



www.ugb.org.br
ISSN 2236-5664

Revista Brasileira de Geomorfologia

v. 17, nº 2 (2016)

<http://dx.doi.org/10.20502/rbg.v17i2.722>



DISTRIBUIÇÃO SAZONAL DOS SEDIMENTOS NA PRAIA DO FAROL, ILHA DO CABO FRIO, ARRAIAL DO CABO, RIO DE JANEIRO

SEASONAL SEDIMENT DISTRIBUTION AT FAROL BEACH, CABO FRIO ISLAND, ARRAIAL DO CABO, RIO DE JANEIRO

Patrícia Quadros

*Departamento de Geologia e Paleontologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro
Quinta da Boa Vista, s/n, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, CEP: 20.940-090, Brasil
Email: patriciaquadros@gmail.com*

João Wagner de Alencar Castro

*Departamento de Geologia e Paleontologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro
Quinta da Boa Vista, s/n, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, CEP: 20.940-090, Brasil
Email: jwcastro@gmail.com*

Eliane Guedes

*Departamento de Geologia e Paleontologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro
Quinta da Boa Vista, s/n, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, CEP: 20.940-090, Brasil
Email: eguedes@mn.ufrj.br*

Victor César Ribeiro Pereira

*Departamento de Geologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro
Av. Athos da Silveira Ramos, 274, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, CEP: 21.949-900, Brasil
Email: victor.cesar.pereira@gmail.com*

Informações sobre o Artigo

Recebido (Received):
27/02/2016
Aceito (Accepted):
16/04/2016

Palavras-chave:

Análise Granulométrica;
Distribuição Espacial de
Amostras; Dinâmica Costeira.

Keywords:

Granulometric Analysis; Spatial
Sampling Distribution; Coastal
Dynamic.

Resumo:

Praias podem ser definidas como depósitos de material inconsolidados localizados na interface entre o mar e terra ou podem estar relacionadas a corpos aquosos de grandes proporções. A Ilha do Cabo Frio, localizada no município de Arraial do Cabo, extremo leste do Estado do Rio de Janeiro, é constituída por rochas alcalinas sieníticas e ortognaisses e um único depósito de praia. O presente trabalho tem como principal objetivo a caracterização dos sedimentos de praia da Ilha do Cabo Frio sob o ponto de vista sedimentológico e sazonal, utilizando o software ArcGIS Desktop 10.2 para facilitar a visualização dos resultados obtidos. O método de trabalho utilizado abrangeu as seguintes fases: 1) Pesquisa bibliográfica sobre a geologia local, eventos climáticos e padrões de correntes; 2) Trabalho de campo para coleta de amostras de sedimento de praia, distribuídos nas faces de ante-praia, praia e pós-praia. Foram coletadas 42 amostras no total, sendo destas 21 no período inverno (agosto/2013) e 21 no período de verão (março/2014); 3) Processamento do material coletado onde foram feitos estudos granulométricos por processos de peneiramento e visualização e interpretação dos resultados no SEDIGRAPH; 4)

Criação de mapas com a distribuição granulométrica dos sedimentos nos períodos de inverno e verão. Os resultados obtidos apontam para uma predominância de material tamanho areia média bem selecionada na etapa de inverno e de tamanho areia fina moderadamente bem selecionada na etapa verão. A ocorrência de material mais grosso no período de inverno pode estar relacionada há uma maior concentração de frentes frias com frequentes incidências de ondas provenientes de sudeste e sudoeste, enquanto no período de verão predomina a ação de ondas de nordeste, que desempenham um importante papel na seleção do grão. As ondas de sudeste e sudoeste também favorecem o transporte de sedimentos em direção a nordeste da praia do Farol fazendo com que esta seja mais espessa neste seguimento. Já as ondas de nordeste incidem com ligeiro ângulo de ataque sobre a praia, gerando correntes que remobilizam os sedimentos da ante-praia e da face de praia em direção ao segmento sudoeste. Podemos concluir, para os sedimentos de praia da Ilha do Cabo Frio, que sua distribuição sazonal e seleção está relacionada diretamente aos eventos climáticos que ocorrem na região assim como as correntes de mobilização locais.

Abstract:

Beach areas can be defined as deposits of unconsolidated sediments located in the ocean/land interface or deposits related to extensive bodies of water. The Cabo Frio Island, located in Arraial do Cabo County east of Rio de Janeiro State, is composed of syenite and alkaline rocks, orthogneiss and a single beach deposit. This present work has as principal objective the textural characterization of beach sediments in Cabo Frio Island using their sediment distribution and seasonal differences and adopting the ArcGIS Desktop10.2 software for easy viewing of results. The work method was divided in the following phases: 1) bibliographic survey focus on local geology, climatic events and local currents; 2) Field trips for sediments sample collection, distributed in shoreface, foreshore and backshore. 42 samples were collected as a total, 21 samples during 21 during winter season (August/2014) and summer season (March/2014); 3) Granulometric analysis by sieving processes and data processing performed by SEDIGRAPH; 4) Production of maps with sediments granulometric distribution during winter and summer. The results point to predominance of medium grain sands with well selected material during winter and fine grain sands moderately well selected during the summer. The predominance of this coarse material during the winter can be related to cold fronts, who are concentrated during this period and responsible for waves from southeast and southwest while during the summer waves from northeast are predominant and represent a good tool in grain size selection. Also, southeast and southwest waves are important agents in sediment transportation, making the northeast segment of Farol beach thicker. Northeast waves, on the other view, reach beach areas in an oblique angle and are responsible for currents that remobilize the sediments in shoreface and foreshore in direction to southeast segment. We can conclude for this research area that the seasonal distribution and selection are strictly related to climatic events that are present in the region as local currents.

1. Introdução

As praias são depósitos de materiais inconsolidados, como areia e cascalho, formados na interface entre a terra e o mar ou outro corpo aquoso de grandes dimensões como por exemplo, rios e lagos. Conforme CASTRO *et al* (2011), como as praias são regiões extremamente dinâmicas, suas características morfológicas refletem o agente modificador predominante e os atributos dos sedimentos que as compõem, principalmente a granulometria, normalmente arenosa.

As características texturais dos sedimentos de praia são decorrentes de uma complexa interação entre a fonte dos sedimentos, a energia do clima de ondas, a maré e o gradiente da plataforma continental (KOMAR,

1998). Inúmeras são as discussões e trabalhos que buscam ampliar o conhecimento sedimentológico das praias, principalmente no que diz respeito a distribuição granulométrica decorrente da dinâmica do transporte induzido por ondas. Encontrar melhores formas para expressar os processos deposicionais costeiros tem sido a tônica predominante em relação aos fatores sedimentológicos e oceanográficos que desencadeiam esses processos (SILVA, 2009). No presente trabalho se associa o conceito de praia unicamente a praia emersa.

Na plataforma continental interna do entorno da Ilha do Cabo Frio, registra-se em geral, a presença de areias de granulometria predominantemente de fina à média. Via de regra, os sedimentos mais finos ocorrem

nas partes mais abrigadas e os sedimentos mais grossos nas áreas de maior circulação das correntes de deriva litorânea. Os registros das alterações dos padrões de distribuição dos sedimentos evidenciam flutuações no sentido preferencial do transporte, principalmente ao longo do eixo do canal do Boqueirão, enseada dos Anjos (SILVA, 2009). Neste contexto, o presente trabalho tem como objetivo estudar a dinâmica sedimentar e a distribuição sazonal dos sedimentos da praia do Farol, Ilha do Cabo Frio. Através do programa computacional *SEDI-GRAPH* determinou-se o tamanho dos grãos e o grau de seleção dos sedimentos que constituem à área estudada. Analisou-se também a atuação dos agentes erosivos e

deposicionais durante períodos de curto prazo (*short term*) inverno (agosto / 2013) e verão (março / 2014).

2. Caracterização da Área

2.1. Localização

A área localiza-se no município de Arraial do Cabo, segmento costeiro leste do Estado do Rio de Janeiro, Latitudes: 22°56'S-023°01'S e Longitudes 41°58'W - 42°. A Ilha do Cabo Frio apresenta cerca de 6,5 km², o ponto mais alto atinge altitude 395 m acima do nível do mar. A figura 1 apresenta a localização da área de estudo no contexto do litoral do Estado do Rio de Janeiro.

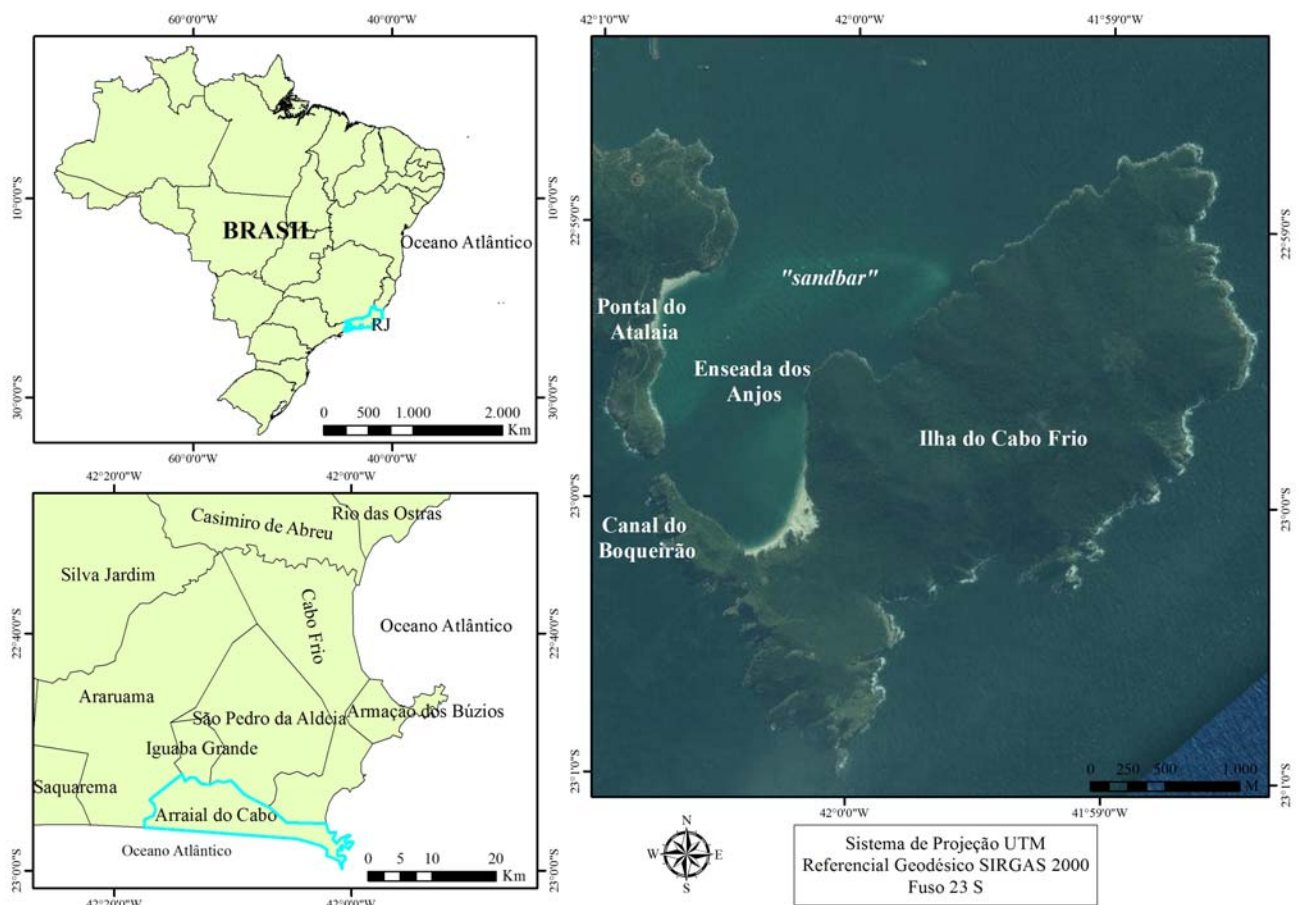


Figura 1 - Mapa de localização da área de estudo no contexto do Estado do Rio de Janeiro.

2. Geologia e Geomorfologia

A área de estudo insere-se no Domínio Tectônico de Cabo Frio, Segmento Central da Faixa Ribeira (HEILBRON *et al.*, 2004). Conforme trabalho desenvolvido por SCHMITT (2001), esse domínio é constituído por um embasamento do Paleoproterozóico intercalado tectonicamente com metassedimentos e anfíbolitos mais

juvenes. Segundo OLIVEIRA *et al.* (2014) a Ilha do Cabo Frio é constituída por corpo intrusivo principal, alongado na direção NE-SW, cortado por diversos diques de direção NE-SW, encaixados em rochas do embasamento constituído por ortognaisse. A intrusão é formada por sienito e nefelina-sienito pouco intemperizado.

A geomorfologia caracteriza-se por sua feição

alongada, ocupando uma área de aproximadamente 6,5 km². Os dois pontos mais elevados alcançam uma altitude de aproximadamente de 395 m e 260 m (SAVI, 2005). Caracteriza-se por ser uma região de clima quente com períodos secos e regime de ventos intensos, gerando o fenômeno da ressurgência (FONSECA, 2012). A praia do Farol, é a única encontrada na ilha. Nas outras áreas predominam paredões e escarpas íngremes. Na praia, observa-se um campo de dunas escalonares denominado por CASTRO *et al* (2003) como *climbing dunes*. Esse sistema eólico caracteriza-se por ventos unimodais provenientes do quadrante nordeste. Frontal ao campo de dunas identificou-se quatro alinhamentos de rochas de praia (*beachrocks*), pouco expressivo, muito próximo uns aos outros com cimentação carbonática marinha composta por franja de aragonita (CASTRO *et al*, 2014). Os dois primeiros encontram-se emersos, entre o zero atual e a altitude de 1,5 m, enquanto, os outros dois, apresentam-se submersos entre as cotas batimétricas de -2,0 a -4,5 m (CASTRO *et al* 2012).

A plataforma continental entre Cabo Frio e Armação de Búzios caracteriza-se pela ausência de desembocaduras fluviais. BAPTISTA FILHO (1994) apresenta resultados de estudos granulométricos em sedimentos da plataforma continental interna dessa região. Registra-se principalmente concentrações de frações finas nas partes rasas. Essas características são incomuns em ambientes marinhos submetidos a agitação de ondas. Tal fato deve-se à presença de ilhas costeiras, gerando zonas de sombra com menos energia. Conforme MUEHE & VALENTINI (1998), a plataforma continental interna da região entre o cabo Búzios e o cabo Frio é recoberta por areia de granulometria média a fina e por uma estreita faixa de lama que se estende nas proximidades da isóbata de 20 metros, entre Macaé e o embaiamento Búzios - Cabo Frio

2.3. Clima de ondas e processos litorâneos

Trabalhos desenvolvidos anteriormente na Baía de Campos definem o clima de ondas predominante como de tempo bom, com ondulações variando no quadrante nordeste e ocorrências de marulhos (*swell*) provenientes de Anticiclones do Atlântico Sul - AAS (DIAS *et al*, 2014). Associam-se com sistemas frontais e frentes frias polares de direção leste-sudeste (PEREIRA, 2008). Os sistemas frontais alteram as condições meteorológicas e maregráficas da região, influenciando

diretamente os padrões de circulação oceânica, modificando o estado de mar. Tais sistemas modificam o padrão volumétrico, o D⁵⁰ (diâmetro mediano do grão) e o perfil de praia (CASTRO, *et al*, 2011). Os dados referentes ao clima de ondas da região obtidos através da Marinha do Brasil correspondentes a Baía de Campos, entre os períodos de 1963 e 1999, evidenciam frequentes trens de ondas de nordeste com períodos (t) de 6 a 2 s e alturas (h) de 1,5 a 2,0 m (SILVA, 2009).

O transporte longitudinal de sedimentos (*longshore current*) é resultante do ataque oblíquo de ondas na zona de arrebatção. O transporte transversal é responsável por alterar os perfis das praias, mensurados de forma bi-dimensional entre a distância *offshore* x altura (USACE, 1995). Conforme energia do ambiente praias, ocorre transporte de sedimentos em direção ao mar (erosão) ou em direção a face de praia (deposição), modelando assim, a morfologia da praia (CASTRO *et al*, 2011). Outro importante processo de transporte transversal é resultante da ação de correntes de retorno (*rip currents*). Esse processo hidrodinâmico caracteriza-se por fluxos posicionados normal ou obliquamente em direção a ante - praia e/ou zona de surfe. Na Enseada dos Anjos os padrões de distribuição dos sedimentos alteram-se com muita rapidez, geralmente em função de variações do clima de ondas, predominantemente de nordeste (FONSECA, 2012). Em 2006 verificou-se áreas de assimetria negativa correspondentes aos sedimentos mais grossos e em 2007 observou-se assimetrias positivas com predomínio de material mais fino no mesmo ponto de monitoramento. Conforme SILVA (2009), essas situações granulométricas refletem condições alternadas de circulação. Sedimentos de assimetrias negativas podem significar circulação mais intensa. A remobilização dos sedimentos mais finos, em geral, representa eventos erosivos, em contrapartida com o predomínio de sedimentos de assimetria positiva, evidenciando-se processos deposicionais.

Segundo SILVA (2009), o regime de maré caracteriza-se como do tipo assimétrica, semi-diurna com desigualdade. Os registros do marégrafo do Porto do Forno em Arraial do Cabo, remontam os últimos 25 anos. O nível do mar durante esse período, permaneceu estável. A amplitude de maré é de aproximadamente 1,0 m. Fatores meteorológicos como variações da pressão atmosférica e ventos podem causar elevação ou rebaixamento do nível relativo do mar. Assim sendo, as preamares e baixa-mares podem atingir níveis maiores

ou menores que as previstas nas tábuas de maré. Na região de estudo ocorre o fenômeno oceanográfico da ressurgência costeira. Esse fenômeno é gerado por ventos de nordeste, produzidos por um centro atmosférico de alta pressão, semi-permanente sobre o Oceano Atlântico Sul, aflorando águas frias ricas em nutrientes.

3. Materiais e Métodos

A metodologia constou de quatro etapas distintas: 1) etapa de gabinete, 2) etapa de campo, 3) etapa de laboratório e 4) etapa de geoprocessamento. Durante a primeira etapa foram realizadas pesquisas bibliográficas sobre a geologia local, eventos climáticos e padrões

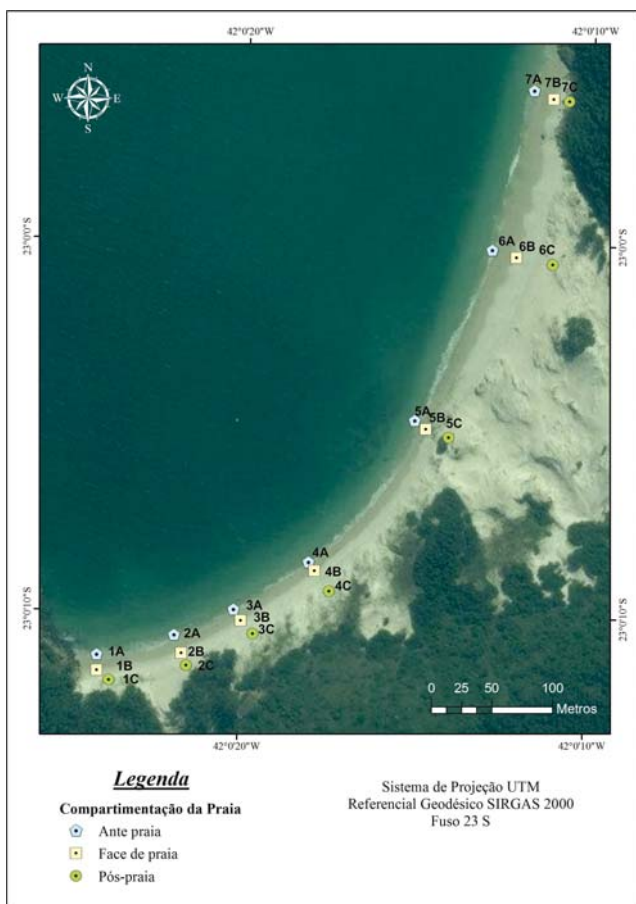


Figura 2 - Mapa de localização dos pontos de coleta de amostras na Praia do Farol.

de correntes. Para realização da segunda etapa foi elaborado um mapa base visando delimitar os pontos de coleta de sedimentos durante o inverno (agosto / 2013) e verão (março / 2014). Nessa etapa foram coletadas um total de 42 amostras, sendo 21 no inverno e 21 no verão. As amostras emersas foram coletadas na face

da praia e na pós-praia, enquanto, as submersas foram coletadas na ante-praia (Figura 2). A posição geográfica dos pontos de coleta emersos e submersos foi definida através de rastreador geodésico GPS Pró Mark 2.0. Após a coleta, o material foi armazenado em sacos plásticos devidamente etiquetados, onde realizou-se uma avaliação preliminar a fim de garantir a descrição conforme época da coleta.

A terceira etapa, que consistiu nas caracterizações texturais, foi realizada no Laboratório de Geologia Costeira, Sedimentologia e Meio Ambiente - LAGE-COST do Departamento de Geologia e Paleontologia do Museu Nacional - UFRJ, conforme adaptação da metodologia proposta por SUGUIO (1973). Foram adotados os seguintes procedimentos: **Pesagem da amostra úmida:** utilizando a balança de precisão semi-analítica Shimadzu – BL 3200H, as amostras foram pesadas, tendo assim o peso das amostras com umidade. **Remoção de sais solúveis:** as amostras foram lavadas com água filtrada para a retirada do sal, evitando assim, a agregação dos grãos durante o processo de secagem. **Secagem:** foram colocadas na estufa a uma temperatura média de 60° C por cerca de 6 horas, até a completa eliminação da água. **Pesagem da amostra seca:** utilizando a mesma balança de precisão, após a secagem as amostras foram pesadas, obtendo assim o peso das amostras sem a umidade. **Peneiramento:** as amostras foram colocadas em um jogo de peneiras e deixadas no vibrador durante 15 minutos. **Pesagem das frações obtidas em cada peneira:** o material retido em cada peneira foi pesado na balança de precisão eletrônica e os resultados anotados em tabelas granulométricas. Anotou-se em tabelas granulométricas os parâmetros estatísticos de cada amostra. Após este procedimento, os dados obtidos foram lançados no programa *SEDI-GRAPH*, gerando os dados de Φ (Φ), granulometria e seleção de cada amostra. A fim de facilitar a representação gráfica e estatística manipulação de dados de frequência de tamanho de grão, KRUMBEIN (1934) propôs que os limites da escala Wentworth (1922) deveriam ser transformados logaritmicamente em valores de Φ , utilizando a expressão: $\Phi = -\log_2 d$, onde d é o diâmetro em milímetros de grão.

A etapa de geoprocessamento foi realizada através do uso do software ArcGIS Desktop10.2. Foram gerados mapas de distribuição dos pontos de coleta e mapas sazonais apresentando as variações de granulometria e seleção. Os mapas foram gerados em escala 1: 2.500, utilizando a

posição geográfica definida em campo. Durante esta etapa de trabalho, utilizou-se o *Basemap* do ArcGIS, sistema de projeção UTM e referencial geodésico SIRGAS 2000.

4. Resultados e Discussão

Os resultados das análises granulométricas e distribuição espacial dos sedimentos são apresentados na forma de mapas e gráficos, incluindo cada uma das etapas de campo referente ao período de verão e inverno. As figuras 3 a 8 apresentam resultados das análises granulométricas e sua distribuição espacial.

4.1. Etapa de Inverno

As amostras coletadas durante o período de inverno apresentam pouca variação do D_{50} , mantendo-se sempre padrões de areia média e areia fina ao longo do arco praial. No entanto, a areia fina encontra-se apenas no ponto mais próximo à localização do campo de dunas (Ponto 5C), enquanto que no restante do ambiente de praia a areia dispõe-se como média (Figura 3).



Figura 3 - Mapa de distribuição de amostras do período de inverno com diferenciação granulométrica do arco praial.

Quanto ao grau de seleção, as amostras apresentam-se bem variadas, podendo ser classificadas como: moderadamente selecionada, moderadamente bem selecionada, bem selecionada e muito bem selecionada (Figura 4). As amostras moderadamente selecionadas concentraram-se nos pontos mais próximos ao centro da praia, localizados na ante-praia (Pontos 4A e 5A) e na face de praia (Ponto 4B). As amostras moderadamente bem selecionadas foram encontradas na ante-praia (Pontos 3A e 6A) e na pós-praia (5C e 6C), apresentando-se de maneira mais dispersa na ante-praia, enquanto na pós-praia apresenta-se de maneira mais proximal (QUADROS, 2015). As amostras bem selecionadas e muito bem selecionadas foram identificadas na ante-praia, face de praia e pós-praia. No entanto, as amostras bem selecionadas apresentam-se numa quantidade muito maior em relação às outras, concentrando-se principalmente nas extremidades da praia (Pontos 1A, 1B, 1C, 2B, 2C, 7A, 7B e 7C), tendo um único ponto disposto no centro da praia (Ponto 5B). As amostras muito bem selecionadas, localizam-se mais próximas do centro da praia (Pontos 3B, 3C e 4C), tendo apenas dois pontos mais próximos as diferentes extremidades (Ponto 2A e Ponto 6B).



Figura 4 - Mapa de distribuição de amostras do período de inverno com diferenciação dos graus de seleção ao longo do arco praial.

As amostras coletadas no período de inverno mostram uma variação nos valores de Φ entre 1,19 e 2,21, mantendo-se principalmente na faixa de 1,5 Φ . No entanto, verificou-se uma grande diferença entre amostras 4B, 5C e 6C. As amostras 5C e 6C, destoam com os valores de Φ mais elevados, apresentando uma granulometria de areia fina, diferentemente do restante da praia.

Quanto aos graus de seleção, as amostras coletadas no período de inverno apresentam uma variação entre 0,29 e 0,94 mm, mantendo-se principalmente na faixa de até 0,35 - 0,5 mm, correspondente a bem selecionado. No entanto, ao longo da praia há uma variação nos graus de seleção, podendo variar de moderadamente selecionado à muito bem selecionado.

Quanto ao comparativo valores de Φ x graus de seleção, verificou-se que o crescimento do Φ não acompanha o crescimento do grau de seleção. Enquanto os valores de Φ são praticamente constantes, os graus de seleção mudam ao longo da praia, com uma variação expressiva nos pontos mais próximos ao centro do arco praial (Pontos 4A e 4B), como pode ser visto na figura 5.

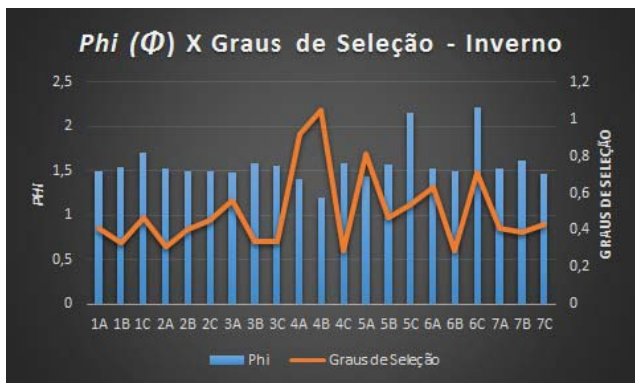


Figura 5 - Gráfico em barra ilustrativa sobre o comparativo entre os valores de Φ e os graus de seleção em todas as amostras do período de inverno.

4.2. Etapa Verão

As amostras coletadas durante o período de verão (março / 2014) apresentam variação do D_{50} , entre areia fina a areia grossa ao longo do arco praial da praia do Farol, Ilha do Cabo Frio. No entanto, a areia fina é predominante, sendo encontrada na ante-praia, face de praia e pós-praia. A areia média encontra-se mais dispersa em apenas cinco pontos da praia (Pontos 2A, 4B, 5B, 6C e 7B). A areia grossa é encontrada apenas

em um ponto (Ponto 5A), localizado próximo ao afloramento de *beachrock* emerso. Essa rocha datada em 7.500 anos cal A.P., corresponde ao posicionamento do nível relativo do mar atual (CASTRO *et al*, 2014). Apesar de apresentar D_{50} como areia grossa, nesse ponto, verifica-se também a ocorrência de sedimentos bioclásticos constituídos por fragmentos de conchas misturados com areia fina à média (Figura 6).



Figura 6 - Mapa de distribuição de amostras do período de verão com diferenciação granulométrica ao longo do arco praial.

Quanto ao grau de seleção das amostras, as mesmas apresentam-se de forma bem variada, podendo ser classificadas como: pobremente selecionada, moderadamente selecionada, moderadamente bem selecionada e bem selecionada (Figura 7). As amostras moderadamente bem selecionadas são encontradas ao longo de todo o arco praial, com predomínio nas extremidades do mesmo. Ocorrem na ante-praia (Pontos 2A, 3A e 7A), face de praia (Pontos 4B, 6B e 7B) e na pós-praia (Pontos 1C, 2C, 3C, 5C, 6C e 7C). As amostras moderadamente selecionadas localizam-se principalmente no centro do arco praial (Pontos 4A,

4C, 5B e 6A) enquanto o ponto 1A, encontra-se na extremidade das imediações do posto de observação da Marinha do Brasil. As amostras bem selecionadas concentram-se na face de praia (Pontos 1B, 2B e 3B). As amostras pobremente selecionadas são encontradas apenas em dois pontos (Ponto 5A e 6C), referentes à ante-praia e ao pós-praia, respectivamente.



Figura 7 - Mapa de distribuição de amostras do período de verão com diferenciação dos graus de seleção ao longo do arco praial.

As amostras coletadas no período de verão mostram uma variação nos valores de Φ entre 0,81 e 2,69, mantendo-se principalmente na faixa de $\approx 2,2 \Phi$. No entanto, percebe-se uma grande diferença na amostra 5A e uma pequena diferença nas amostras 1B e 7A. As amostras 1B e 7A apesar de manterem a granulometria como areia fina, apresentam seu valor de Φ superior as demais amostras e, devido ao elevado valor de Φ da amostra 7A, aproxima-se com à classificação de areia muito fina (QUADROS, 2015). A amostra 5A destoa das demais amostras, devido ao valor de Φ ser mais baixo, apresentando granulometria característica de areia grossa, bem diferente do identificado no

restante da praia.

Quanto aos graus de seleção, as amostras coletadas no período de verão apresentam variação entre 0,43 e 1,73, mantendo-se principalmente na faixa de até 0,50 - 0,80, correspondendo a moderadamente bem selecionados. No entanto, ao longo da praia ocorrem variações nos graus de seleção, variando de pobremente selecionado à bem selecionado.

Quanto ao comparativo dos valores de Φ x graus de seleção, verificou-se que os valores obtidos são opostos (Figura 8). Enquanto os valores de Φ são praticamente constantes, os graus de seleção mudam ao longo da praia (QUADROS, 2015). Verificou-se dois grandes picos que mostram uma variação expressiva nos pontos (Pontos 5A e 6C) conforme figura 8.

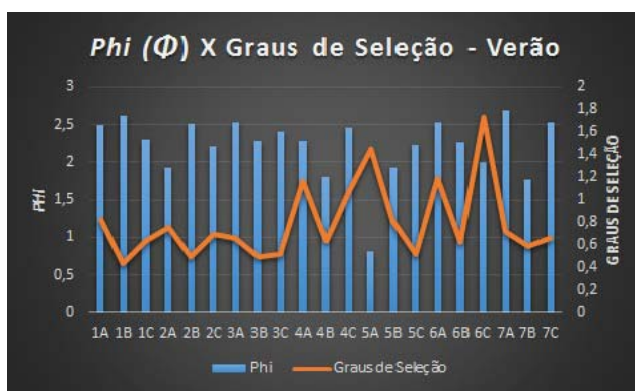


Figura 8 - Gráfico em barra ilustrativa sobre o comparativo entre os valores de Φ e graus de seleção em todas as amostras do período de verão.

4.3. Comparação Verão x Inverno

Os períodos de inverno e verão são conhecidos por serem períodos de erosão e deposição de sedimentos, respectivamente, modelando assim, a morfologia da praia (CASTRO, et al 2011). Em ambos, a granulometria apresentada-se essencialmente caracterizada por areia média a areia fina. Conforme sazonalidade, registra-se predomínio de areia média (baixo valor de Φ) no inverno e no verão, ocorre predomínio de areia fina (alto valor de Φ).

Quanto aos graus de seleção, verificou-se um certo equilíbrio em ambos os períodos estudados, registrando-se pouca variação em termos gerais, pois, enquanto no período de inverno predominam as amostras bem selecionadas no período de verão há um predomínio de amostras moderadamente à bem selecionadas. Essa

seleção ocorre devido a ação dos ventos de nordeste que atingem a face da praia, remobilizando os sedimentos para formar as *climbing dunes* CASTRO *et al.* (2003). No entanto, ao longo da praia do Farol ocorre uma variação nos graus de seleção. Tal constatação ficou evidente nos pontos mais próximos ao centro do arco praiado (Pontos 4A, 4C e 5A) e no ponto 6C, localizado na extremidade nordeste da praia.

Comparando os valores de Φ x graus de seleção, verificou-se que o crescimento de um, não acompanha o crescimento do outro. Nas amostras de inverno, os valores de Φ , são mais constantes em relação ao período de verão. No entanto, o nível de seleção em ambos os períodos se assemelham, aumentando os valores numéricos, em geral nos mesmos pontos.

A ocorrência de um banco de areia (*sandbar*) ao largo da praia do Farol na Ilha de Cabo Frio, contribui de certa forma com o processo deposicional de sedimentos na área do arco praiado estudado. Conforme FONSECA (2012) a referida feição apresenta morfologia alongada oblíqua à linha de costa com perímetro de cerca de 6,03 km. Os sedimentos do referido banco de areia apresentam granulometria de fina à média, corroborando dados obtidos através das Figuras 3 a 15. Como o ambiente estudado caracteriza-se por uma enseada semi-fechada, a circulação é menor, favorecendo a deposição de material predominantemente de fino à médio. Tal constatação foi comprovada também em trabalhos anteriores realizados por SILVA (2009), CASTRO *et al.* (2011), FONSECA (2012), DIAS *et al.* (2014) e QUADROS (2015).

5. Conclusões

Durante o período de verão as ondas de nordeste incidem com ligeiro ângulo de ataque sobre a praia, gerando correntes de deriva litorânea que remobilizam os sedimentos da ante-praia e da face da praia em direção ao segmento sudoeste, área correspondente ao posto de observação da Marinha do Brasil na praia do Farol. Esse material é constituído por sedimentos predominantemente finos.

Durante o período de inverno, verifica-se uma maior concentração de frentes frias com frequentes incidências de ondas provenientes de sudeste e sudoeste, favorecendo um transporte de sedimento em direção a nordeste da praia do Farol. Essas frentes frias elevam o plano d'água, possibilitando processos de recuo de linha de praia (erosão costeira) observada através de

escarpas que podem atingir até 1,0 m. Durante esse período, verificou-se a ocorrência de sedimentos de granulometria predominantemente média. As partículas mais finas e mais superficiais são carregadas pelas *rip current*. Observou-se um D_{50} caracterizado por areia média, praticamente em todos pontos de monitoramento.

Em geral, os sedimentos mais finos predominam nas partes mais protegidas e os mais grossos nas áreas de circulação mais intensa, principalmente ao longo do eixo do canal do Boqueirão, enseada dos Anjos. Em situações de mau tempo, o padrão de circulação é alterado. Essa alteração é observada através de uma escarpa de praia continua por todo segmento de praia analisado. Durante o verão o segmento de praia é recomposto, verificando processo deposicional e ocorrência de material predominantemente fino.

Sendo assim, a proveniência dos sedimentos da praia estudada, relaciona-se às condições geológicas locais e a dinâmica oceanográfica da enseada dos Anjos. A principal fonte de material é a plataforma continental interna, particularmente, o *sandbar* (FONSECA, 2012) posicionado obliquamente à linha de costa. Essa dinâmica impõe alterações sazonais na mecânica do transporte de sedimentos induzida por ondas e correntes de deriva litorânea. Tal fato, justifica processos erosivos durante o inverno (areia predominantemente média) e processos deposicionais durante o verão (areia predominantemente fina).

Agradecimentos

Ao IEAPM/Marinha do Brasil pelo suporte dado durante todas as etapas de campo.

6. Referências Bibliográficas

- BAPTISTA FILHO, L.A.S. **Dinâmica sedimentar na plataforma continental interna entre a Ilha do Cabo Frio e o cabo Búzios**. 1994. 125p. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geociências Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil. 1994.
- CASTRO, J. W. A.; ANTONILO, L. L.; GONCALVES, R. A. Dunas costeiras oblíquas do município de Cabo Frio / RJ - Brasil. **Ciências da Terra**, Monte Caparica - Portugal, v. 5, p. 26-29, 2003.
- CASTRO, J.W.A; FERNANDES, D; DIAS, F.F. Monitoring Coastal Erosion in Tartarugas Beach, Rio das Ostras Town, Rio de

- Janeiro State / Brazil: Application of Quantitative Methodology. **Journal of Integrated Coastal Zone Management** 11(3): 355-368. 2011.
- CASTRO, J.W.A; SUGUIO, K.; CUNHA, A.M.; TÂMEGA, F.T.S.; RODRIGUEZ, R.R.C. Rochas de Praia (Beachrocks) da Ilha do Cabo Frio, Arraial do Cabo: Registro Geológico Ímpar da Transição Pleistoceno - Holoceno no Estado do Rio de Janeiro. **Anuário do Instituto de Geociências - UFRJ** 35(1): 236-241. 2012.
- CASTRO, J.W.A; SUGUIO, K; SEOANE, J.C.S; CUNHA, A.M; DIAS, F.F. Sea-level fluctuations and coastal evolution in the state of Rio de Janeiro, southeastern Brazil. **Annals of the Brazilian Academy of Sciences**. 86 (2) 671 - 683. 2014
- DIAS, L.F. L; CASTRO, J.W.A; SEOANE, J.C.S. Transição Pleistoceno - Holoceno na Enseada dos Anjos, Arraial do Cabo / Rio de Janeiro: Reconstituição Paleoambiental 3D. **Revista Brasileira de Cartografia**, 66/5: 931- 951. 2014.
- FONSECA, R.B.M. **Evolução Batimétrica e Sedimentológica do Banco de Areia “sandbar” da Enseada dos Anjos, Arraial do Cabo – Rio de Janeiro**. 2012. Dissertação (Mestrado em Geologia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil. 2012.
- HEILBRON, M; PEDROSA SOARES, A.C; CAMPOS NETO, M.C; SILVA, L.C; TROW, R.A.J; JANASI, V.A. Província Mantiqueira. In: MANTESSO-NETO, V.; BARTORELLI, A.; CARNEIRO, C.D.R.; BRITO NEVES, B.B. 1ed. **Geologia do Continente Sul-Americano: Evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida**. São Paulo: Beca, p. 203 - 235. 2004.
- KOMAR, P.D. **Handbook of coastal processes erosion**. Boca Raton, USA. CRC Press. 1998.
- KRUMBEIN, W.C. Size frequency distributions of sediments. **Journal of Sedimentary Petrology**, 4: 65–77. 1934.
- MUEHE, D; VALENTINI, E. M. S. **O Litoral do Estado do Rio de Janeiro - Uma Caracterização Físico-Ambiental**. 1. ed. Rio de Janeiro: FEMAR. v. 1. 99p. 1998.
- OLIVEIRA, F.M; CORREA, J.A.P; BELLAN, I.O; QUADROS, P; SOARES, S.N; GUEDES, E. Mapeamento geológico preliminar e petrografia das rochas da Ilha do Cabo Frio e áreas continentais adjacentes, Arraial do Cabo, RJ. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 47, 2014, Salvador, Bahia. **Anais. Sociedade Brasileira de Geologia**, 2014.
- PEREIRA, R.S. **Avaliação do Risco Geológico no Arco Praial do Peró, Município de Cabo Frio / RJ**. 2008. 87p. Dissertação (Mestrado em Geologia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil. 2008.
- QUADROS, P. **Sedimentos de praia atuais da Ilha do Cabo Frio e Prainhas do Pontal do Atalaia, Arraial do Cabo, Rio de Janeiro: caracterização granulométrica, mineralogia e dinâmica sedimentar**. 2015. 112 p. Dissertação (Mestrado em Geologia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil. 2015.
- SUGUIO, K. **Introdução à Sedimentologia**. São Paulo, Edgar-Blucher, 385 p. 1973.
- SAVI, D. C. A. ILHA DO CABO FRIO E A MARINHA. **Pesquisa Naval (SDM)**, Brasília, v. 18, p. 134-138, 2005.
- SCHMITT, R.S. **Orogenia Búzios: Um evento tectono-metamórfico Cambro-Ordoviciano caracterizado no Domínio Tectônico de Cabo Frio, Faixa Ribeira, Sudeste do Brasil**. 2001. 273p. Tese (Doutorado em Geologia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil. 2001.
- SILVA, A.C. **Dinâmica batimétrica e sedimentológica da região do Cabo Frio, Rio de Janeiro**. 2009. 176 p. Tese (Doutorado em Geologia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil. 2009.
- UNITED STATES ARMY CORPS OF ENGINEERS - USACE. **Coastal Geology**. Department of the Army, Washington D.C., 393 p. 1995.