

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

**ANÁLISE DO TRANSPORTE SEDIMENTAR EM
UMA PLANÍCIE DE MARÉ ARENOSA, COM
BASE EM PARÂMETROS GEOQUÍMICOS E
GRANULOMÉTRICOS: ENSEADA DE
CARAGUATATUBA, LITORAL NORTE DO
ESTADO DE SÃO PAULO.**

Marina Midori Fukumoto

Orientador: Prof. Dr. Michel Michaelovitch de Mahiques

MONOGRAFIA DE TRABALHO DE FORMATURA
(TF-2001/29)

SÃO PAULO
2001

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

**ANÁLISE DO TRANSPORTE SEDIMENTAR EM UMA PLANÍCIE
DE MARÉ ARENOSA, COM BASE EM PARÂMETROS
GEOQUÍMICOS E GRANULOMÉTRICOS: ENSEADA DE
CARAGUATATUBA, LITORAL NORTE DO ESTADO DE SÃO
PAULO**

MARINA MIDORI FUKUMOTO



DISCIPLINA 0440500 - TRABALHO DE FORMATURA

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Michel Michaelovitch de Mahiques

Prof. Dr. Moyses Gonsalez Tessler

Prof. Dr. Paulo Roberto dos Santos

SÃO PAULO
2001

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

ANÁLISE DO TRANSPORTE SEDIMENTAR EM
UMA PLANÍCIE DE MARÉ ARENOSA, COM
BASE EM PARÂMETROS GEOQUÍMICOS E
GRANULOMÉTRICOS: ENSEADA DE
CARAGUATATUBA, LITORAL NORTE DO
ESTADO DE SÃO PAULO.

Marina Midori Fukumoto

Orientador: Prof. Dr. Michel Michaelovitch de Mahiques



Monografia de Trabalho de Formatura
(TF - 2001/29)

DEDALUS - Acervo - IGC



30900009347

São Paulo
2001

TF
F961
MM.a

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

ANÁLISE DO TRANSPORTE SEDIMENTAR EM
UMA PLANÍCIE DE MARÉ ARENOSA COM
BASE EM PARÂMETROS GEOQUÍMICOS E
GRANULOMÉTRICOS: ENSADA DE
CARAGUATATUBA, LITORAL NORTE DO
ESTADO DE SÃO PAULO



Marcelo Mido Fukumoto

Orientador: Prof. Dr. Michel Michelson de Moraes

Monografia de Trabalho de Formatura
(TF - 2001/02)

DOAÇÃO COMISSÃO DO
TRABALHO DE FORMATURA

Data: 15 / 02 / 02

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Michel Michaelovitch de Mahiques, pela orientação sempre paciente e bem humorada.

Ao amigo Daniel Andreas Klein, pela ajuda nos trabalhos de campo.

Ao Sr. Edílson de Oliveira Faria, pela colaboração na análise granulométrica dos sedimentos.

Ao Geólogo Msc. Marcelo Rodrigues, pelo auxílio na análise de carbono orgânico, nitrogênio e enxofre totais dos sedimentos, no tratamento dos dados, e na segunda etapa de campo.

À Geóloga Msc. Samara Cazzoli y Goya e aos alunos da disciplina IOQ-5908-1 – Aquisição, análise e interpretação de dados em Oceanografia Geológica, pela ajuda no segundo trabalho de campo.

Ao IOUSP, pela disponibilização dos laboratórios de geoquímica e sedimentologia, e pelo fornecimento dos materiais e técnicas utilizadas.

Ao Pesquisador Ângelo José Consoni, pelo auxílio e incentivo na fase final do trabalho.

A minha família, por todo apoio e amor.

RESUMO

O presente estudo tem como objetivo a interpretação do transporte sedimentar em uma planície de maré localizada no sul da Enseada de Caraguatatuba, litoral norte do Estado de São Paulo. Para tanto, fez-se uso de parâmetros geoquímicos da matéria orgânica sedimentar e parâmetros granulométricos do sedimento, além de dados de salinidade, temperatura, teor de carbonato biodetrítico e formas de leito.

Embora possa sofrer alteração durante a sedimentação, a matéria orgânica retém informações consideráveis sobre sua fonte e ambiente deposicional, além de auxiliar na compreensão do processo de transporte sedimentar, quando comparada a parâmetros como granulometria e formas de leito, por exemplo.

Alguns parâmetros granulométricos (diâmetro médio, desvio padrão e assimetria), por sua vez, apresentando uma frequência de ocorrência numa direção maior do que nas demais direções, sempre que houver troca de material entre os pontos de amostragem, permitem a identificação de um "padrão residual" representando o caminho de transporte dos sedimentos em uma grade de amostragem de sedimentos superficiais (Gao & Collins, 1994).

A realização de dois trabalhos de campo, o primeiro no final da primavera e o segundo no inverno, permitiram ainda a caracterização das variações no transporte sedimentar nestas duas estações. Variações estas que podem ser atribuídas fundamentalmente às alterações nas condições hidrodinâmicas atuantes sobre a área.

ABSTRACT

The objective of this study is the investigation of the sedimentary transport in a tidal flat located in the southern portion of the Caraguatatuba Inlet, north of Sao Paulo State, by means of geochemicals parameters of sedimentary organic matter, grain size parameters of sediments, data of salinity, temperature, biotrititic carbonate contents and surface sedimentary structures.

Despite of its reduction during sedimentation, the organic matter still retains significant information, such as sediment sources, sedimentary environment and sedimentary transport processes, when compared with parameters like grain-size and surface sedimentary structures.

Information about grain size trends, analyzed on basis of mean grain size, standard deviation and skewness, obtained from a grid of surface sediment samples, were transformed into a "residual pattern", considering that the grain size trend has a higher frequency of occurrence in a direction of sediment transport, than those of the opposite directions, if there is exchange of material between the sampling sites.

The comparison of data obtained in spring (november of 2000) against that obtained in the winter (august of 2001) allows the characterization of the variation of the sedimentary transport in the season, that in the present case was attributed to changes in the hydrodynamical conditions acting over the area.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. OBJETIVOS.....	1
3. LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	1
3.1. Caracterização geológica da área.....	3
3.1.1. O embasamento ígneo-metamórfico.....	3
3.2. Clima, vegetação e aspectos hidrodinâmicos da área.....	5
4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	6
4.1. Matéria orgânica sedimentar.....	6
4.1.1. Fontes de matéria orgânica para os sedimentos.....	6
4.1.2. Controles na preservação da matéria orgânica.....	7
4.1.3. Principais indicadores da fonte da matéria orgânica.....	7
4.2. Tendências granulométricas.....	8
4.3. Salinidade, temperatura, teor de carbonato biodetrítico e formas de leito.....	8
5. METODOLOGIA.....	9
5.1. Atividades de campo.....	9
5.1.1. Posicionamento.....	9
5.1.2. Coleta de amostras.....	11
5.1.3. Descrição do sedimento e das formas de leito.....	11
5.1.4. Medição de temperatura e salinidade.....	12
5.2. Atividade laboratorial.....	13
5.2.1. Análise do conteúdo de carbonato biodetrítico.....	13
5.2.2. Análise granulométrica.....	13
5.2.3. Análise do conteúdo de carbono orgânico, nitrogênio e enxofre totais.....	14
5.2.4. Análise do padrão do transporte sedimentar.....	16
6. DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO.....	18
7. RESULTADOS.....	20
7.1. Salinidade.....	20
7.2. Temperatura do sedimento.....	21
7.3. Teor de carbonato biodetrítico (CaCO_3).....	21
7.4. Teor de carbono orgânico total.....	21
7.5. Teor de nitrogênio total.....	26
7.6. Teor de enxofre total.....	26
7.7. Razão C/N.....	26
7.8. Razão C/S.....	30
7.9. Diâmetro médio do sedimento.....	30
7.10. Desvio padrão.....	30

7.11. Assimetria.....	34
7.12. Formas de leito	34
7.13. Transporte sedimentar baseado em parâmetros granulométricos.....	37
8. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	39
8.1. Relação entre transporte sedimentar e salinidade	39
8.2. Relação entre transporte sedimentar e temperatura	40
8.3. Relação entre transporte sedimentar e teor de carbonato biodetrítico	40
8.4. Relação entre transporte sedimentar e teores de carbono orgânico, nitrogênio e enxofre totais.....	41
8.5. Relação entre transporte sedimentar e razão C/N	42
8.6. Relação entre transporte sedimentar e razão C/S	42
8.7. Relação entre transporte sedimentar e formas de leito	43
9. CONCLUSÕES.....	43
10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	45

Figura 12 - Distribuição do teor de matéria orgânica (%) na primavera (mar./2001).....	22
Figura 13 - Distribuição do teor de matéria orgânica (%) no inverno (ago./2001).....	22
Figura 14 - Distribuição do teor de matéria orgânica (%) na primavera (mar./2002).....	24
Figura 15 - Distribuição do teor de matéria orgânica (%) no inverno (ago./2002).....	24
Figura 16 - Distribuição do teor de matéria orgânica (%) na primavera (mar./2003).....	26
Figura 17 - Distribuição do teor de matéria orgânica (%) no inverno (ago./2003).....	26
Figura 18 - Distribuição do teor de matéria orgânica (%) na primavera (mar./2004).....	28
Figura 19 - Distribuição do teor de matéria orgânica (%) no inverno (ago./2004).....	28
Figura 20 - Distribuição do teor de matéria orgânica (%) na primavera (mar./2005).....	30
Figura 21 - Distribuição do teor de matéria orgânica (%) no inverno (ago./2005).....	30
Figura 22 - Distribuição do teor de matéria orgânica (%) na primavera (mar./2006).....	32
Figura 23 - Distribuição do teor de matéria orgânica (%) no inverno (ago./2006).....	32
Figura 24 - Distribuição do teor de matéria orgânica (%) na primavera (mar./2007).....	34
Figura 25 - Distribuição do teor de matéria orgânica (%) no inverno (ago./2007).....	34
Figura 26 - Distribuição do teor de matéria orgânica (%) na primavera (mar./2008).....	36
Figura 27 - Distribuição do teor de matéria orgânica (%) no inverno (ago./2008).....	36
Figura 28 - Distribuição do teor de matéria orgânica (%) na primavera (mar./2009).....	38
Figura 29 - Distribuição do teor de matéria orgânica (%) no inverno (ago./2009).....	38
Figura 30 - Distribuição do teor de matéria orgânica (%) na primavera (mar./2010).....	40
Figura 31 - Distribuição do teor de matéria orgânica (%) no inverno (ago./2010).....	40

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Localização da área de estudo.	2
Figura 2 - Mapa geológico da área.	4
Figura 3 - Malha de amostragem seguida na primeira etapa de campo (nov./2000).	10
Figura 4 - Malha de amostragem seguida na segunda etapa de campo (ago./2001).	10
Figura 5 - Distribuição da salinidade na primavera (nov./2000).	22
Figura 6 - Distribuição da salinidade no inverno (ago./2001).	22
Figura 7 - Distribuição da temperatura do sedimento (°C) na primavera (nov./2000).	23
Figura 8 - Distribuição da temperatura do sedimento (°C) no inverno (ago./2001).	23
Figura 9 - Distribuição dos teores de carbonato biodetrítico (%) na primavera (nov./2000). ..	24
Figura 10 - Distribuição dos teores de carbonato biodetrítico (%) no inverno (ago./2001). ...	24
Figura 11 - Distribuição do teor de carbono orgânico (%) na primavera (nov./2000).	25
Figura 12 - Distribuição do teor de carbono orgânico (%) no inverno (ago./2001).	25
Figura 13 - Distribuição do teor de nitrogênio (%) na primavera (nov./2000).	27
Figura 14 - Distribuição do teor de nitrogênio (%) no inverno (ago./2001).	27
Figura 15 - Distribuição do teor de enxofre (%) na primavera (nov./2000).	28
Figura 16 - Distribuição do teor de enxofre (%) no inverno (ago./2001).	28
Figura 17 - Distribuição das razões C/N na primavera (nov./2000).	29
Figura 18 - Distribuição das razões C/N no inverno (ago./2001).	29
Figura 19 - Distribuição das razões C/S na primavera (nov./2000).	31
Figura 20 - Distribuição das razões C/S no inverno (ago./2001).	31
Figura 21 - Distribuição do diâmetro médio (fi) dos sedimentos na primavera (nov./2000)...	32
Figura 22 - Distribuição do diâmetro médio (fi) dos sedimentos no inverno (ago./2001).	32
Figura 23 - Distribuição do desvio padrão dos sedimentos na primavera (nov./2000).	33
Figura 24 - Distribuição do desvio padrão dos sedimentos no inverno (ago./2001).	33
Figura 25 - Distribuição da assimetria dos sedimentos na primavera (nov./2000).	35
Figura 26 - Distribuição da assimetria dos sedimentos no inverno (ago./2001).	35
Figura 27 - Formas de leito mapeadas na primeira etapa de campo (nov./2000).	36
Figura 28 - Formas de leito mapeadas na segunda etapa de campo (ago./2001).	36
Figura 29 - Transporte sedimentar na primavera (nov./2000).	38
Figura 30 - Transporte sedimentar no inverno (ago./2001).	38

ÍNDICE DE FOTOS

Foto 1 - Área de estudo (vista a partir do oceano).	2
Foto 2 - Área de estudo (vista a partir do continente).....	2
Foto 3 - Amostragem e medição da temperatura do sedimento.	11
Foto 4 - Marcas onduladas assimétricas.	12
Foto 5 - <i>Tidal creeks</i>	12
Foto 6 - Medição de salinidade com refratômetro diferencial.	13
Foto 7 - Foz do rio Juqueriquerê (extremo norte da área de estudo).	37
Foto 8 - Drenagem no sudoeste da área.....	39
Foto 9 - Área elevada, na porção central da área de estudo.....	40
Foto 10 - Solo de mangue consolidado.....	42

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1 - Classificação dos sedimentos segundo a granulometria (Escala de Wentworth) e os valores correspondentes de ϕ	15
Quadro 2 - Tendências granulométricas possíveis, considerando-se os parâmetros granulométricos diâmetro médio (μ), seleção (σ) e assimetria (S_k).	16
Quadro 3 - Cronograma de atividades.	18
Quadro 4 - Altura das marés para a região de São Sebastião nos períodos dos trabalhos de campo.....	20

1. INTRODUÇÃO

Por representarem a interface entre a litosfera, a hidrosfera e a atmosfera, as áreas costeiras são afetadas pelo desequilíbrio de qualquer uma dessas esferas. Assim, a intensificação das atividades antrópicas gera alterações ambientais, que são refletidas nos diversos sistemas, particularmente nos costeiros.

Uma vez que é grande o aporte de material estranho ao ambiente marinho, através de chuva e de drenagens, seja por suspensão, arraste ou dissolução, é de grande importância o conhecimento do caminho percorrido pelos sedimentos em sistemas costeiros que, teoricamente, apresentam o mesmo comportamento dos poluentes.

Assim, em áreas costeiras, é de importância capital a avaliação da sedimentação atual e das tendências do transporte sedimentar.

O presente estudo pode, eventualmente, ser utilizado como subsídio a estudos sobre o gerenciamento costeiro de um trecho do litoral norte do Estado de São Paulo.

2. OBJETIVOS

O presente estudo tem como objetivo a interpretação do transporte sedimentar em uma planície de maré, localizada no sul da Enseada de Caraguatatuba, fazendo-se uso de parâmetros geoquímicos da matéria orgânica sedimentar e parâmetros granulométricos do sedimento, além de dados de salinidade, temperatura, teor de carbonato biodetrítico e formas de leito.

Objetivou-se ainda avaliar a variação sazonal do transporte sedimentar na área, de forma a complementar estudos anteriores, que versaram, principalmente, sobre a caracterização geral dessa planície de maré.

3. LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

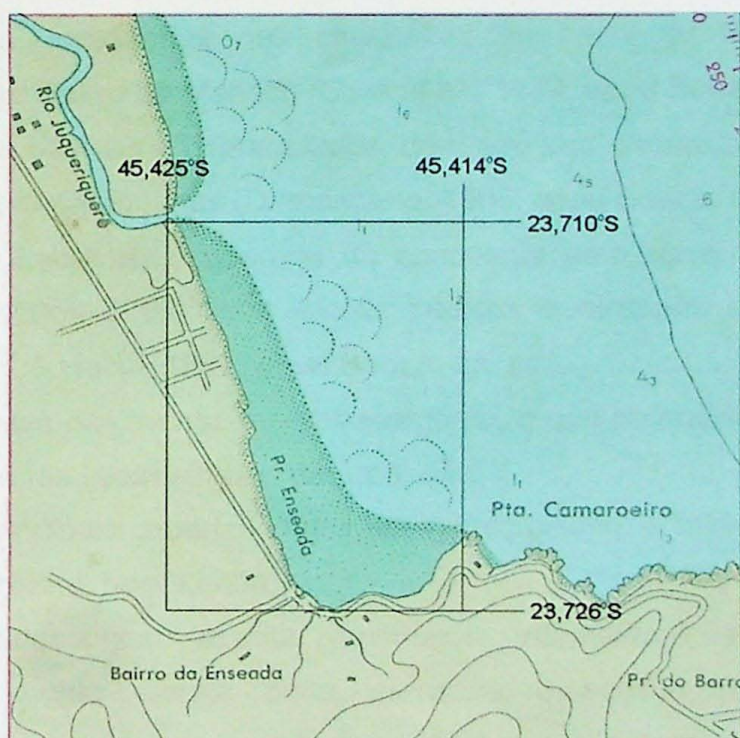
A área de estudo está localizada na porção sul da Enseada de Caraguatatuba, no litoral norte do Estado de São Paulo, apresentando 500 m de largura máxima e aproximadamente 2 km de extensão. O limite da área é dado pelos paralelos 23,710°S e 23,726°S e pelos meridianos 45,414°W e 45,425°W (Fotos 1 e 2, Figura 1).



Foto 1 - Área de estudo (vista a partir do oceano).



Foto 2 - Área de estudo (vista a partir do continente).



Fonte: Brasil (1963)

Figura 1 - Localização da área de estudo.

3.1. Caracterização geológica da área

A planície costeira de Caraguatatuba é a maior do litoral norte do Estado de São Paulo e tem o formato de um crescente, embutido entre os contrafortes da Serra do Mar. Sua origem está vinculada ao retrocesso erosivo dessa cadeia montanhosa, a partir do final do Mesozóico, e aos mecanismos de flutuação quaternários do nível do mar, associados à hidrodinâmica marinha atual (Souza & Furtado, 1987).

A combinação entre esses processos e a presença da Ilha de São Sebastião como um anteparo natural aos sistemas hidrodinâmicos, condicionou o desenvolvimento de uma linha de costa e de um fundo marinho adjacente com características de baixa energia apresentando, em geral, sedimentos finos, pouco selecionados e morfoscopicamente imaturos.

3.1.1. O embasamento ígneo-metamórfico

A área de estudo é circundada por rochas do embasamento ígneo-metamórfico pré-cambriano, representado por migmatitos, charnoquitos e quartzitos do Complexo Costeiro; augen-gnaisses, migmatitos oftalmíticos e granitos pertencentes ao Granitóide Caraguatatuba; gnaisses, ectinitos, micaxistos, calciossilicatadas, quartzitos, metabasitos e granitóides do Complexo Paraibuna (IPT, 1974, 1977; Melo & Pires Neto, 1977; Hasui *et al.*, 1978a,b; Chiodi Filho *et al.*, 1983, *apud* Souza, 1990); além de uma ocorrência de rochas metabásicas a ácidas, localizadas nas cabeceiras da bacia do Rio Pirassununga e denominadas Complexo Bairro do Marisco (Silva *et al.*, 1977, *apud* Souza, 1990) (Figura 2).

Diques de rochas básicas e diferenciadas, de idade juro-cretácica, ocorrem intrudindo várias dessas rochas pré-cambrianas (Damasceno, 1966, *apud* Souza, *op. cit.*).

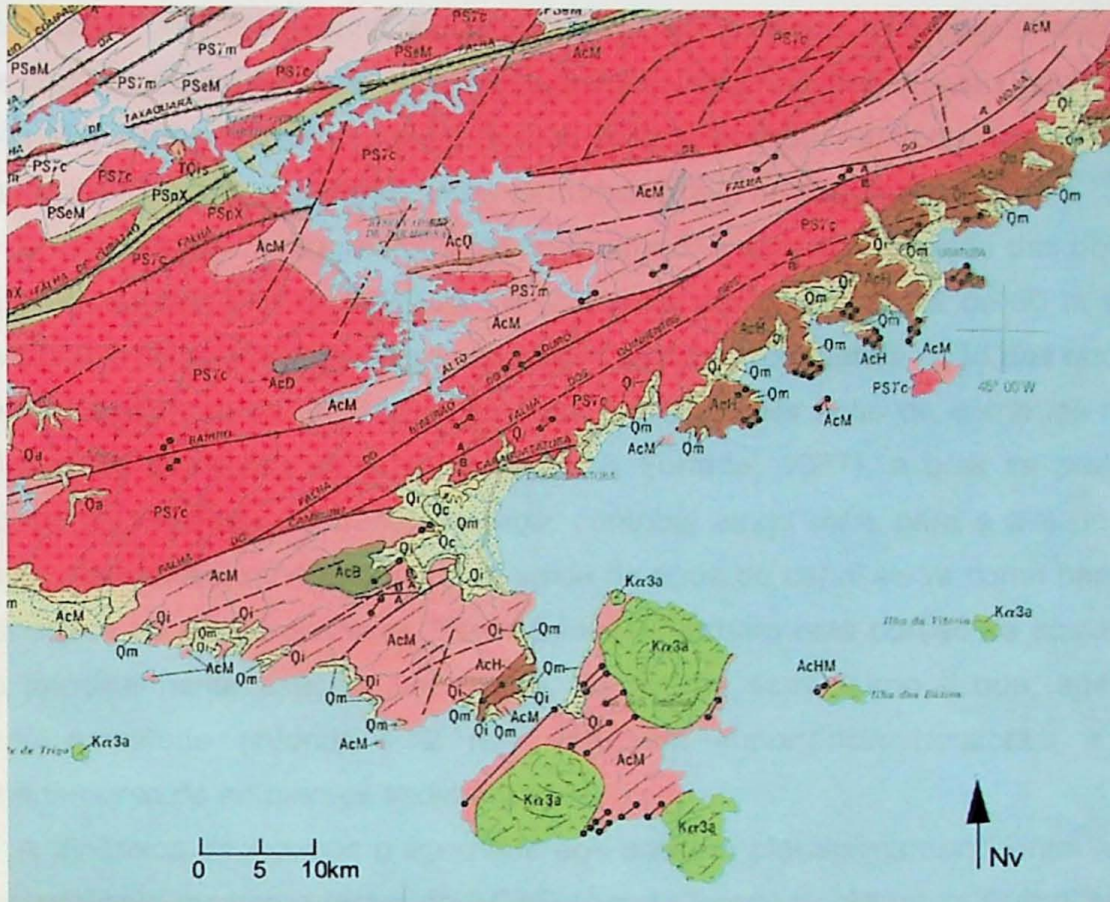
Na Ilha de São Sebastião, separada do continente pelo canal homônimo, ocorrem granitóides pré-cambrianos e diques e *stocks* básicos e alcalinos de idade mesozóica (Freitas, 1947; Hennies & Hasui, 1977, *apud* Souza, *op. cit.*).

Os minerais provenientes das rochas do embasamento, e que potencialmente poderiam ser encontrados nos depósitos sedimentares da área, são:

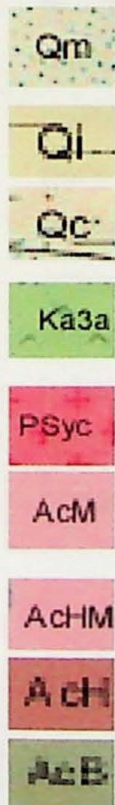
- minerais principais: quartzo, feldspatos (microclínio e feldspatos da série dos alcalinos), biotita, hornblenda;
- minerais acessórios: apatita, anfibólios magnetita, estauroлита, granadas, sillimanita, zircão, cianita, pirita, monazita, muscovita, piroxênios (diopsídio, hiperstênio), turmalinas, cassiterita, lepdolita, rutilo, espinélio, opacos, titanita, allanita, fibrolita, epidoto e perowskita (rochas alcalinas).

O padrão estrutural metamórfico da área apresenta uma tendência regional ENE de falhamentos e gnaissificações destacando-se duas grandes zonas de falhas, a de Bertioga-

Caraguatatuba e a do Camburú, que exercem grande controle tectônico-estrutural na área (Björnberg *et al.*, 1965, 1972; Björnberg, 1969; Fúlfaro & Ponçano, 1974; Fúlfaro *et al.*, 1976; Hasui *et al.*, 1977, 1978b, *apud* Souza, *op. cit.*).



LEGENDA



Qm (Sedimentos Marinheiros e Mistos): Sedimentos atuais e subatuais, incluindo terrenos arenosos praias, depósitos marinhos localmente retrabalhados por ação fluvial e/ou eólica, termos areno-siltico-argilosos de deposição flúvio-marinho-lacustre e depósitos de mangue.

Qi (Sedimentos Continentais Indiferenciados): Depósitos continentais incluindo sedimentos elúvio-coluvionares de natureza areno-argilosa e depósitos de caráter variado associados a encostas.

Qc (Formação Cananéia): Areias marinhas finas inconsolidadas frequentemente limonitizadas, com presença de esparsos leitos argilosos.

Ka3a (Corpos Alcalinos do Litoral Norte): Vulcanismo das Ilhas de São Sebastião, Monte de Trigo, dos Búzios e Vitória, incluindo nefelina sienitos, pulaskitos, teralitos, essexitos, nordmarkitos, tinguaítos e álcali-sienitos, cortados por numerosos diques não individualizados de micro-sienitos, traquitos, lamprófiros, fonólitos, tinuaítos, nordmarkitos e teschenitos.

PSyc (Suíte Granítica Sintectônica – Fácies Cantareira): Corpos para-autóctones e alóctones, foliados, granulação fina a média, textura porfírica freqüente, contatos parcialmente concordantes e composição granodiorítica a granítica.

AcM (Complexo Costeiro): Migmatitos metatexiticos de estruturas variadas predominantemente estromatíticas e oftálmicas; diatexitos, incluindo termos facoidais, oftálmicos e homofânicos de paleossomas variados e migmatitos policíclicos complexos de paleossoma xistoso e/ou gnáissico.

AcHM (Complexo Costeiro): charnoquitos, kinzigitos e rochas granito-gnáissicas a hiperstênio com migmatização e feldspatização sobrepostas.

Ach (Complexo Costeiro): piroxênio granulitos, granulitos quartzo-feldspáticos, kinzigitos, charnoquitos, e rochas granito-gnáissicas a hiperstênio incluindo anfibolitos e serpentinitos localmente migmatizados

AcB (Complexo Costeiro): metagabros, metadioritos, quartzo dioritos gnáissicos e orto-anfibolitos.

Figura 2 - Mapa geológico da área (Fonte: IPT, 1981).

3.2. Clima, vegetação e aspectos hidrodinâmicos da área

Segundo Mahiques *et al.* (1999), o clima tropical úmido, assim como a ausência de grandes bacias de drenagem na região estudada, faz com que o regime de chuvas seja de grande importância no fornecimento de água doce das áreas continentais para o oceano. A Serra do Mar apresenta como cobertura uma floresta tropical; nos estuários predomina uma vegetação de mangue, em grande parte perturbada pela atividade antrópica.

A Enseada de Caraguatatuba, como um todo, é abrigada da ação das ondas. Essas, vindas preferencialmente de SE, são refratadas na altura da isóbata de 50 m e difratadas em obstáculos como a Ilha de São Sebastião. Tais fatos atenuam a ação das ondas na linha de costa. A presença de uma barra arenosa formada pela ação de correntes no canal de São Sebastião (Furtado, 1978, *apud* Souza & Furtado, 1987), a qual se prolonga até a porção sul da Enseada de Caraguatatuba, contribui ainda mais para a atenuação desses sistemas. Além disso, o próprio fluxo de saída de água do canal serve como barreira à ação hidrodinâmica ao sul da enseada. Essas barreiras tornam esta porção da costa abrigada e sujeita principalmente à ação das marés, de regime semi-diurno e que, apesar de sua pequena amplitude (inferior a 2 m), assumem importância horizontal e lateral no condicionamento de ambientes sedimentares.

A dinâmica de massas d'água que age sobre a plataforma continental é fortemente influenciada pelo avanço e recuo da ACAS (Água Central do Atlântico Sul) (Castro Filho *et al.*, 1987, *apud* Mahiques *et al.*, *op. cit.*). Durante o verão, induzida por ventos, a ACAS, mais rica em nutrientes e com temperaturas ao redor de 16 °C, avança para as áreas costeiras, ocupando a plataforma interna e provoca o deslocamento da AC (Água Costeira) para o oceano aberto, criando uma termoclina que pode ser observada em áreas com profundidade inferior a 20 m. Entre março e novembro, o recuo da ACAS para a plataforma externa permite o avanço da ATA (Água Tropical Atlântica) para a maior porção da plataforma. Além disso, devido à diminuição do aporte de água doce, a AC exerce menor influência sobre a área (Mahiques *et al.*, *op. cit.*). No inverno, ocorrem freqüentes passagens de frentes frias, provocando a ressuspensão dos sedimentos de fundo, especialmente na plataforma interna (Corbisier, 1989).

4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Em estudos sobre a sedimentação atual, diversos parâmetros sedimentológicos têm sido utilizados para a determinação do transporte sedimentar em áreas costeiras e marinhas. Dentre os mais utilizados, estão as características composicionais da matéria orgânica sedimentar e os diversos parâmetros associados à granulometria dos sedimentos.

4.1. *Matéria orgânica sedimentar*

As características da matéria orgânica depositada nos sedimentos superficiais de áreas marinhas são largamente empregadas na correlação de diversos processos oceanográficos, como produtividade das águas superficiais, entrada de material continental nos oceanos, dinâmica de massas de água, potencial de oxi-redução e taxa de sedimentação (Müller & Suess, 1979; Stein, 1991; Faganeli *et al.*, 1994; Meyers, 1997, *apud* Mahiques *et al.*, 1999).

4.1.1. *Fontes de matéria orgânica para os sedimentos*

A maior fonte de matéria orgânica primária para os sedimentos de lagos e oceanos são os detritos de organismos unicelulares do fitoplâncton, que vivem na zona fótica. Os detritos de plantas terrestres podem fornecer uma contribuição importante de matéria orgânica para os sedimentos próximos a desembocaduras de rios. A contribuição relativa dessas duas fontes de matéria orgânica para os sedimentos é fortemente influenciada pela produtividade das algas, das plantas terrestres e por processos de transporte. Conseqüentemente, a determinação desta contribuição relativa e de fatores similares é um importante componente das reconstruções paleoambientais. A matéria orgânica proveniente de animais raramente constitui fração significativa do total, embora a evidência geoquímica da abundância e das formas de vida animal contribuam com detalhes importantes das condições paleoambientais. A matéria orgânica derivada de microorganismos, ao contrário da matéria orgânica derivada de animais, pode representar a maior porção da matéria orgânica presente no registro sedimentar, embora seja uma matéria orgânica secundária, raramente primária.

Em adição aos tipos de matéria orgânica que refletem a produção local, ventos comumente transportam materiais como pólenes de plantas terrestres, fuligem de incêndios, e solo fino de fontes distantes (Simoneit, 1977; Poynter *et al.*, 1989; Gogou *et al.*, 1996, *apud* Meyers, 1997). O componente eólico tipicamente representa uma pequena fração da matéria orgânica total, mas como pode conter componentes distintivos, que indicam as rotas de transporte atmosférico, é potencialmente útil aos estudos paleoclimáticos.

4.1.2. Controles na preservação da matéria orgânica

A matéria orgânica, sendo uma forma reduzida (não oxidada) do carbono e, portanto, apresentando um elevado estado de energia livre, encontra-se instável em ambientes oxidantes. A degradação da matéria orgânica é acelerada na zona fótica, e intensificada nas superfícies bioturbadas dos sedimentos. Tipicamente, não mais que uma pequena porcentagem da quantidade original da matéria orgânica primária resiste à remineralização para CO₂, sedimentando nos fundos de lagos e oceanos. Uma pequena proporção da matéria orgânica primária e secundária, porém, é preservada nos sedimentos, e esse material constitui o registro orgânico geoquímico das condições pretéritas da água, dos continentes próximos e dos fundos de lagos e oceanos. As condições ambientais determinam o quanto a matéria orgânica original resiste, para passar a fazer parte do registro sedimentar (Meyers, 1997).

4.1.3. Principais indicadores da fonte da matéria orgânica

Apesar das perdas de matéria orgânica na diagênese - e de alguns de seus componentes biomarcadores, em particular - vários parâmetros são indicadores relativamente seguros de fonte da matéria orgânica. Composições elementares, isotópicas, e petrológicas fornecem um registro da origem biológica da matéria orgânica depositada em sedimentos de oceanos e lagos ao longo do tempo.

A aplicação das razões isotópicas $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$, baseada nas diferentes assinaturas de seus isótopos em vegetais dos tipos C₃ (plantas arbóreas) e C₄ (arbustos e gramíneas), organismos bentônicos e fito e zooplâncton, é útil em estudos de dinâmica sedimentar atual em áreas costeiras e de plataforma, de aporte de matéria orgânica terrígena e análises paleoambientais (Anderson & Arthur, 1983; Kaplan, 1983; Wada *et al.*, 1987; Sackett, 1989, *apud* Mahiques *et al.*, 1999).

Já a razão C/N, determinada pela análise elementar da matéria orgânica, tem sido largamente utilizada na distinção entre matéria orgânica sedimentar originada de algas e de plantas terrestres (Prah *et al.*, 1980; Premuzic *et al.*, 1982; Ishiwatari & Uzaki, 1987; Jasper & Gogosian, 1990; Prah *et al.*, 1994; Silliman *et al.*, 1982, *apud* Meyers, *op. cit.*). Algas tipicamente apresentam razão C/N entre 4 e 10, enquanto vegetais terrestres vasculares apresentam razão C/N igual ou superior a 20 (Meyers, 1994, *apud* Meyers, *op. cit.*). Esta diferença deve-se (1) à ausência de celulose nas algas e sua abundância em plantas vasculares, e (2) à riqueza de proteínas na matéria orgânica algal. A degradação seletiva dos componentes da matéria orgânica durante o início da diagênese tem potencial para modificar a razão C/N da matéria orgânica nos sedimentos. A degradação parcial da matéria

orgânica algal durante a deposição pode diminuir seletivamente os componentes protéicos e, assim, aumentar a razão C/N. O inverso – a diminuição da razão C/N – tem sido observado em solos e sedimentos marinhos (Sollins *et al.*, 1984, *apud* Meyers, 1997), envolvendo a absorção de amônia derivada da decomposição da matéria orgânica, acompanhada pela remineralização e liberação de carbono.

4.2. Tendências granulométricas

Os parâmetros granulométricos de sedimentos superficiais variam de acordo com o local de amostragem. Tais mudanças espaciais (tendências granulométricas) resultam de processos de transporte seletivo e mistura de sedimentos de várias fontes (Russel, 1939; *apud* Gao & Collins, 1994). Esta observação implica que alguns padrões distintos de tendência granulométrica estão provavelmente associados aos caminhos do transporte sedimentar. Por exemplo, a granulometria média é considerada como tornando-se sucessivamente mais fina ao longo do transporte (Pettijohn *et al.*, 1972; *apud* Gao & Collins, *op. cit.*); porém, foram observadas também tendências de aumento da granulometria ao longo do transporte (Mc Cave, 1978; Nordstrom, 1989, *apud* Gao & Collins, *op. cit.*). Foram derivadas tendências granulométricas combinadas, usando-se mais de um parâmetro granulométrico, a fim de superar esta dificuldade (Mc Laren & Bowles, 1985, *apud* Gao & Collins, *op. cit.*). Esta tentativa pode falhar na identificação do caminho de transporte, em algumas circunstâncias (Masselink, 1992, *apud* Gao & Collins, *op. cit.*).

Tais falhas podem ser causadas por: (1) definição errônea da tendência granulométrica dominante ao longo da trajetória (do caminho do transporte); ou (2) uma tentativa inadequada ser usada na análise das tendências. Até agora, a identificação das tendências granulométricas relacionadas ao caminho de transporte tem sido baseada apenas em alguns conhecimentos empíricos (sua relação com as condições hidrodinâmicas são desconhecidas). Além disso, os procedimentos para as análises de tendência granulométrica precisam ser aperfeiçoados, para reduzir a probabilidade de padrões não associados a caminhos de transporte, serem interpretados como sendo representativos (Gao & Collins, *op. cit.*).

4.3. Salinidade, temperatura, teor de carbonato biodetrítico e formas de leito

Parâmetros como salinidade e temperatura podem trazer informações quanto à proveniência das águas e, conseqüentemente, dos sedimentos. Isto é possível devido às diferenças relativas entre as águas fluviais - temperatura e salinidade inferiores - e marinhas, com maior quantidade de sais dissolvidos e maior capacidade térmica.

O teor de carbonato biodetrítico no sedimento, por sua vez, indica a maior ou menor influência marinha no aporte sedimentar, uma vez que o carbonato biodetrítico é produzido principalmente por organismos marinhos.

Formas de leito comumente encontradas em planícies de maré são marcas onduladas. Sua configuração usual consiste de cristas baixas separadas por depressões também rasas, e são dois os padrões fundamentais, marcas onduladas simétricas e assimétricas, que podem ser superimpostas para produzirem muitas outras feições (Suguio, 1973). Quando assimétricas, as marcas onduladas, assim como os *tidal creeks*, são indicadoras de direção e sentido de fluxo. No caso específico de uma planície de maré, permitem a identificação do fluxo mais efetivo (maré enchente ou vazante).

5. METODOLOGIA

O estudo foi dividido em duas fases: na primeira, foram realizadas as atividades de campo, incluindo as medições *in situ* e a coleta de amostras, analisadas na segunda fase, laboratorial.

5.1. Atividades de campo

As atividades desenvolvidas em campo foram realizadas em duas etapas. A primeira etapa foi realizada na primavera de 2000, nos dias 22 e 23 de novembro. A segunda foi realizada no inverno de 2001, nos dias 21 e 22 de agosto.

Além de poder-se efetuar dois ciclos de análises, as épocas foram escolhidas de forma que se pudesse avaliar a influência da variação sazonal no transporte sedimentar local.

5.1.1. Posicionamento

O posicionamento foi feito com o auxílio de um GPS (GARMIN PLUS), programado com coordenadas previamente obtidas em carta náutica N° 1616 - Canal de São Sebastião, Parte Norte (Brasil, 1963), após a determinação de uma malha de amostragem regular de distância de 100 m entre os pontos, cobrindo a porção sul da Enseada de Caraguatatuba, entre o rio Juqueriquerê e a Ponta do Camaroeiro (Fotos 1 e 2).

Foram definidos 72 pontos, conforme mostram as Figuras 3 e 4.

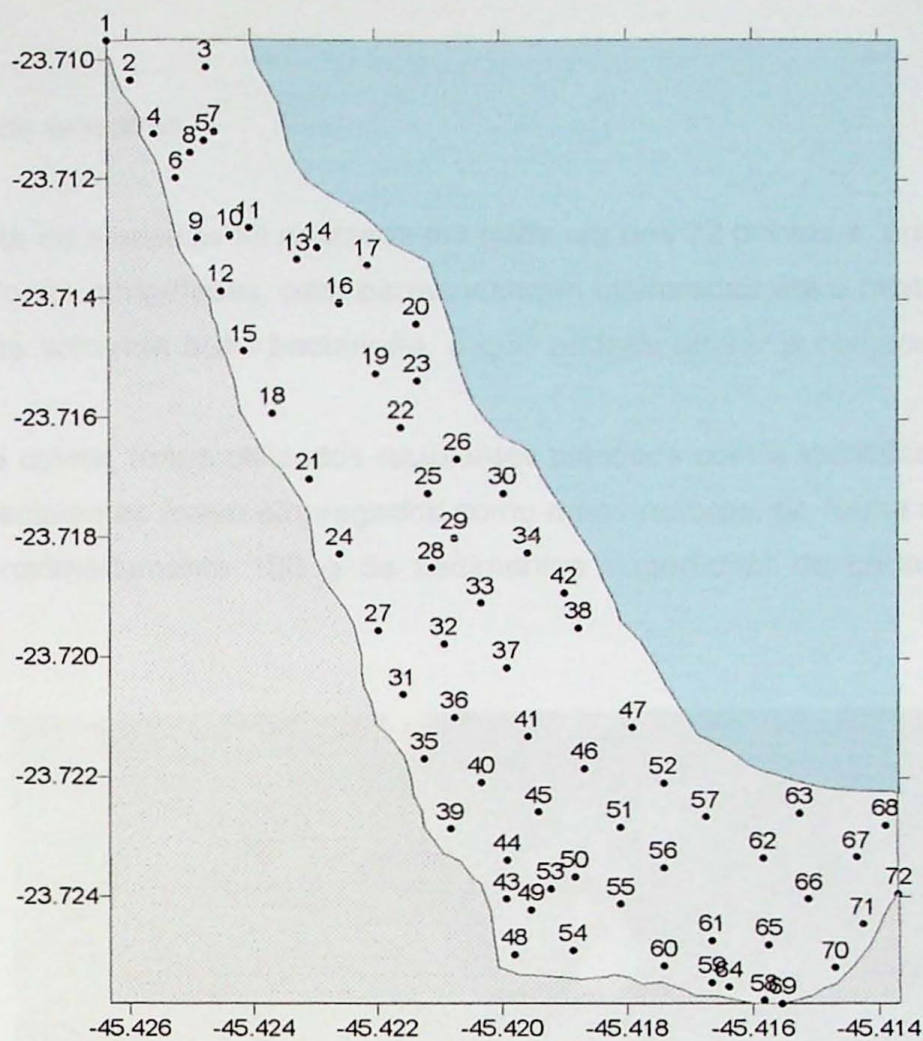


Figura 3 - Malha de amostragem seguida na primeira etapa de campo (nov./2000).

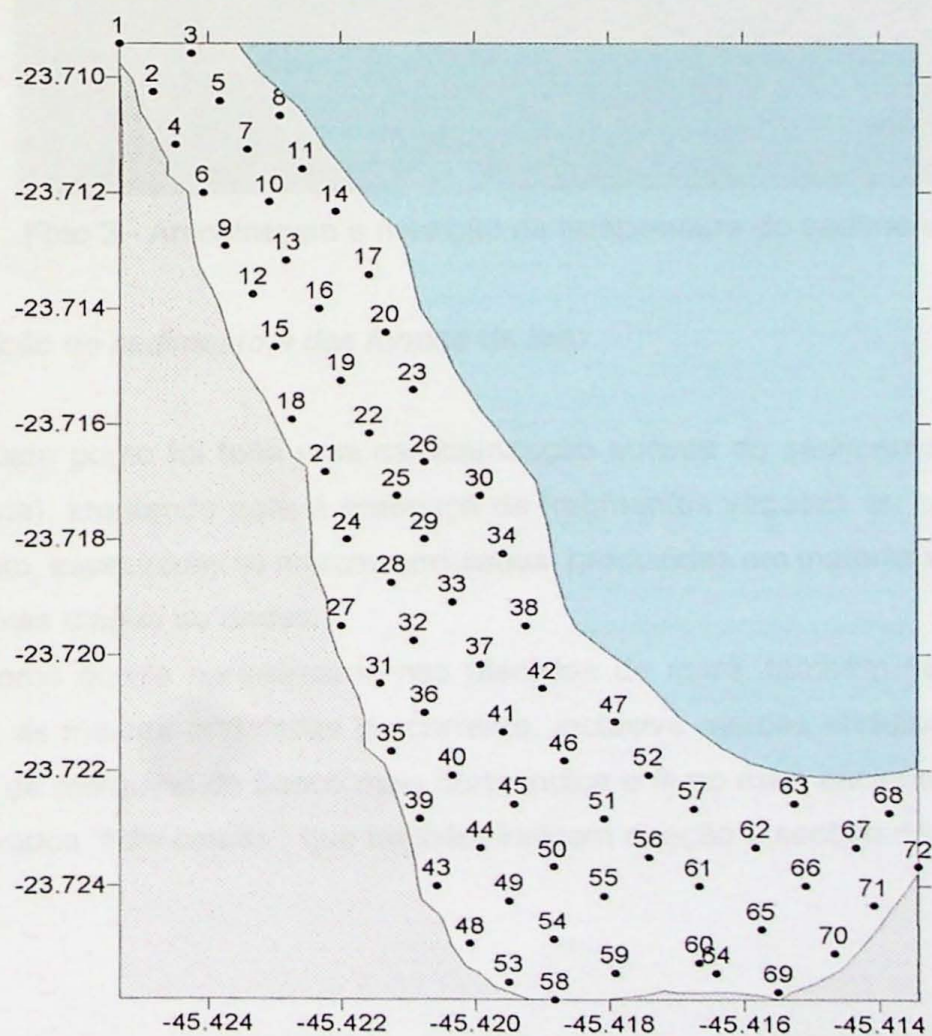


Figura 4 - Malha de amostragem seguida na segunda etapa de campo (ago./2001).

5.1.2. Coleta de amostras

A coleta de amostras foi realizada em cada um dos 72 pontos e, uma vez coletadas, as amostras foram congeladas, para permanecerem inalteradas até o momento da análise, sem o risco de sofrerem ação bacteriana, o que poderia alterar a composição química do sedimento.

Para a coleta, foram utilizados recipientes plásticos com a identificação da amostra. Os próprios recipientes foram empregados como amostradores, de forma que puderam ser coletados aproximadamente 150 g de sedimentos superficiais de cada um dos pontos (Foto 3).



Foto 3 - Amostragem e medição da temperatura do sedimento.

5.1.3. Descrição do sedimento e das formas de leito

Em cada ponto foi feita uma caracterização sucinta do sedimento (mineralógica e granulométrica), atentando para a presença de fragmentos vegetais ou animais, além das formas de leito, especialmente marcas onduladas, produzidas em material inconsolidado por vento, correntes d'água ou ondas.

Tal como ocorre normalmente nas planícies de maré, também na área de estudo predominam as marcas onduladas de corrente, inclusive marcas onduladas assimétricas, cujo sentido de mergulho do flanco mais curto indica o fluxo mais eficiente (Foto 4). Foram ainda observados "*tidal creeks*", que também indicam direção e sentido do fluxo (Foto 5).



Foto 4 - Marcas onduladas assimétricas.



Foto 5 - *Tidal creeks*.

5.1.4. Medição de temperatura e salinidade

Simultaneamente à coleta de amostras, procedeu-se a medição da temperatura do sedimento, com um termômetro de mercúrio convencional (Foto 3).

A salinidade da água foi medida com um refratômetro diferencial (Foto 6), segundo o método do índice de refração, relacionado com a temperatura e a clorinidade.

Sua definição prática foi obtida com emprego da razão K_{15} , entre a condutividade elétrica da amostra de água (na temperatura de 15°C e pressão de 1 atm) e a condutividade elétrica de uma solução de cloreto de potássio (KCl), na qual a fração da massa de KCl é 0,0324356 (estando na mesma temperatura e pressão). A salinidade S foi calculada segundo a Equação 1 (Montone, 2001):

$$S = 0,0080 - 0,1692K_{15}^{1/2} + 25,3851K_{15} + 14,0941K_{15}^{3/2} - 7,0261K_{15}^2 + 2,7081K_{15}^{5/2} \quad (\text{Equação 1})$$

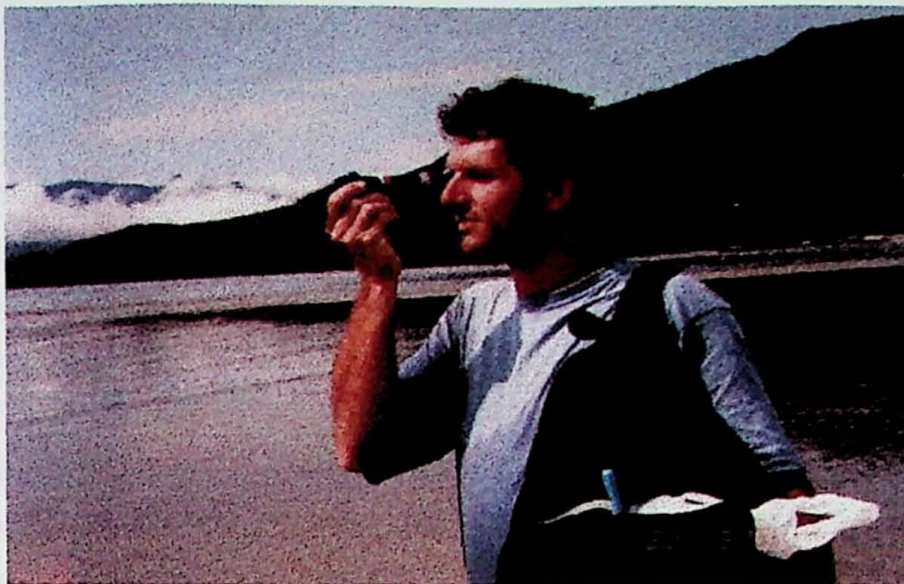


Foto 6 - Medição de salinidade com refratômetro diferencial.

5.2. Atividade laboratorial

As amostras congeladas foram submetidas à liofilização (secagem a frio), sem que houvesse perda de voláteis, e, então, foram feitas análises granulométrica e de teores de carbonato biodetrítico, carbono orgânico e nitrogênio e enxofre totais.

5.2.1. Análise do conteúdo de carbonato biodetrítico

A determinação do conteúdo de carbonato biodetrítico é um importante parâmetro sedimentológico no estudo de ambientes atuais e pretéritos. Sua utilização isolada ou em conjunto com outros parâmetros (conteúdo em carbono orgânico) possibilita interpretações relacionadas com variações na produtividade marinha e aporte continental, entre outros.

Cerca de 10 g de amostras de sedimento seco foram acidificados, por 12 horas, com ácido clorídrico a 10%, e então secos a 60 °C. O conteúdo de carbonato biodetrítico foi calculado pela diferença de massa antes e após a acidificação.

A eliminação do carbonato biodetrítico é, ainda, necessária para que não haja interferência do carbono do carbonato (carbono inorgânico, portanto) na determinação do teor de carbono orgânico.

5.2.2. Análise granulométrica

A determinação das características granulométricas foi feita por meio de análise em sedimentômetro de laser Malvern 2000.

Cerca de 0,3 g de amostra são colocados numa cuba com água, agitados, e bombeados para o analisador, passando por uma lente, onde há emissão do laser. Assim,

ao atingirem as partículas, os raios são difratados e detectados pelo analisador, que calcula o diâmetro das partículas. São realizadas três repetições para cada amostra, sendo selecionado o resultado com menor erro, de modo a desconsiderar interferências causadas por material floculado, por exemplo.

Os sedimentos de diâmetro superior a 2 mm foram analisados por peneiramento: uma vez conhecido o peso inicial, a amostra foi colocada numa bateria de peneiras de abertura 2,000 mm, 1,410 mm, 1,000 mm, 0,707 mm, 0,500 mm, 0,354 mm, 0,250 mm, 0,177 mm, 0,125 mm, 0,088 mm e 0,062 mm, dispostas com a malha aumentando de baixo para cima. Após agitado por 15 minutos, o sedimento retido em cada peneira é pesado. Havendo partículas mais finas que 0,062 mm, aplicaria-se a técnica da pipetagem, baseada na velocidade de decantação das partículas (Lei de Stokes).

Os dados foram tratados com auxílio do programa Labse (desenvolvido pelo Prof. Dr. Jorge Kazuo Yamamoto, em linguagem Pascal), que calcula as porcentagens de cada fração granulométrica e fornece parâmetros estatísticos como diâmetro médio, desvio padrão e assimetria, entre outros. A escala granulométrica utilizada foi a de Wentworth, com os correspondentes valores de ϕ - logaritmo negativo de base 2 da granulometria em milímetros (Quadro 1). A escala ϕ apresenta vantagens quando, durante a análise granulométrica, os intervalos escolhidos são regulares (Suguio, 1973).

5.2.3. *Análise do conteúdo de carbono orgânico, nitrogênio e enxofre totais*

Os conteúdos de carbono orgânico, nitrogênio e enxofre totais foram determinados com a utilização de analisador LECO CNS2000. Esta análise permite a identificação de intervalos de maior produtividade (carbono orgânico e nitrogênio total), natureza da matéria orgânica (razão C/N) e variações no potencial de oxi-redução no fundo de corpos d'água (razão C/S) (Stein, 1991; Meyers, 1997; Etcheber *et al.*, 1999).

Cerca de 0,2 g de sedimento seco são descarbonatados com uma solução de HCl a 10%, lavados por três vezes com água destilada, filtrados, congelados, liofilizados, e então submetidos ao analisador LECO CNS 2000. Inicialmente, é construída uma curva de calibração, baseada em teores de carbono orgânico, nitrogênio e enxofre de uma amostra padrão. Então, o sedimento é queimado a 1.400 °C e o gás liberado passa pelo analisador, que determina, por condutividade termal, o teor de nitrogênio e, por emissão de radiação infravermelha, os teores de carbono e enxofre.

Diâmetro (mm)	Diâmetro (ϕ)	Classificação
>256	<-8	Matacão
256~128	-8~-7	Calhau grande
128~64	-7~-6	Calhau pequeno
64~32	-6~-5	Seixo muito grande
32~16	-5~-4	Seixo grande
16~8	-4~-3	Seixo médio
8~4	-3~-2	Seixo pequeno
4~2	-2~-1	Grânulo
2~1	-1~0	Areia muito grossa
1~1/2	0~1	Areia grossa
1/2~1/4	1~2	Areia média
1/4~1/8	2~3	Areia fina
1/8~1/16	3~4	Areia muito fina
1/16~1/32	4~5	Silte grosso
1/32~1/64	5~6	Silte médio
1/64~1/128	6~7	Silte fino
1/128~1/256	7~8	Silte muito fino
1/256~1/512	8~9	Argila grossa
1/512~1/1024	9~10	Argila média
1/1024~1/2048	10~11	Argila fina

Fonte: adaptado de Suguio 1973.

Quadro 1 - Classificação dos sedimentos segundo a granulometria (Escala de Wentworth) e os valores correspondentes de ϕ .

Os conteúdos de carbono e nitrogênio são tipicamente medidos após a remoção do carbonato biodetrítico do sedimento e obtenção do valor do nitrogênio residual, que inclui nitrogênio orgânico e inorgânico. Na maioria dos sedimentos, a concentração de nitrogênio inorgânico é pequena quando comparada à do nitrogênio orgânico, de forma que a razão C/N representa seguramente a origem da matéria orgânica. O mesmo não ocorre com sedimentos que contêm baixa concentração de matéria orgânica ($C_{org} < 0,3\%$), onde a proporção de nitrogênio inorgânico pode, às vezes, representar uma grande fração do nitrogênio residual, reduzindo, artificialmente, a razão C/N (Meyers, 1997).

A simples plotagem dos teores de carbono orgânico e nitrogênio total em um sistema de coordenadas cartesianas e a análise da sua correlação, permitem a confirmação da

natureza orgânica do nitrogênio.

5.2.4. Análise do padrão do transporte sedimentar

Embora a relação entre a tendência granulométrica e os processos hidrodinâmicos ainda não seja bem compreendida, alguns processos de transporte têm se mostrado como mecanismos que provocam alterações nos parâmetros granulométricos (Russel, 1939, *apud* Gao & Collins, 1994). Por exemplo, ao longo de um caminho de transporte: a abrasão torna as partículas sedimentares mais finas; o transporte seletivo resulta tanto na diminuição como no aumento da granulometria dos sedimentos; e a mistura de materiais provenientes de fontes variadas pode destruir qualquer padrão granulométrico ordenado, produzido por outro mecanismo de transporte.

Apenas um número muito limitado de tendências granulométricas pode existir ao longo de um caminho de transporte. Usando-se um único parâmetro granulométrico, por exemplo, há apenas dois casos possíveis: o parâmetro poderá tanto aumentar como diminuir. Em geral, se n parâmetros granulométricos são envolvidos para formar casos combinados, então o número total de possíveis casos de tendências granulométricas (obtidos da comparação dos parâmetros entre os pontos A e B) será 2^n . Por exemplo, se o diâmetro médio, o coeficiente de seleção e a assimetria forem usados, então haverá oito casos possíveis, listados no Quadro 2.

Caso	Definição
1	$\mu_A > \mu_B$, $\sigma_A < \sigma_B$, e $S_{kA} < S_{kB}$
2	$\mu_A < \mu_B$, $\sigma_A < \sigma_B$, e $S_{kA} > S_{kB}$
3	$\mu_A < \mu_B$, $\sigma_A > \sigma_B$, e $S_{kA} > S_{kB}$
4	$\mu_A > \mu_B$, $\sigma_A > \sigma_B$, e $S_{kA} < S_{kB}$
5	$\mu_A > \mu_B$, $\sigma_A < \sigma_B$, e $S_{kA} > S_{kB}$
6	$\mu_A < \mu_B$, $\sigma_A < \sigma_B$, e $S_{kA} < S_{kB}$
7	$\mu_A < \mu_B$, $\sigma_A > \sigma_B$, e $S_{kA} < S_{kB}$
8	$\mu_A > \mu_B$, $\sigma_A > \sigma_B$, e $S_{kA} > S_{kB}$

Quadro 2 - Tendências granulométricas possíveis, considerando-se os parâmetros granulométricos diâmetro médio (μ), seleção (σ) e assimetria (S_k).

Portanto, é tecnicamente possível examinar cada um desses casos, podendo-se identificar as tendências associadas aos caminhos de transporte.

Como cada um dos casos listados no Quadro 2 é passível de ocorrer ao longo do caminho do transporte (Gao & Collins, 1991, *apud* Gao & Collins, 1994), tal exame pode ser

considerado apenas se as seguintes condições forem satisfeitas: (1) alguns destes casos apresentam uma frequência de ocorrência significativamente mais alta na direção do transporte do que nas demais direções; e (2) tal dominância não existe se não houver relação de troca de material entre as amostras de sedimento envolvidas.

Dois tipos de tendências hipotéticas similares aos casos 1 e 2 (Quadro 2) têm sido utilizados (Mc Laren & Bowles, 1985, *apud* Gao & Collins, 1994). Uma análise empírica mostrou que as observações de tendências granulométricas ao longo de caminhos de transporte conhecidos geralmente não contradizem os casos 1 e 2. Além disso, o uso de tais casos para sistemas de marés resultou em padrões que aparentemente representam caminhos de transporte sedimentar identificados com base em evidências geomorfológicas e sedimentológicas (Gao & Collins, 1992, *apud* Gao & Collins, *op. cit.*).

Assim, o padrão do transporte sedimentar na área de estudo foi determinado em função de parâmetros granulométricos – diâmetro médio (μ), desvio padrão (σ) e assimetria (Sk) – do sedimento.

O diâmetro médio dos sedimentos indica a magnitude do tamanho das partículas, sendo útil também na comparação de amostras coletadas segundo o sentido de transporte dos sedimentos ao longo de um rio ou praia (Suguio, 1973).

O desvio padrão reflete o grau de seleção do sedimento, que pode depender da granulometria (é menor em areia e sedimentos grossos do que em partículas muito finas) e do modo e distância de transporte (diminui com o transporte do sedimento).

A assimetria pode ser resultado de: (1) erros de amostragem; (2) inclusão de mais de uma frequência de distribuição granulométrica em uma única amostra, em virtude da má seleção das amostras ou porque a amostra de uma única população é muito pequena para refletir os atributos da distribuição original; (3) ação de agentes com transporte seletivo, removendo apenas uma fração do material, e (4) deposição por uma corrente uniforme, havendo aumento do grau de simetria quando o material é seguido no sentido do seu transporte (Gripenberg, 1934, *apud* Suguio, *op. cit.*).

Entre as oito combinações possíveis de μ , σ e Sk , foram selecionadas as seguintes:

$$(1) \quad \sigma_2 \leq \sigma_1, \mu_2 \geq \mu_1 \text{ e } Sk_2 \leq Sk_1$$

$$(2) \quad \sigma_2 \leq \sigma_1, \mu_2 \leq \mu_1 \text{ e } Sk_2 \geq Sk_1$$

Foi utilizado um programa FORTRAN, para análise vetorial, cujo pressuposto é de que há uma direção de maior probabilidade de transporte que as demais (Gao, 1996).

Utilizando-se dados como número total de estações de amostragem, cosseno da latitude média da área, distância característica, números dos pontos de amostragem e parâmetros granulométricos, o programa FORTRAN obtém os resultados, que podem ser plotados com auxílio do programa Surfer.

Inicialmente, cada ponto da rede de amostragem é comparado aos pontos vizinhos, até uma distância crítica, representada pelo intervalo de amostragem máximo. Esta distância depende da escala utilizada, devendo ser pequena quando comparada ao ambiente sedimentar estudado. Se as tendências dos tipos (1) ou (2) forem identificadas entre o “ponto central” e qualquer ponto vizinho, será definido um vetor adimensional para o ponto central. O vetor apresenta uma unidade de comprimento e aponta da estação de maior desvio padrão (ou coeficiente de seleção) para a de menor desvio padrão.

A seguir, os vetores são somados, resultando em um vetor único, para cada uma das estações de amostragem com mais de um vetor identificado inicialmente.

Por fim, é efetuada uma filtragem, reduzindo-se os ruídos remanescentes (qualquer vetor inconsistente, em termos de direção) (Gao, 1996).

6. DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO

As atividades realizadas no intervalo de abril a novembro de 2001 são apresentadas no Quadro 3.

ATIVIDADES	MESES							
	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov
Pesquisa Bibliográfica								
Coleta de amostras *								
Mapeamento de formas de leito; medições de temperatura e salinidade								
Análise granulométrica								
Análise de carbonato biodetrítico								
Análise de C, N, S								
Tratamento de dados								
Elaboração do relatório								

* A primeira coleta de amostras foi realizada em nov./2000.

Quadro 3 - Cronograma de atividades.

As análises laboratoriais foram realizadas no Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo (laboratórios de sedimentologia e geoquímica), que forneceu também todo o material e procedimentos analíticos utilizados e disponibilizou as instalações da Base de Ubatuba, beneficiando o desenvolvimento dos trabalhos de campo.

A análise granulométrica e a de teores de carbonato biodetrítico, carbono orgânico, nitrogênio e enxofre totais foram realizadas conforme previsto. As análises foram realizadas de acordo com a metodologia originalmente proposta e os dados resultantes foram tratados, tendo sido obtidos resultados adicionais, como as razões C/N e C/S. Tais parâmetros, juntamente com os dados medidos no campo (como salinidade, temperatura, e mapeamento de formas de leito, foram representados em mapas de isovalores.

Posteriormente, utilizando-se os parâmetros granulométricos, foi elaborado o mapa de padrão de transporte sedimentar. Este foi relacionado aos demais resultados, de forma a possibilitar uma interpretação do transporte sedimentar na área.

Na segunda fase do projeto foi realizado um novo trabalho de campo (ago./2001), no qual foram obtidos novos dados de temperatura, salinidade, formas de leito, além de amostras dos pontos correspondentes aos da primeira fase, de forma a permitir a comparação dos resultados e a observação de uma possível variação sazonal no transporte sedimentar na área.

As atividades realizadas no decorrer deste estudo, como planejamento da amostragem, controle de qualidade na amostragem e nas análises, assim como o tratamento de dados mostraram-se fundamentais ao bom andamento do trabalho.

A diferença na malha de amostragem empregada nos dois trabalhos de campo (Figuras 3 e 4) deveu-se ao fato de, na segunda etapa, as coordenadas predeterminadas terem sido seguidas à risca, ao passo que na primeira etapa foram considerados pontos próximos e adotadas novas coordenadas. Desta forma, a malha de amostragem de ago./2001 é mais regular do que a de nov./2000.

Por se tratar de uma área de planície de maré, a escolha das datas dos trabalhos de campo foi efetuada também em função da altura das marés. Optou-se, então, por realizar as amostragens e medições na maré de sizígia, com a maré baixa atingindo alturas próximas a 0 m, e em períodos do dia que apresentassem luminosidade suficiente para a realização das atividades (Quadro 4).

Outro fator que afetou os resultados obtidos, particularmente os dados de temperatura, foi o horário em que foram realizadas as medições, tanto devido ao ângulo de incidência dos raios solares, como devido à variação da espessura da lâmina d'água sobre o sedimento (de 0 m a aproximadamente 1 m). Esta ainda dificultou a observação das formas de leito: quanto maior a proximidade da linha de maré alta (limite oeste da área investigada), maior foi a facilidade de observação das formas de leito e da medição do sentido de fluxo indicado.

Data	Hora	Altura da maré (m)
22.11.2000	06:08	0,0
	13:13	0,8
	18:32	0,1
23.11.2000	06:58	0,0
	13:34	0,7
21.08.2001	02:47	1,1
	10:41	-0,1
	15:30	0,9
	22:58	0,2
22.08.2001	03:13	1,1
	11:19	0,0
	15:47	0,8
	23:36	0,2

Quadro 4 - Altura das marés para a região de São Sebastião nos períodos dos trabalhos de campo.

7. RESULTADOS

Os dados georreferenciados obtidos (Tabelas 1 e 2, em anexo) foram submetidos ao programa Surfer (versão 7.0), de forma que puderam ser confeccionados mapas de isovalores, apresentados a seguir.

7.1. Salinidade

Com base nos dados obtidos no mês de nov./2000, a salinidade variou de 0 a 31, sendo que os menores valores ocorreram no noroeste e no sudoeste da área (Figura 5). Os valores máximos são encontrados na porção sudeste, podendo ser observados núcleos de salinidade próxima a 20 no norte e no sudoeste da área, e os valores mínimos localizam-se no norte e em núcleos no sudoeste da área.

As medições feitas em ago./2001 mostram salinidades mais elevadas, entre 15 e 36 (Figura 6). Os maiores valores são encontrados no sudeste da área e em pontos no sudoeste, que atingem salinidades próximas a 36. Os menores valores encontram-se no

norte da área, atingindo um mínimo de 15. No restante da área, embora ocorram pontos de menor salinidade, esta nunca é inferior a 29.

7.2. Temperatura do sedimento

Na campanha de nov./2000, a temperatura é máxima ao longo da linha de maré alta e no sul da área, com valores de 31,0 °C, decrescendo com o afastamento da costa. As menores temperaturas ocorrem no nordeste da área, atingindo 22,0 °C (Figura 7).

Na campanha de ago./2001, as temperaturas variam de 22,0 °C a 29,8 °C (Figura 8), sendo os maiores valores atingidos na porção central da área, o que pode ser associado à presença de uma área alçada, fazendo com que, nessa porção, a lâmina d'água seja menos espessa. Ocorrem, ainda, núcleos de temperatura próxima a 28,5 °C no sul da área.

Os dados de temperatura devem ser vistos com certa reserva, devido à variação da temperatura ao longo do dia, uma vez que a duração da amostragem foi de dois dias, em cada campanha, com interrupções na maré alta.

7.3. Teor de carbonato biodetrítico (CaCO_3)

Segundo a análise das amostras coletadas em nov./2000, o teor de carbonato biodetrítico na área de estudo é baixo, variando de 0,7% a 11,2% (Figura 9). De maneira geral, os teores aumentam do norte para o sul da área. Os maiores valores são encontrados no sudeste, ocorrendo teores próximos a 6,0% no centro-leste e no sudoeste da área.

As amostras coletadas em ago./2001 apresentam teores de carbonato biodetrítico variando entre 1,5% e 11,8% (Figura 10). Os maiores teores são encontrados em núcleos entre a latitude 23,722°S e o norte da área. Na porção sul da área, o teor de carbonato biodetrítico nunca é superior a 7,0%.

7.4. Teor de carbono orgânico total

Com base nas amostras coletadas em nov./2000, o teor de carbono orgânico, que variou entre 0,1% e 1,2%, aumenta com o distanciamento da costa (Figura 11). O norte e o sul da área apresentam largas faixas com teores inferiores a 0,3%. No sudeste, ocorrem teores de 0,6%; mas os valores máximos são encontrados na porção central, atingindo 1,2%.

As amostras coletadas em ago./2001 apresentam teores de carbono orgânico de 0,13% a 1,66%, sendo os maiores valores encontrados em núcleos entre as latitudes 23,718°S e 23,722°S (Figura 12). No restante da área, embora ocorram núcleos de teores mais elevados, estes não superam 0,5%.

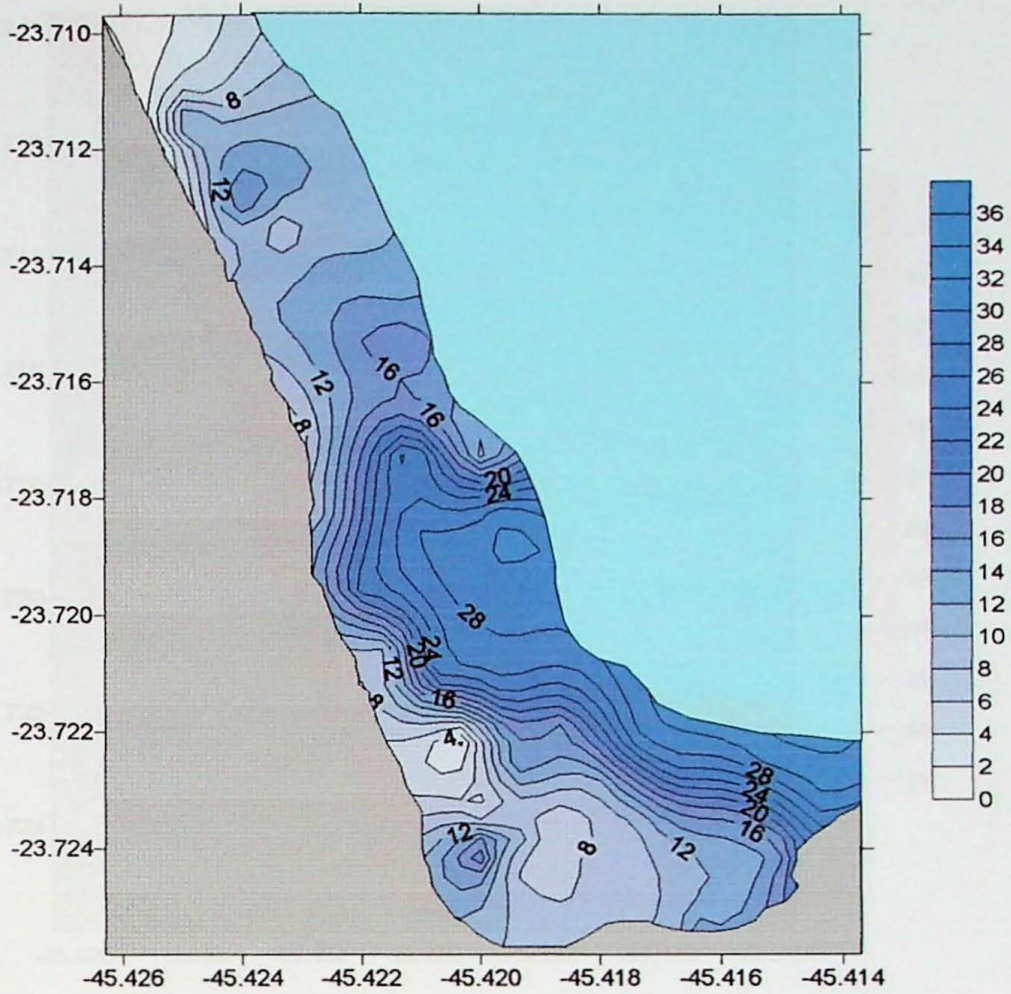


Figura 5 - Distribuição da salinidade na primavera (nov./2000).

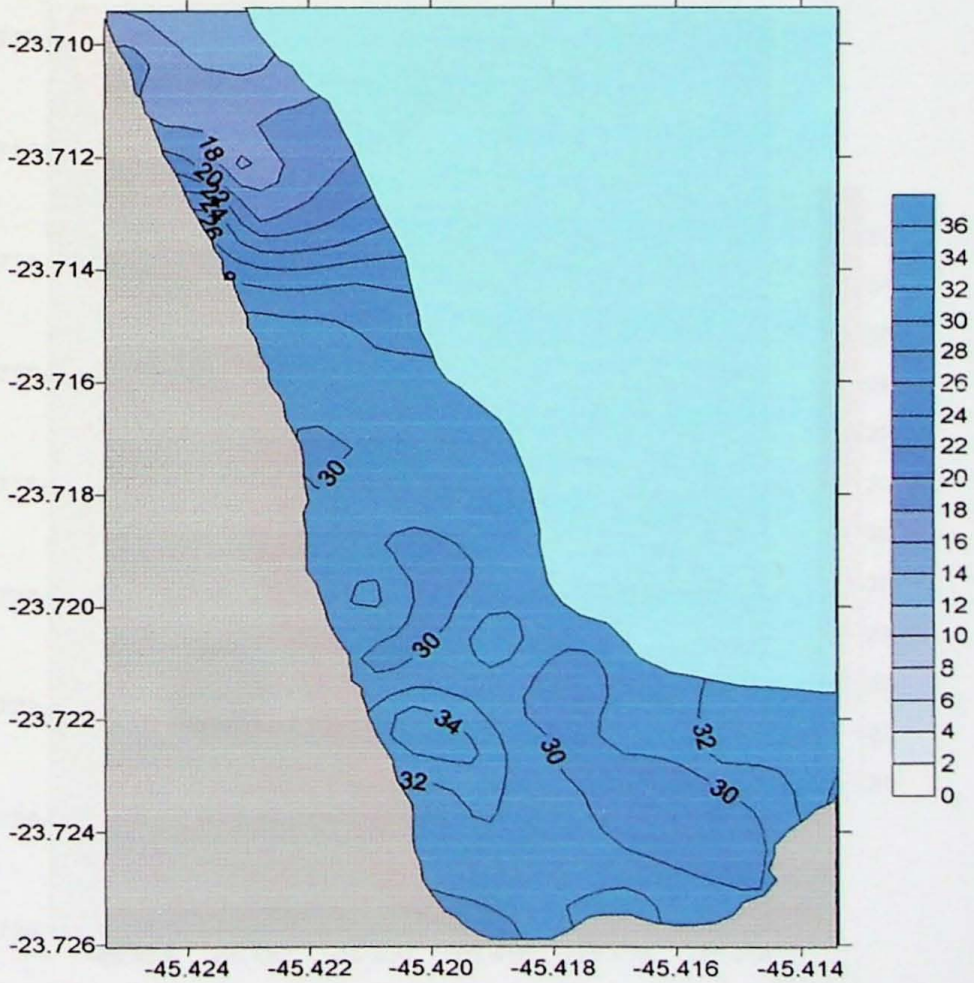


Figura 6 - Distribuição da salinidade no inverno (ago./2001).

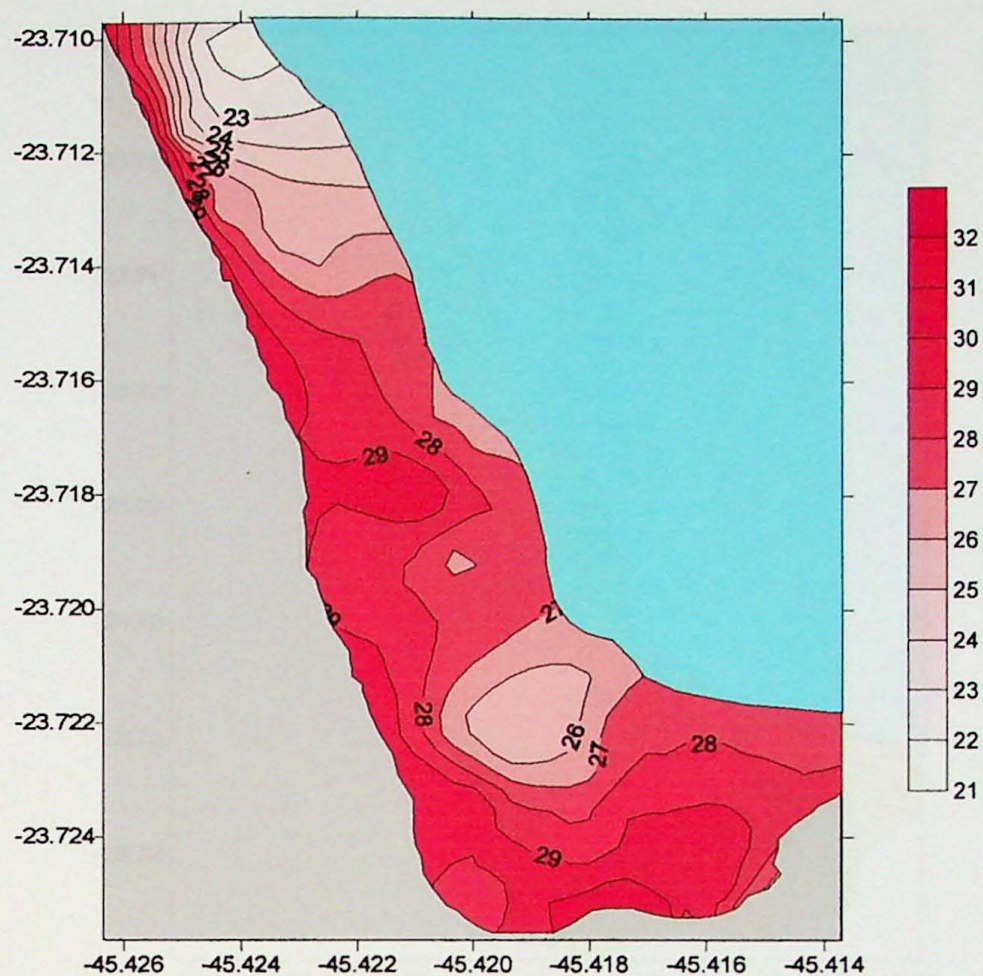


Figura 7 - Distribuição da temperatura do sedimento (°C) na primavera (nov./2000).

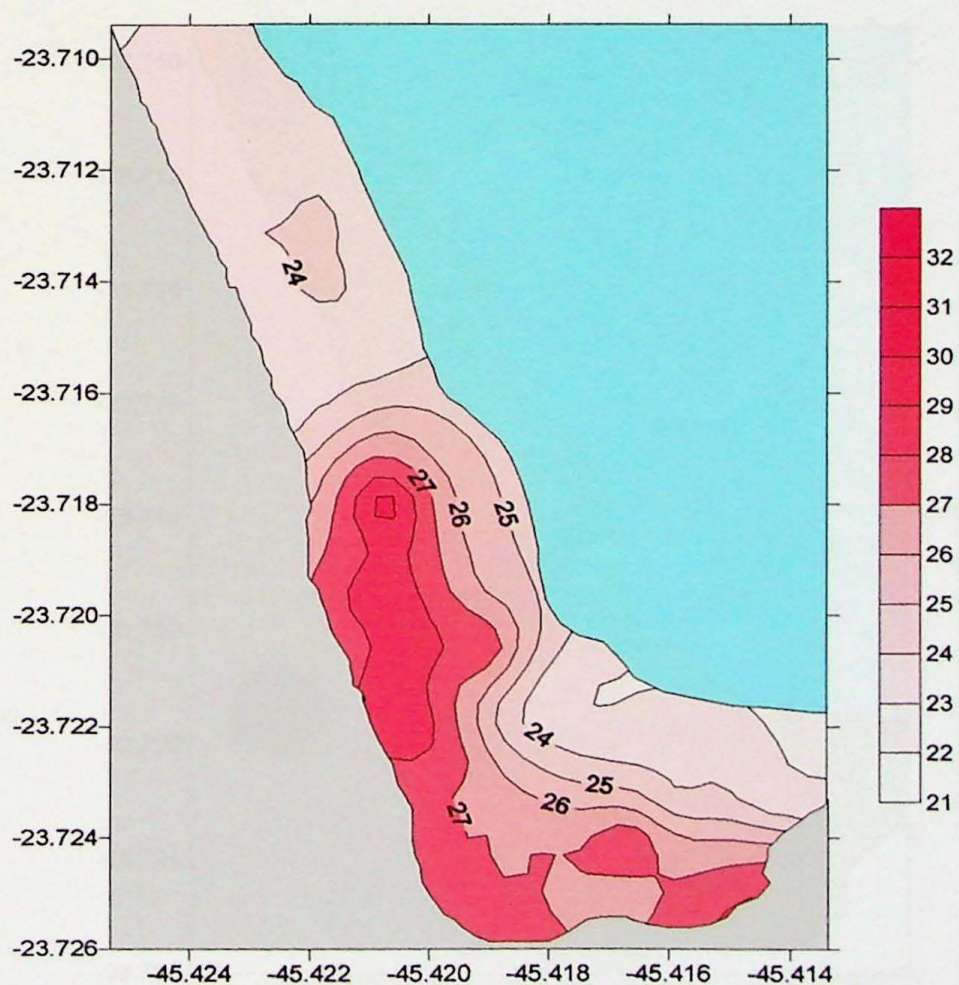


Figura 8 - Distribuição da temperatura do sedimento (°C) no inverno (ago./2001).

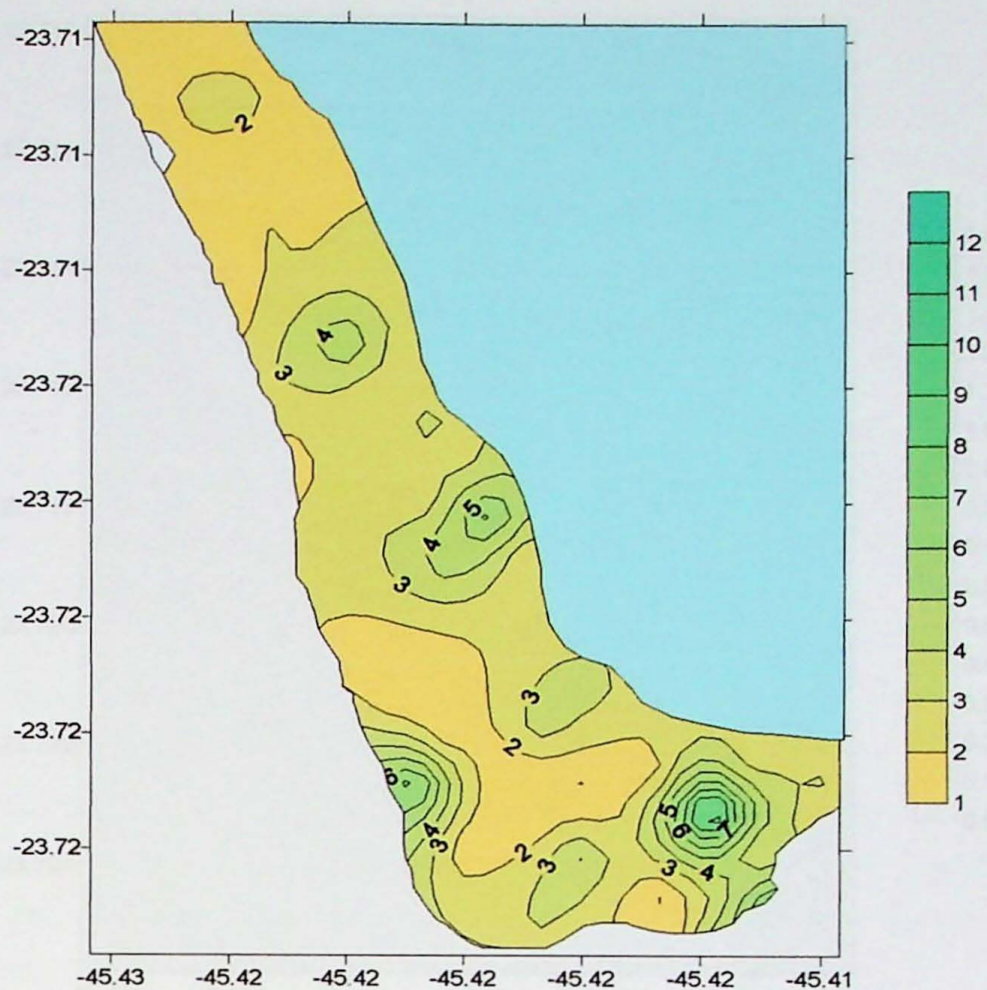


Figura 9 - Distribuição dos teores de carbonato biodetrítico(%) na primavera (nov./2000).

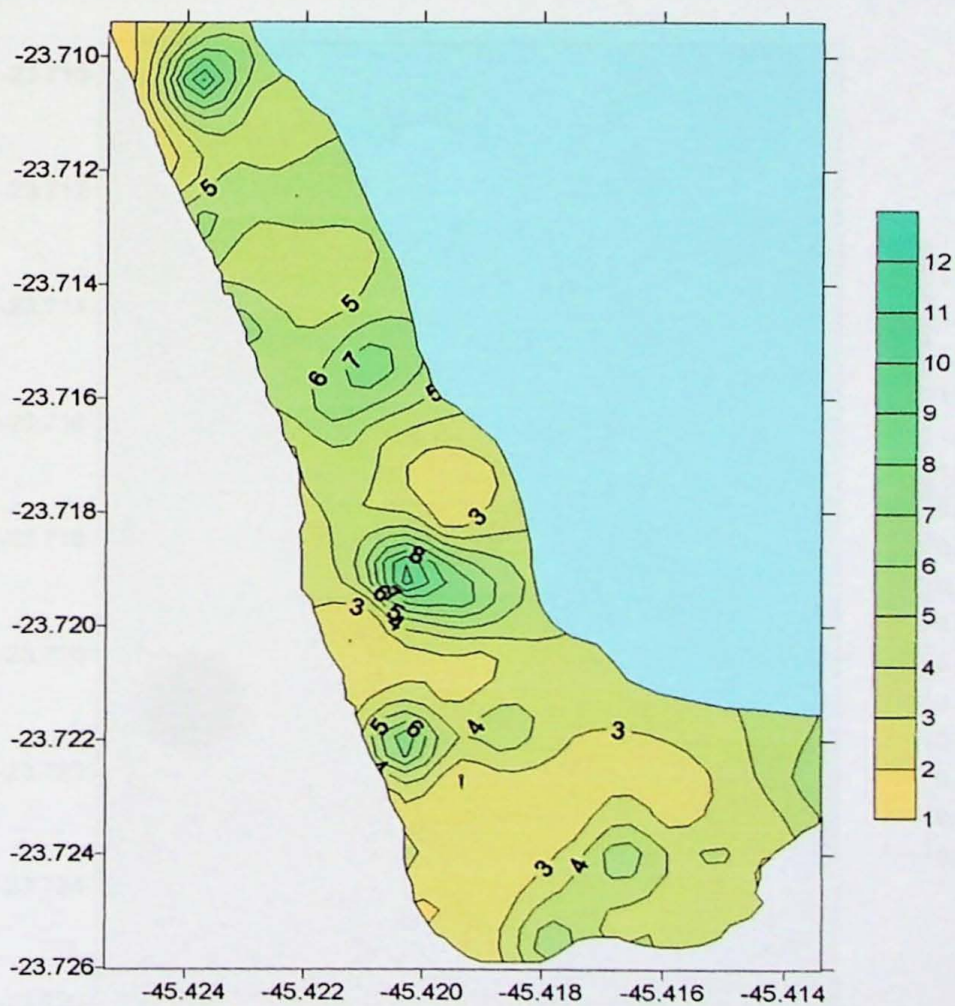


Figura 10 - Distribuição dos teores de carbonato biodetrítico (%) no inverno (ago/2001).

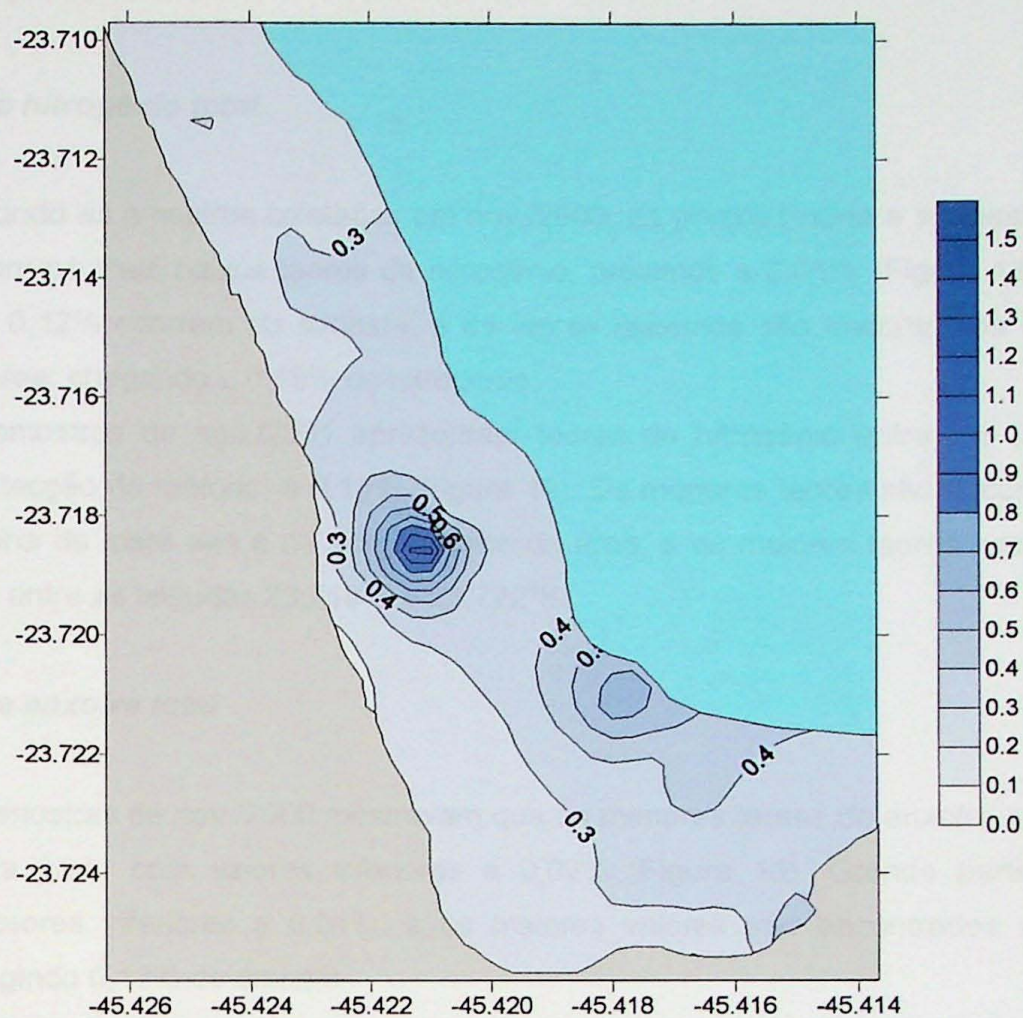


Figura 11 - Distribuição do teor de carbono orgânico (%) na primavera (nov./2000).

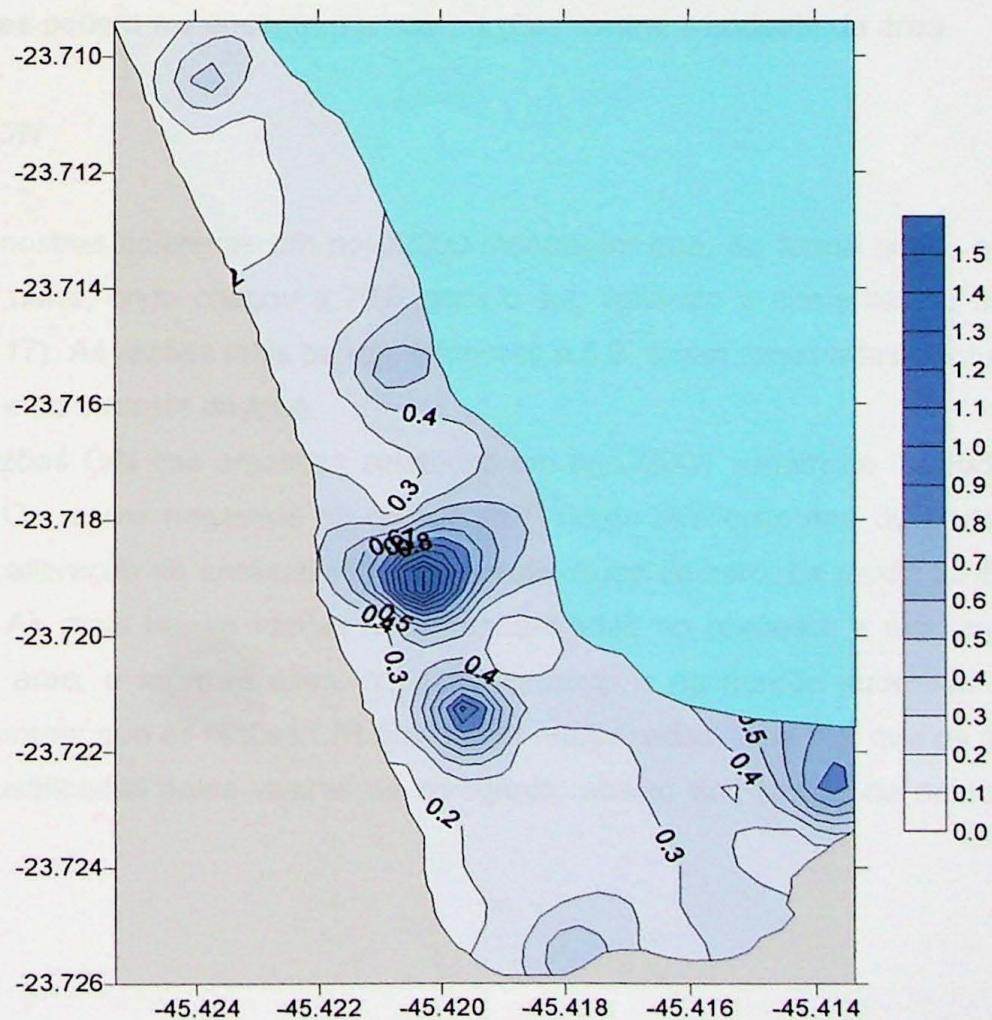


Figura 12 - Distribuição do teor de carbono orgânico (%) no inverno (ago./2001).

7.5. Teor de nitrogênio total

Segundo as amostras coletadas em nov./2000, as porções norte e sudoeste da área apresentaram os mais baixos teores de nitrogênio, próximos a 0,01% (Figura 13). Valores próximos a 0,12% ocorrem no sudeste, e os teores máximos são encontrados na porção central da área, chegando a 0,16% de nitrogênio.

As amostras de ago./2001 apresentam teores de nitrogênio entre 0% (abaixo do limite de detecção do método) e 0,14% (Figura 14). Os menores teores são encontrados ao longo da linha da maré alta e na porção norte da área, e os maiores teores encontram-se em núcleos entre as latitudes 23,718°S e 23,722°S.

7.6. Teor de enxofre total

As amostras de nov./2000 mostravam que os menores teores de enxofre ocorrem no sudoeste da área, com valores inferiores a 0,02% (Figura 15). Grande parte da área apresenta teores inferiores a 0,04%, e os maiores valores são encontrados na porção central, atingindo 0,13% de enxofre.

As amostras coletadas em ago./2001 apresentam teores de enxofre muito mais elevados do que as amostras da primeira coleta, variando de 0,01% a 0,60% (Figura 16). Os maiores teores podem ser encontrados nas porções central e sudeste da área.

7.7. Razão C/N

As amostras coletadas em nov./2000 mostraram que, de forma geral, a razão C/N decresce do norte, onde chegou a 70,0, para o sul, voltando a aumentar no sudoeste da área (Figura 17). As razões mais baixas, inferiores a 5,0, foram registradas pontualmente no centro-oeste e no sudeste da área.

As razões C/N das amostras coletadas em ago./2001 variam de 184,86 a 1300,00 (Figura 18). Os teores negativos de nitrogênio (valores inferiores aos do padrão de solo utilizado na calibração do analisador) foram aproximados de zero, de modo a não afetar as razões C/N. As mais baixas razões foram encontradas no noroeste e em um núcleo no sudoeste da área, e as mais altas, no extremo norte e na porção sudoeste da área. É importante lembrar que as razões C/N devem ser relativizadas, uma vez que as altas razões podem ser justificadas pelos valores de nitrogênio, abaixo dos teores de detectáveis pelo método.

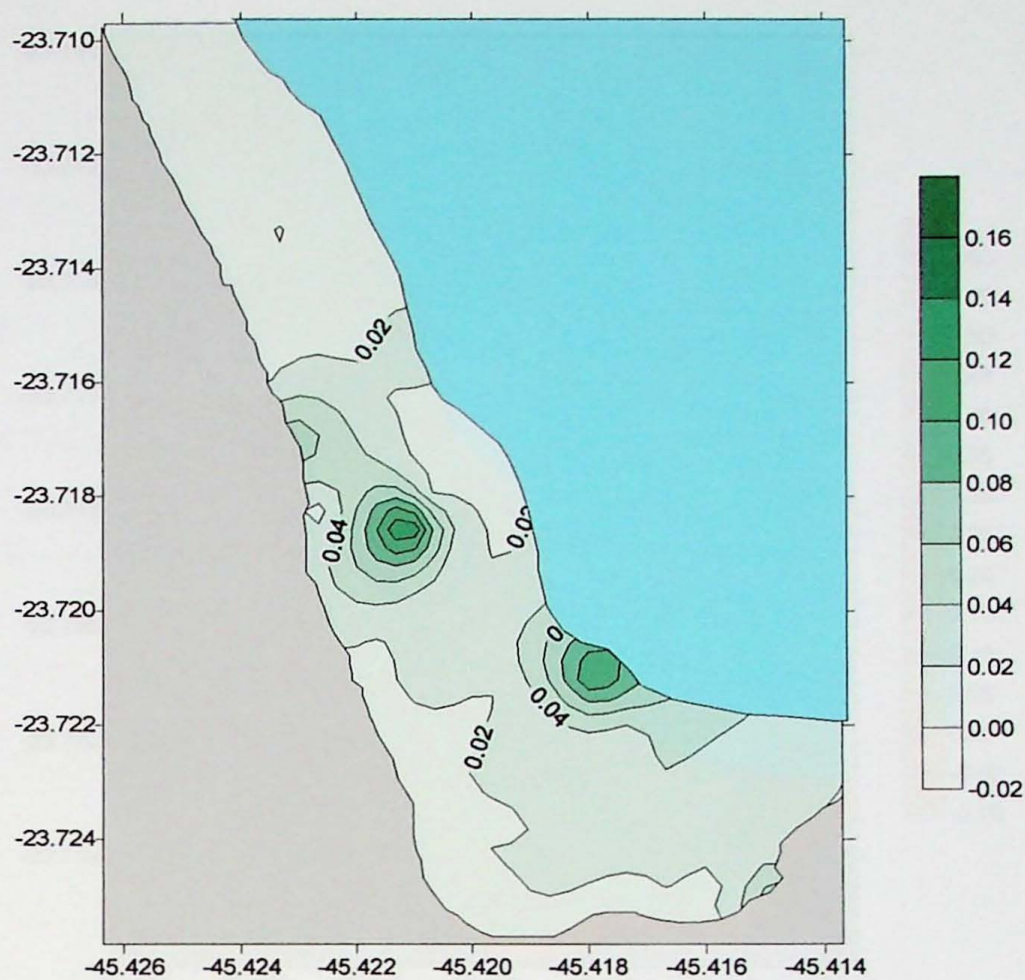


Figura 13 - Distribuição do teor de nitrogênio (%) na primavera (nov./2000).

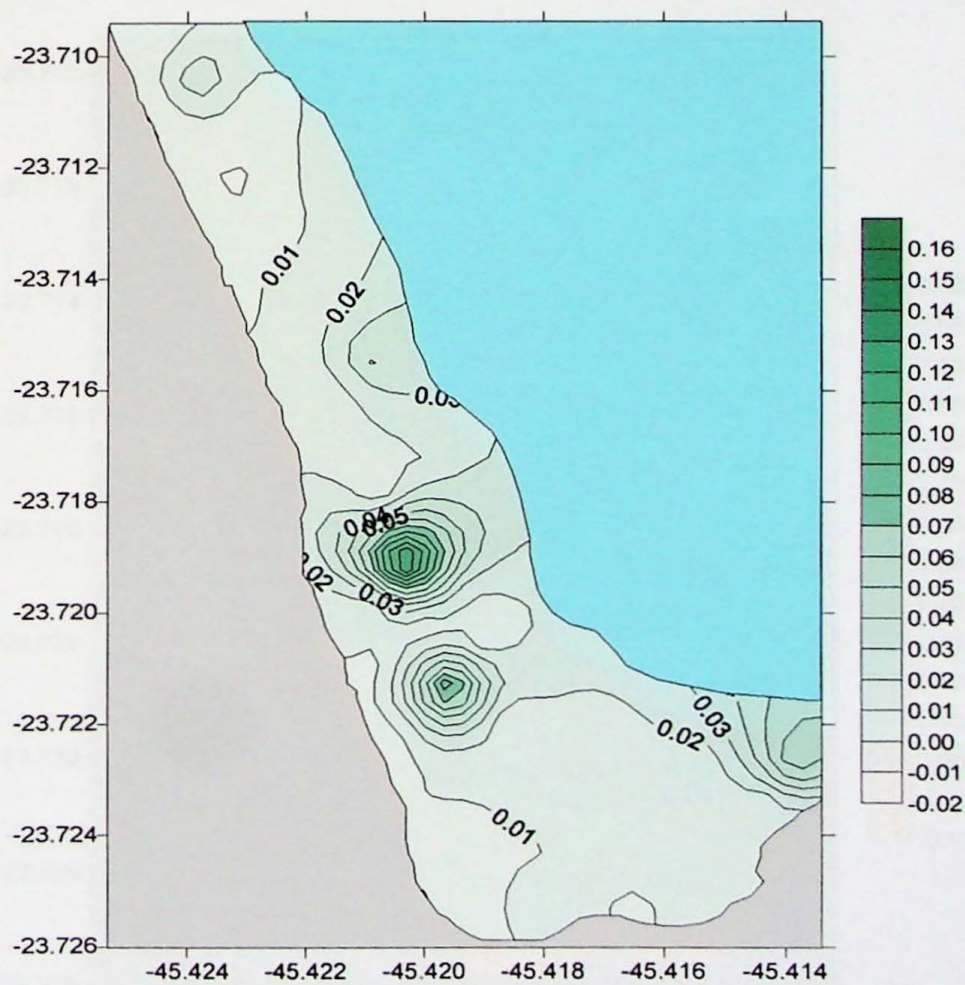


Figura 14 - Distribuição do teor de nitrogênio (%) no inverno (ago./2001).

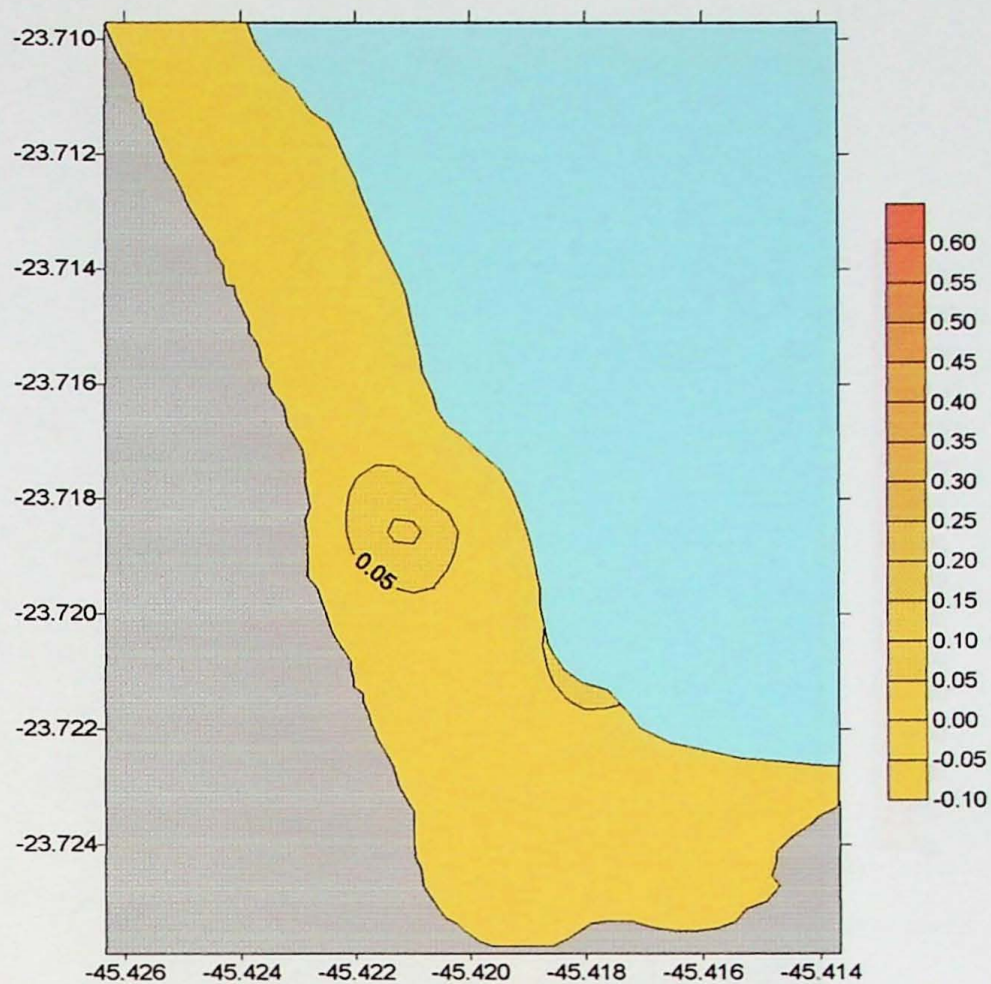
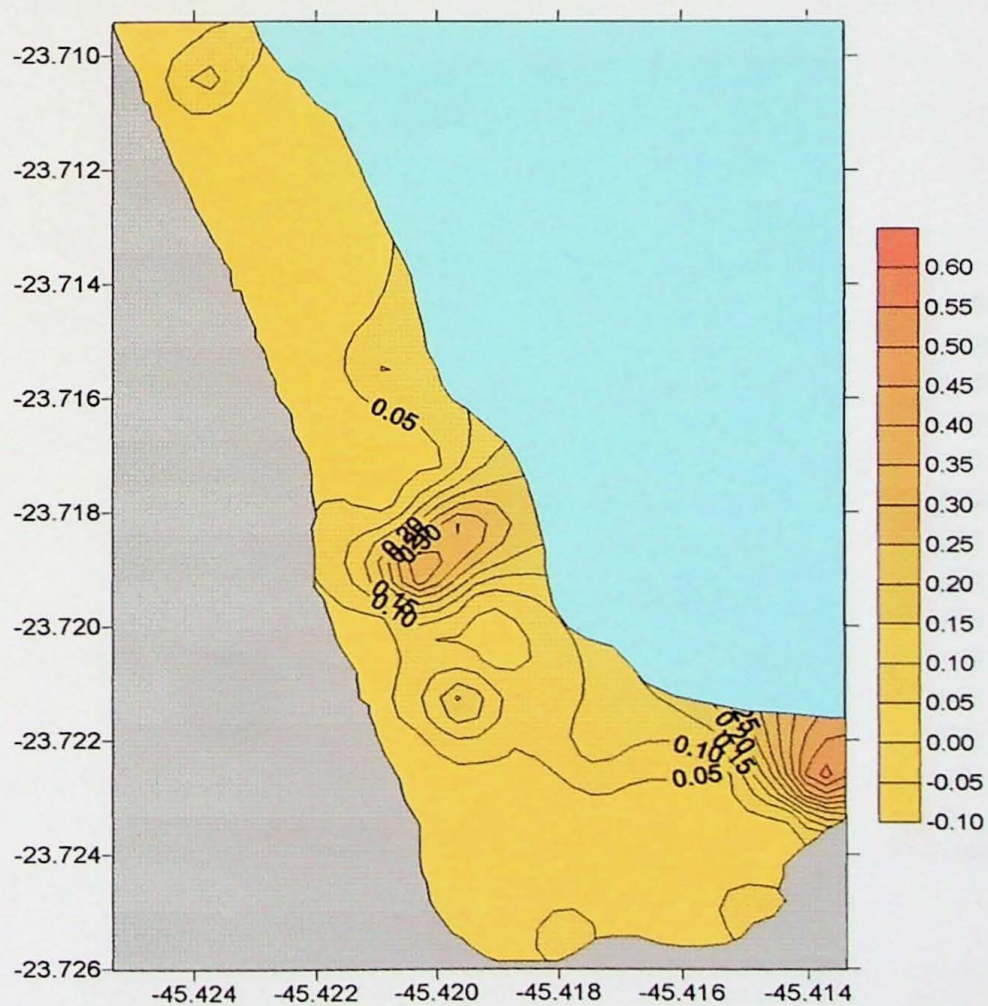


Figura15 - Distribuição do teor de enxofre (%) na primavera (nov./2000).



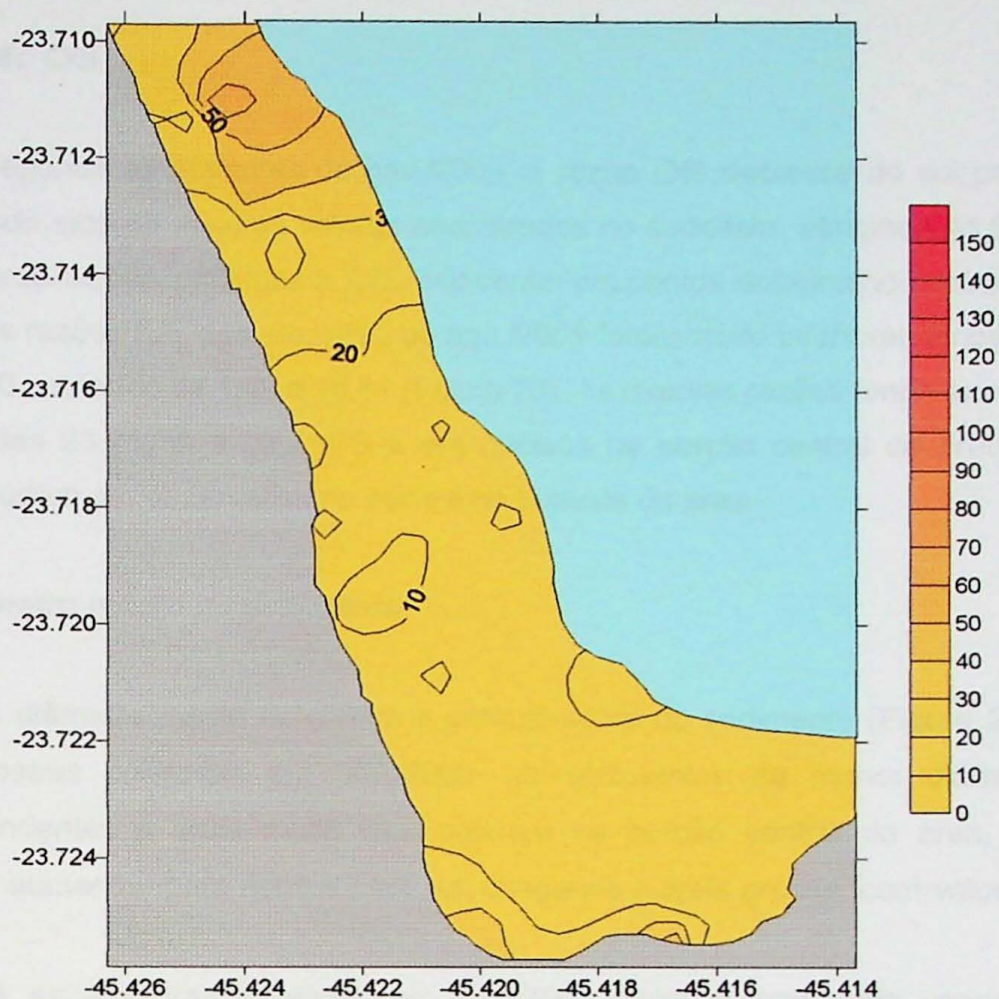


Figura 17 - Distribuição das razões C/N na primavera (nov./2000).

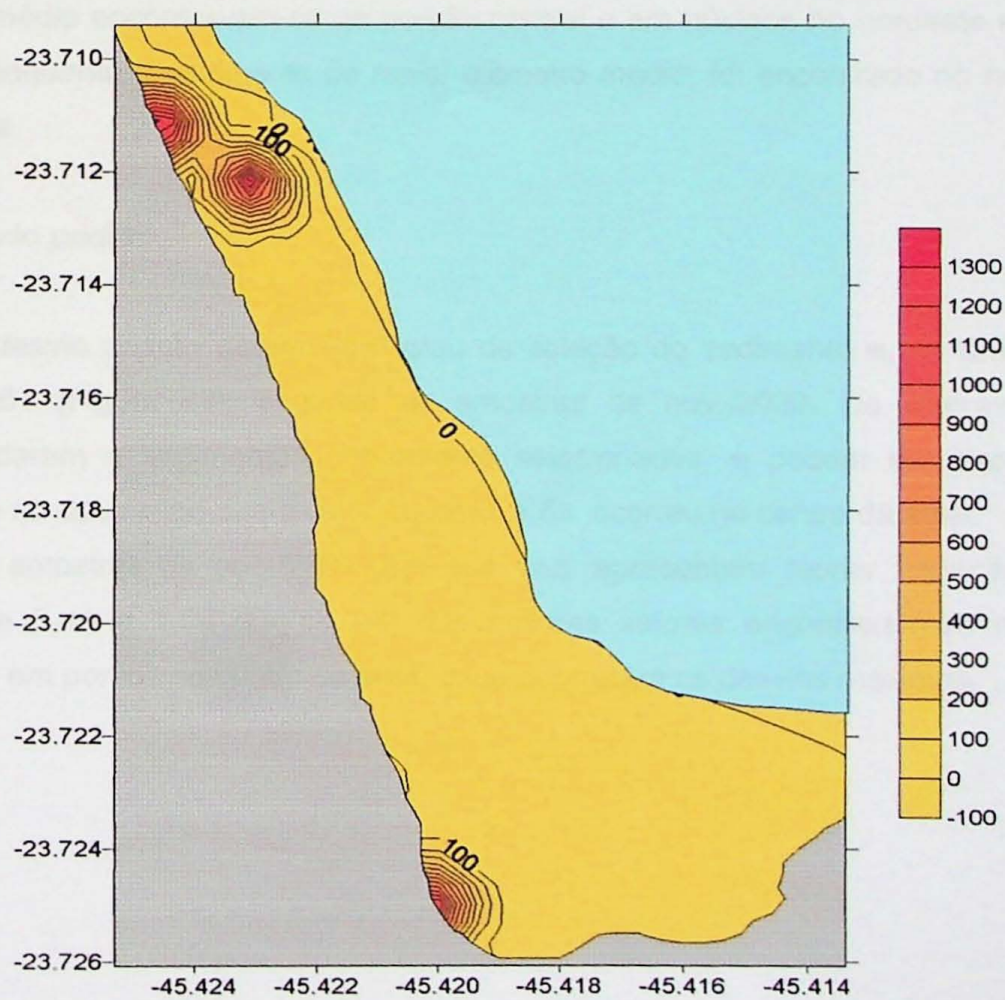


Figura 18 - Distribuição das razões C/N no inverno (ago./2001).

7.8. Razão C/S

Segundo as amostras de nov./2000, a razão C/S decresce do sul para o norte da área, tendo sido os maiores valores encontrados no sudoeste, atingindo 41,90 (Figura 19). As menores razões, próximas a 7,75, ocorreram em pontos isolados no centro-leste da área.

As razões C/S das amostras de ago./2001 foram muito inferiores às das amostras de nov./2000, variando de 1,49 a 15,41 (Figura 20). As maiores razões foram encontradas entre as latitudes 23,712°S e 23,714°S e em núcleos na porção central da área. As menores razões podem ser observadas no norte e no sudeste da área.

7.9. Diâmetro médio do sedimento

O diâmetro médio determina a granulometria do sedimento (Figura 21). Com base nas amostras coletadas em nov./2000, os sedimentos de menor diâmetro ($\phi=3,90$), correspondentes a areia muito fina, ocorrem na porção central da área, sendo que o diâmetro aumentou para norte e para sul, chegando a areia grossa, com valores de ϕ iguais a 0,86.

Já as amostras coletadas em ago./2001 apresentavam uma variação menor no diâmetro médio, com valores de ϕ entre 1,18 e 4,03 (Figura 22). Os sedimentos de menor diâmetro médio encontravam-se na porção central e em núcleos no nordeste e no sudeste da área, enquanto o sedimento de maior diâmetro médio, foi encontrado no noroeste e no sul da área.

7.10. Desvio padrão

O desvio padrão determina o grau de seleção do sedimento e, na área, variou de 0,25 a 1,61 (Figura 23), segundo as amostras de nov./2000. Os valores mais altos corresponderam a sedimentos pobremente selecionados, e podem ser encontrados no noroeste e no sul, sendo que o valor máximo, 1,58, ocorreu no centro da área.

As amostras de ago./2001, por sua vez, apresentam menor variação do desvio padrão, de 0,44 a 1,58 (Figura 24). Os maiores valores encontraram-se no norte, no sudeste, e em pontos no centro da área, onde ocorreram os desvios máximos.

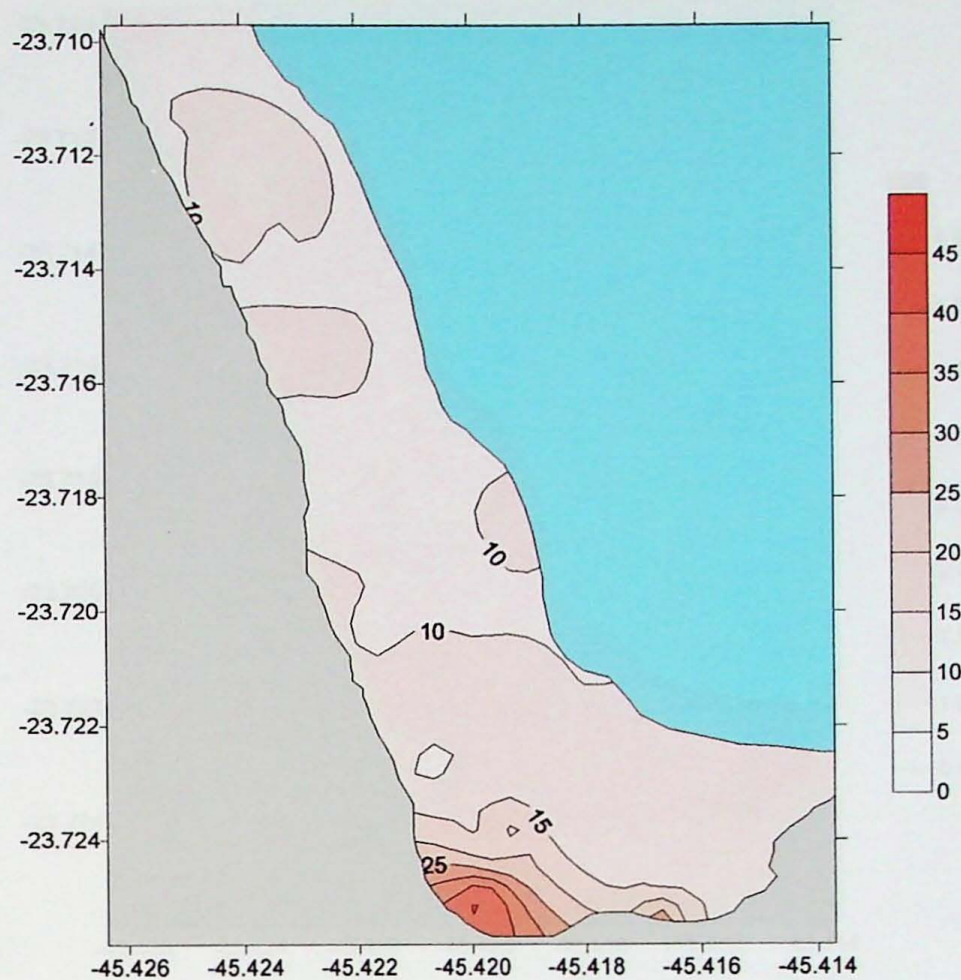


Figura 19 - Distribuição das razões C/S na primavera (nov./2000).

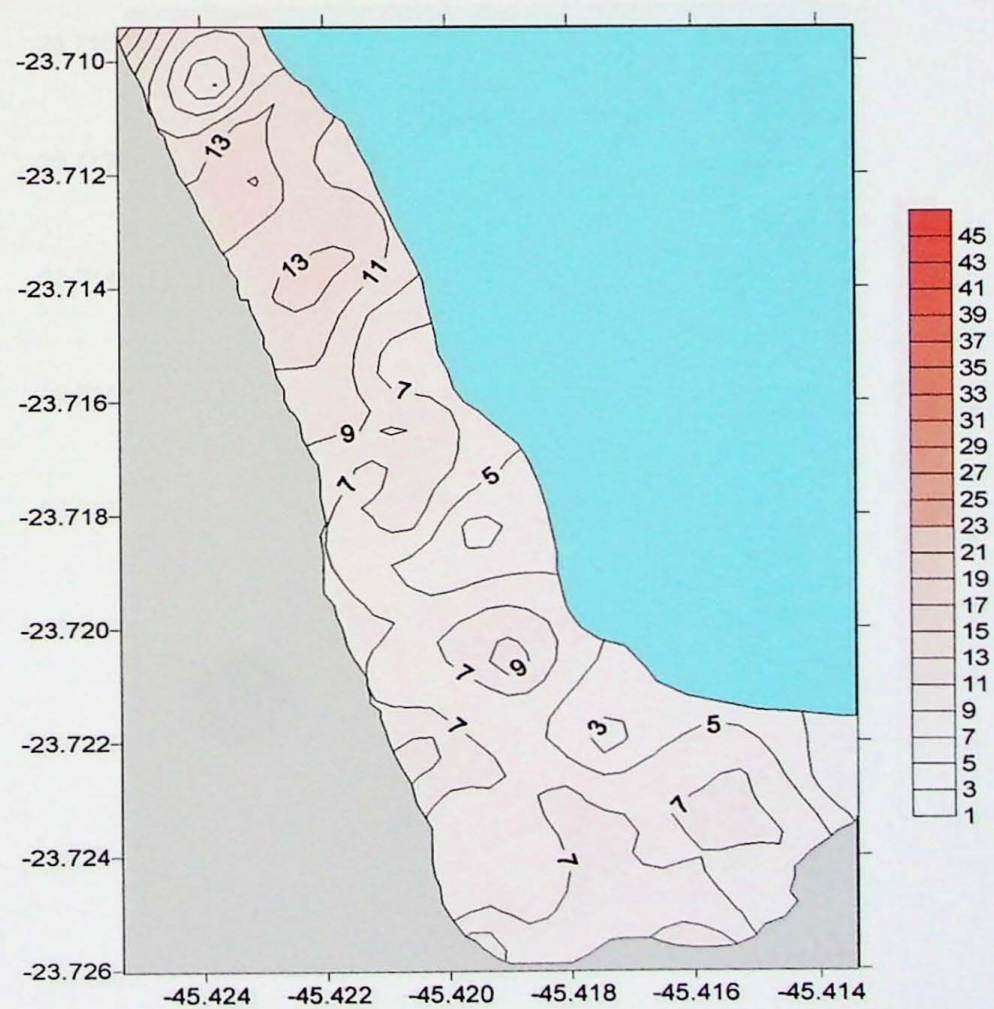


Figura 20 - Distribuição das razões C/S no inverno (ago./2001).

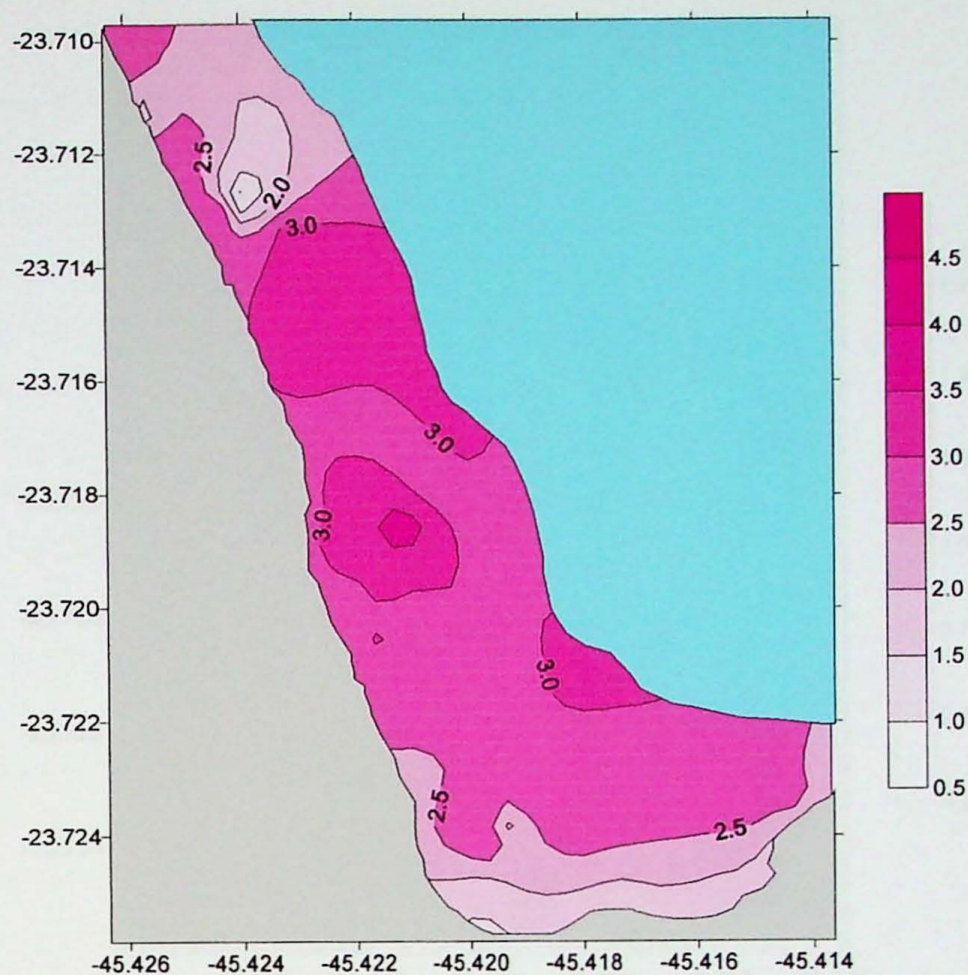


Figura 21 - Distribuição do diâmetro médio (ϕ) dos sedimentos na primavera (nov./2000).

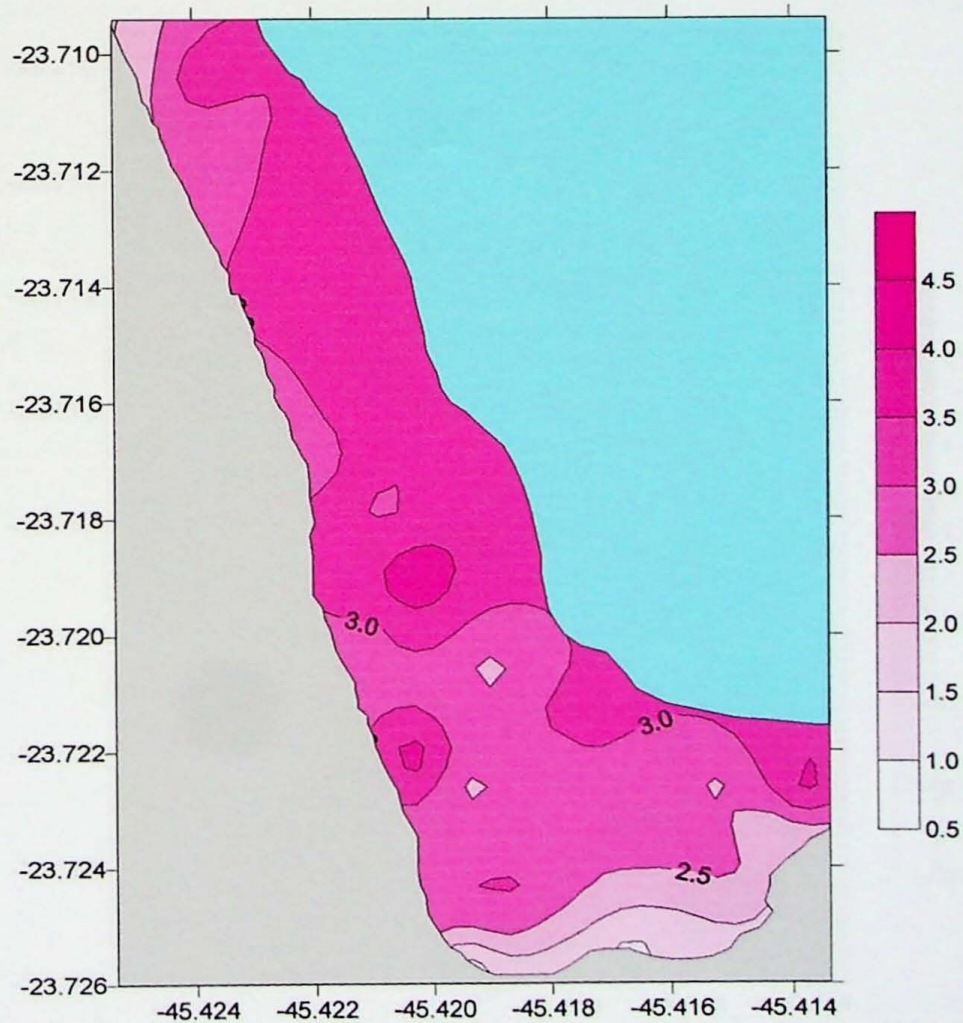


Figura 22 - Distribuição do diâmetro médio (ϕ) dos sedimentos no inverno (ago./2001).

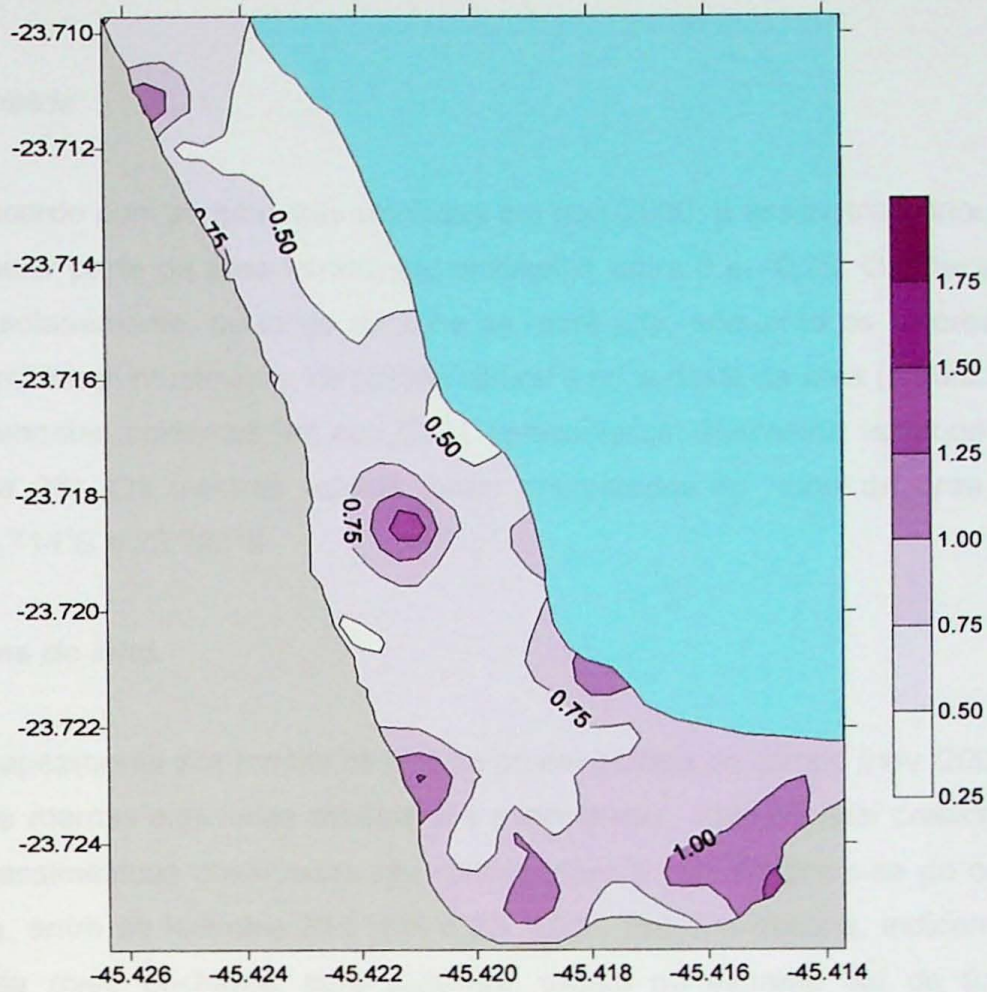


Figura 23 - Distribuição do desvio padrão dos sedimentos na primavera (nov./2000).

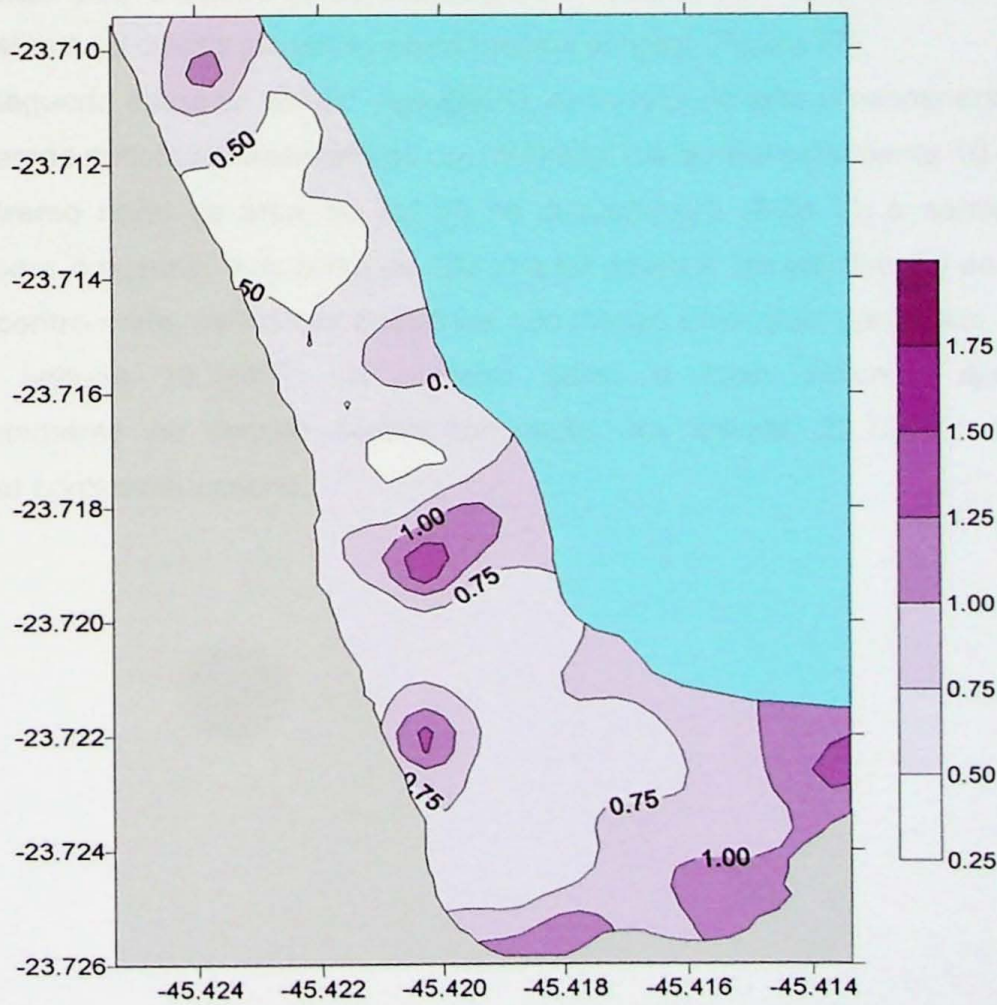


Figura 24 - Distribuição do desvio padrão dos sedimentos no inverno (ago./2001).

7.11. Assimetria

De acordo com as amostras coletadas em nov./2000, a assimetria variou de $-0,74$ a $0,41$, e a maior parte da área apresentou assimetria entre 0 e $-0,25$. Os menores valores ocorreram isoladamente, ao longo da linha de maré alta, enquanto os valores mais altos ocorrem, também pontualmente, na porção central e no sudeste da área (Figura 25).

As amostras coletadas em ago./2001 apresentaram assimetria variando de $-0,25$ a $0,34$ (Figura 26). Os maiores valores foram encontrados no norte da área e entre as latitudes $23,714^{\circ}\text{S}$ e $23,720^{\circ}\text{S}$.

7.12. Formas de leito

O mapeamento das formas de leito na primeira etapa de campo (nov./2000) revelou a presença de marcas onduladas simétricas e assimétricas, além de *tidal creeks*. As marcas onduladas assimétricas observadas são centimétricas e concentraram-se do centro para o sul da área, entre as latitudes $23,714^{\circ}\text{S}$ e $23,720^{\circ}\text{S}$. Em sua maioria, indicam uma maior influência da maré enchente, para sudoeste, exceto no extremo sul da área (onde o transporte preferencial deu-se para leste-sudeste) e próximo à latitude $23,722^{\circ}\text{S}$ (onde o transporte mais efetivo deu-se do continente para o oceano, com sentido nordeste, o que é reforçado pelos *tidal creeks* presentes nesta mesma porção) (Figura 27).

Na segunda etapa de campo (ago./2001), as formas de leito predominantes também foram as marcas onduladas assimétricas centimétricas (de aproximadamente 10 cm) (Figura 28). No extremo norte da área, na foz do rio Juqueriquerê (Foto 7), o sentido de fluxo indicado é para o oceano, mas cerca de 100 m a sul passa a ser em direção ao continente. Na porção centro-norte, as marcas onduladas são menos evidentes, ganhando importância a sul da latitude $23,714^{\circ}\text{S}$. De maneira geral, o fluxo indicado apresentou-se predominantemente no sentido oceano-continente. Na latitude $23,723^{\circ}\text{S}$, *tidal creeks* indicam fluxo continente-oceano.

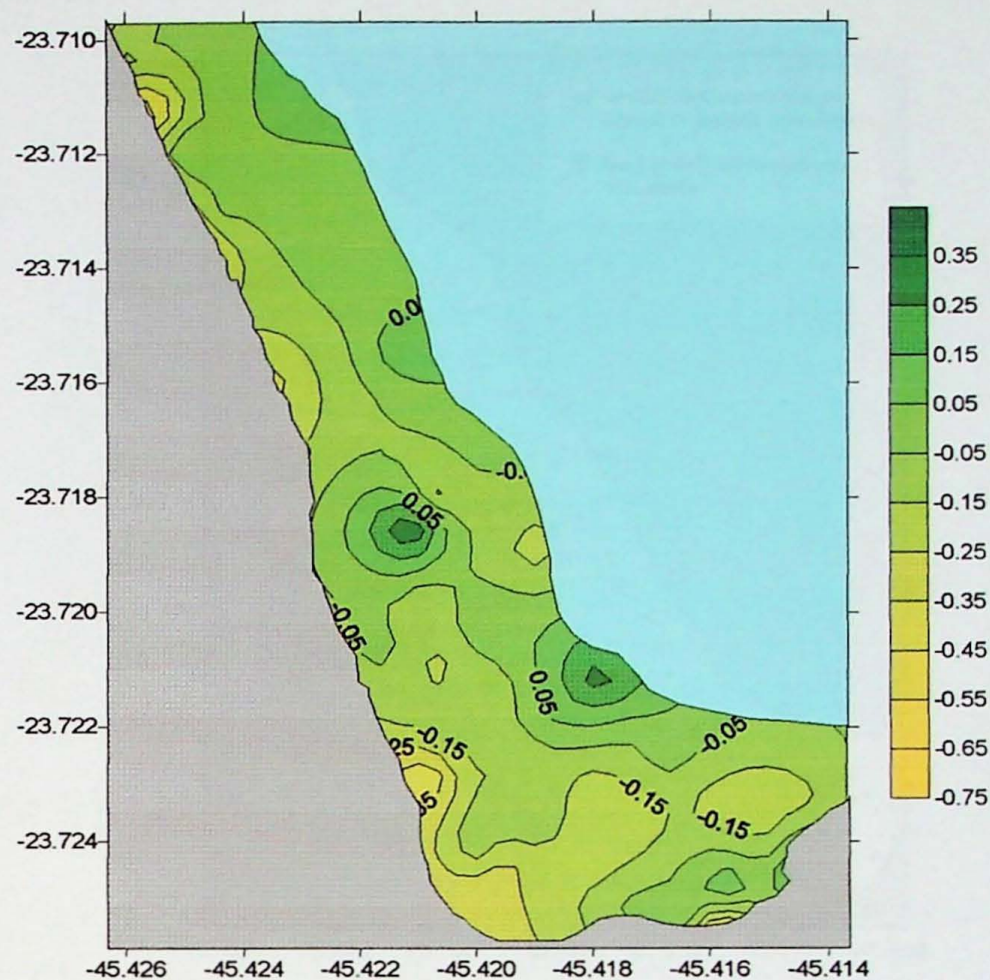


Figura 25 - Distribuição da assimetria dos sedimentos na primavera (nov./2000).

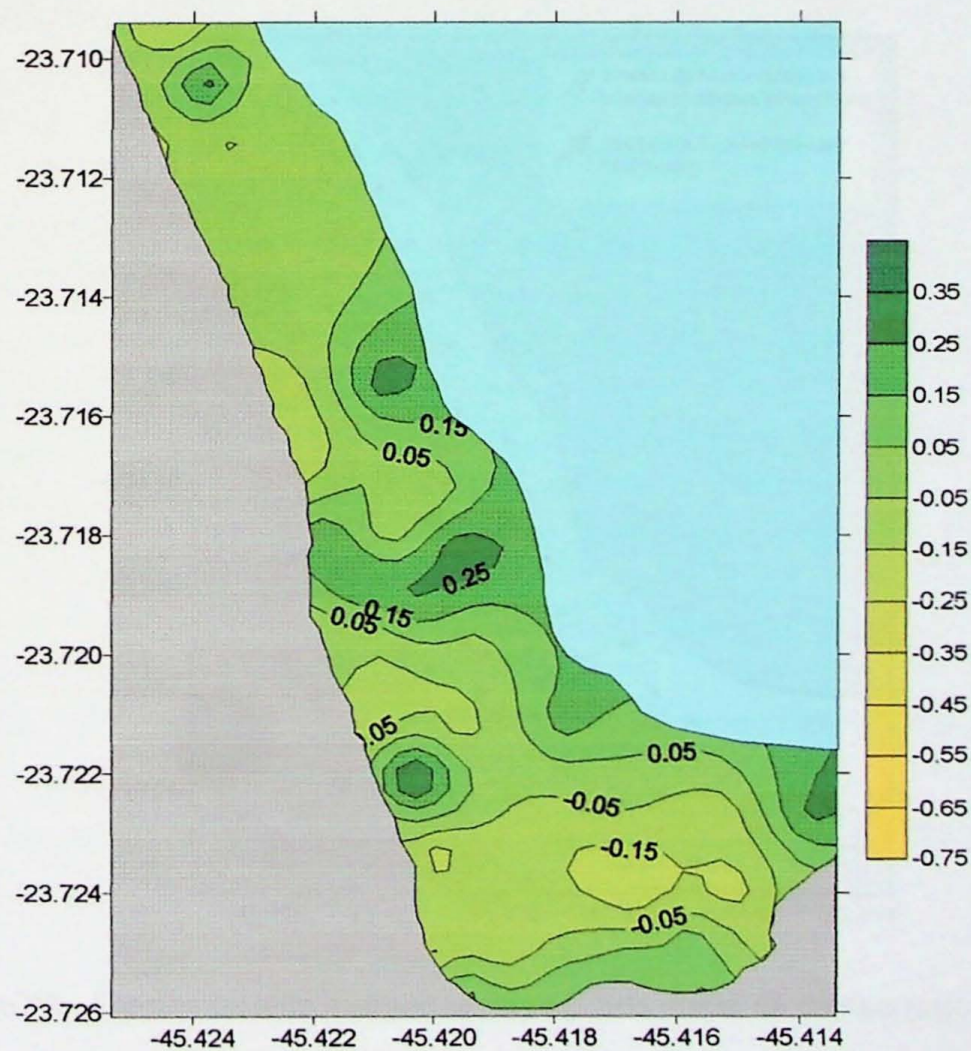


Figura 26 - Distribuição da assimetria dos sedimentos no inverno (ago./2001).

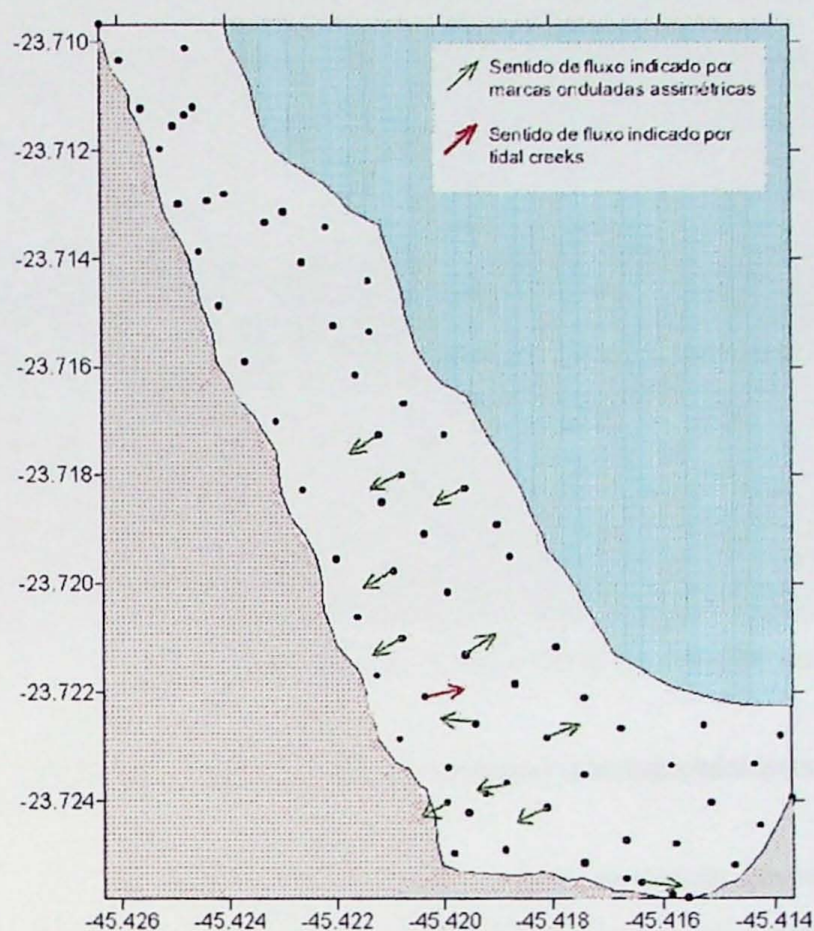


Figura 27 - Formas de leito mapeadas na primeira etapa de campo (nov./2000).

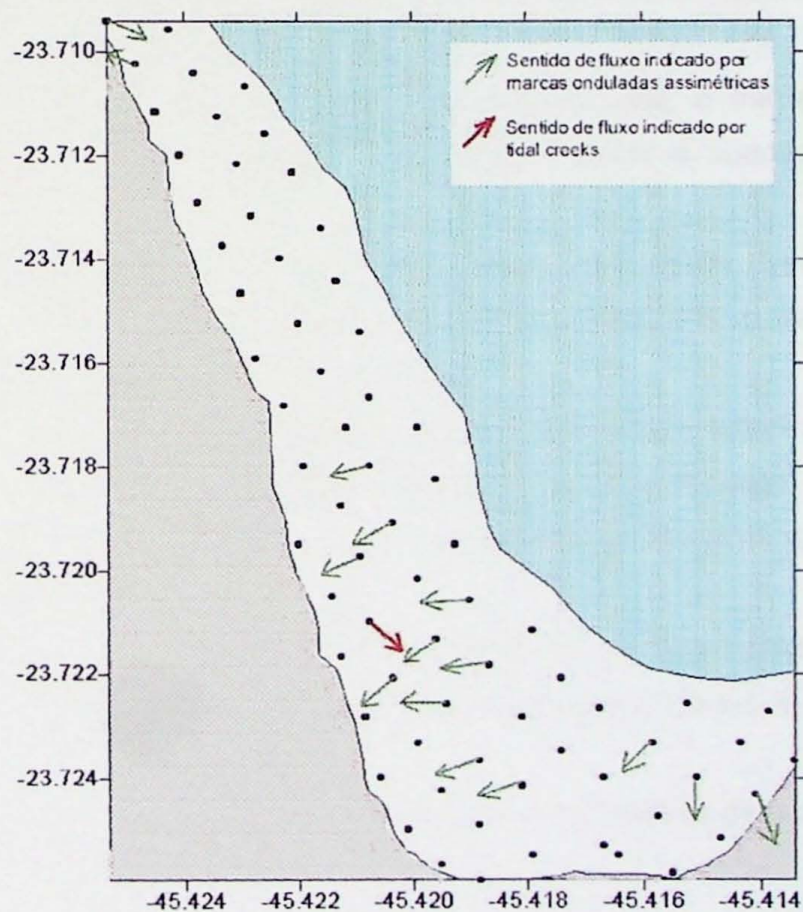


Figura 28 - Formas de leito mapeadas na segunda etapa de campo (ago./2001).



Foto 7 - Foz do rio Juqueriquerê (extremo norte da área de estudo).

7.13. Transporte sedimentar baseado em parâmetros granulométricos

Com base nos parâmetros granulométricos das amostras coletadas na primeira etapa de campo, o transporte sedimentar mais intenso deu-se no sudeste da área, com direção sudeste (Figura 29).

As porções sudoeste e oeste (latitude $23,715^{\circ}\text{S}$) também apresentaram transporte significativo, sendo em ambos os casos para NE.

No extremo norte, próximo à foz do rio Juqueriquerê, o transporte tinha direção noroeste, e na borda leste da área o fluxo tendia a oeste e sudoeste, em direção ao continente (Figura 30).

Entre as latitudes $23,720^{\circ}\text{S}$ e $23,723^{\circ}\text{S}$ existia um fluxo de direção sudoeste, e na porção central da área, entre as latitudes $23,717^{\circ}\text{S}$ e $23,720^{\circ}\text{S}$, o transporte era pouco intenso e não apresentava uma direção definida.

A análise de parâmetros granulométricos das amostras coletadas na segunda etapa de campo revelou um intenso transporte sedimentar no sul e sudeste, convergindo para o centro-sul da área. De forma geral, o fluxo sedimentar predominante apresentou o sentido oceano-continente.

A porção leste da área, na latitude $23,720^{\circ}\text{S}$, apresentou transporte pouco intenso. Na latitude $23,719^{\circ}\text{S}$, há uma divergência do fluxo sedimentar: a sul, o transporte tendeu a sudoeste, e a norte, tendeu a noroeste.

Na latitude $23,714^{\circ}\text{S}$ foi bem caracterizado um transporte para oeste, e no norte da área, para sudoeste.

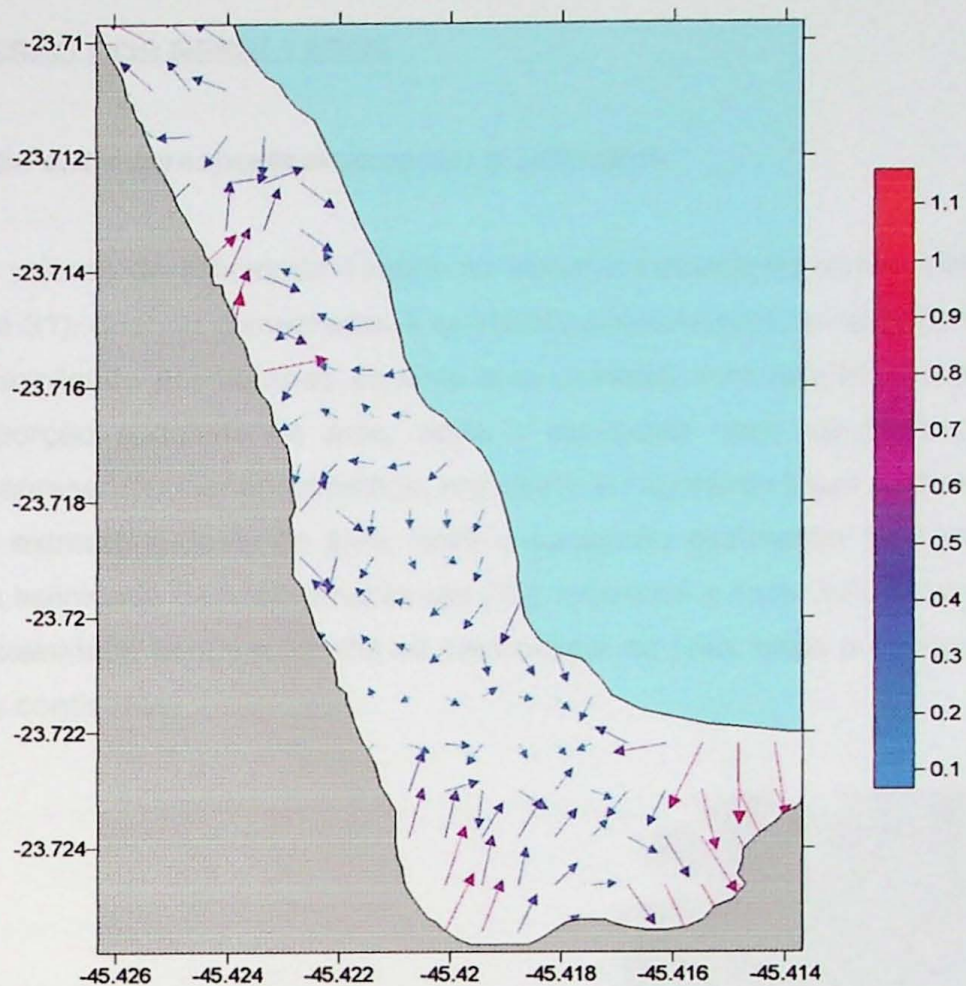


Figura 29 - Transporte sedimentar na primavera (nov/2000).

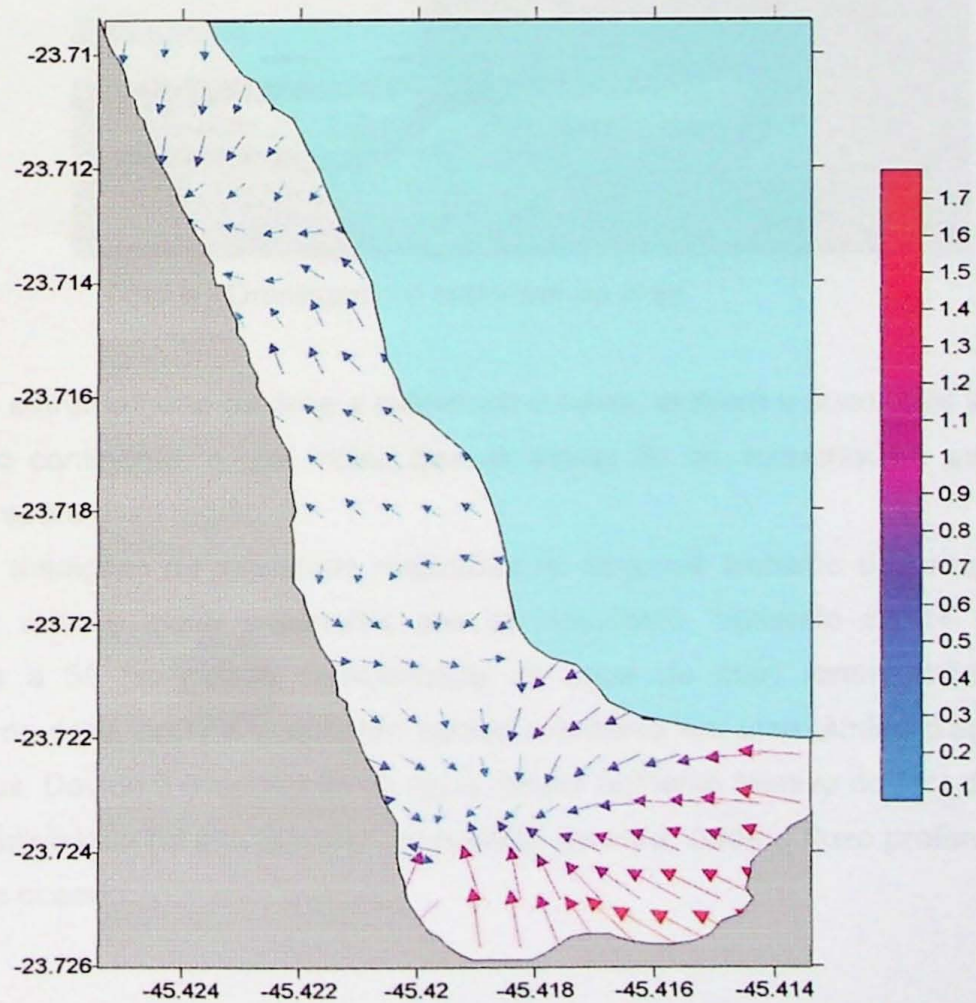


Figura 30 - Transporte sedimentar no inverno (ago/2001).

8. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

8.1 *Relação entre transporte sedimentar e salinidade*

Os valores de salinidade obtidos no primeiro trabalho de campo (nov./2000) foram baixos (0 a 31), quando comparados à salinidade característica da água do mar (35), o que pode ser explicado por tratar-se de uma área costeira, com significativo aporte de água doce. A porção sudoeste da área, onde o transporte mais significativo tinha direção nordeste, apresentou menor salinidade, resultante do aporte de água continental (Foto 8).

No extremo sudeste da área, onde o transporte sedimentar foi intenso na direção sudeste, a salinidade foi relativamente alta (30), refletindo a maior influência marinha.

A salinidade também foi alta no centro-leste da área, onde o transporte deu-se em direção ao continente.



Foto 8 - Drenagem no sudoeste da área.

No extremo norte da área a salinidade é baixa, embora o fluxo mais efetivo seja em direção ao continente, o que indica que as águas do rio Juqueriquerê exercem grande influência sobre essa região.

As medições de salinidade realizadas no segundo trabalho de campo (ago./2001) revelaram valores muito superiores aos de nov./2000, variando de 14 a 36. Valores superiores a 35 (salinidade característica da água do mar) foram obtidos na porção sudoeste da área, onde o sedimento estava submerso em uma lâmina d'água de poucos centímetros. Devido à evaporação da água, houve aumento relativo do teor de sais.

A salinidade foi alta também no sudeste da área, onde o fluxo preferencial indicado provém do oceano.

A diminuição da salinidade no norte da área coincidiu com a mudança do sentido do fluxo sedimentar: enquanto o fluxo é para noroeste, a salinidade é próxima a 25, e, quando o fluxo passou a apresentar sentido sudoeste, a salinidade chegou a 14, indicando a influência do rio Juqueriquerê.

Os altos valores de salinidade medidos em ago./2001, em relação a nov./2000, refletem, principalmente no norte da área, a maior intensidade da dinâmica das correntes oceânicas na segunda etapa de campo, que chegaram até mesmo a impedir o abaixamento completo do nível da maré.

8.2 Relação entre transporte sedimentar e temperatura

Segundo as medições feitas em nov./2000, no norte da área, onde o fluxo tem direção noroeste, ou seja, do mar para o continente, registrou-se as menores temperaturas, indicando o predomínio da influência fluvial sobre a marinha. O mesmo ocorreu no sul-sudeste, onde há um fluxo vindo do mar, e outro vindo do continente.

Na segunda etapa de campo, mais do que ao fluxo preferencial, a temperatura esteve relacionada à espessura da lâmina d'água sobre os sedimentos. Assim, as maiores temperaturas ocorreram nas proximidades da linha de maré alta ou na área elevada localizada na porção central da área (Foto 9).



Foto 9 - Área elevada, na porção central da área de estudo.

8.3 Relação entre transporte sedimentar e teor de carbonato biodetrítico

A análise das amostras obtidas na primeira etapa de campo mostrou teores de carbonato biodetrítico mais elevados nas porções onde o transporte mais efetivo deu-se do mar para o continente, ou seja, onde o aporte marinho foi maior. Assim, foi alto o teor de carbonato biodetrítico no sudeste da área e no oeste, na latitude 23,723°S, onde há transporte em direção ao continente. Da mesma forma, a borda leste da área, onde é maior a influência marinha, apresentou-se mais rica em carbonato biodetrítico do que a margem oeste.

A variação do teor de carbonato biodetrítico das amostras coletadas em ago./2001 mostrou que há maior influência marinha no nordeste da área, coincidindo com o acentuado fluxo sedimentar, e nas latitudes 23,719°S e 23,716°S, onde predominou o aporte marinho.

Os teores relativamente altos de carbonato biodetrítico no sudeste da área e na latitude 23,713°S também foram coerentes com os dados de transporte sedimentar.

Quanto à variação sazonal, o aporte marinho, mais concentrado no sudeste da área em nov./2000, desloca-se para o centro-norte e para o norte da área em ago./2001.

8.4. Relação entre transporte sedimentar e teores de carbono orgânico, nitrogênio e enxofre totais

Os teores de carbono orgânico, nitrogênio e enxofre totais apresentaram-se mais altos onde houve maior sedimentação. Assim, segundo a análise das amostras de nov./2000, a porção sudeste da área, onde o transporte em direção ao continente foi significativo, apresentou teores próximos a 0,6% de carbono orgânico, 0,12% de nitrogênio e 0,04% de enxofre, mas os mais altos valores foram encontrados na porção central da área, entre as latitudes 23,715°S e 23,720°S, onde o transporte foi pouco efetivo, permitindo a sedimentação.

Os teores de carbono orgânico e nitrogênio e enxofre totais obtidos na análise das amostras coletadas na segunda etapa de campo foram maiores, ou seja, indicaram maior sedimentação, entre as latitudes 23,718°S e 23,722°S. Desta forma, comparativamente ao resultado do primeiro trabalho de campo, apresentaram-se mais restritos em área, além de apresentarem teores superiores.

A porção central da área, onde os teores de carbono orgânico, nitrogênio e enxofre foram altos, apresentou quantidade significativa de fragmentos vegetais, ocorrendo ainda fragmentos de solo de mangue e solo de mangue consolidado (Foto 10), o que pode ser explicado pela presença de mangue na porção centro-norte da área, em parte perturbado pela ação antrópica.

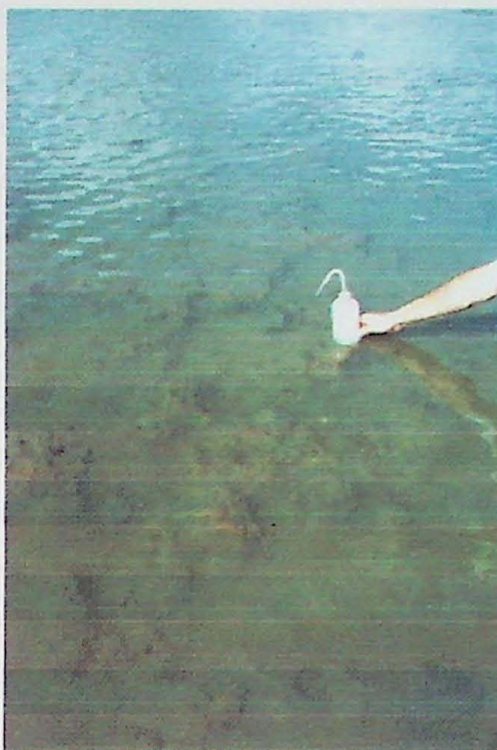


Foto 10 - Solo de mangue consolidado.

8.5 Relação entre transporte sedimentar e razão C/N

Altas razões C/N indicam maior influência continental. Assim, podem ser explicados, para as amostras coletadas em nov./2000, os maiores valores no sudoeste da área, onde o transporte mais efetivo deu-se para nordeste, do continente para o mar, e no nordeste da área, onde, embora o fluxo sedimentar seja em direção ao continente, é muito grande a influência das águas fluviais.

As razões C/N obtidas na análise das amostras coletadas em ago./2001 indicaram um maior aporte sedimentar de origem continental no norte e no sudoeste da área. No primeiro caso, o transporte sedimentar apresentou sentido mar-continente, refletindo a influência das águas do rio Juqueriquerê. Já no sudoeste da área, o transporte sedimentar apresentou sentido continente-oceano, justificando as altas razões C/N.

8.6 Relação entre transporte sedimentar e razão C/S

A razão C/S reflete as condições de oxi-redução do ambiente de sedimentação. Assim, baixas razões indicam condições redutoras, e altas razões, condições oxidantes.

Segundo a análise das amostras de nov./2000, o sul-sudoeste da área apresentou altas razões C/S, o que indica condições oxidantes, ou seja, uma maior turbulência da água, o que pode ser confirmado pelo intenso fluxo sedimentar.

As amostras de ago./2001 apresentaram razões C/S que indicam ambientes oxidantes no centro-norte da área, atingindo os valores máximos no extremo noroeste. Na latitude 23,719°S, as baixas razões C/S refletem um transporte sedimentar pouco efetivo, o que indica um ambiente menos oxidante. Razões C/S relativamente elevadas ocorreram no centro-sul da área, onde registrou-se transporte sedimentar mais significativo.

8.7. Relação entre transporte sedimentar e formas de leito

O sentido de fluxo preferencial indicado pelas marcas onduladas assimétricas e *tidal creeks* apresentam pouca correlação com a tendência do transporte sedimentar estimado pela combinação de parâmetros granulométricos, o que pode ser explicado pela diferença de escala de informação: o caráter pontual das informações fornecidas pelas formas de leito, associadas a estruturas elevadas, em contraste com o significado estatístico da determinação das tendências gerais de transporte baseada em parâmetros granulométricos dos sedimentos.

Admitiu-se, então, no estudo, que a importância local das formas de leito é superada pela tendência geral do transporte sedimentar.

9. CONCLUSÕES

Os dados obtidos nas medições *in situ* e nas análises laboratoriais dos sedimentos revelaram uma variação sazonal do transporte sedimentar na área.

Quando comparados todos os parâmetros utilizados – geoquímicos (teores de carbonato biodetrítico, carbono orgânico, nitrogênio e enxofre totais, razões C/N e C/S), granulométricos (diâmetro médio, desvio padrão e assimetria), físicos (temperatura, salinidade), e geológicos (formas de leito) - pôde-se caracterizar o transporte sedimentar no final da primavera da seguinte forma:

- (1) grande aporte sedimentar marinho na porção sudeste e entre o centro-leste (latitude 23,717°S) e o sul da área, e uma grande contribuição continental no norte e no sudoeste da área, mostrados pela distribuição da salinidade, temperatura, teor de carbonato biodetrítico e razão C/N;
- (2) acúmulo sedimentar próximo à latitude 23,718°S, e no leste-sudeste da área, indicado pela distribuição de carbono orgânico, nitrogênio e enxofre, sendo estes sedimentos mais finos e melhor selecionados, segundo os dados granulométricos e, por fim,

- (3) pequena sedimentação no sul-sudoeste da área, destacada principalmente pela distribuição das razões C/S e pelos vetores de transporte traçados com base em parâmetros granulométricos.

No inverno, o transporte sedimentar pôde ser caracterizado por:

- (1) maior homogeneidade do transporte sedimentar, de forma a apresentar uma tendência mais clara, em comparação à primavera;
- (2) intenso aporte sedimentar marinho no centro e no sudeste, e predomínio de sedimentação continental no norte e no sudoeste da área, conforme indicado pelos valores de salinidade, razão C/N e teores de carbonato biodetrítico; (3) maior sedimentação no sudeste e na porção central da área, entre as latitudes 23,718°S e 23,722°S, o que é indicado pelos altos teores de carbono orgânico, e nitrogênio e enxofre totais, em sedimentos mais finos e melhor selecionados (de acordo com dados granulométricos), em comparação ao restante da área.

Os teores de carbonato biodetrítico encontrados no norte da área, onde é baixa a salinidade, indicam que no inverno a influência marinha nessa porção é muito mais significativa do que na primavera, quando predomina a sedimentação continental, por meio do rio Juqueriquerê.

Ainda no norte da área, é possível identificar uma variação sazonal nas condições hidrodinâmicas: no inverno (ago./2001) os fenômenos de leste (não só os sistemas de ventos, como também os de correntes oceânicas) barram as águas fluviais, o que não ocorreu na primavera (nov./2000), quando as correntes mais efetivas, de sudeste, eram menos intensas.

Como formas de complementação do presente estudo poderiam ser realizadas novas medições e coletas em intervalos menores (uma campanha em cada estação do ano, por exemplo), o que permitiria um acompanhamento mais detalhado da variação no transporte sedimentar.

Poderiam, ainda, ser feitos estudos voltados à variação temporal na sedimentação na área, através da análise de testemunhos coletados ao longo da planície.

10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRASIL, DIRETORIA DE HIDROGRAFIA E NAVEGAÇÃO DO MINISTÉRIO DA MARINHA. 1963. Carta Náutica Nº 1616 – Canal de São Sebastião, Parte Norte. Escala 1:15.010.
- CORBISIER, T. N. 1989. Meiofauna da Plataforma Continental Interna do litoral norte de São Paulo. *Publicação Especial do Instituto Oceanográfico*, 1993, 10:123-135.
- ETCHEBER, H.; RELEXANS, J. C.; BELIARD, M.; WEBER, O.; BUSCAIL, R.; HEUSSNER, S. 1999. Distribution and quality of sedimentary organic matter on the Aquitanian Margin (Bay of Biscay). *Deep-Sea Research II*, 46:2249-2288.
- GAO, S. 1996. A FORTRAM Program for grain-size trend analysis to define net sediment transport pathways. *Computers & Geosciences* 4(22):449-452.
- GAO, S.; COLLINS, M. B. 1994. Analysis of grain size trends, for defining sediment transport pathways in marine environments. *Journal of Coastal Research*, 10(1):70-78.
- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Mapa geológico do Estado de São Paulo. Escala 1:500.000. São Paulo, 1981. 2v. (IPT. Publicação 1.184).
- MAHIQUES, M. M.; MISHIMA, Y.; RODRIGUES, M. 1999. Characteristics of the sedimentary organic matter on the inner and middle continental shelf between Guanabara Bay and São Francisco do Sul, southeastern Brazilian margin. *Continental Shelf Research*, 19:775-798.
- MEYERS, P. A. 1997. Organic geochemical proxies of paleoceanographic, paleolimnologic, and paleoclimatic processes. *Org. Geochem.*, 5/6(27):213-250.
- SOUZA, C. R. de G. & FURTADO, V. V. 1987. Exemplo de desenvolvimento de planície de maré na região da Enseada de Caraguatatuba. In: 1º Simpósio sobre ecossistemas da costa sul e sudeste brasileira, 1987, Cananéia. Publicação ACIESP, 54-II(2):337-352.

- SOUZA, C. R. de G. 1990. Considerações sobre os processos sedimentares quaternários e atuais na região de Caraguatatuba, litoral norte do Estado de São Paulo. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo – Instituto Oceanográfico. 334p.
- STEIN, R. 1991. Accumulation of organic carbon in marine sediments. Results from the Deep Sea Drilling Project / Ocean Drilling Program. Berlin, Springer-Verlag, 217p.
- SUGUIO, K. 1973. Introdução à sedimentologia. São Paulo, Edgard Blücher. 317 p.

ANEXO

Tabela 1 - Síntese das condições climáticas e da precipitação média de Caraguatatuba, SP (1973-2003)

Tabela 2 - Síntese das condições climáticas e da precipitação média de Caraguatatuba, SP (1973-2003)

Tabela 1 - Síntese dos dados obtidos a partir do primeiro trabalho de campo (nov./2000).

Ord.	Localidade	Latitude	Longitude	Altitude (m)	Temperatura (°C)	Umidade (%)	Velocidade do vento (km/h)	Pressão (mmHg)	Temperatura da água (°C)	Temperatura do ar (°C)	Temperatura do solo (°C)	Temperatura da superfície (°C)	Temperatura da água (°C)	Temperatura do ar (°C)	Temperatura do solo (°C)	Temperatura da superfície (°C)
1	27°42'30"S	47°25'30"W	17	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
2	27°42'30"S	47°25'30"W	14	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
3	27°42'30"S	47°25'30"W	10	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
4	27°42'30"S	47°25'30"W	5	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
5	27°42'30"S	47°25'30"W	15	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
6	27°42'30"S	47°25'30"W	10	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
7	27°42'30"S	47°25'30"W	5	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
8	27°42'30"S	47°25'30"W	15	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
9	27°42'30"S	47°25'30"W	10	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
10	27°42'30"S	47°25'30"W	5	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
11	27°42'30"S	47°25'30"W	15	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
12	27°42'30"S	47°25'30"W	10	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
13	27°42'30"S	47°25'30"W	5	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
14	27°42'30"S	47°25'30"W	15	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
15	27°42'30"S	47°25'30"W	10	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
16	27°42'30"S	47°25'30"W	5	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
17	27°42'30"S	47°25'30"W	15	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
18	27°42'30"S	47°25'30"W	10	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
19	27°42'30"S	47°25'30"W	5	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
20	27°42'30"S	47°25'30"W	15	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20

ANEXO

Tabela 1 - Síntese dos dados obtidos a partir do primeiro trabalho de campo (nov./2000).

Tabela 2 - Síntese dos dados obtidos a partir do segundo trabalho de campo (ago./2001).

Tabela 1. Síntese dos dados obtidos a partir do primeiro trabalho de campo (nov./2000).

Est.	Latitude	Longitude	CaCO ₃ (%)	S	T (°C)	Diâm. médio	Desvio padrão	Assim.	C (%)	N (%)	S (%)	C/N	C/S
1	23°42,581	45°25,579	1,17	0	30,0	2,78	0,79	-0,19	0,2408	0,0088	0,0279	27,52	8,63
2	23°42,621	45°25,557	1,42	0	28,5	2,98	0,54	-0,02	0,2243	0,0066	0,0230	34,15	9,75
3	23°42,608	45°25,484	1,16	3	22,0	2,30	0,58	0,00	0,2242	0,0055	0,0277	40,98	8,08
4	23°42,675	45°25,534	1,21	1	30,5	1,68	1,36	-0,46	0,2237	0,0076	0,0232	29,28	9,63
5	23°42,682	45°25,486	1,86	13	23,5	2,72	0,81	-0,11	0,3813	0,0349	0,0331	10,92	11,52
6	23°42,719	45°25,513	0,70	2	30,0	2,99	0,45	-0,01	0,2403	0,0066	0,0252	36,68	9,53
7	23°42,673	45°25,476	2,95	6	23,0	2,09	0,55	0,00	0,2322	0,0033	0,0211	70,78	11,00
8	23°42,694	45°25,499	1,22	12	24,0	2,80	0,57	-0,03	0,2490	0,0077	0,0260	32,55	9,59
9	23°42,780	45°25,493	1,59	4	30,0	2,83	0,79	-0,22	0,2657	0,0109	0,0297	24,29	8,95
10	23°42,777	45°25,461	1,37	12	26,0	2,98	0,49	-0,02	0,2653	0,0120	0,0193	22,09	13,72
11	23°42,769	45°25,442	0,91	17	27,0	0,62	0,55	-0,02	0,2405	0,0055	0,0217	43,97	11,09
12	23°42,833	45°25,470	1,32	8	30,0	2,82	0,88	-0,28	0,2408	0,0088	0,0252	27,52	9,57
13	23°42,801	45°25,396	2,18	8	25,0	3,13	0,48	-0,01	0,3242	0,0230	0,0346	14,10	9,36
14	23°42,789	45°25,376	1,21	11	26,0	2,96	0,48	-0,02	0,2656	0,0088	0,0228	30,35	11,66
15	23°42,893	45°25,448	1,18	12	30,0	2,97	0,57	-0,11	0,2991	0,0131	0,0296	22,78	10,11
16	23°42,845	45°25,355	2,31	13	26,0	3,14	0,44	-0,01	0,3071	0,0131	0,0346	23,41	8,88
17	23°42,806	45°25,328	2,31	11	26,0	3,10	0,48	-0,01	0,3076	0,0121	0,0362	25,53	8,50
18	23°42,955	45°25,420	2,80	8	30,0	3,00	0,81	-0,32	0,2574	0,0131	0,0246	19,62	10,48
19	23°42,915	45°25,320	5,08	16	28,0	3,06	0,48	-0,02	0,2988	0,0142	0,0253	21,03	11,82
20	23°42,865	45°25,281	2,51	13	27,5	3,15	0,44	-0,01	0,3405	0,0164	0,0439	20,75	7,75
21	23°43,021	45°25,385	1,76	6	29,0	2,98	0,65	-0,17	0,3074	0,0820	0,0354	3,75	8,68
22	23°42,969	45°25,296	2,20	15	28,0	2,98	0,54	-0,03	0,3401	0,0186	0,0353	18,32	9,63
23	23°42,922	45°25,280	2,86	18	27,5	3,16	0,61	0,15	0,3908	0,0296	0,0491	13,22	7,96
24	23°43,096	45°25,356	2,11	12	29,0	2,97	0,53	-0,02	0,2577	0,0110	0,0279	23,53	9,22
25	23°43,035	45°25,270	2,61	28	29,0	2,85	0,65	-0,08	0,3573	0,0197	0,0439	18,14	8,14
26	23°43,001	45°25,242	3,22	15	27,0	3,03	0,48	-0,02	0,3407	0,0164	0,0405	20,75	8,41
27	23°43,173	45°25,319	2,30	23	28,0	2,98	0,54	-0,02	0,2655	0,0513	0,0259	5,17	10,26
28	23°43,110	45°25,267	3,21	28	29,0	3,90	1,61	0,41	1,2137	0,1609	0,1308	7,54	9,28
29	23°43,080	45°25,245	2,22	25	30,0	2,77	0,74	-0,17	0,3658	0,0197	0,0433	18,56	8,44
30	23°43,035	45°25,198	2,67	11	27,0	3,08	0,43	-0,01	0,3406	0,0197	0,0390	17,29	8,73
31	23°43,237	45°25,295	1,23	9	29,0	3,02	0,48	-0,01	0,2243	0,0164	0,0245	13,66	9,16
32	23°43,186	45°25,255	2,68	26	28,0	2,91	0,69	-0,14	0,3660	0,0318	0,0443	11,52	8,27
33	23°43,145	45°25,220	4,54	29	26,5	3,07	0,53	-0,03	0,3656	0,0263	0,0471	13,92	7,76
34	23°43,095	45°25,175	6,48	30	28,0	2,59	0,71	-0,09	0,3241	0,0153	0,0293	21,16	11,05
35	23°43,301	45°25,274	1,82	-	29,0	2,95	0,59	-0,08	0,2408	0,0175	0,0189	13,76	12,77
36	23°43,260	45°25,245	0,94	26	28,0	2,91	0,75	-0,20	0,2569	0,0316	0,0186	8,12	13,83
37	23°43,210	45°25,195	2,17	28	28,0	3,02	0,53	0,05	0,3652	0,0284	0,0435	12,85	8,40
38	23°43,170	45°25,126	1,96	28	27,5	2,9	0,72	-0,08	0,3656	0,0252	0,0439	14,53	8,33
39	23°43,372	45°25,249	7,80	-	29,5	2,18	1,37	-0,46	0,2490	0,0186	0,0278	13,40	8,97
40	23°43,325	45°25,220	1,55	1	26,0	2,92	0,53	-0,02	0,2577	0,0164	0,0255	15,68	10,13

continua

Est.	Latitude	Longitude	CaCO3 (%)	S	T (°C)	Diâm. médio	Desvio padrão	Assim.	C (%)	N (%)	S (%)	C/N	C/S
41	23°43,279	45°25,175	2,02	25	26,0	2,54	0,73	-0,11	0,3154	0,0197	0,0219	16,03	14,43
42	23°43,135	45°25,140	2,14	30	27,0	2,56	0,86	-0,21	0,3732	0,0229	0,0299	16,28	12,48
43	23°43,442	45°25,196	0,95	22	29,0	2,93	0,49	-0,02	0,2740	0,0142	0,0190	19,27	14,41
44	23°43,403	45°25,195	2,17	5	30,0	2,93	0,59	-0,10	0,2571	0,0186	0,0174	13,85	14,81
45	23°43,355	45°25,165	1,32	16	25,5	2,73	0,73	-0,14	0,2829	0,0263	0,0255	10,76	11,10
46	23°43,311	45°25,121	3,63	16	25,0	2,93	0,54	0,06	0,3826	0,0296	0,0308	12,93	12,43
47	23°43,270	45°25,075	3,45	27	26,0	3,3	1,22	0,31	0,6981	0,1280	0,0745	5,45	9,38
48	23°43,498	45°25,188	2,61	-	28,0	1,55	0,96	-0,34	0,2158	0,0066	0,0052	32,89	41,90
49	23°43,453	45°25,172	1,90	7	30,0	2,86	0,86	-0,28	0,2655	0,0240	0,0187	11,05	14,21
50	23°43,420	45°25,130	1,41	5	28,5	2,98	0,58	-0,08	0,2822	0,0251	0,0203	11,23	13,90
51	23°43,370	45°25,086	0,86	11	26,5	2,54	0,81	-0,17	0,3235	0,0240	0,0272	13,46	11,91
52	23°43,326	45°25,045	2,01	28	28,0	2,86	0,64	-0,03	0,3656	0,0274	0,0285	13,36	12,85
53	23°43,432	45°25,153	1,36	11	28,0	1,53	1,15	-0,10	0,2488	0,0153	0,0105	16,27	23,74
54	23°43,494	45°25,132	3,07	8	30,0	2,11	1,12	-0,18	0,2828	0,0219	0,0120	12,91	23,48
55	23°43,447	45°25,086	4,28	9	28,0	2,72	0,89	-0,26	0,3076	0,0274	0,0257	11,24	11,96
56	23°43,411	45°25,045	1,94	10	29,0	2,82	0,84	-0,25	0,3074	0,0263	0,0228	11,71	13,50
57	23°43,360	45°25,005	1,63	26	28,0	2,82	0,95	-0,01	0,4564	0,0437	0,0451	10,44	10,12
58	23°43,544	45°24,949	5,65	12	31,0	2,18	0,77	-0,74	0,2659	0,0164	0,0204	16,19	13,04
59	23°43,526	45°24,999	1,06	12	31,0	1,58	0,57	0,00	0,1743	0,0033	0,0055	53,13	31,91
60	23°43,509	45°25,045	1,96	9	31,0	1,6	0,48	-0,02	0,2824	0,0109	0,0174	25,81	16,20
61	23°43,484	45°24,999	0,98	11	29,0	2,15	1,07	-0,05	0,2990	0,0230	0,0236	13,02	12,65
62	23°43,401	45°24,950	11,21	17	29,0	2,79	0,88	-0,21	0,3408	0,0230	0,0261	14,82	13,04
63	23°43,356	45°24,915	2,84	30	28,0	2,89	0,91	-0,14	0,3320	0,0295	0,0323	11,25	10,27
64	23°43,530	45°24,983	1,49	17	28,0	1,48	0,64	-0,05	0,2077	0,0099	0,0097	21,09	21,53
65	23°43,488	45°24,945	3,17	13	30,0	1,92	1,02	0,16	0,2993	0,0175	0,0235	17,08	12,76
66	23°43,442	45°24,907	2,79	14	29,0	2,42	1,15	-0,16	0,3819	0,0284	0,0345	13,44	11,08
67	23°43,400	45°24,861	2,80	29	28,0	2,76	1,03	-0,18	0,3570	0,0295	0,0311	12,09	11,49
68	23°43,368	45°24,833	3,17	31	28,0	2,25	0,99	-0,07	0,3734	0,0230	0,0315	16,27	11,85
69	23°43,547	45°24,932	3,87	16	24,0	0,7	0,82	-0,45	0,2491	0,0099	0,0170	25,29	14,63
70	23°43,511	45°24,882	9,41	20	25,5	1,83	1,42	-0,01	0,6974	0,1071	0,0457	6,51	15,26
71	23°43,467	45°24,855	5,15	27	26,0	0,86	1,3	0,32	0,2572	0,0197	0,0186	13,07	13,83
72	23°43,437	45°24,821	1,15	21	29,0	1,72	0,57	0,03	0,2076	0,0077	0,0136	27,10	15,23

conclusão

Tabela 2. Síntese dos dados obtidos a partir do segundo trabalho de campo (ago./2001).

Est.	Latitude	Longitude	CaCO ₃ (%)	S	T (°C)	Diâm. médio	Desvio padrão	Assim.	C (%)	N (%)	S (%)	C/N	C/S
1	23° 42,565	45° 25,520	1,49	16	22,0	1,92	0,56	-0,02	0,1315	0,0007	0,0069	187,84	18,95
2	23° 42,615	45° 25,490	1,67	19	24,0	2,24	0,56	-0,01	0,1571	0,0009	0,0136	167,15	11,54
3	23° 42,575	45° 25,455	3,25	15	24,0	2,68	0,79	-0,15	0,1824	0,0054	0,0190	34,04	9,62
4	23° 42,670	45° 25,470	2,62	17	23,5	2,54	0,68	-0,06	0,1574	0,0003	0,0149	524,53	10,53
5	23° 42,625	45° 25,430	10,75	16	23,0	3,55	1,21	0,32	0,5098	0,0309	0,1344	16,52	3,79
6	23° 42,720	45° 25,445	2,76	20	23,5	2,82	0,50	-0,03	0,1731	0,0019	0,0136	92,55	12,71
7	23° 42,675	45° 25,405	5,23	18	24,0	2,64	0,59	-0,06	0,1608	0,0061	0,0113	26,36	14,30
8	23° 42,640	45° 25,375	4,89	16	24,0	2,98	0,50	-0,03	0,1973	0,0055	0,0150	35,87	13,20
9	23° 42,775	45° 25,425	6,70	27	23,0	2,93	0,49	-0,03	0,1742	0,0031	0,0124	56,19	14,06
10	23° 42,730	45° 25,385	5,66	15	23,5	2,97	0,45	-0,02	0,1529	0,0019	0,0099	80,48	15,41
11	23° 42,695	45° 25,355	3,79	19	23,5	3,11	0,47	-0,01	0,2384	0,0081	0,0215	29,46	11,07
12	23° 42,825	45° 25,400	4,59	26	23,0	3,02	0,48	-0,02	0,2010	0,0054	0,0166	37,56	12,14
13	23° 42,790	45° 25,370	4,45	20	24,0	3,03	0,49	-0,02	0,1904	0,0028	0,0164	69,25	11,65
14	23° 42,740	45° 25,325	6,28	19	24,0	3,07	0,52	-0,02	0,2391	0,0108	0,0216	22,25	11,07
15	23° 42,880	45° 25,380	6,65	30	23,5	3,03	0,53	-0,03	0,2413	0,0086	0,0192	28,00	12,58
16	23° 42,840	45° 25,340	4,09	26	24,0	3,06	0,48	-0,02	0,2296	0,0134	0,0163	17,20	14,10
17	23° 42,805	45° 25,295	4,38	23	24,0	3,12	0,44	-0,01	0,2541	0,0132	0,0189	19,22	13,42
18	23° 42,955	45° 25,365	5,25	31	23,5	2,87	0,72	-0,16	0,2968	0,0149	0,0307	19,98	9,66
19	23° 42,915	45° 25,320	4,90	31	24,0	3,07	0,48	-0,02	0,2565	0,0152	0,0230	16,88	11,14
20	23° 42,865	45° 25,280	4,85	29	24,0	3,16	0,56	0,09	0,2792	0,0181	0,0306	15,43	9,13
21	23° 43,010	45° 25,335	3,84	30	24,0	2,80	0,72	-0,15	0,2982	0,0175	0,0334	17,05	8,92
22	23° 42,970	45° 25,295	6,68	30	24,0	3,07	0,48	-0,01	0,2402	0,0105	0,0243	22,96	9,88
23	23° 42,925	45° 25,255	8,16	30	23,5	3,36	0,98	0,32	0,6011	0,0430	0,1087	13,98	5,53
24	23° 43,080	45° 25,315	3,86	30	26,0	3,11	0,71	0,24	0,3810	0,0267	0,0549	14,28	6,95
25	23° 43,035	45° 25,270	4,91	30	27,0	3,07	0,49	0,06	0,2973	0,0153	0,0508	19,44	5,85
26	23° 43,000	45° 25,245	4,00	31	26,0	3,02	0,49	0,04	0,2977	0,0203	0,0308	14,70	9,66
27	23° 43,170	45° 25,320	3,35	31	27,0	3,00	0,53	-0,03	0,2915	0,0126	0,0349	23,13	8,36
28	23° 43,125	45° 25,275	4,41	30	27,5	3,22	0,89	0,27	0,6621	0,0511	0,1394	12,95	4,75
29	23° 43,080	45° 25,245	3,81	31	29,8	2,93	0,54	-0,03	0,2832	0,0154	0,0310	18,34	9,13
30	23° 43,035	45° 25,195	2,31	32	26,0	3,02	0,48	-0,02	0,3168	0,0206	0,0452	15,38	7,01
31	23° 43,230	45° 25,285	2,04	31	27,0	2,89	0,56	-0,04	0,2699	0,0164	0,0380	16,44	7,11
32	23° 43,185	45° 25,255	2,16	33	29,0	2,98	0,53	-0,03	0,2869	0,0140	0,0406	20,57	7,07
33	23° 43,145	45° 25,220	11,83	29	28,0	4,03	1,58	0,28	1,6574	0,1411	0,4442	11,75	3,73
34	23° 43,095	45° 25,175	2,44	31	26,0	3,40	1,24	0,34	0,7094	0,0482	0,3770	14,73	1,88
35	23° 43,300	45° 25,275	2,78	31	28,0	2,89	0,55	-0,03	0,2261	0,0036	0,0297	62,12	7,61
36	23° 43,260	45° 25,245	2,36	29	28,5	2,85	0,69	-0,12	0,2505	0,0068	0,0425	37,11	5,90
37	23° 43,210	45° 25,195	3,42	29	28,0	3,02	0,48	-0,02	0,3131	0,0096	0,0421	32,58	7,44
38	23° 43,170	45° 25,155	7,80	30	26,0	3,08	0,48	0,06	0,3481	0,0240	0,0524	14,48	6,65
39	23° 43,370	45° 25,250	1,69	32	27,5	2,93	0,55	-0,04	0,1904	0,0010	0,0203	184,86	9,40
40	23° 43,325	45° 25,220	8,90	36	29,0	3,85	1,48	0,45	0,2163	0,0106	0,0217	20,46	9,95

continua

Est.	Latitude	Longitude	CaCO3 (%)	S	T (°C)	Diâm. médio	Desvio padrão	Assim.	C (%)	N (%)	S (%)	C/N	C/S
41	23° 43,280	45° 25,175	2,71	31	27,0	2,68	0,68	-0,08	1,1527	0,0980	0,2340	11,76	4,93
42	23° 43,235	45° 25,140	2,35	34	28,0	2,33	0,61	-0,01	0,2347	0,0153	0,0220	15,33	10,69
43	23° 43,440	45° 25,235	3,93	31	28,0	2,98	0,49	-0,02	0,2074	0,0036	0,0255	58,09	8,12
44	23° 43,400	45° 25,195	2,43	31	27,0	2,81	0,76	-0,20	0,1905	0,0104	0,0418	18,41	4,56
45	23° 43,355	45° 25,165	1,89	35	27,2	2,37	0,65	0,03	0,2534	0,0152	0,0329	16,69	7,70
46	23° 43,310	45° 25,120	5,21	30	24,1	2,96	0,53	-0,03	0,2594	0,0134	0,0501	19,32	5,18
47	23° 43,270	45° 25,075	3,67	29	23,3	3,08	0,80	0,20	0,3576	0,0266	0,0785	13,46	4,56
48	23° 43,500	45° 25,205	1,56	30	28,0	2,82	0,72	-0,18	0,1514	0,0005	0,0269	302,70	5,63
49	23° 43,455	45° 25,170	2,65	32	27,0	3,00	0,53	-0,08	0,2019	0,0042	0,0323	47,85	6,24
50	23° 43,420	45° 25,130	2,04	32	27,0	2,89	0,60	-0,11	0,2414	0,0095	0,0385	25,38	6,27
51	23° 43,370	45° 25,085	2,40	30	-	2,54	0,70	-0,10	0,2419	0,0164	0,0322	14,79	7,50
52	23° 43,325	45° 25,045	2,79	30	23,2	2,98	0,65	-0,01	0,2594	0,0108	0,1420	23,95	1,83
53	23° 43,540	45° 25,170	2,90	29	28,0	1,18	1,04	0,19	0,2094	0,0013	0,0179	157,44	11,69
54	23° 43,495	45° 25,130	2,06	31	27,0	2,92	0,67	-0,15	0,2231	0,0077	0,0357	28,82	6,26
55	23° 43,450	45° 25,085	2,65	31	27,0	3,00	0,50	-0,11	0,2269	0,0089	0,0324	25,52	7,00
56	23° 43,410	45° 25,045	2,50	30	26,0	2,65	0,78	-0,18	0,2634	0,0191	0,0357	13,77	7,39
57	23° 43,360	45° 25,005	2,85	30	24,0	2,87	0,65	-0,05	0,3062	0,0176	0,0472	17,38	6,48
58	23° 43,558	45° 25,129	2,33	29	28,0	1,53	1,16	0,09	0,2513	0,0045	0,0350	56,35	7,19
59	23° 43,530	45° 25,075	5,98	32	27,0	1,83	1,27	0,11	0,5422	0,0221	0,0667	24,50	8,13
60	23° 43,519	45° 25,000	3,03	33	26,0	1,39	0,83	0,16	0,2701	0,0078	0,0317	34,76	8,51
61	23° 43,440	45° 25,000	6,20	29	28,0	2,54	0,95	-0,25	0,2771	0,0130	0,0416	21,30	6,67
62	23° 43,400	45° 24,950	2,29	28	24,0	2,83	0,78	-0,13	0,3307	0,0175	0,0460	18,95	7,19
63	23° 43,355	45° 24,915	2,95	33	24,0	2,41	0,87	-0,11	0,2926	0,0158	0,0401	18,52	7,29
64	23° 43,530	45° 24,985	4,59	32	27,0	1,51	0,84	0,01	0,2482	0,0052	0,0243	47,82	10,21
65	23° 43,485	45° 24,945	3,11	30	27,0	2,00	1,18	0,11	0,3273	0,0178	0,0456	18,37	7,19
66	23° 43,440	45° 24,905	4,43	29	26,0	2,69	0,94	-0,21	0,2950	0,0143	0,0431	20,64	6,85
67	23° 43,400	45° 24,860	3,37	31	23,2	2,10	1,00	0,01	0,2804	0,0150	0,0421	18,71	6,67
68	23° 43,364	45° 24,831	5,16	33	23,0	3,67	1,32	0,29	0,8933	0,0716	0,5980	12,48	1,49
69	23° 43,550	45° 24,930	2,96	32	28,0	1,67	1,01	0,20	0,3074	0,0188	0,0284	16,33	10,82
70	23° 43,510	45° 24,880	3,69	30	28,2	1,93	1,29	-0,07	0,3691	0,0191	0,0839	19,37	4,40
71	23° 43,460	45° 24,845	2,15	31	27,0	1,92	1,06	0,02	0,2791	0,0150	0,0381	18,56	7,32
72	23° 43,420	45° 24,805	4,97	35	23,5	1,91	1,08	0,04	0,2468	0,0104	0,0765	23,78	3,23

conclusão

