitos de transposição de ondas e, até o momento, não se encontram descritas na literatura sobre o litoral fluminense.

Adicionalmente, é possível destacar alguns outros aspectos peculiares neste pequeno trecho do litoral norte fluminense. Tal peculiaridade se dá basicamente pela transição entre depósitos de idades geológicas distintas que compõem a linha de costa. Os depósitos associados à formação Barreiras, localizada ao norte do segmento (setores 1 e 2), evidenciam depósitos terciários sendo esculpido pelo mar e promovendo aporte de sedimentos para a zona costeira. A ocorrência de falésias ativas comprova que esse trecho da linha de costa ainda está em processo de retrogradação a taxas de até 3,0 m/ano (NASCIMENTO; SILVA, 2005). Já ao Sul, as cristas de praia que continuam a se incorporar à faixa de praia em taxas elevadas, sempre acima de 5 m/ano nos últimos 1.000 anos, conforme evidenciado por Vasconcelos (2016), faz parte dos depósitos quaternários (planície fluviomarinha) e evidenciam um trecho da linha de costa (setor 4) em pleno e acentuado processo de progradação, associado diretamente à sedimentação da foz do rio Paraíba do Sul.

Foi possível demonstrar que os resultados indicados pelos dados primários coletados para este trabalho são diagnósticos desta transição entre áreas de erosão e acumulação (associados à retrogradação e progradação da linha de costa), uma vez que os perfis de praia que apresentam curvas côncavas, e ainda as áreas nas quais há escarpamento das dunas frontais se concentram ao norte (SF02 ao SF13) e os perfis dos pontos de coleta ao sul, apresentam características usualmente convexas (SF14 ao SF20), perfis ativos mais extensos e praias íngremes o que indica acumulação sucessiva de sedimentos, concordantes com modelo citado (VASCONCELOS, 2010) de formação de barras arenosas que se acumulam e migram em direção ao continente para a formação das cristas de praia.



Aspectos da geomorfologia costeira entre a foz dos rios Itabapoana e Paraíba do Sul, norte do estado do Rio de Janeiro

Tayná Batista Gomes, Eduardo Manuel Rosa Bulhões

Referências

BARBIÈRE, E. B. Cabo Frio e Iguaba Grande, dois microclimas distintos a um curto intervalo espacial. In: LACERDA, L.D.; CERQUEIRA, R.; TURCO, B. (org.). *Restingas: Origem, Estrutura, Processos*. Niterói: CEUFF, 1984. p. 3-12.

BLOTT, S. J.; PYE, K. Gradstat: A Grain Size Distribution and Statistics Package for the Analysis of Unconsolidated Sediments. *Earth Surface Processes and Landforms*, v. 26, p. 1237-1248, 2001.

BULHÕES, E. M. R. *Exposição de Praias, Clima de Ondas e Processos Litorâneos em Praias de Enseada: Exemplos e Aplicações em Armação dos Búzios, Rio de Janeiro, Brasil*. Niterói: UFF, Instituto de Geociências, 2011.

CASSAR, J. C. M.; NEVES, C. F. Aplicação das rosas de transporte no litorâneo à costa norte fluminense. *Caderno de Recursos Hídricos. RBE*, v. 11, n. 1, p. 81-106, 1993.

COELHO, A. L. N.; FREIRE, A. L. O. Geomorfologia e planejamento socioambiental na planície do rio Itabapoana RJ, ES. *Revista Geonorte*, Edição Especial 4, v.10, n.1, p. 438-443, 2014. ISSN 2237-1419.

COSTA, G. *Caracterização Histórica, Geomorfológica e Hidráulica do Estuário do Rio Paraíba do Sul*. 1994. Dissertação (Mestrado) - COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, 1994.107p.

FERNANDEZ, G. B. *et al.* Impactos Morfológicos e Resiliência das Praias do Litoral do Rio de Janeiro: Referência Especial à Morfodinâmica Praial. In: PAULA, D.P.; DIAS, J.A. (orgs.). *Ressacas do Mar/Temporais e Gestão Costeira*. 1ª. ed. Fortaleza: Editora Premium, 2015. 448 p.

FOLK, R. L.; WARD, W. C. Brazos River Bar: A Study in the Significance of Grain Size Parameters. *Journal of Sedimentary Petrology*, v. 27, p. 3-26, 1957.

GUSMÃO, L. A. B. *Transpasse de sedimentos na praia da Barra do Furado*. 1990. Monografia (Graduação) - Departamento de Hidráulica e Saneamento, Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1990. 210 p.

HEGGE, B.; ELIOT, I.; HSU, J. Sheltered Sandy Beaches of Southwestern Australia. *Journal of Coastal Research*, v. 12, n. 3, p. 748-760, 1996.

KOWSMANN, R. O.; COSTA, M. A. *Sedimentação Quaternária da Margem Continental Brasileira e das Áreas Oceânicas Adjacentes*. Rio de Janeiro: PETROBRAS, CENPES, DINTEP, 1979. 55 p. (Série Projeto REMAC, 8).

MARTIN, L. *et al.* *Geologia do Quaternário Costeiro do Litoral Norte do Rio de Janeiro e do Espírito Santo*. Belo Horizonte: CPRM, FAPESP, 1997.

MOREIRA, P. S. C. *Estudo do processo de progradação da planície costeira ao norte da foz do rio Paraíba do Sul, RJ*. 1998. Dissertação (Mestrado em Geologia e Geofísica Marinha) - LAGEMAR, Universidade Federal Fluminense, 1998. 81 p.



Aspectos da geomorfologia costeira entre a foz dos rios Itabapoana e Paraíba do Sul, norte do estado do Rio de Janeiro

Tayná Batista Gomes, Eduardo Manuel Rosa Bulhões

MUEHE, D. O litoral brasileiro e sua compartimentação. In: CUNHA, S. B.; GUERRA, J. T. (org.). *Geomorfologia do Brasil*. 3ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003. p. 274-349.

MUEHE, D.; ROSO, R. H.; SAVI, D. C. Avaliação de método expedito de determinação do nível do mar como datum vertical para amarração de perfis de praia. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, v. 4, n. 1, p. 53-57, 2003.

MURILLO, V. C. *Distribuição sedimentar na plataforma continental interna e suas implicações para o desenvolvimento das cristas de praia na desembocadura do rio paraíba do sul*. 2008. 97 f. Dissertação (Mestrado em Geologia e Geofísica Marinha) - Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2008.

NASCIMENTO, K. A.; SILVA, C. G. Caracterização do Processo de Erosão Marinha nas Falésias da Ponta do Retiro, Litoral Norte do RJ. In: CONGRESSO DA ABEQUA, 10., 2005, Guarapari, ES. *Anais* [...].

NUNES, F. C.; SILVA, E. F. *Grupo Barreiras: características, gênese e evidências de neotectonismo*. Dados eletrônicos. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011. 31 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, Embrapa Solos).

PINHO, U. F. *Caracterização do estado do mar na Baía de Campos*. 2003. 145 f. Dissertação (Mestrado) - COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2003.

PONÇANO, W. L.; GIMENEZ, A. F.; FULFARO, V. J. Sedimentação Atual na Baía de Sepetiba, Estado do Rio de Janeiro: Contribuição à Avaliação de Viabilidade Geotécnica da Implantação de um Porto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA, 1., 1976, Rio de Janeiro. *Anais* [...]. v.2, p. 111-139.

ROCHA, T. B. *Morfodinâmica costeira e gestão de orla marítima em costa sob influência fluvial: borda meridional do atual delta do Rio Paraíba do Sul, RJ*. 2009. 141 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2009.

SAHU, B. K. Depositional Mechanisms From the Size Analysis of Clastic Sediments. *Journal of Sedimentary Petrology*, v. 34, n.1, p. 73-83, 1964.

SALLENGER, A. H. Storm Impact Scale for Barrier Islands. *Journal of Coastal Research*, v. 16, n. 3, p. 890-895, 2000.

SANTOS, R. A. *Processos de Erosão e Progradação entre as praias de Atafona e Grussaí, RJ*. 2006. 48 p. Monografia (Graduação em Geografia) - UFF, Niterói, 2006.

SILVA, C. G. Complexo Deltaico do Rio Paraíba do Sul (Roteiro de Excursão Geológica). In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA REGIONAL RJ-ES, 1., 1987, Rio de Janeiro. *Anais* [...]. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Geologia, Núcleo RJ/ES, 1987. p. 299-346.

SILVEIRA, J. D. Morfologia do litoral. In: AZEVEDO, A. (ed.) *Brasil, a terra e o homem*. São Paulo: Cia. Editora Nacional, 1964. p. 253-305.

SOUZA, M. H. S. *Clima de ondas ao norte do estado do Rio de Janeiro*. 1988. Dissertação (Mestrado) - COPPE, UFRJ, Rio de Janeiro, 1988. 181 p.



Aspectos da geomorfologia costeira entre a foz dos rios Itabapoana e Paraíba do Sul, norte do estado do Rio de Janeiro

Tayná Batista Gomes, Eduardo Manuel Rosa Bulhões

.....

SOUZA, T. A.; BULHÕES, E.; AMORIM, I. B. S. Ondas de Tempestade na Costa Norte Fluminense. *Quaternary and Environmental Geosciences*, v. 6, n.02, p. 10-17, 2015.

VASCONCELOS, S. C. *Evolução morfológica das barreiras arenosas ao norte da desembocadura do rio Paraíba do Sul, RJ*. Dissertação (Mestrado) – UFF, Niterói, 2010. 180 f.

VASCONCELOS, S. C. *Morfoestratigrafia da planície costeira ao norte do rio Paraíba do Sul, RJ*. 2016. 186 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2016.

