Pesquisas em Geociências

<http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias>

Caracterização dos Componentes da Fração Arenosa(0,500mm/0,250mm) no Canal de São Sebastião (SP)

Roberto Barcellos, Valdenir Veronese Furtado

Pesquisas em Geociências, 28 (2): 35-51, maio/ago., 2002.

Versão online disponível em:

<http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/article/view/20267>

Publicado por

Instituto de Geociências

Portal de Periódicos UFRGS

UNIVERSIDADE FEDERAL
DO RIO GRANDE DO SUL

Informações Adicionais

Email: pesquisas@ufrgs.br

Políticas: <http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/about/editorialPolicies#openAccessPolicy>

Submissão: <http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/about/submissions#onlineSubmissions>

Diretrizes: <http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/about/submissions#authorGuidelines>

Data de publicação - maio/ago., 2002.

Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil

Caracterização dos Componentes da Fração Arenosa (0,500mm/0,250mm) no Canal de São Sebastião (SP)

ROBERTO BARCELLOS & VALDENIR VERONESE FURTADO

Instituto Oceanográfico/USP. Praça do Oceanográfico, 191. Cidade Universitária, São Paulo, SP. CEP: 05508-900.
E-mail: rlb@usp.br. Apoio financeiro: FAPESP, procs. n°: 92/3449-0 e 97/06550-8; CNPq (Proc. 303819/86-3 RN)

(Recebido em 10/01. Aceito para publicação em 05/02)

Abstract - The present study investigates the sedimentary dynamics and evaluates the terrigenous or marine inputs to the sediments of São Sebastião Channel (SP), Brazil, through the utilization of sand fraction analysis. Results show, for the summer and winter, in the granulometric fractions of 1Ø and 2Ø, a decrease of marine contribution from the south to the north of the channel, and from the island side to the continental side. The greater terrigenous influence in the northern portion and in the continental side of the channel is related to lower depths, lower hydrodynamics and the small influence of the shelf water masses. The greater marine influence occurs within the higher depths of the channel axis. This influence is related to shelf water masses penetration through the channel south mouth, increasing the input of marine originated material. The utilization of sand fraction analysis for the São Sebastião Channel sediments is a good tool to identify the type of inputs for the sediments. This technique also complements the interpretations of another parameters, such as grain size and geochemical data, allowing a detailed evaluation of sedimentary processes that acts in the study area.

Keywords - Sedimentation, São Sebastião Channel (SP) Brazil, sedimentological analysis.

INTRODUÇÃO

A zona costeira consiste na principal área fonte de sedimentos de origem continental para as regiões oceânicas adjacentes. Os sedimentos depositados em áreas costeiras são resultado da interação entre o aporte de material continental e os sedimentos autóctones, principalmente de origem biogênica, da plataforma continental. Estes depósitos sedimentares guardam em si registros da história evolutiva desse ambiente de transição e de seu comportamento atual, fornecendo parâmetros para a compreensão dos processos que nele ocorrem e de suas relações ecológicas.

O conhecimento dos processos sedimentares em regiões costeiras, baseados nas características dos sedimentos, tem sido, há muito tempo, limitado à interpretação dos parâmetros estatísticos de Folk & Ward (1957) relacionados à granulometria (diâmetro médio, grau de seleção, assimetria e curtose) e aos parâmetros composicionais, como de assembléias de minerais pesados e de conteúdos de carbonatos e de matéria orgânica. Em certos casos, no entanto, os parâmetros granulométricos não refletem as condições que levam à deposição de grandes quantidades de materiais não siliciclásticos, tais como fragmentos carbonáticos ou vegetais (Mahiques *et al.*, 1998). Isto ocorre principalmente em amostras que apresentam distribuições

bimodais, que induzem a interpretações equivocadas sobre a dinâmica sedimentar do ambiente.

A análise da fração arenosa (coarse fraction analysis) foi proposta por Shepard & Moore (1954) como uma técnica complementar simples, que pode auxiliar nas interpretações baseadas nos parâmetros granulométricos. Foi originalmente utilizada para diferenciação entre ambientes costeiros e de plataforma continental.

No presente trabalho, foi utilizada uma técnica análoga, a partir da modificação de Mahiques (1987) da análise proposta por Shepard & Moore (1954), consistindo na identificação e contagem dos constituintes das frações arenosas retidas nas peneiras de malhas 0,500 mm (1Ø) e 0,250mm (2Ø). Esta análise permite obter um parâmetro de avaliação da influência continental ou marinha, nos sedimentos, pela detecção dos tipos de fragmentos contidos nas amostras selecionadas. Mahiques *et al.* (1998) inferem que este tipo de análise pode ser usada como técnica adicional ao estudo da granulometria ou de análise química, permitindo uma caracterização de sub-ambientes em áreas costeiras.

Este artigo tem como objetivo a aplicação dos dados obtidos através da análise da fração arenosa como um instrumento auxiliar para a determinação das variações espaciais e temporais da dinâmica de

fundo do Canal de São Sebastião (SP) e a avaliação do grau de influência continental ou marinha nos sedimentos da área.

ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo consiste no Canal de São Sebastião localizado no litoral norte do estado de São Paulo entre as coordenadas de latitudes 23°43'S e 23°54'S e longitudes 45°28'W e 45°20'W. A Figura 1 representa a localização da área de estudo e as estações de coleta.

A área apresenta uma feição com cerca de 25km de extensão e com largura máxima variando de 6 a 7 km nas entradas norte e sul, respectivamente, estreitando-se até 2km, na sua porção central. As maiores profundidades se encontram ao longo do eixo do canal (45m). As entradas sul e norte apresentam isóbatas de 25m e 20m, respectivamente (Fig. 2).

As características geológicas e geomorfológicas da área são fortemente controladas pela presença dos granitos e migmatitos da Serra do Mar e pelas rochas alcalinas e graníticas da Ilha de São Sebastião (Almeida & Carneiro, 1998). O Canal de São Sebastião encontra-se confinado entre estes dois sistemas. Estas rochas atingem diretamente o oceano em quase toda a totalidade da área, gerando um litoral recortado que limita a extensão dos sistemas de drenagem e das planícies costeiras.

De acordo com Furtado (1978 e 1995) a distribuição de sedimentos no canal é heterogênea, em relação às classes granulométricas. Segundo o autor a sedimentação atual da área encontra-se intimamente ligada à circulação geral, à topografia irregular do fundo do canal e a sua geometria (Fig. 3). A porção continental é caracterizada pela predominância de processos deposicionais, enquanto o lado insular apresenta tendências à erosão. No eixo do canal há misturas de areias e lamas ocorrendo, na porção norte, a deposição de sedimentos mais grossos. No sul, junto ao continente, os sedimentos são palimpsestos, compostos por areias finas com alto grau de seleção, retrabalhadas atualmente pela ação de ondas. O domínio de pelitos ocorre devido a fluxos de baixa energia no lado continental, ao norte e em embaimentos, onde a circulação é menos intensa.

Conti (1998) observando os tipos de sedimentos, a topografia de fundo, os processos dinâmicos dominantes e as concentrações de material em suspensão na coluna d'água da área, subdividiu-a em 15 domínios morfossedimentares diferentes. Este grande

número de domínios com características distintas, são reflexo da heterogeneidade granulométrica e de processos oceanográficos aos quais o canal se encontra submetido. São compostos, segundo o autor, por 8 áreas arenosas, 5 áreas lamosas e 2 áreas de padrão textural de fundo misto (areias e lamas).

Com relação aos teores de carbonatos nos sedimentos superficiais do Canal de São Sebastião, segundo Barcellos (2000), 89,2% das amostras do canal são litoclásticas (de acordo com a classificação de Larssonneur *et al.*, 1982). As análises de matéria orgânica nos sedimentos revelaram que mais de 85% da área possui razões C/N variando de 8 a 12 (Figs. 4 e 5). Saito *et al.* (1989) indicam que o intervalo destes valores representa misturas de material de origem marinha e continental. Os dados obtidos não são, portanto, conclusivos quanto à predominância das fontes de matéria orgânica, para a região estudada.

As fontes de sedimentos para o canal, segundo Furtado (1995), estão associadas ao retrabalhamento de depósitos preexistentes, à contribuição costeira adjacente, embora esta seja pequena e localizada, e à suspensão proveniente de áreas externas ao canal.

O aporte terrígeno é fortemente dependente do regime de chuvas, acarretando uma contribuição não negligível de sedimentos em suspensão para a área marinha durante as estações chuvosas.

A dinâmica de massas d'água, que atua sobre a plataforma continental interna da região de São Sebastião é fortemente influenciada pelo avanço e retração sazonal da Água Central do Atlântico Sul (ACAS). Esta se propaga pelo fundo, em direção às porções mais rasas da plataforma. Este processo causa o deslocamento da Água Costeira (AC), pela superfície, em direção às porções mais externas da plataforma continental (Castro Filho *et al.*, 1987). O avanço da ACAS ocorre nos meses de primavera/verão, gerando uma marcante termoclina que pode ser observada mesmo em áreas mais rasas que 20m. No período de outono-inverno, a retração da ACAS permite o avanço da Água Tropical (AT) na maior parte da plataforma, criando condições mais homogêneas na coluna d'água da área, havendo menor influência da AC. Furtado *et al.* (1998) e Barcellos & Furtado (1999) observaram um aumento da influência marinha nos sedimentos de fundo do canal em períodos posteriores à entrada da ACAS, que é caracterizada por concentrações de nutrientes mais altas.

O Canal de São Sebastião apresenta um padrão sazonal de circulação mais particularizado, com correntes

Figura 1 - Mapa de localização da área de estudo e das estações de coleta no Canal de São Sebastião.

Figura 2 - Morfologia de fundo do Canal de São Sebastião.

Figura 4 - Valores da razão C/N das amostras de verão no Canal de São Sebastião (Barcellos, 2000).

Figura 5 - Valores da razão C/N das amostras de inverno no Canal de São Sebastião (Barcellos, 2000).

de direção preferencial para NE em toda coluna d'água durante a primavera, outono e inverno. Durante o verão, ocorre uma circulação superficial com predomínio para SW e uma circulação mais profunda de direção preferencial para NE, relacionada à ingressão da ACAS na área no período (Fontes, 1995). Devido à presença de uma escarpa na plataforma continental entre as ilhas de São Sebastião e Búzios, e que se estende para leste, a ACAS ingressa preferencialmente pela desembocadura sul do canal, associada a um paleocanal descrito em Furtado *et al.* (1996). Os níveis superiores da ACAS, denominados de Frente Térmica Profunda (FTP), em ocasiões de intrusões bem desenvolvidas, oscilam entre as isóbatas de 20 a 40m (OPISS, 1999). A isóbata de 25m intercepta a entrada sul do canal, sendo observada a ingressão preferencial da FTP por esta área. Quando isto ocorre, a ACAS faz-se presente nas áreas mais profundas do canal, particularmente nas vizinhanças da margem insular sul.

METODOLOGIA

Foram coletadas 34 amostras de sedimentos superficiais a bordo do B/Pq. "Veliger II" do IOUSP, no verão e no inverno de 1997, através de um amostrador de mandíbulas. As amostras foram selecionadas de acordo com as classes morfossedimentares descritas por Conti (1998), sendo escolhida, ao menos, uma amostra representativa de cada classe proposta pelo autor (Fig. 1).

As amostras foram secas, pesadas (10g), homogeneizadas com água destilada e posteriormente passadas através de uma peneira de 0,062mm (4Ø). A fração arenosa foi então repassada através das peneiras de 0,707mm (0,5Ø), 0,500mm (1Ø), 0,350mm (1,5Ø) e 0,250mm (2Ø) e os sedimentos retidos nas frações 0,500mm (1Ø) e 0,250mm (2Ø) foram utilizados para a execução das análises. Este método apresenta uma pequena modificação feita por Mahiques (1987) em relação ao proposto por Shepard & Moore (1954), que analisaram toda fração arenosa. Os sedimentos foram analisados em lupa binocular, sendo contados e identificados de 200 a 300 grãos.

A primeira aproximação para a análise dos dados seria definir um índice que poderia fornecer uma medida da influência biogênica marinha sobre cada amostra (Mahiques *et al.*, 1998). Este índice, denominado Índice de Biogênicos Marinhos (BM), é definido como a diferença entre a frequência relativa dos constituintes biogênicos marinhos e terrígenos. O índice BM

é uma medida do padrão da influência marinha sobre a amostra, e isto varia de (-1) a (+1) de modo que valores próximos de (-1) estão relacionados a uma contribuição continental mais alta. A utilização desse índice parte do princípio de que todos os constituintes terrígenos advêm de uma fonte continental moderna (sedimentos neotéricos, de acordo com McManus, 1975).

Foram identificados, nas amostras: fragmentos de moluscos (MOL), foraminíferos (FOR), fragmentos de tubos de poliquetas (POL), quartzo (QZO), quartzo limonitizado (QLIM), mica (MICA) e fragmentos vegetais (FVEG). Os constituintes que compõem as classes: outros biogênicos marinhos (OBM) e outros terrígenos (OTR), foram agrupados por ocorrerem em menor frequência que as classes dominantes, nas amostras selecionadas. Essas classes incluem: equinodermas, colônias de briozoários, cirripédio, fragmentos de crustáceos, espinhas de peixes, ostracodes, fragmentos de coral, descritos como outros biogênicos marinhos (OBM), e minerais pesados, fragmentos de rocha e feldspatos foram descritos como outros terrígenos (OTR). As siglas (TTR) e (TBM), representam o total de terrígenos e o total de biogênicos marinhos, respectivamente.

A análise granulométrica dos sedimentos foi também efetuada para o mesmo conjunto de amostras, utilizando-se os métodos tradicionais de peneiramento e pipetagem.

RESULTADOS

As tabelas 1 e 2 apresentam os resultados da análise das frações 0,500mm (1Ø) e 0,250mm (2Ø), no verão e inverno, respectivamente.

Os dados obtidos para as frações analisadas, retidas nos intervalos 0,707-0,500mm (1Ø) e 0,350-0,250mm (2Ø), foram interpretados separadamente. Estas classes granulométricas, quando sujeitas à ação de correntes, sofrem tipos de transporte distintos, no caso tração e saltação. Isto ocorre devido a equivalências hidráulicas diferentes, decorrentes das variações na forma e/ou na densidade das partículas, conforme apontado em Mahiques *et al.* (1998). Segundo os autores, de acordo com este comportamento hidráulico distinto, deve ser observada a existência de importantes diferenças nas frequências relativas dos constituintes de acordo com a fração, sendo os fragmentos carbonáticos mais comuns na fração 0,500mm (1Ø), do que na fração 0,250mm (2Ø), tal qual descrito em Pilkey *et al.* (1967), para praias e dunas arenosas.

Tabela 1 - Frequências relativas (%) e Índice de Biogênicos Marinhos (B.M.) dos constituintes identificados nas frações 0,500mm e 0,250mm das amostras de verão no Canal de São Sebastião.

Amost.	MOL	FOR	POL	OBM	TBM	QZO	QLIM	MICA	FVEG	OTR	TTR	B.M. 0,5mm
V04	13,4	0,0	12,2	0,0	25,6	47,6	0,0	0,0	26,2	0,6	74,4	-0,52
V10	6,5	0,0	0,0	0,0	6,5	85,0	0,0	5,0	3,0	0,5	93,5	-0,87
V13	6,5	0,0	0,0	0,4	6,9	83,6	2,4	0,3	0,0	6,8	93,1	-0,86
V14	11,2	0,3	0,0	1,0	12,5	81,1	4,0	0,4	0,0	2,0	87,5	-0,75
V18	17,3	0,9	0,5	0,0	18,7	66,6	6,7	0,9	4,9	2,2	81,3	-0,63
V20	21,7	0,0	0,0	2,3	24,0	65,5	4,5	0,5	1,4	4,1	76,0	-0,52
V21	11,0	0,4	1,4	5,5	17,9	58,0	4,5	7,0	7,6	5,0	82,1	-0,63
V26	27,7	0,0	0,0	10,6	38,3	46,0	0,8	2,8	1,5	10,6	61,7	-0,23
V27	27,0	0,5	0,0	6,2	33,7	46,7	12,1	3,7	0,5	3,3	66,3	-0,39
V28	19,9	0,0	0,0	7,0	26,9	65,4	0,0	1,5	1,9	4,3	73,1	-0,46
V31	8,2	0,0	2,0	7,7	17,9	30,4	1,6	20,6	29,5	0,0	82,1	-0,64
V32	41,5	0,0	5,0	12,0	58,5	31,5	1,0	2,0	0,5	6,5	41,5	0,17
V34	22,4	0,4	3,5	29,4	55,7	24,1	8,8	8,3	2,3	0,8	44,3	0,11
V41	41,6	0,0	16,7	0,0	58,3	16,7	8,3	0,0	16,7	0,0	41,7	0,17
V45	51,7	0,6	0,5	9,3	62,1	12,5	16,5	0,4	0,0	8,5	37,9	0,24
V52	64,9	17,6	0,0	13,6	96,1	1,7	0,4	0,0	0,0	1,8	3,9	0,92
V54	58,6	1,6	0,0	3,6	63,8	18,0	1,6	15,0	0,6	1,0	36,2	0,27

Amost.	MOL	FOR	POL	OBM	TBM	QZO	QLIM	MICA	FVEG	OTR	TTR	B.M. 0,25mm
V04	5,6	1,7	0,4	4,5	12,2	45,2	0,0	25,2	10,0	7,4	87,8	-0,76
V10	1,2	0,0	0,0	0,6	1,8	86,4	1,5	8,3	0,8	1,2	98,2	-0,96
V13	1,8	0,0	0,0	0,0	1,8	86,6	3,7	2,1	0,2	5,6	98,2	-0,97
V14	4,3	0,0	0,0	2,7	7,0	79,2	5,7	1,8	0,0	6,3	93,0	-0,86
V18	12,1	0,3	0,6	1,6	14,6	44,5	4,0	23,0	9,9	4,0	85,4	-0,71
V20	5,6	0,5	0,0	0,5	6,6	65,2	10,8	2,8	0,0	14,6	93,4	-0,87
V21	4,1	0,5	0,5	1,8	6,9	60,6	8,2	15,1	0,9	8,3	93,1	-0,86
V26	21,8	1,6	0,0	2,2	25,6	53,4	1,9	3,3	0,3	15,5	74,4	-0,49
V27	4,8	1,4	0,0	10,3	16,5	47,7	14,1	8,4	0,5	12,8	83,5	-0,68
V28	10,2	3,8	0,5	5,0	19,5	44,5	0,0	24,2	2,9	8,9	80,5	-0,61
V31	2,6	0,8	0,0	1,7	5,1	18,9	0,4	57,3	16,3	2,0	94,9	-0,90
V32	22,0	0,0	0,4	7,4	29,8	53,7	2,8	5,6	1,7	6,4	70,2	-0,40
V34	8,2	7,4	0,4	24,3	40,3	25,2	4,1	26,0	2,4	2,0	59,7	-0,20
V41	16,3	9,8	3,3	4,4	33,8	5,5	0,0	37,9	20,5	2,3	66,2	-0,33
V45	7,8	0,0	0,0	7,4	15,2	49,1	17,4	0,9	0,9	16,5	84,8	-0,68
V52	59,0	12,7	0,5	9,5	81,7	9,4	0,4	2,8	1,9	3,8	18,3	0,63
V54	37,8	1,7	0,0	7,6	47,1	28,4	1,0	21,4	0,0	2,1	52,9	-0,06

Para a fração 0,500mm (1Ø) das amostras de verão, o mapa de distribuição do índice (BM) (Fig. 6) indica um decréscimo da contribuição marinha do sul para o norte do canal. A diminuição de biogênicos marinhos é também observada nas adjacências da porção continental, em relação ao eixo do canal. As maiores contribuições de material terrígeno ocorrem, desta forma, na área junto ao continente, sendo observado um importante aumento na contribuição de micas e fragmentos vegetais para esta porção do canal.

Para a fração 0,500mm (1Ø) das amostras de inverno, o mapa de distribuição do índice (BM) (fig. 7) também indica uma diminuição da contribuição marinha

do sul para o norte do canal, e em direção ao continente. A diminuição de biogênicos marinhos é observada a partir da porção centro sul, rumo ao norte. Há, no entanto, um pequeno núcleo com maiores porcentagens, associadas a grandes quantidade de fragmentos de moluscos, localizado no centro do canal. Observando-se as figuras 6 e 7 nota-se, para o inverno, uma retração dos valores mais positivos do índice para a área da desembocadura sul, além de não ser observada também a continuidade das isolinhas de maiores valores, representativos de maior contribuição marinha, pelo seu eixo. Verificou-se ainda, de maneira similar ao observado no verão, um aumento nos teores de micas e

Tabela 2 - Frequências relativas (%) e Índice de Biogênicos Marinhos (B.M.) dos constituintes identificados nas frações 0,500mm e 0,250mm das amostras de inverno no Canal de São Sebastião.

Amost.	MOL	FOR	POL	OBM	TBM	QZO	QLIM	MICA	FVEG	OTR	TTR	B.M. 0,5mm
I 04	11,7	0,0	3,4	3,0	18,1	49,5	0,0	5,3	24,7	2,4	81,9	-0,64
I 10	2,5	0,0	0,0	0,0	2,5	76,5	1,3	11,4	7,8	0,4	97,5	-0,95
I 13	11,2	0,4	0,0	1,1	12,6	82,2	0,4	0,3	1,1	3,4	87,4	-0,75
I 14	8,4	0,5	0,0	3,8	12,7	77,5	3,3	0,9	0,9	4,7	87,3	-0,75
I 18	3,5	0,0	6,1	0,0	9,6	9,7	0,9	8,8	68,4	2,6	90,4	-0,81
I 20	13,9	0,0	0,0	1,4	15,3	66,2	12,0	0,5	0,0	6,0	84,7	-0,69
I 21	6,6	0,4	0,5	1,3	8,8	68,8	1,2	7,5	4,0	9,7	91,2	-0,82
I 26	49,4	0,0	1,2	6,3	56,9	30,4	0,0	3,8	0,0	8,9	43,1	0,13
I 27	29,3	0,9	0,4	6,1	36,7	44,0	8,6	3,0	0,8	6,9	63,3	-0,27
I 28	30,9	0,0	0,0	6,8	37,7	55,5	0,4	3,8	0,4	2,2	62,3	-0,25
I 31	11,1	0,0	4,5	0,0	15,6	22,3	1,6	33,4	20,7	6,4	84,4	-0,68
I 32	23,9	0,5	0,5	3,1	28,0	59,2	1,4	1,8	0,4	9,2	72,0	-0,44
I 34	27,9	0,4	1,8	8,8	38,9	6,2	0,0	50,2	3,3	1,4	61,1	-0,22
I 41	40,0	0,0	10,0	25,0	75,0	10,0	0,0	0,0	15,0	0,0	25,0	0,50
I 45	61,4	0,9	0,0	4,1	66,4	18,7	6,4	0,0	0,0	8,5	33,6	0,33
I 52	67,7	18,5	0,5	7,9	94,0	2,3	0,0	0,0	1,8	1,9	6,0	0,88
I 54	22,0	0,0	0,4	1,6	24,0	59,9	10,1	0,9	0,0	5,1	76,0	-0,52

Amost.	MOL	FOR	POL	OBM	TBM	QZO	QLIM	MICA	FVEG	OTR	TTR	B.M. 0,25mm
I 04	7,9	0,4	0,4	1,6	10,3	41,6	0,0	28,1	10,6	9,4	89,7	-0,80
I 10	2,3	0,0	0,0	0,0	2,3	48,6	0,0	39,2	6,8	3,1	99,7	-0,95
I 13	2,4	0,0	0,0	0,0	2,4	79,4	0,5	8,9	0,4	8,4	97,6	-0,95
I 14	3,0	0,3	0,0	0,3	3,6	77,9	2,6	0,8	0,4	14,7	96,4	-0,91
I 18	1,5	0,0	0,7	1,0	3,2	20,1	0,4	42,3	28,1	5,9	96,8	-0,93
I 20	8,7	0,4	0,0	1,2	10,3	68,9	10,8	2,1	0,0	7,9	89,7	-0,80
I 21	7,6	1,1	0,0	1,0	9,7	60,4	1,1	13,2	3,6	12,0	90,3	-0,86
I 26	21,3	1,6	0,8	3,0	26,7	49,3	0,7	6,2	1,2	15,8	73,3	-0,47
I 27	15,5	0,4	0,0	0,7	16,6	51,3	14,6	6,1	0,8	10,6	83,4	-0,67
I 28	14,4	1,0	0,0	4,6	20,0	52,4	0,4	11,4	0,4	15,4	80,0	-0,59
I 31	2,9	0,0	0,0	1,2	4,1	66,6	4,4	15,7	5,9	3,3	95,9	-0,92
I 32	13,6	3,0	1,5	11,4	29,5	48,5	0,0	9,9	5,3	6,8	70,5	-0,41
I 34	12,2	4,7	0,3	4,0	21,2	13,5	0,0	59,3	4,4	1,6	78,8	-0,58
I 41	26,6	14,8	6,4	1,8	54,0	4,6	1,8	38,6	6,5	0,0	51,5	-0,01
I 45	21,1	0,4	0,0	0,0	21,5	43,9	10,2	10,6	0,0	13,8	78,5	-0,57
I 52	65,2	9,2	0,4	4,4	79,2	12,8	0,0	2,0	2,0	4,0	20,8	0,58
I 54	15,3	0,5	0,0	1,5	17,3	65,7	8,7	1,5	0,0	6,8	82,7	-0,65

de fragmentos vegetais nas porções do canal onde a circulação é mais restrita, ou seja, do centro para o norte, junto ao continente.

Para a fração 0,250mm (2Ø) das amostras de verão, o mapa de distribuição do índice (BM) (Fig. 8) comporta-se de forma semelhante à fração 0,500mm (1Ø), ocorrendo uma diminuição gradativa da influência marinha para o norte e porção adjacente ao continente. Observando-se a tabela 1 nota-se, no entanto, que os índices de (BM) da fração 0,250mm (2Ø) indicam uma maior contribuição de constituintes terrígenos para todas as amostras desta fração, em relação à 0,500mm (1Ø). Este padrão foi observado em estudos

semelhantes efetuados em Ubatuba (SP) (Duleba & Mahiques, 1996; Mahiques *et al.*, 1998). A contribuição de biogênicos marinhos foi cerca de 50% menor para todas as amostras nesta fração, sendo observados baixos percentuais a partir do centro-sul do canal, em direção ao norte.

Para a fração 0,250mm (2Ø) das amostras de inverno, o mapa de distribuição do índice (BM) (Fig. 9) indica, novamente, um decréscimo na contribuição marinha do sul para o norte do canal e de seu eixo, para o continente. Observa-se que os índices (BM) da fração 0,250mm (2Ø) (Tab. 2), comportam-se como no verão, sendo indicativos de uma maior contribuição

Figura 6 - Distribuição dos valores do índice de biogênicos marinhos (B.M.) da fração 0,500mm (10) nas amostras de verão no Canal de São Sebastião (Barcellos, 2000).

Figura 8 - Distribuição dos valores do índice de biogênicos marinhos (B.M.) da fração 0,250mm (ϕ) nas amostras de verão no Canal de São Sebastião (Barcellos, 2000).

continental para todas as amostras, em relação à fração 0,500mm (1Ø). Isto se deve, principalmente, a um grande aumento nos conteúdos percentuais de micas, especialmente nas estações mais abrigadas. Comparando-se as porcentagens de biogênicos marinhos obtidas para a fração 0,250mm entre as amostras de verão e inverno (Tabs. 1 e 2), nota-se que estes variaram muito pouco sazonalmente. Para as amostras localizadas ao norte e ao sul do canal, observam-se valores indicativos de uma contribuição continental ligeiramente maior para o inverno. Em relação às amostras localizadas na porção central do canal, é notável a similaridade entre os índices obtidos para as duas épocas, nesta fração.

A estação I 52, assim como a amostra V52, localizadas no eixo do canal em sua desembocadura sul, apresentou altas porcentagens de biogênicos marinhos (maiores que 79,2%), em ambas frações, demonstrando que a área, independente da época, sofre grande influência marinha na sedimentação.

DISCUSSÃO

A comparação entre os domínios morfossedimentares do Canal de São Sebastião, através da análise da fração arenosa, revelou que na porção central e norte, junto ao continente, e na área norte insular, ocorre uma maior influência terrígena na sedimentação. Esta característica relaciona-se às menores profundidades, à baixa dinâmica de correntes e à menor influência de massas d'água da plataforma continental. A presença de grandes quantidades de micas e fragmentos vegetais nestes sedimentos, pode estar associada a uma baixa capacidade de remobilização do material que é depositado. Estas partículas, foram também observadas em maiores quantidades por Mahiques (1995) para as porções mais confinadas das enseadas de Ubatuba (SP).

A maior influência marinha na dinâmica sedimentar está diretamente relacionada às maiores profundidades do eixo do canal, que se localiza junto à Ilha de São Sebastião. Esta área é o conduto preferencial de propagação das massas d'água de plataforma (ACAS), que entram no canal através de sua desembocadura sul (OPISS, 1999), acarretando o aumento no material de origem marinha observado. Analisando-se as figuras de 6 a 9, parece clara a relação entre a propagação de águas mais oceânicas pelo eixo do canal, a partir do sul, e os maiores valores do índice (BM).

A estação V52, localizada na desembocadura sul, no eixo do canal, apresentou para o verão e inverno,

em ambas frações, quantidades consideráveis de foraminíferos bem desenvolvidos, pertencentes às espécies *Pseudononion atlanticum*, *Hanzawaia bouweana* e *Poroeponides lateralis* (P. B. Eichler, IOUSP, com. pess.), indicativas de ambientes com tendências oxidantes e de águas de plataforma. Mahiques (1987) encontrou, também, espécies que são indicativas de ambientes com as mesmas características (*Pyrgo* sp. e *Quinqueloculina* sp.) para os sedimentos da porção oeste da Baía da Ilha Grande. O autor sugere que a presença destas estaria associada a um transporte diferenciado a partir de áreas externas, possibilitando a penetração dos organismos bem desenvolvidos pelo fundo da baía. Este mecanismo parece ocorrer, também, para o Canal de São Sebastião, através da ingressão da ACAS.

Com relação aos processos sazonais da dinâmica sedimentar, o índice (BM) indicou, nas duas frações, uma maior contribuição marinha para as amostras de verão. As razões C/N em 88% das amostras de verão indicam, no entanto, um aporte de matéria orgânica de origem mista (Fig. 4), não havendo um predomínio de influência continental ou marinha. Para o inverno, as razões C/N (Fig. 5) são indicativas, na sua maioria, de aporte misto tendendo a continental. Os índices (BM), indicam, também, maior contribuição continental em relação ao verão.

Este padrão ajusta-se às condições oceanográficas que atuaram na área no verão e inverno de 1997. No período anterior às coletas de verão foi detectada a intrusão da ACAS, pelo eixo do canal, especialmente em sua porção sul. A estratificação máxima da coluna d'água para este período ocorreu em dezembro de 1996, época em que essa massa d'água foi observada, a partir da isóbata de 10m, em todo o eixo do canal até sua desembocadura norte (OPISS, 1997a). Para o período anterior às amostragens de inverno, foi observada uma grande homogeneidade vertical da coluna d'água, ocorrendo na época uma mistura entre a Água Costeira (AC) e a Água Tropical (AT), não havendo a presença da ACAS na área de estudo, nesta época (OPISS, 1997B).

Alguns valores do índice (BM) indicaram, no entanto, um aumento da contribuição marinha para amostras de inverno, localizadas no centro do canal. Estes aumentos podem estar associados à presença da ACAS no verão anterior e, conseqüentemente, ao tempo de resposta do sistema para a assimilação dos nutrientes desta pela produção primária e pelos elos subseqüentes da cadeia trófica na área, incluindo-se o bentos. As correntes de fundo do canal são desacopladas

Figura 9 - Distribuição dos valores do índice de biogênicos marinhos (B.M.) da fração 0,250mm (2Ø) nas amostras de inverno no Canal de São Sebastião (Barcellos, 2000).

do vento, segundo Fontes (1995), e as condições hidráulicas do centro do canal, em seu eixo, permitem a retenção de bolsões da ACAS, mesmo em períodos de recuo desta. Há, também, aumento na população do bentos associados à ingressão desta massa d'água para áreas mais internas da plataforma (OPISS, 1999). Assim, os maiores valores do índice (BM) obtidos para a área em relação ao verão, podem ser explicados pela retenção do material biogênico marinho, que estaria diretamente associado à presença desta massa d'água no verão anterior.

CONCLUSÕES

A heterogeneidade textural dos sedimentos de fundo do Canal de São Sebastião se reflete, também, nas grandes diferenças composicionais dos constituintes da fração arenosa, entre os distintos tipos morfossedimentares existentes em seus domínios. Os principais constituintes da fração arenosa observados são compostos, principalmente, por biogênicos marinhos (fragmentos de moluscos, tubos de poliquetas e foraminíferos), quartzo, quartzo limonitizado, micas e fragmentos vegetais.

Os resultados obtidos através da análise da fração arenosa, geraram subsídios para uma melhor avaliação da dinâmica sedimentar na área de estudo. Esses indicaram para as duas épocas, em ambas frações, uma maior contribuição terrígena na porção central e norte do canal, junto ao continente e na área norte insular, e marinha na sua porção sul e insular até sua área central.

As distinções na dinâmica sedimentar entre as porções continental e insular e entre o norte e o sul do Canal de São Sebastião estão diretamente relacionadas à hidrodinâmica diferenciada entre estas áreas, à topografia de fundo e à influência dos processos advectivos sazonais da dinâmica de massas d'água da plataforma continental da região.

A contribuição marinha mais significativa, que ocorre na porção insular sul da área, apresenta relação com a ingressão da ACAS, no período de primavera/verão, pela entrada sul do canal, corroborando as evidências do processo descrito em OPISS (1997a e 1999).

Os processos de aporte de material sedimentar terrígeno e marinho para o Canal de São Sebastião indicaram ser de maior magnitude no período de verão, época mais chuvosa e em que ocorre a entrada da ACAS. Apesar do grande aporte de material terrígeno, a influência dessa massa d'água é muito

marcante na dinâmica sedimentar da área, refletida pelos maiores valores do índice (BM) e nos valores das razões C/N, indicativos de influência mista no aporte de material orgânico.

No inverno, com o decréscimo das chuvas e o recuo da ACAS, ocorre uma sensível diminuição no aporte de terrígenos e, principalmente, de sedimentos de origem marinha. Isto reflete-se nas razões C/N observadas para a época, indicativas de influência mista tendendo a continental, e nos valores de BM, que caracterizaram um decréscimo, em relação ao verão, da influência marinha na dinâmica sedimentar do canal.

AGRADECIMENTOS

Os autores externam seus agradecimentos à FAPESP (procs. 92/3449-0 e 97/06550-8) ao CNPq (Proc. 303819/86-3 RN) pelo apoio à pesquisa, à Marcelo Rodrigues pelo auxílio nas atividades laboratoriais e a Luís Américo Conti pela revisão do texto e sugestões.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida, F.F.M de & Carneiro, C. dal R. 1998. Origem e evolução da Serra do Mar. *Revista Brasileira de Geociências*, 28(2):135-150.
- Barcellos, R. L. & Furtado, V. V. 1999. Processo Sedimentar atual e a Distribuição de Carbono e Nitrogênio Orgânicos no Canal de São Sebastião (SP) e Plataforma Continental adjacente. *Revista Brasileira de Oceanografia*, 47 (2): 207-221.
- Barcellos, R. L. 2000. *Processo Sedimentar atual e a Distribuição da Matéria Orgânica Sedimentar (C, N e S) de São Sebastião (SP) e Plataforma Continental adjacente*. Dissertação de Mestrado, Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, São Paulo. 187 p.
- Castro Filho, B.M.; Miranda, L. B. de & Miyao, S. Y. 1987. Condições Hidrográficas na Plataforma Continental ao Largo de Ubatuba: Variações Sazonais e em Média Escala. *Boletim do Instituto Oceanográfico*, 35(2):135-151.
- Conti, L. A. 1998. *Aplicação de Técnicas de Geoprocessamento na Caracterização de Aspectos Morfossedimentares do Canal de São Sebastião, Litoral Norte do Estado de São Paulo*. Dissertação de mestrado. Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, São Paulo, 84 p.
- Duleba, W & Mahiques, M. M. 1996. Characteristics of the Organic Matter of the Quaternary Sediments of Flamengo Bay, Ubatuba, São Paulo. *Anais da Academia brasileira de Ciências*, 68(3):465-477.
- Folk, R. L. & Ward, W. C. 1957. Brazos River Bar: Study of the Significance of Grain Size Parameters. *Journal of Sedimentary Petrology*, 27: 3-27.
- Fontes, R. F. C. 1995. *As Correntes no Canal de São Sebastião*. Dissertação de Mestrado, Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo. 159 p.
- Furtado, V.V. 1978. *Contribuição ao Estudo da Sedimentação Atual do Canal de São Sebastião*. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências - USP, São Paulo, 2 vols.
- Furtado, V.V. 1995. *Sedimentação Quaternária no Canal de São Sebastião. Publicação Especial do Instituto Oceanográfico nº1*.
- Furtado, V.V.; Bonetti Filho, J. & Conti, L. A. 1996. *Paleo River Valley Morphology and Sea Level Changes at Southeastern Brazilian*

- Continental Shelf.** In: REGIONAL CONFERENCE ON GLOBAL CHANGE: BRAZILIAN ACADEMY OF SCIENCES, INSTITUTE FOR ADVANCES STUDIES-USP, São Paulo. p. 211-212.
- Furtado, V. V.; Bonetti Filho, J.; Rodrigues, M. & Barcellos, R. L. 1998. Aspectos da sedimentação no Canal de São Sebastião. In: **Relatórios Técnicos do Instituto Oceanográfico (USP)**, 43: p. 15-31.
- Larssoneur, C.; Bouysse, P. & Aufret, J. P. 1982. The Superficial Sediments of the English Channel and its Western Approach. **Sedimentology**, 29(6): 851-864.
- Mahiques, M. M. 1987. Considerações sobre os Sedimentos de Superfície de Fundo da Baía da Ilha Grande, Estado do Rio de Janeiro. **Tese de Mestrado**. Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo. 139 p.
- Mahiques, M. M. 1995. Dinâmica Sedimentar atual nas Enseadas da Região de Ubatuba, Estado de São Paulo. **Boletim do Instituto Oceanográfico**, 43(2): 111-122.
- Mahiques, M. M.; Tessler, M. G. & Furtado, V. V. 1998. Characterization of energy gradient in enclosed bays of Ubatuba region, south-eastern Brazil. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, 47: 431-446. Academic Press.
- McManus, D. A. 1975. Modern Versus Relict Sediment on the Continental Shelf. **Geological Society of America Bulletin** 86: 1154-1160.
- OPISS. 1997 A. 4º **Relatório do projeto**. FAPESP, São Paulo.
- OPISS. 1997 B. 5º **Relatório do projeto**. FAPESP, São Paulo.
- OPISS. 1999. 7º **Relatório do projeto**. FAPESP, São Paulo 2vs.
- Pilkey, O. H.; Morton, R.W. & Luternauer, J. 1967. The Carbonate Fraction of Beach and Dune Sands. **Sedimentology**, 8: 311-327.
- Saito, Y; Nishimura, A. & Matsumoto, E. 1989. Transgressive Sheet Covering the Shelf and Upper Slope off Sendai, NE Japan. **Marine Geology**, 89 (3/4): 245-258.
- Shepard, F. P. & Moore, D. G.. 1954. Sedimentary Environments Differentiated by Coarse Fraction Analysis. **Bulletin Annual Association Petrology and Geology**, 38 (8): 1792-1802.