



MAPEAMENTO DE AREIAS SILICICLÁSTICAS PARA RECUPERAÇÃO DE PRAIAS DO RIO DE JANEIRO ATRAVÉS DE MÉTODOS GEOFÍSICOS ACÚSTICOS

Medeiros, N.¹; Sperle, M.² – ¹ Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Oceanografia (UERJ), ² Professor Associado da Faculdade de Oceanografia da UERJ

Copyright 2013, SBGF - Sociedade Brasileira de Geofísica

This paper was prepared for presentation during the 13th International Congress of the Brazilian Geophysical Society held in Rio de Janeiro, Brazil, August 26-29, 2013.

Contents of this paper were reviewed by the Technical Committee of the 13th International Congress of the Brazilian Geophysical Society and do not necessarily represent any position of the SBGF, its officers or members. Electronic reproduction or storage of any part of this paper for commercial purposes without the written consent of the Brazilian Geophysical Society is prohibited.

Abstract

Due to its large latitudinal extent, the Brazilian coast is influenced by different oceanographic characteristics. Additionally, the population distribution along the coast generates a high concentration in the capitals cities. This fact generates a large number of coastal engineering structures that may impact the sediment transport (NEVES & MUEHE, 2008). All these factors impact some sand beaches and the best choice for its mitigation and recovering is the beach nourishment - with sediments from the continental shelf. However to find a good place for dredging in the shelf, we need to use geophysical methods that allow to map the bottom and sub bottom environments more efficiently. The objective of this study is the identification of geoacoustics patterns (qualitative and quantitative analyzes) for characterizing source areas of siliciclastic sands in ideal conditions for recovering eroded beaches. The mapping was done in the shelf in front of Itaipuaçu beach (Maricá / Rio de Janeiro, RJ) for finding areas of siliciclastic sands compatible with the beaches sediments of Rio de Janeiro city. The quantitative results revealed well sorted median sand placers seaward of the closure depth, located between 19 and 30 meters, ideal for Rio's beaches recovering.

Introdução

O litoral brasileiro possui cerca de 8.000km e por sua vasta extensão latitudinal, o litoral brasileiro sofre influências de diversos regimes climáticos. Adicionalmente, a distribuição populacional de forma irregular ao longo do litoral gera uma alta concentração da população nas grandes, que conseqüentemente, trazem para essas regiões um grande número de obras que impactam o balanço sedimentar litorâneo como, por exemplo, quebra-mares, estabilização de canais de maré, acesso a terminais e portos, entre outras. capitais (NEVES & MUEHE, 2008).

Por todos esses fatores, algumas praias são impactadas e sofrem um déficit no balaço sedimentar ao longo do tempo. Uma opção para recuperação da faixa de areia das praias é a "engorda de praia" com a deposição de sedimentos de áreas fontes com características semelhantes ao sedimento local.

Os métodos geofísicos acústicos possibilitam a busca por áreas fontes através da investigação de características geológicas e geotécnicas na superfície do fundo e em subsuperfície de ambientes submersos de forma bastante eficaz.

O objetivo deste estudo é apresentar a identificação de forma eficiente de padrões geoacústicos, a partir de análises qualitativas e quantitativas, que caracterizem pacotes de áreas fontes de areias siliciclasticas em condições ideais para recuperação de praias em erosão.

Dessa forma, foi realizada uma investigação em uma região adjacente à praia de Itaipuaçu (Maricá/RJ) para a busca de áreas fontes de areias siliciclasticas compatíveis com praias em erosão no litoral da cidade do Rio de Janeiro. Cartas Sedimentológicas do REVIZEE (DIAS *et al.*, 2004), indicam que a região possui uma cobertura textural de areias.

A área de estudo foi escolhida a partir do trabalho de Medeiros (2010), no qual foi verificada uma área com potencial para servir como uma jazida de areias médias quartzosas. Após o mapeamento através de métodos geofísicos de alta resolução ao longo da isóbata de 20m entre em Niterói em Maricá, observou-se a existência de setores adjacentes à Praia de Itaipuaçu que poderiam ser áreas fontes de sedimentos para a recomposição de regiões litorâneas do Rio de Janeiro que apresentam indícios de erosão.

Não são recomendadas atividades de mineração em profundidades menores que 10m. Esse limite é próximo à profundidade de fechamento encontrada em perfis de praias expostas, ou seja, a profundidade limite da parte ativa do prisma praial submerso (MUEHE, 2004).

Dados observados por Muehe (2004), indicam um valor 10,7m como a profundidade de fechamento para a praia de Itaipuaçu. Belligotti (2009) calculou a profundidade de fechamento dos perfis de praia de Piratininga e Itacoatiara e foram encontradas as profundidades médias de 11,7m e 13,4m, respectivamente.

Metodologia

Para a investigação da área de estudo, em outubro de 2011, foi realizada uma campanha com coleta de dados geofísicos com a utilização do Ecobatímetro de Alta Precisão *Raytheon Digital* Modelo DE-719-CM na frequência de 200 kHz e de um Sistema Digital de alta-resolução de Sonar de Varredura Lateral (*Side Scan Sonar* – SSS - Modelo 4100/560P) da Edge Tech. Este sistema é composto de um transdutor/receptor rebocado (*Tow-fish* 272T) que emite feixes laterais de ondas acústicas na frequência de 100 kHz. O posicionamento foi realizado do através de um sistema de alta precisão atra-

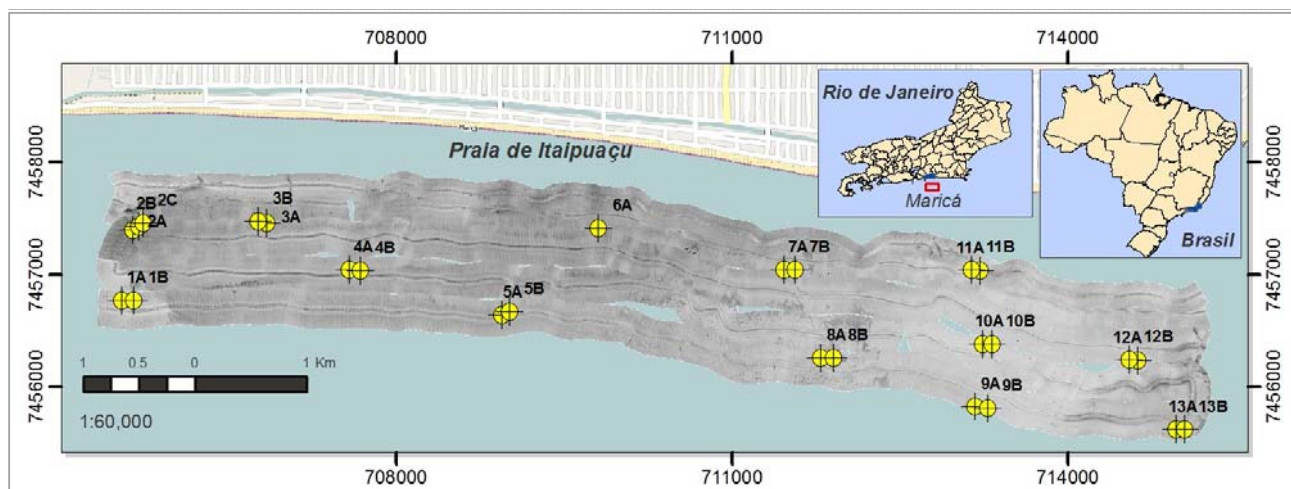


Figura 1: Mapa de localização do registro sonográfico e das amostras de sedimentos coletadas para parametrização.

vés do DGPS da *Hemisphere GPS LLC*, modelo *Crescents R-130* com resolução submétrica.

O mapeamento foi executado através de quatro linhas geofísicas paralelas à praia de Itaipuaçu e complementares a linha geofísica mapeada por Medeiros (2010), com cerca de nove quilômetros de extensão 4 400m de varredura, com uma sobreposição de 25m entre a cobertura dos canais, sendo possível mapear uma área com cerca de 14km².

Para o processamento dos dados foram utilizados os softwares *Hypack*, *SonarWiz.MAP*, *Oasis Montaj v. 7.0* (*Geosoft Inc.*) e *ArcGis 10*.

Após a elaboração de um mosaico sonográfico, foram escolhidos 13 estações para a coleta de amostras de sedimento, em réplica, para parametrização dos diferentes padrões geoacústicos (Figura 1).

As análises das amostras de sedimento foram realizadas no Laboratório de Oceanografia Geológica da UERJ e passaram pelos processos de secagem em estufa com temperatura média de 40°C; pesagem em balança de alta precisão; oxidação de matéria orgânica com Peróxido de Hidrogênio (HO₂); eliminação dos carbonatos com Ácido Clorídrico (HCl); e finalmente foram submetidas aos processos de análise granulométrica propostos por Krumbein & Pettijohn (1938), Loring & Rantala (1992) e Ponzi (1995). Os dados foram tratados estatisticamente através do programa *Gradstat* e foram geradas as classificações de granulometria pela escala de Wentworth, seleção, assimetria, curtose e textura pelo Diagrama de Shepard.

A análise dos registros sonográficos ocorreu através de análises qualitativas, pela da observação e interpretação das feições encontradas, e também através de uma análise quantitativa, pelo software *Histog*, ainda em desenvolvimento pelo Prof.º Dr. Arthur Ayres Neto, docente do Programa de Pós-Graduação em Geologia e Geofísica Marinha da Universidade Federal Fluminense. O princípio do *Histog* é o estabelecimento de histogramas que representam a frequência dos 256 tons de cinza presentes em *pixels* de uma imagem de extensão *.raw* no

modo *grayscale*. Nessa escala, quanto mais próximos do número 0, mais os tons se aproximam do preto e quanto mais próximos do número 255, os tons se aproximam do branco.

O objetivo do uso desta ferramenta é obter, de forma quantitativa, uma análise dos registros sonográficos e assim dispor de mais critérios para a interpretação. Foram analisadas no *Histog* 13 imagens (com tamanho de 20 x 20 pixels) que foram extraídas nas coordenadas onde foram realizadas as coletas das amostras de sedimento. Na Figura 2, são mostradas as curvas das frequências de tons de cinza de todas as imagens do registro sonográfico referentes aos locais onde foram coletadas as 13 amostras de sedimento.

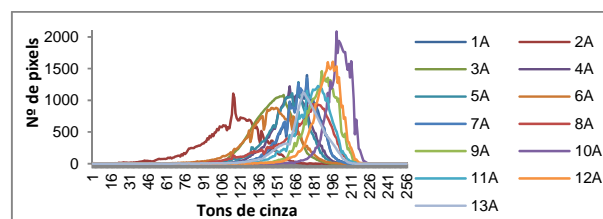


Figura 2: Distribuição dos 13 histogramas das imagens de onde foram coletadas as amostras de sedimento.

Como é possível observar, a distribuição dos tons de cinza é bastante variável quando comparados todos os 13 histogramas. Para a análise dessa distribuição, foram calculados os seguintes parâmetros estatísticos dos histogramas: Máximo, Moda, Mediana, Média, Assimetria, Desvio Padrão, Coeficiente de assimetria e Curtose.

O Máximo representa a maior frequência que ocorreu em algum tom de cinza. Esse valor mais frequente é a Moda, ou seja, é o valor do tom de cinza que detém o maior número de observações. A Média é a medida de tendência central, ou seja, o número que separa a metade inferior da amostra, da metade superior. A Mediana é o valor que aponta para onde mais se concentram os dados da distribuição. A Assimetria é o grau de afastamento de uma distribuição da unidade de simetria, podendo ser simétrica, positiva ou negativa. A curtose indica o nível de achatamento da curva, ou seja,

o grau de distribuição dos valores em relação a um parâmetro, nesse caso, os tons de cinza.

Como o número de tons de cinza na escala utilizada é fixo (256) os valores de média e mediana foram fixos. A assimetria foi negativa para todas as imagens. A distribuição normalizada dos outros parâmetros referente à análise estatística das curvas apresentadas na Figura 2 pode ser vista na Figura 3.

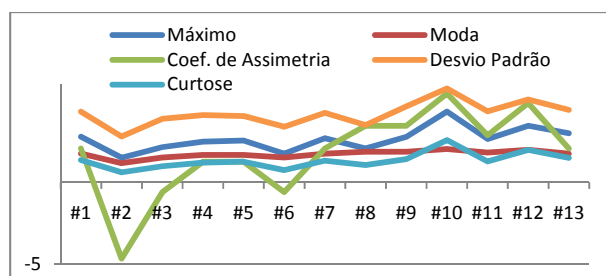


Figura 3: Distribuição normalizada dos parâmetros estatísticos referente à análise das curvas mostradas na Figura 2.

A semelhança entre os valores observado na distribuição de cada parâmetro refletiu a concordância entre as texturas das imagens. É importante destacar que nesse caso a denominação “textura” é empregada para descrever as diferenças visuais do registro sonográfico, que é diferente de textura do sedimento. A textura da imagem do registro sonográfico pode ser representar não só as características sedimentológicas, mas também características morfológicas como o relevo.

Resultados

Artigos do Grupo de Pesquisa de Oceanografia Geológica (GPOG), no âmbito do projeto Erocosta, sobre a morfodinâmica de praias do Rio de Janeiro, mostram que as praias de Ipanema, Leblon, Grumari, Reserva, Prainha e Barra apresentam indícios de erosão e são compostas por areias siliciclásticas com granulometria de areia média predominantemente (SPERLE, *et al.*, 1999; KAJI *et al.*, 2006). Dados do GPOG indicam que o trecho Ipanema – Leblon tenha sofrido uma perda nos últimos anos de 1 a 2 milhões de metros cúbicos.

Na análise do mapeamento realizado na região adjacente à praia de Itaipuaçu, buscou-se identificar regiões com as características ideais para uma possível recuperação de praias em erosão no Rio de Janeiro.

A partir da análise dos dados geofísicos foi possível a classificação de 5 padrões de textura da imagem do registro sonográfico (Figura 4). Cada um dos padrões foi detalhado com os resultados das análises dos dados geológicos. A compilação dos dados é apresentada nas Tabelas de 1 a 5.

A batimetria da região variou de 19 a 30m de profundidade. A diferença de intensidade do registro sonográfico foi comparada em relação à batimetria, mas não foi encontrada uma relação direta entre maior profundidade e a menor intensidade do sinal, ou uma maior intensidade em local do registro com maior elevação, o que seria esperado. Os indícios são de que as diferenças de intensidade do registro sonográfico

sejam derivadas das características sedimentológicas e não da variação batimétrica.

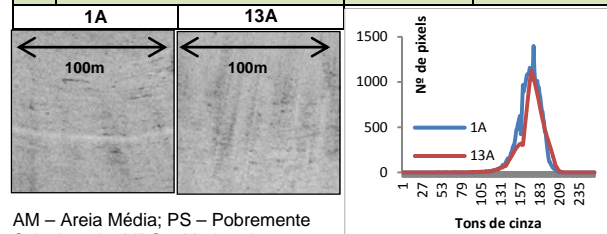
As amostras de sedimento apresentaram, como um todo, porcentagens muito baixas de matéria orgânica, entre 0,2% e 1,4% (exceto a amostra 3A com 21,09%), e de carbonatos, entre 0,5% e 6,6%.(exceto a amostra 6A com 14,4%).

Ainda em relação à análise granulométrica, as amostras no geral se apresentaram como simétricas (com as exceções 1B e 3A com assimetria muito negativa, indicando a presença de finos, e 4A com assimetria muito positiva, indicando a presença de grossos). No que se refere à curtose das curvas de distribuição granulométrica, as amostras se dividiram em leptocúrticas e mesocúrticas. Sendo assim, pode-se interpretar que algumas áreas possuem homogeneidade um pouco maior em relação ao tamanho dos grãos do que outras.

O padrão A é caracterizado por registros sonográficos de intensidade média e pouco heterogênea. As amostras de sedimento coletadas na área indicam um sedimento com granulometria de areia média. No setor oeste do padrão, as amostras da estação #1 apresentaram textura de areia e o selecionamento variou de pobremente selecionado a moderadamente selecionado. Já no setor leste as amostras da estação #13 apresentaram textura de areia levemente cascalhosa e sedimento moderadamente bem selecionado. Apesar de possuir uma granulometria ideal para a recuperação de praias mencionadas o padrão não é o melhor setor indicado para este destino pela presença sedimento pobremente selecionado no setor oeste e pela textura de areia levemente cascalhosa encontradas nas duas amostras da estação #13 no setor leste (Tabela 1).

Tabela 1: Classificação do padrão geoaústico A em relação às imagens do registro sonográfico 1A 13A e análise sedimentológica das amostras #1 e #13.

Padrão A		Valores	
SSS	Intensidade	Média	
	Textura da imagem	Heterogênea	
	Moda	#1 = 174 ; #13 = 174	
Amostras de sedimento	Estações	#1	#13
	Granulometria	AM	AM
	Faixa granulométrica (µm)	367 a 382	474 a 481
	Matéria Orgânica (%)	0.2 a 0.3	0.2 a 0.2
	Carbonatos (%)	1.6 a 1.7	3.9 a 4
	Selecionamento	PS a MBS	MBS
	Grupo textural	A	ALC
Curtose	M e L	L	



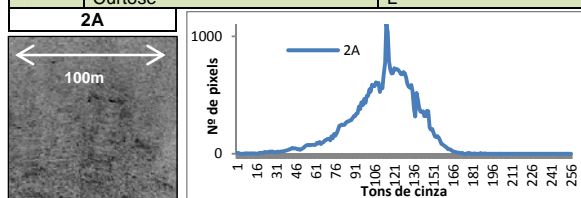
AM – Areia Média; PS – Pobremente Selecionado; MBS – Moderadamente Bem Selecionado; A – Areia; ALC – Areia Levemente Cascalhosa; M – Mesocúrtica; L – Leptocúrtica.

O padrão B é caracterizado por registros sonográfico de textura heterogênea e intensidade muito alta. As amostras de sedimento coletadas neste padrão possuem granulometria de areia grossa, textura de areia levemente

cascalhosa e sedimento moderadamente selecionado em duas amostras, e moderadamente bem selecionado em na outra amostra. Este padrão não é recomendado para a recuperação das praias indicadas em razão dos resultados dos três parâmetros (Tabela 2).

Tabela 2: Classificação do padrão geoacústico **B** em relação à imagem do registro sonográfico 2A e análise sedimentológica da amostra #2.

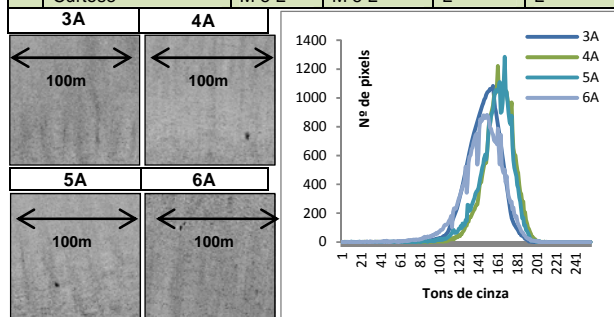
Padrão B		Valores
SSS	Intensidade	Muito Alta
	Textura da imagem	Heterogênea
	Moda	#2 - 116
Amostras de sedimento	Estação	#2
	Granulometria	AG
	Faixa granulométrica (µm)	603 a 618
	Matéria Orgânica (%)	0.2 a 0.4
	Carbonatos (%)	0.7 a 2.9
	Selecionamento	MS a MBS
	Grupo textural	ALC
Curtose	L	



AG – Areia Grossa; MS – Moderadamente Selecionado; MBS – Muito Bem Selecionado; ALC – Areia Levemente Cascalhosa; L-Leptocúrtica.

Tabela 3: Classificação do padrão geoacústico **C** em relação às imagens do registro sonográfico 3A, 4A, 5A e 6A e análise sedimentológica das amostras #3, #4, #5 e #6.

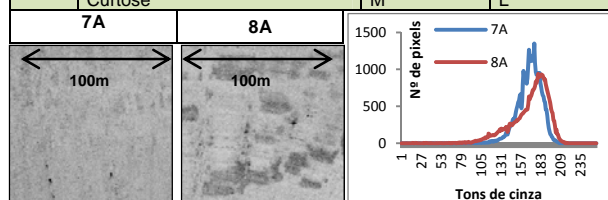
Padrão C		Valores			
SSS	Intensidade	Média			
	Textura da imagem	Homogênea			
	Moda	#3 = 151; #4 e# 5 = 167; #6 = 151			
Amostras de sedimento	Amostras de referência	#3	#4	#5	#6
	Granulometria	AM	AM e AG	AM	AM
	Faixa granulométrica (µm)	359 a 466	459 a 801	483 a 498	463.
	Matéria Orgânica (%)	0.4 a 21	0.2 a 0.4	0.2 a 0.3	1.3
	Carbonatos (%)	1.3 a 2.7	0.4 a 1.9	2.4 a 3	14.4
	Selecionamento	PS a MBS	PS a BS	MBS	MBS
	Grupo textural	ALC	A a AC	ALC	ALC
	Curtose	M e L	M e L	L	L



AM – Areia Média; AG – Areia Grossa; PS – Pobrememente Selecionado; MBS – Moderadamente Bem Selecionado; BS – Bem Selecionado; A – Areia; ALC – Areia Levemente Cascalhosa; M – Mesocúrtica; L – Leptocúrtica.

Tabela 4: Classificação do padrão geoacústico **D** em relação às imagens 7A e 8A do registro sonográfico e análise sedimentológica das amostras #7 e #8.

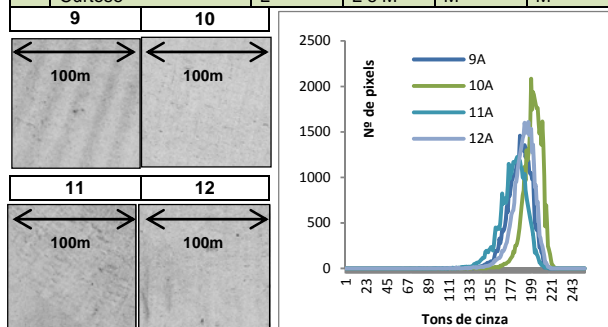
Padrão D		Valores	
SSS	Intensidade	Alta	
	Moda	#7 = 174; #8 = 186	
	Textura da imagem	Heterogênea	
Amostras de sedimento	Estações	#7	#8
	Granulometria	AG	AM
	Faixa granulométrica (µm)	507 a 523	462 a 465
	Matéria Orgânica (%)	0.3 a 0.3	0.6 a 1
	Carbonatos (%)	1.4 a 2.8	2.3 a 2.4
	Selecionamento	BS	MBS
	Grupo textural	ALC	ALC
Curtose	M	L	



AM – Areia Média; AG – Areia Grossa; MBS – Moderadamente Bem Selecionado; BS – Bem Selecionado; ALC – Areia Levemente Cascalhosa; M – Mesocúrtica; L – Leptocúrtica.

Tabela 5: Classificação do padrão geoacústico **E** em relação às imagens 9A, 10A, 11A e 12A do registro sonográfico e análise sedimentológica das amostras #9, #10, #11 e #12.

Padrão E		Valores			
SSS	Intensidade	Baixa			
	Textura da imagem	Homogênea			
	Moda	#9 = 186; #10 = 203; #11 = 181; #12 = 198			
Amostras de sedimento	Estações	#9	#10	#11	#12
	Granulometria	AM	AM	AM	AM
	Faixa granulométrica (µm)	474 a 478	468 a 472	335 a 339	466 a 470
	Matéria Orgânica (%)	0.3 a 0.4	0.2 a 0.4	0.2 a 0.3	0.2 a 0.3
	Carbonatos (%)	2.6 a 3.1	1.4 a 2.4	0.8 a 2	1.3 a 2.3
	Selecionamento	MBS	MBS a BS	MBS	MBS a BS
	Grupo textural	A a ALC	A	A a ALC	A a ALC
	Curtose	L	L e M	M	M



AM – Areia Média; MBS – Moderadamente Bem Selecionado; BS – Bem Selecionado; A – Areia; ALC – Areia Levemente Cascalhosa; M – Mesocúrtica; L – Leptocúrtica.

O padrão C caracteriza-se pelo registro sonográfico de textura homogênea e intensidade média. Foram coletadas amostras de 4 estações nesse padrão. Os resultados das análises granulométricas indicam que a granulometria é de areia média, em geral, de textura de areia a areia levemente cascalhosa e sedimento pobrememente selecionado a moderadamente em

selecionado. A estação #4 apresentou dois resultados em distintos. A amostra 4A tem granulometria grossa, textura de areia cascalhosa e sedimento pobremente selecionado. Já a amostra 4B apresentou areia média, com textura areia e sedimento bem selecionado. O padrão C poderia ser uma região recomendada para lavra pela homogeneidade do registro sonográfico de intensidade média. Porém as amostras de textura de areia levemente cascalhosa e a presença de sedimentos pobremente selecionados sugerem que a região não é tão adequada para recuperação de praias (Tabela 3).

O padrão D possui registro sonográfico heterogêneo de alta intensidade. As amostras coletadas são de sedimentos moderadamente bem selecionados a bem selecionados, porém são de areia média a grossa com textura de sedimentos de areia levemente cascalhosa. Apenas as informações geofísicas já sugerem heterogeneidade e textura não indicadas para a recuperação de praias em erosão. Os parâmetros sedimentológicos confirmaram esse indício (Tabela 4).

Já o padrão E é caracterizado por registro sonográfico homogêneo de baixa intensidade. As amostras de sedimento indicam que a assinatura desse sinal está relacionada a sedimentos compostos por areias médias de textura areia em 5 das 8 amostras coletadas na região. As outras três são amostras de textura areia levemente cascalhosa. Além disso, o sedimento das amostras coletadas nesse padrão é moderadamente bem selecionado a bem selecionado. Essa região apresenta as condições ideais para a lavra de areias quartzosas para recuperação das praias em erosão (Tabela 5).

Conclusões

Para a identificação de areias siliciclásticas que pudessem recompor praias do Rio de Janeiro em erosão, foi realizado um mapeamento geofísico através de sonografia de varredura lateral e ecobatimetria de uma região adjacente à praia de Itaipuaçu (Maricá/RJ) entre as isóbatas de 19 e 30m. Para a parametrização dos dados foram coletadas 26 amostras de sedimento em 13 estações.

Através da análise dos dados geofísicos, de forma qualitativa e quantitativa, foi possível a identificação de 5 padrões geoacústicos distintos. Com a análise dos parâmetros sedimentológicos e de distribuição granulométrica foram encontradas correlações entre a textura, a granulometria e o selecionamento dos grãos com o sinal acústico derivado do sonar. Sendo assim, buscou-se padrões de sedimentos bem selecionados, com granulometria de areia média e textura areia, como pacote sedimentar ideal para a recuperação das praias, a fim de propor sedimentos que se mantenham estáveis por mais tempo, após a recuperação, otimizando assim o processo de recomposição.

Os padrões B e D apresentaram uma maior intensidade do sinal acústico e uma heterogeneidade da imagem do registro sonográfico. Como esperado, amostras coletadas nesses padrões indicam a presença de areias grossas e textura de areia levemente cascalhosa. Os padrões A e C apresentaram uma intensidade mediana do registro sonográfico. A maioria das amostras coletadas sob esse padrão apresentaram granulometria de areia média, textura de areia levemente cascalhosa e sedimentos de

pobremente selecionados e moderadamente bem selecionados.

O padrão E apresentou características muito próximas às buscadas no objetivo deste estudo. O sinal acústico apresentou uma intensidade baixa e uma homogeneidade na imagem do registro sonográfico. A parametrização pelas amostras indicou que esse sinal pode se relacionado à presença de sedimentos bem selecionados a moderadamente bem selecionados, de granulometria areia média e textura areia na sua maioria.

Como pode ser visto na Figura 4, parte da área mapeada corresponde à região onde será construído o Emissário Submarino do Complexo Petroquímico do Estado do Rio de Janeiro – COMPERJ. Um dos impactos previstos no Estudo de Impacto Ambiental do empreendimento é a restrição de atividades de exploração mineral ao longo do traçado do emissário (PETROBRAS, 2010). Sendo assim, mesmo considerando uma área de exclusão com laterais equidistantes de 500m do emissário, a maior área correspondente ao padrão E se mantém livre.

O padrão E possui uma área de 3.625.474m². Registros sísmicos, realizados com perfilador de subfundo, da porção mais rasa da área de estudo (Medeiros, 2010) indicam o pacote sedimentar aparenta ser homogêneo por pelo menos 10m de profundidade, livre de afloramentos rochosos. Considerando a lavra da área do padrão E, com 1 metro de profundidade, seria possível a extração de 3.625.474m³ de areias siliciclásticas. Com 2 metros de profundidade, o volume chega aproximadamente a 7.251.000m³. Esse volume seria mais do que o suficiente para recompor o trecho Ipanema-Leblon, por exemplo.

Com este estudo foi possível verificar que setores da área de estudo possuem as características necessárias para servirem como jazidas de areias siliciclásticas para a recomposição de praias do Rio de Janeiro em erosão.

Recomenda-se que este método seja aplicado em regiões com características similares para a busca de áreas fontes. Adicionalmente, fazem-se necessários estudos com mais métodos geofísicos para a cubagem de jazidas, amostragens de sedimentos, coletas de testemunhos para parametrização e estudos comparativos entre os sedimentos das áreas fonte e as áreas a serem recuperadas, como proposto por Oliveira & Muehe (2013).

Agradecimentos

Este trabalho resultou de recursos obtidos através de Bolsa de Pós-Graduação da CAPES advinda do Programa de Pós-Graduação em Oceanografia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro e de financiamentos da FAPERJ e do CNPq. Expressamos os nossos agradecimentos aos Professores Dieter Muehe (UFRJ) e Arthur Ayres Neto (UFF), pelas relevantes contribuições científicas. Expressamos também os nossos agradecimentos à equipe do Laboratório de Oceanografia Geológica da UERJ.

Referências Bibliográficas

Belligotti, F.M. (2009) - Avaliação metodológica da profundidade de convergência (profundidade de Fechamento) de perfis de três praias de energia

moderada a alta no litoral do Rio de Janeiro. Dissertação de Mestrado, 130p., Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, RJ, Brasil. Não publicado.

Dias G.T.M., El Robrini M., Freire G.S.F. & Figueredo Jr. A.G.. Cartas de Sedimento de Fundo. Áreas da Oceanografia Geológica (Sul, Central, Nordeste e Norte) - Programa de Avaliação do Potencial Sustentável dos recursos vivos na Zona Econômica Exclusiva. REVIZEE. CD-ROM de Cartas Sedimentológicas. 2004.

Kaji, A. ; Lopes, I. T. P. ; Rech, M.; Sperle, M.. Estudo da Dinâmica Sedimentar da Praia da Macumba, RJ.. In: III Simpósio Brasileiro de Oceanografia, 2006, São Paulo. Anais do III Simpósio Brasileiro de Oceanografia. São Paulo : IO-USP, 2006. v. 1.

Krumbein, W.C. & Pettijohn, F. J. 1938. Manual of sedimentary petrography. New York, Appleton-Century-Crofts, Inc. 549 pp.

Loring, D.H. and Rantala, R.T.T. 1992. Manual for the geochemical analyses of marine sediments and suspended particulate matter. Earth-Science Reviews, 32:

Medeiros, N.S. (2010) - Mapeamento de jazidas de areias quartzosas na plataforma continental interna do Rio de Janeiro: estudo de caso no trecho Fortaleza de Santa Cruz – Itaipuaçu. 78p., Monografia de Graduação,

Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. Não Publicado.

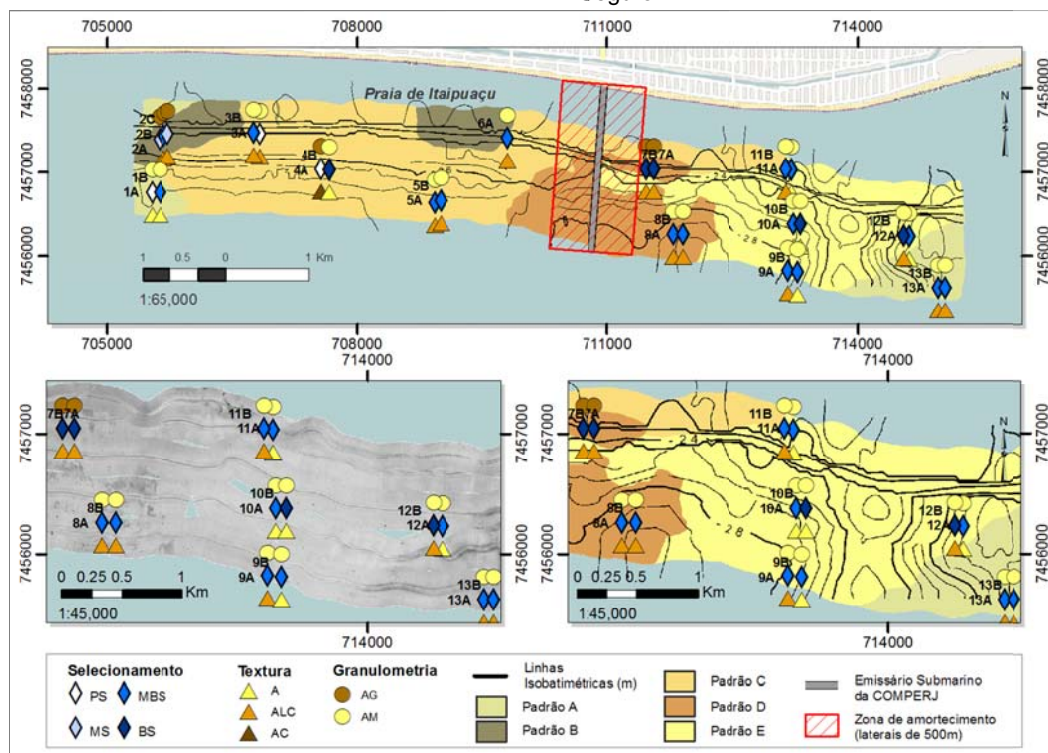
Neves, C. & Muehe, D. Vulnerabilidade, impactos e adaptação a mudanças do clima: a zona costeira In. Parcerias Estratégicas / Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. Brasília : Centro de Gestão e Estudos Estratégicos : Ministério da Ciência e Tecnologia, 2008. 235-283.

Oliveira & Muehe. Revista de Gestão Costeira Integrada / Journal of Integrated Coastal Zone Management 13(1):89-99 (2013).

Petrobras. RIMA – Relatório de Impacto Ambiental. Implantação do Emissário Terrestre e Submarino do Complexo Petroquímico do Estado do Rio de Janeiro – COMPERJ. 2010. Acessado em: 08 de janeiro de 2013. Disponível em: http://www.inea.rj.gov.br/fma/download_rima.asp.

Ponzi, V.R.A. 1995. Método de análises sedimentológicas de amostras marinhas. Representação de resultados através de gráficos e mapas. Curso de Especialização em Geologia e Geofísica Marinha. LAGEMAR/UFF. 51 pp.

Sperle, M. ; Araújo, L. ; Martins, C.. Dinâmica Sedimentar em Praias Arenosas Holocênicas: Uma Proposta Metodológica. In: VII Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário (ABEQUA), 1999, Porto Seguro. v. 1.



PS – Pobremente Selecionado; MS – Moderadamente Selecionado; MBS – Moderadamente Bem Selecionado; BS – Bem selecionado; A - Areia; ALC – Areia Levemente Cascalhosa; AC - Areia Cascalhosa; AG - Areia grossa; AM – Areia Média.

Figura 4: Mapa de classificação dos padrões geacústicos (*superior*) e mapas comparativos do padrão E referente ao registro sonográfico (*inferior esquerda*) e sua interpretação (*inferior direita*) com sobreposição* de parâmetros sedimentológicos relativos às amostras de sedimento coletadas para parametrização. *As amostras foram coletadas nas coordenadas geográficas onde estão plotados os resultados do parâmetro de selecionamento.