

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
INSTITUTO OCEANOGRÁFICO**

**CARACTERÍSTICAS DA MATÉRIA ORGÂNICA  
SEDIMENTAR DA PLATAFORMA CONTINENTAL  
INTERNA E MÉDIA ENTRE A BAÍA DA GUANABARA  
(RJ) E SÃO FRANCISCO DO SUL (SC).**

**MICHEL MICHAELOVITCH DE MAHIQUES**

**Tese apresentada ao Instituto Oceanográfico da  
Universidade de São Paulo como requisito parcial  
para a obtenção do título de Livre-Docente junto  
ao Departamento de Oceanografia Física.**

**SÃO PAULO  
1998**

CONTEÚDO

|   |    |
|---|----|
| I. INTRODUÇÃO   | 05 |
| II. OBJETIVOS   | 09 |
| III. ÁREA DE ESTUDO   | 10 |
| IV. CONDICIONANTES GEOLÓGICOS, GEOMORFOLÓGICOS E OCEANOGRÁFICOS DA ÁREA DE ESTUDO | 12 |
| V. METODOLOGIA  | 18 |
| V.1. Análise granulométrica   | 19 |
| V.2. Análise de conteúdo em carbonato biodetrítico                                | 19 |
| V.3. Análise de conteúdo em carbono, nitrogênio e enxofre                         | 23 |
| V.4. Análise das razões de isótopos estáveis de carbono e nitrogênio              | 28 |
| V.5. Análise espacial dos parâmetros estudados                                    | 31 |
| V.6. Análise faciológica através de técnica multivariada                          | 35 |
| VI. RESULTADOS  | 38 |
| VII. DISCUSSÃO  | 62 |
| VIII. CONCLUSÕES  | 76 |
| IX. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS  | 78 |

## LOCALIZAÇÃO DAS FIGURAS E TABELAS

|  |    |
|--|----|
| Figura 1. Localização da área de estudo  | 11 |
| Figura 2. Compartimentação geomorfológica da plataforma continental entre o Cabo Frio e o Cabo de Santa Marta (Segundo Zemruscki, 1976)    | 13 |
| Figura 3. Variações de totais mensais de pluviosidade nas estações de Ubatuba e Cananéia, no período de 1961 a 1997                        | 16 |
| Figura 4. Localização e discriminação, por projeto, das amostras utilizadas neste trabalho.  | 20 |
| Tabela 1. Posicionamento e origem, por projeto, das amostras analisadas.   | 21 |
| Figura 5. Valores de razão C/N para diferentes tipos de materiais (Segundo Bordowskiy, 1965, apud Stein, 1991)                             | 26 |
| Figura 6. Valores de razão C13/C12 para diferentes tipos de materiais (Segundo Waples, 1981, apud Stein, 1991).                            | 29 |
| Figura 7. Experimento, descrito em Cohen (1970), envolvendo o traçado de isóbatas por quatro pesquisadores.                                | 33 |
| Figura 8. Resultado da interpolação por krigagem da distribuição do teor em carbono orgânico   | 36 |
| Figura 9. Resultado da interpolação por inverso do quadrado da distância da distribuição do teor em carbono orgânico                       | 37 |
| Tabela 2. Resultados das análises executadas nas amostras dos projetos MATORG (Campanha de 1991), OPISS e PADCT.                           | 39 |
| Tabela 3. Resultados das análises nas amostras do projeto MATORG (Campanha de 1993).   | 42 |
| Figura 10. Distribuição dos sedimentos segundo o diâmetro médio.   | 43 |
| Figura 11. Distribuição dos sedimentos segundo o grau de seleção   | 44 |
| Figura 12. Distribuição do teor em carbonato biodetrítico.   | 46 |
| Figura 13. Distribuição do teor em carbono orgânico.   | 47 |
| Figura 14. Distribuição do teor em nitrogênio orgânico.  | 48 |
| Figura 15. Distribuição do teor em enxofre.  | 50 |
| Figura 16. Distribuição da razão C/N.  | 51 |
| Figura 17. Distribuição da razão C/S.  | 52 |
| Figura 18. Variação dos teores de carbono e nitrogênio e da razão C/N ao longo da isóbata de 100 metros.                                   | 56 |
| Figura 19. Variação das razões C13/C12 e N15/N14 ao longo da isóbata de 100 metros.  | 57 |
| Figura 20. Variação dos teores de carbono e nitrogênio e da razão C/N ao longo de um perfil transversal à costa na altura de São Sebastião | 58 |
| Figura 21. Variação das razões C13/C12 e N15/N14 ao longo de um perfil transversal à costa na altura de São Sebastião.                     | 59 |
| Figura 22. Dendrograma gerado a partir da análise de agrupamento.  | 60 |
| Figura 23. Distribuição dos facies gerados a partir da análise de agrupamento.   | 61 |
| Tabela 4. Análise de correlação entre os diferentes parâmetros analisados,   | 64 |

|  |    |
|--|----|
| Figura 24. Correlação entre teor em carbono orgânico e teor em carbonato biodetrítico.   | 65 |
| Figura 25. Correlação entre teor em carbono orgânico e teor em nitrogênio orgânico.  | 66 |
| Figura 26. Correlação entre teor em carbono orgânico e teor em enxofre.  | 67 |
| Figura 27. Correlação entre teor em carbono orgânico e razão C/N.  | 68 |
| Figura 28. Correlação entre razão C13/C12 e razão C/N.   | 70 |
| Tabela 5. Estimativa do grau de contribuição continental sobre cada amostra coletada na campanha de 1993 (Projeto MATORG).                               | 71 |
| Figura 29. Modelo qualitativo de distribuição e dispersão da matéria orgânica na plataforma continental entre a Baía da Guanabara e São Francisco do Sul | 75 |

# CARACTERÍSTICAS DA MATÉRIA ORGÂNICA SEDIMENTAR DA PLATAFORMA CONTINENTAL INTERNA E MÉDIA ENTRE A BAÍA DA GUANABARA (RJ) E SÃO FRANCISCO DO SUL (SC).

## I. INTRODUÇÃO

As características da matéria orgânica depositada em sedimentos superficiais de áreas marinhas têm sido largamente utilizadas na correlação com vários processos oceanográficos, tais como a produtividade de águas superficiais, o aporte de materiais continentais para os oceanos, a dinâmica de massas d'água, o potencial de oxi-redução e taxas de sedimentação (Müller & Suess, 1979; Stein, 1991; Faganeli et al., 1994). Stein (op. cit.) também observa que, apesar de seu uso potencial como indicador ambiental, a distribuição da matéria orgânica em sedimentos marinhos é complexa e, no caso da caracterização de sua origem, os parâmetros freqüentemente utilizados podem levar a interpretações errôneas ou contraditórias.

No estudo dos processos sedimentares relacionados à paleoprodutividade e interpretação de dinâmica de massas d'água, uma das ferramentas mais importantes constitui o conhecimento das características da matéria orgânica dos sedimentos depositados. De fato, o estudo dos teores e relações entre os elementos carbono, nitrogênio, fósforo e enxofre, situados entre os mais importantes na composição da matéria orgânica, consiste na base para a compreensão da natureza da matéria orgânica, sua origem e grau de degradação e condições de oxi-redução do fundo

oceânico (Bader, 1955, Rashid, 1985). Outros parâmetros, tais como razões de isótopos estáveis, organolitas e hidrocarbonetos, fornecem informações importantes sobre os processos de aporte e modificações da matéria orgânica.

Além disso, a associação de dados de matéria orgânica com outras informações sedimentológicas, tais como a textura e estrutura de sedimentos, e de associações microfaunísticas, permitem a elaboração de modelos faciológicos bastante completos, com aplicação em estudos estratigráficos.

Por sua importância tanto nos processos biológicos como nos processos geoquímicos, contam-se aos milhares as referências bibliográficas que utilizam parâmetros relacionados à distribuição e características da matéria orgânica sedimentar em plataformas continentais (Bordovskiy & Akhmet'yeva, 1984; Aller et al., 1991; Requejo et al, 1991; Intès & LeLoeuff, 1986). Sob o ponto de vista geológico, podem, também, ser citados trabalhos que envolvem a compreensão do comportamento da matéria orgânica nos processos diagenéticos (Rashid, 1979; Bonifay & Giresse, 1992).

Não menos variada é a produção científica que analisa a distribuição da matéria orgânica como um parâmetro de mapeamento sedimentar (Bhosle et al., 1978; Domain, 1982; Kalesha, 1979; Sardessai, 1994; Reghunath & Murthy, 1996 ) e, mais importante, aquela que utiliza um ou vários constituintes da matéria orgânica como traçadores dos agentes hidrodinâmicos atuantes sobre algum trecho de áreas costeiras ou de plataforma continental (Moran et al., 1991; Bianchi et al, 1993; Ergin et al, 1993; Westerhausen et al., 1993; Elias & Cardoso, 1996).

Por todos esses fatores, pode-se afirmar que os estudos sobre matéria orgânica depositada em fundos marinhos apresentam relevância que transcende os trabalhos sobre sedimentação, mas também atendem às necessidades de trabalhos nas outras áreas da Oceanografia.

A região costeira, compreendida entre a Baía da Guanabara (RJ) e São Francisco do Sul (SC), corresponde a uma das áreas de maior desenvolvimento econômico e, portanto, de maiores problemas ambientais da América Latina. De fato, localizam-se, nessa área, três grandes portos, dois terminais petrolíferos, uma usina nuclear e dois grandes complexos industriais e petroquímicos. Além disso, parte desta região litorânea caracteriza-se como um dos maiores polos turísticos e de maior concentração populacional, fixa e flutuante, do Brasil.

Por esta razão, uma análise, ainda que qualitativa, do potencial de exportação da matéria orgânica, de origem continental, para a plataforma continental, assim como a compreensão dos processos dinâmicos responsáveis por seu transporte, tornam-se extremamente importantes. Num sentido mais amplo, pode-se afirmar que o estudo das características da matéria orgânica depositada nos sedimentos superficiais pode se tornar a base para o estabelecimento de um modelo para a análise da deposição de material de natureza antropogênica nesta porção da margem continental brasileira.

A plataforma continental sudeste e leste brasileira apresenta carência em estudos sistemáticos sobre os parâmetros relacionados à matéria orgânica. De uma forma geral, há poucos trabalhos que tratam do assunto, sendo que alguns deles limitam-se à análise da matéria orgânica como parâmetro complementar ao estudo da

distribuição de sedimentos superficiais (Melo et al., 1975, Rocha et al, 1975). Poucos trabalhos são voltados para a análise das características específicas da matéria orgânica (LAGEMAR, 1982, Mahiques, 1995) e, ainda há menos trabalhos que visam a análise de características da matéria orgânica ao longo da coluna sedimentar quaternária (Henz et al., 1994, Duleba & Mahiques, 1995).



## II. OBJETIVOS

É objetivo principal deste trabalho, o conhecimento das características da matéria orgânica dos sedimentos superficiais da plataforma continental interna e média entre a Baía da Guanabara (RJ) e São Francisco do Sul (SC), visando a compreensão dos processos de aporte do material orgânico e suas relações com a dinâmica de massas d'água.

Os objetivos específicos deste trabalho, inseridos no contexto de seu objetivo principal são:

- 1) Elaborar um mapa de fácies orgânicos de sedimentos superficiais;
- 2) Correlacionar os fácies orgânicos com os diferentes compartimentos geomorfológicos, identificados na plataforma continental sudeste brasileira;
- 3) Tentar avaliar, qualitativamente, a importância das áreas continentais no aporte de sedimentos atuais para a plataforma continental;
- 4) Propor subsídios para a elaboração de um modelo de fluxo de partículas, de origem continental, na plataforma continental, com aplicação nos estudos sobre fluxo de partículas.

### III. ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo compreende a plataforma continental interna e média compreendida entre a Baía da Guanabara, Estado do Rio de Janeiro, e São Francisco do Sul, Estado de Santa Catarina. A área estende-se entre as isóbatas de 10 e 100 metros, sendo esta última considerada o limite entre a plataforma média e a externa.

A Figura 1 apresenta a localização da área de estudo.

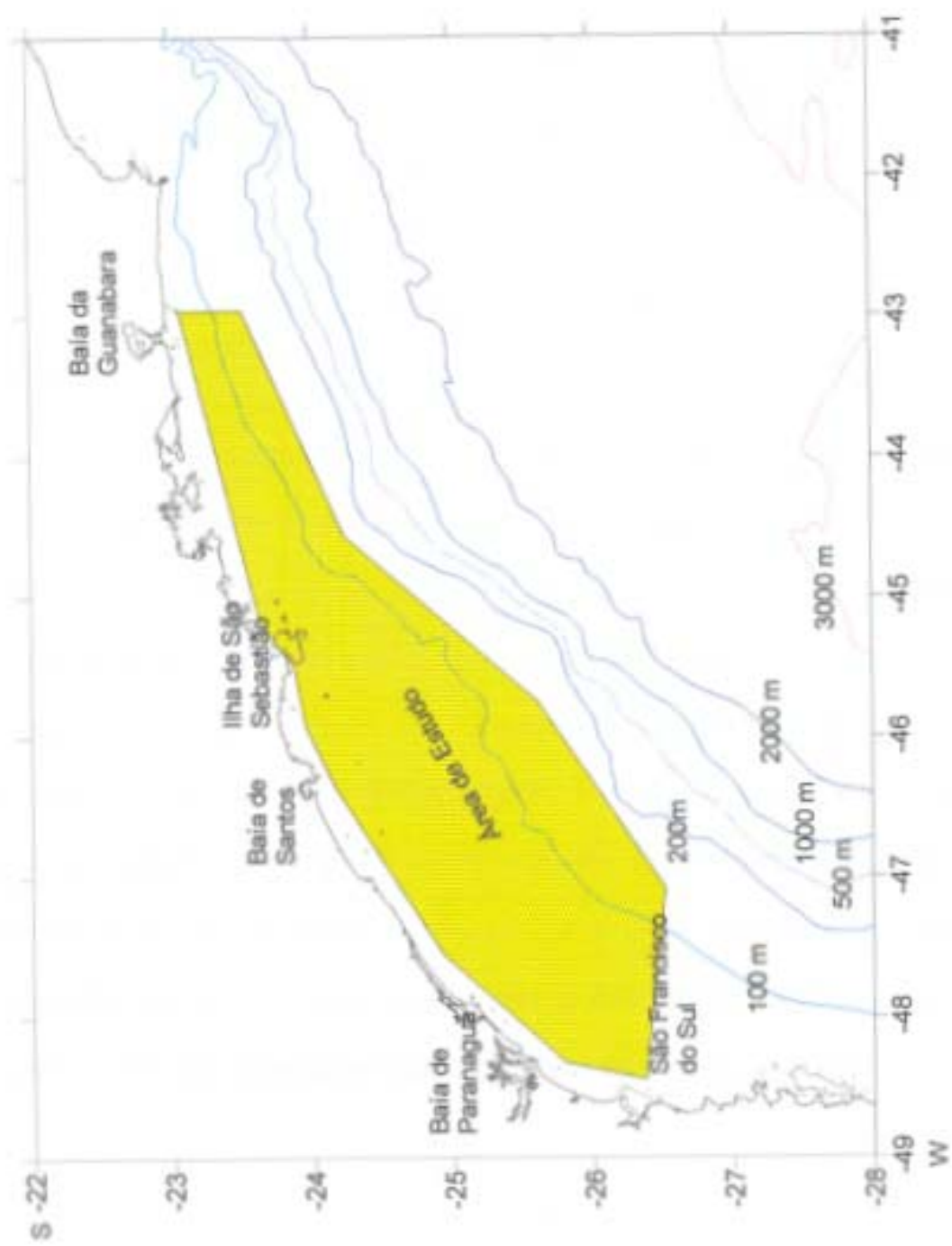


Figura 1. Localização da área de estudo

#### IV. CONDICIONANTES GEOLÓGICOS, GEOMORFOLÓGICOS E OCEANOGRÁFICOS DA ÁREA DE ESTUDO

**Na margem continental brasileira, o Cabo Frio marca a transição entre os ambientes tropicais, a norte, e os subtropicais, a sul (Rocha et al., 1975). Esta transição é marcada por características oceanográficas bastante diferenciadas e uma dinâmica sedimentar distinta, havendo o predomínio da sedimentação carbonática para norte (margem continental leste) e da sedimentação terrígena para sul (margem continental sul). Esta diferenciação é marcada, também, pelas características fisiográficas de cada setor, sendo que a margem Sul apresenta característica deposicional (Tipo III - Secundária), em contraposição à Leste, predominantemente tectônica (Tipo I - Estrutural), segundo a Classificação de Fairbridge (1966, apud Zembruski, 1979).**

A aqui denominada Margem Continental Sudeste Brasileira, na qual se insere a área de estudo, estende-se do Cabo de Santa Marta Grande (SC) até o Cabo Frio (RJ), e corresponde ao Embaiamento de São Paulo, definido por Zembruski (1979). Nesta unidade fisiográfica, a plataforma continental apresenta largura variável entre 73 e 231 km, declividade entre 1:656 e 1:1333 e uma profundidade de quebra de plataforma entre 120 m e 180 m. De uma forma geral, as isóbatas aproximam-se entre si em direção ao norte e, próximo ao Cabo Frio, a plataforma apresenta sua menor largura. A presença de vários canais foi observada, cortando a plataforma por toda a área (Zembruski, 1979). A Figura 2 apresenta a compartimentação geomorfológica da margem continental, na área de estudo, proposta por Zembruski (1979)

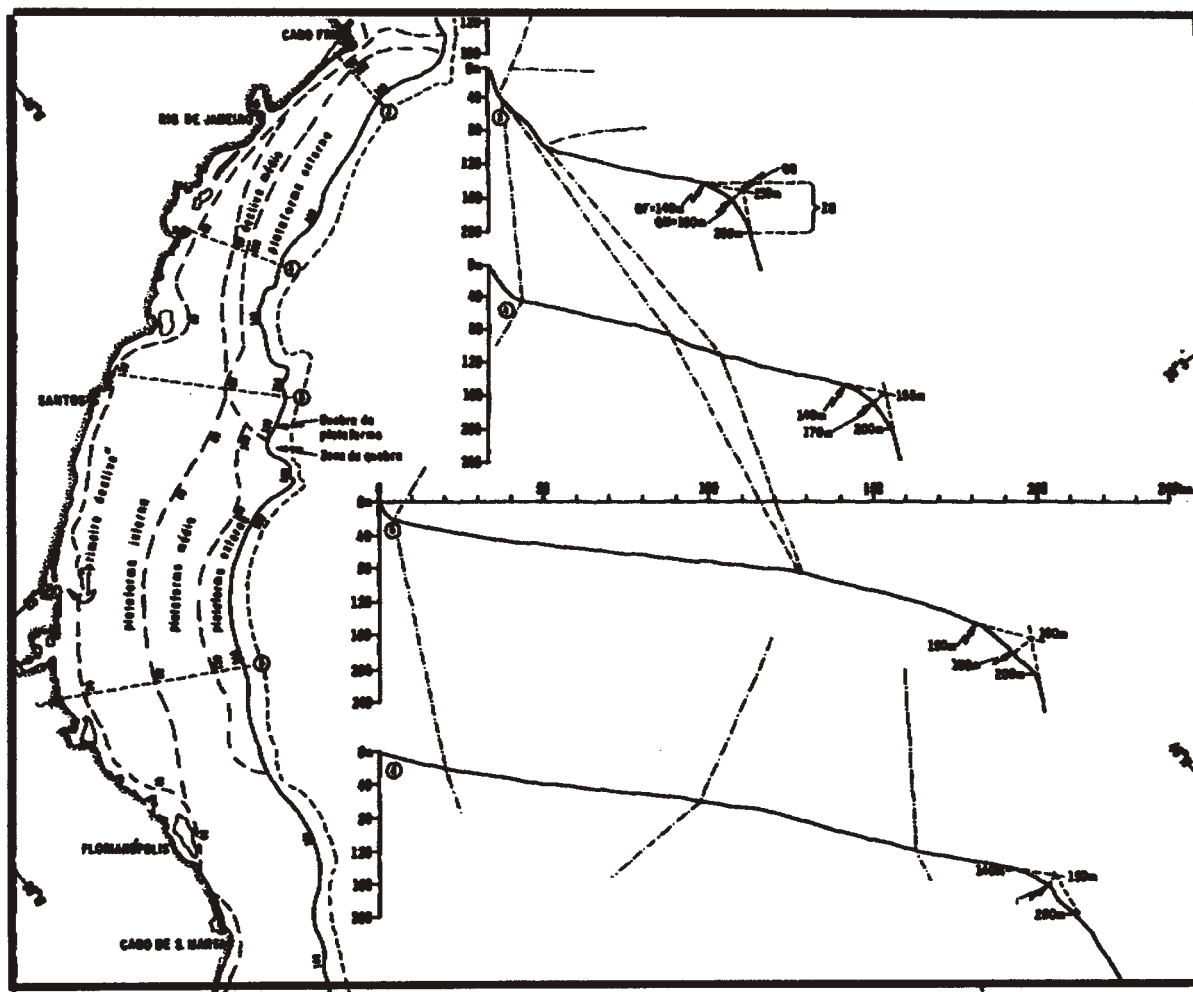


Figura 2. Compartimentação geomorfológica da plataforma continental entre o Cabo Frio e o Cabo de Santa Marta (Segundo Zembruski, 1976).

Zembruscki (op. cit.) definiu, para a área, os termos plataforma interna, plataforma média e plataforma externa, caracterizados por mudanças em sua declividade. Ao norte da Ilha de São Sebastião, a plataforma média cede lugar a uma escarpa média. De uma forma geral, tanto a plataforma média quanto a escarpa média apresentam seu limite externo, na área, na isóbata de 100 metros.

A Ilha de São Sebastião constitui um notável marcador geomorfológico, não somente da linha de costa (Fúlfaro et al., 1974) como da plataforma continental. Nesta região ocorre uma mudança na direção geral da linha de costa, que passa de SW-NE, ao sul da Ilha de São Sebastião, para W-E, a norte. Também, ao norte da Ilha de São Sebastião, os recortes do litoral e a presença de várias ilhas, tornam mais complexa a geomorfologia regional.

Os sistemas de drenagem, nas áreas emersas, apresentam pequena expressão e têm suas áreas limitadas pela maior ou menor distância das vertentes da Serra do Mar voltadas para o oceano. Ao norte da Ilha de São Sebastião, a Serra do Mar mergulha diretamente sobre o oceano, restringindo a extensão das planícies costeiras e das bacias de drenagem. Para o sul, o recuo gradativo da Serra do Mar leva ao desenvolvimento de planícies costeiras maiores e, conseqüentemente, de bacias de drenagem mais importantes, das quais se destaca, por sua área e volume de descarga, a bacia do Rio Ribeira de Iguape.

O clima tropical e subtropical úmido, aliado à ausência de grandes sistemas fluviais confere, ao regime pluvial, uma importância muito grande na contribuição de água doce para o oceano. O regime de chuvas apresenta-se com características

episódicas, ainda que com prevalência de maiores precipitações pluviométricas nos meses de verão. A Figura 3 apresenta as variações nos valores mensais de pluviosidade, no período compreendido entre 1961 e 1997, nas estações pluviométricas de Cananéia e Ubatuba, litorais sul e norte do Estado de São Paulo, respectivamente. Observa-se claramente a existência de duas escalas temporais de precipitações pluviométricas, quais sejam, as de caráter circa-anual, definido pela sazonalidade, e infra-anual, representado por variações de maior escala.

O trecho sul-sudeste da plataforma brasileira apresenta uma cobertura razoável em termos de amostras de sedimentos superficiais, muito embora a grande maioria das amostras tenha sido analisada, quase que exclusivamente quanto à granulometria (Martins & Correa, 1996).

A sedimentação, neste trecho da plataforma continental brasileira é essencialmente terrígena, formada por areias e lamas, de natureza quartzosa. Ao sul da Ilha de São Sebastião, observa-se um aumento gradativo nos teores de lama em direção à plataforma externa. Ao norte da ilha observa-se uma maior heterogeneidade granulométrica, com deposição significativa de sedimentos lamosos na plataforma interna e o estabelecimento de um padrão complexo de sedimentação, com a presença de numerosas manchas. Esta diferenciação em termos granulométricos pode ser observada, também, na mineralogia de argilas. Ao sul da Ilha de São Sebastião a montmorilonita constitui o mineral predominante. Ao norte, os sedimentos apresentam mistura de caulinita-ilita-montmorilonita (Rocha et al., 1975).

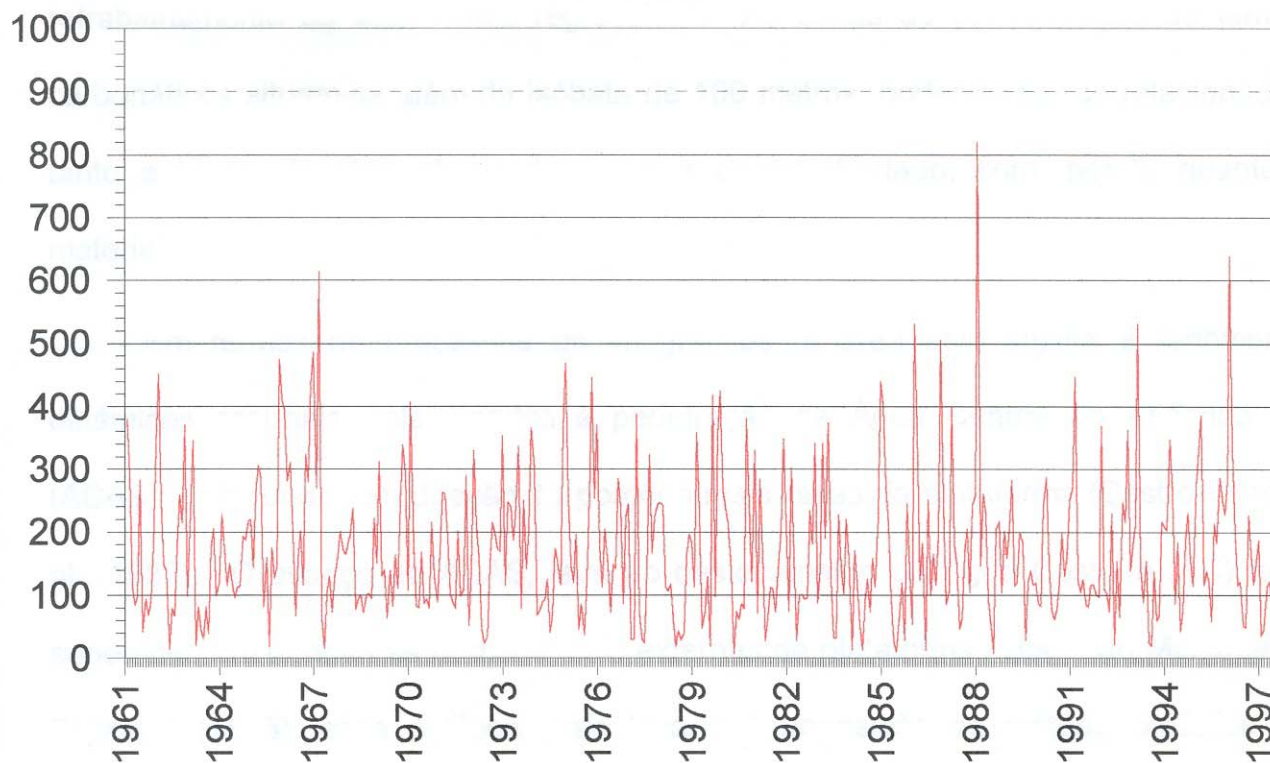
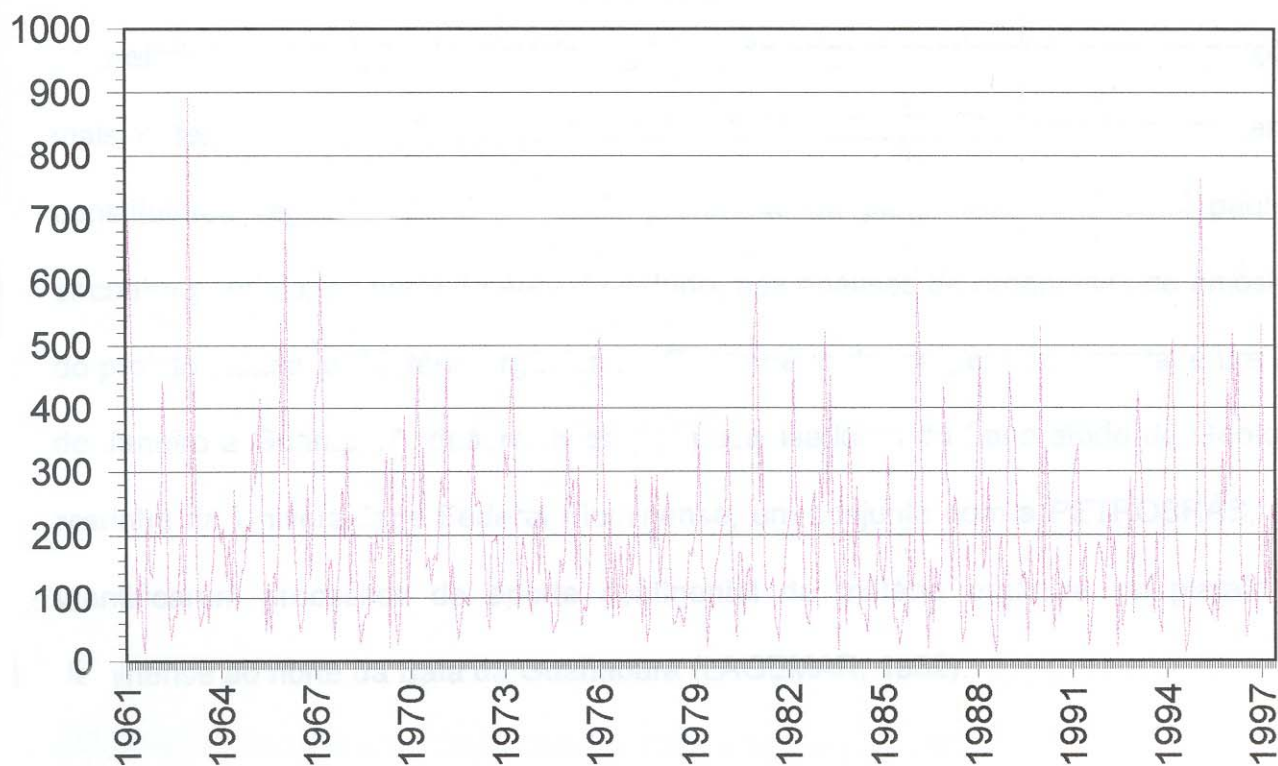
**Ubatuba****Cananeia**

Figura 3. Variações de totais mensais de pluviosidade nas estações de Ubatuba e Cananeia, no período de 1961 a 1997.



Grande parte da cobertura sedimentar atual é referida como resultante do retrabalhamento de sedimentos regressivos. As zonas de concentração de termos carbonáticos situam-se além da isóbata de 100 metros, podendo ser correlacionadas, tanto a bioconstruções atuais de algas e corais (Furtado, com. pes.<sup>1</sup>), quanto a materiais pretéritos ("beach rocks").

Em termos de processos oceanográficos, a área está sujeita a fenômenos dinâmicos sazonais, relacionados à penetração da Água Central do Atlântico Sul (ACAS), pelo fundo, em direção às porções mais rasas da plataforma (Castro Filho et al., 1987). O avanço da ACAS, leva ao deslocamento da Água Costeira (AC), pela superfície, em direção às porções mais externas da plataforma. Segundo Mahiques & Fujikawa (1995), esse deslocamento levaria à deposição de matéria orgânica, de origem continental, nas porções mais profundas da plataforma, de forma que haveria uma efetiva contribuição de matéria orgânica, de origem continental, para as porções mais externas da plataforma continental. A identificação de amostras, contendo constituintes vegetais, em áreas mais profundas da plataforma continental paulista encontra paralelo, ao norte da área de estudo, nas análises de organolitas de amostras do projeto intitulado "Matéria orgânica no Quaternário da margem continental entre Rio de Janeiro e Guarapari", desenvolvido por pesquisadores do Laboratório de Geologia Marinha da Universidade Federal Fluminense, em conjunto com a PETROBRÁS, que identificaram processos de aporte continental da matéria orgânica na plataforma fluminense ao norte da Baía da Guanabara (LAGEMAR, 1982).

---

<sup>1</sup> Valdenir Veronese Furtado. Instituto Oceanográfico da USP.

## V. METODOLOGIA

Para o desenvolvimento deste trabalho, foram analisadas as amostras superficiais provenientes de três projetos, desenvolvidos no âmbito do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo. Não houve, *a priori*, uma preocupação excessiva com a não contemporaneidade dos períodos de coleta de cada um desses projetos, na medida em que, na plataforma continental paulista, as variações espaciais do fundo podem ser muito mais significativas que as temporais (Paiva, 1996; Petti, 1997). Obviamente, este pressuposto encontra alguns senões, à medida em que as amostras encontram-se mais próximas da costa, onde a variabilidade temporal dos processos atuantes sobre o fundo é mais significativa (Mahiques, 1995). Entretanto, na medida em que este trabalho representa uma análise de cunho regional, admitiu-se que os dados poderiam ser analisados como representativos de uma única situação genérica.

Os projetos a partir dos quais foi desenvolvido este trabalho são:

- 1 - "Importância da quebra da plataforma para os recursos vivos e não vivos". IOUSP/PADCT-CNPq (PADCT). Cruzeiro de novembro de 1997;
- 2 - "Oceanografia da plataforma interna da região de São Sebastião". Projeto Temático IOUSP/FAPESP (OPISS). Cruzeiro de setembro de 1997;
- 3 - "Características da matéria orgânica dos sedimentos superficiais da plataforma interna e média do Estado de São Paulo". IOUSP/CNPq/FAPESP (MATORG). Cruzeiros de Dezembro de 1991 e Janeiro de 1993.

A Figura 4 apresenta a localização e a discriminação das amostras analisadas, por projeto de pesquisa.

A Tabela 1 apresenta o posicionamento e a origem, por projeto, das amostras analisadas.

### V.1. Análise granulométrica

A acumulação de matéria orgânica em sedimentos marinhos é fortemente dependente da quantidade em argila depositada. Além disso, os parâmetros granulométricos têm sido abundantemente utilizados na interpretação da hidrodinâmica dos fundos de áreas marinhas (Pettijohn, 1975).

Foi realizada análise granulométrica sobre os sedimentos superficiais coletados, seguindo-se os procedimentos de peneiramento e pipetagem descritos em Suguio (1973), após eliminação do carbonato biodetrítico através de ataque com solução de ácido clorídrico diluído a 10%.

### V.2. Análise de conteúdo em carbonato biodetrítico

O carbonato de cálcio em sedimentos marinhos é considerado como um produto autóctone. De fato, há um grande número de grupos de organismos marinhos bentônicos que secretam carbonato de cálcio para a construção de suas partes duras.

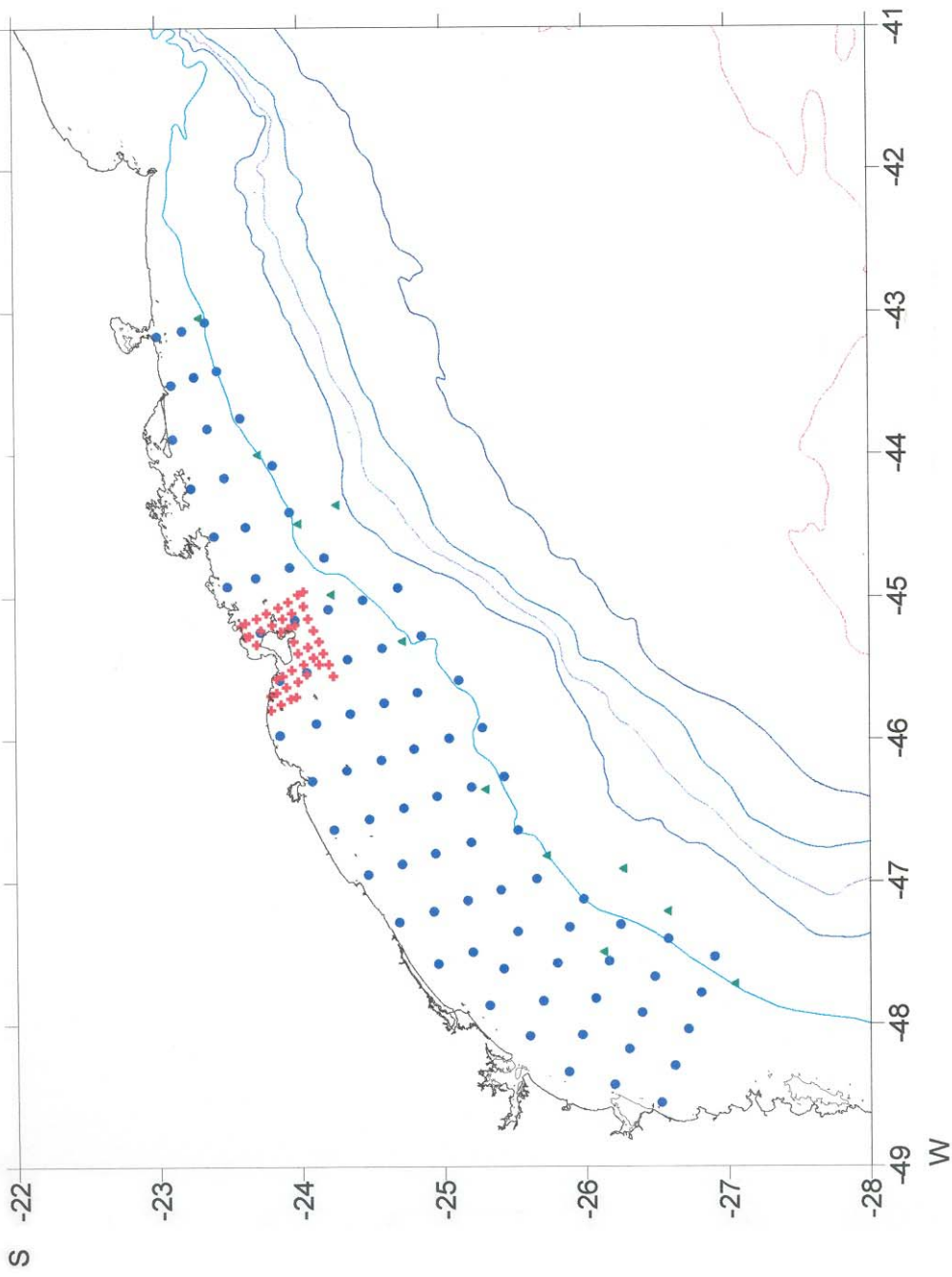


Figura 4. Localização e discriminação das amostras analisadas, por projeto de pesquisa.

| Amostra | Projeto | Lat (S) | Long. (W) | Prof. (m) |
|---------|---------|---------|-----------|-----------|
| 5521    | MATORG  | -23.34  | -43.07    | 106       |
| 5522    | MATORG  | -23.18  | -43.13    | 60        |
| 5523    | MATORG  | -23.00  | -43.17    | 24        |
| 5524    | MATORG  | -23.10  | -43.51    | 43        |
| 5525    | MATORG  | -23.26  | -43.46    | 65        |
| 5526    | MATORG  | -23.42  | -43.41    | 102       |
| 5527    | MATORG  | -23.58  | -43.74    | 106       |
| 5528    | MATORG  | -23.35  | -43.82    | 58        |
| 5529    | MATORG  | -23.11  | -43.89    | 24        |
| 5530    | MATORG  | -23.23  | -44.23    | 44        |
| 5531    | MATORG  | -23.47  | -44.16    | 62        |
| 5532    | MATORG  | -23.81  | -44.07    | 100       |
| 5533    | MATORG  | -23.93  | -44.40    | 108       |
| 5534    | MATORG  | -23.62  | -44.50    | 60        |
| 5535    | MATORG  | -23.40  | -44.57    | 44        |
| 5536    | MATORG  | -23.49  | -44.92    | 37        |
| 5537    | MATORG  | -23.69  | -44.86    | 50        |
| 5538    | MATORG  | -23.93  | -44.79    | 76        |
| 5539    | MATORG  | -24.17  | -44.72    | 106       |
| 5540    | MATORG  | -24.68  | -44.93    | 126       |
| 5541    | MATORG  | -24.44  | -45.02    | 91        |
| 5542    | MATORG  | -24.20  | -45.08    | 78        |
| 5543    | MATORG  | -23.96  | -45.16    | 46        |
| 5544    | MATORG  | -23.72  | -45.24    | 21        |
| 5545    | MATORG  | -23.85  | -45.58    | 20        |
| 5546    | MATORG  | -24.04  | -45.53    | 40        |
| 5547    | MATORG  | -24.33  | -45.43    | 70        |
| 5548    | MATORG  | -24.57  | -45.36    | 80        |
| 5549    | MATORG  | -24.85  | -45.27    | 104       |
| 5550    | MATORG  | -25.11  | -45.58    | 103       |
| 5551    | MATORG  | -24.82  | -45.67    | 68        |
| 5552    | MATORG  | -24.58  | -45.74    | 64        |
| 5553    | MATORG  | -24.35  | -45.82    | 61        |
| 5554    | MATORG  | -24.11  | -45.89    | 41        |
| 5555    | MATORG  | -23.85  | -45.97    | 20        |
| 5556    | MATORG  | -24.08  | -46.29    | 22        |
| 5557    | MATORG  | -24.32  | -46.22    | 34        |
| 5558    | MATORG  | -24.56  | -46.14    | 55        |
| 5559    | MATORG  | -24.79  | -46.07    | 66        |
| 5560    | MATORG  | -25.04  | -45.99    | 90        |
| 5561    | MATORG  | -25.28  | -45.92    | 114       |
| 5562    | MATORG  | -25.43  | -46.26    | 108       |
| 5563    | MATORG  | -25.20  | -46.33    | 84        |
| 5564    | MATORG  | -24.96  | -46.40    | 60        |
| 5565    | MATORG  | -24.72  | -46.48    | 52        |
| 5566    | MATORG  | -24.48  | -46.56    | 38        |

Tabela 1. Localização e discriminação das amostras utilizadas no presente trabalho.

| Amostra | Projeto | Lat (S) | Long. (W) | Prof. (m) |
|---------|---------|---------|-----------|-----------|
| 5567    | MATORG  | -24.23  | -46.63    | 23        |
| 5568    | MATORG  | -24.47  | -46.95    | 22        |
| 5569    | MATORG  | -24.71  | -46.88    | 38        |
| 5570    | MATORG  | -24.94  | -46.80    | 46        |
| 5571    | MATORG  | -25.19  | -46.72    | 66        |
| 5572    | MATORG  | -25.52  | -46.64    | 95        |
| 5573    | MATORG  | -25.65  | -46.98    | 84        |
| 5574    | MATORG  | -25.40  | -47.06    | 62        |
| 5575    | MATORG  | -25.17  | -47.13    | 46        |
| 5576    | MATORG  | -24.93  | -47.21    | 32        |
| 5577    | MATORG  | -24.68  | -47.28    | 20        |
| 5578    | MATORG  | -24.96  | -47.58    | 20        |
| 5579    | MATORG  | -25.20  | -47.49    | 33        |
| 5580    | MATORG  | -25.52  | -47.35    | 56        |
| 5581    | MATORG  | -25.42  | -47.61    | 32        |
| 5582    | MATORG  | -25.32  | -47.87    | 20        |
| 5583    | MATORG  | -25.60  | -48.08    | 21        |
| 5584    | MATORG  | -25.70  | -47.83    | 38        |
| 5585    | MATORG  | -25.79  | -47.57    | 57        |
| 5586    | MATORG  | -25.88  | -47.32    | 72        |
| 5587    | MATORG  | -25.98  | -47.13    | 102       |
| 5588    | MATORG  | -26.24  | -47.30    | 95        |
| 5589    | MATORG  | -26.16  | -47.56    | 70        |
| 5590    | MATORG  | -26.07  | -47.82    | 56        |
| 5591    | MATORG  | -25.97  | -48.08    | 36        |
| 5592    | MATORG  | -25.87  | -48.34    | 20        |
| 5593    | MATORG  | -26.20  | -48.43    | 18        |
| 5594    | MATORG  | -26.30  | -48.18    | 40        |
| 5595    | MATORG  | -26.39  | -47.92    | 60        |
| 5596    | MATORG  | -26.48  | -47.67    | 82        |
| 5597    | MATORG  | -26.58  | -47.40    | 112       |
| 5598    | MATORG  | -26.90  | -47.53    | 110       |
| 5599    | MATORG  | -26.81  | -47.78    | 84        |
| 5600    | MATORG  | -26.71  | -48.03    | 61        |
| 5601    | MATORG  | -26.62  | -48.29    | 45        |
| 5602    | MATORG  | -26.53  | -48.55    | 21        |
| 6264    | OPISS   | -23.58  | -45.20    | 12        |
| 6265    | OPISS   | -23.61  | -45.18    | 20        |
| 6266    | OPISS   | -23.69  | -45.15    | 30        |
| 6267    | OPISS   | -23.76  | -45.11    | 37        |
| 6268    | OPISS   | -23.84  | -45.07    | 45        |
| 6269    | OPISS   | -23.91  | -45.03    | 64        |
| 6270    | OPISS   | -23.98  | -44.98    | 74        |
| 6271    | OPISS   | -24.02  | -45.06    | 72        |
| 6272    | OPISS   | -23.94  | -45.11    | 48        |

Tabela 1. (cont.)

| Amostra | Projeto | Lat (S) | Long. (W) | Prof. (m) |
|---------|---------|---------|-----------|-----------|
| 6273    | OPISS   | -23.87  | -45.15    | 38        |
| 6274    | OPISS   | -23.80  | -45.19    | 38        |
| 6275    | OPISS   | -23.72  | -45.23    | 20        |
| 6276    | OPISS   | -23.64  | -45.27    | 13        |
| 6277    | OPISS   | -23.61  | -45.28    | 12        |
| 6278    | OPISS   | -23.86  | -45.24    | 23        |
| 6279    | OPISS   | -23.91  | -45.22    | 39        |
| 6280    | OPISS   | -23.96  | -45.19    | 50        |
| 6281    | OPISS   | -24.05  | -45.15    | 72        |
| 6282    | OPISS   | -24.09  | -45.23    | 68        |
| 6283    | OPISS   | -24.02  | -44.96    | 65        |
| 6284    | OPISS   | -23.95  | -45.31    | 33        |
| 6285    | OPISS   | -23.98  | -45.39    | 52        |
| 6286    | OPISS   | -24.05  | -45.35    | 60        |
| 6287    | OPISS   | -24.13  | -45.31    | 66        |
| 6288    | OPISS   | -24.16  | -45.39    | 60        |
| 6289    | OPISS   | -24.09  | -45.42    | 54        |
| 6290    | OPISS   | -24.02  | -45.47    | 51        |
| 6291    | OPISS   | -23.94  | -45.51    | 43        |
| 6292    | OPISS   | -23.69  | -45.33    | 13        |
| 6297    | OPISS   | -23.87  | -45.55    | 25        |
| 6298    | OPISS   | -23.83  | -45.57    | 20        |
| 6299    | OPISS   | -23.79  | -45.69    | 12        |
| 6300    | OPISS   | -23.83  | -45.67    | 20        |
| 6301    | OPISS   | -23.90  | -45.63    | 32        |
| 6302    | OPISS   | -23.98  | -45.59    | 36        |
| 6303    | OPISS   | -24.04  | -45.54    | 42        |
| 6304    | OPISS   | -24.13  | -45.47    | 55        |
| 6305    | OPISS   | -24.20  | -45.47    | 63        |
| 6306    | OPISS   | -24.23  | -45.55    | 62        |
| 6307    | OPISS   | -23.97  | -45.70    | 32        |
| 6308    | OPISS   | -23.93  | -45.71    | 30        |
| 6309    | OPISS   | -23.86  | -45.75    | 22        |
| 6310    | OPISS   | -23.79  | -45.79    | 15        |
| 6603    | PADCT   | -27.04  | -47.72    | 100       |
| 6598    | PADCT   | -26.57  | -47.21    | 97        |
| 6596    | PADCT   | -26.26  | -46.91    | 125       |
| 6597    | PADCT   | -26.12  | -47.49    | 98        |
| 6588    | PADCT   | -25.72  | -46.82    | 100       |
| 6587    | PADCT   | -25.29  | -46.35    | 84        |
| 6579    | PADCT   | -24.71  | -45.31    | 84        |
| 6569    | PADCT   | -24.25  | -44.35    | 147       |
| 6571    | PADCT   | -24.21  | -44.98    | 79        |
| 6570    | PADCT   | -23.98  | -44.48    | 117       |
| 6561    | PADCT   | -23.70  | -44.00    | 100       |
| 6560    | PADCT   | -23.46  | -43.55    | 101       |
| 6551    | PADCT   | -23.29  | -43.04    | 100       |

Tabela 1. (cont.)

A quantidade de carbonato de cálcio em um sedimento é inversamente proporcional ao conteúdo em carbono de origem continental (Paropkari et al., 1991). Esta relação é consequência do fato de que a introdução de sedimentos continentais inibe a precipitação de carbonato. Nessas áreas, os restos orgânicos, de origem continental, só podem ser utilizados por *organismos marinhos após dissociação e reciclagem por atividade bacteriana*.

Desta forma, análises de correlação entre os conteúdos em carbono orgânico e carbonato de cálcio têm sido utilizadas como indicadoras da origem da matéria orgânica (Paropkari et al., op. cit.; Duleba & Mahiques, 1996).

O conteúdo em carbonato de cálcio foi determinado a partir da diferença em peso seco, antes e após o ataque com solução de ácido clorídrico, diluído a 10% (Gross, 1971).

### V.3. Análise de conteúdo em carbono, nitrogênio e enxofre.

O carbono e o nitrogênio são dois dos elementos mais importantes na estrutura da matéria orgânica dos seres vivos. O carbono está presente em todas as moléculas orgânicas, ao passo que o nitrogênio é elemento fundamental na estrutura de proteínas.

Em sedimentos marinhos, o teor em carbono orgânico tem sido diretamente correlacionado à produtividade de águas superficiais (Stein, 1991), sendo evidente a



correlação espacial existente entre zonas de ressurgência e sedimentos contendo grandes quantidades de matéria orgânica.

Também, o estudo das relações existentes entre as quantidades de carbono e nitrogênio orgânico como indicadores da natureza e origem da matéria orgânica data de, pelo menos 50 anos (Bader, 1955). Devido à sua natureza distinta, materiais orgânicos de origem vegetal e animal exibem diferentes valores de razão C/N (Bordowskiy, 1965 apud Saito et al., 1989; Intés & LeLoeuff, 1986). Valores de razão C/N próximos de 20 (em massa) são indicativos de matéria orgânica de origem predominantemente continental (plantas superiores). Por outro lado, valores de razão C/N próximos de 6 são indicadores de matéria orgânica de origem predominantemente pelágica. Valores intermediários refletem contribuições mistas (Figura 5).

O enxofre é um elemento normalmente encontrado na forma de sulfeto nos fundos marinhos. Sua presença, na forma de pirita pode ser como mineral detrítico ou como autigênico. Em ambos os casos, a presença de sulfeto em sedimentos marinhos é indicativa de condições anóxicas de deposição. Neste sentido, utiliza-se a razão C/S como indicadora de condições óxicas ou anóxicas dos fundos. Outra possível fonte de enxofre para sedimentos marinhos é de natureza antropogênica, representada pela deposição de petróleo.

A análise de conteúdo em carbono, nitrogênio e enxofre foi feita em um analisador LECO CNS2000. Os teores dos elementos acima, são expressos em mg (elemento) / g (peso seco da amostra).

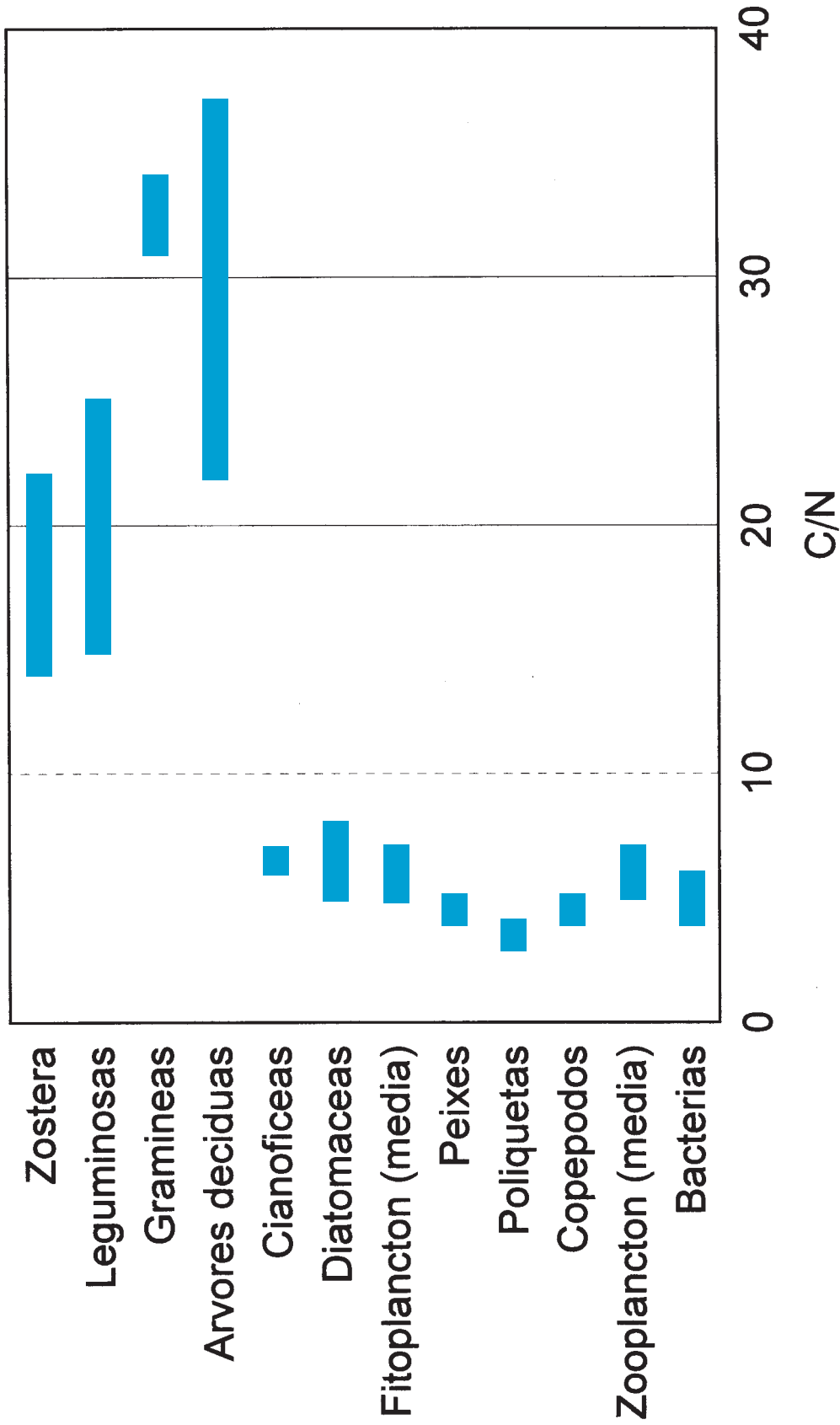


Figura 5. Valores de razão C/N para diferentes tipos de materiais (Segundo Bordowskiy, 1965 apud Stein, 1991)

Os princípios teóricos e procedimentos básicos de operação do analisador CNS 2000 podem ser encontrados em LECO (1996) e encontram-se sumarizados a seguir.

O procedimento analítico para a obtenção de teores de carbono, nitrogênio e enxofre tem início com a pesagem do material seco e o ataque ácido, com solução de ácido clorídrico, diluído a 10%, com água destilada, até a completa remoção do carbonato biodetrítico. Após o ataque, o sedimento é liofilizado e, então, colocado no analisador.

O analisador de carbono, nitrogênio e enxofre é composto por duas unidades básicas, o forno de combustão e a unidade de análise. A amostra é colocada em botes cerâmicos e introduzida no forno de combustão. Para a análise de sedimentos o forno é regulado para a temperatura de 1400°C e é ainda introduzido um lance de oxigênio, com duração de 20 segundos, para potencializar a oxidação da matéria orgânica. Os gases gerados são, então, carreados para o analisador, com o auxílio de bomba de vácuo. No analisador, os gases são homogeneizados e retiradas três alíquotas, que são utilizadas para análises. Os gases CO<sub>2</sub> e SO<sub>2</sub> são analisados através de células de infravermelho e o gás N<sub>2</sub> é medido através de um sensor de termcondutividade.

Para o cálculo dos teores dos elementos foram definidas curvas de calibração para carbono, nitrogênio e enxofre, utilizando-se, nove amostras de um padrão de sulfametazina (C=51,78%, N=20,13%, S=11,52%), e definido um valor de branco para cada elemento. Antes da análise de qualquer lote de amostras, é feita a correção da curva de calibração, com três amostras de sulfametazina e de quinze rodadas de branco.

#### V.4. Análise de razões de isótopos estáveis de carbono e nitrogênio

Dentre os vários parâmetros que podem ser utilizados na caracterização da matéria orgânica, a análise de isótopos estáveis de carbono e nitrogênio consiste numa das mais utilizadas na identificação da origem da matéria orgânica.

Em áreas temperadas, o plâncton marinho apresenta valores de  $\frac{C^{13}}{C^{12}}$  próximos de -20,00 ‰ (relativo ao PDB), sem diferenças aparentes entre fito- e zooplâncton (Stein, 1991). Por outro lado, plantas com metabolismo do tipo C3 apresentam valores de  $\frac{C^{13}}{C^{12}}$  de 5 a 10 ‰ menores que o plâncton. Já, por sua vez, plantas com metabolismo C4, nas quais incluem-se as gramíneas, apresentam valores de  $\frac{C^{13}}{C^{12}}$  maiores que os apresentados pelo plâncton marinho. Assim, dificuldades na interpretação sobre a origem da matéria orgânica podem surgir, também, como função de variações na contribuição relativa de plantas C3 ou C4 como fonte de matéria orgânica continental para o meio marinho. A Figura 6 apresenta os valores de razões  $\frac{C^{13}}{C^{12}}$  em diversos materiais (Segundo Waples, 1981, apud Stein, 1991).

Embora de forma menos marcada, a razão isotópica  $\frac{N^{15}}{N^{14}}$  apresenta diferenciação entre constituintes terrígenos e pelágicos. Através da análise conjunta das razões  $\frac{C^{13}}{C^{12}}$  e  $\frac{N^{15}}{N^{14}}$ , podem ser realizados gráficos em que as amostras de

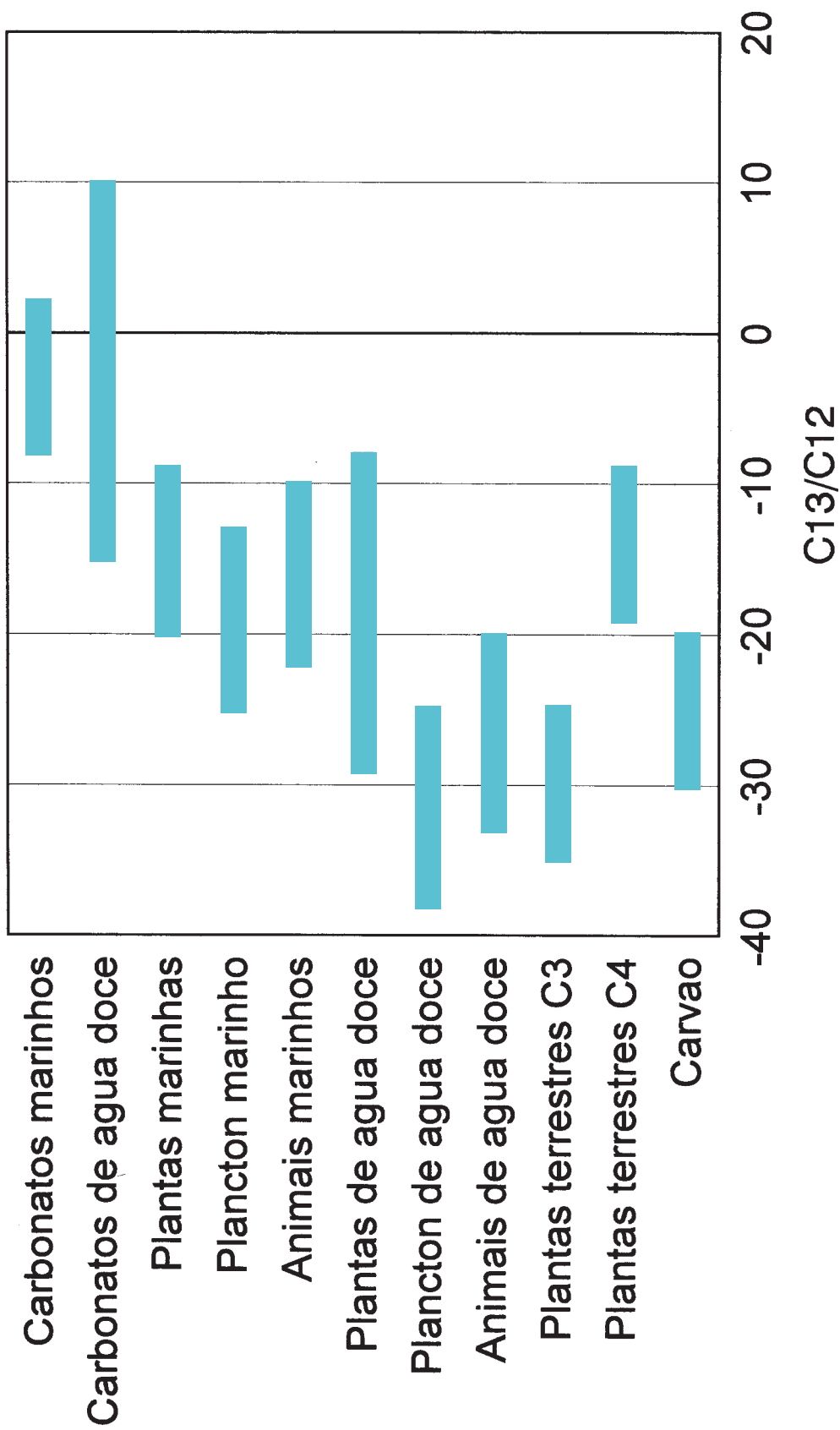


Figura 6. Valores de razão C13/C12 para diferentes tipos de materiais (Segundo Waples 1981, apud Stein, 1991)

sedimento e de outros materiais marinhos são plotadas, visando calcular a frequência relativa de cada uma das fontes de matéria orgânica.

Dados de isótopos estáveis de fito- e zooplâncton, macrofauna bentônica e sedimentos superficiais da plataforma continental interna norte do Estado de São Paulo foram anteriormente obtidos por Matsuura & Wada (1994), que observaram que a composição isotópica da macrofauna era fortemente influenciada por plantas com metabolismo C4 (gramas marinhas). Os autores observaram, ainda, que a matéria orgânica presente nos sedimentos superficiais da área tinha origem predominantemente pelágica.

Para este projeto, foram feitas análises de razões  $\frac{C^{13}}{C^{12}}$  e  $\frac{N^{15}}{N^{14}}$  de 29 amostras de sedimentos superficiais, coletadas em Janeiro de 1993, a bordo do N.Oc. "Prof. W. Besnard". A malha amostral foi efetuada de forma que 18 dessas amostras fossem coletadas nas proximidades da isóbata de 100 metros e o restante formasse 5 perfis transversais à costa.

Nos laboratórios do Chugoku National Industrial Research Institute (Hiroshima, Japão) as amostras foram pesadas, acidificadas com solução de ácido clorídrico 1N e analisadas em um espectrômetro de massa On Line Analytica System Finnigan MAT 252, ligado a um analisador de Carbono e Nitrogênio.

Os valores de razões isotópicas  $\frac{C^{13}}{C^{12}}$  e  $\frac{N^{15}}{N^{14}}$  (em partes por mil) são referidos, respectivamente, ao PDB e ao Ar.

#### V.5. Análise espacial dos parâmetros analisados

Qualquer medição ou observação, seja de natureza geológica ou geofísica, feita *in situ* ou em uma amostra enviada ao laboratório, deve ser posicionada em um documento cartográfico, em algum sistema de coordenadas pré-definido (McQuillin & Ardu, 1977). Entretanto, a utilização dos mapas não se limita à plotagem dos pontos de coleta ou, no caso de perfilações geofísicas marinhas, ao caminhamento da embarcação. Uma das ferramentas mais poderosas para a interpretação de dados geológicos é a utilização de mapas de isovalores dos diferentes parâmetros analisados.

Dados sedimentológicos superficiais consistem, em sua essência, variáveis regionalizadas, isto é, variáveis que descrevem um fenômeno que apresenta distribuição espacial. Este tipo de fenômeno apresenta continuidade espacial, de maneira que, é inviável, em termos de relação custo/benefício, a amostragem contínua de sedimentos. Uma vez que a representação gráfica mais usual de variáveis regionalizadas é um mapa, torna-se fundamental, para o traçado das linhas de isovalores da variável, a estimativa do valor desta em pontos não amostrados. O tamanho, forma, orientação e arranjo espacial dos pontos de amostragem influenciam a capacidade de previsão do valor assumido pela variável em um ponto não amostrado.

Se alguma dessas características muda, o valor estimado também mudará (Dorsel & La Breche, 1997).

A construção de mapas de isovalores a partir de dados discretos envolve algumas questões subjetivas. Um dos aspectos mais interessantes relativos a essas questões diz respeito ao experimento, apresentado por Cohen (1970, p.69-72), no traçado de mapas de isóbatas por quatro pesquisadores experientes, a partir da mesma base de dados (Figura 7). Outro aspecto levantado pelo autor diz respeito à integridade geológica do modelo definido a partir do mapa de isovalores construído.

A construção de um mapa de isovalores implica em definir um valor do parâmetro analisado, para um ponto que não apresenta informação amostral, a partir de um conjunto de amostras obtido. A questão que é normalmente formulada diz respeito à determinação de como um determinado ponto no qual deve ser estimado o parâmetro é influenciado pelos pontos adjacentes que apresentam amostras. Há uma importante discussão em Davis (1973) sobre as diferentes formas de análise espacial de dados, desde o mapa traçado à mão, no qual o valor a ser estimado é influenciado apenas e tão somente pelos pontos adjacentes mais próximos, até os mapas executados através de técnicas estatísticas que pressupõem a utilização de sistemas computacionais para a execução.

Semivariância é a medida estatística utilizada para expressar a taxa de variação de uma variável regionalizada segundo um determinado padrão. Esta taxa de variação é influenciada pela dependência espacial exibida entre as amostras ou, em outras palavras, a magnitude da semivariância entre pontos depende da distância entre os



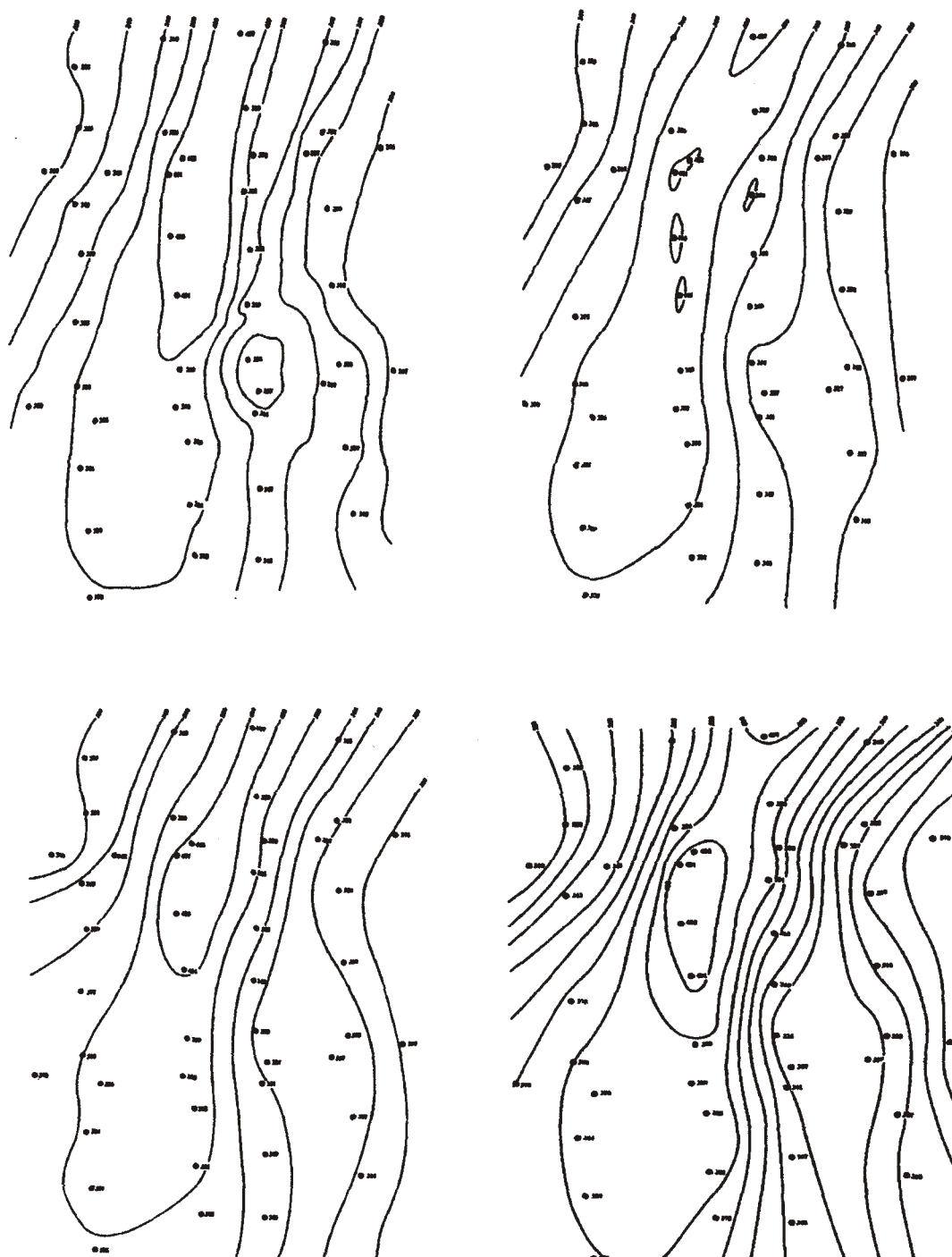


Figura 7. Experimento, descrito em Cohen (1970), envolvendo o traçado de isóbatas por quatro pesquisadores.

pontos. A representação gráfica das semivariâncias como função da distância de um ponto é conhecida como semivariograma. A semivariância aumenta à medida que a distância aumenta até uma certa distância, conhecida como soleira, a partir da qual não há mais relação de interdependência entre as amostras.

Uma vez construído um semivariograma, é possível o estabelecimento de modelos, que o representem, o mais fielmente. Os modelos mais utilizados são o linear, esférico, exponencial e gaussiano (Pannatier, 1996).

Cabe destacar, ainda, que uma variável pode apresentar anisotropia, isto é, sua variação espacial não é homogênea para todas as direções.

Para o tratamento espacial dos dados, foi escolhida a técnica da krigagem. A krigagem é a técnica estatística que utiliza variáveis regionalizadas e um semivariograma para determinar os valores desconhecidos. Esta técnica, bastante conhecida, e de utilização ampla em geologia de minas, apresenta vantagens no tratamento espacial de dados que não apresentam distribuição normal. Uma análise dos valores dos parâmetros medidos indica a existência de amostras com valores significativamente mais altos que os demais, indicando a ocorrência de manchas (“patches”), nos diferentes teores.

Os aspectos teóricos sobre a utilização da krigagem podem ser melhor entendidos em Davis (1973). Para uma comparação visual dos resultados, foram confeccionados mapas de distribuição de carbono orgânico usando-se as técnicas de krigagem (Figura 8) e de interpolação polinomial pelo inverso do quadrado da distância

(Figura 9). Os mapas obtidos dão a dimensão das diferenças observadas segundo diferentes técnicas de mapeamento.

#### V.6. Análise faciológica

Para o tratamento do conjunto dos dados, e a definição de fácies composicionais na área, foi utilizada uma análise de agrupamento ("cluster analysis"), utilizando-se os parâmetros: carbonato biodetrítico, carbono, nitrogênio e enxofre. Como índice de distância foi utilizada a Distância Euclidiana Simples e como técnica de agrupamento foi utilizada a Média Não Ponderada (UPGMA), que forneceu o melhor coeficiente cofenético de todos os dendrogramas gerados (0,8500). Devido à disparidade entre as amplitudes dos diferentes parâmetros, os valores foram previamente estandardizados (média = 0, desvio padrão = 1).

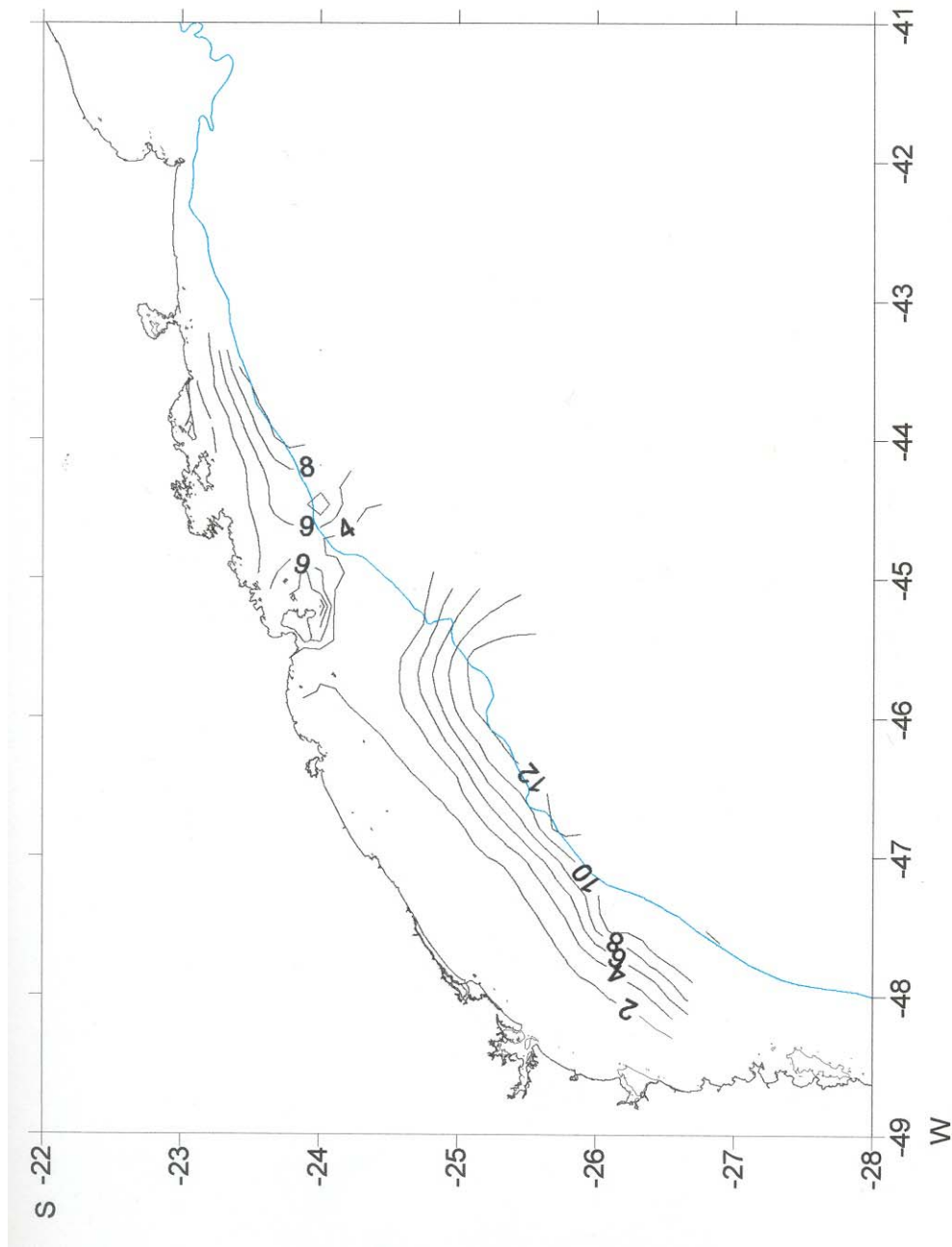


Figura 8. Resultado da interpolação por krigagem da distribuição do teor em carbono orgânico (em mg/g).

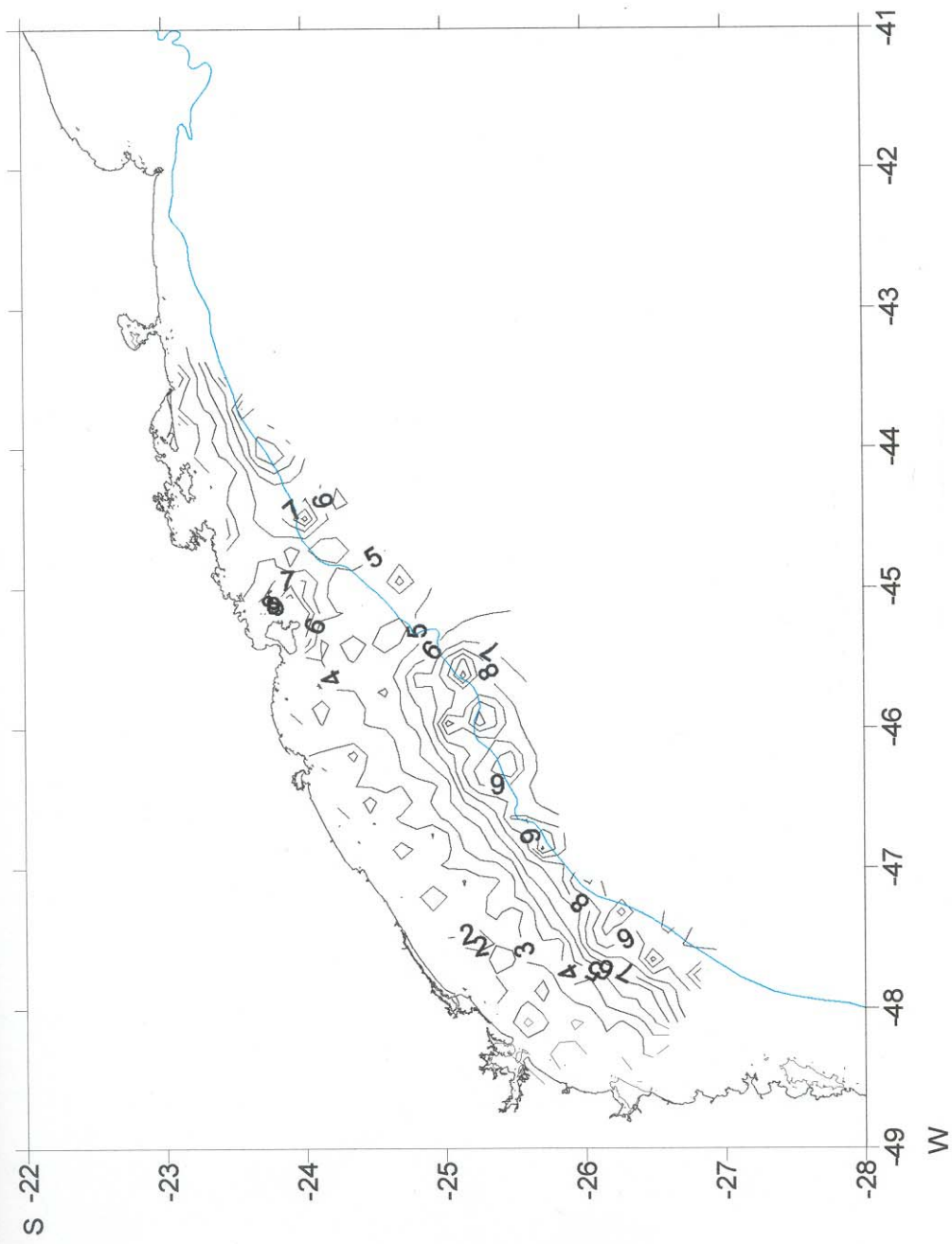


Figura 9. Resultado da interpolação por inverso do quadrado da distância da distribuição do teor em carbono orgânico (em mg/g).

## VI. RESULTADOS

As Tabelas 2 e 3 apresentam os resultados das análises realizadas em cada uma das amostras consideradas para este trabalho.

A distribuição de sedimentos segundo o diâmetro médio (Figura 10), indica, ao sul da Ilha de São Sebastião, a progressiva diminuição no tamanho das partículas em direção às porções mais profundas da plataforma, sendo que a região da isóbata de 100 metros é quase toda coberta por sedimentos siltosos finos a muito finos. A exceção a este padrão ocorre em radial nas imediações da Ilha de São Sebastião onde parece haver a exposição de uma fácies relíquia, com a ocorrência de sedimentos mais grossos. De uma forma geral, toda a plataforma continental interna é coberta por sedimentos arenosos finos a muito finos. Ao norte da Ilha de São Sebastião o padrão de distribuição de sedimentos torna-se mais complexo sendo que, na porção mais oriental, próxima à região da Guanabara, a plataforma continental interna é coberta por sedimentos arenosos médios a finos.

O mapa de distribuição de sedimentos segundo o conteúdo em argila (Figura 11) indica, também, uma tendência geral de sedimentos no sentido "onshore-offshore", ocorrendo um aumento progressivo na quantidade de partículas argilosas com o aumento da profundidade. Este padrão é esperado, na medida em que, de uma forma geral, na plataforma continental interna, a interação das ondas com o fundo dificulta a deposição de frações lamosas. As maiores quantidades em argila ocorrem junto à isóbata de 100 metros, na altura da Baía de Santos. Assim como na distribuição do diâmetro médio, ocorre uma inflexão das isolinhas na altura da Ilha de São Sebastião.

| Amostra | Projeto | Lat (S) | Long. (W) | Prof. (m) | Diam.médio | Gr. Sel. | % Argila | CaCO3 (%) | C org (mg/g) | N org (mg/g) | S (mg/g) | C/N  | C/S  |
|---------|---------|---------|-----------|-----------|------------|----------|----------|-----------|--------------|--------------|----------|------|------|
| 5521    | MATORG  | -23.34  | -43.07    | 106       | 5.66       | 1.95     | 18.64    | 42.2      | 8.875        | 1.179        | 0.421    | 7.5  | 21.1 |
| 5522    | MATORG  | -23.18  | -43.13    | 60        | 3.62       | 0.97     | 3.60     | 11.8      | 3.510        | 0.546        | 0.228    | 6.4  | 15.4 |
| 5523    | MATORG  | -23.00  | -43.17    | 24        | 1.19       | 0.53     | 0.00     | 3.2       | 0.414        | 0.089        | 0.014    | 4.6  | 29.3 |
| 5524    | MATORG  | -23.10  | -43.51    | 43        | 1.02       | 0.58     | 0.00     | 10.3      | 2.088        | 0.335        | 0.116    | 6.3  | 18.0 |
| 5525    | MATORG  | -23.26  | -43.46    | 65        | 3.80       | 1.10     | 4.84     | 14.0      | 4.556        | 0.882        | 0.294    | 6.7  | 15.5 |
| 5526    | MATORG  | -23.42  | -43.41    | 102       | 6.10       | 1.69     | 23.08    | 28.8      | 11.902       | 1.582        | 0.475    | 7.5  | 25.0 |
| 5527    | MATORG  | -23.58  | -43.74    | 106       | 6.68       | 1.84     | 40.09    | 20.1      | 10.564       | 1.489        | 0.487    | 7.2  | 21.7 |
| 5528    | MATORG  | -23.35  | -43.82    | 58        | 2.21       | 2.39     | 5.83     | 46.0      | 4.329        | 0.584        | 0.165    | 7.4  | 26.3 |
| 5529    | MATORG  | -23.11  | -43.89    | 24        | 0.87       | 0.46     | 0.00     | 4.6       | 0.532        | 0.110        | 0.029    | 4.8  | 18.6 |
| 5530    | MATORG  | -23.23  | -44.23    | 44        | 0.88       | 0.93     | 0.00     | 19.9      | 1.798        | 0.241        | 0.060    | 7.5  | 29.8 |
| 5531    | MATORG  | -23.47  | -44.16    | 62        | 2.68       | 1.78     | 3.81     | 17.3      | 4.015        | 0.525        | 0.185    | 7.7  | 21.7 |
| 5532    | MATORG  | -23.81  | -44.07    | 100       | 5.66       | 2.04     | 17.57    | 35.3      | 10.246       | 1.261        | 0.631    | 8.1  | 16.2 |
| 5533    | MATORG  | -23.93  | -44.40    | 108       | 4.07       | 2.67     | 11.74    | 28.5      | 6.107        | 0.886        | 0.190    | 8.9  | 32.1 |
| 5534    | MATORG  | -23.62  | -44.50    | 60        | 3.85       | 1.39     | 6.23     | 15.0      | 6.198        | 0.840        | 0.365    | 7.4  | 17.0 |
| 5535    | MATORG  | -23.40  | -44.57    | 44        | 3.07       | 0.81     | 0.00     | 38.7      | 1.968        | 0.299        | 0.151    | 6.6  | 13.0 |
| 5536    | MATORG  | -23.49  | -44.92    | 37        | 1.80       | 2.02     | 2.67     | 21.9      | 2.411        | 0.359        | 0.331    | 6.7  | 7.3  |
| 5537    | MATORG  | -23.68  | -44.86    | 50        | 3.42       | 1.23     | 2.46     | 17.0      | 6.045        | 0.801        | 0.345    | 7.6  | 17.5 |
| 5538    | MATORG  | -23.93  | -44.79    | 76        | 2.78       | 0.85     | 0.00     | 20.1      | 2.398        | 0.319        | 0.073    | 7.5  | 32.7 |
| 5539    | MATORG  | -24.17  | -44.72    | 106       | 2.89       | 2.12     | 7.46     | 31.1      | 3.067        | 0.431        | 0.073    | 7.1  | 42.2 |
| 5540    | MATORG  | -24.68  | -44.93    | 126       | 5.23       | 1.80     | 12.77    | 84.2      | 2.450        | 0.339        | 0.069    | 7.2  | 35.8 |
| 5541    | MATORG  | -24.44  | -45.02    | 91        | 3.73       | 1.73     | 11.79    | 74.6      | 3.604        | 0.336        | 0.086    | 10.7 | 41.8 |
| 5542    | MATORG  | -24.20  | -45.08    | 78        | 2.77       | 0.96     | 1.77     | 43.7      | 2.657        | 0.281        | 0.083    | 9.5  | 32.0 |
| 5543    | MATORG  | -23.96  | -45.16    | 46        | 4.64       | 1.64     | 8.59     | 14.8      | 7.568        | 0.753        | 0.751    | 10.0 | 10.1 |
| 5544    | MATORG  | -23.72  | -45.24    | 21        | 5.90       | 1.95     | 25.10    | 18.7      | 6.564        | 0.736        | 1.159    | 8.9  | 5.7  |
| 5545    | MATORG  | -23.85  | -45.58    | 20        | 3.47       | 0.23     | 0.00     | 4.3       | 0.783        | 0.128        | 0.201    | 6.1  | 3.9  |
| 5546    | MATORG  | -24.04  | -45.53    | 40        | 3.23       | 0.24     | 0.00     | 5.6       | 2.100        | 0.306        | 0.201    | 6.9  | 10.5 |
| 5547    | MATORG  | -24.33  | -45.43    | 70        | 3.11       | 0.86     | 3.57     | 14.7      | 2.383        | 0.324        | 0.188    | 7.4  | 12.7 |
| 5548    | MATORG  | -24.57  | -45.36    | 80        | 3.02       | 1.25     | 5.17     | 21.3      | 2.814        | 0.379        | 0.190    | 7.4  | 14.8 |
| 5549    | MATORG  | -24.85  | -45.27    | 104       | 4.68       | 2.16     | 15.21    | 38.8      | 6.076        | 0.824        | 0.240    | 7.4  | 25.3 |
| 5550    | MATORG  | -25.11  | -45.58    | 103       | 7.65       | 1.40     | 53.60    | 21.6      | 12.796       | 1.823        | 0.581    | 7.0  | 22.0 |
| 5551    | MATORG  | -24.82  | -45.67    | 68        | 4.78       | 2.16     | 12.37    | 25.0      | 8.261        | 1.069        | 0.342    | 7.7  | 24.2 |
| 5552    | MATORG  | -24.58  | -45.74    | 64        | 3.38       | 1.24     | 3.91     | 19.5      | 3.788        | 0.454        | 0.168    | 8.3  | 22.5 |
| 5553    | MATORG  | -24.35  | -45.82    | 61        | 3.50       | 1.08     | 5.92     | 12.3      | 3.408        | 0.361        | 0.189    | 9.5  | 18.0 |
| 5554    | MATORG  | -24.11  | -45.89    | 41        | 3.27       | 0.27     | 0.00     | 5.8       | 1.525        | 0.165        | 0.172    | 8.2  | 8.9  |
| 5555    | MATORG  | -23.85  | -45.97    | 20        | 3.56       | 0.50     | 0.00     | 8.0       | 1.171        | 0.146        | 0.261    | 8.0  | 4.5  |
| 5556    | MATORG  | -24.08  | -46.29    | 22        | 3.53       | 0.68     | 2.22     | 6.0       | 1.162        | 0.182        | 0.309    | 6.4  | 3.8  |
| 5557    | MATORG  | -24.32  | -46.22    | 34        | 3.17       | 0.32     | 0.00     | 4.9       | 1.065        | 0.213        | 0.086    | 5.0  | 12.5 |
| 5558    | MATORG  | -24.56  | -46.14    | 55        | 3.21       | 0.83     | 0.00     | 18.2      | 2.575        | 0.441        | 0.137    | 5.8  | 18.8 |
| 5559    | MATORG  | -24.79  | -46.07    | 66        | 3.82       | 1.88     | 10.32    | 27.5      | 4.605        | 0.489        | 0.178    | 9.4  | 25.6 |
| 5560    | MATORG  | -25.04  | -45.99    | 90        | 7.24       | 1.50     | 44.33    | 23.0      | 11.076       | 1.528        | 0.343    | 7.2  | 32.3 |
| 5561    | MATORG  | -25.28  | -45.92    | 114       | 7.14       | 1.49     | 40.98    | 21.8      | 13.137       | 1.648        | 0.370    | 8.0  | 35.5 |
| 5562    | MATORG  | -25.43  | -46.26    | 108       | 6.82       | 1.50     | 31.78    | 51.1      | 12.537       | 1.546        | 0.354    | 8.1  | 35.4 |
| 5563    | MATORG  | -25.20  | -46.33    | 84        | 6.30       | 2.03     | 27.56    | 23.7      | 9.546        | 1.169        | 0.806    | 8.2  | 11.8 |
| 5564    | MATORG  | -24.96  | -46.40    | 60        | 3.68       | 2.01     | 8.49     | 27.0      | 3.349        | 0.371        | 0.117    | 9.0  | 28.6 |
| 5565    | MATORG  | -24.72  | -46.48    | 52        | 3.61       | 0.61     | 3.67     | 15.8      | 1.944        | 0.171        | 0.166    | 11.4 | 11.7 |
| 5566    | MATORG  | -24.48  | -46.56    | 38        | 3.15       | 0.45     | 0.00     | 7.3       | 1.195        | 0.103        | 0.145    | 11.7 | 8.3  |
| 5567    | MATORG  | -24.23  | -46.63    | 23        | 3.04       | 0.48     | 0.00     | 5.4       | 1.186        | 0.129        | 0.276    | 9.2  | 4.3  |

Tabela 2. Resultados das análises executadas nas amostras dos projetos MATORG (1991), OPISS e PADCT.

| Amostra | Projeto | Lat (S) | Long. (W) | Prof. (m) | Diam. médio | Gr. Sel. | % Argila | CaCO3 (%) | C org (mg/g) | N org (mg/g) | S (mg/g) | C/N   | C/S  |
|---------|---------|---------|-----------|-----------|-------------|----------|----------|-----------|--------------|--------------|----------|-------|------|
| 5568    | MATORG  | -24.47  | -46.95    | 22        | 3.45        | 0.54     | 1.06     | 6.0       | 2.096        | 0.204        | 0.499    | 10.3  | 4.2  |
| 5569    | MATORG  | -24.71  | -46.88    | 38        | 3.04        | 0.52     | 0.00     | 7.4       | 1.198        | 0.141        | 0.182    | 8.5   | 6.6  |
| 5570    | MATORG  | -24.94  | -46.80    | 46        | 3.07        | 0.55     | 0.00     | 14.2      | 0.935        | 0.074        | 0.091    | 12.6  | 10.3 |
| 5571    | MATORG  | -25.19  | -46.72    | 66        | 3.35        | 1.53     | 6.55     | 21.7      | 4.436        | 0.487        | 0.167    | 9.1   | 26.5 |
| 5572    | MATORG  | -25.52  | -46.64    | 95        | 6.52        | 2.18     | 34.80    | 17.5      | 9.945        | 1.169        | 0.465    | 8.5   | 21.4 |
| 5573    | MATORG  | -25.65  | -46.98    | 84        | 5.16        | 2.69     | 20.71    | 15.5      | 6.991        | 0.761        | 0.299    | 9.2   | 23.4 |
| 5574    | MATORG  | -25.40  | -47.06    | 62        | 3.07        | 1.06     | 3.90     | 19.6      | 2.229        | 0.242        | 0.081    | 9.2   | 27.5 |
| 5575    | MATORG  | -25.17  | -47.13    | 46        | 3.04        | 0.52     | 0.00     | 10.0      | 1.200        | 0.293        | 0.155    | 4.1   | 7.8  |
| 5576    | MATORG  | -24.93  | -47.21    | 32        | 2.99        | 0.44     | 0.00     | 5.8       | 0.986        | 0.215        | 0.155    | 4.6   | 6.4  |
| 5577    | MATORG  | -24.68  | -47.28    | 20        | 3.04        | 0.61     | 0.00     | 4.5       | 1.217        | 0.129        | 0.430    | 9.4   | 2.8  |
| 5578    | MATORG  | -24.96  | -47.58    | 20        | 3.22        | 0.38     | 0.00     | 5.6       | 1.113        | 0.115        | 0.294    | 9.7   | 3.8  |
| 5579    | MATORG  | -25.20  | -47.49    | 33        | 3.28        | 0.24     | 0.00     | 5.2       | 1.130        | 0.107        | 0.201    | 10.5  | 5.6  |
| 5580    | MATORG  | -25.52  | -47.35    | 56        | 3.26        | 0.78     | 0.00     | 19.1      | 1.884        | 0.148        | 0.128    | 12.7  | 14.7 |
| 5581    | MATORG  | -25.42  | -47.61    | 32        | 1.37        | 0.85     | 0.00     | 8.7       | 0.800        | 0.034        | 0.044    | 23.5  | 18.1 |
| 5582    | MATORG  | -25.32  | -47.87    | 20        | 2.93        | 0.45     | 0.00     | 2.0       | 0.967        | 0.039        | 0.153    | 25.0  | 6.3  |
| 5583    | MATORG  | -25.60  | -48.08    | 21        | 2.11        | 0.70     | 0.00     | 2.4       | 0.502        | 0.010        | 0.114    | 50.2  | 4.4  |
| 5584    | MATORG  | -25.70  | -47.83    | 38        | 3.05        | 0.47     | 0.00     | 5.8       | 1.158        | 0.041        | 0.158    | 28.5  | 7.3  |
| 5585    | MATORG  | -25.79  | -47.57    | 57        | 3.08        | 1.30     | 5.10     | 19.8      | 2.948        | 0.256        | 0.133    | 11.5  | 22.2 |
| 5586    | MATORG  | -25.88  | -47.32    | 72        | 4.49        | 3.01     | 18.68    | 16.1      | 6.321        | 0.660        | 0.206    | 9.6   | 30.6 |
| 5587    | MATORG  | -25.98  | -47.13    | 102       | 6.91        | 1.65     | 39.07    | 17.7      | 11.581       | 1.405        | 0.498    | 8.2   | 23.3 |
| 5588    | MATORG  | -26.24  | -47.30    | 95        | 7.13        | 1.62     | 43.16    | 19.5      | 11.603       | 1.341        | 0.380    | 8.6   | 30.5 |
| 5589    | MATORG  | -26.16  | -47.56    | 70        | 5.83        | 2.08     | 20.59    | 19.1      | 8.971        | 0.987        | 0.301    | 9.1   | 29.8 |
| 5590    | MATORG  | -26.07  | -47.82    | 56        | 3.62        | 1.61     | 6.12     | 16.1      | 3.129        | 0.266        | 0.121    | 11.8  | 25.9 |
| 5591    | MATORG  | -25.97  | -48.08    | 36        | 2.94        | 0.65     | 0.00     | 6.3       | 1.303        | 0.046        | 0.167    | 28.5  | 7.8  |
| 5592    | MATORG  | -25.87  | -48.34    | 20        | 2.83        | 0.52     | 0.00     | 3.2       | 0.752        | <0.01        | 0.133    | 227.7 | 5.7  |
| 5593    | MATORG  | -26.20  | -48.43    | 18        | 2.54        | 0.47     | 0.00     | 2.8       | 0.639        | <0.01        | 0.069    | 304.3 | 9.3  |
| 5594    | MATORG  | -26.30  | -48.18    | 40        | 3.68        | 1.06     | 3.76     | 9.5       | 1.524        | 0.104        | 0.198    | 14.6  | 7.7  |
| 5595    | MATORG  | -26.39  | -47.92    | 60        | 4.09        | 1.95     | 8.62     | 17.2      | 4.763        | 0.430        | 0.220    | 11.1  | 21.7 |
| 5596    | MATORG  | -26.48  | -47.67    | 82        | 7.10        | 1.55     | 41.82    | 19.9      | 11.498       | 1.327        | 0.458    | 8.7   | 25.1 |
| 5597    | MATORG  | -26.58  | -47.40    | 112       | 7.11        | 1.51     | 40.38    | 21.0      | 10.525       | 1.337        | 0.435    | 7.9   | 24.2 |
| 5598    | MATORG  | -26.90  | -47.53    | 110       | 6.96        | 1.76     | 40.72    | 17.5      | 8.710        | 0.980        | 0.368    | 8.9   | 23.7 |
| 5599    | MATORG  | -26.81  | -47.78    | 84        | 7.06        | 1.55     | 40.60    | 18.8      | 11.970       | 1.414        | 0.519    | 8.5   | 23.1 |
| 5600    | MATORG  | -26.71  | -48.03    | 61        | 6.01        | 2.26     | 28.47    | 49.1      | 8.862        | 0.963        | 0.445    | 9.2   | 19.9 |
| 5601    | MATORG  | -26.62  | -48.29    | 45        | 3.15        | 1.15     | 2.55     | 18.2      | 2.121        | 0.128        | 0.142    | 16.6  | 15.0 |
| 5602    | MATORG  | -26.53  | -48.55    | 21        | 2.53        | 0.50     | 0.00     | 2.9       | 0.676        | 0.010        | 0.046    | 67.6  | 14.8 |
| 6264    | OPISS   | -23.58  | -45.20    | 12        | 4.37        | 0.38     | 0.00     | 17.1      | 5.151        | 0.566        | 0.367    | 8.8   | 14.0 |
| 6265    | OPISS   | -23.61  | -45.18    | 20        | 3.73        | 1.39     | 4.07     | 14.9      | 5.566        | 0.706        | 0.407    | 7.9   | 13.7 |
| 6266    | OPISS   | -23.69  | -45.15    | 30        | 3.87        | 1.30     | 9.16     | 24.9      | 8.975        | 1.020        | 0.928    | 8.8   | 9.7  |
| 6267    | OPISS   | -23.76  | -45.11    | 37        | 3.65        | 0.91     | 5.67     | 9.6       | 4.792        | 0.533        | 0.226    | 9.0   | 21.2 |
| 6268    | OPISS   | -23.84  | -45.07    | 45        | 4.52        | 1.47     | 7.89     | 12.7      | 8.722        | 0.898        | 0.455    | 9.7   | 19.2 |
| 6269    | OPISS   | -23.91  | -45.03    | 64        | 4.56        | 1.94     | 12.56    | 16.8      | 12.979       | 1.396        | 1.201    | 9.3   | 10.8 |
| 6270    | OPISS   | -23.98  | -44.98    | 74        | 3.01        | 1.04     | 4.04     | 17.5      | 4.815        | 0.515        | 0.186    | 9.3   | 26.0 |
| 6271    | OPISS   | -24.02  | -45.06    | 72        | 3.20        | 1.20     | 4.60     | 27.5      | 6.261        | 0.656        | 0.344    | 9.5   | 18.2 |
| 6272    | OPISS   | -23.94  | -45.11    | 48        | 4.94        | 1.83     | 12.05    | 13.5      | 7.280        | 0.780        | 0.484    | 9.3   | 15.0 |

Tabela 2. (cont.)



| Amostra | Projeto | Lat (S) | Long. (W) | Prof. (m) | Diam.médio | Gr. Sel. | % Argila | CaCO3 (%) | C org (mg/g) | N org (mg/g) | S (mg/g) | C/N   | C/S  |
|---------|---------|---------|-----------|-----------|------------|----------|----------|-----------|--------------|--------------|----------|-------|------|
| 6273    | OPISS   | -23.87  | -45.15    | 38        | 4.59       | 1.57     | 10.85    | 18.7      | 6.659        | 0.705        | 0.536    | 9.4   | 12.4 |
| 6274    | OPISS   | -23.80  | -45.19    | 38        | 5.27       | 2.00     | 18.42    | 25.8      | 13.622       | 1.522        | 1.574    | 9.0   | 8.7  |
| 6275    | OPISS   | -23.72  | -45.23    | 20        | 5.58       | 1.86     | 16.92    | 18.9      | 9.578        | 0.996        | 1.499    | 9.6   | 6.4  |
| 6276    | OPISS   | -23.64  | -45.27    | 13        | 3.90       | 0.40     | 0.00     | 9.6       | 3.182        | 0.288        | 0.286    | 11.1  | 11.1 |
| 6277    | OPISS   | -23.61  | -45.28    | 12        | 3.94       | 0.47     | 1.86     | 9.4       | 2.160        | 0.214        | 0.224    | 10.1  | 9.6  |
| 6278    | OPISS   | -23.86  | -45.24    | 23        | 5.13       | 1.52     | 12.85    | 19.2      | 8.744        | 0.867        | 1.131    | 10.1  | 7.7  |
| 6279    | OPISS   | -23.96  | -45.22    | 39        | 6.63       | 1.55     | 27.26    | 25.6      | 20.042       | 2.184        | 12.754   | 9.2   | 1.6  |
| 6280    | OPISS   | -23.96  | -45.19    | 50        | 5.13       | 2.12     | 13.84    | 23.9      | 17.498       | 1.929        | 1.604    | 9.1   | 10.9 |
| 6281    | OPISS   | -24.05  | -45.15    | 72        | 3.01       | 1.20     | 2.84     | 41.3      | 5.029        | 0.558        | 0.206    | 9.0   | 24.4 |
| 6282    | OPISS   | -24.09  | -45.23    | 68        | 2.95       | 0.59     | 0.05     | 29.7      | 4.080        | 0.423        | 0.301    | 9.6   | 13.6 |
| 6283    | OPISS   | -24.02  | -44.96    | 65        | 3.91       | 1.60     | 4.29     | 17.7      | 7.281        | 0.716        | 0.468    | 10.2  | 15.6 |
| 6284    | OPISS   | -23.95  | -45.31    | 33        | 4.78       | 2.11     | 12.63    | 18.5      | 12.194       | 1.197        | 1.268    | 10.2  | 9.6  |
| 6285    | OPISS   | -23.98  | -45.39    | 52        | 4.29       | 1.93     | 8.12     | 16.2      | 8.517        | 0.907        | 0.789    | 9.4   | 10.8 |
| 6286    | OPISS   | -24.05  | -45.35    | 60        | 3.36       | 0.94     | 3.70     | 9.7       | 2.969        | 0.305        | 0.230    | 9.7   | 12.9 |
| 6287    | OPISS   | -24.13  | -45.31    | 66        | 2.97       | 0.71     | 0.04     | 14.7      | 3.681        | 0.372        | 0.162    | 9.9   | 22.7 |
| 6288    | OPISS   | -24.16  | -45.39    | 60        | 3.13       | 0.53     | 0.04     | 7.2       | 3.240        | 0.344        | 0.169    | 9.4   | 19.2 |
| 6289    | OPISS   | -24.09  | -45.42    | 54        | 3.48       | 0.51     | 0.04     | 6.6       | 3.119        | 0.349        | 0.211    | 8.9   | 14.8 |
| 6290    | OPISS   | -24.02  | -45.47    | 51        | 3.41       | 0.29     | 0.04     | 7.3       | 5.974        | 0.698        | 0.508    | 8.6   | 11.8 |
| 6291    | OPISS   | -23.94  | -45.51    | 43        | 3.15       | 0.40     | 0.04     | 14.9      | 3.463        | 0.426        | 0.339    | 8.1   | 10.2 |
| 6292    | OPISS   | -23.69  | -45.33    | 13        | 1.29       | 1.65     | 9.69     | 9.9       | 2.051        | 0.238        | 0.096    | 8.6   | 21.3 |
| 6297    | OPISS   | -23.87  | -45.55    | 25        | 3.52       | 0.62     | 0.00     | 3.9       | 2.417        | 0.164        | 0.243    | 14.7  | 10.0 |
| 6298    | OPISS   | -23.83  | -45.57    | 20        | 3.73       | 0.57     | 0.04     | 8.9       | 3.428        | 0.183        | 0.458    | 18.7  | 7.5  |
| 6299    | OPISS   | -23.89  | -45.69    | 12        | 4.48       | 1.51     | 5.96     | 14.8      | 8.146        | 0.575        | 1.522    | 14.2  | 5.4  |
| 6300    | OPISS   | -23.83  | -45.67    | 20        | 3.57       | 0.68     | 0.00     | 6.8       | 2.961        | 0.171        | 0.321    | 17.3  | 9.2  |
| 6301    | OPISS   | -23.90  | -45.63    | 32        | 3.37       | 0.76     | 1.85     | 9.5       | 3.541        | 0.290        | 0.542    | 12.2  | 6.5  |
| 6302    | OPISS   | -23.98  | -45.59    | 36        | 3.16       | 0.39     | 0.04     | 6.5       | 2.068        | 0.147        | 0.173    | 14.0  | 12.0 |
| 6303    | OPISS   | -24.04  | -45.54    | 42        | 3.40       | 0.68     | 0.00     | 6.0       | 1.950        | 0.084        | 0.139    | 23.2  | 14.0 |
| 6304    | OPISS   | -24.13  | -45.47    | 55        | 3.42       | 0.69     | 1.80     | 7.1       | 4.281        | 0.398        | 0.281    | 10.8  | 15.2 |
| 6305    | OPISS   | -24.20  | -45.47    | 63        | 3.30       | 0.72     | 3.68     | 9.6       | 3.740        | 0.233        | 0.217    | 16.0  | 17.3 |
| 6306    | OPISS   | -24.23  | -45.55    | 62        | 3.35       | 1.00     | 3.84     | 13.1      | 4.127        | 0.359        | 0.259    | 11.5  | 15.9 |
| 6307    | OPISS   | -23.97  | -45.70    | 32        | 3.31       | 0.79     | 1.90     | 12.1      | 2.210        | 0.090        | 0.225    | 24.5  | 9.8  |
| 6308    | OPISS   | -23.93  | -45.71    | 30        | 3.18       | 0.46     | 0.03     | 9.0       | 2.596        | 0.085        | 0.349    | 30.5  | 7.4  |
| 6309    | OPISS   | -23.86  | -45.75    | 22        | 3.33       | 0.82     | 1.83     | 9.2       | 4.281        | 0.317        | 0.636    | 13.5  | 6.7  |
| 6310    | OPISS   | -23.79  | -45.79    | 15        | 3.42       | 0.26     | 2.03     | 4.5       | 1.740        | 0.010        | 0.159    | 174.0 | 10.9 |
| 6551    | PADCT   | -23.29  | -43.04    | 100       | 6.21       | 1.95     | 34.54    | 28.3      | 11.464       | 1.331        | 0.554    | 8.6   | 20.7 |
| 6561    | PADCT   | -23.70  | -44.00    | 100       | 5.95       | 1.74     | 18.70    | 35.5      | 10.582       | 1.257        | 0.815    | 8.4   | 13.0 |
| 6569    | PADCT   | -24.25  | -44.35    | 147       | -          | -        | -        | 85.3      | 4.291        | 0.441        | 0.127    | 9.7   | 33.8 |
| 6570    | PADCT   | -23.98  | -44.48    | 117       | 5.43       | 2.03     | 18.18    | 30.3      | 10.615       | 1.243        | 0.473    | 8.5   | 22.5 |
| 6571    | PADCT   | -24.21  | -44.98    | 79        | -          | -        | -        | 65.6      | 3.375        | 0.344        | 0.125    | 9.8   | 27.1 |
| 6579    | PADCT   | -24.71  | -45.31    | 84        | 4.10       | 1.73     | 10.01    | 23.2      | 2.566        | 0.240        | 0.094    | 10.7  | 27.2 |
| 6587    | PADCT   | -25.29  | -46.35    | 84        | 5.79       | 1.56     | 13.69    | 20.2      | 10.658       | 1.249        | 1.130    | 8.5   | 9.4  |
| 6588    | PADCT   | -25.72  | -46.92    | 100       | 6.41       | 1.52     | 25.95    | 26.6      | 13.152       | 1.641        | 0.458    | 8.0   | 28.7 |
| 6596    | PADCT   | -26.26  | -46.91    | 125       | 6.40       | 1.63     | 25.85    | 54.5      | 7.639        | 0.891        | 0.215    | 8.6   | 35.5 |
| 6597    | PADCT   | -26.12  | -47.49    | 98        | 6.71       | 1.59     | 30.95    | 22.6      | 12.713       | 1.524        | 0.927    | 8.3   | 13.7 |
| 6598    | PADCT   | -26.57  | -47.21    | 97        | 7.20       | 1.53     | 41.32    | 26.3      | 11.582       | 1.306        | 0.743    | 8.9   | 15.6 |
| 6603    | PADCT   | -27.04  | -47.72    | 100       | 6.58       | 1.51     | 25.48    | 21.2      | 10.813       | 1.202        | 0.900    | 9.0   | 12.0 |

Tabela 2. (cont.)

| Amostra<br>No. | C<br>(mg/g) | N<br>(mg/g) | C/N<br>(massa) | C13/C12<br>(o/oo PDB) | N15/N14<br>(o/oo Ar) |
|----------------|-------------|-------------|----------------|-----------------------|----------------------|
| 5769           | 5.61        | 0.76        | 7.39           | -20.84                | 5.79                 |
| 5778           | 12.00       | 1.48        | 8.09           | -20.89                | 5.39                 |
| 5779           | 5.72        | 0.70        | 8.13           | -21.06                | 4.94                 |
| 5783           | 13.78       | 1.78        | 7.72           | -20.64                | 5.78                 |
| 5784           | 11.76       | 1.47        | 8.00           | -20.62                | 5.70                 |
| 5789           | 13.32       | 1.73        | 7.69           | -20.37                | 5.74                 |
| 5790           | 11.39       | 1.49        | 7.66           | -20.44                | 5.76                 |
| 5797           | 4.86        | 0.58        | 8.43           | -20.42                | 5.64                 |
| 5798           | 2.20        | 0.33        | 6.77           | -20.26                | 6.11                 |
| 5799           | 1.50        | 0.24        | 6.27           | -20.33                | 5.79                 |
| 5800           | 9.59        | 1.15        | 8.33           | -21.03                | 5.93                 |
| 5801           | 7.78        | 0.83        | 9.40           | -21.95                | 5.95                 |
| 5806           | 5.26        | 0.64        | 8.17           | -20.33                | 4.95                 |
| 5807           | 16.25       | 2.19        | 7.43           | -19.95                | 5.79                 |
| 5816           | 4.81        | 0.64        | 7.55           | -20.70                | 5.32                 |
| 5817           | 7.36        | 0.99        | 7.42           | -20.07                | 5.84                 |
| 5818           | 15.67       | 2.17        | 7.24           | -19.68                | 6.09                 |
| 5819           | 13.91       | 1.92        | 7.23           | -19.67                | 6.20                 |
| 5829           | 13.73       | 1.91        | 7.18           | -19.61                | 6.14                 |
| 5830           | 8.56        | 1.11        | 7.70           | -19.81                | 5.56                 |
| 5842           | 2.96        | 0.39        | 7.57           | -20.25                | 5.56                 |
| 5843           | 7.96        | 1.05        | 7.61           | -19.87                | 5.49                 |
| 5844           | 11.93       | 1.65        | 7.21           | -19.71                | 6.43                 |
| 5845           | 11.05       | 1.45        | 7.60           | -19.38                | 6.28                 |
| 5854           | 12.26       | 1.57        | 7.83           | -19.31                | 5.58                 |
| 5855           | 10.79       | 1.40        | 7.73           | -19.49                | 6.00                 |
| 5856           | 13.52       | 1.78        | 7.58           | -19.21                | 6.54                 |
| 5857           | 8.75        | 1.12        | 7.83           | -19.56                | 6.31                 |
| 5858           | 1.88        | 0.27        | 6.89           | -20.01                | 6.50                 |

Tabela 3. Resultados das análises nas amostras do projeto MATORG (Campanha de 1993).

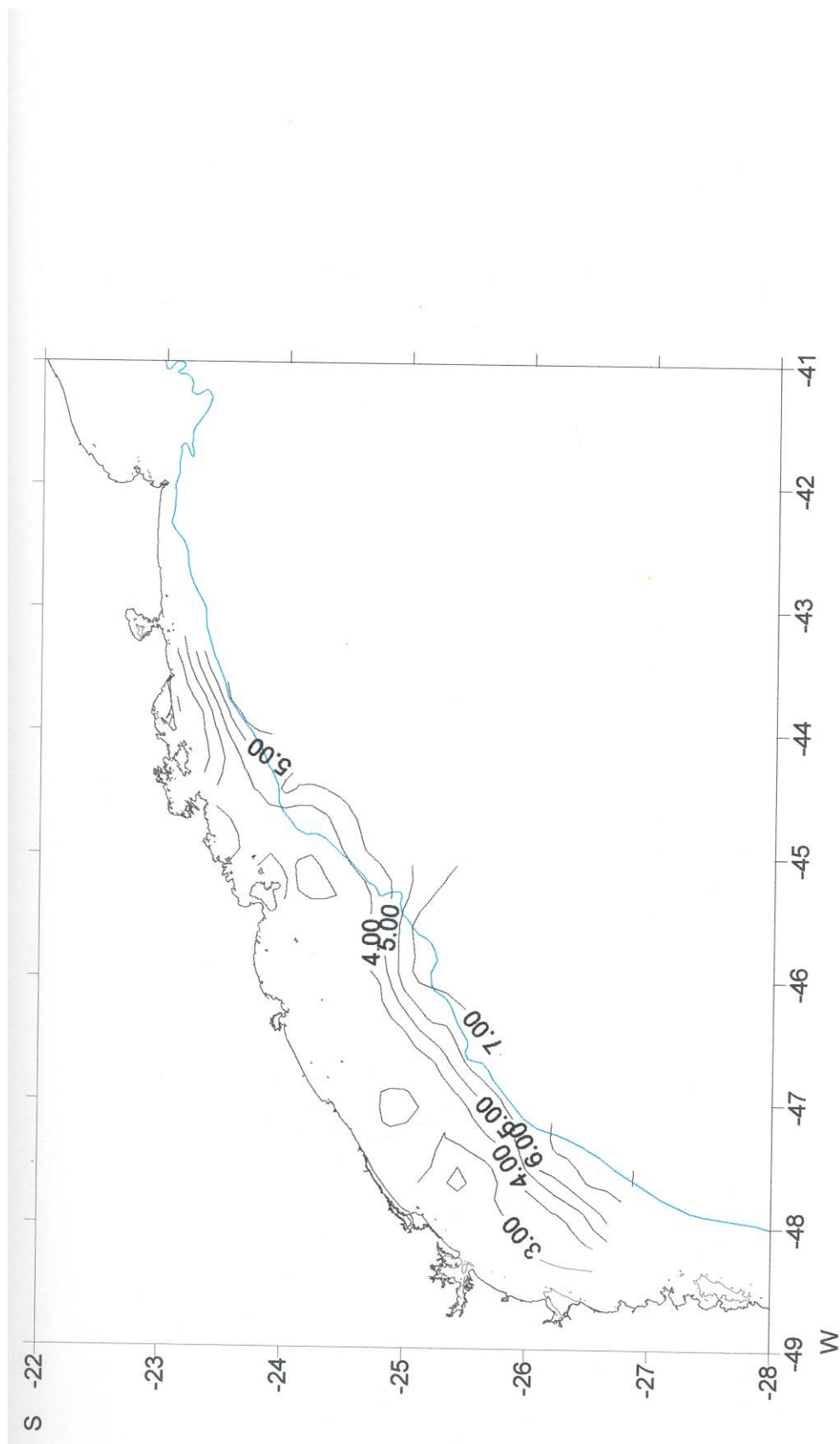


Figura 10. Distribuição de sedimentos segundo o diâmetro médio (classificação de Folk & Ward, 1957).

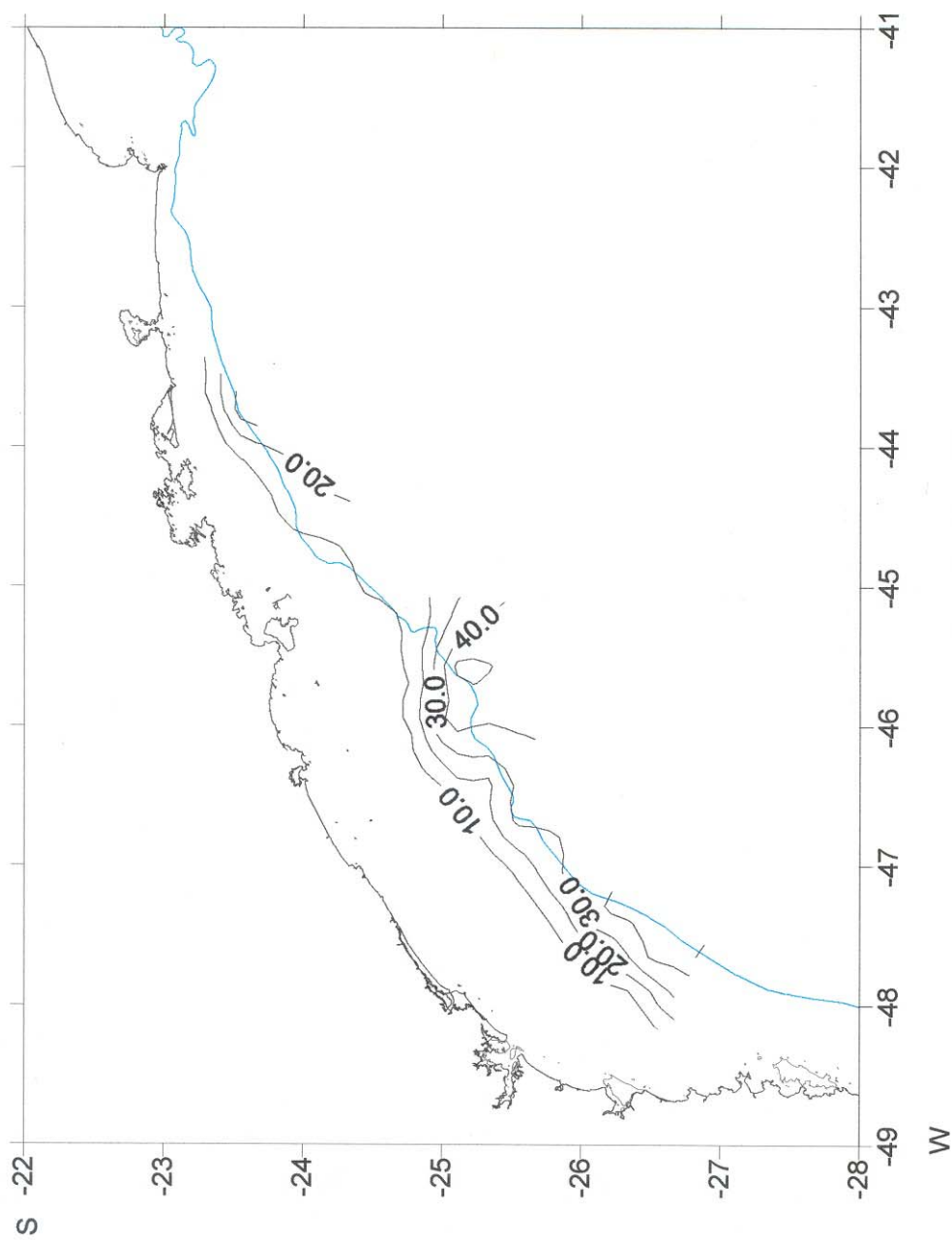


Figura 11. Distribuição do conteúdo em argila (em % sobre peso seco).

A distribuição do teor em carbonato biodetrítico (Figura 12) revela a existência de um núcleo bioclástico ( $> 70\% \text{CaCO}_3$ ), segundo a classificação de Larsonneur et al. (1982), próximo à isóbata de 100 metros, na altura da Ilha de São Sebastião, no setor correspondente à área de sedimentos relíquia, descrita anteriormente. Apesar desta ocorrência, pode-se afirmar que, de uma forma geral, os sedimentos, da área são classificados como litoclásticos ( $< 30\% \text{CaCO}_3$ ). Os valores mais baixos de carbonato biodetrítico ocorrem na plataforma continental interna, a sul da Ilha de São Sebastião e estendem-se até o extremo meridional da área de estudo.

O mapa de distribuição do teor em carbono orgânico (Figura 13) apresenta a mesma tendência dos parâmetros anteriormente descritos, com o aumento dos valores em direção às porções mais externas da plataforma. Além disso, a Ilha de São Sebastião atua como um divisor nos processos de deposição da matéria orgânica, ocorrendo, de uma forma geral, um padrão mais complexo nos valores da matéria orgânica na plataforma norte, quando comparado com o da plataforma sul. Três áreas se destacam com altos valores de carbono orgânico, duas situadas junto à isóbata de 100 metros, sendo uma ao sul de Santos e outra no extremo leste da área. A terceira área localiza-se próxima à desembocadura norte do Canal de São Sebastião.

O mapa de distribuição de nitrogênio orgânico (Figura 14) apresenta semelhança bastante grande com a distribuição de carbono, apresentada anteriormente, com a manutenção da mesma tendência “onshore-offshore” no setor sul da área. Os núcleos com maiores valores de nitrogênio orgânico encontram-se especialmente associados aos altos valores de carbono orgânico.

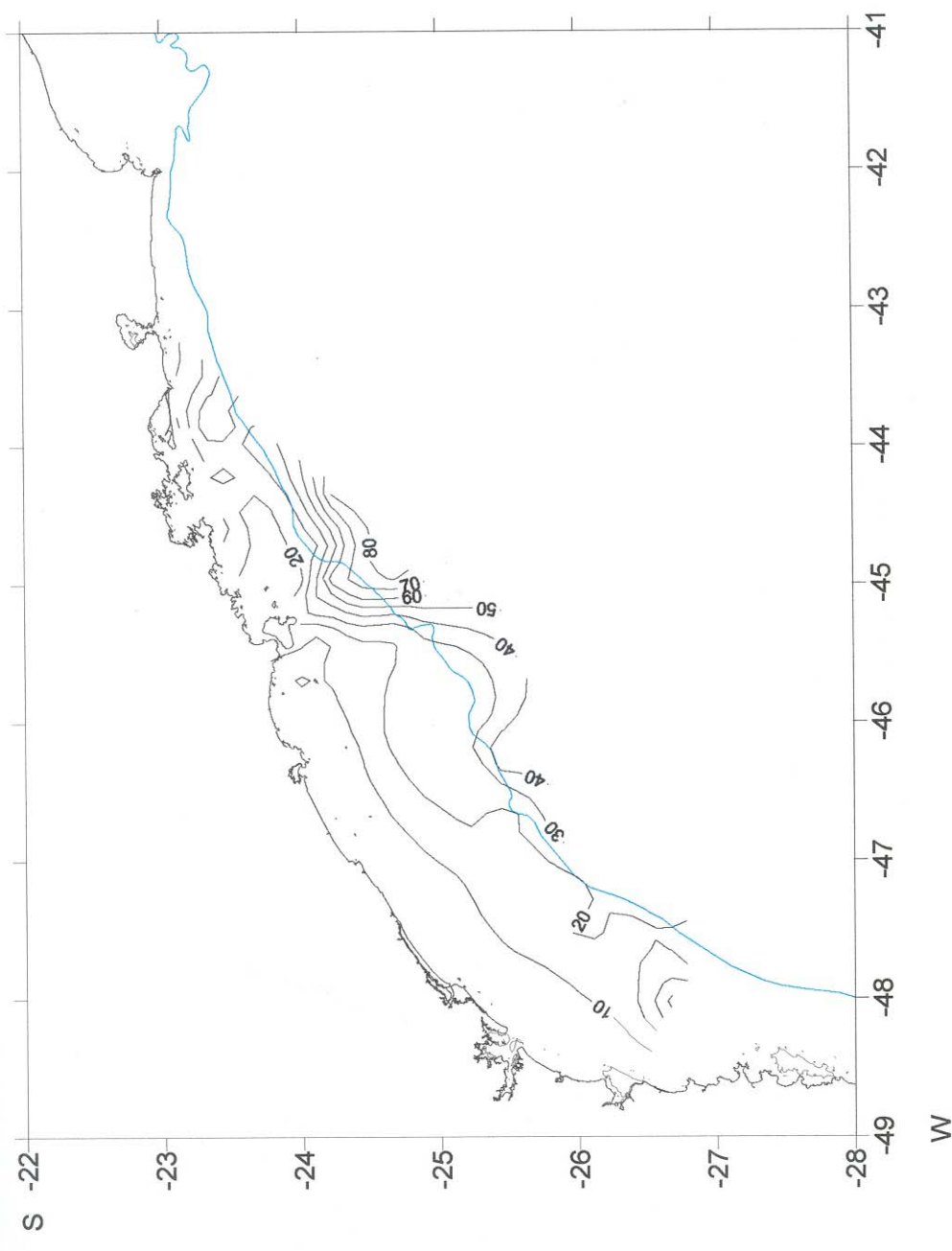


Figura 12. Distribuição do teor em carbonato biodetrítico (em porcentagem sobre peso seco).

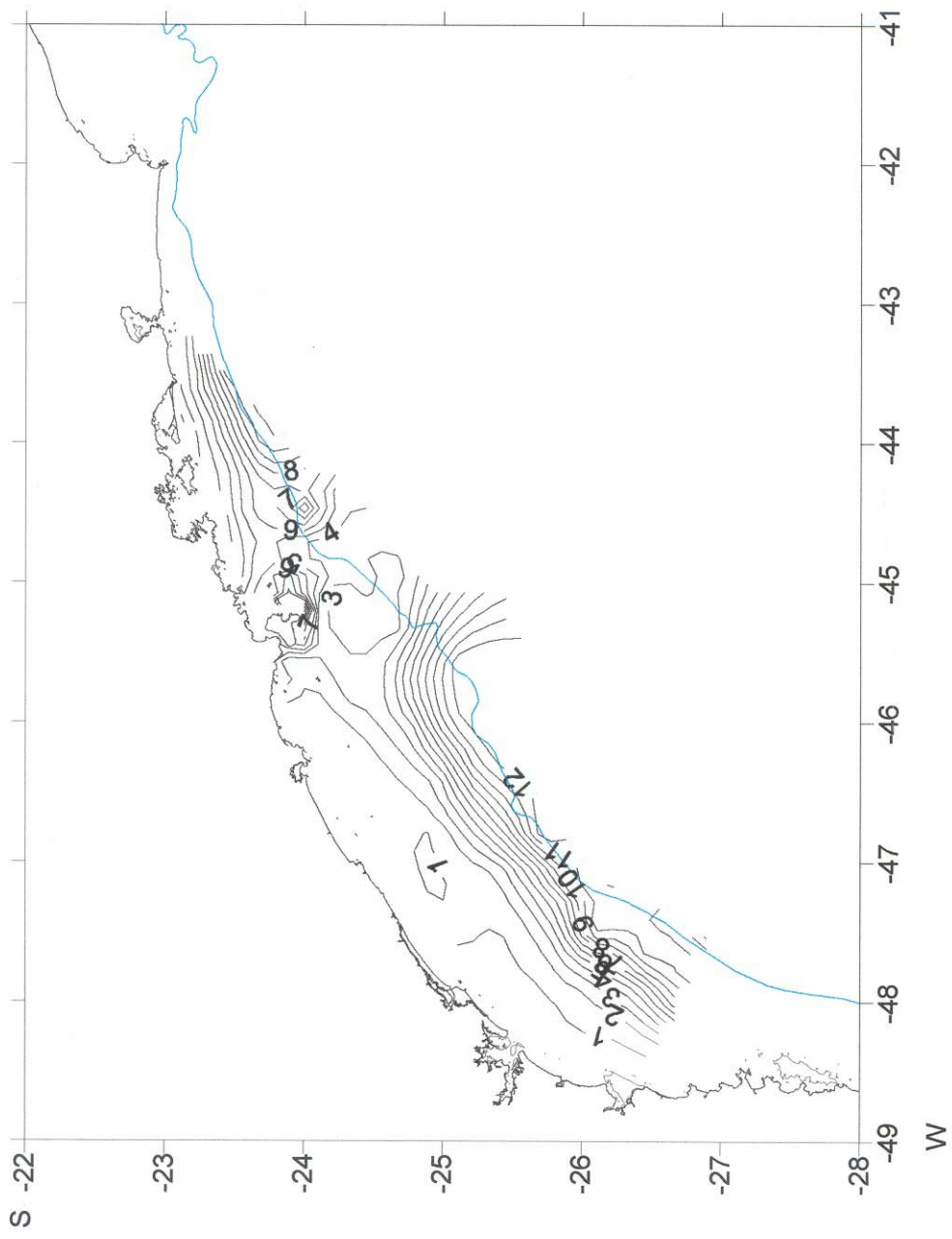


Figura 13. Distribuição do teor em carbono orgânico (mg/g sobre peso seco).

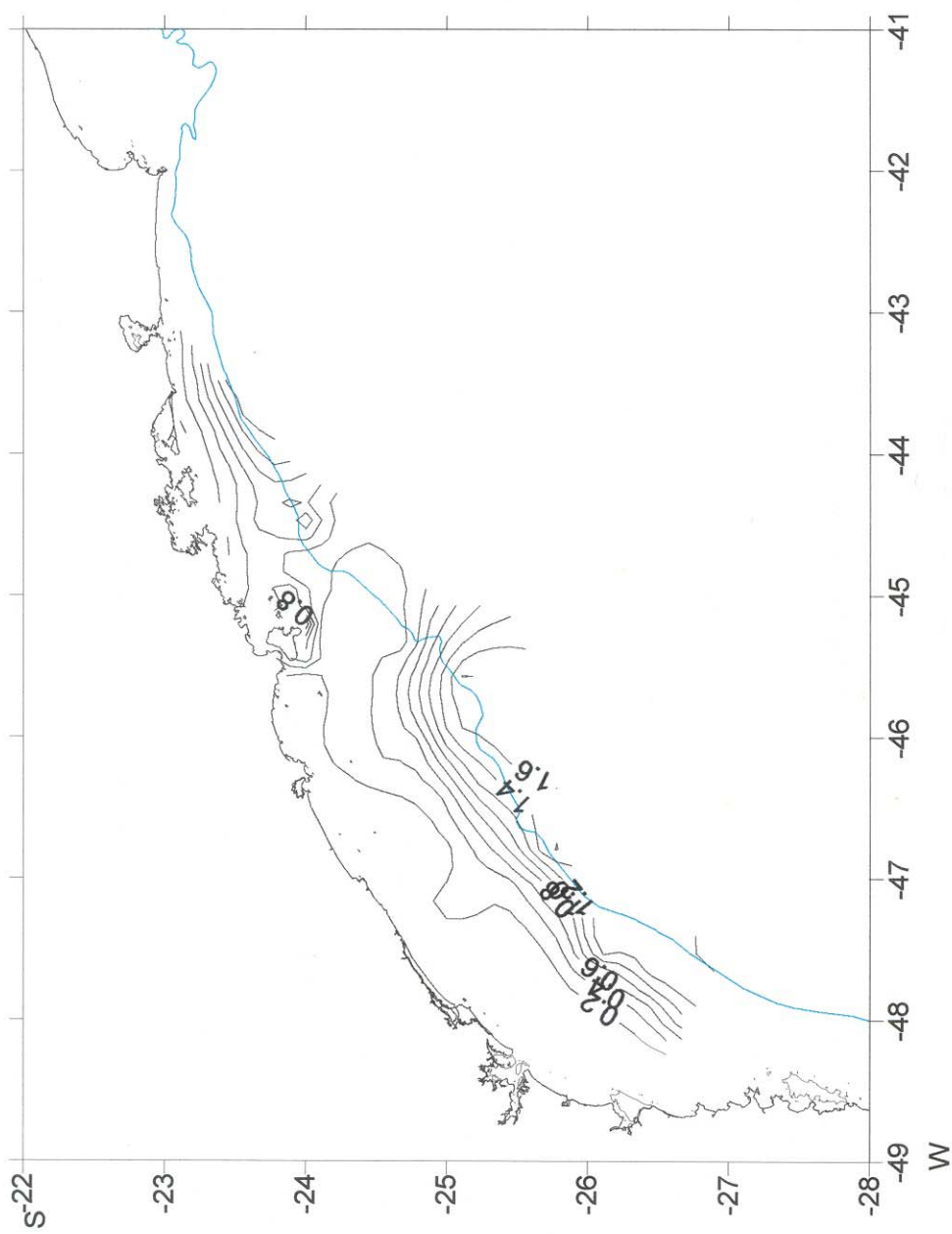


Figura 14. Distribuição do teor em nitrogênio orgânico (em mg/g sobre peso seco)



O mapa de distribuição do enxofre (Figura 15), sugere que a distribuição deste parâmetro ocorre na forma de núcleos, que se superpõem ao padrão já definido anteriormente para a plataforma continental. Esses núcleos, com altos valores, ocorrem, tanto próximos à isóbata de 100 metros, acompanhando os altos valores em matéria orgânica, quanto junto à costa, principalmente próximo à desembocadura norte do Canal de São Sebastião e à desembocadura do Rio Ribeira de Iguape. É digna de destaque a existência de baixos valores em enxofre numa faixa que acompanha a isóbata de 50 metros no setor sul da área.

O mapa de distribuição da razão C/N (Figura 16), indicativo da origem da matéria orgânica, apresenta uma configuração extremamente complexa, com a presença de núcleos de altos valores, adjacentes a áreas com baixos valores. A área de estudo caracteriza-se pela predominância de valores de razão C/N entre 7 e 9, com a presença de núcleos com valores mais altos na plataforma interna entre Paranaguá e São Francisco do Sul, a sul de Santos e em uma língua, que se projeta a partir da desembocadura sul da Ilha de São Sebastião. Os valores mais baixos da razão C/N são observados, na plataforma interna próximo à Baía de Santos e na isóbata de 100 metros, também na altura de Santos.

O mapa de distribuição da razão C/S (Figura 17), indicativo de condição de oxidação do fundo, apresenta uma ligeira tendência à ocorrência de baixos valores nas proximidades da costa, em contraposição a valores mais altos nas porções mais distais.

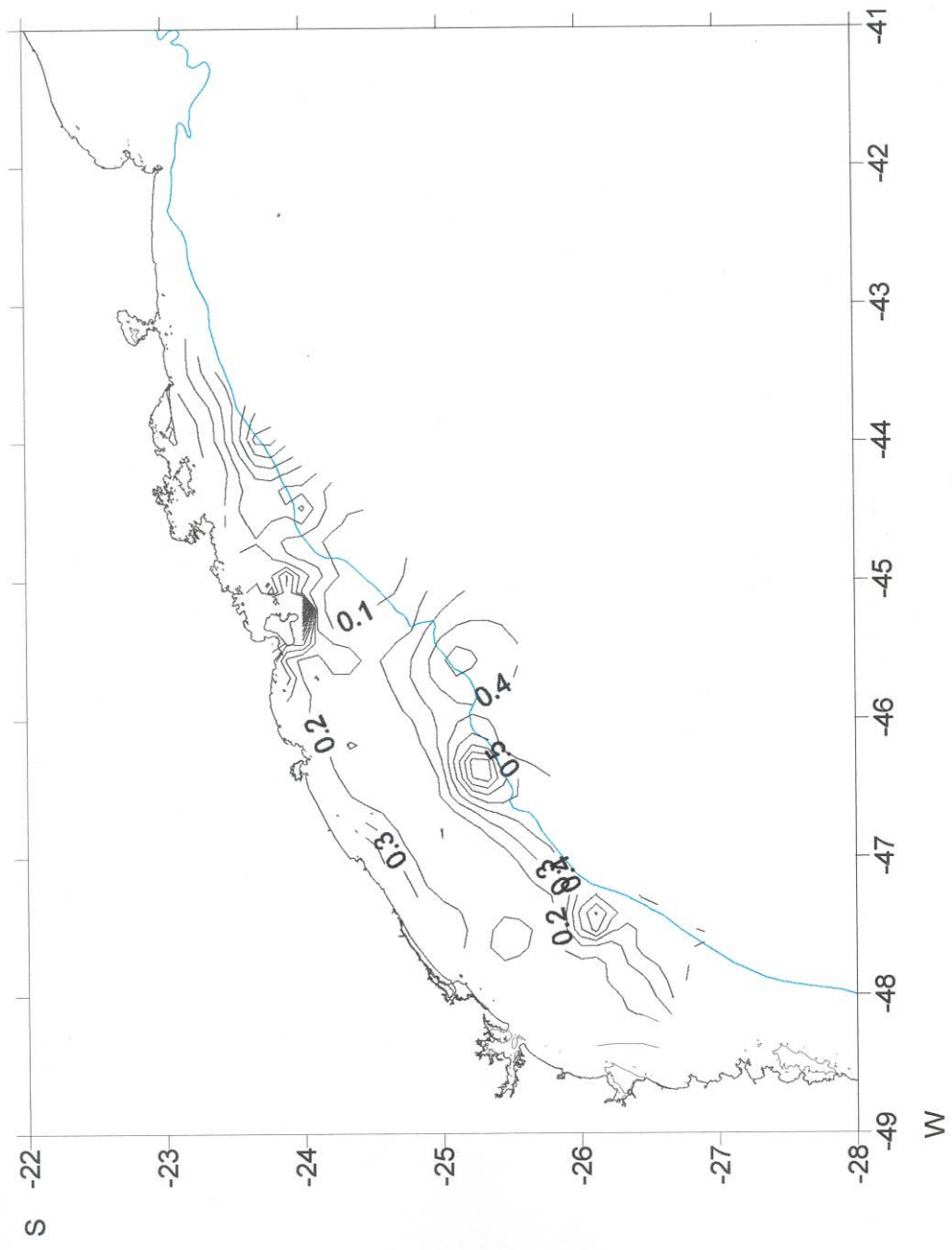


Figura 15. Distribuição do teor em enxofre (em mg/g sobre peso seco).

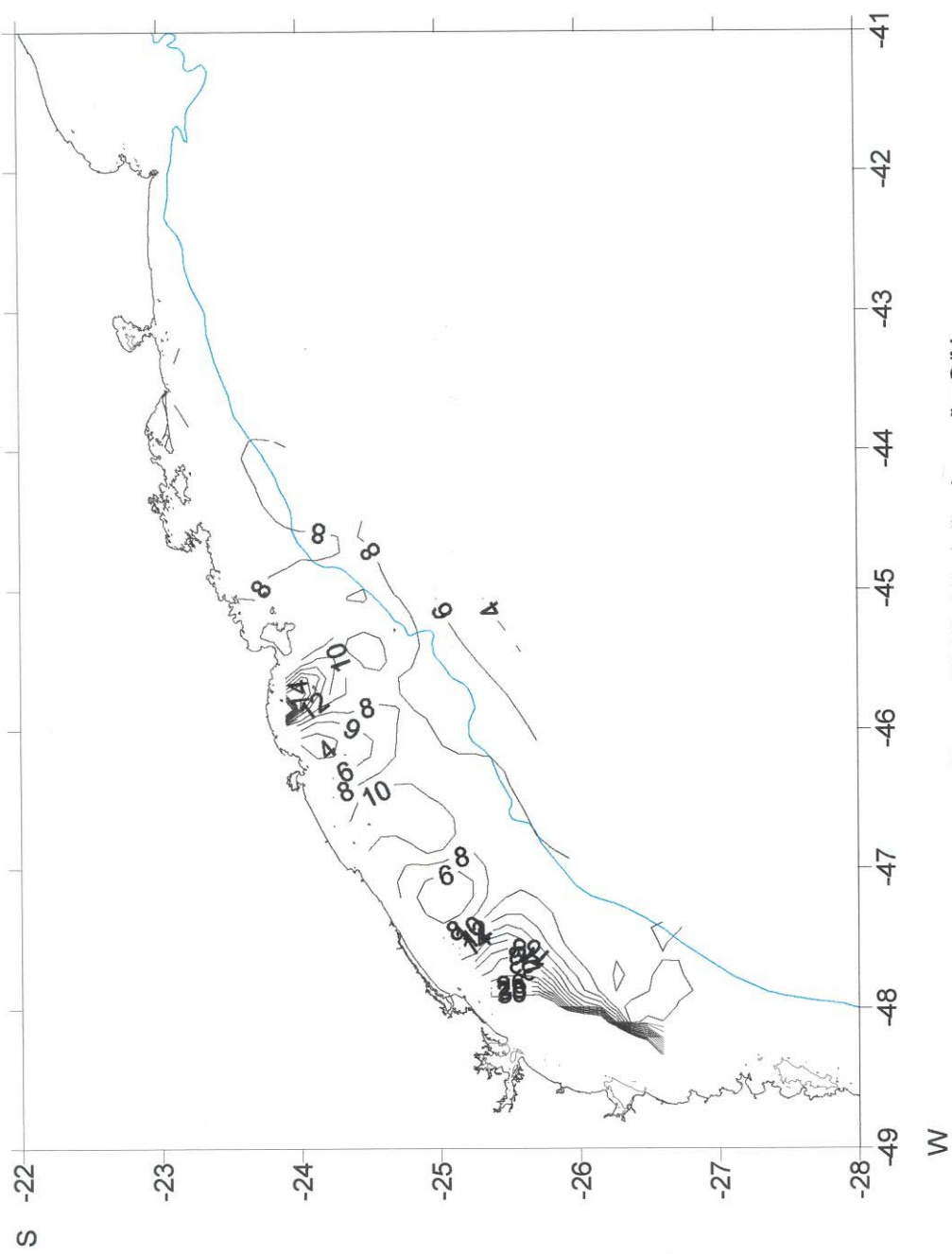


Figura 16. Distribuição da razão C/N.

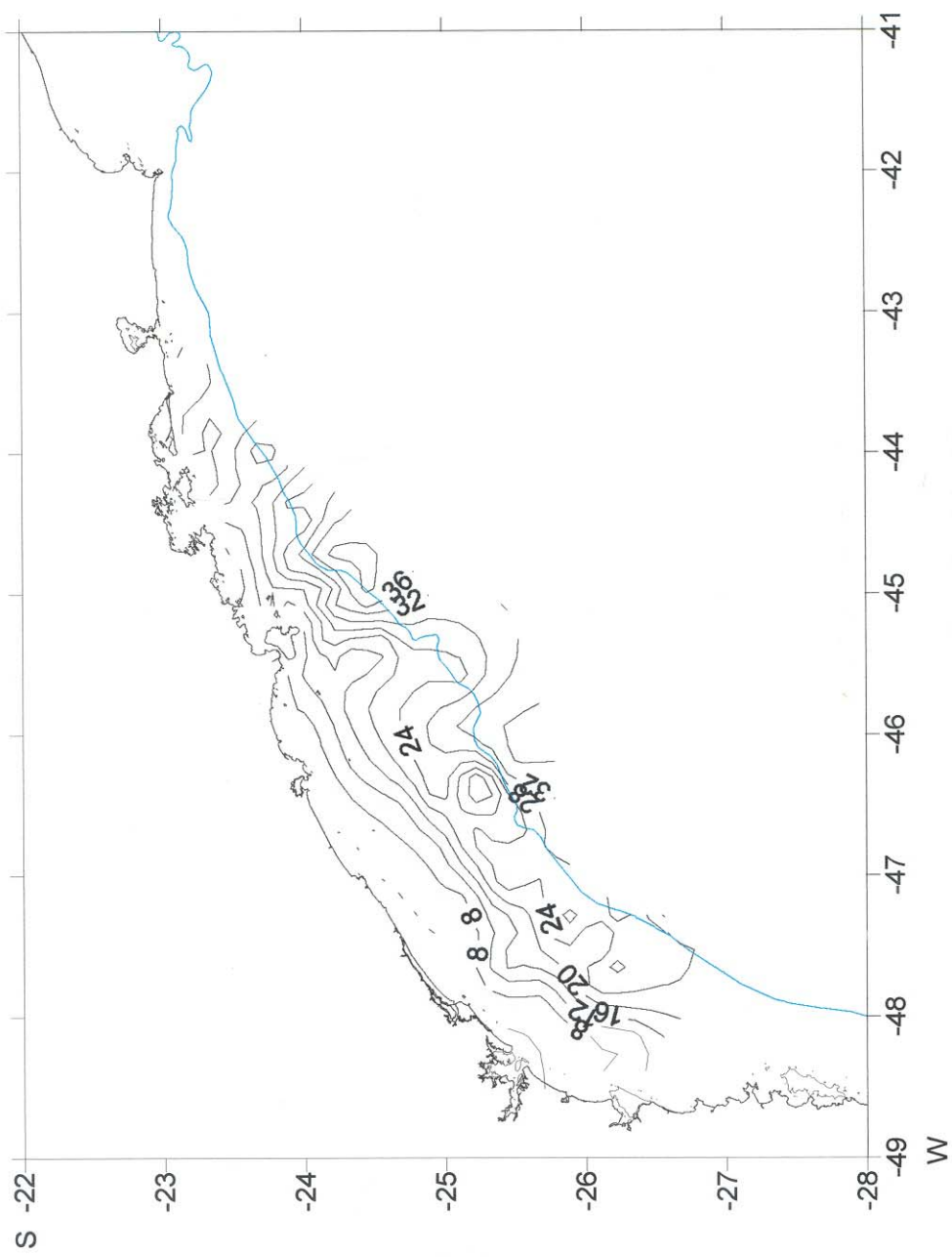


Figura 17. Distribuição da razão C/S.

Os maiores valores da razão são encontrados em um núcleo, junto à isóbata de 100 metros, na altura da Ilha de São Sebastião, e que coincide com a área de maior concentração de carbonato biodetrítico, sugerindo ser essa uma zona de deposição de sedimentos relíquia. Os valores mais baixos são observados nas proximidades da desembocadura de Baía de Paranaguá.

Os valores obtidos nas análises de razões isotópicas mostram uma variação de razão isotópica  $C^{13}/C^{12}$  variando de -21,95 ‰ a -19,21 ‰ e razão  $N^{15}/N^{14}$  entre 4,94 ‰ e 6,54 ‰. Os valores de razão C/N das amostras da campanha de 1993 variaram de 6,27 a 9,40. Há uma clara tendência no decréscimo de razões  $C^{13}/C^{12}$  rumo ao norte e em direção à costa. O comportamento da razão  $N^{15}/N^{14}$  é menos claro em termos de observação de uma tendência espacial bem definida (Figuras 18 a 21).

A análise das relações espaciais entre amostras foi feita através da Análise de Agrupamento. Foram definidos seis grupos principais, a partir do dendrograma gerado (Figura 22), utilizando-se, arbitrariamente, como corte o valor de 1,5 de Distância Euclidiana. Além desses grupos, foram individualizadas duas amostras, que não foram inseridas em nenhum agrupamento, no nível adotado. A caracterização das amostras de acordo com os grupos foi plotada em mapa (Figura 23), o que permitiu a caracterização espacial de 6 fácies distintos para os sedimentos superficiais da plataforma continental da área de estudo.

As amostras do fácies 1 correspondem a sedimentos que apresentam conteúdo em  $\text{CaCO}_3$  próximo de 50%, e valores de  $\text{C}_{\text{org}}$  próximos de 10 mg/g, contendo conteúdos de argila próximos a 20%. Não apresentam distribuição geográfica bem definida.

O fácies 3 é formado por amostras ricas em carbono e nitrogênio e se localiza, principalmente, nas imediações da isóbata de 100 metros e na plataforma interna, no setor imediatamente a norte da Ilha de São Sebastião.

O fácies 4 é composto por amostras coletadas em toda a plataforma interna a sul da Ilha de São Sebastião e nas imediações da Baía da Guanabara, sendo caracterizadas por sua natureza eminentemente arenosa e pelos menores valores de carbono e nitrogênio orgânicos e argila.

As amostras do fácies 2 correspondem aos termos intermediários entre as do fácies 3 e as do fácies 4. Concentram-se a leste da Ilha de São Sebastião e, no setor ao sul desta ilha, numa faixa próxima à isóbata de 90 metros.

O fácies 5 é caracterizado por amostras contendo teores em carbonato biodetrítico próximos de 40%, apresentando uma relativa pobreza nos constituintes da matéria orgânica. Localizam-se, preferencialmente, a sudeste da Ilha de São Sebastião.

O fácies 7 agrega as amostras bioclásticas, com valores de conteúdo em carbonato biodetrítico superiores a 70%. Localiza-se junto à isóbata de 100 metros, na altura da Ilha de São Sebastião.

As amostras isoladas, definidas, grosseiramente, como fácies 6 e 8, apresentam os maiores teores em matéria orgânica da área, sendo que uma delas, localizada a leste da Ilha de São Sebastião, é caracterizada pelos altos teores em enxofre.

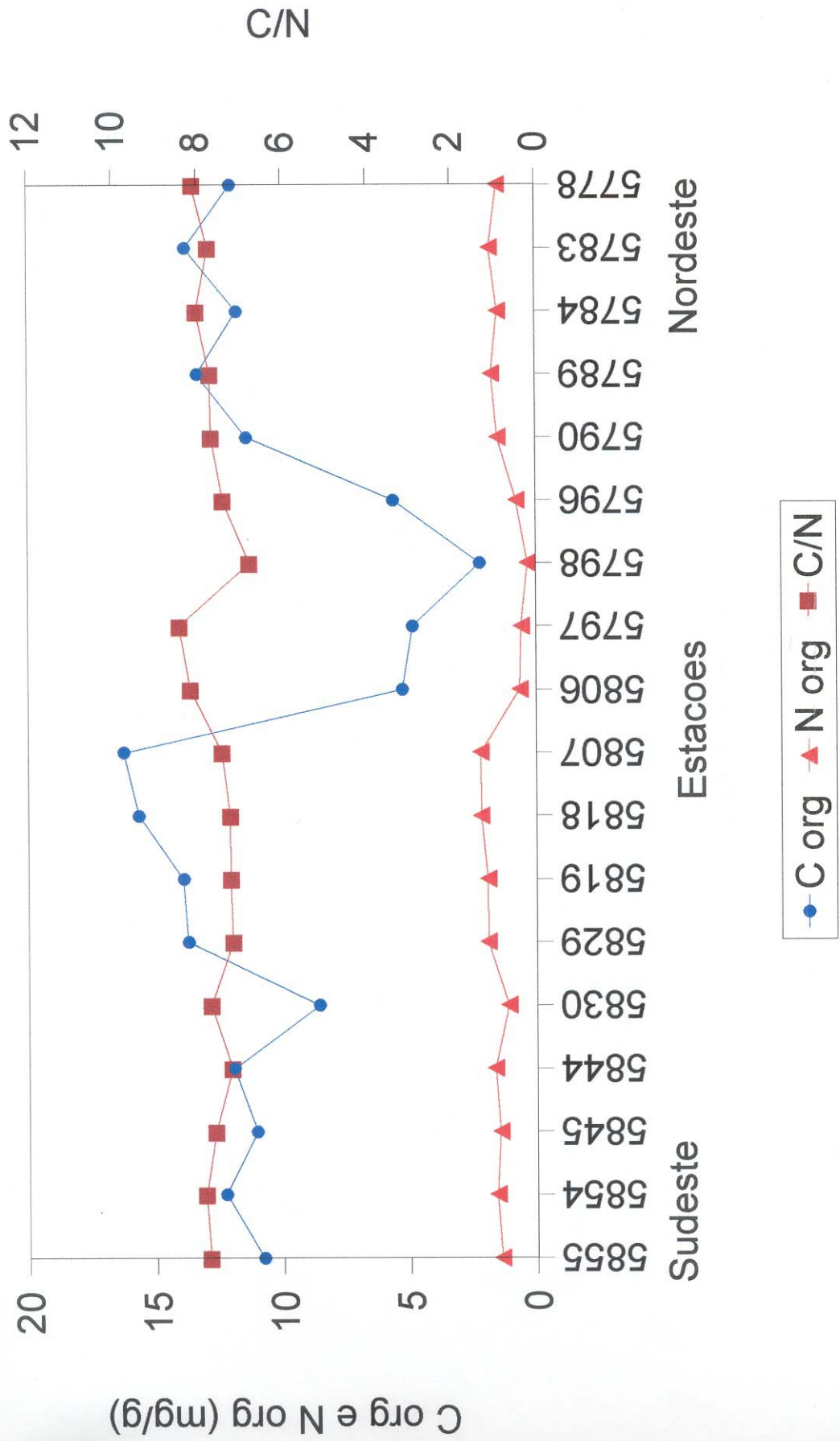


Figura 18. Variacao dos teores de carbono e nitrogenio e da razao C/N ao longo da isobata de 100 metros



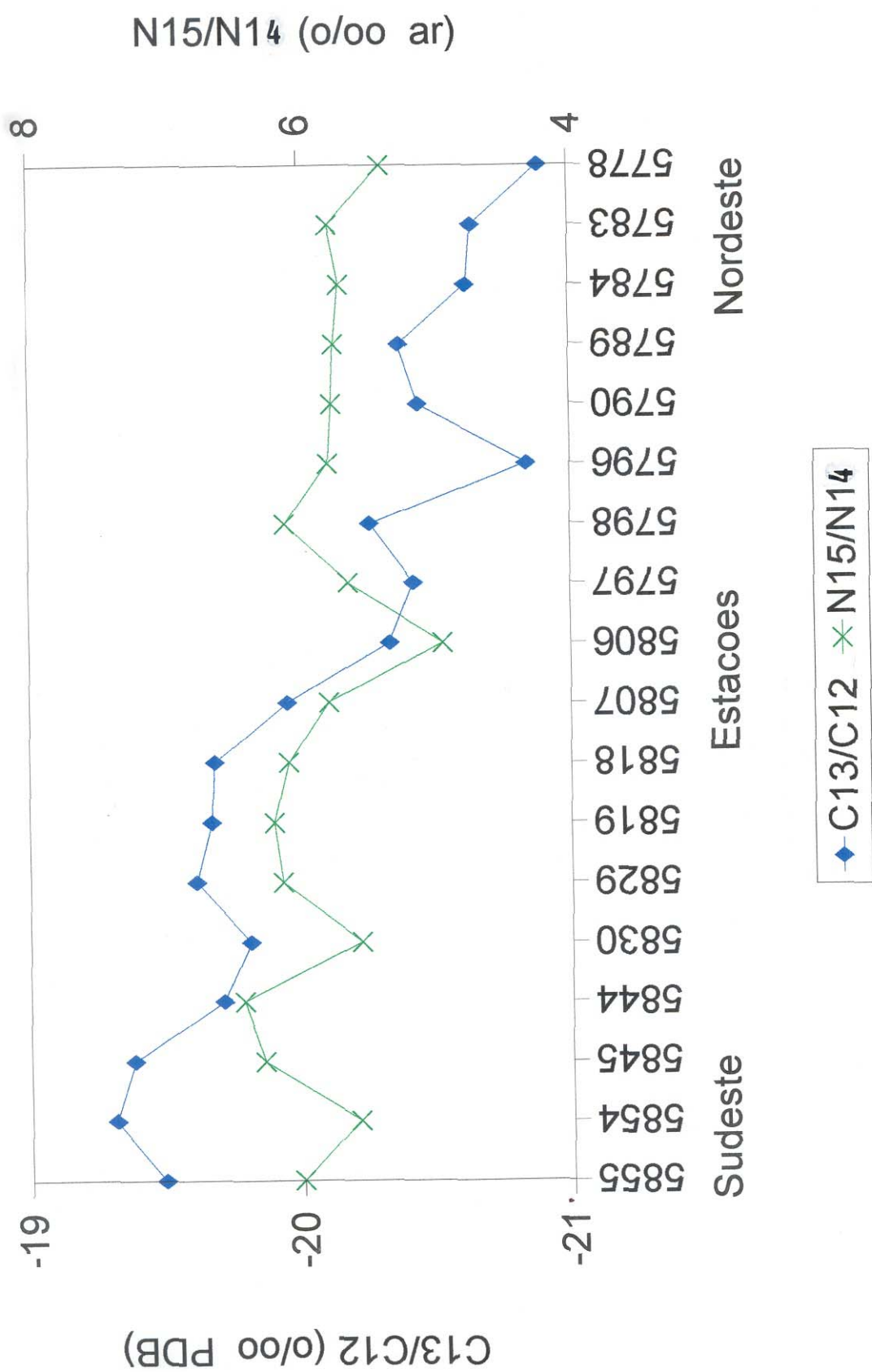


Figura 19. Variacao das razoes C13/C12 e N15/N13 ao longo da isobata de 100 metros

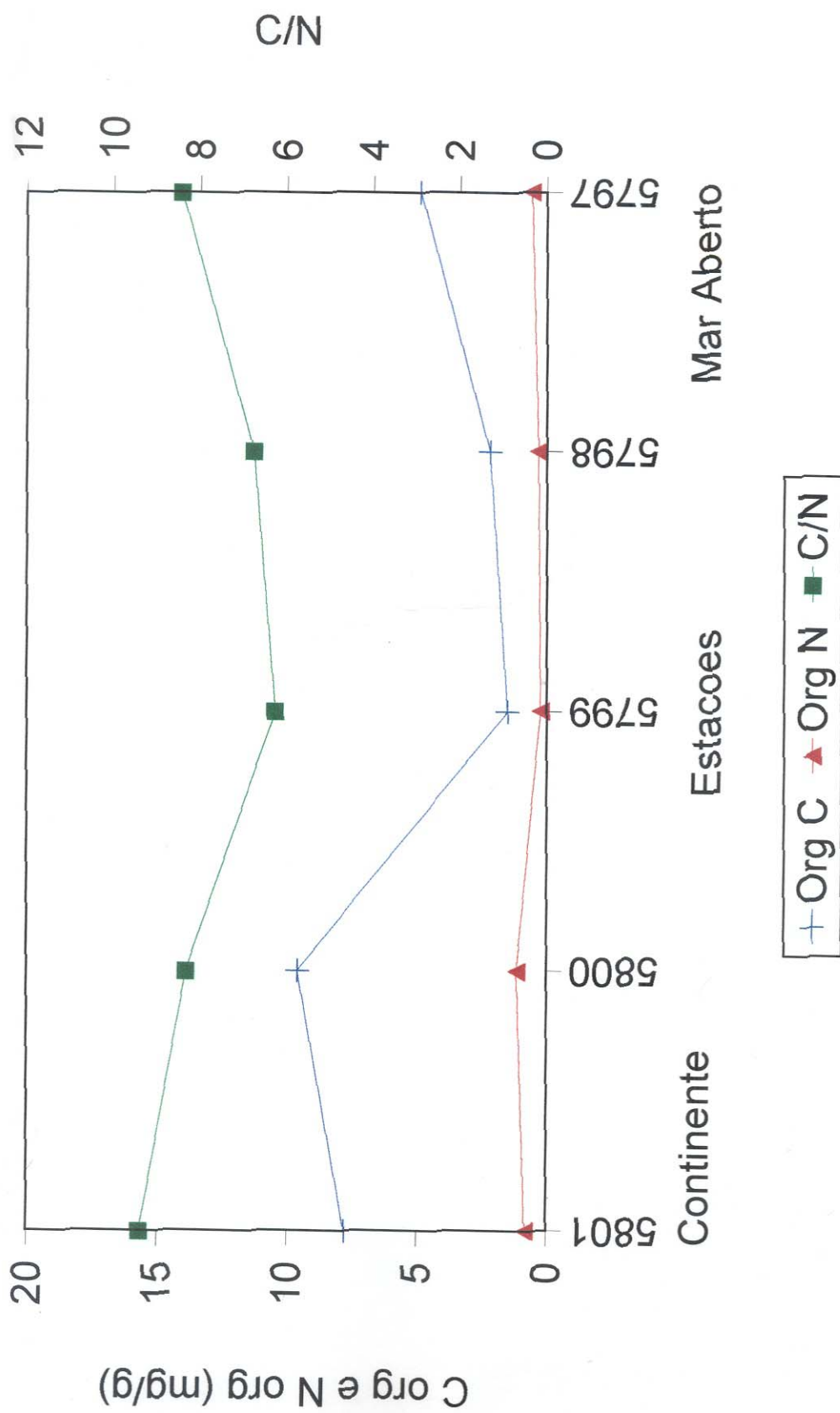


Figura 20. Variacao dos teores de carbono e nitrogenio e da razao C/N ao longo de um perfil transversal a costa na altura de Sao Sebastiao

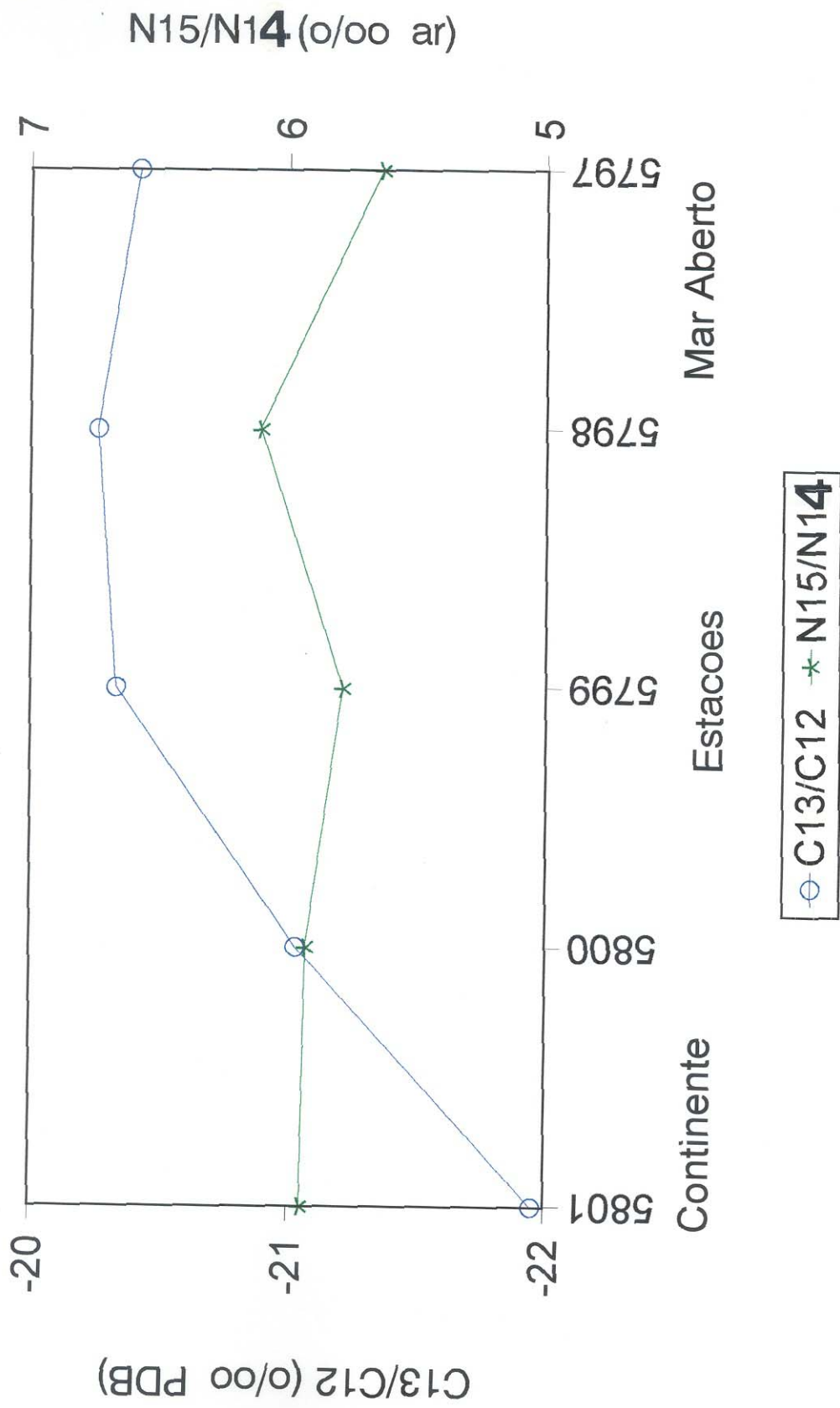


Figura 21. Variaçao das razoes C13/C12 e N15/N13 ao longo de um perfil transversal a costa na altura de Sao Sebastiao

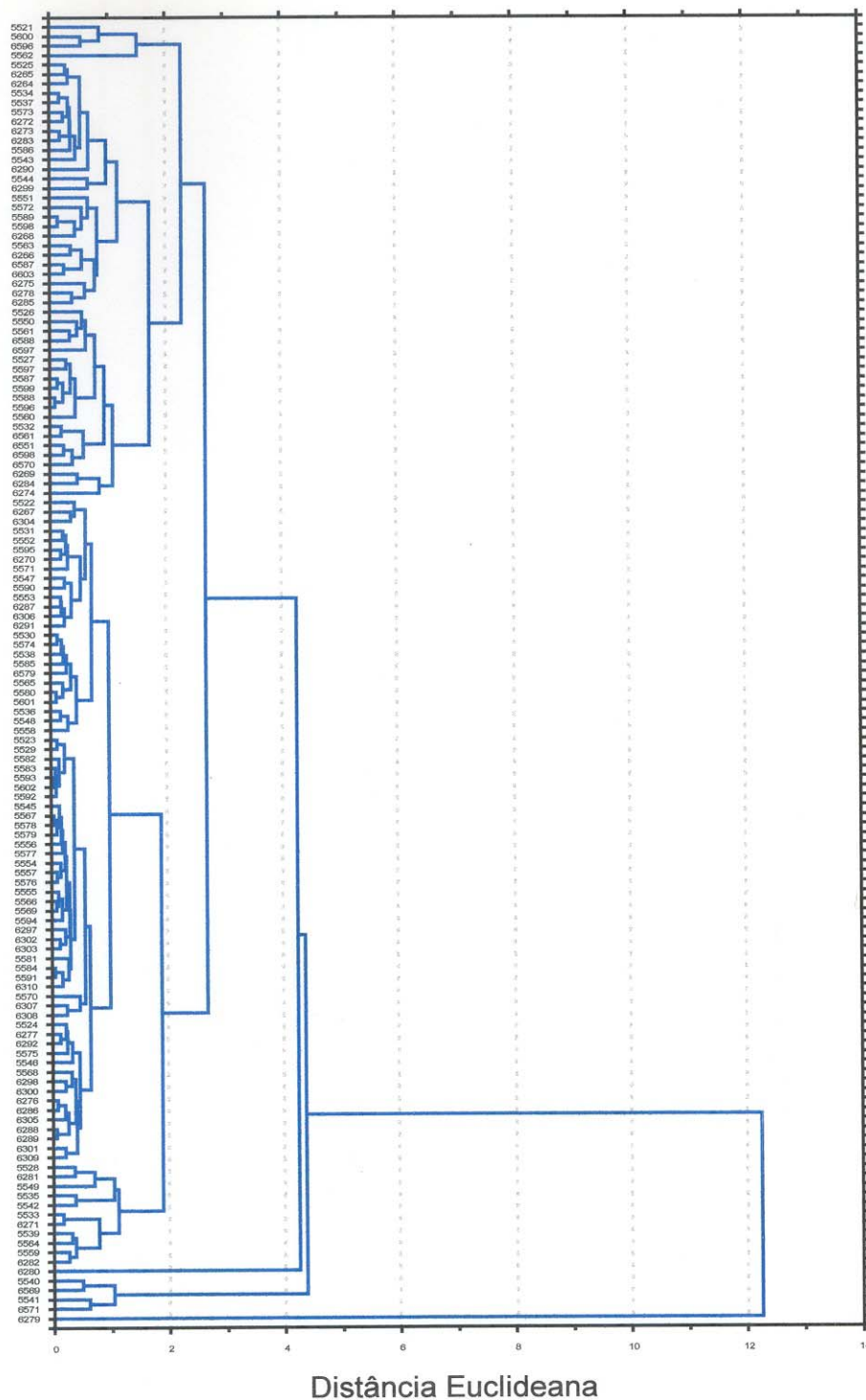


Figura 22. Dendrograma gerado a partir de análise classificatória por Distância Euclideana. Agrupamento por técnica de UPGMA.

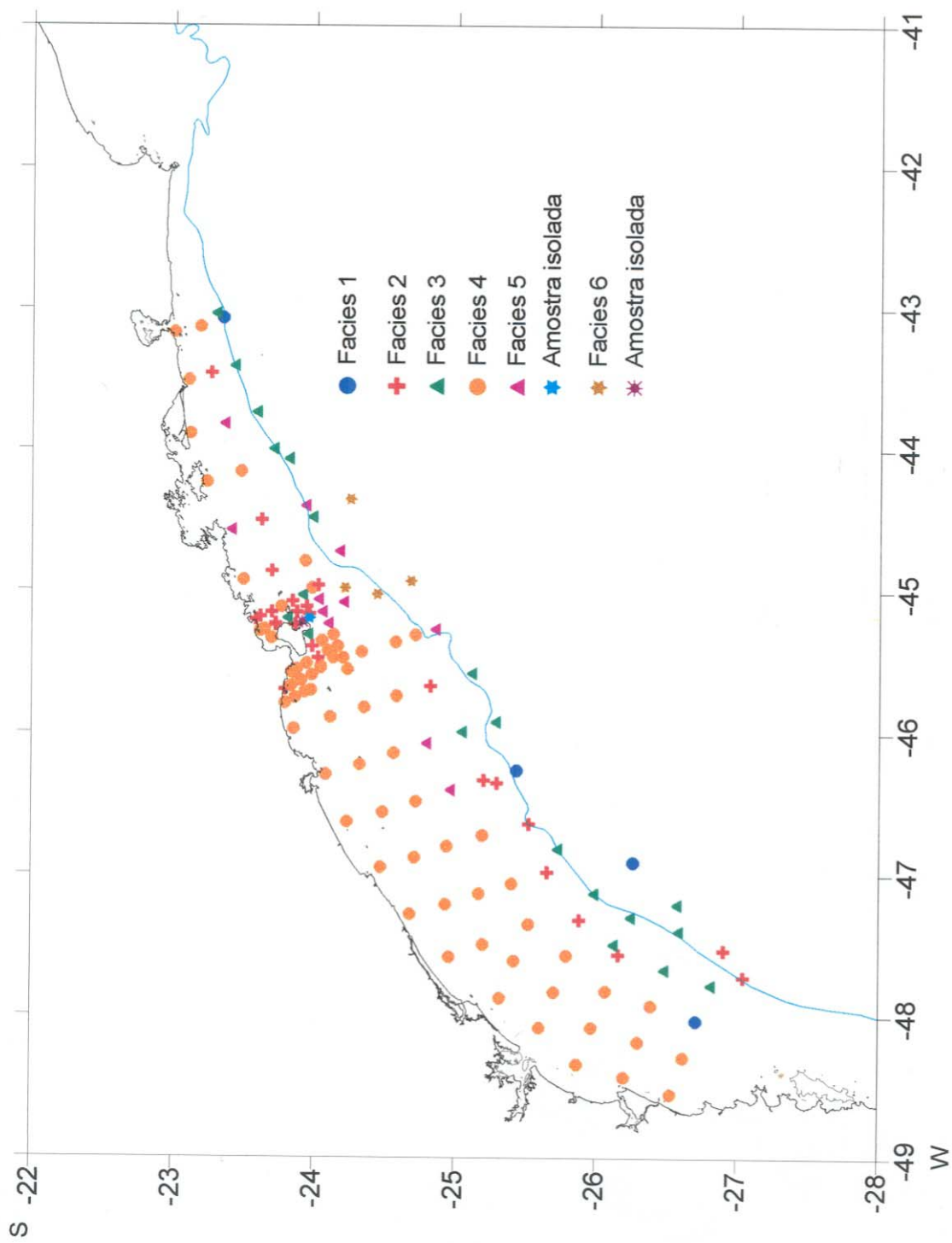


Figura 23. Distribuição dos facies orgânicos da área de estudo, definidos a partir da análise de agrupamento.

## VII. DISCUSSÃO

A análise espacial da distribuição da matéria orgânica nos sedimentos superficiais da plataforma paulista revela a existência de dois padrões conspícuos, que podem, a depender do parâmetro analisado, ser superimpostos por outros fenômenos. O primeiro padrão importante diz respeito à tendência ao aumento dos teores de matéria orgânica em direção às porções mais externas da plataforma. Esta tendência, expressa através do mapa de conteúdo em carbono orgânico (Figura 13), só não é totalmente confirmada devido à existência de um núcleo pobre em matéria orgânica, junto à isóbata de 100 metros, na altura da Ilha de São Sebastião. A segunda grande tendência, que encontra correspondência em outros processos geológicos, tanto da plataforma quanto da região costeira, diz respeito à divisão entre a plataforma continental a norte e a sul da Ilha de São Sebastião.

Superpondo-se a essas tendências, pode ser observada a ocorrência de manchas ("patches"), com natureza diferenciada. Esses fenômenos podem ser exemplificados através da ocorrência de um núcleo rico em carbonato biodetrítico, próximo à isóbata de 100 metros, mais destacado na altura da Ilha de São Sebastião (Figura 12), e na ocorrência de altos valores em enxofre próximo à desembocadura do Canal de São Sebastião (Figura 15). Comparando-se os valores de enxofre, nesta região, com os dados de Zanardi (1996), verifica-se haver uma notável coincidência entre esses e os valores mais altos de hidrocarbonetos nos sedimentos da plataforma interna do Canal de São Sebastião.

Quanto à origem da matéria orgânica, expressa através do mapa de distribuição da razão C/N (Figura 16), pode-se supor que há condições para uma efetiva contribuição de matéria orgânica de origem continental, que se somaria à matéria de origem pelágica, levando à ocorrência de áreas com razões intermediárias entre os extremos característicos de uma ou outra fonte. Uma concentração de esforços visando uma melhor caracterização da origem da matéria orgânica pode ser feita através de outras análises (isótopos estáveis, hidrocarbonetos).

O caráter de oxi-redução dos sedimentos, revelado através da razão C/S (Figura 17), indica que a área de estudo apresenta caráter oxidante. Tendências ao caráter mais redutor estão associadas, especialmente, às áreas com maiores taxas de sedimentação, como a desembocadura da Baía de Paranaguá. Por outro lado, os maiores valores de razão C/S, indicativos de ambiente óxico, ocorrem em áreas de ocorrência de sedimentos supostamente relíquias, que são encontrados próximo à isóbata de 100 metros, na altura da Ilha de São Sebastião.

Uma análise das relações entre os parâmetros medidos (Tabela 4, Figuras 24 a 27), permite, também, o estabelecimento de algumas inferências a respeito da natureza da matéria orgânica na área. Quase todas as correlações importantes calculadas se apresentam significativas, ainda que a relação entre teor de carbono orgânico e razão C/N (Figura 27), apresente um coeficiente de correlação de -0,21. As correlações entre teor em carbono e teores em carbonato biodetrítico ( $R = 0,320$ , Figura 24), nitrogênio orgânico ( $R = 0,985$ , Figura 25) e enxofre ( $R = 0,486$  Figura 26), podem ser consideradas significativas a nível de significância de 5%.

Tabela 4. Análise de correlação entre os diferentes parâmetros analisados. Valores em vermelho correspondem a correlações significativas a 5%. N=137

|                   | CaCO <sub>3</sub> | C org | N org | S     | C/N   | C/S  |
|-------------------|-------------------|-------|-------|-------|-------|------|
| CaCO <sub>3</sub> | 1.00              |       |       |       |       |      |
| C org             | 0.32              | 1.00  |       |       |       |      |
| N org             | 0.34              | 0.98  | 1.00  |       |       |      |
| S                 | 0.05              | 0.49  | 0.44  | 1.00  |       |      |
| C/N               | -0.20             | -0.21 | -0.24 | -0.06 | 1.00  |      |
| C/S               | 0.61              | 0.20  | 0.26  | -0.23 | -0.18 | 1.00 |



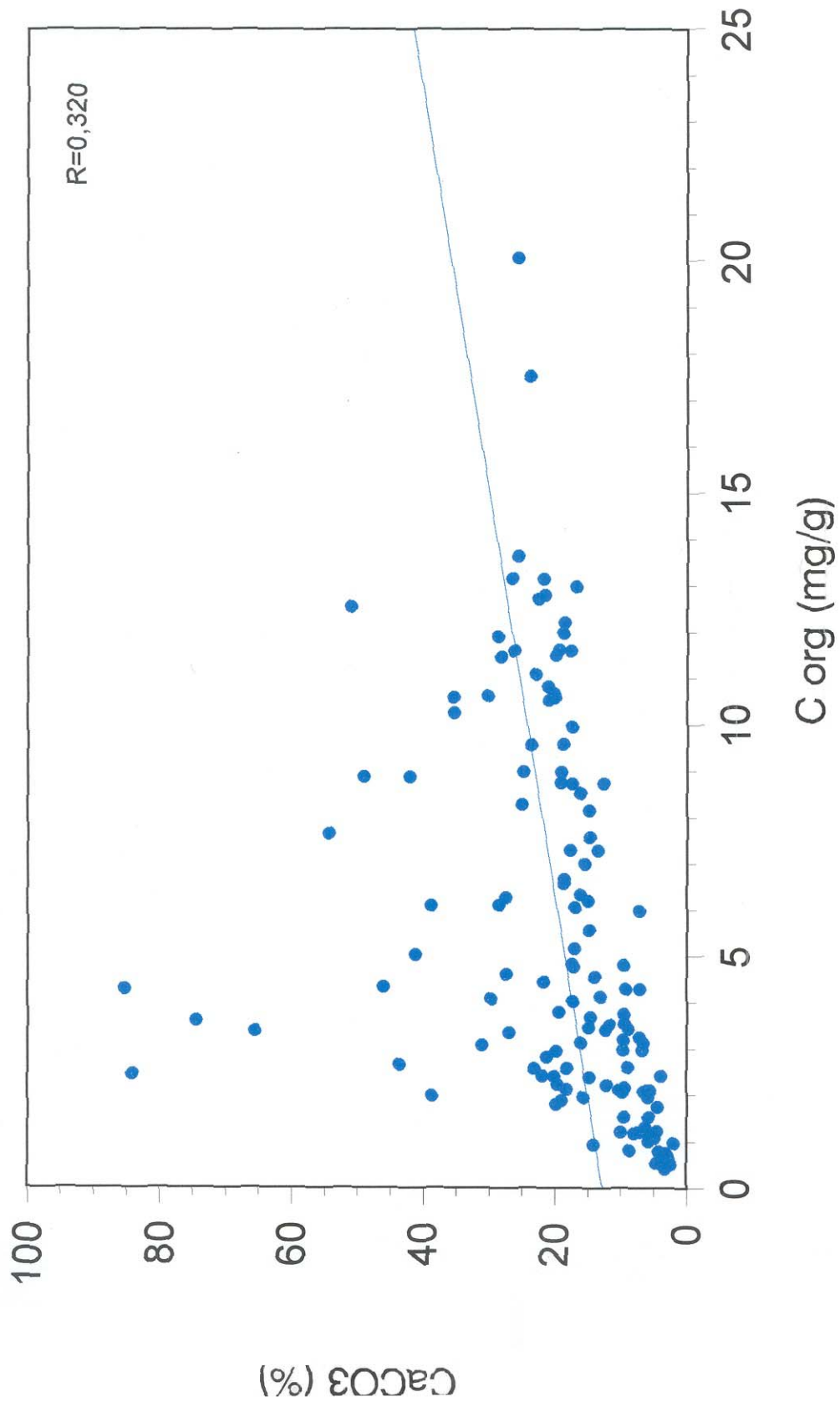


Figura 24. Correlação entre teor de carbono orgânico e teor de carbonato biodetrítico.

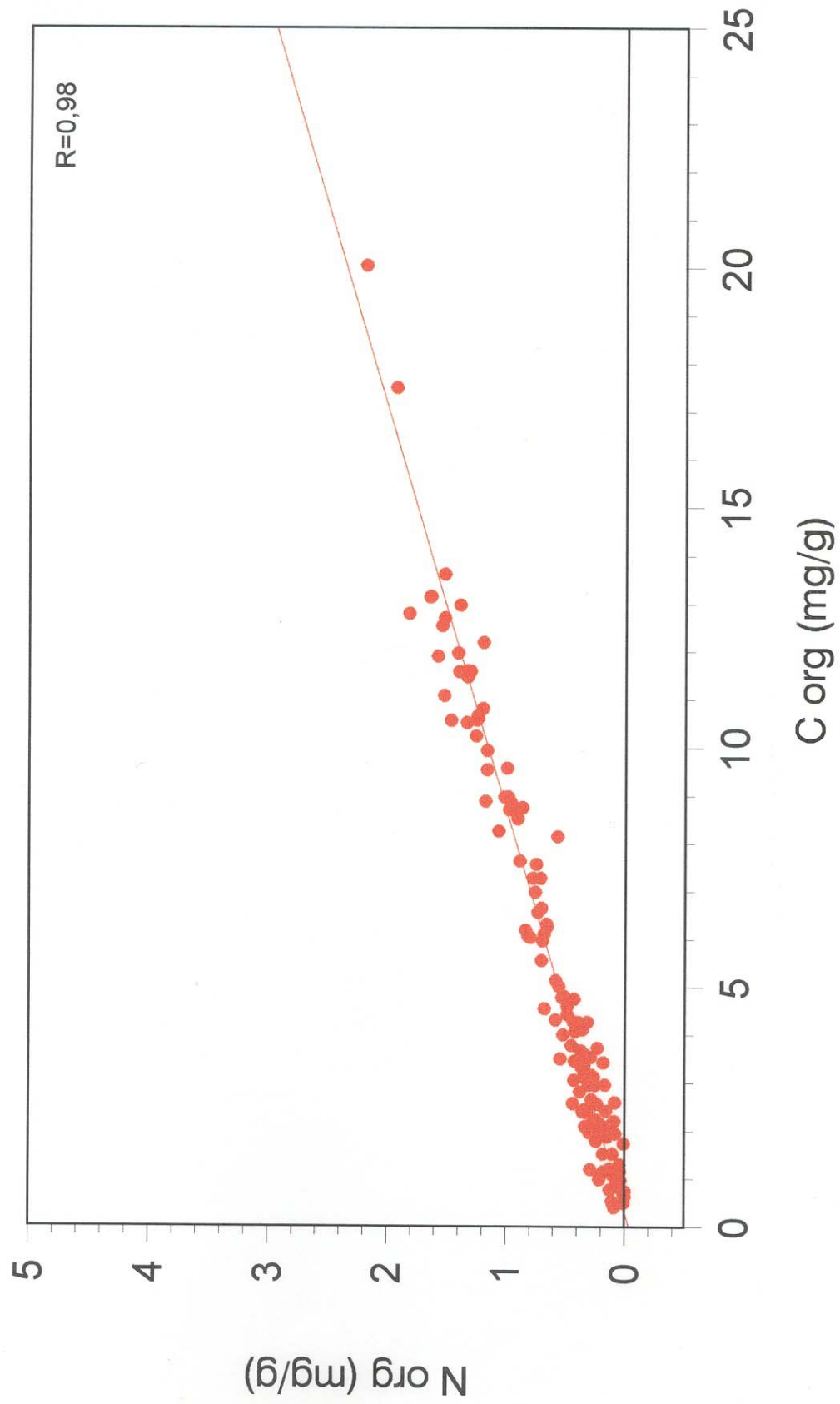


Figura 25. Correlacao entre teor de carbono organico e teor de nitrogenio organico.

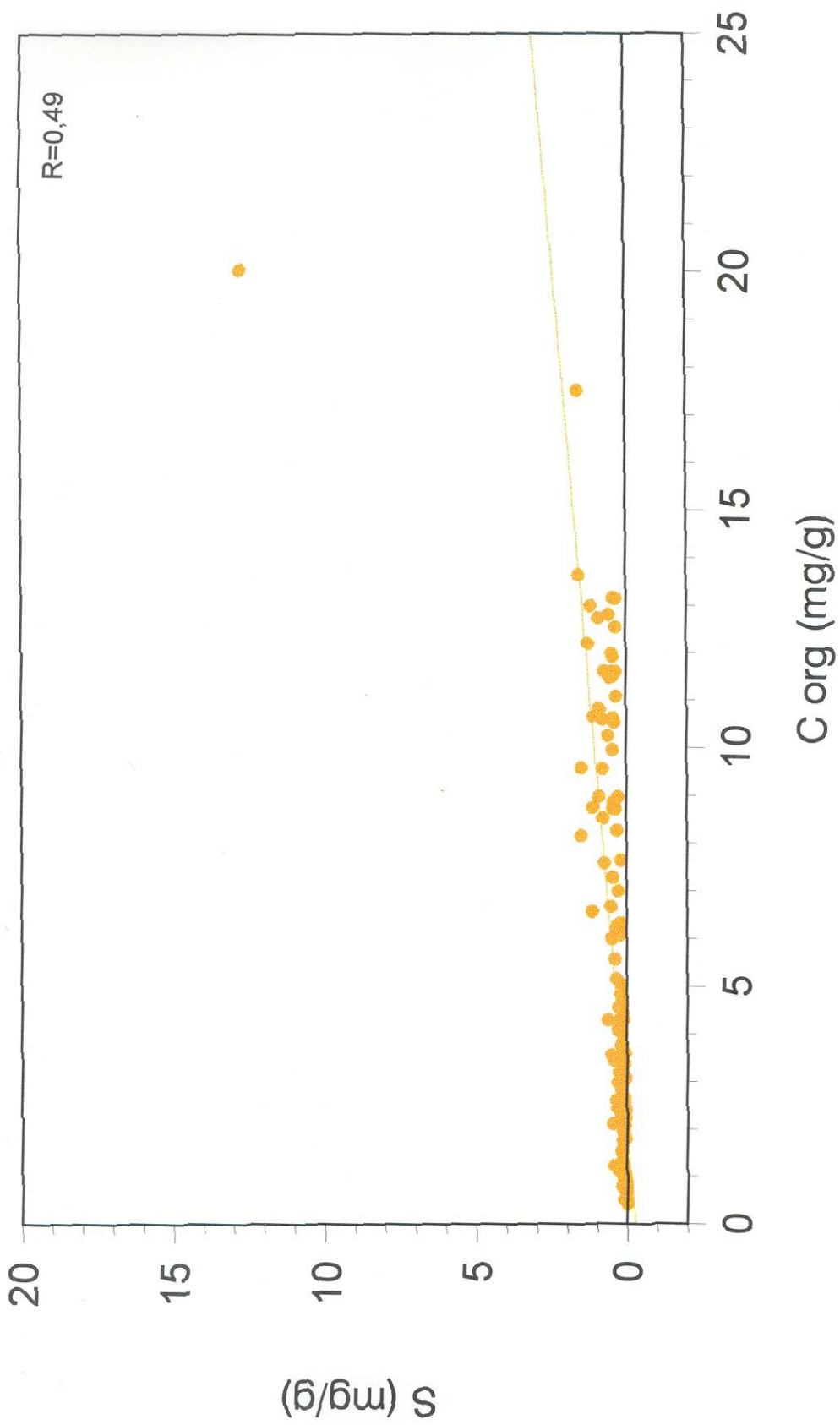


Figura 26. Correlacao entre teor de carbono organico e teor de enxofre.

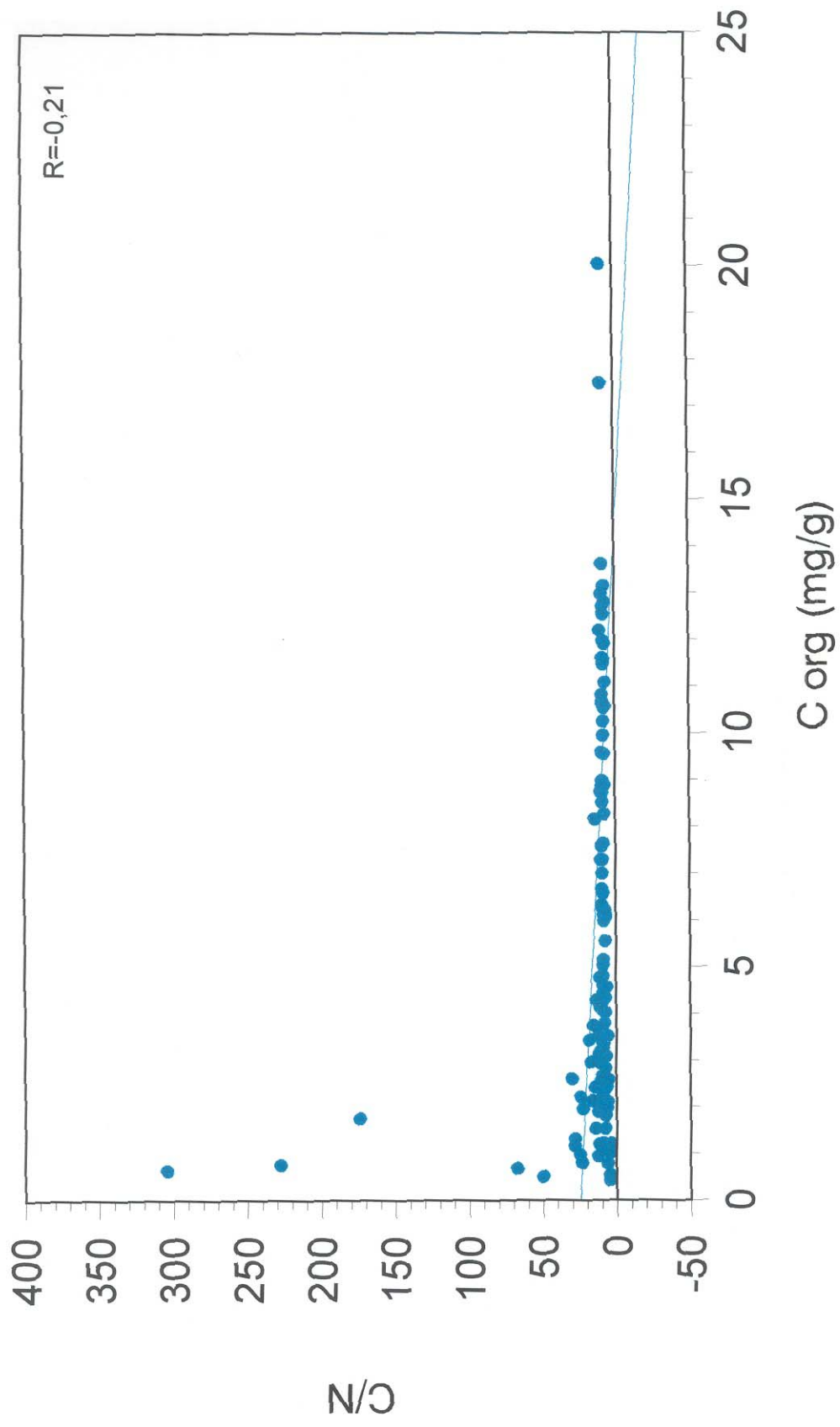


Figura 27. Correlacao entre teor de carbono organico e razao C/N.

Esses níveis de correlação com os parâmetros analisados podem ser indicativos de que a quantidade de matéria orgânica é dependente da atividade biológica marinha, muito embora alguns valores relativamente baixos de correlação não permitam uma conclusão mais efetiva.

Para os dados das amostras coletadas em 1993, uma análise de regressão entre as razões isotópicas C13/C12 com os valores de razão C/N, apresenta um coeficiente de correlação R igual a 0,519 ( $\alpha = 0,04$ ) (Figura 28), o que colabora para a manutenção de uma hipótese de uma gradação na contribuição terrestre para a plataforma continental. Neste aspecto, podem ser feitas duas estimativas para cálculo da influência relativa da matéria orgânica de origem continental para a plataforma paulista. Foram utilizados, como valores extremos para a razão C/N os valores de 20 (continental) (dados de razão C/N em sedimentos de manguezais de Cananéia, SP) e 6 (marinho) (Saito, 1989) e para a razão C13/C12 os valores -26,0 o/oo (continental) (Mahiques et al., 1997) e -19,0 o/oo (marinho) (Matsuura & Wada, 1994). Com base nas razões C/N foi estimada uma contribuição continental para a plataforma, nos dados de 1993, variável entre 1,0% e 13,1% e com base na razão C13/C12, foi calculada uma contribuição variável entre 0,8% e 11,3% (Tabela 5).

Para o outro conjunto de dados, a falta de informações sobre razões isotópicas ou outro parâmetro indicativo da origem da matéria orgânica, torna temerário o cálculo de uma contribuição continental sobre cada amostra.

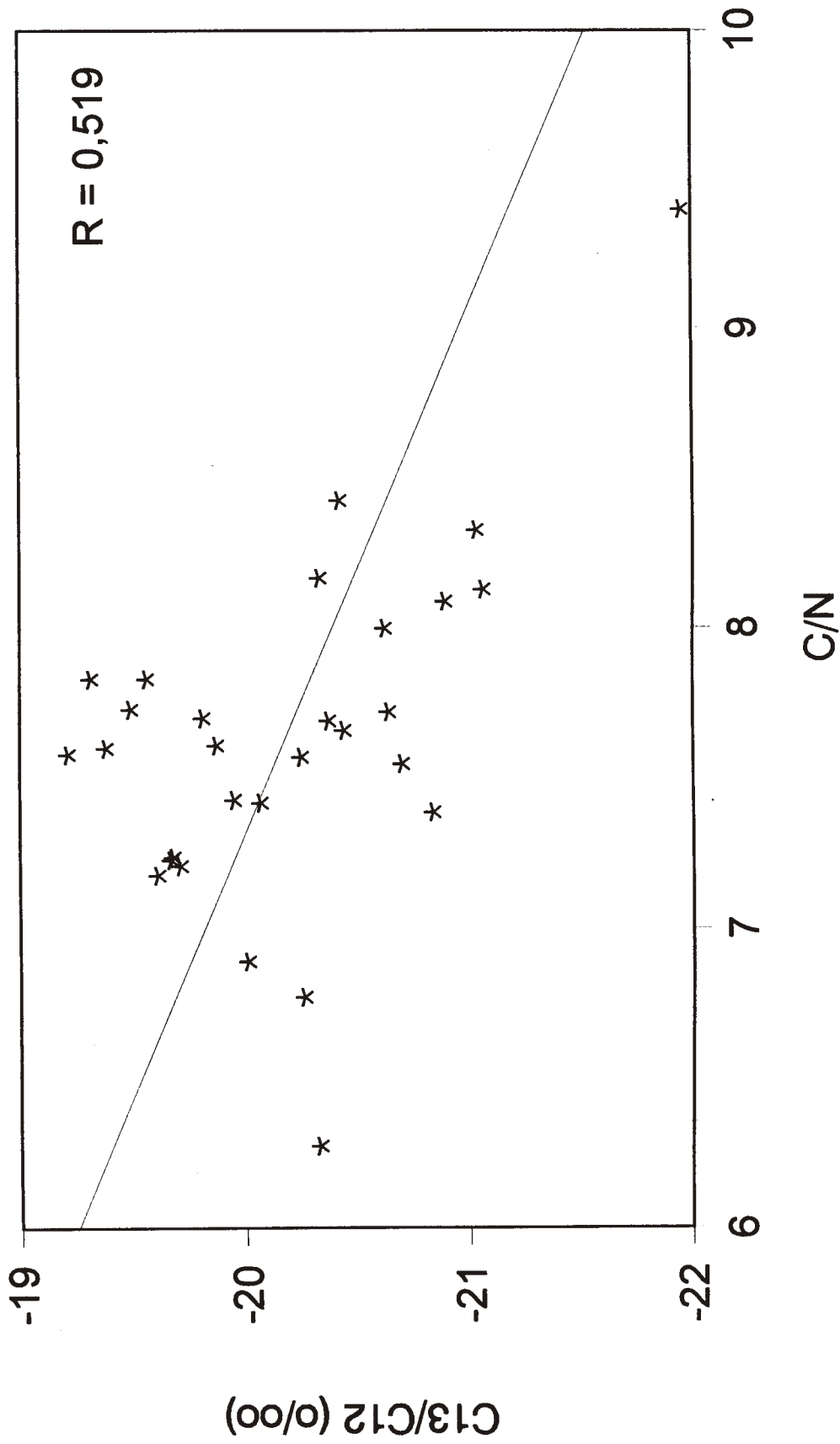


Figura 28. Análise de correlação entre as razões C13/C12 e C/N, das amostras da campanha de 1993

| Amostra<br>No. | % M.O. Continental<br>(C/N peso) | % M.O. Continental<br>(C13/C12) |
|----------------|----------------------------------|---------------------------------|
| 5769           | 7.0                              | 7.1                             |
| 5778           | 10.5                             | 7.3                             |
| 5779           | 10.7                             | 7.9                             |
| 5783           | 8.6                              | 6.3                             |
| 5784           | 10.0                             | 6.2                             |
| 5789           | 8.5                              | 5.3                             |
| 5790           | 8.3                              | 5.5                             |
| 5797           | 12.2                             | 5.5                             |
| 5798           | 3.9                              | 4.8                             |
| 5799           | 1.4                              | 5.1                             |
| 5800           | 11.7                             | 7.8                             |
| 5801           | 17.0                             | 11.3                            |
| 5806           | 10.9                             | 5.1                             |
| 5807           | 7.2                              | 3.7                             |
| 5816           | 7.8                              | 6.5                             |
| 5817           | 7.1                              | 4.1                             |
| 5818           | 6.2                              | 2.6                             |
| 5819           | 6.2                              | 2.6                             |
| 5829           | 5.9                              | 2.3                             |
| 5830           | 8.5                              | 3.1                             |
| 5842           | 7.9                              | 4.8                             |
| 5843           | 8.1                              | 3.3                             |
| 5844           | 6.1                              | 2.7                             |
| 5845           | 8.0                              | 1.5                             |
| 5854           | 9.2                              | 1.2                             |
| 5855           | 8.7                              | 1.9                             |
| 5856           | 7.9                              | 0.8                             |
| 5857           | 9.2                              | 2.2                             |
| 5858           | 4.5                              | 3.9                             |

Tabela 5. Estimativa do grau de contribuição continental sobre cada amostra coletada na campanha de 1993.

A título de exercício de avaliação da distribuição espacial deste parâmetro, foi confeccionado um mapa de estimativa de contribuição continental, tendo como base a razão C/N (Figura 29). Observa-se duas áreas de maior influência continental para a plataforma. A sul, observa-se uma grande mancha que se estende a partir de São Francisco do Sul até a norte da Baía de Paranaguá. Cabe aqui observar que os altos valores de contribuição continental, nesta área, podem estar relacionados aos baixos valores de nitrogênio medidos, próximos do limite de detecção do método, o que levaria à ocorrência de altos valores de razão C/N. A outra área de expressiva contribuição continental para a plataforma é definida como uma língua, que se projeta a partir da região da Ilha de São Sebastião, em direção a porções mais distais. Verifica-se a ocorrência de uma contribuição de até 30% em constituintes continentais na isóbata de 100 metros.

A distribuição da matéria orgânica nos sedimentos superficiais da plataforma interna e média do Estado de São Paulo apresenta algumas tendências que podem ser interpretadas à luz da configuração geomorfológica e da dinâmica de massas d'água atuantes sobre a plataforma sudeste do Brasil. A plataforma continental paulista apresenta uma configuração geomorfológica que responde a um conjunto de processos geológicos que tiveram início com a abertura do Atlântico Sul e a formação da Bacia de Santos e que, em termos de processos deposicionais atuais, está ligada ao recuo da Serra do Mar, durante o Mesozóico, e aos dois últimos grandes eventos de subida do nível relativo do mar do Quaternário Superior, denominados de Evento Cananéia e Evento Santos, que foram intercalados por um grande evento de descida do nível do



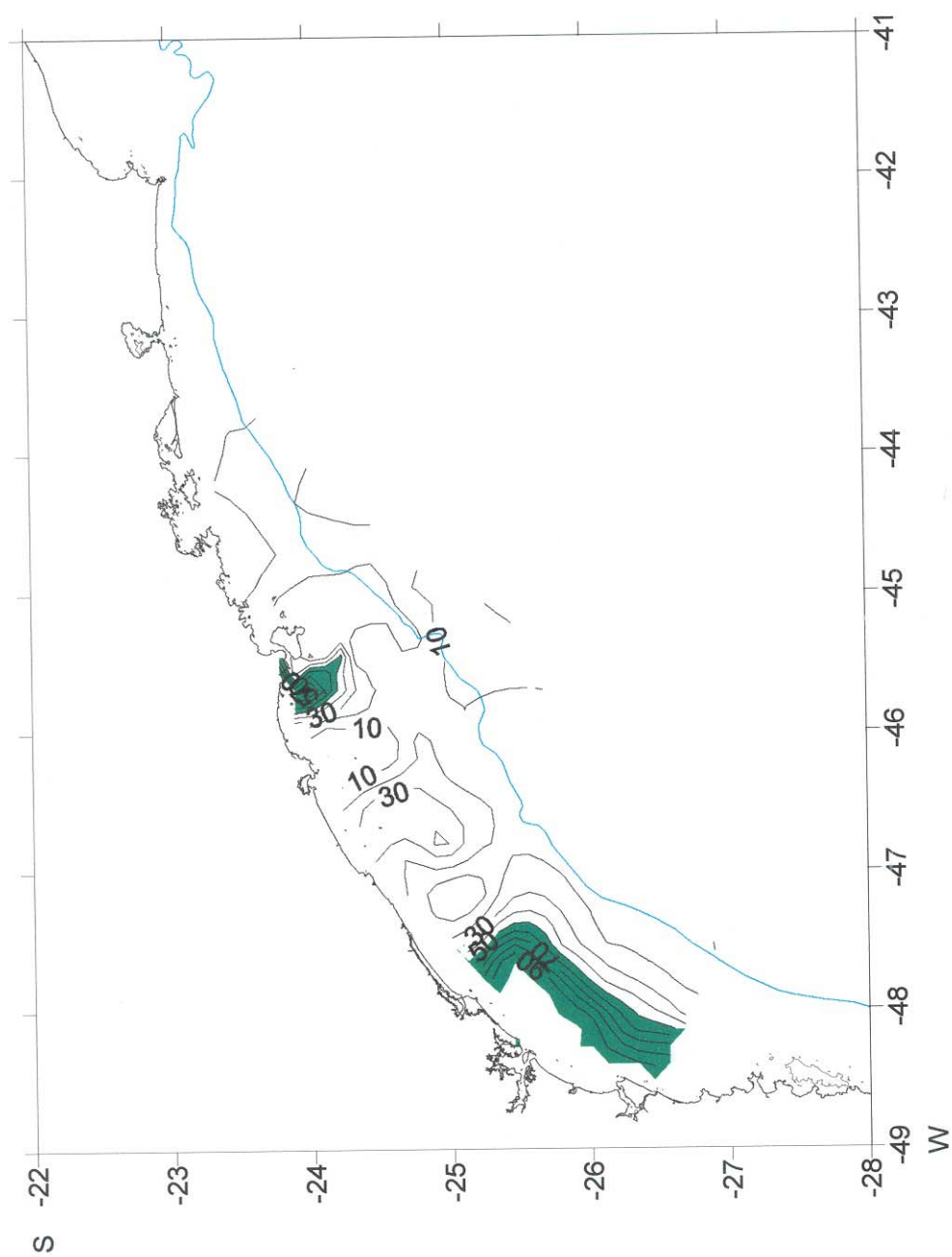


Figura 29. Estimativa do grau de influência continental (em %) sobre a matéria orgânica depositada nos sedimentos superficiais da área de estudo, com base nos valores de razão C/N. Áreas em verde indicam zonas de maior influência continental.

mar, que teria exposto subaereamente quase toda a atual plataforma continental. Esse conjunto de fenômenos levou a uma diferenciação bastante grande entre os setores a norte e a sul da Ilha de São Sebastião, com reflexos importantes nos processos deposicionais.

A sul da Ilha de São Sebastião, a distância da Serra do Mar e a pequena quantidade de ilhas e de outros acidentes geográficos interferentes na linha de costa, levam à ocorrência de um padrão deposicional mais homogêneo e à quase ausência de feições de retenção de sedimentos finos, de forma que a carga de material sedimentar pelítico eventualmente carregada através dos cursos d'água até a costa deve ser remobilizada para outros setores da plataforma continental. Por sua vez, a plataforma norte apresenta, além de uma linha de costa extremamente recortada, um conjunto de ilhas, das quais a mais importante é a Ilha de São Sebastião, que agem como anteparos à ação das ondas incidentes, reduzindo sua energia e permitindo a deposição de termos lamosos. Desta forma, o padrão de sedimentação na plataforma norte paulista apresenta-se mais complexo que o do setor a sul.

A plataforma paulista apresenta uma dinâmica de massas d'água que é caracterizada pela interação de três massas principais, a Água Costeira (AC), a Água Tropical (AT) e a Água Central do Atlântico Sul (ACAS) (Castro Filho et al., 1987). Esta última massa d'água penetra, pelo fundo, sobre a plataforma interna somente nos meses de verão. Por sua vez, as águas superficiais são ocupadas, quase que totalmente pela AC, que se mistura com a AT e se estende até porções mais externas da plataforma continental. Os meses de verão correspondem, também, ao período de

maiores precipitações pluviométricas sobre o litoral sul sudeste, de forma que a carga sedimentar, transportada em suspensão, incluindo-se a matéria orgânica, apresenta condições potenciais para ser transportada em direção aos setores mais externos da plataforma continental. Nos meses de inverno, com o recuo da ACAS, a AC não se projeta em direção aos setores mais externos da plataforma, e esta passa a ser quase que totalmente dominada pela AT, em suas porções mais internas. Desta forma, parece haver condições, tanto para a contribuição continental quanto pelágica na matéria orgânica dos sedimentos superficiais da área de estudo.

Com relação ao regime de precipitações pluviométricas, considerado essencial para o aporte de sedimentos terrígenos para a plataforma continental, há que se destacar a natureza puntual dos eventos de chuvas atuantes sobre o litoral. Uma análise mais detalhada das informações sobre os índices pluviométricos, revela a ocorrência de grandes precipitações dentro de intervalos menores que 24 horas, como nos dias 03/04/62 (120,4 mm) e 09/03/63 (200,7 mm), em Cananéia. No dia 15/03/67, foi registrado o valor de 156,7 mm de chuvas na estação de Ubatuba. No dia 01/02/88, foram registrados 148,7 mm em Cananéia e 233,3 mm em Ubatuba. Este caráter episódico do regime de chuvas, no qual em um período de 24 horas pode ocorrer um índice pluviométrico superior em mais de 5 vezes vários índices mensais, leva à ocorrência de importantes fenômenos de escorregamentos das encostas da Serra do Mar, como os ocorridos em Caraguatatuba, em 1967 e em Ubatuba, em 1988 e as grandes enchentes ocorridas no Vale do Rio Ribeira de Iguape em fevereiro de 1995. Parte do material escorregado, mormente partículas lamosas tem, como destino, a

plataforma interna, podendo ser redistribuído e transportado em direção às áreas mais externas através da dinâmica de massas d'água descrita acima.

À luz da distribuição dos diferentes parâmetros analisados e das informações referentes à geomorfologia, à dinâmica de massas d'água e do regime pluviométrico, pode-se propor um modelo qualitativo de exportação de matéria orgânica continental para a plataforma continental entre a Baía da Guanabara e São Francisco do Sul (Figura 30). Segundo este modelo, o aporte de matéria orgânica continental se processa, principalmente, nas imediações da Ilha de São Sebastião, em direção às porções mais externas da plataforma. Para norte, a aproximação da zona de ressurgência de Cabo Frio, e para sul, a existência de zonas de aumento da produtividade primária (Gaeta et al., 1994), propiciam um aumento na contribuição da matéria orgânica de origem marinha. Como observado anteriormente, a efetividade do aporte de material continental é fortemente dependente da intensidade das precipitações pluviométricas assim como da penetração da ACAS sobre a costa, que induz à saída da Água Costeira.

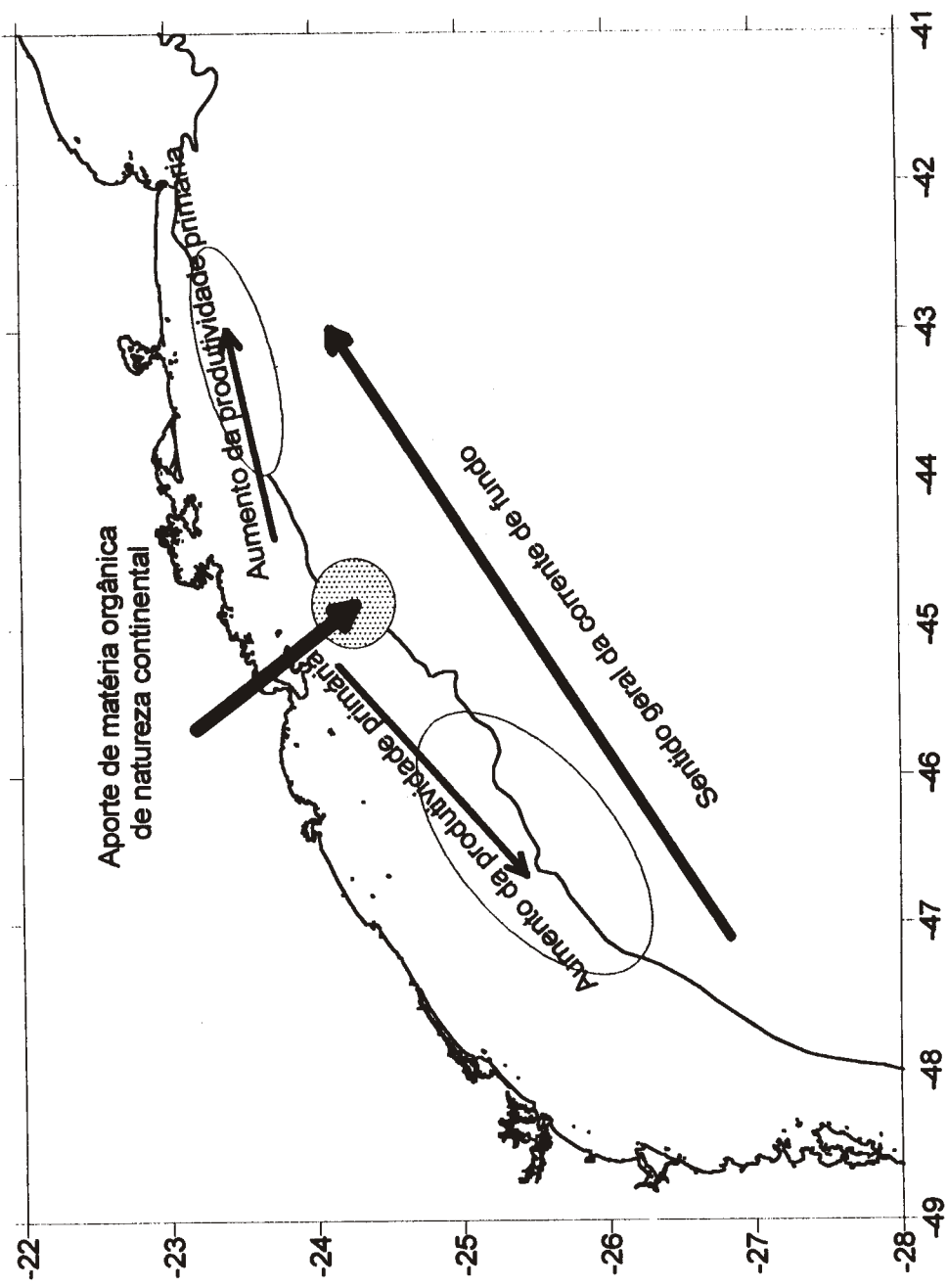


Figura 30. Modelo qualitativo de distribuição e dispersão da matéria orgânica na plataforma continental entre a Baía da Guanabara e São Francisco do Sul.

## VIII. CONCLUSÕES

1. A matéria orgânica depositada nos sedimentos superficiais da plataforma continental interna e média do Estado de São Paulo apresenta um padrão de distribuição diferenciado entre os setores a norte e a sul da Ilha de São Sebastião.
2. A sul da Ilha de São Sebastião ocorre uma tendência ao aumento da quantidade da matéria orgânica, em direção à isóbata de 100 metros.
3. Ao norte da Ilha de São Sebastião o padrão de distribuição da matéria orgânica é mais heterogêneo, refletindo a complexidade da interação entre os fenômenos hidrodinâmicos e a configuração geomorfológica da área.
4. A matéria orgânica depositada é de natureza predominantemente pelágica. Não obstante este fato, existem condições potenciais de exportação de matéria orgânica de origem continental em direção à plataforma externa.
5. As análises de correlação entre os parâmetros analisados revelam que a quantidade de matéria orgânica depositada no sedimento é dependente da atividade biológica marinha.
6. A exportação de matéria orgânica de natureza continental é fortemente dependente do regime pluviométrico atuante sobre as encostas da Serra do Mar assim como da dinâmica de massas d'água que agem sobre o Embaiamento de São Paulo. Nos meses de verão, o avanço da Água Central do Atlântico Sul (ACAS), induz à saída da Água Costeira, rica em matéria orgânica de origem continental, em direção às porções mais externas da plataforma.

7. Os dados obtidos permitiram a elaboração de um modelo de distribuição e dispersão da matéria orgânica na área. Segundo este modelo, a exportação de matéria orgânica de natureza continental se processa, prioritariamente, a partir da região da Ilha de São Sebastião, em direção às porções mais externas. Para norte e para sul a influência continental diminui progressivamente, à exceção das porções mais proximais da costa, que apresentam contribuição localizada.

## IX. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLER, R.C.; ALLER, J.Y.; BLAIR, N.E.; MACKIN, J.E.; RUDE, P.D.; STUPAKOFF, I.; PATCHINEELAM, S.; BOEHME, S.E. & KNOPPERS, B. 1991 Biogeochemical processes in Amazon shelf sediments. *Oceanography*, 4(1):27-32.
- BADER, R.G. 1955. Carbon and nitrogen relations in surface and subsurface marine sediments. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 7(5/6):205-211.
- BHOSLE, N.B.; DHARGALKAR, V.K.; BRAGANÇA, A.M. 1978. Distribution of some biochemical compounds in sediments of the shelf and slope regions of the west coast of India. *Indian Journal of Marine Science*, 7(3):155-158.
- BIANCHI, T.S.; FINDLAY, S. & DAWSON, R. 1993. Organic matter sources in the water column and sediments of the Hudson River estuary: The use of plant pigment as tracers. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 36(4):359-376.
- BONIFAY, D. & GIRESESE, P. 1992 Middle to late Quaternary sediment flux and post-depositional processes between the continental slope off Gabon and the mid-Guinean margin. *Marine Geology*, 106(1/2):107-129.
- BORDOVSKIY, O.K & AKHMET'YEVA, YE.A., 1984 Biogeochemical makeup of bottom sediments of the continental slope and shelf off Peru. *Oceanology*, 24(3):335-338.
- CASTRO FILHO, B.M.; MIRANDA, L.B. & MIYAO, S.Y. 1987. Condições hidrográficas na plataforma continental ao largo de Ubatuba: variações sazonais e em média escala. *Bolm Inst. oceanogr., S Paulo*, 35(2):135-151.



- COHEN, P.M. 1970. Bathymetric navigation and charting. Annapolis, United States naval Institute. 138p.
- DAVIS, J.C. 1973. Statistics and data analysis in geology. New York, John Wiley & Sons. 549p.
- DOMAIN, F. 1982. Repartition de la matière organique de la couverture sédimentaire du plateau continental ouest-africain. In Symposium The Canary Current: Studies of an upwelling system. 1978, Las Palmas. p. 339-341.
- DORSEL, D. & LA BRECHE, T. 1997. Kriging. Environmental Sampling and Monitoring Primer. <http://www.ce.vt.edu/enviro/smprimer/geostat/dantim.html>. 9p.
- DULEBA, W. & MAHIQUES, M.M. 1995. Characteristics of the organic matter of the Quaternary sediments of Flamengo Bay, Ubatuba, São Paulo. In: 1995 LOICZ (Land-Ocean Interactions in the Coastal Zone) Scientific Meeting. Program and Abstracts. São Paulo, ABEQUA. São Paulo, 1995. p.18-19.
- ELIAS, V.O. & CARDOSO, J.N. 1996. Sources and transport of lipids on Amazon continental shelf. *Geo-Marine Letters*, 16(1):11-16.
- ERGIN, M.; BODUR, M.N.; EDIGER, D, EDIGER, V.; YILMAZ, A. 1993. Organic carbon distribution in the surface sediments of the Sea of Marmara and its control by the inflows from adjacent water masses. *Marine Chemistry*, 41(4):311-326.
- FOLK, R.L. & WARD, W.C. 1957. Brazos River bar: a study in the significance of grain size parameters. *Journal of Sedimentary Petrology*, 27(1):3-27.

- FÚLFARO, V.J.; SUGUIO, K. & PONÇANO, W.L. 1974. A gênese das planícies costeiras paulistas. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 28. Anais. Porto Alegre, Sociedade Brasileira de Geologia. v.3. p.37-42.
- GAETA, S.A.; BRINO, O.L. & RIBEIRO, S.M.M.S. 1994. Distributions of  $\text{NO}_3^-$ , chlorophyll *a* and primary productivity in the southwestern region of the South Atlantic during summer. In: Southwestern Atlantic Physical Oceanography Workshop. Report. São Paulo, Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo. p. 57-60.
- GROSS, M.G. 1971. Carbon determination. In: CARVER, R.E. (ed.) Procedures in Sedimentary Petrology. New York, Wiley-Interscience. p.573-596.
- HENZ, G.I.; KOWSMANN, R.O. & MENICONI, M.F.G. 1994. A petrografia orgânica de amostras do Quaternário da Bacia de Campos. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 38. Boletim de Resumos Expandidos. Vol. 1. Simpósio. Camboriú, Sociedade Brasileira de Geologia. p.416-417.
- INTÈS, A. & LeLOEUFF, P. 1986. Les annélides polychètes de Côte d'Ivoire. IV. Relations faune-sédiments. *Océanographie Tropicale*, 21(1):53-88.
- KALESHA, M. 1979. Distribution of organic matter in shelf sediments off Kakinada, east coast of India. *Indian Journal of Marine Science*, 8(2):107-109.
- LAGEMAR 1982. Matéria orgânica no Quaternário da margem continental entre Rio de Janeiro e Guarapari. Projeto LAGEMAR/IG-UFRJ - CENPES/PETROBRÁS. Relatório Final. Rio de Janeiro. 37p.

- LARSONNEUR, C.; BOUYSSSE, P. & AUFFRET, J.P. 1982. The superficial sediments of the English Channel and its western approaches. *Sedimentology*, 29(6):851-864.
- LEGENDRE, L. & LEGENDRE, P. 1983. Numerical ecology. Amsterdam, Elsevier. 419p.
- MAHIQUES, M.M. & FUJIKAWA, L.H. 1995. Calcium carbonate, organic carbon and nitrogen contents, and coarse fraction constituents in the superficial sediments of São Paulo State inner and medium continental shelf. In: 1995 LOICZ (Land-Ocean Interactions in the Coastal Zone) Scientific Meeting. Program and Abstracts. São Paulo, ABEQUA. São Paulo, 1995. p. 20-22.
- MAHIQUES, M.M. & FURTADO, V.V. 1989. Utilização da análise dos componentes principais na caracterização dos sedimentos de superfície de fundo da Baía da Ilha Grande (RJ). *Bolm Inst. oceanogr.*, S Paulo, 37(1):1-19.
- McQUILLIN, R. & ARDUS, D.A. 1977. Exploring the geology of shelf seas. London, Graham & Trotman. 234p.
- MORAN, M.A.; POMEROY, L.R.; SHEPPARD, E.S.; ATKINSON, L.P. & HODSON, R.E. 1991. Distribution of terrestrially derived dissolved organic matter on the southeastern U.S. continental shelf. *Limnology and Oceanography*, 36(6):1134-1149.

- PAIVA, P.C. 1996. Variação espacial e temporal da macrofauna bentônica da Enseada de Picinguaba, Ubatuba, SP - Relevância no planejamento amostral em estudos oceanográficos e de monitoramento ambiental de fundos marinhos inconsolidados. Tese de Doutorado. São Paulo, Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo. 140p.
- PANNATIER, Y. 1996. Variowin. Software for spatial data analysis in 2D. Berlin, Springer. 91p.
- PAROPKARI, A.L.; IYER, S.D.; CHAUHAN, O.S. & BABU, C.P. 1991 Depositional environments inferred from variations of calcium carbonate, organic carbon, and sulfide sulfur: a core from southeastern Arabian Sea. *Geo-Marine Letters*, 11:96-102.
- PETTI, M.A.V. 1997. Macrofauna bentônica de fundos inconsolidados das enseadas de Picinguaba e Ubatumirim e plataforma interna adjacente, Ubatuba, São Paulo. Tese de Doutorado. São Paulo, Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo. 79p. + tabelas e figuras.
- PETTIJOHN, E.J. 1975 Sedimentary rocks. 3rd edition. New York, Harper International. 628p.
- RASHID, M.A. 1979 Pristane-phytane ratios in relation to source and diagenesis of ancient sediments from Labrador Shelf. *Chemical Geology*, 25(1-2):109-122.
- RASHID, M.A. 1985. Geochemistry of marine humic compounds. New York, Springer-Verlag. 300p.

- REGHUNATH, R. & MURTHY, T.R.S. 1996. Carbonate and organic matter studies of the shelf off Kasaragod, west coast of India. *Indian Journal of Marine Science*, 25(4):355-357.
- REQUEJO, A.G.; BROWN, J.S.; BOEHM, P.D. & SAUER, T.C. 1991 Lignin geochemistry of North American coastal and continental shelf sediments. *Organic geochemistry*, 17(5):649-662.
- ROCHA, J; MILLIMAN, J.D.; SANTANA, C.I. & VICALVI, M.A. 1975. Southern Brazil. *Contributions to Sedimentology*, (4):117-150.
- ▷ SAITO, Y.; NISHIMURA, A. & MATSUMOTO, E. 1989. Transgressive sand sheet covering the shelf and upper slope off Sendai, Northeast Japan. *Marine Geology*, 89(3/4):245-258.
- ▷ SARDESSAI, S. 1994. Organic carbon and humic acids in sediments of the Arabian Sea and factors governing their distribution. *Oceanologica Acta*, 17(3):263-270.
- STEIN, R. 1991. Accumulation of organic carbon in marine sediments. Results from the Deep Sea Drilling Project / Ocean Drilling Program. berlin, Springer-Verlag. 217p.
- VALENTIN, J. s.d. Ecologia Numérica. Apostila. Arraial do Cabo, IEAPM. Mimeografado.

- WESTERHAUSEN, L.; POYNTER, J.; EGLINTON, G.; ERLLENKEUSER, H. & SARNTHEIN, M. 1993. Marine and terrigenous origin of organic matter in modern sediments of the Equatorial East Atlantic: The delta  $^{13}\text{C}$  and molecular record. Deep Sea Research. I. Oceanographic Research Papers, 40(5):1087-1121.
- ZANARDI, E. 1996. Hidrocarbonetos no Canal de São Sebastião e na plataforma interna adjacente - Influência do derrame de maio de 1994. Dissertação de Mestrado. São Paulo, Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo. 112p.
- ZEMBRUSCKI, S.G. 1979. Geomorfologia da margem continental sul brasileira e das bacias oceânicas adjacentes. In: CHAVES, H.A.F. (ed.) Geomorfologia da margem continental brasileira e áreas oceânicas adjacentes (relatório final). Série Projeto REMAC, n. 7. Rio de Janeiro, PETROBRÁS, CENPES, DINTEP. p.129-177.