

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA – UFSC
CENTRO DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS - CFH
DEPARTAMENTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA**

**IDENTIFICAÇÃO DE SUB-AMBIENTES NA
BAÍA SUL (SC) COM BASE NA ANÁLISE DE
VARIÁVEIS OCEANOGRÁFICO-
SEDIMENTARES**

Leandro Franklin da Silva

Dissertação apresentada ao curso de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, como parte dos requisitos para obtenção do grau de Mestre em Geografia – Linha de Pesquisa: Oceanografia Costeira e Geologia Marinha.

Orientador: Prof. Dr. Jarbas Bonetti Filho

Florianópolis

- 2002 -

À Kalinka pelo amor e oportunidade
de estar ao seu lado.

AGRADECIMENTOS

Ao Dr. Jarbas Bonetti Filho por proporcionar a realização deste projeto através de sua orientação, competência, agilidade, ética, amizade e bom humor. Muito Obrigado....

Ao professor Dr. Michel Mahiques por proporcionar qualidade a esta pesquisa através de sugestões e viabilização de análises.

À Carla pelo critério nas análises físico-químicas e estatísticas realizadas e pela revisão minuciosa da discussão.

Aos professores Érico Porto Filho e Davide Franco pelas sugestões dadas na qualificação deste projeto.

Ao Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo (IOUSP) pelo empréstimo de sua estrutura física durante a realização de algumas análises.

À Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI) e ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) pelos dados meteorológicos cedidos.

Ao Departamento de Apoio a Pesquisa (DAP), Brazilian Mariculture Linkage Program (BMLP) e Programa de Pós Graduação em Geografia pelo apoio financeiro durante a efetivação deste trabalho.

Ao Laboratório de Oceanografia Costeira (LOC) por proporcionar momentos maravilhosos e empolgantes durante as saídas de campo que participei. Será sempre um grande prazer trabalhar com vocês.

Para Marcelo Rodrigues, Edilson e Samara do IOUSP pelo importante e essencial apoio em parte das análises realizadas neste trabalho.

Ao Meco (Luís Américo) pelo empréstimo da sua confortável casa sem chaves durante minha permanência em São Paulo.

Ao Alexandre (baiano) pelas cervejas no Bar do Hugo e esclarecimentos sobre física quântica.

Ao Gustavo Abreu por ceder amostras de sedimentos do Saco do Limões e por compreender a importância desta pesquisa para nosso Estado.

Ao Guto pela oportunidade de trabalho junto ao Porto de Itajaí, o que viabilizou financeiramente a realização deste curso e pela compreensão de minha ausência em alguns momentos.

Ao João Luiz e Rafael pela amizade e bons momentos durante a instalação de equipamentos oceanográficos no nordeste e, principalmente, por possibilitarem a finalização deste trabalho.

Ao Jura, Pezzuto, Tito, Homero, Antônio Carlos (Tu), João Luiz, Guto e Nane pelo empréstimo de livros, *papers*, material didático e atenção durante estes dois anos.

À galera do LOC (Jarbas, Carla, Maurício Marino, Diana, Denis, Mario, Adriano, Alexandre, Rafael, Angela e Eupídio) pela amizade e valiosa ajuda durante as campanhas de campo e análises realizadas para esta pesquisa.

Ao professor Norberto pelo incentivo à linha de pesquisa Oceanografia Costeira e Geologia Marinha da UFSC.

Aos meus colegas Paulo Meliane, Maurício Tchê, Geraldo, Cátia (galega), Cícero e Paulo pela companheirismo e amizade durante saídas de campo e nas intermináveis aulas de terças.

À Marly e ao Jasiel da secretaria pelo eficiente trabalho realizado.

À Dona Helena e Rodrigo (mãe e irmão do Thadeu) pela paciência e conforto disponibilizado durante o primeiro ano do curso.

Ao colega Thadeu pela amizade e companheirismo durante mais esta fase de nossas vidas. Valeu Jhonny's Thadeu ...

Aos meus amigos Gláucio, Raqueli, Neto, Aline, Toco, Aline, Thadeu, Josi, Thaís e Emílio pela amizade, incentivo e compreensão dos vários momentos em que estive ausente durante estes dois anos. Valeu...

À minha família (Ioio, Mimi, Kátia, Cesar, Betina, Karen, Celso, Salomé, Tia Martha, Nise, Gláucio) pelo incentivo e compreensão durante este curso.

À minha cabeça (a Kalinka) pelo amor, amizade, companheirismo, conversas e compreensão ao longo destes anos. MUITO OBRIGADO.

SUMÁRIO

SUMÁRIO.....	i
LISTA DE FIGURAS.....	iv
LISTA DE TABELAS.....	ix
RESUMO.....	xi
ABSTRACT.....	xii
1. INTRODUÇÃO.....	01
1.1 IMPORTÂNCIA DO ESTUDO.....	01
1.1.1 POSSÍVEIS IMPACTOS AMBIENTAIS NA BAÍA SUL.....	02
1.1.2 DESTINO DOS POLUENTES.....	03
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	05
2.1 ASPECTOS SEDIMENTOLÓGICOS.....	05
2.1.1 ANÁLISE GRANULOMÉTRICA.....	05
2.1.2 CARBONATO BIODETRÍTICO.....	06
2.1.3 MATÉRIA ORGÂNICA ASSOCIADA.....	07
2.1.3.1 DETERMINAÇÃO DAS RAZÕES C/N E C/S.....	08
2.2 PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DA COLUNA DE ÁGUA.....	09
2.2.1 SALINIDADE.....	09
2.2.2 TEMPERATURA.....	09
2.2.3 OXIGÊNIO DISSOLVIDO.....	10
2.2.4 pH.....	11
2.2.5 TURBIDEZ.....	11
2.3 INTEGRAÇÃO DOS DADOS.....	11
3. OBJETIVOS.....	13
3.1 GERAL.....	13
3.2 ESPECÍFICO.....	13
4. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	14
4.1 ASPECTOS FISIAGRÁFICOS.....	14
4.2 GEOLOGIA REGIONAL.....	16
4.3 DEPÓSITOS SEDIMENTARES QUATERNÁRIOS.....	17
4.4 ASPECTOS DO CLIMA DA ILHA DE SANTA CATARINA.....	19

4.5	HIDROGRAFIA.....	21
4.6	HIDRODINÂMICA.....	21
5.	MATERIAIS E MÉTODOS.....	24
5.1	COLETA DE DADOS.....	24
5.1.1	PREPARAÇÃO EM LABORATÓRIO.....	24
5.1.2	PROCEDIMENTO DE CAMPO.....	24
5.2	TRATAMENTO DOS DADOS.....	27
5.2.1	PARÂMETROS METEOROLÓGICOS.....	27
5.2.2	NÍVEL DE ÁGUA.....	28
5.2.3	BATIMETRIA.....	28
5.2.4	ANÁLISE GRANULOMÉTRICA.....	29
5.2.5	CARBONATOS BIODETRÍTICOS.....	31
5.2.6	MATÉRIA ORGÂNICA TOTAL.....	31
5.2.7	DETERMINAÇÃO DE CARBONO, NITROGÊNIO E ENXOFRE.....	31
5.2.8	PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS.....	32
5.2.9	ANÁLISE DE AGRUPAMENTO E MDS.....	33
6.	RESULTADOS.....	34
6.1	PARÂMETROS METEOROLÓGICOS.....	34
6.2	NÍVEL DE ÁGUA.....	37
6.3	BATIMETRIA.....	39
6.4	ANÁLISE GRANULOMÉTRICA.....	41
6.5	CARBONATO BIODETRÍTICO.....	43
6.6	MATÉRIA ORGÂNICA TOTAL.....	44
6.7	TEORES DE CARBONO, NITROGÊNIO E ENXOFRE.....	45
6.8	PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DA ÁGUA.....	47
7.	DISCUSSÃO.....	50
7.1	PARÂMETROS METEOROLÓGICOS.....	50
7.2	NÍVEL DE ÁGUA.....	51
7.3	BATIMETRIA.....	51
7.4	ANÁLISE GRANULOMÉTRICA.....	51
7.5	COMPARAÇÃO DOS MÉTODOS DE ANÁLISE GRANULOMÉTRICA.....	53

7.6	CARBONATOS BIODETRÍTICOS E MATÉRIA ORGÂNICA TOTAL....	62
7.7	TEORES DE CARBONO ORGÂNICO, NITROGÊNIO E ENXOFRE.....	63
7.8	PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DA ÁGUA.....	65
7.9	INTEGRAÇÃO DOS DADOS.....	67
8.	CONCLUSÃO.....	83
9.	SUGESTÕES PARA A CONTINUIDADE DA PESQUISA.....	85
10.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	87
	ANEXOS (Tabelas).....	93

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1:** Diagrama triangular de classificação de sedimentos clásticos de acordo com a granulometria (Segundo SHEPARD, 1954).....6
- Figura 2:** Valores de razão C/N para diferentes tipos de materiais (Segundo STEIN, 1991 *apud* MAHIQUES, 1998).....9
- Figura 3:** Localização da área de estudo.....15
- Figura 4:** Campo de correntes geradas pela maré nas baías Norte e Sul simuladas a partir de um modelo hidrodinâmico (MELO *et. al.*, 1997).....23
- Figura 5:** Representação dos pontos amostrais planejados ao longo da Baía Sul, Florianópolis - SC.....25
- Figura 6:** Representação dos pontos amostrais realizados no dia 26 de janeiro de 2001, ao longo da Baía Sul, Florianópolis – SC.....26
- Figura 7:** Distribuição do máximo de classes de tamanho de grãos fornecidas pelo Malvern (105 classes).....30
- Figura 8:** Distribuição das 18 classes de tamanho de grãos fornecidas pelo Malvern, equivalentes aos tamanhos das peneiras utilizadas tradicionalmente na determinação da granulometria.....30
- Figura 9:** Representação gráfica da pressão atmosférica, temperatura do ar, umidade relativa, velocidade e direção do vento, precipitação total e nebulosidade antes, durante e depois da campanha de campo do verão (26 de janeiro de 2001).....35
- Figura 10:** Representação gráfica da pressão atmosférica, temperatura do ar, umidade relativa, velocidade e direção do vento, precipitação total e nebulosidade antes, durante e depois da campanha de campo do inverno (24 de agosto de 2001).....36
- Figura 11:** Representação gráfica da temperatura do ar e intensidade do vento, ao longo das estações amostrais da Baía Sul, coletadas durante as campanhas de campo do verão e inverno.....37
- Figura 12:** Situação dos níveis de água previstos durante a campanha de verão.....38
- Figura 13:** Situação dos níveis de água previstos durante a campanha de inverno.....38
- Figura 14:** Representação das profundidades (m) amostradas no dia 26 de janeiro de 2001, ao longo da Baía Sul, Florianópolis – SC.....40

Figura 15: Representação do relevo submerso, através de um Modelo Digital de Terreno (M.D.T.) da Baía Sul, Florianópolis - SC.....	41
Figura 16: Diagrama de classificação dos sedimentos de superfície de fundo ao longo da Baía Sul, Florianópolis - SC, na campanha de campo realizada em 26 de janeiro, de 2001, segundo SHEPARD (1954)...	42
Figura 17: Distribuição espacial do diâmetro médio (ϕ), grau de seleção, assimetria e curtose nos sedimentos de superfície de fundo ao longo da Baía Sul, Florianópolis – SC, segundo FOLK & WARD (1957)...	43
Figura 18: Distribuição espacial dos valores de carbonatos biodetríticos e matéria orgânica total ao longo da Baía Sul, Florianópolis – SC.....	44
Figura 19: Distribuição espacial dos teores de Carbono Orgânico (C), Nitrogênio (N) e Enxofre (S) ao longo da Baía Sul, Florianópolis – SC.....	45
Figura 20: Distribuição espacial dos valores das razões C/N ao longo das estações amostrais da Baía Sul, Florianópolis – SC.....	46
Figura 21: Distribuição espacial dos valores das razões C/S ao longo das estações amostrais da Baía Sul, Florianópolis – SC.....	46
Figura 22: Distribuição da salinidade, temperatura, oxigênio dissolvido, pH e turbidez, na superfície e no fundo, ao longo da Baía Sul, Florianópolis – SC, relativo a campanha de campo realizada no verão (26 de janeiro de 2001).....	48
Figura 23: Distribuição da salinidade, temperatura, oxigênio dissolvido, pH e turbidez, na superfície e no fundo, ao longo da Baía Sul, Florianópolis – SC, relativo a campanha de campo realizada no inverno (24 de agosto de 2001).....	49
Figura 24: Distribuição espacial dos valores de Lama e Areia nos sedimentos de superfície de fundo da Baía Sul, Florianópolis – SC.....	52
Figura 25: Comparação dos valores de porcentagem de Areia determinados a partir de dois métodos distintos de análise granulométrica (Malvern x Peneiramento e Pipetagem).....	54
Figura 26: Comparação dos valores de porcentagem de Silte determinados a partir de dois métodos distintos de análise granulométrica (Malvern x Peneiramento e Pipetagem).....	54
Figura 27: Comparação dos valores de porcentagem de Argila determinados a partir de dois métodos distintos de análise granulométrica (Malvern x Peneiramento e Pipetagem).....	55

Figura 28: Comparação dos valores de porcentagem de Lama determinados a partir de dois métodos distintos de análise granulométrica (Malvern x Peneiramento e Pipetagem).....	55
Figura 29: Comparação dos valores de Diâmetro Médio determinados a partir de dois métodos distintos de análise granulométrica (Malvern x Peneiramento e Pipetagem).....	55
Figura 30: Comparação dos valores de Desvio Padrão determinados a partir de dois métodos distintos de análise granulométrica (Malvern x Peneiramento e Pipetagem).....	56
Figura 31: Comparação dos valores de Assimetria determinados a partir de dois métodos distintos de análise granulométrica (Malvern x Peneiramento e Pipetagem).....	56
Figura 32: Comparação dos valores de Curtose determinados a partir de dois métodos distintos de análise granulométrica (Malvern x Peneiramento e Pipetagem).....	56
Figura 33: Correlação dos valores de porcentagem de Areia determinados a partir de dois métodos distintos de análise granulométrica (Malvern x Peneiramento e Pipetagem).....	57
Figura 34: Correlação dos valores de porcentagem de Lama determinados a partir de dois métodos distintos de análise granulométrica (Malvern x Peneiramento e Pipetagem).....	57
Figura 35: Correlação dos valores de Diâmetro Médio determinados a partir de dois métodos distintos de análise granulométrica (Malvern x Peneiramento e Pipetagem).....	58
Figura 36: Correlação dos valores de Desvio Padrão determinados a partir de dois métodos distintos de análise granulométrica (Malvern x Peneiramento e Pipetagem).....	58
Figura 37: Correlação dos valores de Assimetria determinados a partir de dois métodos distintos de análise granulométrica (Malvern x Peneiramento e Pipetagem).....	58
Figura 38: Correlação dos valores de Curtose determinados a partir de dois métodos distintos de análise granulométrica (Malvern x Peneiramento e Pipetagem).....	59
Figura 39: Comparação das distribuições espaciais (n=20) da granulometria segundo Shepard (1954), relativo aos métodos comparados (Malvern x Peneiramento e Pipetagem).....	60

Figura 40: Comparação das distribuições espaciais (n=20) das porcentagens de Lama e Areia, relativo aos métodos comparados (Malvern x Peneiramento e Pipetagem).....	61
Figura 41: Correlação dos valores de carbono orgânico e diâmetro médio.....	63
Figura 42: Correlação dos valores de nitrogênio e diâmetro médio.....	63
Figura 43: Correlação dos valores de enxofre e diâmetro médio.....	64
Figura 44: Correlação dos valores de carbono orgânico e matéria orgânica total.....	64
Figura 45: Correlação dos valores de nitrogênio e matéria orgânica total.....	64
Figura 46: Correlação dos valores de enxofre e matéria orgânica total.....	65
Figura 47: Dendograma gerado a partir de dados sedimentológicos agrupados no modo Q (agrupamento de objetos).....	71
Figura 48: Dendograma gerado a partir de dados sedimentológicos agrupados no modo R (agrupamento de descritores).....	72
Figura 49: Distribuição dos diferentes setores ao longo da Baía Sul, Florianópolis – SC.....	73
Figura 50: Dendograma gerado a partir de parâmetros físico-químicos coletados durante a campanha de verão (26/01/2001) e agrupados no modo Q (agrupamento de objetos).....	74
Figura 51: Dendograma gerado a partir de parâmetros físico-químicos coletados durante a campanha de inverno (24/08/2001) e agrupados no modo Q (agrupamento de objetos).....	75
Figura 52: Dendograma gerado a partir de parâmetros físico-químicos coletados durante a campanha de verão (26/01/2001) e agrupados no modo R (agrupamento de descritores).....	76
Figura 53: Dendograma gerado a partir de parâmetros físico-químicos coletados durante a campanha de inverno (24/08/2001) e agrupados no modo R (agrupamento de descritores).....	77
Figura 54: Mapa síntese gerado a partir da análise de agrupamento dos parâmetros físico-químicos disponíveis, relativo a campanha de verão.....	78
Figura 55: Mapa síntese gerado a partir da análise de agrupamento dos parâmetros físico-químicos disponíveis, relativo a campanha de inverno.....	79

- Figura 56:** Distribuição gerada a partir de um MDS, considerando todos parâmetros físico-químicos coletados (modo R).....80
- Figura 57:** Distribuição gerada a partir de um MDS, considerando todos parâmetros físico-químicos coletados (modo Q).....81
- Figura 58:** Distribuição gerada a partir de um MDS, considerando todos parâmetros físico-químicos coletados, com exceção aos valores de turbidez (modo Q).....82

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1:** Valores médios de precipitação total, dias de chuva, temperatura do ar e intensidade do vento, determinados a partir de uma série temporal de 32 anos (1966/1997).....94
- Tabela 2:** Valores médios anuais de precipitação total, dias de chuva, temperatura do ar e intensidade de vento de 1966 a 1997.....94
- Tabela 3:** Valores de pressão atmosférica, temperatura do ar, umidade relativa, precipitação total e nebulosidade antes, durante e depois da campanha de campo de verão (26 de janeiro de 2001).....95
- Tabela 4:** Valores de pressão atmosférica, temperatura do ar, umidade relativa, precipitação total e nebulosidade antes, durante e depois da campanha de campo de inverno (24 de agosto de 2001).....95
- Tabela 5:** Valores de temperatura do ar, direção e intensidade de vento coletados durante a campanha de campo do verão (26 de janeiro de 2001).....96
- Tabela 6:** Valores de temperatura do ar, direção e intensidade de vento coletados durante a campanha de campo do inverno (24 de agosto de 2001).....97
- Tabela 7:** Valores de porcentagem de areia, silte e argila com suas respectivas classificações, segundo SHEPARD (1954), para cada estação amostral da Baía Sul.....98
- Tabela 8:** Valores dos parâmetros estatísticos de FOLK & WARD (1957), diâmetro médio, desvio padrão, assimetria e curtose, entre outros índices, para cada estação amostral da Baía Sul.....99
- Tabela 9:** Valores de matéria orgânica total e carbonatos biodetríticos para cada estação amostral da Baía Sul.....100
- Tabela 10:** Valores de Carbono (C), Nitrogênio (N) e Enxofre (S), juntamente com as razões C/N e C/S, para cada estação amostral da Baía Sul.....101
- Tabela 11:** Dados de salinidade, temperatura ($^{\circ}$ C), oxigênio dissolvido (mg/l), pH, turbidez (NTU) e material particulado em suspensão (mg/l) em cada ponto amostral na superfície, relativo a campanha de campo do verão (26 de janeiro de 2001).....102

- Tabela 12:** Dados de salinidade, temperatura ($^{\circ}\text{C}$), oxigênio dissolvido (mg/l), pH, turbidez (NTU) e material particulado em suspensão (mg/l) em cada ponto amostral no fundo, relativo a campanha de campo do verão (26 de janeiro de 2001).....103
- Tabela 13:** Dados de salinidade, temperatura ($^{\circ}\text{C}$), oxigênio dissolvido (mg/l), pH, turbidez (NTU) e material particulado em suspensão (mg/l) em cada ponto amostral na superfície, relativo a campanha de campo do inverno (24 de agosto de 2001).....104
- Tabela 14:** Dados de salinidade, temperatura ($^{\circ}\text{C}$), oxigênio dissolvido (mg/l), pH, turbidez (NTU) e material particulado em suspensão (mg/l) em cada ponto amostral no fundo, relativo a campanha de campo do inverno (24 de agosto de 2001).....105
- Tabela 15:** Valores mínimos, médios e máximos de salinidade, temperatura ($^{\circ}\text{C}$), oxigênio dissolvido (mg/l), pH, turbidez (ntu), profundidade (m) para o Setor Norte e Sul, na superfície e no fundo, relativo a campanha de campo do verão (26 de janeiro de 2001).....106
- Tabela 16:** Valores mínimos, médios e máximos de salinidade, temperatura ($^{\circ}\text{C}$), oxigênio dissolvido (mg/l), pH, turbidez (ntu), profundidade (m) para o Setor Norte e Sul, na superfície e no fundo, relativo a campanha de campo do inverno (24 de agosto de 2001).....106

RESUMO

A Baía Sul está localizada a oeste da Ilha de Santa Catarina, possui uma área total de aproximadamente 125km² e engloba no seu entorno cerca de 100km de linha de costa. O principal objetivo deste trabalho foi compreender a distribuição de propriedades sedimentológicas de fundo e físico-químicas da coluna de água da Baía Sul visando a identificação de sub-ambientes neste sistema. Ao longo de 36 pontos amostrais foram coletadas amostras de sedimentos superficiais de fundo e parâmetros físico-químicos da coluna de água, no verão (26 de janeiro de 2001) e no inverno (24 de agosto de 2001). Os parâmetros sedimentológicos determinados foram % de areia, % de silte, % de argilas, diâmetro médio, desvio padrão, assimetria, curtose, % de carbonatos biotróficos, % de matéria orgânica total (MOT), % de carbono orgânico (C), % de nitrogênio (N) e % de enxofre (S). Para a análise granulométrica foi utilizado um analisador de tamanhos de grãos pela difração da luz (MALVERN série 2.600). Visando uma comparação entre métodos de análise granulométrica, foram selecionadas 20 amostras para realização da granulometria pelo método tradicionalmente utilizado, peneiramento e pipetagem. As % de carbonatos biotróficos e % de MOT foram determinadas pelos métodos usuais. Os teores de C, N e S foram determinados através de um analisador LECO – CNS2000. Os parâmetros físico-químicos salinidade, temperatura, oxigênio dissolvido e pH foram determinados *in situ* com a utilização de uma Sonda Multiparâmetro marca WTW. Os valores de turbidez foram obtidos em laboratório, através de um turbidímetro de bancada modelo LaMOTTE. Como dados complementares desta pesquisa foram utilizadas variáveis meteorológicas, amplitudes e fase de maré e batimetria da área de estudo. Para integração dos dados foram utilizadas técnicas estatísticas (Agrupamento e Multidimensional Scaling -MDS). Através dos resultados obtidos observou-se que cerca de 61% das classes texturais determinadas são areias (Setor Sul) e 39% são Lamas (Setor Norte). A comparação dos métodos de análise granulométrica (difração de raio laser x peneiramento e pipetagem) mostrou uma melhor correlação entre as classes texturais mais grossas (areias). Baseado nos dados sedimentológicos foi possível a identificação de 5 setores distintos ao longo da área de estudo. A distribuição dos setores mostrou-se relacionada com as condições fisiográficas e hidrodinâmicas da área de estudo. As distribuições espaciais dos parâmetros físico-químicos estão fortemente associadas às condições meteorológicas e a semelhança entre os valores determinados mostrou que a coluna de água da Baía Sul é homogênea. Em termos horizontais foram observadas alterações na distribuição das propriedades no extremo norte do sistema (Baía de São José e Saco dos Limões).

ABSTRACT

Baia Sul is located in the central coast of Santa Catarina State. Its area has approximately 125 Km² and the perimeter comprises 100 Km of coastline. The aim of this research is to understand the distribution of sedimentary and physical-chemical properties in order to identify different sectors in the system. Thirty-six samples of surface sediments and water quality parameters were collected both in summer (January 26th, 2001) and winter (August 24th, 2001). The obtained sedimentological variables were % sand, % silt, % clay, mean diameter, standard deviation, asymmetry, kurtosis, concentrations of biotritical carbonates, total organic matter, organic carbon (C), nitrogen (N) and sulphur (S). Grain-size distribution was obtained through a light diffraction analyzer (Malvern series 2600). A comparison between this method and classical grain-size analysis (sieving and pipetting) was undertaken for 20 samples. Biotritical carbonates and total organic matter were determined by usual methods. The proportion of C, N and S was obtained by a LECO-CNS2000 analyzer. The physical-chemical parameters salinity, temperature, dissolved oxygen and pH derived from in situ measurements with a WTW multiparameter analyzer. Turbidity was determined in laboratory with a LaMOTTE turbidity meter. Complementary meteorological, tidal and bathymetric information were also obtained. Statistical analysis (Cluster Analysis and Multidimensional Scaling – MDS) was employed seeking data integration. Results pointed that about 61% of the determined grain size classes are sands (Southern section) and 39% are mud (Northern sector). The comparison between both grain-size methods showed a better co-relation for coarser classes. Based on the statistical analysis of sedimentary data it was possible to identify 5 different sectors inside the bay. These sectors seemed to be related to local physiographical and hydrodynamic conditions. The horizontal distribution of water related parameters were strongly influenced by weather and water column was vertically homogeneous. Changes in the horizontal distribution of the properties were observed only in the extreme North of the system.

1. INTRODUÇÃO

1.1 IMPORTÂNCIA DO ESTUDO

De acordo com a lei nº 7.661/88 que institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro a Zona Costeira é “*o espaço geográfico de integração do ar, do mar e da terra, incluindo seus recursos renováveis ou não, abrangendo uma faixa marítima e outra terrestre*”. Segundo CAVEDON & DIEHL (1998), apesar da Zona Costeira estar legalmente protegida, os municípios costeiros vêm sofrendo constante descaracterização de seus ambientes naturais e de sua identidade cultural. Tal decorre principalmente da expansão urbana, ocasionada pelo desenvolvimento da atividade turística e valorização imobiliária das áreas costeiras, aliadas à carência de planos e normas urbanísticas que priorizem a manutenção da sua integridade.

Sua localização estratégica, e conseqüente importância econômica e social propiciaram historicamente a exploração predatória de seus recursos naturais, tendo a manipulação desordenada provocado sucessivos efeitos negativos e graves dificuldades em seu planejamento e administração. Neste sentido, do continental, oceânico e atmosférico um novo sistema, o antrópico, passou a agir como um forte *input* energético, sendo capaz de alterar profundamente, em intervalos de tempo relativamente curtos, a própria paisagem da Zona Costeira (BONETTI FILHO, 1996).

Na Zona Costeira catarinense, as baías Norte e Sul possuem grande importância econômica e social para a Grande Florianópolis, já que estas são utilizadas para a prática de uma série de atividades que, direta ou indiretamente, interferem nestes complexos ecossistemas. Entre as principais atividades realizadas nestes ambientes destacam-se a maricultura; a pesca; artesanal; a recreação; o turismo; os aterros para expansão viária e o despejo de efluentes da estação de tratamento de esgotos (ETE) de Florianópolis. A presença das Bacias Hidrográficas dos Rios Biguaçu e Cubatão do Sul, nas baías Norte e Sul, respectivamente, representam um risco adicional na mudança das características naturais destes sistemas, pois uma significativa parcela de dejetos, provindos das cidades localizadas nestas bacias, acabam depositadas no interior das baías.

Tendo em vista o espectro de utilização destes sistemas e as grandes possibilidades da ocorrência de impactos ambientais, decorrentes do mal uso da Zona Costeira, é de extrema importância a realização de estudos que possibilitem futuras tomadas de decisões, visando um planejamento adequado que garanta a sua sustentabilidade.

Apesar do desenvolvimento crescente de estudos em áreas costeiras no Estado de Santa Catarina, ainda é reduzido o conhecimento sobre os aspectos dinâmicos da relação oceano-continente em vários setores. Segundo BONETTI FILHO *et al.* (1998), nas baías Norte e Sul, que encontram-se entre os sistemas hídricos mais importantes do litoral catarinense, pouco se sabe sobre os mecanismos de distribuição e transportes de sedimentos e de circulação e comportamento das propriedades físico-químicas das suas águas.

1.1.1 POSSÍVEIS IMPACTOS AMBIENTAIS NA BAÍA SUL

Um dos impactos possíveis, e que provavelmente ocorre com mais frequência, é a poluição por lançamento de esgotos. A descarga de efluentes sanitários das comunidades terrestres, embarcações e zonas portuárias, além de provocar a contaminação da água por bactérias e vírus, resulta em aumento do consumo de oxigênio, contribuindo com maior deposição de matéria de origem orgânica, podendo dar origem a um lodo anóxico nas regiões costeiras. Em consequência dessas descargas, as áreas afetadas passam a sofrer grandes oscilações no teor de oxigênio dissolvido, prejudicando a biota em geral.

As atividades de dragagens e aterros para a expansão viária do município de Florianópolis são responsáveis pela intensa mudança das características naturais na área do Saco dos Limões, localizado a nordeste da Baía Sul. Nesta área, a implantação da Via Expressa Sul provocou grandes alterações no ponto de vista biológico e sedimentológico. Um dos exemplos é o avanço progressivo das texturas de lama terrígena e lama terrígena arenosa das margens em direção à área externa do Saco dos Limões (para oeste), modificando significativamente o padrão de distribuição textural na porção submersa desta área (CTTMAR-UNIVALI, 2000).

Com o desenvolvimento da maricultura no Estado de Santa Catarina nos últimos dez anos, o número de áreas de cultivos implantadas em baías e enseadas cresceu substancialmente. Na Baía Sul, os principais cultivos são realizados na Enseada do Brito e, em menor proporção no Ribeirão da Ilha . As implicações desta atividade dependem das características físico-químicas, biológicas e sedimentológicas do local de cultivo e, principalmente, da dimensão do empreendimento. Entre os principais impactos relacionados à maricultura destacam-se a eutrofização causada pela produtividade natural, modificações no fundo, poluição visual, obstáculos à navegação, entre outros.

A presença de sistemas de drenagem continental, como os dos rios Cubatão do Sul e Massiambu, representa um risco de poluição devido a práticas inadequadas da agropecuária (horticultura), já que os efluentes desta atividade são dispensados nestes rios (UFSC/CNIO, 1998).

O assoreamento, resultante do uso indevido do solo nas adjacências e ocupação das encostas em consequência da expansão urbana desordenada, também representa um importante fator de modificação na Baía Sul. Os manguezais, que ocorrem no baixo curso de alguns rios tiveram suas áreas reduzidas por aterros que visam a ocupação para diversos fins (SILVA, 1989).

1.1.2 DESTINO DOS POLUENTES

A maioria das substâncias químicas introduzidas nas águas marinhas acaba alcançando o fundo e depositando-se nos sedimentos, que são importantes componentes dos ecossistemas aquáticos, pois oferecem substrato para uma grande variedade de organismos (ABESSA *et al.*, 1998). A maior parte dos poluentes que, possivelmente, chegam na Baía Sul tende a ficar retida principalmente em sedimentos finos, como silte e argila.

A consequência da retenção de materiais é o efeito acumulativo de poluentes nestes sedimentos. As concentrações de poluentes na coluna de água são, normalmente, várias ordens de grandeza inferiores às concentrações observadas nos sedimentos. Sob condições esporádicas de eventos de alta energia, como a ação efetiva de ventos, ou ações antrópicas, como uma dragagem, os poluentes que estavam retidos no sedimento são prontamente

disponibilizados para a coluna de água, com efeitos imprevisíveis sobre a biota (FORSTNER & WITTMANN, 1983).

Assim, a determinação dos parâmetros sedimentológicos e físico-químicos da coluna de água da Baía Sul, bem como, o estudo da morfologia do fundo, são essenciais para a formação de um conjunto de dados que possibilitará, através da integração destes, um melhor entendimento sobre os processos de transporte sedimentar que ocorrem nesta baía. Tais informações, juntamente com os demais aspectos geográficos, fornecem a estrutura básica que possibilita a tomada de decisão das partes competentes para a manutenção da qualidade ambiental.

Perguntas que norteiam a pesquisa proposta:

- Qual é o comportamento batimétrico da Baía Sul?
- Qual o tipo e origem, como se distribuem e quais são as principais tendências de transporte e sedimentação dos sedimentos superficiais de fundo na Baía Sul?
- Qual a porcentagem de material carbonático biodetrítico e orgânico associado aos sedimentos de superfície de fundo na Baía Sul?
- Quais são e como se distribuem os teores de C, N, S e as razões C/N e C/S ao longo da Baía Sul?
- Como se distribuem sazonalmente os parâmetros físico-químicos (salinidade, temperatura, oxigênio dissolvido, pH e turbidez,), indicadores de qualidade ambiental das águas costeiras, na coluna de água na Baía Sul?
- Até que ponto a análise integrada dos parâmetros obtidos pode auxiliar na identificação de sub-ambientes na Baía Sul?

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 ASPECTOS SEDIMENTOLÓGICOS

2.1.1 ANÁLISE GRANULOMÉTRICA

A análise que permite estabelecer uma expressão quantitativa da distribuição textural das partículas sedimentares é conhecida como análise granulométrica (SUGUIO, 1973). Através desta análise é possível caracterizar, classificar e correlacionar sedimentos de áreas diferentes por meio de tratamento estatístico, estimar o modo de transporte e deposição destes materiais inconsolidados, entre outras aplicações.

A principal finalidade da análise granulométrica neste trabalho está relacionada com a caracterização, classificação e determinação de alguns parâmetros estatísticos dos sedimentos que, juntamente com os aspectos qualitativos e quantitativos da matéria orgânica associada, proporcionam um melhor entendimento dos processos que ocorrem na Baía Sul.

Quando uma distribuição puder ser expressa em quantidades de três componentes, então o sedimento poderá ser representado por um ponto no diagrama triangular. Assim, esta classificação permite definir as porcentagens de areia, silte e argila numa amostra de sedimento (Figura 1).

Entre as medidas de tendência central, o diâmetro médio é a mais importante, pois reflete a média geral de tamanho dos sedimentos, sendo afetada pela fonte de suprimento de material, pelo processo de deposição e pela velocidade da corrente envolvida no processo (SUGUIO, 1973).

O grau de seleção ou desvio padrão representa uma medida de dispersão da distribuição granulométrica em torno da média. Segundo SUGUIO (1973) a seleção dos sedimentos depende até certo ponto da granulometria, aumentando seu valor com o decréscimo do diâmetro médio. Assim, com o processo de transporte do sedimento o grau de seleção tende a aumentar.

A assimetria reflete a dispersão dos pontos entorno da média dos dados. Segundo SUGUIO (1973), a presença universal desta medida nos sedimentos sugere que existe uma relação genética entre os agentes de transporte e a assimetria e que os graus deste parâmetro podem variar seguindo leis próprias.

O grau de agudez das partículas sedimentares é caracterizado pela curtose (SUGUIO, 1973), sendo que esta medida reflete a dinâmica envolvida no processo de sedimentação (FÚLFARO & POÇANO, 1975 *apud* FURTADO, 1978).

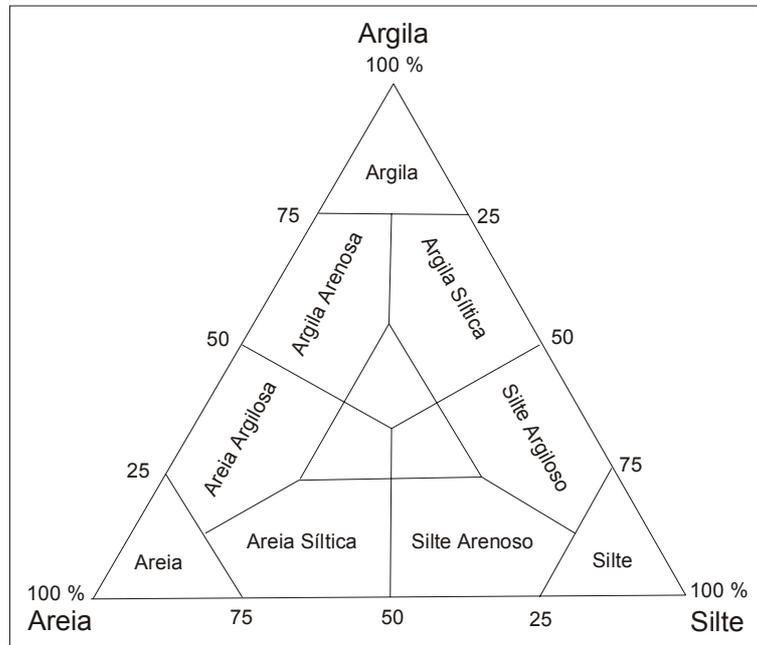


Figura 1: Diagrama triangular de classificação de sedimentos clásticos de acordo com a granulometria (Segundo SHEPARD, 1954).

2.1.2 CARBONATO BIODETRÍTICO

O carbonato biodetrítico é considerado um produto autóctone nos sedimentos marinhos, sendo produzido através da atividade biológica do ambiente. Os organismos bentônicos são os principais responsáveis pela utilização do carbonato de cálcio neste ambiente. Com a morte destes organismos, as partes duras (carapaças), formadas a partir de carbonatos, ficam novamente disponíveis no meio.

A quantidade de carbonatos num sedimento marinho é inversamente proporcional ao conteúdo em carbono de origem continental, pois a introdução dos sedimentos continentais inibe sua precipitação (PAROPKARI *et al.*, 1991 *apud* MAHIQUES, 1998,).

2.1.3 MATÉRIA ORGÂNICA ASSOCIADA

O conhecimento da natureza da matéria orgânica, além de permitir a avaliação das áreas de circulação mais efetiva e tendências do meio quanto ao potencial redox, fornece parâmetros fundamentais para o estudo de ecossistemas bentônicos (BARCELLOS & FURTADO, 1998).

Segundo MAHIQUES *et al.* (1999), as características da matéria orgânica depositada em sedimentos superficiais de áreas marinhas têm sido intensamente utilizadas na correlação de vários processos oceanográficos, tais como, a produtividade de águas superficiais, o aporte de materiais continentais para os oceanos, a dinâmica de massas de água, o potencial de oxiredução e taxas de sedimentação.

A matéria orgânica presente nos solos, sedimentos, água e outros ambientes naturais consiste numa mistura de produtos de plantas e animais em vários estágios de decomposição, juntamente com as substâncias sintetizadas química ou biologicamente (KALAS *et al.*, 1998). Nos oceanos a transformação da matéria orgânica ocorre na superfície e/ou ao longo da coluna de água (PESSÔA NETO *et al.*, 2000). Esta pode apresentar-se na forma de colóides ($1\mu\text{m} - 0,001\mu\text{m}$), dissolvida (MOD – matéria orgânica dissolvida com diâmetro menor que $0,45\mu\text{m}$) e particulada (MOP – matéria orgânica particulada com diâmetro maior que $0,45\mu\text{m}$).

Os sedimentos do fundo oceânico consistem no principal local onde se deposita a matéria orgânica de procedência tanto marinha, gerada pelo fito e zooplâncton existente na coluna de água, como também continental, carregada principalmente pelos rios (LIMA, 2000). Assim, através da determinação qualitativa e quantitativa da matéria orgânica contida na Baía Sul, será possível entender a origem deste material. Associada com as características texturais dos sedimentos, vai permitir a elaboração de modelos conceituais mais completos para a área de estudo.

Através da estimativa dos valores de Carbono Orgânico (C), Nitrogênio (N) e Enxofre (S), ao longo da Baía Sul, pode ser possível determinar a origem da matéria orgânica contida nos sedimentos superficiais do fundo e identificar setores com tendências redutoras.

2.1.3.1 DETERMINAÇÃO DAS RAZÕES CARBONO/NITROGÊNIO E CARBONO/ENXOFRE

O carbono (C) e o nitrogênio (N) são os elementos mais importantes na estrutura dos seres vivos. O carbono é constituinte essencial de toda forma de vida, estando presente em todas as moléculas orgânicas ao passo que o nitrogênio é o elemento fundamental nas estruturas de proteínas. O enxofre (S) é encontrado normalmente na forma de sulfeto nos fundos marinhos, sendo geralmente associado com condições de redução.

A análise integrada destes elementos pode indicar características das condições oceanográficas locais, da produtividade primária, da taxa de degradação dos organismos presentes e do potencial redox (eH) do meio, que aponta através dos teores, se o ambiente é redutor ou oxidante.

A razão C/N está baseada no fato de que diferentes grupos de organismos produzem matéria orgânica que contém diferentes conteúdos de C e N. A razão C/N associada a presença de fito e zôoplancton marinho apresenta valores da ordem de 6, podendo aumentar em torno de 10 em detritos orgânicos que estejam na coluna de água devido à decomposição de componentes ricos em proteínas. Por outro lado, plantas terrestres superiores são caracterizadas por valores de razão C/N maiores que 15 (Figura 2). Esta distinção entre os valores está associada à ausência de celulose em algas e a sua abundância em plantas vasculares e à riqueza em proteínas da matéria orgânica algal (STEIN, 1991; MEYERS, 1997 *apud* LIMA, 2000).

A razão C/S pode indicar, entre outras características, se um ambiente possui uma deposição anóxica ou não. Os sulfetos representam o produto final da redução do sulfato. Segundo LIMA (2000) o conteúdo típico de sulfato dissolvido, em águas marinhas, é de 28 nM em média e o principal controlador da formação de sulfeto é a quantidade de matéria orgânica reativa.

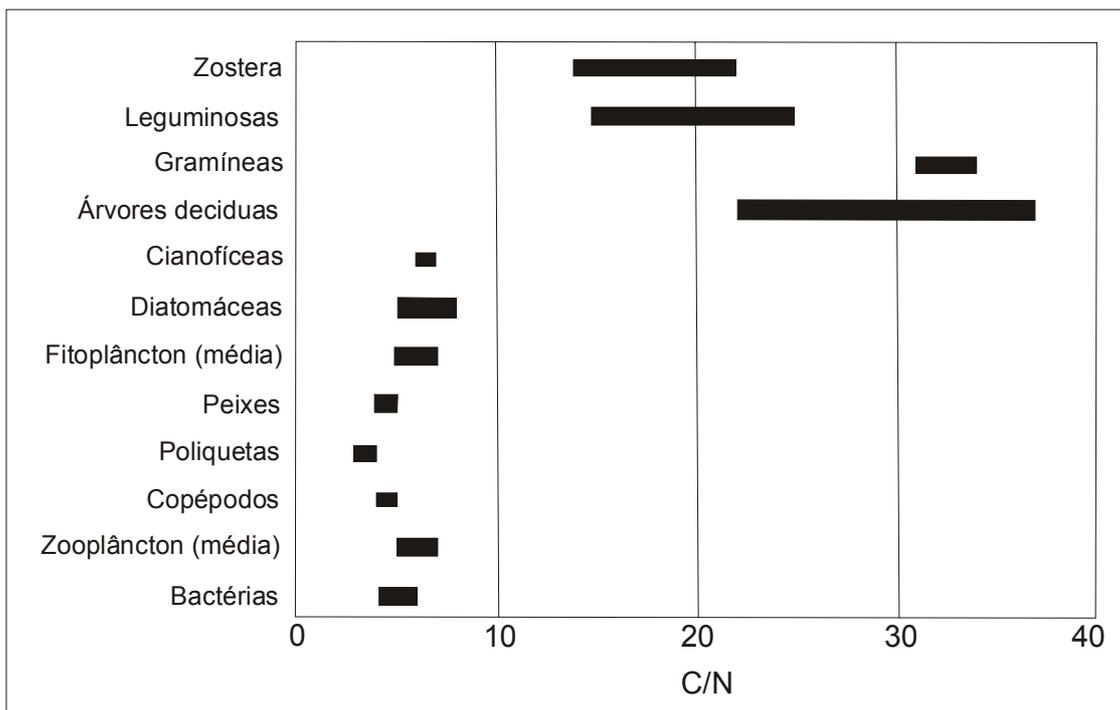


Figura 2: Valores de razão C/N para diferentes tipos de materiais (Segundo STEIN, 1991 *apud* MAHIQUES, 1998).

2.2 PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS NA COLUNA DE ÁGUA

2.2.1 SALINIDADE

Este parâmetro, além de influenciar a distribuição de espécies num determinado local é um importante elemento para caracterizar o comportamento hidrodinâmico de um sistema, através da definição de seus gradientes verticais e horizontais.

Com base nos valores de salinidade é possível estimar, por exemplo, a influência das águas dos rios que deságuam na Baía Sul, possibilitando uma compreensão mais precisa da funcionalidade da área de estudo. Outra aplicação relevante é a verificação da influência de massas de água conhecidas e classificadas, quanto à salinidade e temperatura, que atuam na costa de Santa Catarina.

2.2.2 TEMPERATURA

Variações de temperatura são parte do regime climático habitual e corpos de água naturais apresentam variações sazonais e diurnas, bem

como estratificação vertical. A temperatura da água é influenciada por fatores tais como latitude, estação do ano, período do dia, taxa de fluxo e profundidade. Esta variável desempenha um papel fundamental de controle no meio aquático, condicionando a influência de uma série de parâmetros físico-químicos. A temperatura influencia, por exemplo: a velocidade das reações químicas, a solubilidade dos gases, o pH, a condutividade elétrica, as taxas de crescimento dos microorganismos, etc.

2.2.3 OXIGÊNIO DISSOLVIDO

As três principais fontes de oxigênio são o gás carbônico e o oxigênio molecular, esses dois encontrados na atmosfera e nas águas salgadas e doces em forma dissolvida, e a própria água. Outras fontes de oxigênio são os íons nitrato e sulfato, presentes nos ecossistemas hídricos e terrestres. Este gás desempenha um papel relevante em processos biológicos, tais como a fotossíntese, a respiração e a decomposição da matéria orgânica detritica (BAUMGARTEN *et al.*, 1996).

Os níveis de oxigênio dissolvido têm papel determinante na capacidade de um corpo de água natural manter sua sustentabilidade. Uma adequada provisão de oxigênio dissolvido é essencial para a manutenção dos processos naturais de auto-depuração em sistemas aquáticos. Através da medição dos teores desta propriedade, podem ser avaliados os efeitos dos resíduos oxidáveis sobre as águas receptoras e sobre a eficiência do tratamento dos esgotos, durante o processo de oxidação bioquímica.

Nas massas de água a solubilidade do oxigênio depende de diversos fatores, dos quais se salientam a pressão atmosférica, a salinidade, a temperatura e o pH. A variação da concentração de oxigênio dissolvido fornece informações muito importantes quanto ao estado da qualidade de um curso de água. Uma diminuição brusca das concentrações pode indicar a presença de poluição de origem orgânica, em virtude da atividade microbiológica induzida, originada, por exemplo, pela descarga de águas residuais.

2.2.4 pH

O pH é um parâmetro de qualidade ambiental muito importante para as águas naturais e residuais, representando a acidez ou alcalinidade de uma água. Este parâmetro, por definir o caráter ácido, básico ou neutro de uma solução, deve ser considerado, pois os organismos aquáticos estão geralmente adaptados às condições de neutralidade e, em consequência, alterações bruscas do pH de uma água podem acarretar a morte dos organismos nela presentes. Os valores de pH dependem fortemente da natureza dos corpos de água e da existência ou não de lançamentos de efluentes urbanos e/ou industriais. Essa propriedade também constitui eficiente indicador da influência das águas de origem continental na Zona Costeira, visto que as águas marinhas são notadamente mais alcalinas.

2.2.5 TURBIDEZ

A determinação deste parâmetro, que compreende a matéria sólida suspensa numa água ou efluentes, é de elevada importância por afetar consideravelmente a sua qualidade. No ambiente marinho, altos valores de turbidez diminuem a transparência da água, impedindo a penetração da luz, levando a uma diminuição da concentração de oxigênio dissolvido e limitando o desenvolvimento da vida aquática. Além disso, afeta significativamente quanto ao uso recreacional da água.

Geralmente, no ambiente marinho os maiores valores de turbidez estão associados a desembocaduras de rios, devido à contribuição de água doce. Na Baía Sul, os sistemas de drenagem dos rios Cubatão do Sul, Massiambu, Tavares, Maruim, entre outros, representam uma importante fonte de sólidos em suspensão para este sistema.

2.3 INTEGRAÇÃO DOS DADOS

Para integração dos dados, técnicas estatísticas multivariadas de análise de agrupamento e MDS (Multidimensional Scaling) foram utilizadas para determinação de padrões espaciais, com base nos parâmetros referentes ao sedimento de superfície de fundo e da coluna de água da Baía Sul.

A análise de agrupamentos engloba uma variedade de técnicas e algoritmos cujo objetivo é encontrar objetos em grupos similares. Esta pode ser aplicada a partir de uma amostra de n objetos (estações amostrais), cada um deles medido segundo m descritores, onde se procurará um esquema de classificação que agrupe os objetos. Pode-se determinar também o número e as características desses grupos (DAVIS, 1973; GAUCH, 1982; BUSSAB *et al.*, 1990).

MAHIQUES (1989), utilizou técnicas estatísticas semelhantes na caracterização dos sedimentos de superfície de fundo da Baía da Ilha Grande (RJ), chegando a conclusão que este método é eficiente na representação e nos agrupamentos de conjuntos de amostras de sedimentos nesta região.

Ambientes de sedimentação foram identificados por CONTI (1998) através da utilização de técnicas de geoprocessamento na caracterização de aspectos morfosedimentares do Canal de São Sebatião, litoral norte de São Paulo.

Baseado na avaliação de indicadores oceanográficos, BONETTI (2001) realizou um estudo ambiental na lagoa do Camacho, sul do Estado de Santa Catarina, através de análises de agrupamentos e MDS.

Visando a setorização da Reserva Biológica Marinha do Arvoredo e da Baía de Tijucas no Estado de Santa Catarina, CHLUDINSKI (2002) utilizou a análise de agrupamentos na integração dos dados oceanográficos e de sensoriamento remoto para avaliar a distribuição espacial das águas costeiras destas regiões.

Através destas análises será possível resumir de maneira relativamente objetiva os dados obtidos na pesquisa, proporcionando uma compreensão mais precisa da área de estudo e uma síntese efetiva dos resultados.

3. OBJETIVOS

3.1 GERAL

O objetivo geral é compreender a distribuição de propriedades sedimentológicas de fundo e físico-químicas da coluna de água da Baía Sul visando a identificação de sub-ambientes neste sistema.

3.2 ESPECÍFICO

- Estudar a batimetria geral da Baía Sul, através da carta náutica CN n° 1904 (Canal Sul de Santa Catarina) da Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN) e de dados coletados em campo.
- Definir as texturas sedimentares predominantes (areia/silte/argila), segundo o diagrama de SHEPARD (1954), definindo, assim, sua distribuição espacial.
- Determinar a variação do diâmetro médio e demais parâmetros estatísticos dos sedimentos superficiais de fundo em unidade de escala *phi*, segundo FOLK & WARD (1957).
- Estudar a relação entre dois métodos de análise granulométrica, peneiramento e pipetagem, proposto por SUGUIO (1973) e analisador de tamanhos de grãos pela difração da luz.
- Determinar as razões Carbono/Nitrogênio (C/N) e Carbono/Enxofre (C/S) nos sedimentos de superfície de fundo nos pontos amostrados.
- Estimar a porcentagem dos teores de matéria orgânica total e carbonato biodetrítico em cada ponto amostral.
- Avaliar o comportamento e distribuição dos parâmetros físico-químicos (salinidade, temperatura, oxigênio dissolvido, pH e turbidez) na coluna de água da Baía Sul, sob condições de estação do ano úmida (verão) e seca (inverno).
- Aplicar testes estatísticos sobre o conjunto de dados visando sua integração.

4. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

4.1 ASPECTOS FISIAGRÁFICOS

O Estado de Santa Catarina possui cerca de 561Km de linha de costa. Sua zona costeira, é constituída por 13 municípios, distribuídos em sete bacias hidrográficas. A Ilha de Santa Catarina situa-se entre as latitudes 27^o 22'S e 27^o 50'S. Possui uma área de aproximadamente 410Km², onde localiza-se a maior parte da cidade de Florianópolis, capital do Estado de Santa Catarina. A força da economia de Florianópolis está baseada nas atividades ligadas à indústria de transformação, comércio e serviços relacionados com o turismo e, em menor escala, agropecuária e pesca. O município apresenta uma população fixa de aproximadamente 300.000 habitantes.

Na área de entorno da Baía Sul, encontram-se os municípios de São José e Palhoça, pertencentes a região da Grande Florianópolis. Localizada a 10 Km de Florianópolis, São José possui cerca de 151.000 habitantes tendo sua economia baseada em atividades de comércio, indústria de transformação e pecuária. Com uma população de cerca de 80.000 habitantes, Palhoça localiza-se a cerca de 15 Km da Capital do Estado. A maior parte dos terrenos deste município são formados de planícies, sendo utilizadas para agricultura e pecuária. Entretanto, a parte mais interior é constituída pela Serra do Tabuleiro, onde encontram-se os morros da Cambirela e Pedra Branca, com 970 e 500m de altitude, respectivamente.

A ilha separa-se do continente por um estreito canal (21m de profundidade máxima), de cerca de 550m de largura, cujos prolongamentos dão forma a duas baías denominadas Baía Norte e Sul.

A Baía Norte apresenta um comprimento longitudinal de aproximadamente 19Km e largura que varia entre 0,5 e 12Km (BONETTI-FILHO *et al.*, 1998). Segundo CERUTTI (1996), esta baía, possuindo uma área total de cerca de 145Km², apresenta características predominantemente oceânicas em suas águas superficiais, encontrando-se variabilidade das propriedades físico-químicas ao longo do ano, notadamente em situações de ocorrência de chuvas intensas e prolongadas.

A Baía Sul (Figura 3) possui cerca de 25Km de comprimento médio (máxima de 27Km) e 6,8 Km de largura média (máxima de 10,8Km e mínima de 3Km). Com uma área total de aproximadamente 125Km², engloba no seu entorno cerca de 100Km de linha de costa. Sua comunicação com mar aberto é feita pelo canal sul que possui cerca de 830m de largura e 30m de profundidade. A partir deste canal a baía se alarga, apresentando contornos irregulares, caracterizando a presença de várias enseadas. O interior da baía apresenta um fundo relativamente plano ocorrendo os maiores valores de profundidade na parte central deste sistema, com 5m em média.

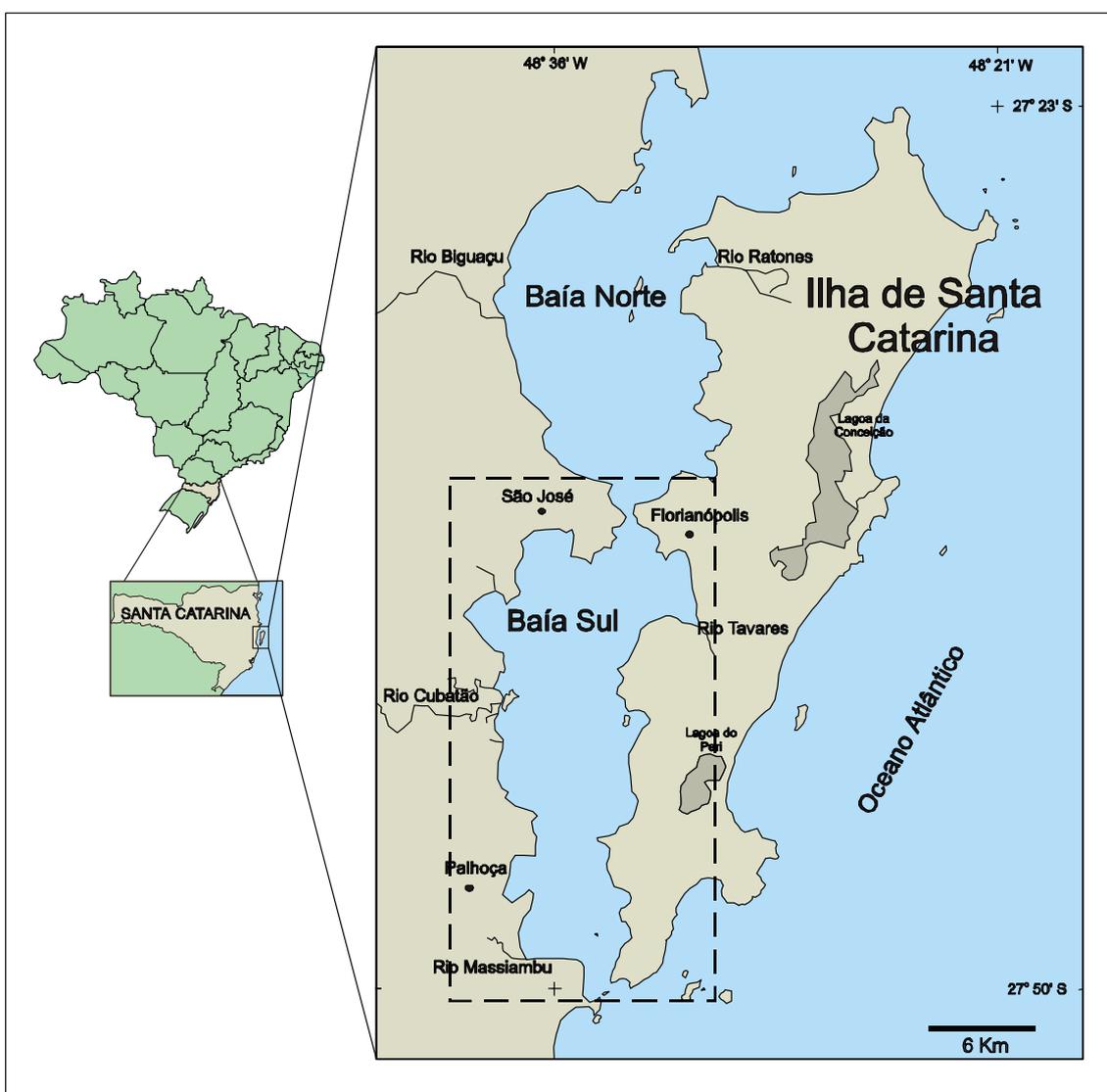


Figura 3: Localização da área de estudo.

4.2 GEOLOGIA REGIONAL

A geologia do Estado de Santa Catarina, em síntese, pode ser assim compartimentada: Escudo Atlântico, Bacia do Paraná e Sedimentos Quaternários.

A área do Escudo Atlântico tem a forma de uma “cunha alongada”, cujos limites aproximados Norte – Sul estão entre os paralelos 26⁰ 00' e 29⁰ 30'S, a oeste, limitando-se com as rochas sedimentares da Bacia do Paraná e a Leste com o Oceano Atlântico, representando 17,6% da superfície do Estado de Santa Catarina. Dentro destes limites, os terrenos cristalinos, metamórficos e anquimetamórficos estão compartimentados em elementos tectônicos denominados: cráton de Luís Alves, Bacia Periférica Camaquã-Itajaí, Faixa Arco-Fossa Tijucas e Cráton Don Feliciano (GAPLAN, 1986).

A Bacia do Paraná abrange uma área total de cerca de 1.600.000Km² e concretiza uma complexa “Fossa Tectônica” de forma elipsoidal, com eixo maior com direção NNE-SSW e acha-se encravada nos tratos rochosos pré-cambrianos no Estado. Seu embasamento constitui-se principalmente de rochas cristalinas, pré-cambrianas e, subordinadamente por rochas eopaleozóicas afossilíferas. Esta enorme bacia, rasa, encontra-se assoreada por sedimentos, na maior parte continentais e alguns marinhos, do Siluriano Superior, Devoniano Inferior, Carbonífero Superior, Permiano, Triássico, Jurássico e Cretáceo, com pelo menos 3.600m de espessura; ocorrem também lavas basálticas capeadas em parte por efusivas ácidas de idade mesozóica com espessura máxima de 1.600m. As Rochas Gonduânicas encontram-se em discordância com litologias pré-cambrianas e eo-paleozóicas (GAPLAN, 1986).

A faixa sedimentar da Bacia do Paraná no Estado é constituída de sedimentos de idade carbonífera, permiana e triássica, compreendendo o Super-Grupo Tubarão, Grupo Passa Dois e São Bento, representando 23,9% do Estado. É uma faixa que atinge a máxima largura no norte do Estado, estreitando-se na região de Anápolis, para se alongar novamente no sul e desaparecer sob a planície sedimentar costeira. As cotas altimétricas, média de 900m ao Norte, aumentam gradativamente até a Serra dos Faxinais, com

pouco mais de 1000 metros, e caem rapidamente até o nível do mar (GAPLAN, 1986).

Segundo ZANINI *et al.* (1991), o representante do magmatismo sin-tectônico na Ilha de Santa Catarina é o Granitóide Paulo Lopes; o Granito São Pedro de Alcântara corresponde ao magmatismo tardi-tectônico; e o magmatismo pós-tectônico da Suíte Pedras Grandes é representado pelo Granito Ilha, e pela Suíte Vulcano-Plutônica Cambirela, localmente denominados Riolito Cambirela e Granito Itacorubi.

A maior parcela de rochas da ilha é constituída de Granito Ilha (Suíte Pedras Grandes – Magmatismo pós-tectônico), tendo textura geralmente heterogranular e algumas variedades porfíricas com coloração cinza rosada e granulação média a grosseira. O Riolito Cambirela é a rocha vulcanogênica genética e temporalmente relacionada ao Granito Itacorubi. Sua ocorrência é pequena no entorno da Baía Sul, aparecendo apenas no Ribeirão da Ilha (CARUSO, 1993).

Os Sedimentos Quaternários correspondem aos depósitos sedimentares inconsolidados situados junto à linha de costa, formados em ambientes marinho, lagunar, fluvial, eólico, durante o Holoceno e Pleistoceno. Estes depósitos consistem em areias, argilas, cascalhos, seixos e sedimentos siltico-argilosos.

4.3 DEPÓSITOS SEDIMENTARES QUATERNÁRIOS

Tanto a sedimentação quaternária quanto a morfologia da área são fortemente controladas pelos processos de variações relativas do nível do mar atuantes no período.

Os depósitos marinhos praias podem estar relacionados às épocas holocênica e pleistocênica, apresentando-se geralmente na forma de cordões litorâneos. Seu processo de formação está relacionado aos movimentos trans/regressivos do nível relativo do mar ocorridos nestes períodos.

Os depósitos marinhos praias pleistocênicos situam-se em cotas mais altas que os depósitos holocênicos, sendo compostos por areias quartzosas de granulação média a grossa, com alguma porcentagem de silte e coloração

variando entre amarelo e marrom. Mostra-se mais compactado em direção à base, onde geralmente encontram-se ácidos húmicos e óxidos de ferro. Nas Baías Norte e Sul, remanescentes destes depósitos são observados nas proximidades de encostas, de manguezais e de zonas transicionais lagunares (CARUSO, 1993).

Os depósitos marinhos praias holocênicos que predominam na face leste da Ilha de Santa Catarina caracterizam-se por geralmente recobrir depósitos de turfas, e serem recobertos por depósitos eólicos. Estes são compostos essencialmente de areias quartzosas, de granulometria média a grossa, com exceção da zona do estirâncio que apresenta-se recoberta de depósitos eólicos atuais. As praias situadas no lado oeste da Ilha de Santa Catarina são de pouca expressão, visto que, em geral, encontram-se em áreas mais protegidas da ação de ondas, representadas apenas por pequenas reentrâncias de sedimentação sub-atual a atual, com uma expressiva parcela relacionada à ação de marés (CARUSO, 1993).

Os depósitos transicionais lagunares são caracterizados por ambientes que adquiriram temporariamente características lagunares a partir de um processo de inundação e erosão, em função de uma oscilação positiva do nível relativo do mar. Nas regiões em que remanescentes de depósitos arenosos marinhos, de idade inferida pleistocênica, estão circundados por áreas que sugerem ser sua extensão, mas que foram erodidas por ocasião de um nível marinho mais alto que o atual. Este processo ocasionou a transformação desta áreas inundadas em regiões com características lagunares. Na região do aeroporto Hercílio Luz, uma oscilação positiva do nível relativo do mar propiciou a entrada de águas provenientes da Baía Sul, erodindo parcialmente o depósito marinho praias. O posterior ressecamento, em função de uma oscilação negativa do nível marinho resultou numa sedimentação areno/siltosa e propiciou o desenvolvimento de manguezais nesta região (CARUSO, 1993).

Os depósitos de manguezais são constituídos por sedimentos finos, ricos em matéria orgânica e por diversificada vegetação representada por espécies típicas de dicotilédneas, gramíneas e diversas espécies de algas. Na Baía Sul estes depósitos ocorrem nas proximidades do Aeroporto de

Florianópolis (Rio Tavares), região do Rio Itacorubi, Saco Grande e, na Baía Norte, nas localidades de Ratonas, Daniela e Canasvieiras (CARUSO, 1993).

O manguezal do Rio Tavares, estende-se desde a Costeira do Pirajubaé até a Ponta de Caiacanga-Mirim, tendo um contato direto com as águas da Baía Sul. Nas desembocaduras dos rios Cubatão e Massiambú também é possível visualizar estes ecossistemas.

4.4 ASPECTOS DO CLIMA DA ILHA DE SANTA CATARINA

O tempo atmosférico indica as condições do ar de um local em um certo momento, estando sujeito a modificações constantes. As estações do ano, resultantes das diferentes posições da Terra em relação ao Sol, influenciam na ocorrência dos tipos de tempo mais freqüentes em dado período do ano. Em Florianópolis, por exemplo, predominam tipos de tempos associados à ação de frentes frias: período de elevação da temperatura seguido da entrada de vento sul, chuva forte com trovoadas; período de forte nebulosidade com chuva leve e contínua e em seguida céu claro, menor umidade relativa do ar e temperaturas muito baixas. No verão predominam temperaturas elevadas e instabilidades convectivas (tempestades de verão). A freqüência com que determinados tipos de tempo ocorrem durante o ano, ano após ano, em determinado lugar, caracteriza o clima.

A caracterização científica dos climas é baseada na análise de um grande número de dados relativos às condições do tempo, registrados e acumulados durante longo período, em estações meteorológicas. Os climas existentes sobre a superfície terrestre resultam da combinação de seus elementos (temperatura, umidade do ar, pressão, precipitação e ventos) e fatores astronômicos e geográficos (latitude, altitude, grau de continentalidade, vegetação e correntes marítimas). Estes influenciam-se simultaneamente, caracterizando e individualizando grandes porções de ar, denominadas massas de ar.

A Ilha de Santa Catarina, situada nas médias latitudes, apresenta características climáticas controladas pela atuação das massas Polar marítima (Pa) e Tropical marítima (Ta) do Atlântico. De acordo com os critérios de

classificação de STRAHLER seu clima é do subtipo subtropical úmido. Segundo NIMER (1989) está inserida na região de clima temperado de categoria subquente, com temperatura média oscilando entre 18 e 15^oC no inverno e entre 26 e 24^oC no verão. A temperatura média anual é de 20.4^oC.

O encontro da massa Tropical (Ta) e Polar (Pa) dá origem à frente fria polar, que no seu deslocamento ocasiona grandes mudanças no tempo atmosférico em qualquer estação do ano. No inverno, a passagem da frente fria é sucedida por ondas de frio das massas polares, que baixam consideravelmente as temperaturas.

A frente polar controla também o ritmo de precipitação, visto que as chuvas são em geral pré-frontais, frontais e pós-frontais. As chuvas são menos abundantes nos meses de inverno, normalmente leves e contínuas, e mais abundantes no verão, em geral rápidas e torrenciais (MONTEIRO, 1992 *apud* MENDONÇA, 1995). As chuvas abundantes do verão estão associadas ao grande aquecimento do continente, cujas temperaturas médias máximas, junto ao litoral são alcançadas em fevereiro, devido ao atraso do aquecimento das águas em relação ao solstício de verão (21 de dezembro), quando os raios solares tornam-se perpendiculares ao Trópico de Capricórnio emitindo maior radiação para o Hemisfério Sul.

As estações primavera e outono, não apresentam um quadro climático definido, sendo caracterizadas pelas tendências médias do inverno e verão, respectivamente.

A ocorrência de ventos proveniente do sul durante a passagem de sistemas frontais ocasiona o empilhamento de águas junto à costa pelo transporte de Ekman. Segundo TRUCCOLO (1998), efeitos meteorológicos podem causar expressivas sobre-elevações no nível do mar em relação às marés astronômicas na região costeira catarinense, podendo estas serem superiores a 1m em condições extremas. Por outro lado, ventos vindos do quadrante nordeste promovem o transporte de águas costeiras para o oceano aberto.

4.5 HIDROGRAFIA

A rede hidrográfica do Estado de Santa Catarina é representada por dois sistemas independentes de drenagem, o Sistema Integrado da Vertente Interior, comandado pela Bacia do Paraná/Uruguai e o Sistema da Vertente Atlântica, formado por um conjunto de bacias isoladas. O Sistema da Vertente do Atlântico compreende cerca de 37% da área total do Estado, destacando-se a Bacia do Rio Itajaí-Açú. Os regimes dos rios catarinenses são controlados pelo regime pluviométrico, o qual se caracteriza pelas chuvas distribuídas o ano inteiro GAPLAN (1986).

Na Baía Sul, a Bacia Hidrográfica do Rio Cubatão do Sul, com cerca de 900Km², é a que possui a maior densidade de drenagem (1,38Km/Km²), compreendendo 1248Km de cursos de água. Este sistema de drenagem possui grande influência, direta ou indiretamente, na distribuição dos parâmetros físico-químicos e sedimentológicos na porção Norte desta baía.

Além do Rio Cubatão do Sul, existem outros pequenos contribuintes de água doce para a porção Oeste da Baía Sul, como os rios Maruim, Grande, Aririú, Pacheco e Massiambú. Na porção Leste ocorrem os rios Ribeirão, dos Defuntos e Tavares, além do despejo dos efluentes da Estação de Tratamento de Esgotos (ETE) de Florianópolis.

Estudos recentes realizados por SCHETTINI *et al.* (2000) mostram que o principal regulador e determinante da hidrodinâmica, nos estuários dos rios Tavares e Defuntos, é a maré astronômica semi-diurna, com período de 12:25 horas.

4.6 HIDRODINÂMICA

As principais forças promotoras do movimento das águas na Baía Sul estão relacionadas com correntes geradas pela oscilação da maré e induzidas pela ação dos ventos.

A porção Oeste da Ilha de Santa Catarina apresenta-se com duas aberturas para o ingresso da onda de maré, ao Sul pela Ponta dos Naufragados e, ao Norte, nas proximidades da Ilha do Anhatomirim. Segundo SALLES (1991) estas características fisiográficas determinam um regime local

de maré com propriedades específicas, em face da concomitância de duas correntes de fluxo, propagando-se em sentidos opostos e convergentes para a região interior das Baías Norte e Sul.

Segundo MELO *et al.* (1997), é na região da desembocadura do Rio Cubatão do Sul que se encontram as ondas de maré provenientes das desembocaduras Sul e Norte do sistema (tombo de maré), o que faz com que as correntes tendam a ser muito fracas. Isso resulta dos gradientes de nível de água, responsáveis pelo seu movimento horizontal, serem igualmente fracos nesta zona. A Figura 4 mostra o campo de correntes geradas pela maré nas baías Norte e Sul, durante uma maré enchente (preamar), simuladas a partir de um modelo hidrodinâmico.

Ao longo dos canais presentes nas baías, as velocidades são superiores se comparadas com aquelas encontradas nas margens. De modo geral, a Baía Sul apresenta altos valores de salinidade, o que é devido à baixa contribuição de água doce continental e, também, à influência da Água Tropical (AT), uma vez que a Corrente do Brasil desloca-se relativamente próxima à costa (SALLES, 1991), sobretudo no verão.

Através do método de classificação de costas, proposto por HAYES (1979), este ambiente apresenta-se no limite entre a dominância de ondas e marés (FERREIRA, 1999).

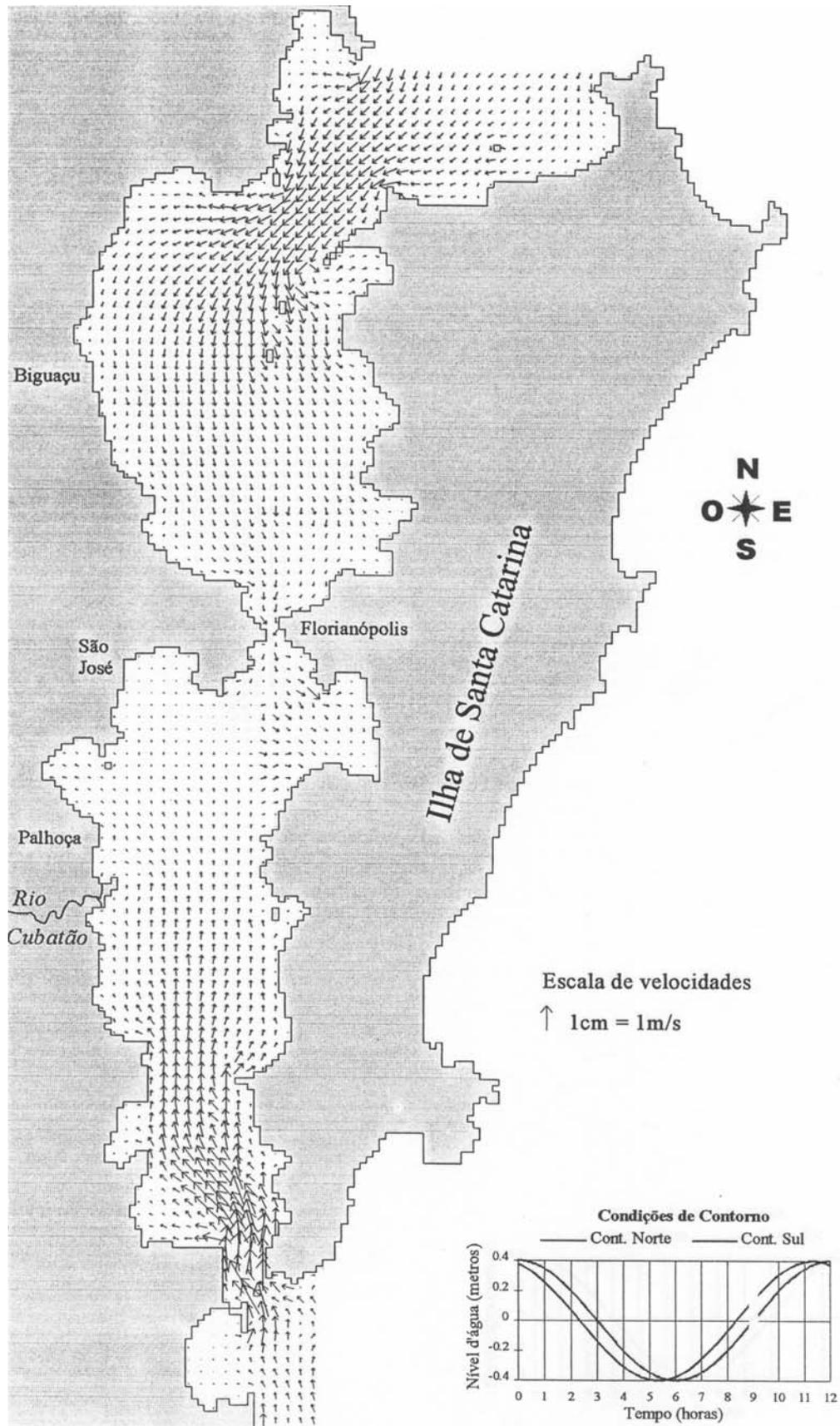


Figura 4: Campo de correntes geradas pela maré nas baías Norte e Sul simuladas a partir de um modelo hidrodinâmico (MELO *et. al.*, 1997).

5. MATERIAIS E MÉTODOS

5.1 COLETA DE DADOS

5.1.1 PREPARAÇÃO EM LABORATÓRIO

Esta fase do trabalho consistiu no planejamento das atividades que foram realizadas em campo, onde os pontos amostrais na Baía Sul foram definidos através da utilização da Carta Náutica nº 1904 (Canal Sul de Santa Catarina) da Diretoria de Hidrografia e navegação (DHN). Após definidas as coordenadas geográficas (latitude e longitude) para cada estação, estas foram inseridas no GPS 12 XL GARMIN de 12 canais, agilizando o acesso aos pontos amostrais no campo (Figura 5).

Os materiais utilizados em campo (etiquetas, sacos plásticos, caixa térmica, frascos, equipamentos para coleta de dados, planilhas, etc.) foram separados, limpos e testados antes da realização da campanha de campo.

5.1.2 PROCEDIMENTO DE CAMPO

Para alcançar os objetivos propostos foram realizados dois cruzeiros oceanográficos com uma lancha Cabrasmar 31' (Felicítá), nos dias 26 de janeiro e 24 de agosto de 2001, onde foram coletadas amostras de sedimento de superfície de fundo e parâmetros físico-químicos da coluna de água, na superfície e aproximadamente 0,5 m do fundo. A amostragem de sedimentos foi realizada na primeira campanha apenas.

As amostras de sedimentos foram separadas em duas alíquotas, acondicionadas em sacos plásticos, etiquetadas e colocadas, juntamente com as amostras de água, na caixa térmica com gelo, procedimento este necessário para a execução das análises posteriores.

As estações foram dispostas em 36 pontos amostrais (Figura 6) ao longo da área de estudo. O espaçamento adotado entre as estações foi de aproximadamente 2Km, o que possibilitou uma comparação com trabalhos anteriores como o realizado na Baía Norte por LEAL *et al.*(1999).

ESTAÇÕES AMOSTRAIS PLANEJADAS

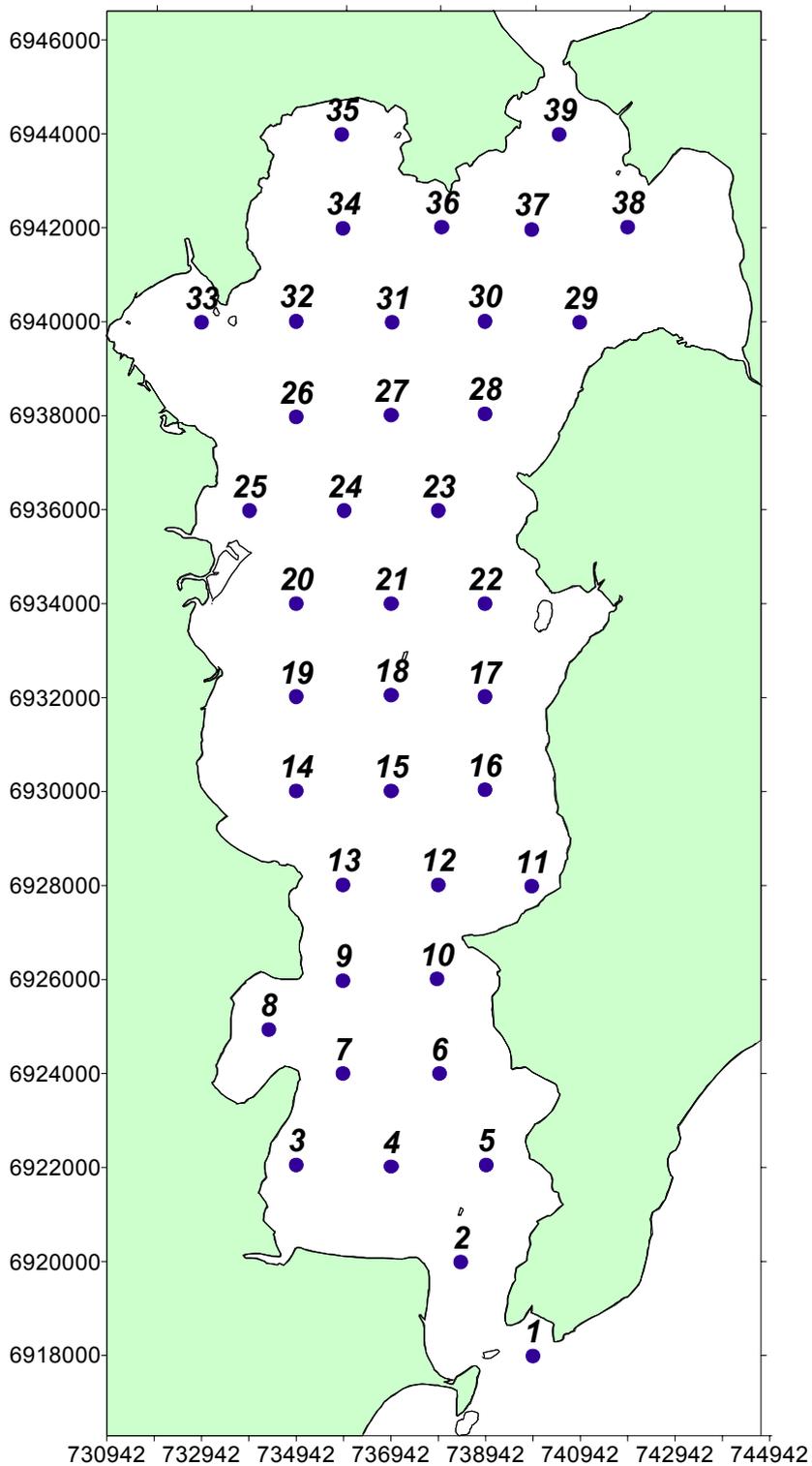


Figura 5: Representação dos pontos amostrais planejados ao longo da Baía Sul, Florianópolis - SC.

ESTAÇÕES AMOSTRAIS REALIZADAS

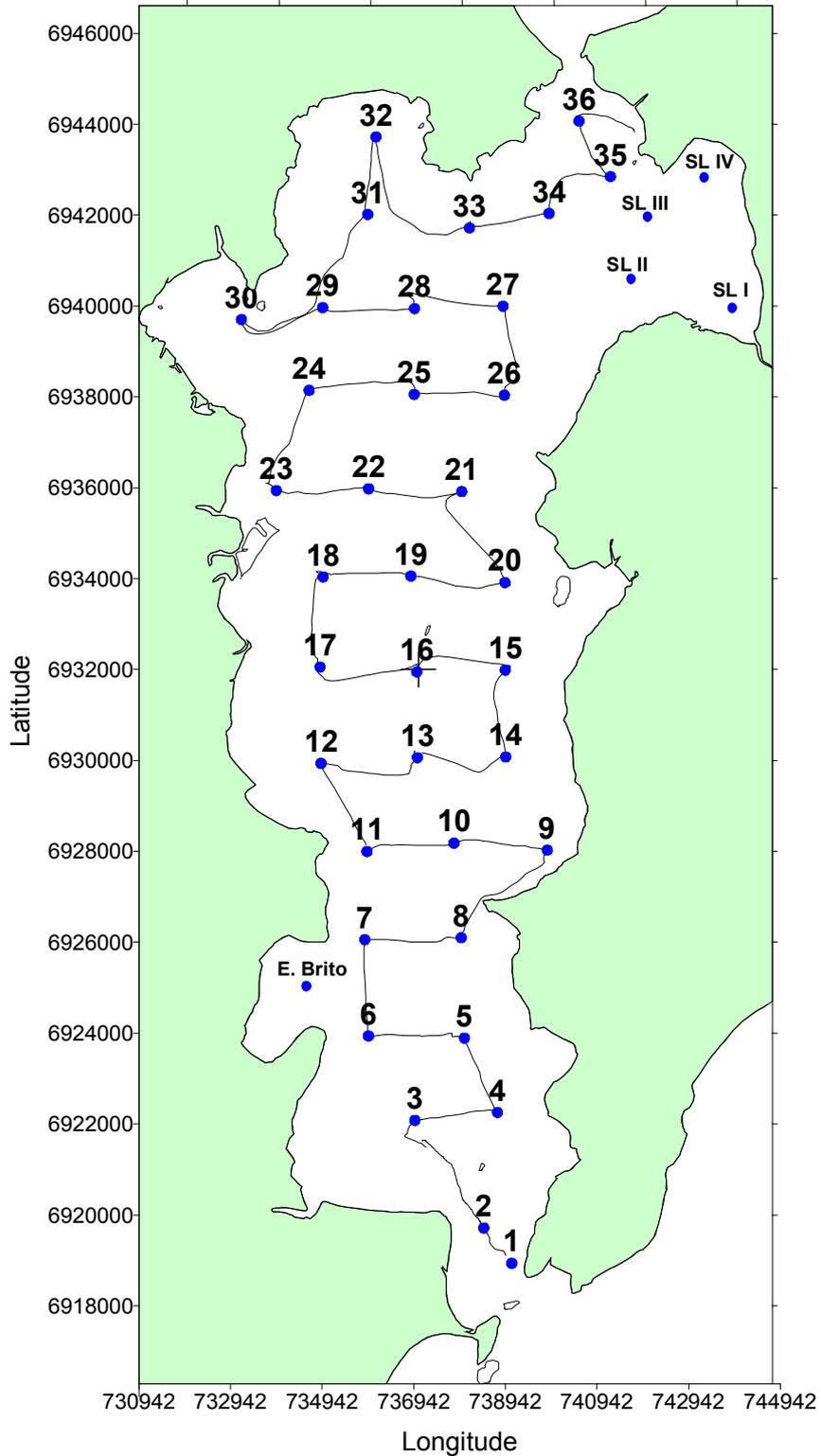


Figura 6: Representação dos pontos amostrais realizados nos dias 26 de janeiro e 24 de agosto de 2001, ao longo da Baía Sul, Florianópolis - SC. A linha contínua descreve o percurso efetuado pela embarcação e registrado pelo GPS.

As coletas de sedimentos referentes as estações amostrais *SL I*, *SL II*, *SL III* e *SL IV*, referentes ao Saco dos Limões, na porção nordeste da Baía Sul, foram realizadas no dia 20 de julho de 1999 pelo Centro de Ciências Tecnológicas da Terra e do Mar da Universidade do Vale do Itajaí (CTTMar/Univali) e cedidas por esta instituição para complementação da grade amostral.

A amostra *E. Brito*, referente a Enseada do Brito, localizada na porção oeste da Baía Sul, foi coletada no dia 17 de maio de 2000 pelo Laboratório de Oceanografia Costeira da Universidade Federal de Santa Catarina (LOC/UFSC), como parte do Projeto PADCT III / CIAMB.

As estações citadas anteriormente referem-se a amostras de sedimentos apenas, já que as variações dos parâmetros da coluna de água são muito dinâmicos para serem correlacionáveis com os dados desta pesquisa.

5.2 TRATAMENTO DOS DADOS

5.2.1 PARÂMETROS METEOROLÓGICOS

Para melhor compreensão das variações anuais dos padrões meteorológicos foi adquirida uma série temporal de 32 anos (1966/1997) de dados meteorológicos (precipitação total, dias de chuva, temperatura do ar e intensidade do vento), coletados pela Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI) relativo à estação de São José, SC.

Com o objetivo de ampliar o conhecimento dos processos que ocorrem na Baía Sul foram utilizados dados meteorológicos (pressão atmosférica, temperatura do ar, umidade relativa, intensidade e direção do vento, precipitação, insolação, nebulosidade e visibilidade) coletados pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) na estação Florianópolis (Latitude 27° 35' S e Longitude 48° 34' W) nº 83897, compreendendo uma série temporal de 16 e 18 dias para as campanhas do verão e inverno, respectivamente. Através destes dados é possível definir a situação atmosférica presente antes, durante e depois das campanhas de campo.

Em cada ponto amostral foram adquiridos a temperatura do ar, intensidade e direção do vento com equipamentos básicos de determinação de parâmetros meteorológicos (termômetro, anemômetro de mão, bússola e biruta). Essas informações foram utilizadas como dados complementares neste trabalho.

5.2.2 NÍVEL DE ÁGUA

Os níveis previstos de maré foram adquiridos através da Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN), para o Porto de Florianópolis (26° 36,4 S e 48° 33,4 W), relativos ao período em que foram realizadas as campanhas de campo. Estas informações foram importantes para definição da situação (sizígia ou quadratura) e fase de maré (preamar ou baixamar) no momento da coleta dos dados.

5.2.3 BATIMETRIA

Os valores de profundidade foram definidos a partir de uma sonda HONDEX PS – 7 (LCD, digital sounder) em cada estação amostral. Esta informação juntamente com as respectivas coordenadas geográficas possibilitaram, através do software SURFER 6 for windows, a elaboração de um Modelo Digital de Terreno (MDT) preliminar para a Baía Sul. Este modelo foi utilizado como informação complementar no estudo proposto, já que a densidade dos pontos amostrados não fornece uma boa resolução para este modelo. Assim, foi utilizada a Carta Náutica nº 1904 (Canal Sul de Santa Catarina) da Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN), onde a densidade existente dos pontos batimétricos somados as variáveis amostradas em campo, forneceram informações suficientes para uma segura interpretação dos processos ambientais que ocorrem no sistema estudado.

5.2.4 ANÁLISE GRANULOMÉTRICA

Ao longo dos diferentes setores morfológicos da Baía Sul foram coletadas amostras de sedimento de superfície de fundo para realizar a análise granulométrica, através de um amostrador de fundo tipo PETITE PONAR.

Previamente à análise granulométrica as amostras de sedimento sofreram ataque por ácido clorídrico, com 10% de diluição, para eliminação de carbonatos.

A metodologia utilizada na análise granulométrica dos sedimentos de fundo foi baseada na utilização de um analisador de tamanhos de grãos (sedimentômetro) pela difração da luz. O equipamento utilizado foi o MALVERN série 2.600 do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo (IO-USP).

A determinação dos tamanhos dos grãos através de laser está baseada na interação entre o feixe de luz e a partícula. Um feixe de laser de luz monocromática ($\lambda = 750$ nm) passa através da amostra dispersa em água, direcionando os feixes para sensores dispostos ao longo do equipamento, os quais determinam o tamanho das partículas.

A determinação do tamanho das partículas através deste método é baseada no volume. Assim, se 11% da distribuição está na categoria de tamanho 6,97 – 7,75 microns, isto significa que o volume total de todas partículas com diâmetros neste intervalo representa 11% do volume total de todas partículas na distribuição. Exemplificando numericamente, vamos supor que a amostra possui apenas dois tamanhos de partículas com 50% tendo um diâmetro de 1 micron e 50% um diâmetro de 10 microns. Assumindo que as partículas são esféricas, o volume de cada uma das partículas maiores é 1000 vezes o volume das menores. Neste caso, as partículas maiores representam 99,9% do volume total.

Após a determinação do tamanho das partículas foram escolhidas duas formas distintas de distribuição de classes, sendo uma com o máximo de classes de tamanho fornecidas pelo equipamento, compreendendo 105 classes entre 0,020 e 2000 μm (Figura 7). Estes resultados permitem uma melhor visualização das variações das distribuições das classes de tamanho na

amostra, sendo que estes, posteriormente, poderão ser tratadas estatisticamente.

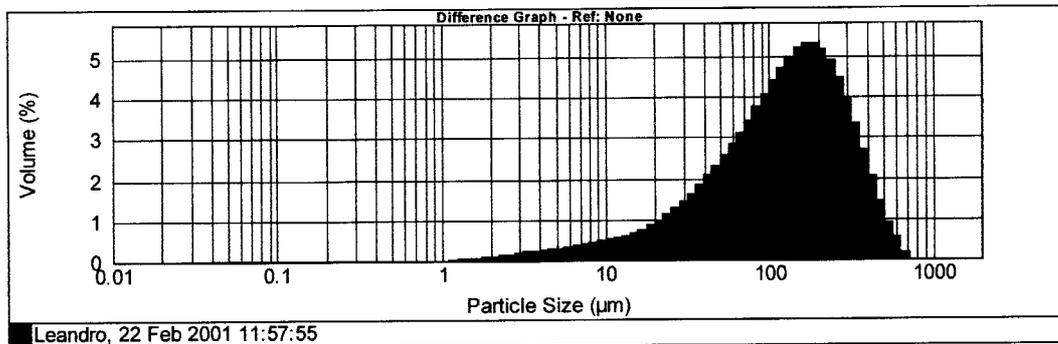


Figura 7: Distribuição do máximo de classes de tamanho de grãos fornecidas pelo Malvern (105 classes).

A outra forma escolhida compreende 18 classes de tamanho (entre 0,020 e 2000 μm), as quais equivalem aos tamanhos das peneiras utilizadas tradicionalmente na determinação da granulometria (Figura 8). Assim, após ajustadas as classes de tamanho foi possível, através do software LABSE, determinar as porcentagens de areia, silte e argila segundo SHEPARD (1954) e os parâmetros estatísticos diâmetro médio, desvio padrão, assimetria e curtose segundo FOLK & WARD (1957).

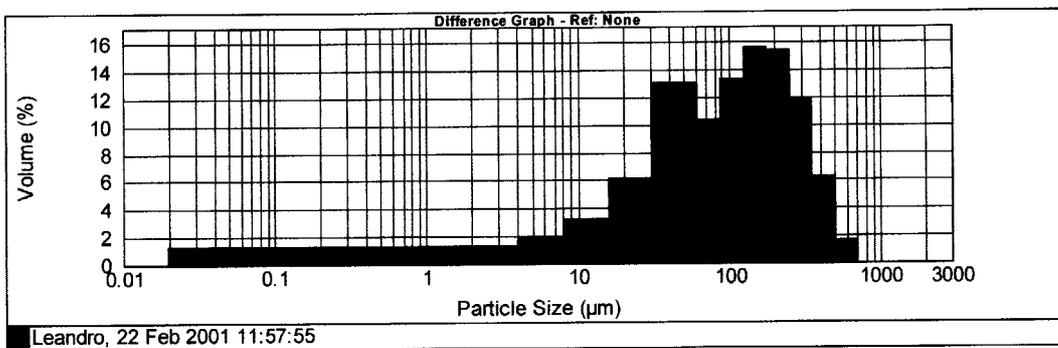


Figura 8: Distribuição das 18 classes de tamanho de grãos fornecidas pelo Malvern, equivalentes aos tamanhos das peneiras utilizadas tradicionalmente na determinação da granulometria.

Com o objetivo de estudar a relação entre os resultados apresentados pelo método baseado na difração da luz e pelo método tradicionalmente utilizado, foram selecionadas 20 amostras de sedimentos de fundo da grade amostral original. Em laboratório estas amostras foram lavadas para retirada

dos sais, secas em estufas e quarteadas. A análise granulométrica foi realizada segundo o método de Peneiramento para sedimentos grosseiros ($>0,062\text{mm}$) e Pipetagem para finos ($<0,062\text{mm}$), descrito por SUGUIO (1973). O critério de escolha das amostras para esta análise engloba as diferentes regiões da área estudada.

5.2.5 CARBONATOS BIODETRÍTICOS

A determinação do conteúdo de carbonato biodetrítico foi realizada através da obtenção da diferença em peso seco, antes e após o ataque com solução de ácido clorídrico, diluído a 10%. Este método foi descrito por GROSS (1971).

5.2.6 MATÉRIA ORGÂNICA TOTAL

Para a determinação do teor de matéria orgânica a amostra foi seca, transferida para béqueres dispostos sobre uma chapa aquecida adicionando-se, então peróxido de hidrogênio até a queima total (oxidação) da matéria orgânica; a diferença de peso inicial e final resulta na porcentagem de material orgânico presente na amostra.

5.2.7 DETERMINAÇÃO DE CARBONO, NITROGÊNIO E ENXOFRE

O procedimento analítico destinado à obtenção dos elementos carbono (C), nitrogênio (N) e enxofre (S) totais, iniciou-se com a pesagem de 0,2 gramas de sedimento seco. Posteriormente, foi adicionado ácido clorídrico, diluído a 10%, para a eliminação do carbonato biodetrítico. O tempo de reação foi de cerca de 48 horas.

Após as amostras foram lavadas com água destilada, por pelo menos três vezes e acondicionadas em barcas de cerâmica de combustão. Na determinação dos elementos C, N e S foi utilizado um analisador LECO – CNS2000, pertencente ao Grupo de Oceanografia Geológica do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo (IO-USP).

O analisador CNS2000 é composto por duas unidades básicas, o forno de combustão e a unidade de análise. A amostra é colocada em barcas

cerâmicas e introduzida no forno de combustão. Para a análise de sedimentos, o forno é regulado para a temperatura de 1400°C sendo injetado um lance de oxigênio, com duração de 20 segundos, que visa potencializar a oxidação da matéria orgânica. Os gases gerados são carreados para o analisador, com o auxílio de uma bomba de vácuo. No analisador os gases são homogeneizados e separados em três alíquotas, que são utilizadas para as análises. Os gases CO₂ e SO₂ são analisados através de células de infravermelho e o gás N₂ é medido com um sensor de termocondutividade (MAHIQUES, 1998).

Com os valores de C, N e S é possível determinar as razões C/N e C/S, passíveis de auxiliar a determinação da origem da matéria orgânica na Baía Sul.

5.2.8 PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS

Os dados de salinidade, temperatura, oxigênio dissolvido e pH foram determinados diretamente no campo com a utilização de uma Sonda Multiparâmetro marca WTW. Os valores de turbidez foram obtidos posteriormente em laboratório, através de um turbidímetro de bancada modelo LaMOTTE (precisão de ±2% abaixo de 100 NTU). As amostras de água foram coletadas utilizando-se uma garrafa horizontal Van Dorn, com capacidade de 2 litros.

Estes valores foram passados para o computador e também processados com o auxílio do software SURFER 7 (Golden Software), sendo que a Krigagem foi o método de interpolação utilizado na construção dos gráficos de distribuição espacial. Este método consiste na estimação de valores de variáveis distribuídas no espaço a partir de valores adjacentes enquanto considerados como interdependentes pelo semivariograma, tratando-se, em último caso, de um método de estimação por médias móveis. Neste processo foram estabelecidas células com cerca de 1 Km², consideradas representativas para a malha amostral disponível.

5.2.9 ANÁLISE DE AGRUPAMENTO E MDS (Multidimensional Scaling)

A partir da definição dos parâmetros a serem analisados, os dados foram dispostos numa matriz com m colunas e n linhas, correspondendo, respectivamente, aos descritores (parâmetros físico-químicos e sedimentológicos) e objetos (estações amostrais). Devido a diferença entre os gradientes dos descritores selecionados para análise, a matriz de dados foi normalizada aplicando a equação $\text{Log}(x + 1)$. Os descritores escolhidos para realização da integração dos dados no sedimentos foram: profundidade, % lama, diâmetro médio, desvio padrão, assimetria, curtose, % de matéria orgânica total, % de carbonato biodetrítico, % de carbono orgânico, % de nitrogênio e % de enxofre. Em relação a coluna de água de verão e inverno foram escolhidos os descritores salinidade, temperatura, oxigênio dissolvido, pH e turbidez.

Na definição das relações entre os descritores foi realizado o agrupamento no modo R, possibilitando uma melhor visualização do comportamento dos parâmetros físico-químicos e sedimentológicos entre si. O agrupamento no modo Q (agrupamento de objetos) foi aplicado para agrupar estações amostrais similares, definindo assim, diferentes setores ao longo da área de estudo.

Entre os coeficientes de distância existentes, a Distância Euclidiana foi escolhida para realização destas análises, pois esta é preferencialmente aplicada quando se pretende visualizar graficamente a proximidade entre duas amostras, em função da composição específica ou de qualquer outro descritor dessas amostras (LEGENDRE & LEGENDRE, 1983; ROMESBURG, 1984). Quanto mais próximas forem as amostras, maior será a similaridade entre elas (VALENTIN, 2000). A técnica utilizada no agrupamento foi WPGA.

Através de uma representação gráfica o MDS fornece uma distribuição espacial dos dados de fácil interpretação, mostrando as relações existentes entre os pontos amostrais. Quanto menor a distância entre os pontos maior é a semelhança entre eles. A partir da coleta dos dados e realização de uma matriz de similaridade/dissimilaridade foi realizada a análise de MDS.

6. RESULTADOS

6.1 PARÂMETROS METEOROLÓGICOS

Os valores médios da série temporal de 32 anos de dados meteorológicos mostram uma significativa diferença entre verão e inverno (Tabela 1). É possível visualizar claramente maiores valores de precipitação total, dias de chuva, temperatura do ar e intensidade dos ventos durante os meses de verão (Tabela 2). Assim, espera-se que a contribuição de água doce pela bacia de drenagem adjacente seja intensificada nesta estação do ano.

A análise dos dados meteorológicos antes, durante e depois das campanhas de campo mostra que as variações dos padrões atmosféricos estão correlacionadas com a estação do ano em que se encontram (Figuras 9 e 10 e Tabelas 3 e 4). Durante a campanha de verão observou-se uma redução gradual da pressão atmosférica, apresentando pequenas variações durante a série estudada. Os valores de precipitação total mostram a ocorrência de chuvas nos dias 23 e 25 com índices de 22.5mm e 38.8mm, respectivamente. Os dados referentes a velocidade do vento mostram que este parâmetro apresenta valores maiores no final da tarde (18h) durante todo o período. A mudança de direção do vento nordeste para sul no dia 26 corrobora com os dados coletados em campo.

Para a campanha de inverno é possível observar uma variação brusca nos valores de pressão atmosférica entre os dias 20 e 24, proporcionando valores baixos de nebulosidade (média de 0.3) no dia da campanha de campo. Durante os dias 20 e 28 é possível visualizar, através dos valores de precipitação total, a ocorrência de chuvas. Para este período também observa-se um aumento das velocidades dos ventos no final da tarde para a maior parte dos dias. As direções dos ventos são coincidentes com as adquiridas durante a coleta dos dados.

A umidade relativa e a nebulosidade variaram de acordo com os demais parâmetros apresentados nas duas situações amostradas.

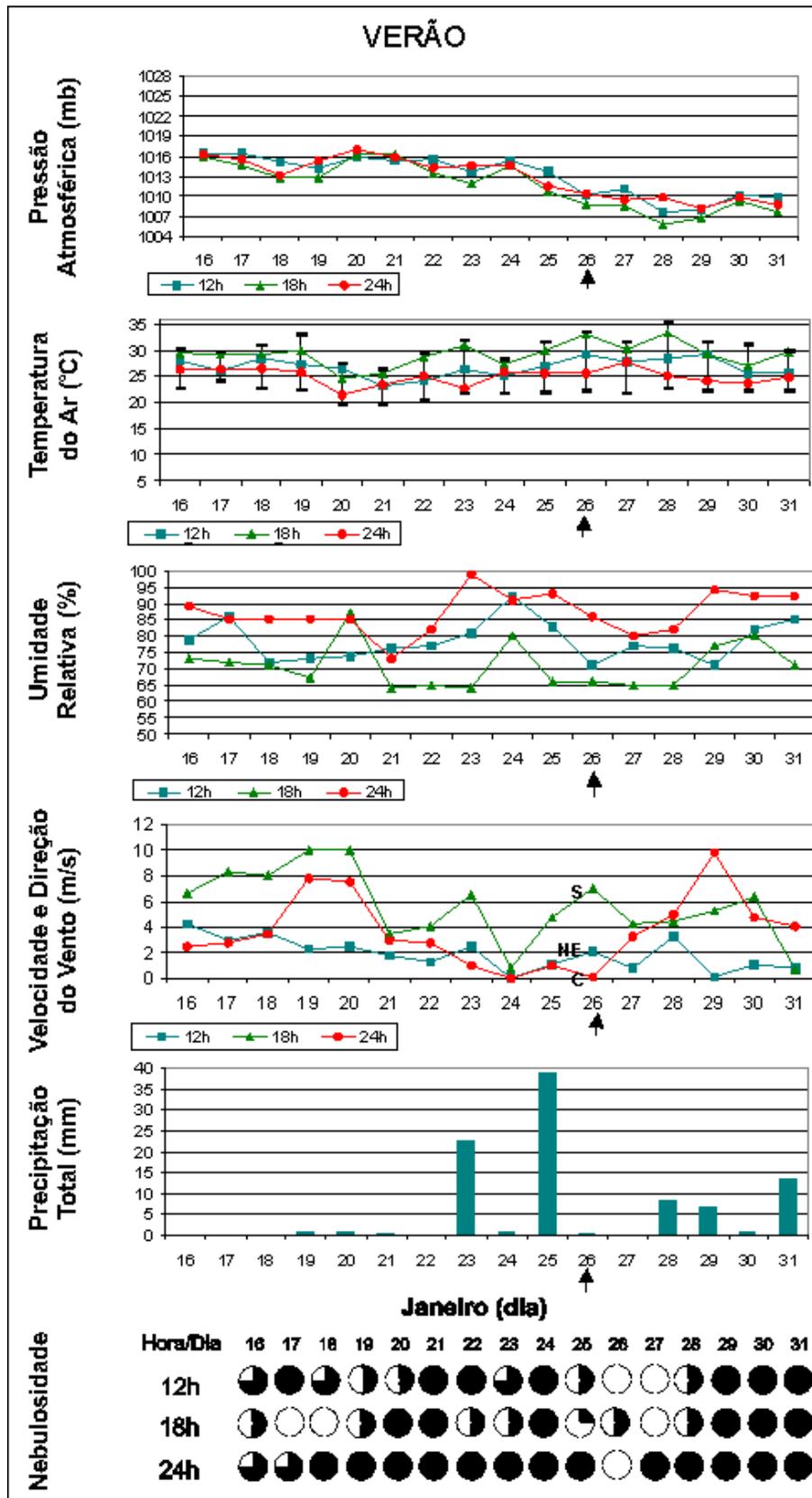


Figura 9: Distribuição da pressão atmosférica, temperatura do ar, umidade relativa, velocidade e direção do vento, precipitação total e nebulosidade antes, durante e depois da campanha de campo de verão.

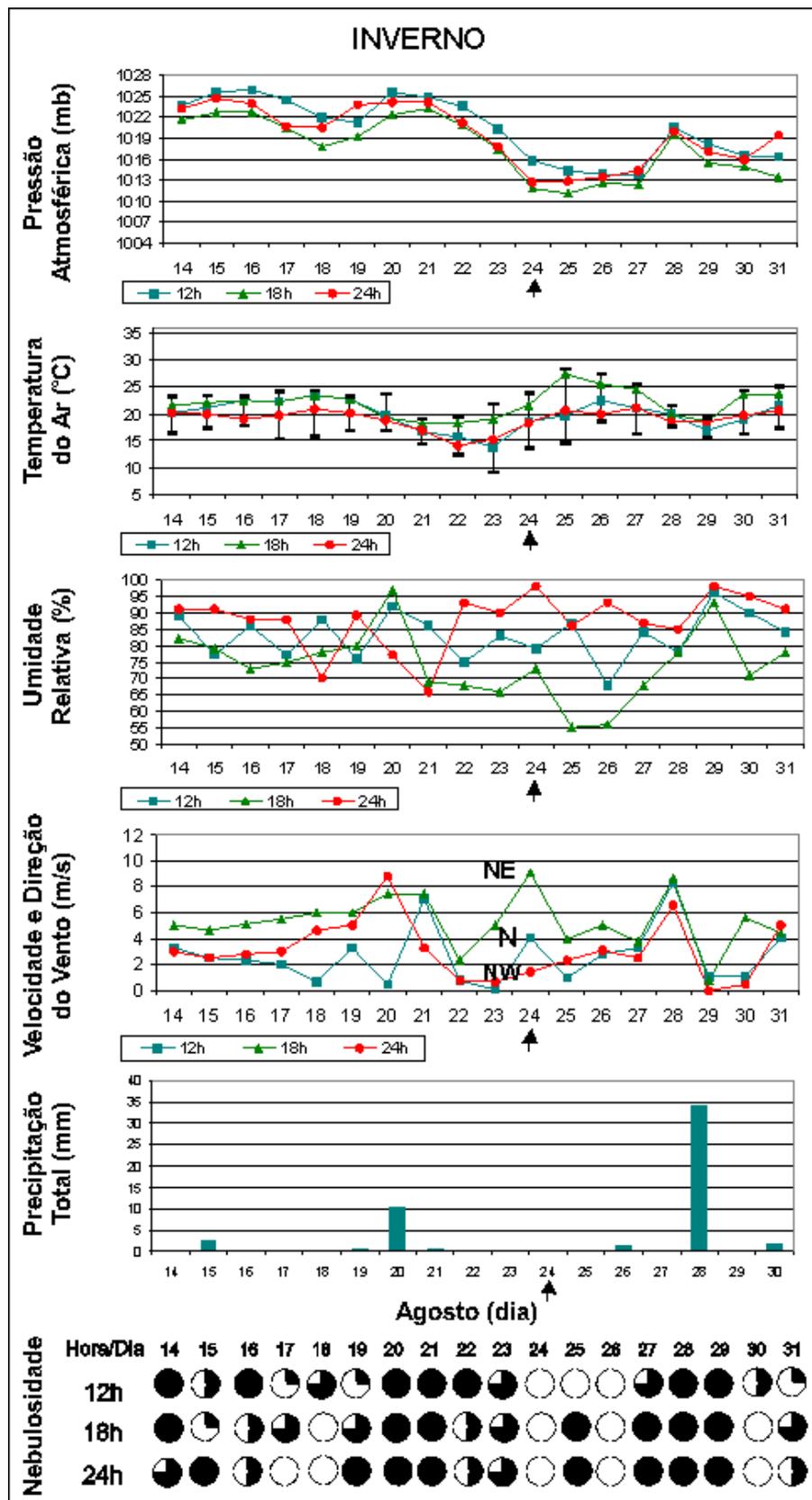


Figura 10: Distribuição da pressão atmosférica, temperatura do ar, umidade relativa, velocidade e direção do vento, precipitação total e nebulosidade antes, durante e depois da campanha de campo de inverno.

Os valores de temperatura do ar e intensidade do vento, coletados em campo, também apresentam características comuns às estações do ano amostradas (Tabelas 5 e 6). Assim, durante o verão é possível visualizar as maiores temperaturas e menores intensidades de ventos (Figura 11). É importante salientar a mudança brusca nos valores de intensidade de vento durante o verão a partir das 16 horas. Este fato influenciou diretamente nos valores dos parâmetros físico-químicos amostrados no setor Norte da Baía Sul.

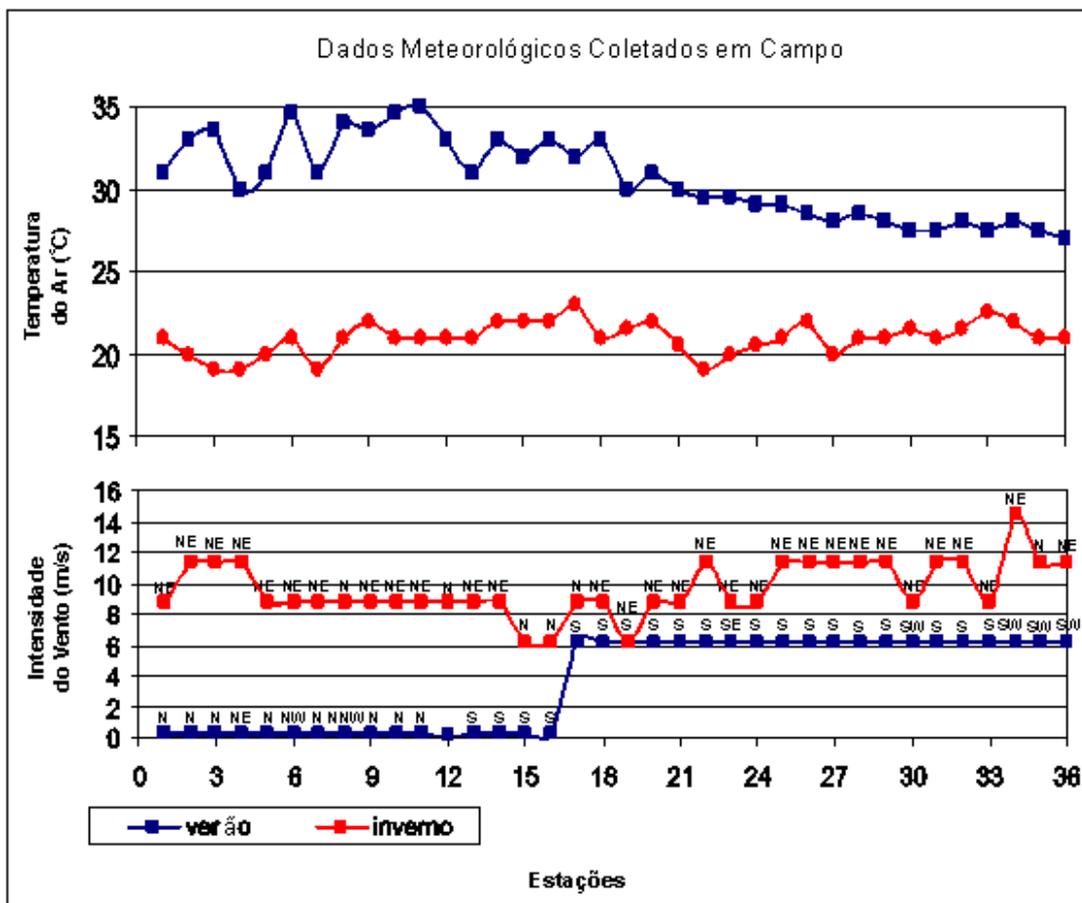


Figura 11: Distribuição da temperatura do ar e intensidade do vento ao longo das estações amostrais da Baía Sul.

6.2 NÍVEL DE ÁGUA

As campanhas de campo de verão e inverno foram realizadas durante uma situação de maré de sizígia e quadratura, respectivamente. Durante a campanha de verão os níveis de água previstos (Figura 12) mostraram que a fase preamar (enchente) prevaleceu durante a maior parte da campanha,

ocorrendo a estofa de baixamar às 8:13h (0,0m) e a estofa de preamar às 16:02h (0,6m).

Para a campanha de inverno as estofas de baixamar foram às 9:17h (0,1m) e 15:13h (0,2m) e as estofas de preamar foram às 12:24h (0,5m) e 18:06h (0,6m). Como esperado, as amplitudes da onda de maré durante a quadratura foram menores (Figura 13).

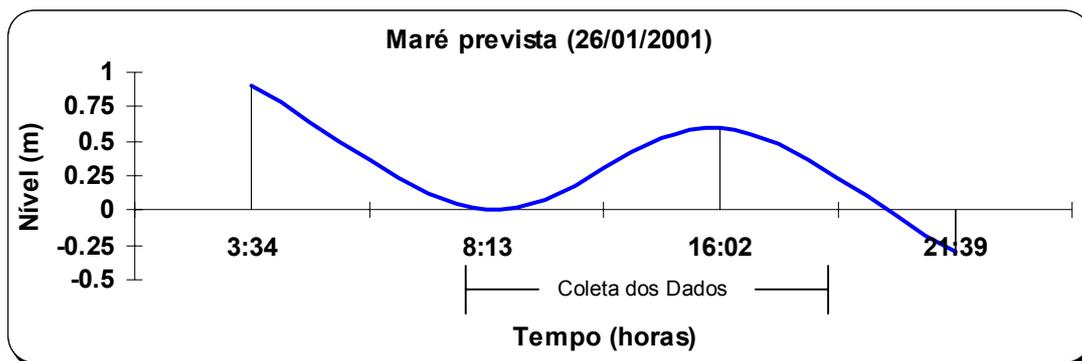


Figura 12: Situação dos níveis de água previstos durante a campanha de verão.

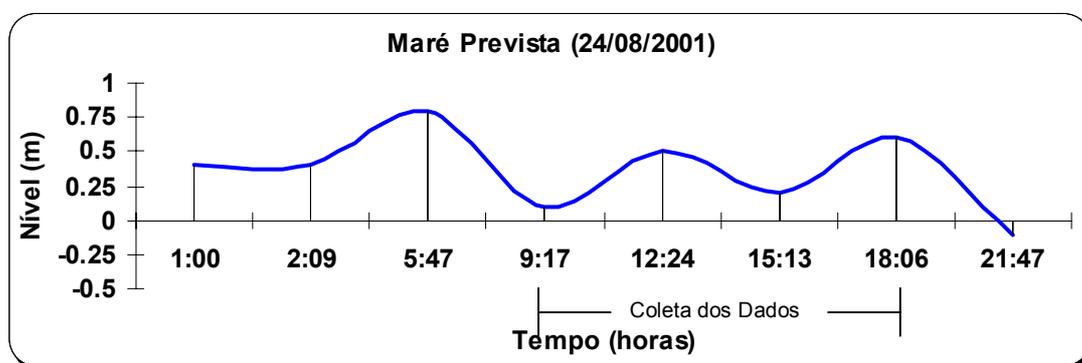


Figura 13: Situação dos níveis de água previstos durante a campanha de inverno.

Os níveis previstos de maré mostraram que as campanhas de campo de verão e inverno apresentaram diferenças quanto à fase em que se encontrava a onda de maré durante a coleta dos dados. É importante salientar que estes valores não podem ser utilizados como absolutos, pois são valores relativos a maré astronômica apenas, não levando em consideração a possível sobre-elevação dos níveis devido a maré meteorológica.

6.3BATIMETRIA

Através dos resultados obtidos pode-se inferir que a Baía Sul é um sistema aquoso relativamente raso. Devido às diferenças da batimetria amostrada ao longo deste sistema, os resultados foram divididos em dois setores, Norte (estação 18 à 36) e Sul (estação 1 à 17).

No setor Norte, foram observadas áreas rasas no entorno do estrangulamento que divide as Baías Norte e Sul. As profundidades neste setor variam de 2,4 à 8,6 metros. No setor Sul os valores de profundidade variam de 3,1 à 9,5 metros (Tabela 14), proporcionando uma coluna de água mais espessa que o setor Norte. As estações com máxima profundidade foram encontradas próximo ao estrangulamento da Ilha de Santa Catarina com o continente, onde a profundidade fica em torno dos 10 metros (Figura 14).

As bordas Leste e Oeste da Baía Sul são extremamente rasas, apresentando profundidades menores que 1 metro. Assim, as regiões a partir das isóbatas de 2 metros não foram amostradas, devido ao limite de calado da embarcação utilizada.

Durante as campanhas de campo os talwegues dos estrangulamentos Norte e Sul não foram amostrados. Através da visualização da carta náutica nº 1904 (Canal Sul de Santa Catarina) da Diretoria de Hidrografia e navegação (DHN), fica evidenciado que as maiores profundidades ocorrem nestes locais.

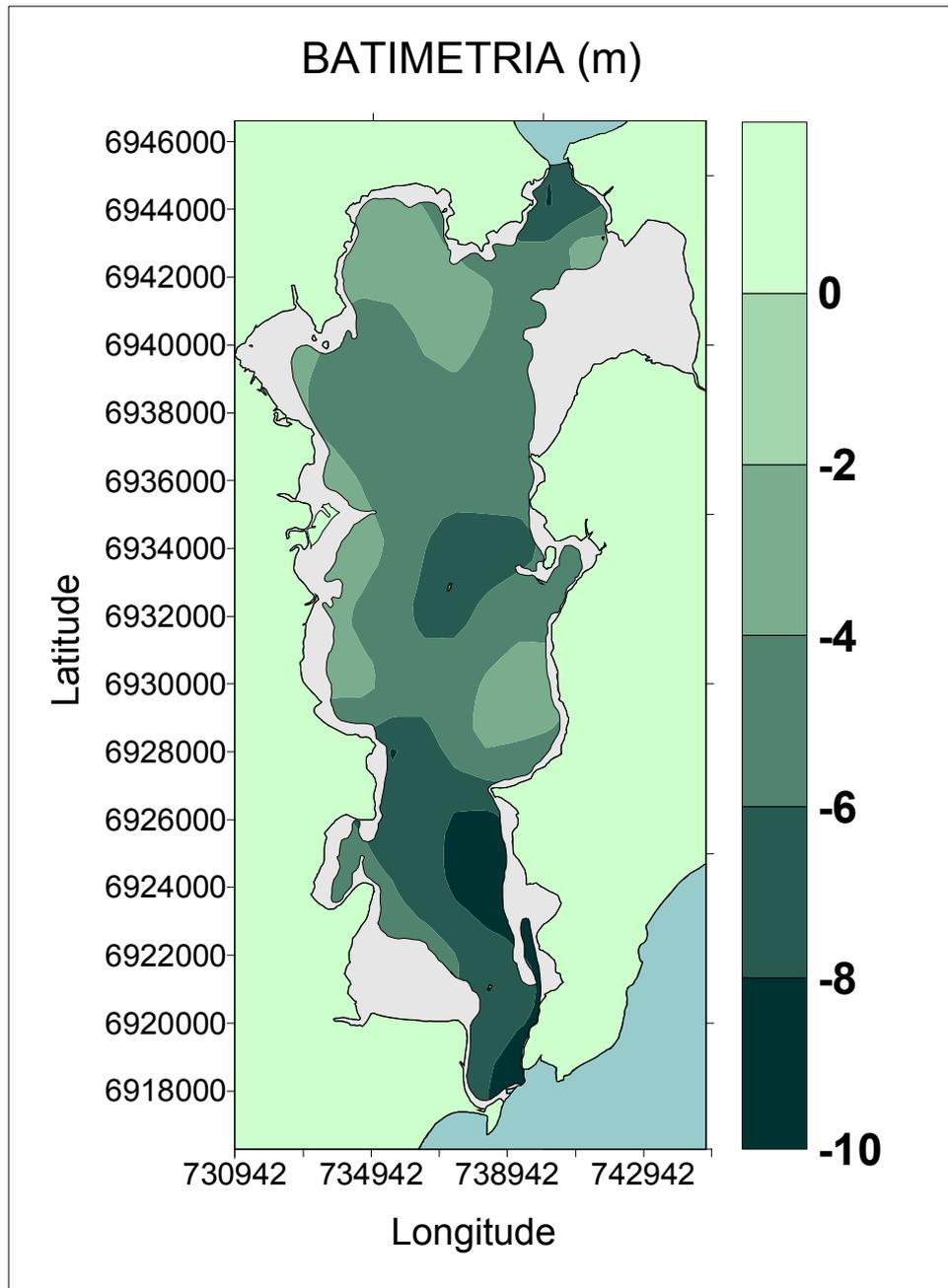


Figura 14: Representação dos valores de profundidades amostrados em campo, durante a campanha de verão, ao longo da Baía Sul, Florianópolis-SC.

Através dos valores de profundidade adquiridos em cada estação, ao longo da Baía Sul, foi realizado um ensaio de como se comporta a morfologia do fundo deste ambiente, através da realização de um Modelo Digital de Terreno (Figura 15).

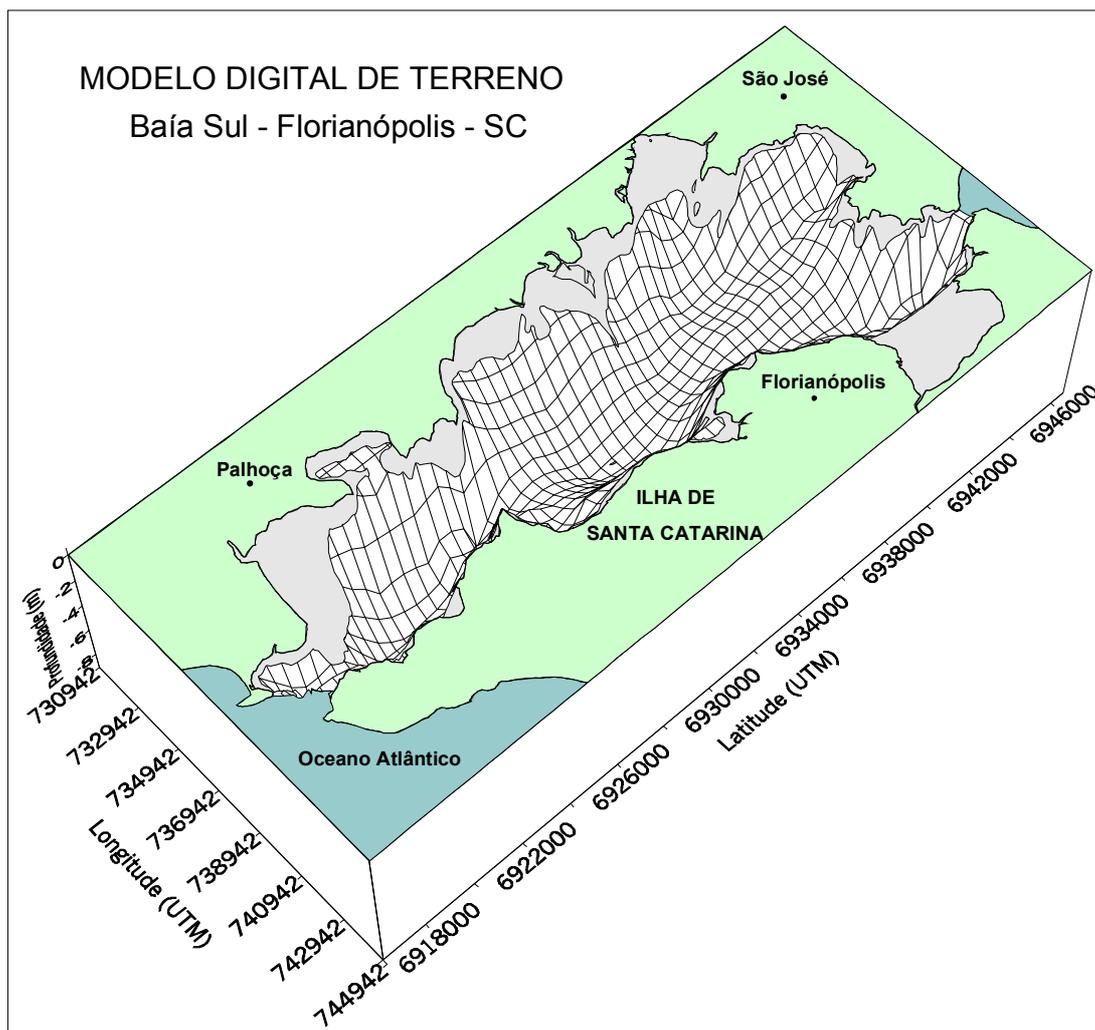


Figura 15: Representação do relevo submerso, através de um Modelo Digital de Terreno na Baía Sul, Florianópolis – SC.

6.4 ANÁLISE GRANULOMÉTRICA

A partir da definição das texturas sedimentares predominantes (areia/silte/argila) foi possível observar o domínio de areias e areias sílticas ao longo da Baía Sul, ocorrendo ainda, com pouca expressão, as classes silte arenoso e silte argiloso. As porcentagens de areia encontradas nas amostras variaram entre 12,92% e 100,00% e os teores de silte entre 0 (zero) e 61,48%. Os valores médios de areia, silte e argila foram de 71,7%, 25,3% e 2,9%, respectivamente. Esses dados referem-se a análise realizada com o Malvern.

O diagrama de classificação dos sedimentos de superfície de fundo é apresentado na Figura 16 e os valores em porcentagem de areia, silte e argila com suas respectivas classificações na Tabela 7.

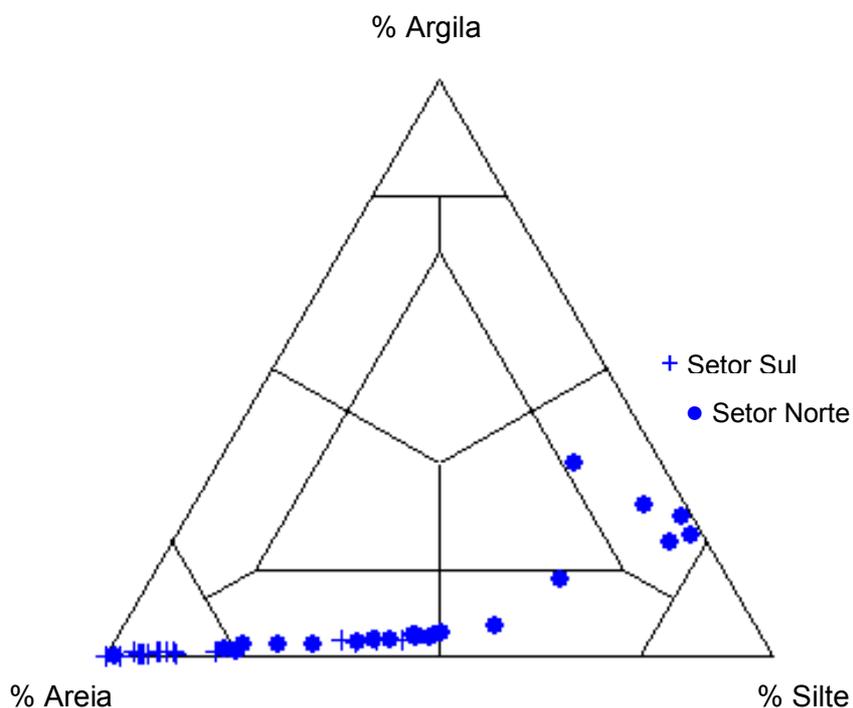


Figura 16: Diagrama de classificação dos sedimentos de superfície de fundo ao longo da Baía Sul, Florianópolis - SC, na campanha de campo realizada em 26 de janeiro, de 2001, segundo SHEPARD (1954).

Os parâmetros estatísticos de FOLK & WARD (1957), diâmetro médio, desvio padrão, assimetria e curtose são apresentados na Tabela 8. A distribuição espacial do diâmetro médio mostra uma tendência de diminuição gradual ao longo da Baía Sul, predominando areias médias e finas no setor sul e areias muito finas, siltes grossos e médios no setor norte. A classificação granulométrica apresentada é de Wentworth.

Os resultados referentes ao grau de seleção indicam um padrão bem selecionado próximo ao setor sul, onde se encontram as maiores intensidades de correntes devido ao estreitamento do canal de circulação.

Observa-se a predominância de assimetria positiva e curtose leptocúrtica na maioria dos pontos amostrados, com exceção do canal sul, que apresentou assimetria negativa e curtose mesocúrtica. As distribuições espaciais destes parâmetros são mostradas na Figura 17.

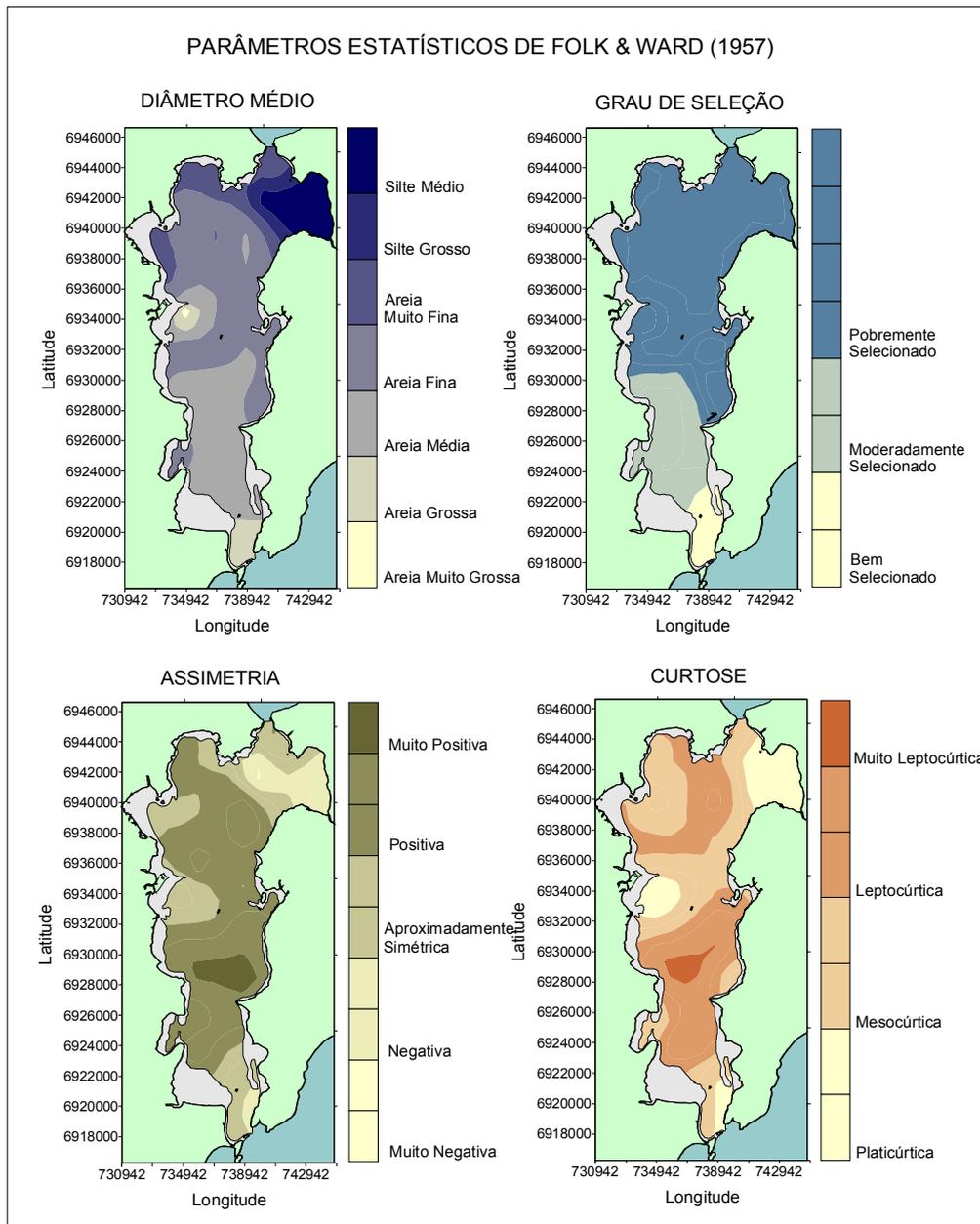


Figura 17: Distribuição espacial do diâmetro médio (ϕ), grau de seleção, assimetria e curtose nos sedimentos de superfície de fundo ao longo da Baía Sul, Florianópolis – SC, segundo FOLK & WARD (1957).

6.5 CARBONATO BIODETRÍTICO

Os teores de carbonato biodetrítico das amostras analisadas não apresentaram uma linearidade ao longo das estações amostrais. Esta variável apresentou um teor mínimo de 1,4% e máximo de 39,1% (média de 10%). Na estação 14 e na região das desembocaduras da Baía Sul (estações 1, 2 e 36) os teores encontrados são maiores se comparados com as demais estações.

Os valores deste parâmetro são mostrados na Tabela 15 e representados na Figura 13.

6.6 MATÉRIA ORGÂNICA TOTAL

Os resultados referentes a matéria orgânica total apresentaram valores relacionáveis com os resultados obtidos a partir da análise granulométrica. Assim, ao longo de todo o sistema, os valores deste parâmetro são baixos, apresentando uma média total de 2,5% com valores mínimos e máximos variando entre o (zero)% e 14,1%, respectivamente. Estes valores representam a porcentagem de matéria orgânica total contida na amostra analisada. Os maiores valores foram encontrados na região do Saco dos Limões (média de 11,25%). A distribuição espacial deste parâmetro é apresentada na Figura 18 e seus valores na Tabela 15.

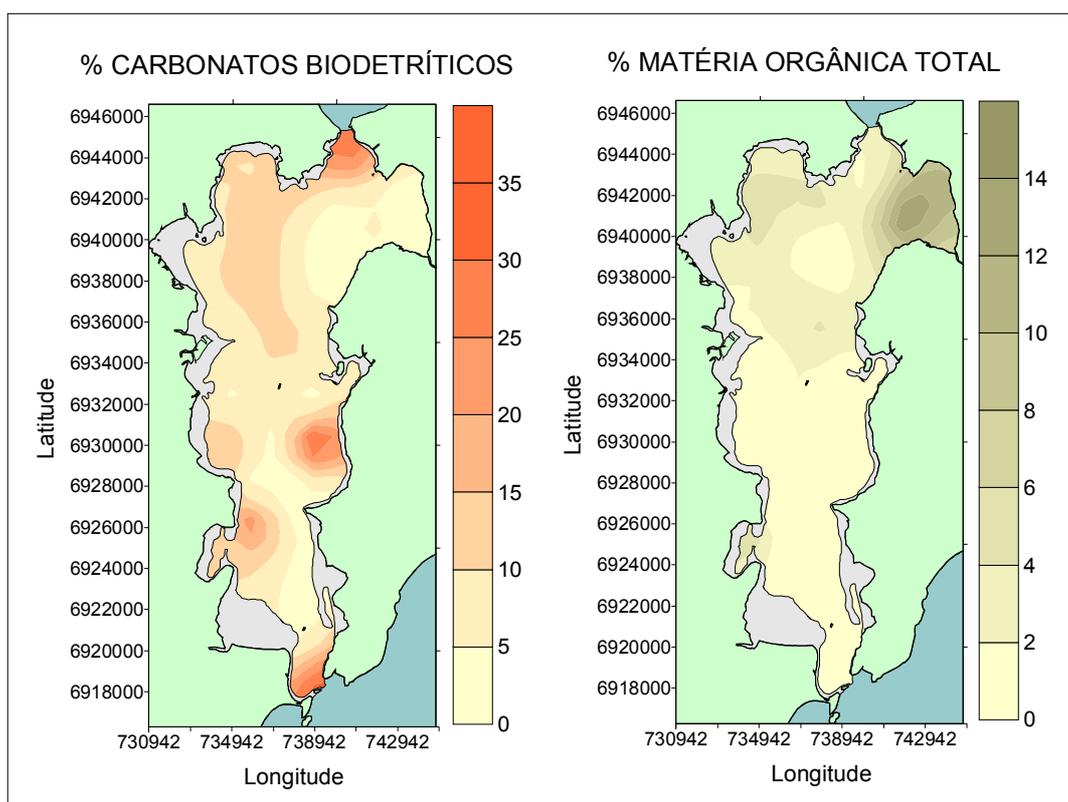


Figura 18: Distribuição espacial dos valores de carbonatos biodetríticos e matéria orgânica total ao longo da Baía Sul, Florianópolis – SC.

6.7 TEORES DE CARBONO, NITROGÊNIO E ENXOFRE

Os resultados indicam baixos teores de matéria orgânica nas estações amostradas, sobretudo nas localizadas mais próximas da desembocadura da baía. No setor sul da área de estudo (#1 até #17) os valores médios de C, N, S, C/N e C/S são de 0,3628%, 0,0457%, 0,0283%, 25,11 e 17,83, respectivamente e no setor norte (#18 até #36, incluindo o Saco dos Limões) são 1,0484%, 0,4325%, 0,1175%, 4,93 e 9,67, respectivamente.

Com a determinação destes teores, ao longo da área de estudo, foi possível observar um aumento gradual dos valores em direção norte deste sistema, sendo que os maiores valores amostrados estão nas proximidades da Baía de São José e do Saco dos Limões.

Os resultados referentes aos teores de C, N e S, juntamente com as razões C/N e C/S são apresentados na Tabela 9. A Figura 19 mostra as distribuições espaciais dos teores de C, N e S totais e as Figuras 20 e 21, as distribuições espaciais das razões C/N e C/S, ao longo da área de estudo.

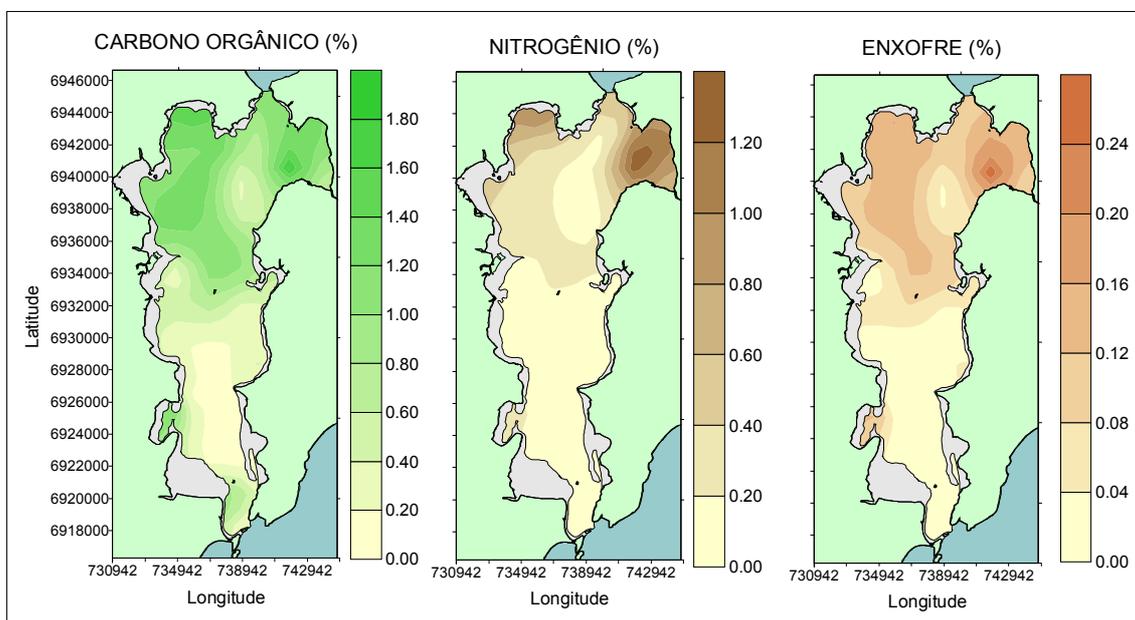


Figura 19: Distribuição espacial dos teores de carbono orgânico, nitrogênio e enxofre ao longo da Baía Sul, Florianópolis – SC.

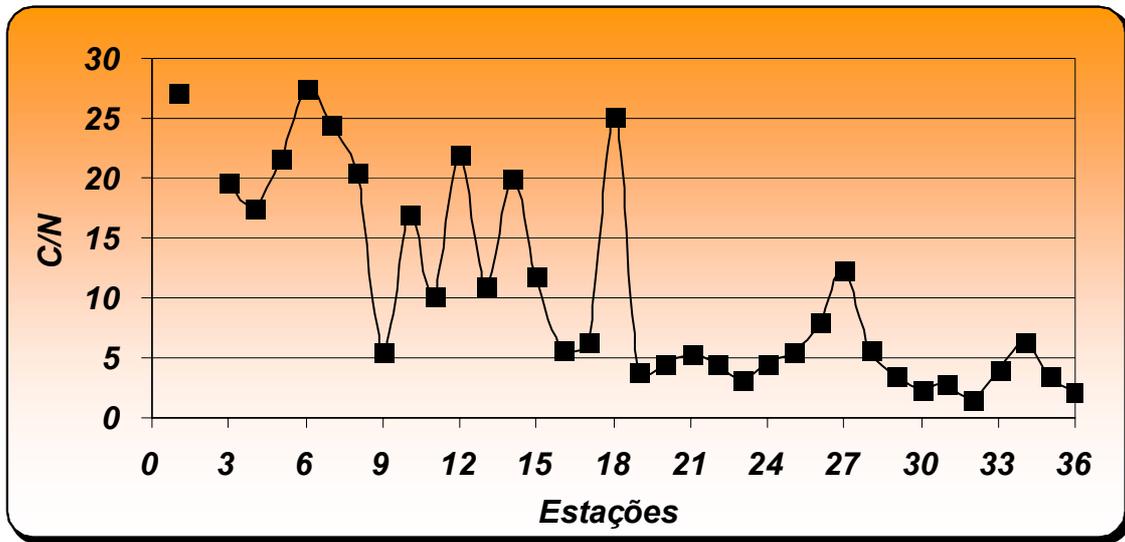


Figura 20: Distribuição espacial dos valores das razões C/N ao longo das estações amostrais da Baía Sul, Florianópolis – SC.

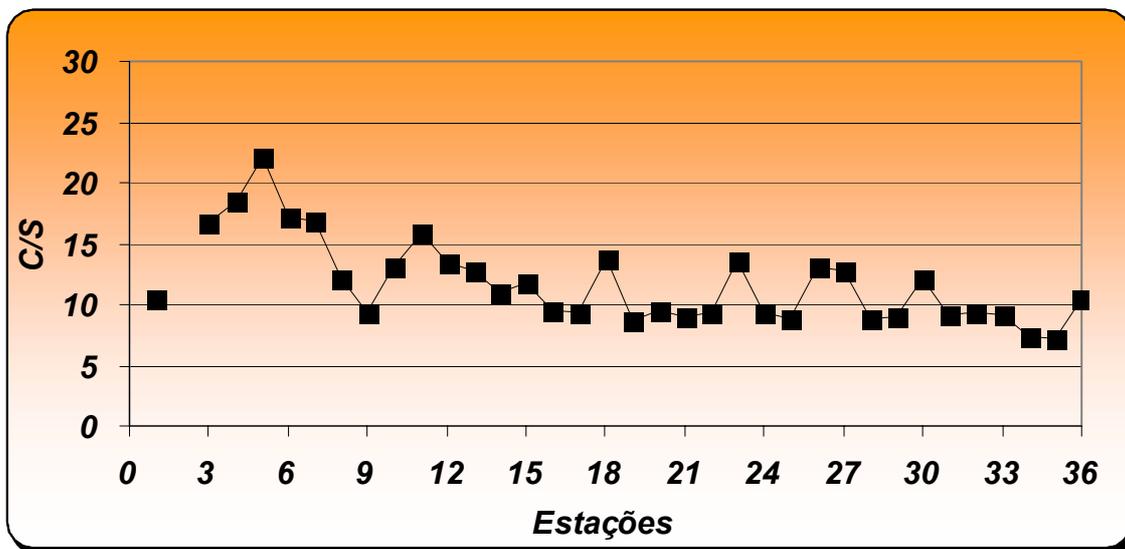


Figura 21: Distribuição espacial dos valores das razões C/S ao longo das estações amostrais da Baía Sul, Florianópolis – SC.

6.8 PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DA ÁGUA

As Tabelas 10, 11, 12 e 13 apresentam os dados relativos a salinidade, temperatura, oxigênio dissolvido, pH e turbidez em cada ponto amostral, na superfície e proximidades do fundo para cada campanha realizada. Os valores mínimos, médios e máximos destes parâmetros são apresentados nas Tabelas 14 e 15 e as distribuições espaciais nas Figuras 22 e 23.

Durante as campanhas realizadas no verão e no inverno a distribuição espacial da salinidade na superfície e no fundo mostra-se homogênea horizontal e verticalmente ao longo da Baía Sul, evidenciada pela dominância de água marinha neste sistema. Porém, é possível visualizar uma pequena redução no valor de salinidade na superfície (29) na estação 23, durante a campanha de verão.

Os valores de temperatura mostram-se coincidentes com a variabilidade sazonal. Assim, durante o verão as temperaturas na superfície e no fundo foram maiores (média total de 27,13 °C) se comparadas com os valores amostrados durante a campanha de inverno (média total de 19,14 °C). Como esperado, os maiores gradientes verticais desta propriedade ocorreram durante a campanha de verão.

Durante a campanha de verão nota-se que o oxigênio dissolvido e o pH apresentaram um padrão de ocorrência diferenciado entre os pontos amostrados, com o aumento gradual nos valores para a direção norte da baía. Quanto a turbidez os valores mantiveram-se constantemente baixos ao longo da Baía Sul, apresentando um aumento na região do Saco dos Limões. Em relação à campanha de inverno os maiores valores de oxigênio são observados na região central da área de estudo. Os valores de pH mostram-se praticamente constantes ao longo do sistema apresentando uma elevação nas proximidades da estação 9. O setor norte apresentou os maiores valores de turbidez.

Parâmetros físico-químicos da Coluna D'água da Baía Sul - 26 de janeiro de 2001

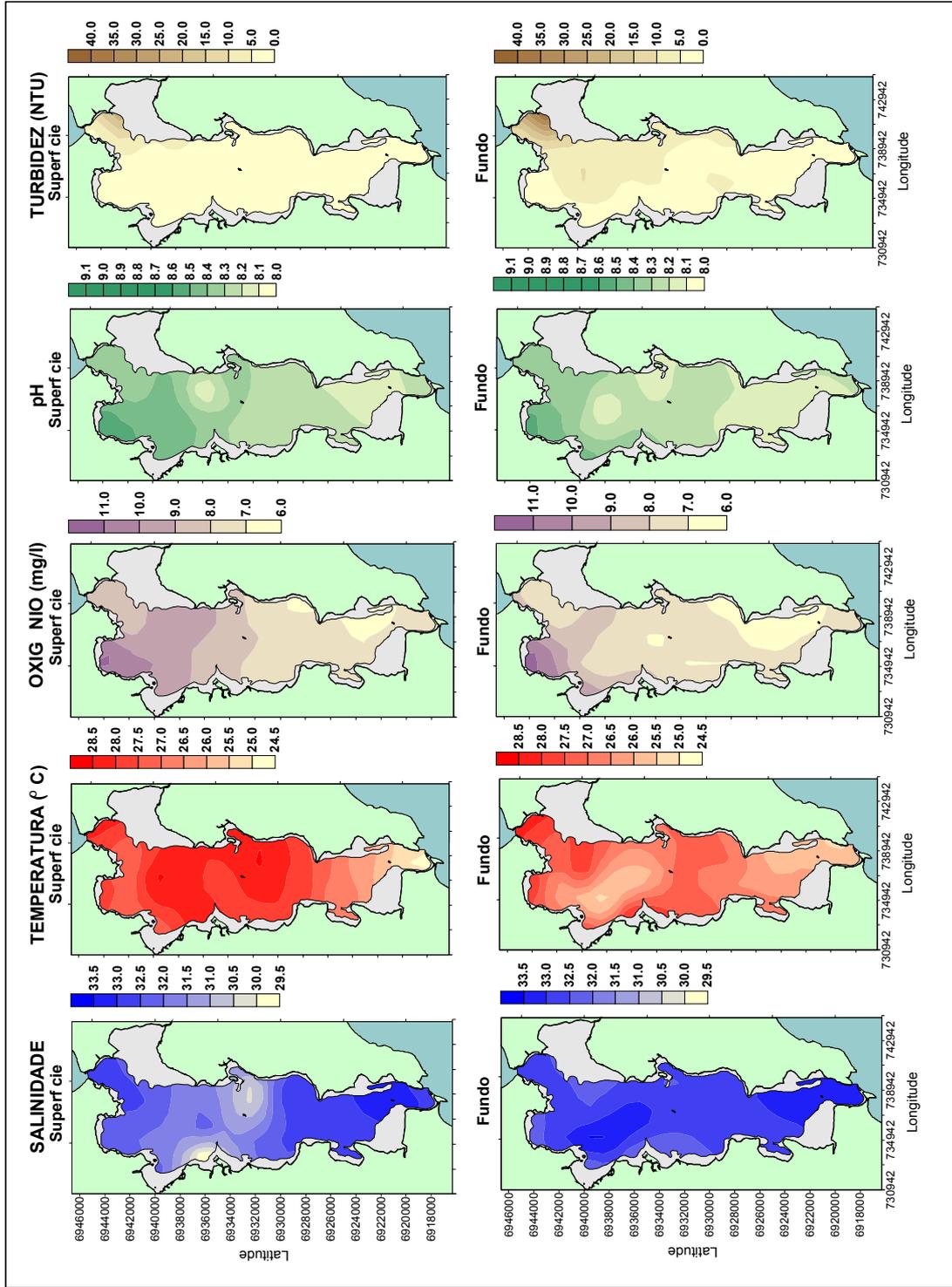


Figura 22: Distribuição espacial dos valores de salinidade, temperatura, oxigênio dissolvido, pH e turbidez ao longo da Baía Sul, Florianópolis – SC, relativo a campanha de campo de verão.

Parâmetros Físico-Químicos da Coluna D'água da Baía Sul - 24 de agosto de 2001

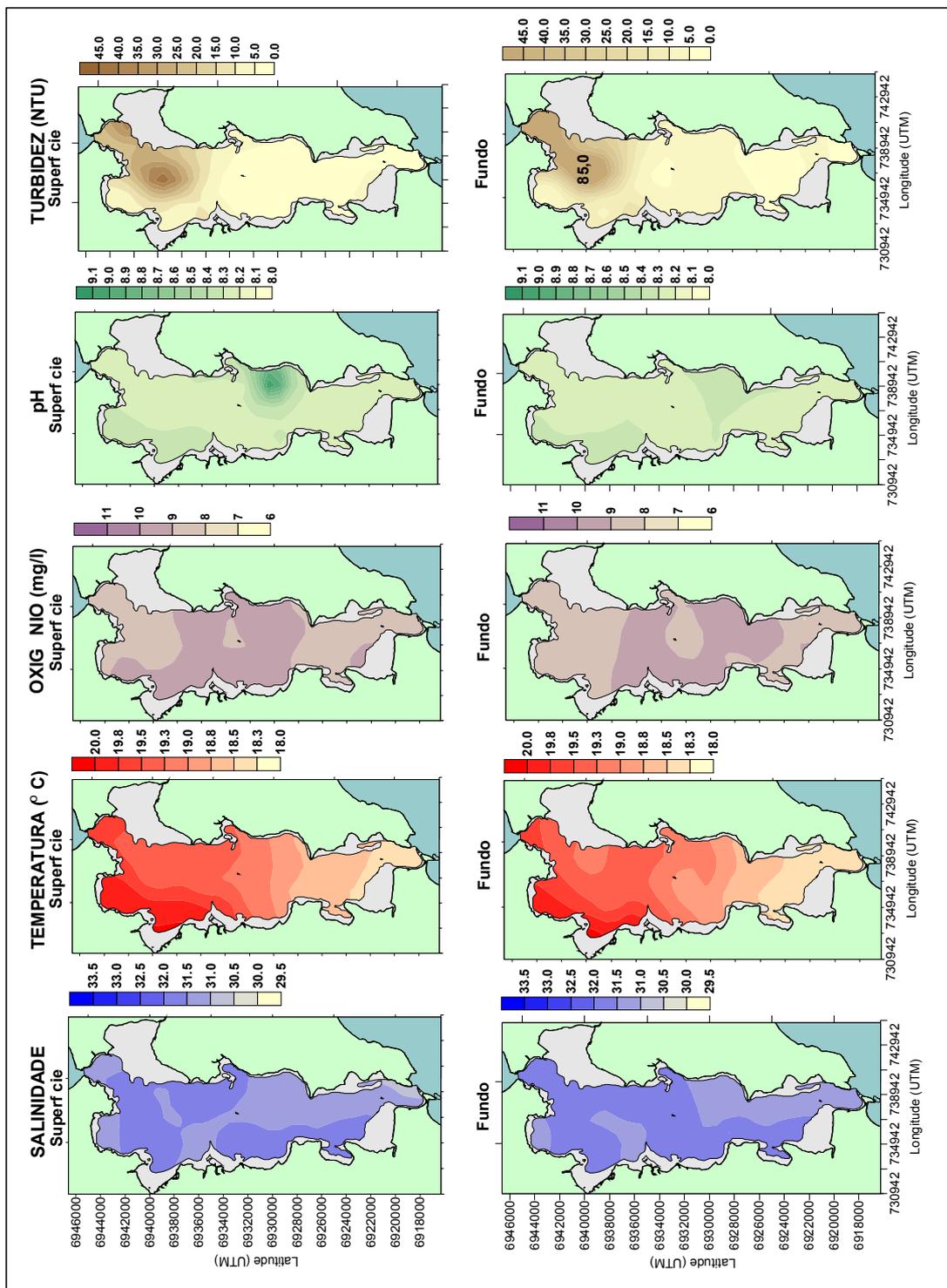


Figura 23: Distribuição espacial dos valores de salinidade, temperatura, oxigênio dissolvido, pH e turbidez ao longo da Baía Sul, Florianópolis – SC, relativo a campanha de campo de inverno.

7. DISCUSSÃO

7.1 PARÂMETROS METEOROLÓGICOS

Através da análise da série de 30 anos de dados meteorológicos fica clara a diferença entre a pluviosidade no verão e no inverno. Assim, durante o verão os valores médios mostram-se maiores em relação aos de inverno, proporcionando uma maior contribuição de água doce para área, interferindo assim, nas características do sistema estudado. Este fato pode provocar, por exemplo, pequenas estratificações na coluna de água, seja diretamente pela chuva ou indiretamente pelas bacias de drenagem presentes na área de entorno.

Como esta análise está baseada em dados médios anuais, é possível que o desvio padrão em relação à média seja alto, já que é sabido que ocorrem anomalias climáticas ao longo dos anos. Para contornar esta situação sugere-se fazer uma análise mais profunda das variações interanuais e intra-anuais, para que se tenha uma visão mais realista do comportamento climático do local.

Os dados meteorológicos referentes aos dias próximos às campanhas de verão e inverno foram de grande importância para interpretação dos resultados obtidos na coluna de água. Os valores de precipitação indicam a ocorrência de chuvas nos dias que antecederam a campanha de verão, sendo este fato comprovado pela ocorrência de menores valores de salinidade na desembocadura do Rio Cubatão do Sul. Os resultados sugerem que mesmo com a presença de chuvas, a influência da drenagem fluvial é pontual, restrita apenas às desembocaduras dos rios, pois as bacias de drenagem presentes no entorno da Baía Sul parecem não ser suficientemente extensas para proporcionar grandes modificações nos parâmetros físico-químicos amostrados na coluna de água deste sistema.

Os valores de temperatura atmosférica, direção e intensidade de vento coletados durante as campanhas possibilitaram uma melhor compreensão do comportamento das variáveis amostradas em campo, principalmente durante o verão quando ocorreu uma variação brusca nos valores de intensidade de

vento entre os setores Norte e Sul. Os valores dos parâmetros físico-químicos amostrados responderam a esta variação.

7.2 NÍVEL DE ÁGUA

A amplitude e fase da maré ao longo da coleta dos dados foram determinados através da previsão da maré astronômica e, portanto, foram utilizadas apenas como dados complementares nesta pesquisa.

7.3 BATIMETRIA

Os valores de profundidade analisados mostraram que a área de estudo é um sistema aquoso raso, com vários bancos arenosos ao longo do fundo. Os setores próximos à linha de costa apresentam as menores profundidades devido à maior deposição de sedimentos vindos da área adjacente. As maiores profundidades são observadas no centro do sistema onde a hidrodinâmica parece condicionar o estabelecimento de canais de circulação. Nas proximidades das desembocaduras os gradientes batimétricos são grandes, pois o estreitamento da distância entre a Ilha de Santa Catarina com o continente provoca intensas correntes nestes locais, contribuindo para o transporte de sedimentos para dentro ou para fora da Baía Sul.

7.4 ANÁLISE GRANULOMÉTRICA

Os resultados obtidos mostram a ausência de argilas nesta amostragem, o que pode ser explicado pelo fato das coletas terem sido realizadas a partir da isóbata de 2 metros, o que excluiu da grade amostral uma significativa parte dos ambientes de sedimentação da Baía Sul (exceto o Saco dos Limões e a Enseada do Brito) submetidos a baixa energia hidrodinâmica. Deve-se também considerar as particularidades da técnica empregada na determinação do tamanho das partículas, que tende a subestimar a ocorrência de finos.

Através da interpretação da distribuição espacial dos valores associados a Lama e Areia ao longo da Baía Sul (Figura 24), fica clara a predominância da classe textural areia (61%) no setor sul do sistema. As Lamas (39%)

predominam no setor norte e na região da Enseada do Brito, a qual apresenta uma sedimentação mais fina possivelmente devido à baixa hidrodinâmica presente no interior da enseada.

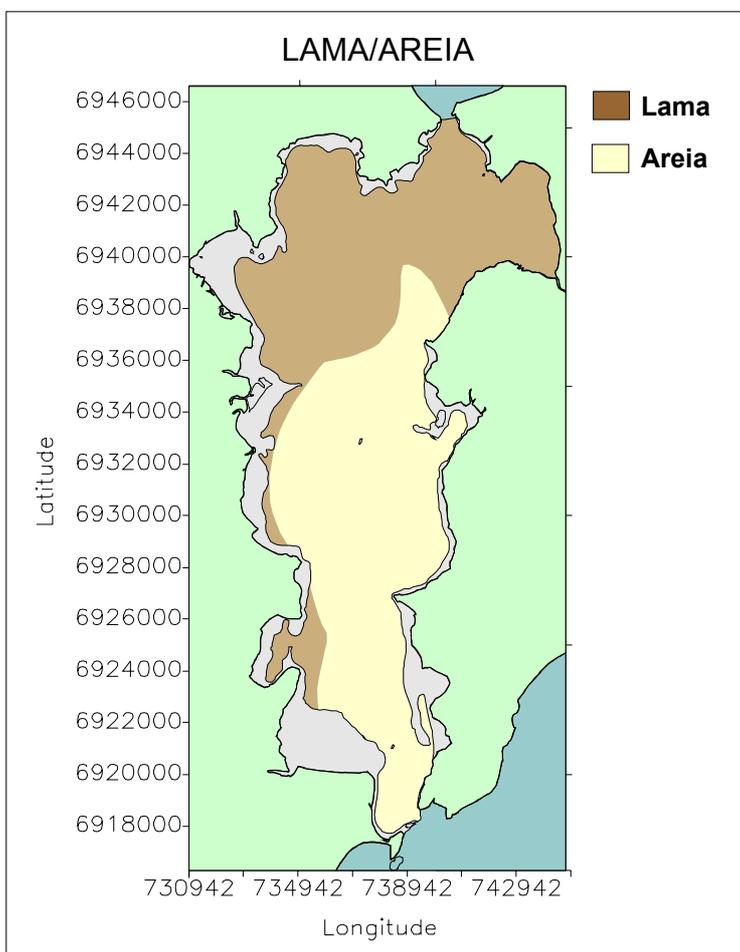


Figura 24: Distribuição espacial dos valores de Lama e Areia nos sedimentos de superfície de fundo da Baía Sul, Florianópolis – SC.

A distribuição espacial do diâmetro médio sugere que as correntes geradas pela ação dos ventos e marés, no canal sul da baía, favorecem a deposição de sedimentos mais grossos (areia média) nesta região. Por outro lado, a predominância de sedimentos mais finos (areia muito fina) no setor norte pode estar relacionada à presença de um tombo de maré localizado na região da desembocadura do Rio Cubatão do Sul. Segundo MELO *et al.* (1997), é neste setor que se encontram as ondas de maré provenientes das desembocaduras Sul e Norte do sistema, o que faz com que as correntes tendam a ser muito

fracas. Isso resulta dos gradientes de nível de água, responsáveis pelo seu movimento horizontal, serem igualmente fracos nesta zona. Devido à menor hidrodinâmica local ocorre preferencialmente a deposição de sedimentos finos.

A deposição, representada pela classe areia muito grossa nas proximidades da desembocadura do Rio Cubatão do Sul pode estar relacionada com o aporte de sedimentos grossos deste rio durante eventos de maior vazão.

No Saco dos Limões, a baixa hidrodinâmica local e o aporte sedimentar dos estuários dos rios Tavares e Defuntos, parecem estar determinando a sedimentação de siltes grossos e médios neste local. Pela análise da batimetria, sugere-se que neste local ocorra uma planície de maré, contribuindo também para uma sedimentação de finos neste ambiente.

Os resultados referentes ao grau de seleção indicam um padrão bem selecionado próximo ao setor sul, onde se encontram as maiores intensidades de correntes devido ao estreitamento do canal de circulação. Tal seleção pode estar ocorrendo devido ao transporte e não ao retrabalhamento local dos grãos. Este parâmetro passou a moderadamente selecionado no setor central e pobremente selecionado no setor norte da área de estudo, acompanhando o gradiente de tamanhos dos grãos. A diminuição da seleção pode, neste caso, estar também relacionada às contribuições fluviais adjacentes e à pequena hidrodinâmica local.

7.5 COMPARAÇÃO DOS MÉTODOS DE ANÁLISE GRANULOMÉTRICA

O principal objetivo desta análise comparativa é avaliar o comportamento dos resultados granulométricos obtidos através da aplicação de dois métodos de análise distintos, para as mesmas amostras de sedimentos.

Entre as vantagens da utilização do Malvern na determinação granulométrica, destaca-se a rapidez com que a análise é realizada (cerca de 3 minutos), a pequena quantidade de amostra necessária (cerca de 1g) e, principalmente, o número de classes determinadas (105 classes). É importante salientar, que não é correta a comparação direta dos resultados obtidos pelo Malvern e pelo Peneiramento e Pipetagem, já que o primeiro está baseado no

volume da amostra presente no equipamento e o segundo na massa (peso) da amostra utilizada no processo de análise. Assim, para realizar esta comparação, as classes de tamanho determinadas pelo Malvern foram ajustadas para que, através do software LABSE, fosse possível determinar as porcentagens de areia, silte e argila segundo SHEPARD (1954) e os parâmetros estatísticos diâmetro médio, desvio padrão, assimetria e curtose segundo FOLK & WARD (1957). Esta análise comparativa está baseada nas distribuições espaciais e nos coeficientes de correlação existentes entre os pares de parâmetros granulométricos estudados.

As Figuras 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, e 32 comparam os parâmetros sedimentológicos % de Areia, % de Silte, % de Argila, % de Lama, Diâmetro Médio, Desvio Padrão, Assimetria e Curtose, respectivamente, ao longo das estações amostrais, determinados a partir dos diferentes métodos estudados.

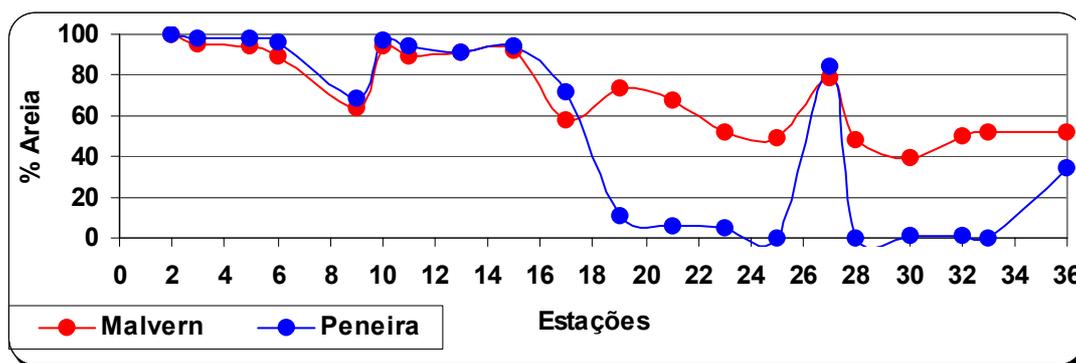


Figura 25: Comparação dos valores de porcentagem de Areia determinados a partir de dois métodos distintos de análise granulométrica (Malvern x Peneiramento e Pipetagem).

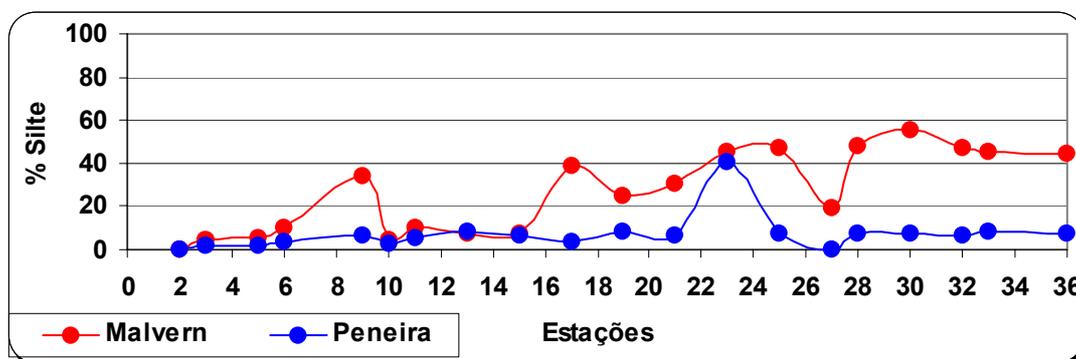


Figura 26: Comparação dos valores de porcentagem de Silte determinados a partir de dois métodos distintos de análise granulométrica (Malvern x Peneiramento e Pipetagem).

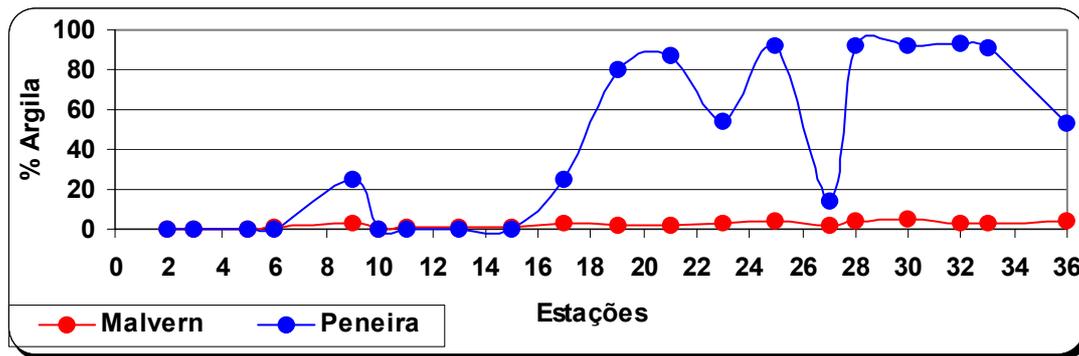


Figura 27: Comparação dos valores de porcentagem de Argila determinados a partir de dois métodos distintos de análise granulométrica (Malvern x Peneiramento e Pipetagem).

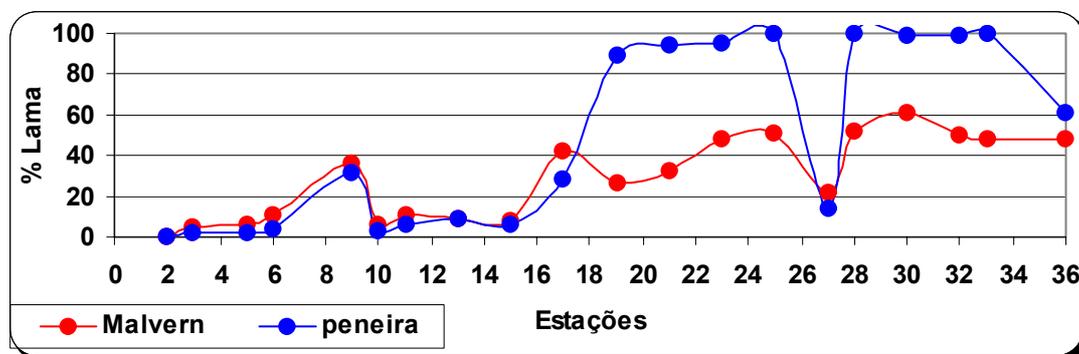


Figura 28: Comparação dos valores de porcentagem de Lama determinados a partir de dois métodos distintos de análise granulométrica (Malvern x Peneiramento e Pipetagem).

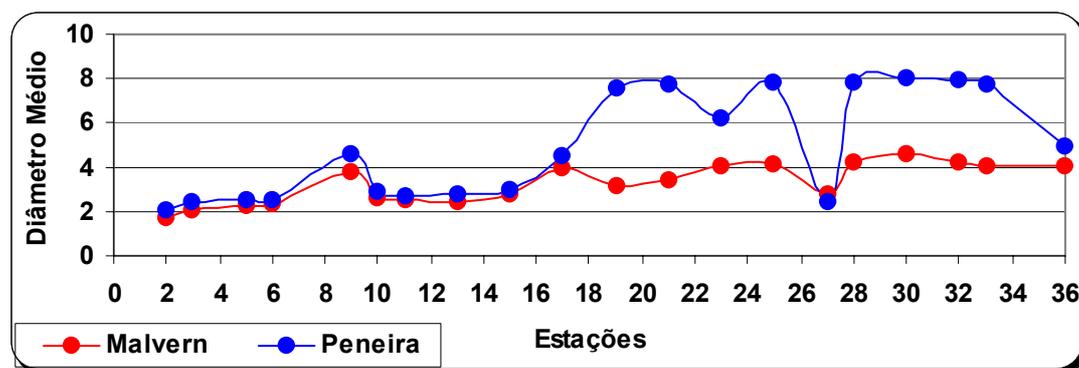


Figura 29: Comparação dos valores de Diâmetro Médio determinados a partir de dois métodos distintos de análise granulométrica (Malvern x Peneiramento e Pipetagem).

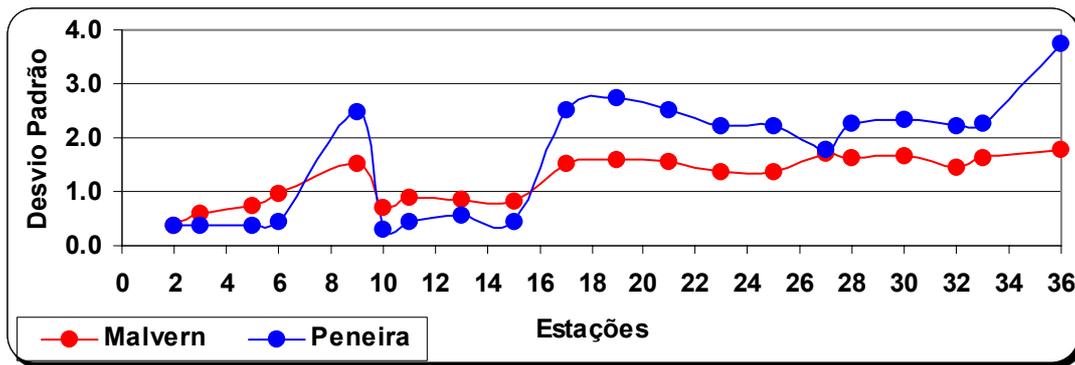


Figura 30: Comparação dos valores de Desvio Padrão determinados a partir de dois métodos distintos de análise granulométrica (Malvern x Peneiramento e Pipetagem).

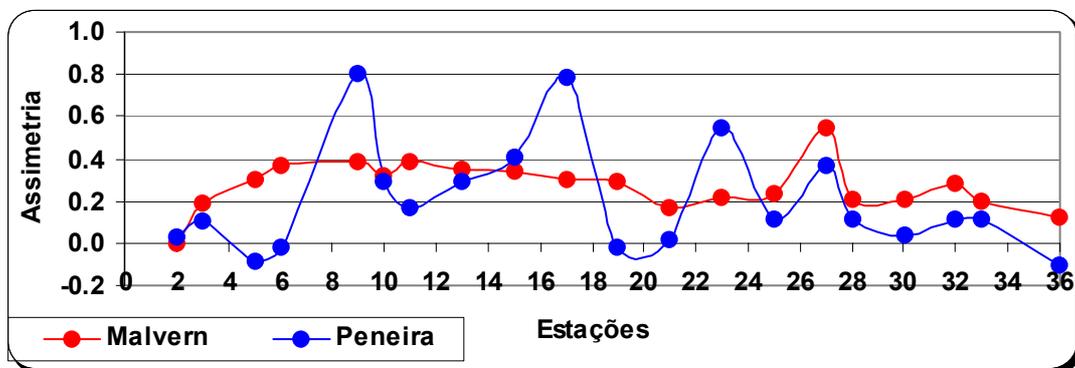


Figura 31: Comparação dos valores de Assimetria determinados a partir de dois métodos distintos de análise granulométrica (Malvern x Peneiramento e Pipetagem).

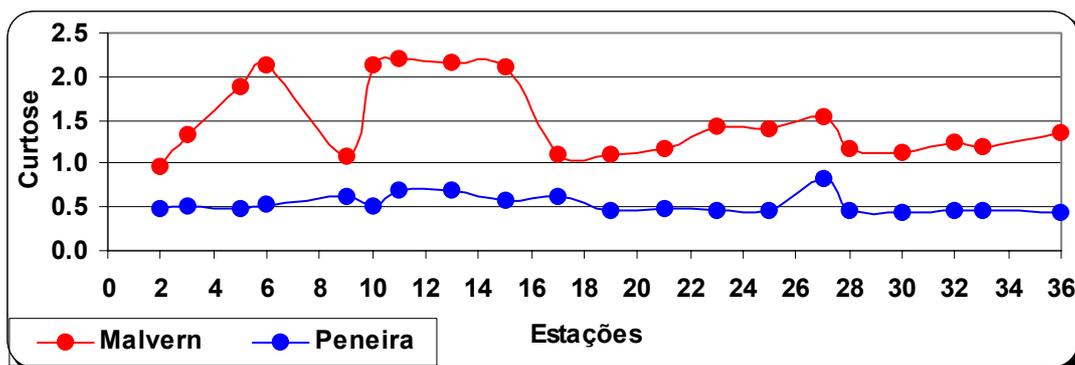


Figura 32: Comparação dos valores de Curtose determinados a partir de dois métodos distintos de análise granulométrica (Malvern x Peneiramento e Pipetagem).

Através da análise das figuras apresentadas pode-se afirmar que ocorre uma semelhança nos valores determinados pelos dois métodos aplicados nas amostras das estações amostrais 2, 3, 5, 6, 9, 10, 11, 13, 15, 17 e 27 (Grupo 1). O mesmo não é observado nas amostras das estações 19, 21, 23, 25, 28,

30, 32, 33 e 36 (Grupo 2). Para a Assimetria e Curtose não observa-se um padrão definido nesta comparação.

As correlações entre os parâmetros sedimentológicos determinados pelos métodos que estão sendo comparados, juntamente com os respectivos coeficientes de determinação (R^2), são apresentadas nas Figuras 33, 34, 35, 36, 37 e 38.

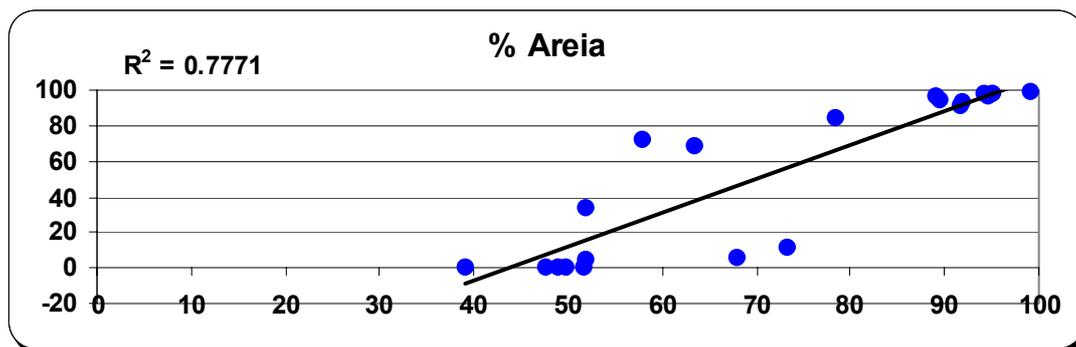


Figura 33: Correlação dos valores de porcentagem de Areia determinados a partir de dois métodos distintos de análise granulométrica (Malvern x Peneiramento e Pipetagem).

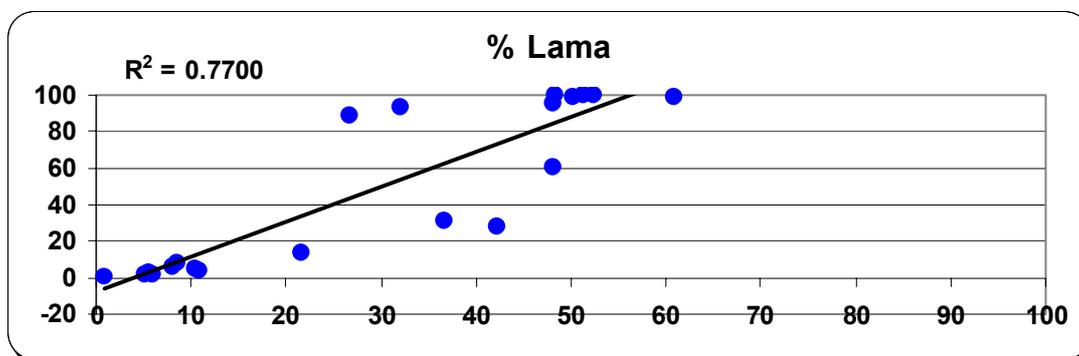


Figura 34: Correlação dos valores de porcentagem de Lama determinados a partir de dois métodos distintos de análise granulométrica (Malvern x Peneiramento e Pipetagem).

Os valores do coeficiente de determinação para as Areias e Lamas apresentaram valores de 0,7771 e 0,7700, respectivamente, mostrando que cerca de 77% dos pontos distribuídos nesta análise se agrupam ao modelo de correlação linear que neste caso é positiva.

O Silte e Argila quando tratados separadamente apresentaram valores de R^2 de 0,1602 e 0,6832, respectivamente. Embora o coeficiente de determinação demonstre correlação positiva significativa para as argilas, os

valores associados ao Malvern variaram entre 0 e 10%, já os valores associados ao método de Peneiramento e Pipetagem variaram entre 0 e 100%.

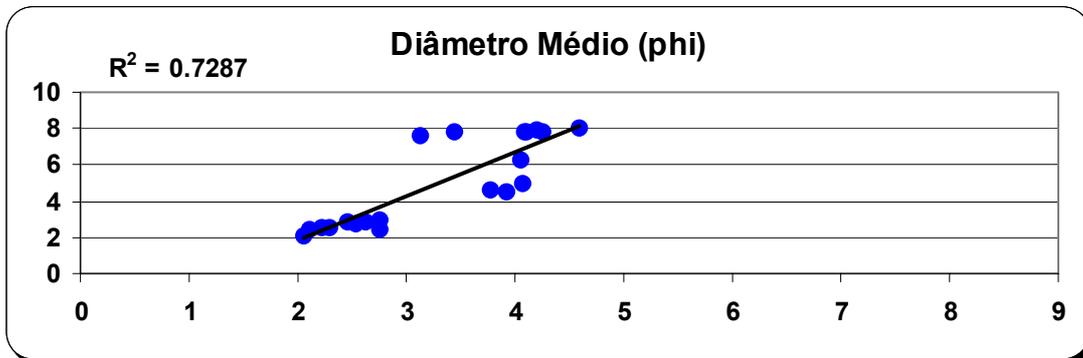


Figura 35: Correlação dos valores de Diâmetro Médio determinados a partir de dois métodos distintos de análise granulométrica (Malvern x Peneiramento e Pipetagem).

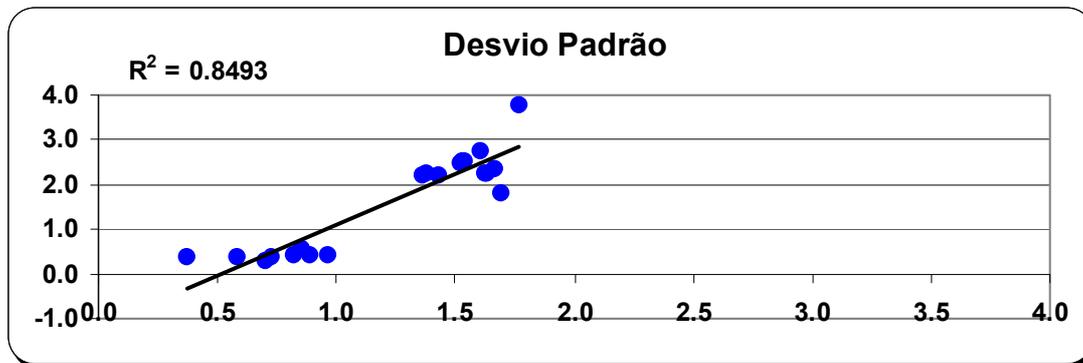


Figura 36: Correlação dos valores de Desvio Padrão determinados a partir de dois métodos distintos de análise granulométrica (Malvern x Peneiramento e Pipetagem).

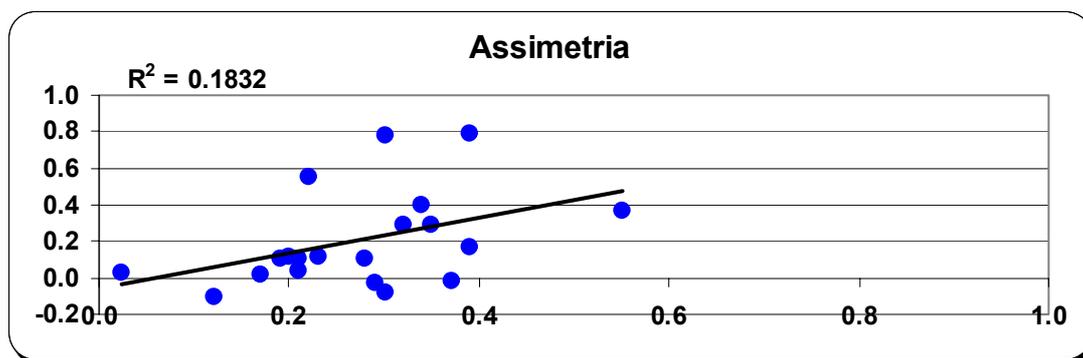


Figura 37: Correlação dos valores de Assimetria determinados a partir de dois métodos distintos de análise granulométrica (Malvern x Peneiramento e Pipetagem).

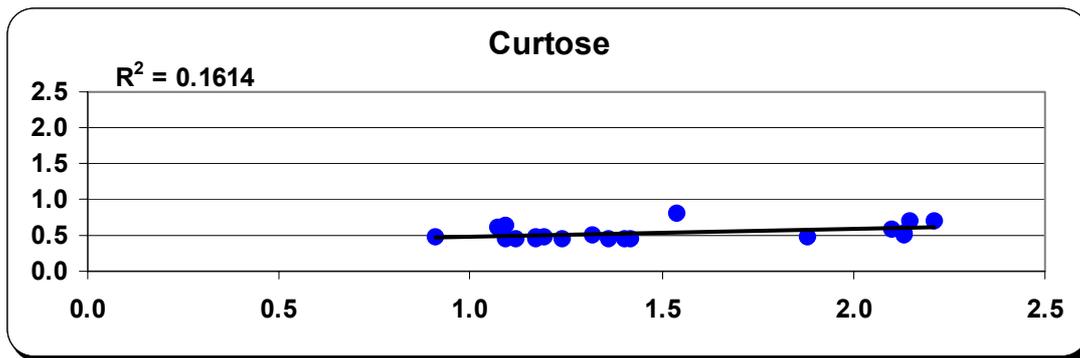


Figura 38: Correlação dos valores de Curtose determinados a partir de dois métodos distintos de análise granulométrica (Malvern x Peneiramento e Pipetagem).

A correlação dos valores de diâmetro médio, desvio padrão, assimetria e curtose mostra valores de R^2 de 0,7287, 0,8493, 0,1832 e 0,1614, respectivamente. O gráfico referente ao diâmetro médio mostra claramente a presença de duas nuvens distintas de pontos, sendo que para as classes texturais maiores (valores de phi inferiores a 4) presentes nesta análise, os pontos estão menos dispersos se comparados com a nuvem associada aos valores de sedimentos mais finos, com phi maior que 4. Ao correlacionar separadamente estas nuvens fica muito clara a pequena relação entre as classes texturais mais finas (R^2 de 0,0183). Para sedimentos mais grossos o coeficiente de correlação foi de 0,3746.

Tendo em vista os resultados obtidos a partir da comparação dos dois métodos utilizados nesta análise pode-se inferir que para sedimentos mais grossos (areias) a correlação é satisfatória (acima de 50%). Para classes texturais mais finas (silte e argila) esta análise mostrou uma pequena covariância entre os valores comparados e portanto devem servir de objeto de estudos futuros mais aprofundados. Planeja-se dar prosseguimento a esta questão através do emprego de testes estatísticos mais voltados a comparação entre distribuições. O teste t para amostras pareadas ou o cálculo do teste de aderência do chi-quadrado, por exemplo, poderá ser útil na verificação se as distribuições granulométricas observadas entre os dois métodos em cada estação, podem ou não ser considerados provenientes de uma mesma população (GRIFFITHS, 1967 *apud* LANDIM, 1997).

As Figuras 39 e 40 mostram as diferenças nas distribuições espaciais (n=20) na área de estudo, fazendo comparações segundo a classificação granulométrica de Shepard (1954) e as porcentagens de Lama e Areia. É notório que com o maior refinamento nas classes texturais as diferenças são maiores, apresentando uma maior similaridade com os sedimentos grossos. No resultado referente as Lamas e Areias nota-se um comportamento semelhante nas distribuições, onde no setor norte prevalece a presença de sedimentos lamosos.

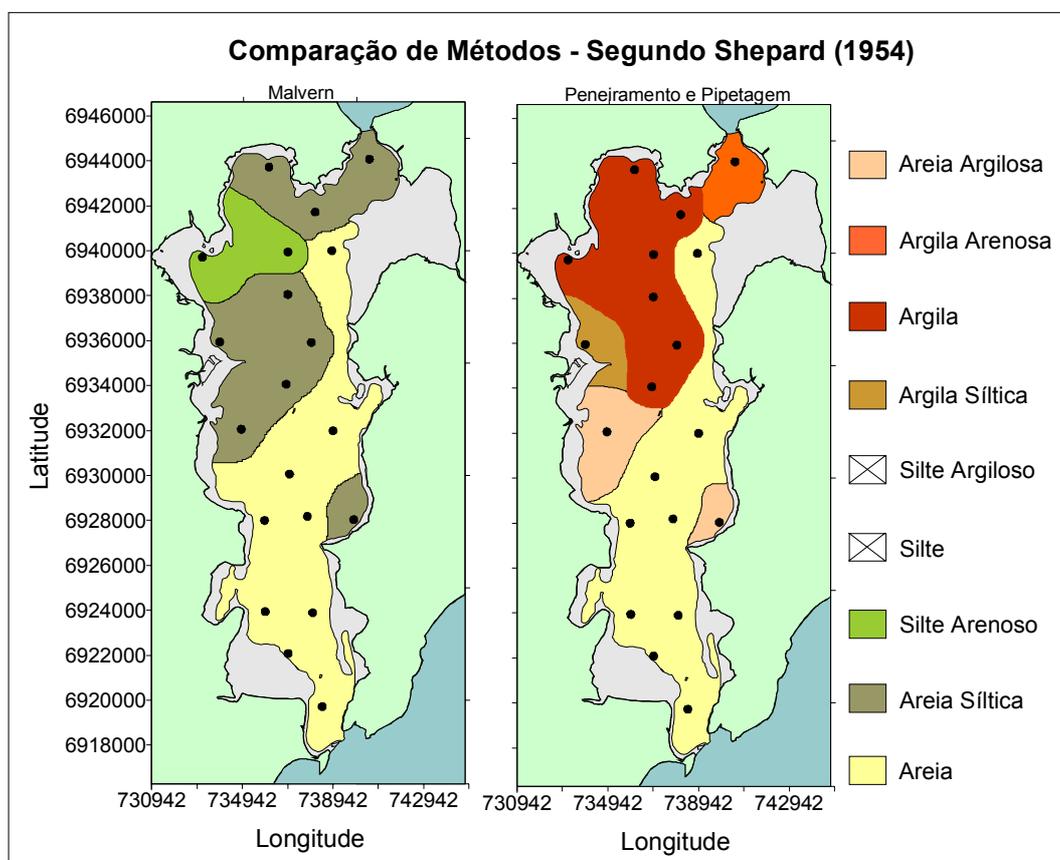


Figura 39: Comparação das distribuições espaciais (n=20) da granulometria segundo Shepard (1954), relativo aos métodos comparados (Malvern x Peneiramento e Pipetagem).

Um dos motivos da baixa relação entre os sedimentos mais finos pode estar associado às particularidades que o método de determinação dos tamanhos dos grãos através da difração do laser possui. Segundo SUGUIO (1973) as argilas possuem formatos de placas achatadas. No processo de determinação do tamanho do grão a amostra dispersa em água é submetida a um feixe de luz monocromática, que por reflexão chega a sensores ao longo do

equipamento. Estes sensores determinam o tamanho do grão. O problema das argilas nesta análise é que, por não serem esféricas, podem ter seus teores subestimados, já que o feixe que incide sobre o grão não consegue identificar como pertencentes a uma mesma classe de tamanho, partículas com diferenças significativas entre seu diâmetro médio e a espessura.

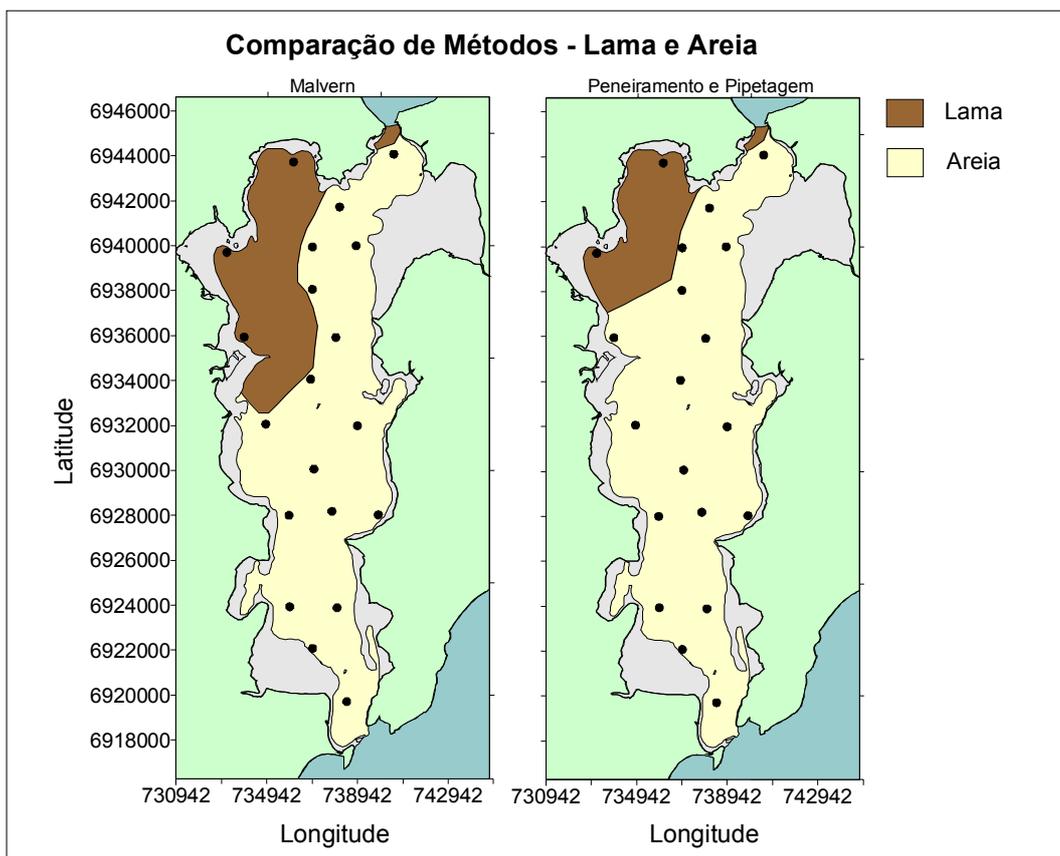


Figura 40: Comparação das distribuições espaciais (n=20) das porcentagens de Lama e Areia, relativo aos métodos comparados (Malvern x Peneiramento e Pipetagem).

É importante salientar que os resultados obtidos a partir do Malvern são concordantes com o restante dos parâmetros amostrados na Baía Sul, principalmente com relação aos dados de matéria orgânica total, que apresentam seus maiores valores associados as classes texturais menores.

A ausência de argilas nesta amostragem também pode estar relacionada aos aspectos hidrodinâmicos do ambiente que está sujeito a forças como os ventos e marés, os quais podem gerar correntes suficientemente intensas para promover o transporte das argilas para fora do sistema. Trabalhos realizados

na Baía Norte por LEAL *et al.*(1999) mostraram a predominância de siltes entre as lamas, vindo a contribuir ainda mais para a validação destes valores, já que ambos os ambientes estão submetidos a condições oceanográficas semelhantes.

7.6 CARBONATOS BIODETRÍTICOS E MATÉRIA ORGÂNICA TOTAL

Foram observados baixos valores de carbonato biodetrítico ao longo do sistema estudado, com exceção de alguns picos relacionados às estações amostrais 1, 7, 14 e 36. Na região das desembocaduras (#1 e #36) as maiores profundidades (cerca de 30m), ocasionadas pelo estrangulamento existente entre a Ilha de Santa Catarina e o Continente, promovem a deposição de sedimentos mais grossos associados à presença de fragmentos de organismos bentônicos com conchas carbonáticas. A presença de bancos arenosos nas proximidades das estações 7 e 14 também contribui para o aumento nos valores desta variável.

A presença dos estuários dos rios Tavares e dos Defuntos na região do Saco dos Limões promoveram altos valores locais (média de 11,25%) de matéria orgânica total. Segundo SCHETTINI *et al.* (2000) o plano intermareal presente no local representaria o elo de ligação entre a baía e os estuários, onde os processos de produção de matéria orgânica seriam particularmente importantes. Devido às características próprias do ecossistema manguezal presente nesta enseada, a contribuição de material orgânico é grande. A preservação deste material está diretamente relacionada com a presença de sedimentos finos (siltes) no interior do Saco dos Limões. Na Enseada do Brito o incremento nos valores pode estar associado a presença de sistemas de cultivo de moluscos. De modo geral, ao longo da Baía Sul os valores deste parâmetro apresentaram-se baixos e correlacionados positivamente com os valores de diâmetro médio, carbono orgânico, nitrogênio e enxofre, determinados a partir da mesma amostra de sedimentos.

7.7 TEORES DE CARBONO ORGÂNICO, NITROGÊNIO E ENXOFRE

Os valores de diâmetro médio são menores no setor norte do sistema, que é composto predominantemente por areias finas, muito finas e siltes grossos e médios. CORREIA *et al* (2001) mostra que a partir de 80% de contribuição da fração inferior a 70 micrometros (areia muito fina) pode ocorrer um aumento nos teores de carbono orgânico. As quantidades de C, N e S apresentam uma correlação positiva com a diminuição do tamanho de grão (Figuras 41, 42 e 43), porém não são suficientemente grandes para proporcionar interpretações confiáveis das razões C/N e C/S. Segundo BARCELLOS & FURTADO (1997), os baixos valores de C orgânico, encontrados na região do Canal de São Sebastião, podem estar relacionados à falta de fontes significativas na área de entorno e à suscetibilidade de remobilização deste composto em relação ao nitrogênio. O mesmo pode estar ocorrendo na Baía Sul, dado o pequeno ajuste dos valores de carbono orgânico à equação da reta que explica seu comportamento em relação ao diâmetro médio dos grãos. Os valores de coeficiente de correlação múltipla para C, N e S foram de 0,3750, 0,5723 e 0,5055, respectivamente.

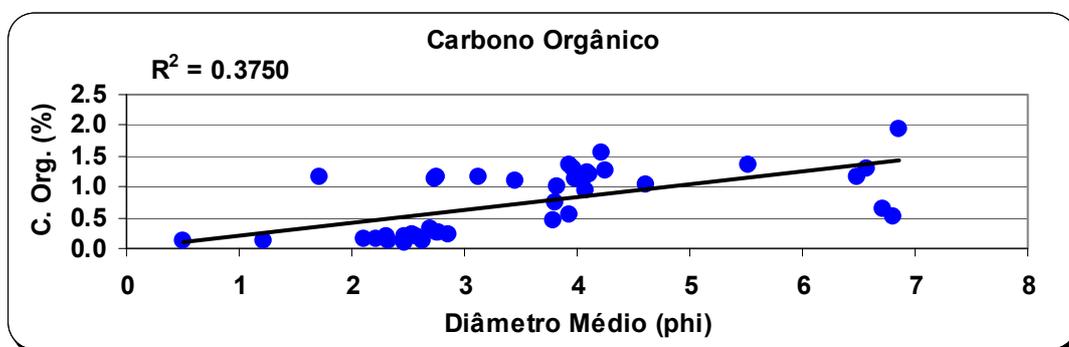


Figura 41: Correlação dos valores de carbono orgânico e diâmetro médio.

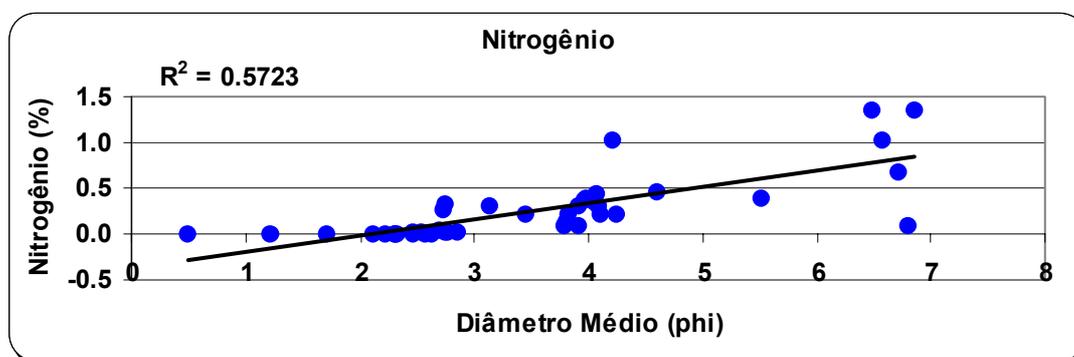


Figura 42: Correlação dos valores de nitrogênio e diâmetro médio.

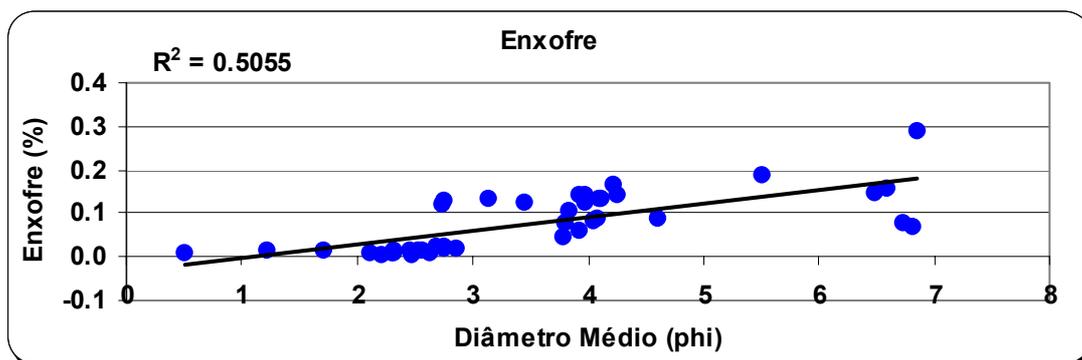


Figura 43: Correlação dos valores de enxofre e diâmetro médio.

Naturalmente, os maiores valores estão associados à matéria orgânica presente no ambiente. Assim, os teores de C, N e S também apresentaram uma correlação positiva com os teores de matéria orgânica total (Figuras 44, 45 e 46), apresentando valores de coeficiente de correlação múltipla de 0,4856, 0,8480 e 0,6355, respectivamente.

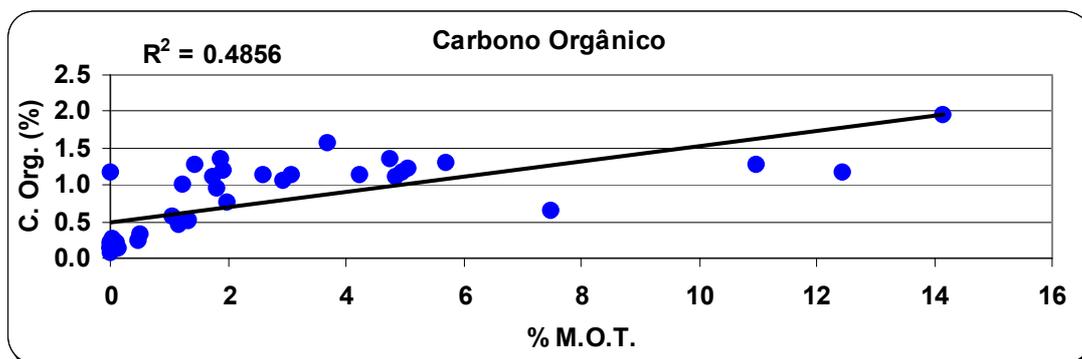


Figura 44: Correlação dos valores de carbono orgânico e matéria orgânica total.

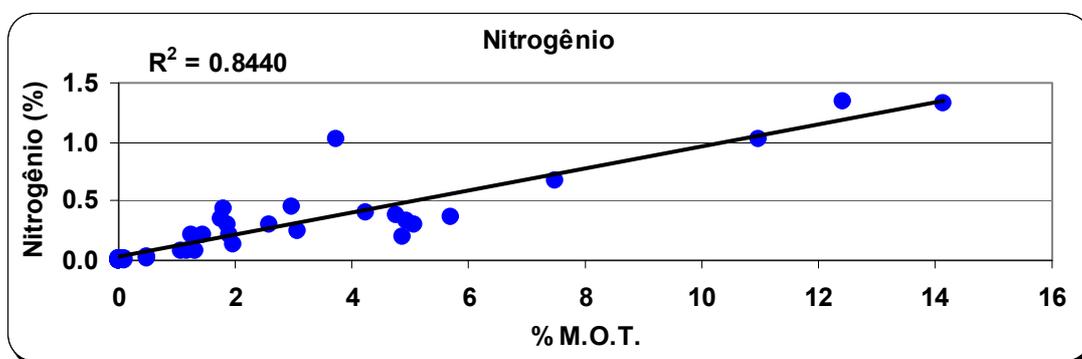


Figura 45: Correlação dos valores de nitrogênio e matéria orgânica total.

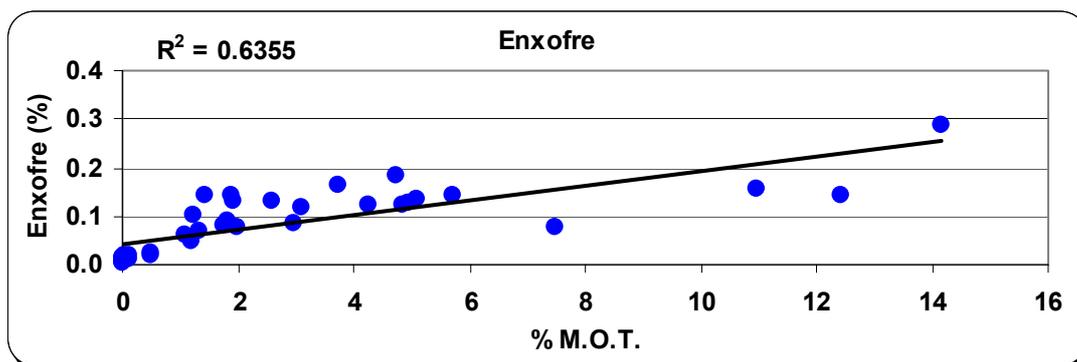


Figura 46: Correlação dos valores de enxofre e matéria orgânica total.

Na Baía de São José (proximidades das estações 31 e 32), os maiores valores podem estar associados a pressões ambientais locais, como por exemplo a liberação excessiva de esgotos domésticos, os quais contribuem para o aumento destes teores no ambiente.

Apesar das interpretações das razões C/N estarem comprometidas, devido aos baixos teores encontrados nos sedimentos superficiais de fundo, a hipótese da presença de um tombo de maré no setor norte do sistema concorda com os resultados obtidos, já que esta distribuição mostra valores de C/N menores que 10 (exceção para estação 27), sugerindo um aporte e deposição de material orgânico de origem marinha. Outro fator importante a ser considerado é a presença de água marinha em todo sistema nas duas condições amostradas (verão e inverno).

7.8 PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DA ÁGUA

Através da análise dos resultados obtidos observa-se uma grande dominância de águas marinhas dentro do sistema, fato este evidenciado pela pequena variação da salinidade ao longo da Baía Sul, nas duas condições amostradas (verão e inverno). O fluxo proveniente da drenagem fluvial parece não ser suficientemente grande para promover estratificações significativas na coluna de água. Os valores de precipitação total (Figura 9) mostram a presença de chuvas nos dias que antecederam a campanha de campo de verão, proporcionando a diminuição da salinidade na superfície apenas nas proximidades da desembocadura do Rio Cubatão do Sul.

Para as duas campanhas, os valores de temperatura ao longo da baía mostram uma influência das condições meteorológicas presentes no dia da coleta dos dados. Nas primeiras estações amostrais, durante o início da manhã, a temperatura representa as condições hidrodinâmicas locais, onde é possível visualizar a influência da água marinha da região adjacente. Após este período, com a elevação da temperatura do ar, fica clara a influência atmosférica nos valores de temperatura. Ao longo de todo sistema, com exceção do canal sul, as temperaturas superficiais foram maiores que no fundo. Outra hipótese para explicar esta distribuição pode estar relacionada com a maior hidrodinâmica no setor sul da baía, provocada pelo estreitamento da desembocadura na área.

Para a campanha de verão, a correlação positiva da temperatura com oxigênio dissolvido e pH pode estar determinando a distribuição destes parâmetros. Através do cálculo do percentual médio de saturação de oxigênio na superfície (125%) e no fundo (115%), segundo CHESTER (1990), fica evidenciada a importância do fotoperíodo neste processo, que associado com a presença de ventos locais, proporcionaram altos valores de oxigênio.

O setor norte do sistema apresentou os maiores valores de turbidez, os quais estão relacionados com os fortes ventos presentes na hora da coleta. As baixas profundidades associadas com o fundo lamoso e a presença de ondas geradas por vento local na porção norte da Baía Sul podem ter proporcionado o aumento da turbidez neste setor.

A distribuição espacial dos parâmetros físico-químicos amostrados representa as condições do dia da coleta. Devido ao intervalo de tempo entre a primeira e a última estação (cerca de 12h), é possível que os dados de temperatura, oxigênio dissolvido e pH estejam sendo influenciados também por condicionantes temporais. Esta dúvida pode ser solucionada com a realização de novas campanhas de amostragem na área, com caráter sazonal.

A grande variabilidade dos parâmetros físico-químicos na coluna de água representa uma característica decisiva no planejamento de uma amostragem. Para as campanhas realizadas na Baía Sul partiu-se do pressuposto que o dia em que estes parâmetros foram amostrados era

representativo para estação do ano estudada. Portanto, a utilização destes indicadores de qualidade ambiental devem ser realizadas com cautela, levando em conta a dinâmica temporal do sistema (ventos, ondas, marés, etc.) e das propriedades físico-químicas.

7.9 INTEGRAÇÃO DOS DADOS

Através da integração dos dados foi possível determinar setores distintos na área estudada, possibilitando no futuro a realização de estudos específicos em cada setor. Com o direcionamento do esforço amostral ou manejo ambiental adaptado a cada setor a eficiência da pesquisa proposta tende ser maior. O método utilizado na análise do grau de similaridade entre os pontos amostrais, baseado no conjunto de dados disponíveis, foi a Análise de Agrupamento.

Os resultados gerados a partir da Análise de Agrupamento referentes aos parâmetros sedimentológicos são apresentados na forma de dendrogramas (Figura 47 e 48). O nível de corte (1,0) foi escolhido levando em consideração os dados existentes nesta pesquisa e o conhecimento prévio das condições fisiográficas do ambiente. A partir deste corte foi realizado um mapa síntese onde observa-se a existência de 5 setores distintos na Baía Sul (Figura 49).

O Setor I, representado pelo ponto amostral 1, localiza-se nas proximidades da desembocadura sul, sendo caracterizado pela presença de areias grossas, bem selecionadas, cerca de 32% de carbonatos biodetríticos, extremamente pobres em material orgânico (0,1%) e baixos teores de C, N e S (0,137%, 0,005% e 0,013%, respectivamente).

O Setor II, representado pelos pontos amostrais 2, 3, 4, 5, 8, 10, 11, 13, 15 e 18, de modo geral apresenta areias médias, moderadamente selecionadas, cerca de 3,5% de carbonatos biodetríticos, sem material orgânico (0%) e baixos teores de C, N e S (médias de 0,268%, 0,011% e 0,002%, respectivamente).

O Setor III, representado pelos pontos amostrais 6, 7, 12 e 14, de modo geral apresenta areias médias com variações de moderadamente a

pobrememente selecionadas, cerca de 23,5% de carbonatos biodetríticos, com material orgânico nulo (0%) e baixos teores de C, N e S (médias de 0,196, 0,008 e 0,014, respectivamente).

O Setor IV, representado pelos pontos amostrais Ens. Brito, 9, 16, 17, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35 e 36, abrange a maior parte do setor norte da área de estudo e a Enseada do Brito, localizada mais ao sul. Este caracteriza-se pela presença de sedimentos mais finos como areias finas, muito finas e siltes grossos. O grau de seleção mostra sedimentos pobrememente selecionados (exceção para Enseada do Brito), com cerca de 9,5% em média de carbonatos biodetríticos, 2,6% em média de matéria orgânica e valores maiores de C, N e S, se comparados com outros setores. Os teores médios foram de 0,9989%, 0,2831% e 0,1070% de C, N e S, respectivamente.

O Setor V, representado pelas estações localizadas no Saco dos Limões, apresenta os maiores valores dos parâmetros sedimentológicos envolvidos nesta análise, com exceção aos teores de carbonato de biodetrítico (média de 4%). A classe textural presente no interior do saco é caracterizada por siltes médios, pobrememente selecionados, com um valor médio de material orgânico de 11,25%. Os teores médios de C, N e S foram 1,2660%, 1,0979% e 0,1672%, respectivamente.

A distribuição dos setores mostra-se relacionada com as condições fisiográficas da área de estudo. Entre os sub-ambientes caracterizados, o Setor I é o que está condicionado ao estreitamento da desembocadura e aos maiores gradientes batimétricos (profundidade máxima de 30m) e intensidades de correntes (Figura 4). A partir da desembocadura, inicia o Setor II, estando este exposto a ação direta dos ventos vindos do quadrante sul. A mancha observada nas proximidades da desembocadura do Rio Cubatão do Sul (estação 18), classificada como Setor II, parece estar relacionada a eventos de maior vazão do rio Cubatão do Sul, que transporta sedimentos mais grossos para este local.

Nas proximidades da Enseada do Brito e da estação 9 observa-se um gradiente no sentido costa-centro, indicando que o Setor III representa uma

área de transição entre os processos que ocorrem nas áreas mais rasas e abrigadas (costa) e mais profundas e sujeitas a ação dos ventos (centro). Os valores de diâmetro médio, carbonatos biodetríticos e matéria orgânica total definem o Setor IV, o qual representa a maior parte do Setor Norte do sistema estudado. Este setor está sujeito à ação direta dos ventos vindos dos quadrantes sul e nordeste. O aumento nos valores amostrados neste setor pode estar relacionado com os possíveis contribuintes de materiais terrígenos no seu entorno, como os rios Cubatão do Sul, Tavares, dos Defuntos e o próprio Saco dos Limões, representado pelo Setor V nesta análise.

O Setor V caracteriza-se por ser um ambiente mais protegido da ação dos ventos, correntes e ondas presentes na interior da área de estudo. Os altos teores de material orgânico estão associados a presença de um manguezal, aos sedimentos lamosos presentes no fundo e aos rios que desembocam no local. Este setor apresenta as menores profundidades da grade amostral realizada.

Da mesma maneira que os dados sedimentológicos, a Análise de Agrupamento foi aplicada nos parâmetros físico-químicos da coluna de água visando a realização da compartimentação hidrológica da Baía Sul, baseada nos dados disponíveis. Assim, foi possível a realização de mapas mostrando diferentes setores ao longo da área de estudo, durante uma condição úmida (verão) e outra seca (inverno).

Para as duas situações analisadas o nível de corte escolhido foi 0,5, gerando 3 grupos distintos para as campanhas realizadas no verão e no inverno, respectivamente. Cabe ressaltar que os pontos amostrais 33 e 35, durante a campanha de verão, foram agrupados aos pontos 28, 34 e 36, devido à proximidade mostrada no dendrograma (Figura 50 e 51). Para a análise dos dados de inverno a estação 21 foi ajustada de maneira a pertencer ao grupo adjacente (estações 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20 e 22). O agrupamento dos descritores (parâmetros físico-químicos) utilizados nesta análise são mostrados na Figura 52 e 53.

O agrupamento realizado a partir dos dados referentes a campanha de verão mostram uma grande homogeneidade ao longo de todo sistema (Figura

54), indicando a pequena variação dos valores amostrados. A distinção entre os Setores Norte e Sul durante a campanha de inverno (Figura 55), sugere que os valores mais altos de turbidez estejam proporcionando este padrão.

Como citado anteriormente, o aumento nos valores de oxigênio dissolvido e turbidez no Setor Norte possivelmente estão associados às mudanças nas intensidades dos ventos no dia da campanha de campo e, portanto, isto deve ser levado em consideração, já que esta variável está incluída na análise. Pela pequena variação nos valores de salinidade, temperatura e pH ao longo do sistema pode-se inferir que estes parâmetros não foram significativos na determinação dos setores.

Através da aplicação de um MDS, englobando todos os parâmetros físico-químicos amostrados, na superfície e no fundo, durante a campanha de verão e inverno, observa-se um gradiente de distância entre as estações amostrais (Figuras 56 e 57). Os pontos amostrais 23, 25, 26, 27, 28, 33, 34, 35 e 36 mostraram-se diferenciados dos demais pontos, concordando com a análise de agrupamento realizada, que também mostra a distinção existente nesta área.

Como a mudança das condições climáticas no momento da coleta foram evidenciadas, fica muito clara a relação do aumento nos valores de turbidez com o aumento da intensidade dos ventos, já que nesta área a fonte de sedimentos associada a morfologia do fundo é propícia para esta ocorrência. Para verificar tal hipótese, retirou-se os valores de turbidez desta análise objetivando analisar a influência desta propriedade nos resultados. Os produtos obtidos a partir da retirada destes valores (Figura 58) sugerem que a coluna de água ao longo da Baía Sul é homogênea em relação as demais propriedades. Acredita-se portanto que pode ocorrer gradientes significativos neste setor devido a presença de forçantes meteorológicas, que podem estar gerando águas mais turvas no próprio local (Setor Norte da Baía Sul) ou na Baía Norte, já que este fato ocorre nas proximidades da desembocadura norte da área de estudo.

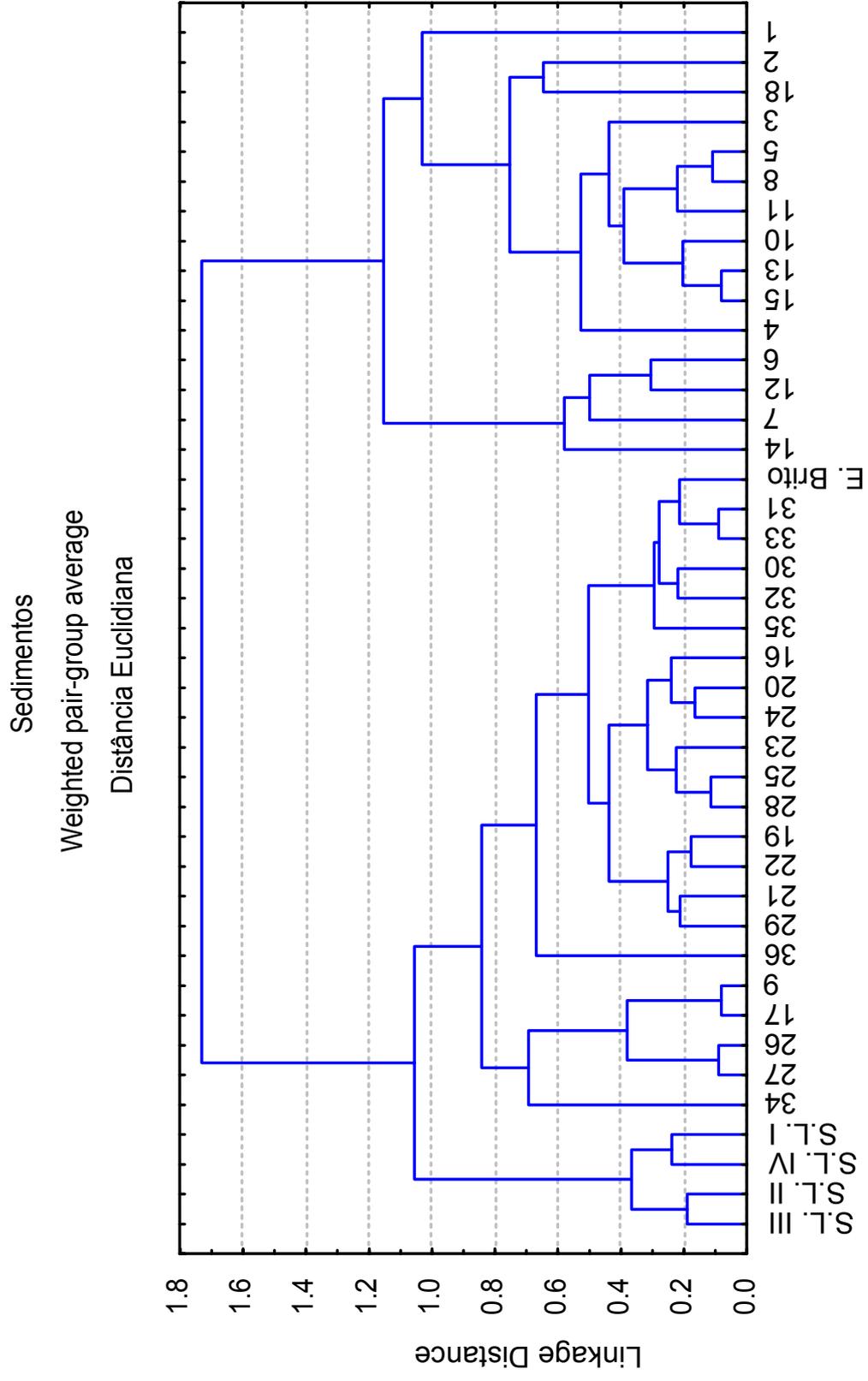


Figura 47: Dendrograma gerado a partir de dados sedimentológicos agrupados no modo Q (agrupamento de objetos).

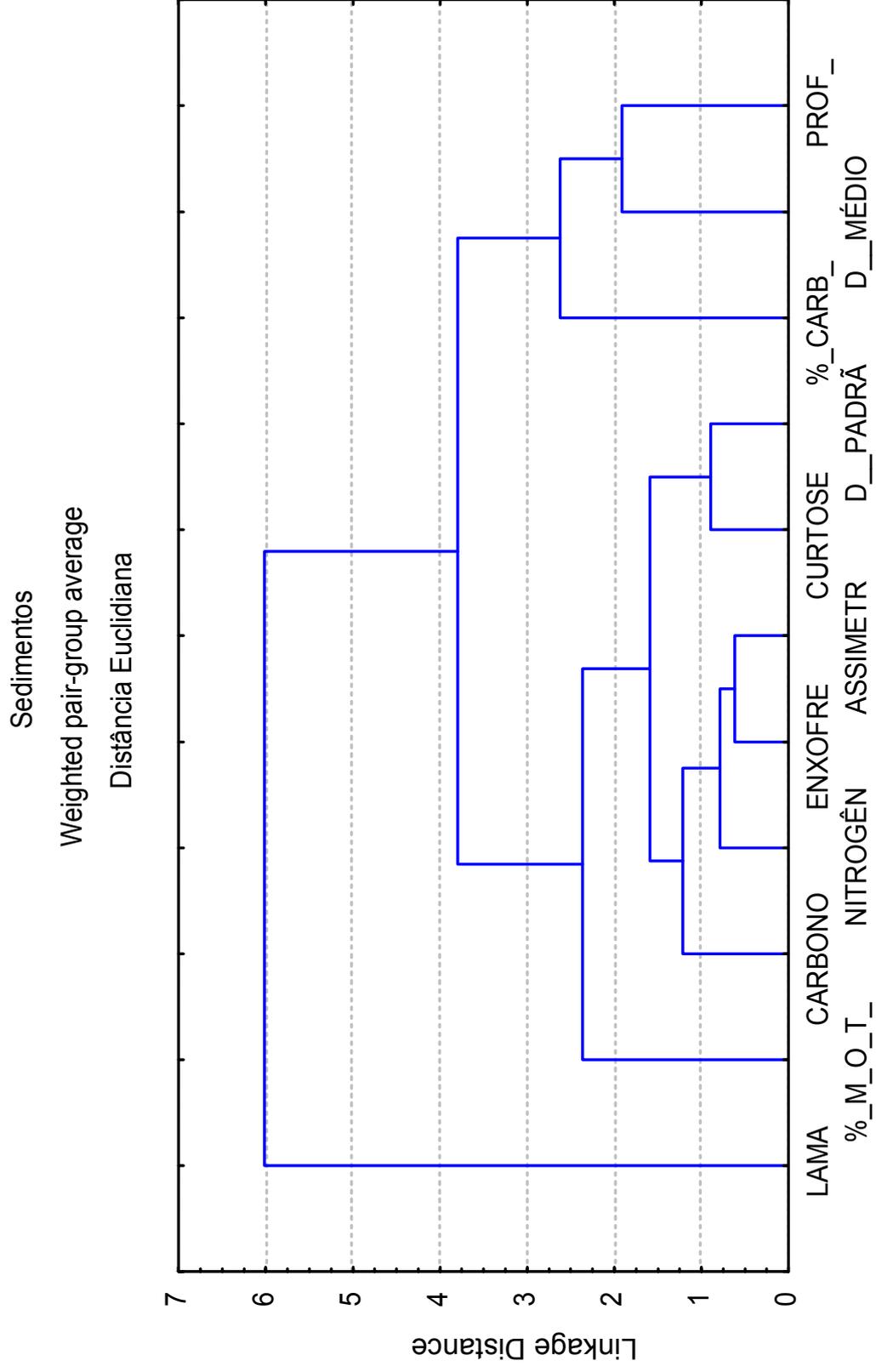


Figura 48: Dendrograma gerado a partir de dados sedimentológicos agrupados no modo R (agrupamento de descritores).

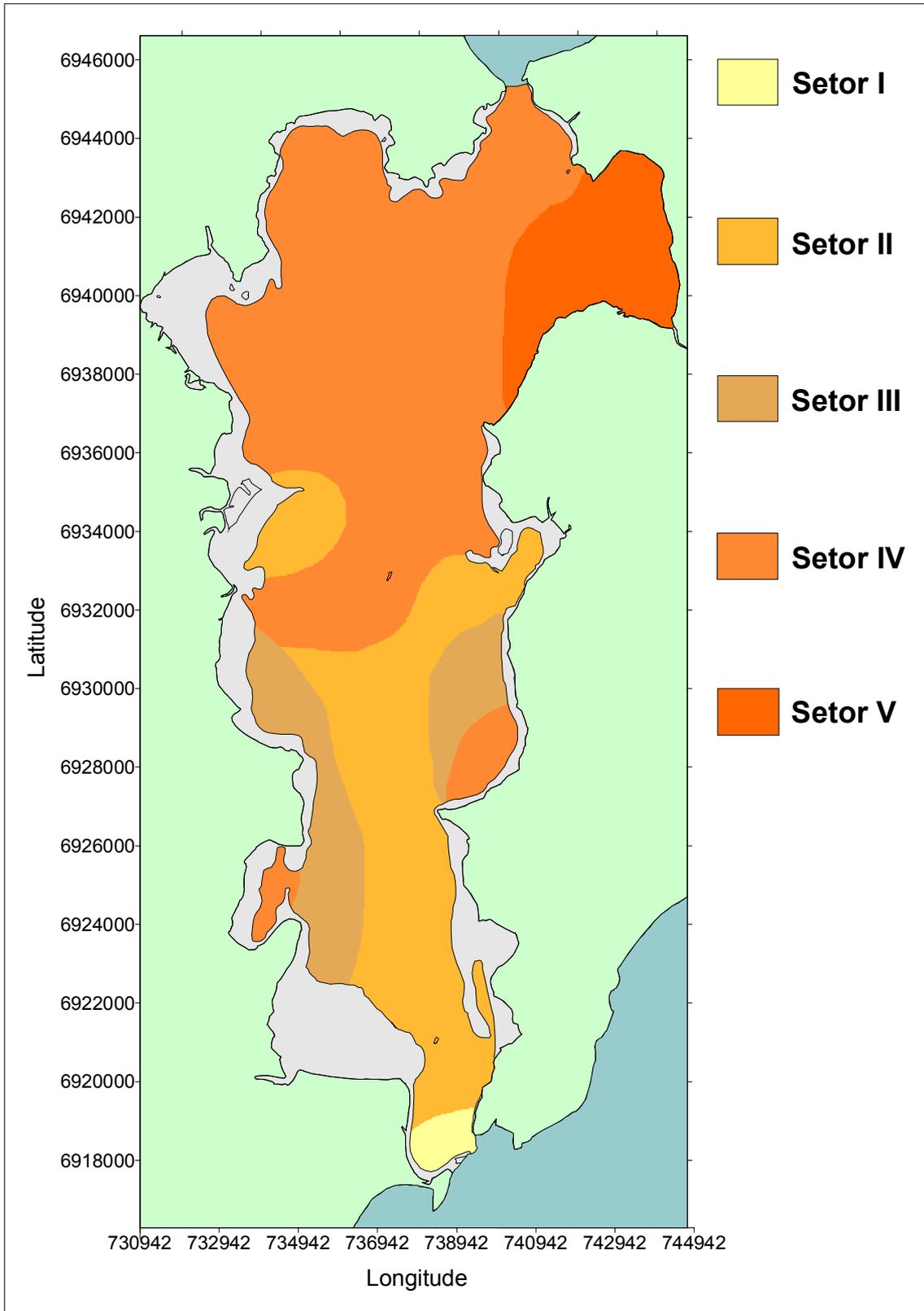


Figura 49: Distribuição dos diferentes setores ao longo da Baía Sul, determinados a partir dos parâmetros sedimentológicos disponíveis.

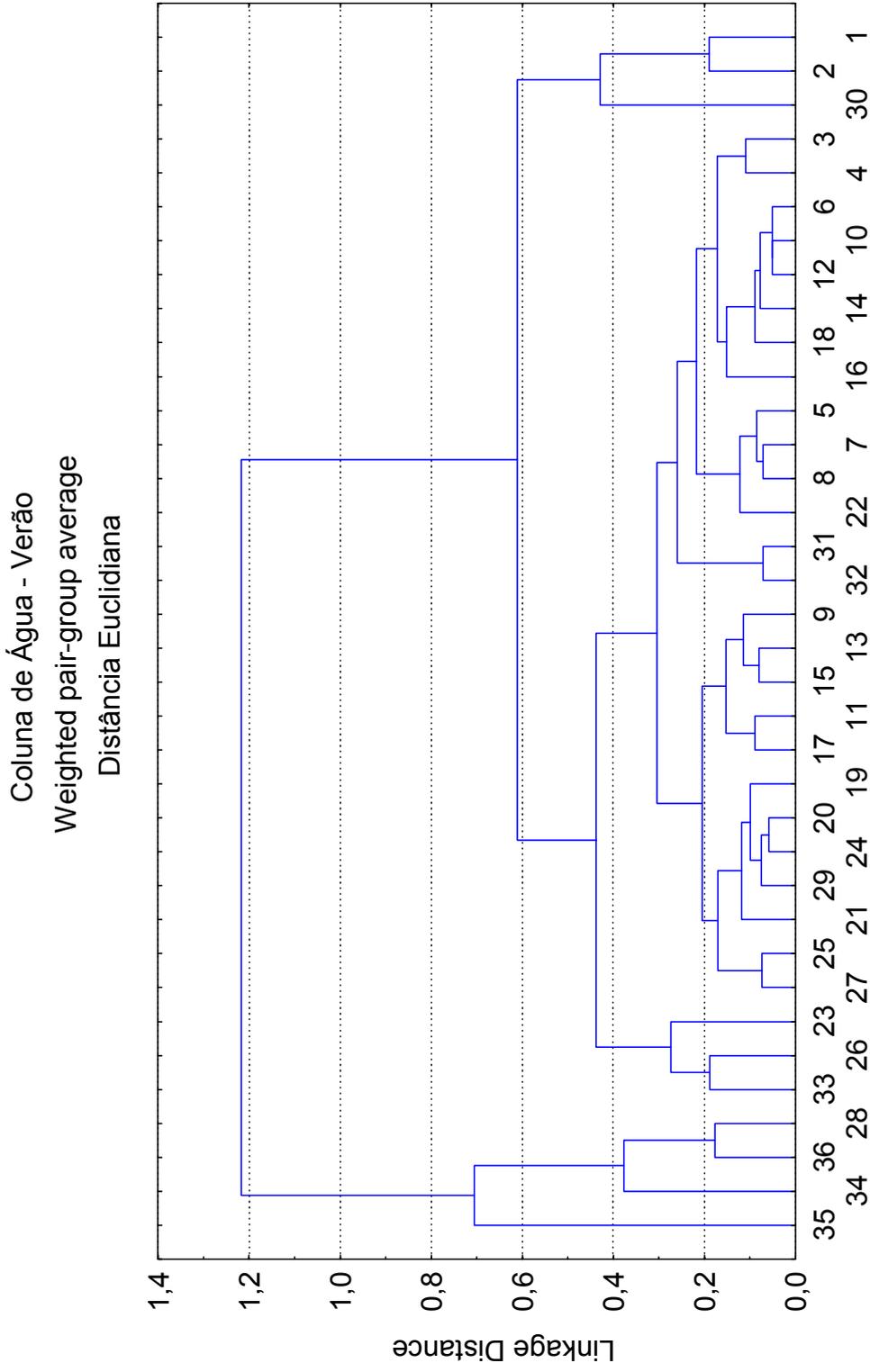


Figura 50: Dendrograma gerado a partir de parâmetros físico-químicos coletados durante a campanha de verão (26/01/2001) e agrupados no modo Q (agrupamento de objetos).

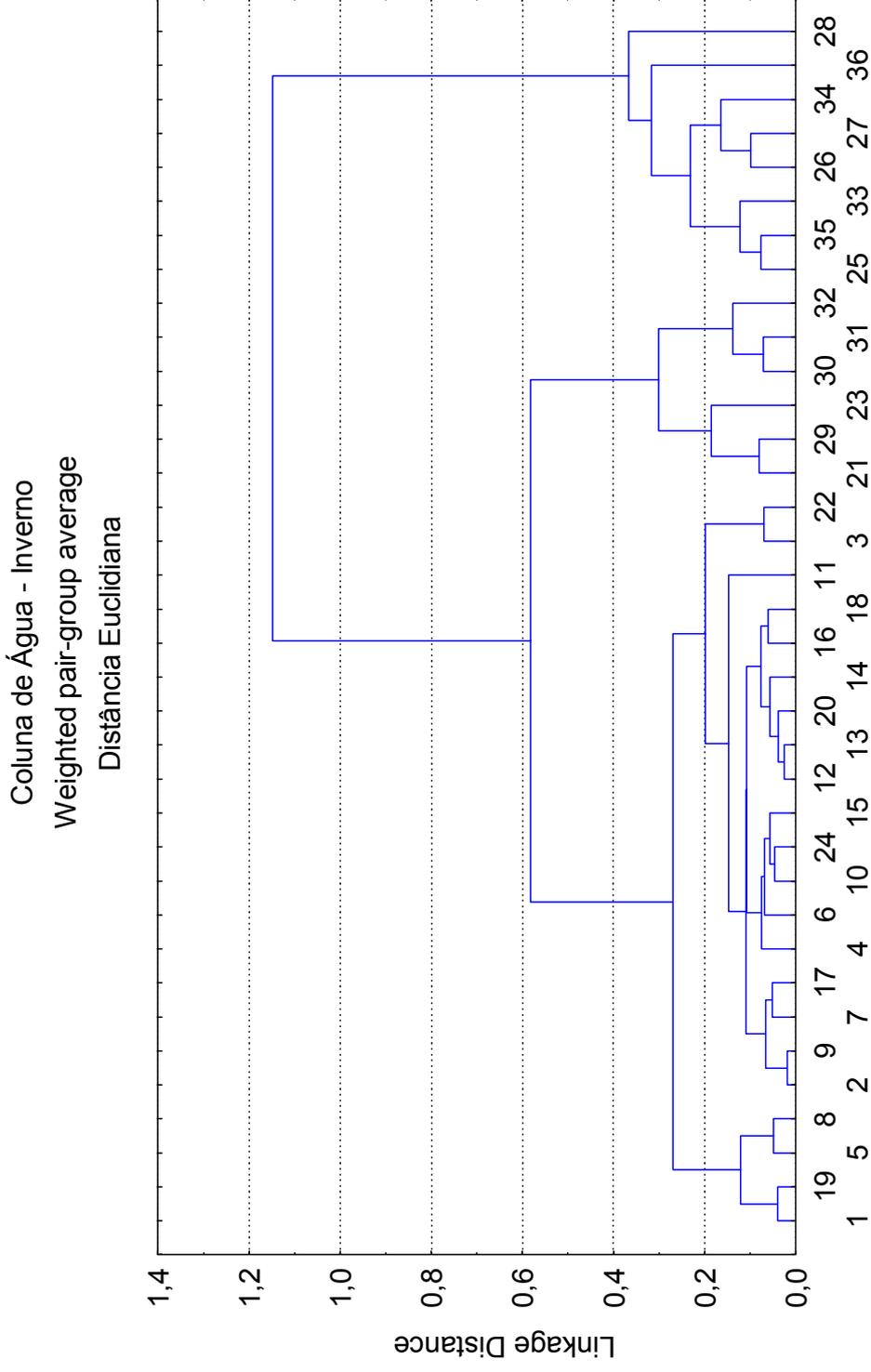


Figura 51: Dendrograma gerado a partir de parâmetros físico-químicos coletados durante a campanha de inverno (24/08/2001) e agrupados no modo Q (agrupamento de objetos).

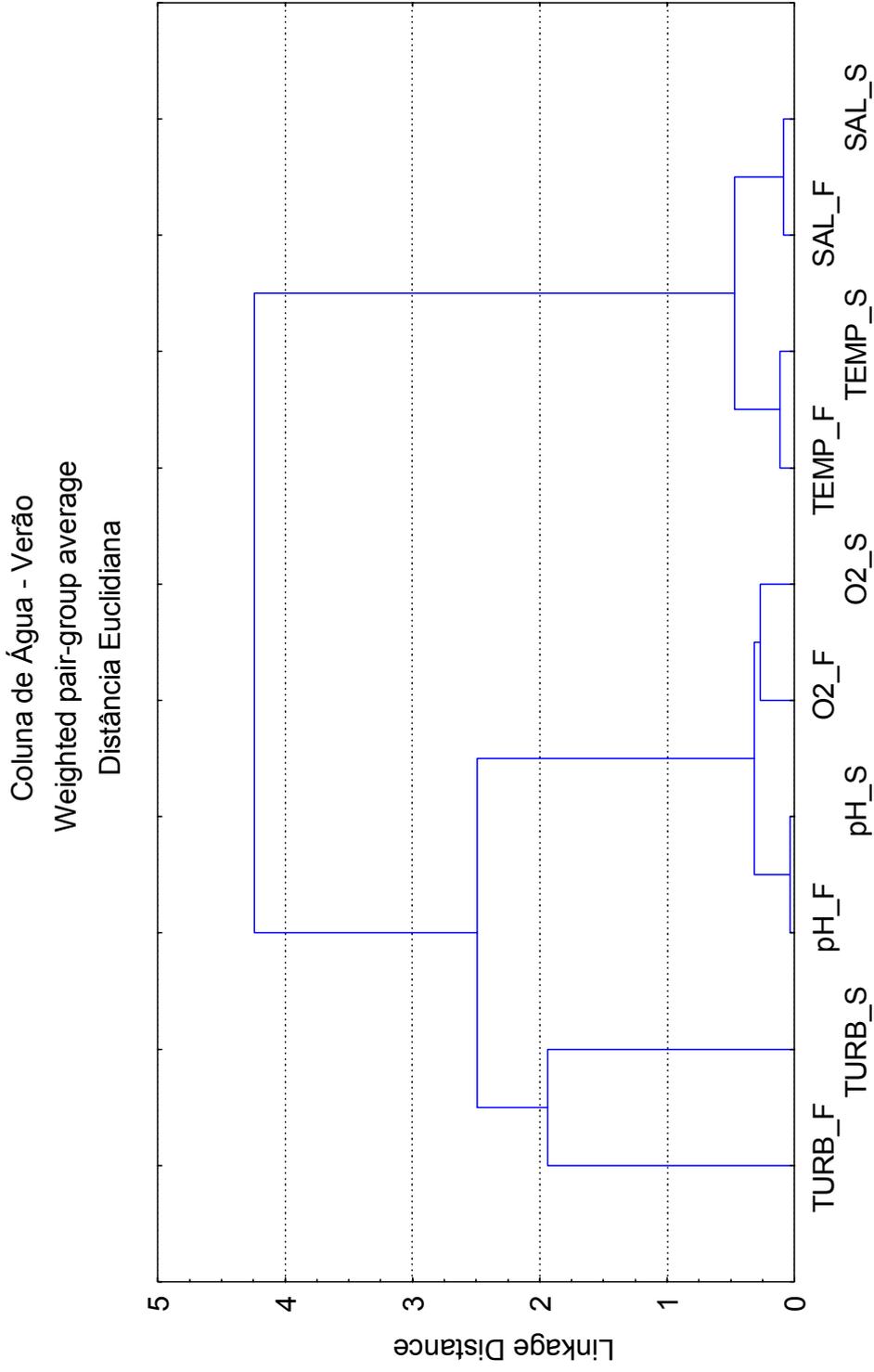


Figura 52: Dendrograma gerado a partir de parâmetros físico-químicos coletados durante a campanha de verão (26/01/2001) e agrupados no modo R (agrupamento de descritores).

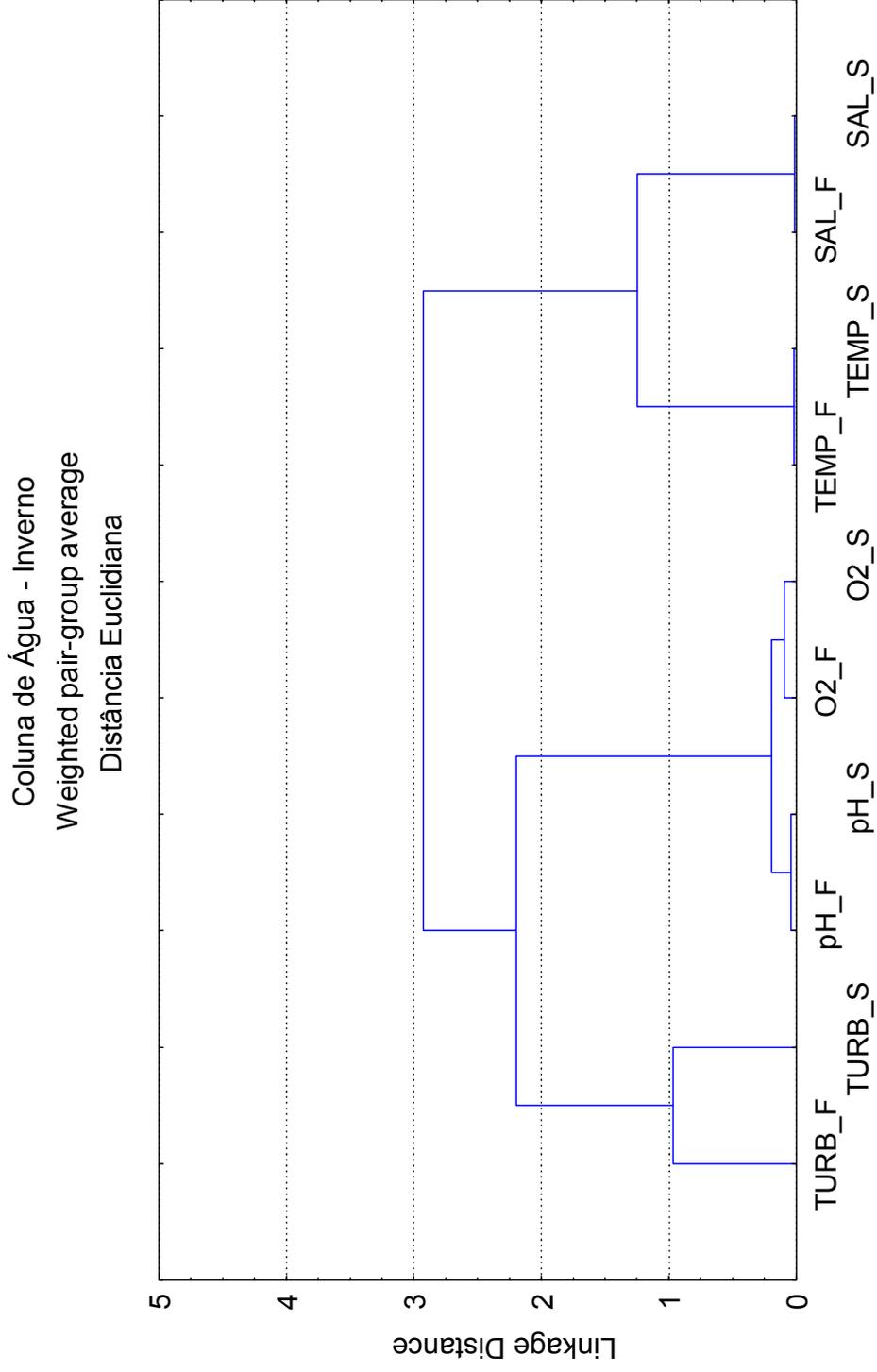


Figura 53: Dendrograma gerado a partir de parâmetros físico-químicos coletados durante a campanha de inverno (24/08/2001) e agrupados no modo R (agrupamento de descritores).

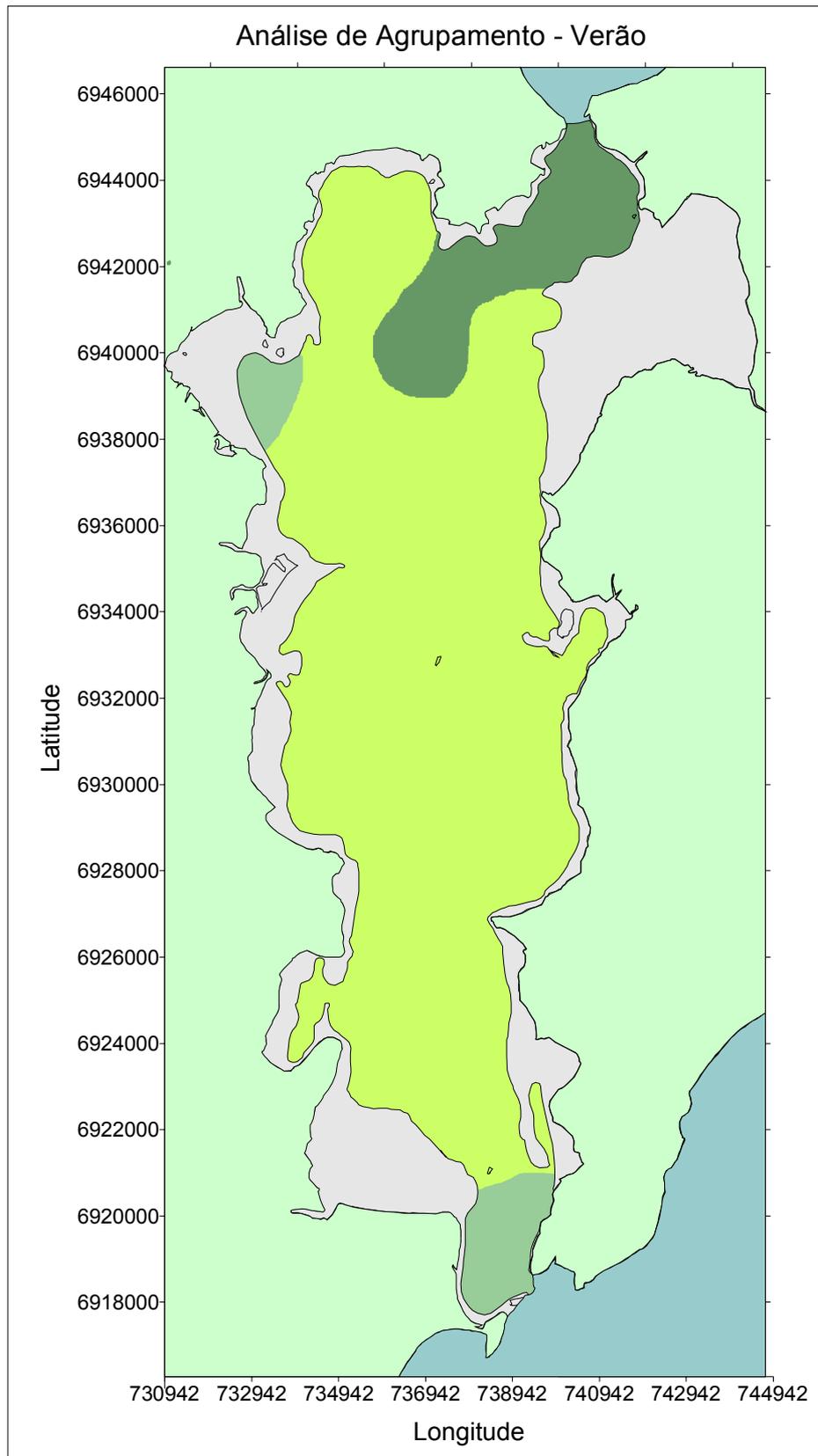


Figura 54: Mapa síntese gerado a partir da análise de agrupamento dos parâmetros físico-químicos disponíveis, relativo a campanha de verão.

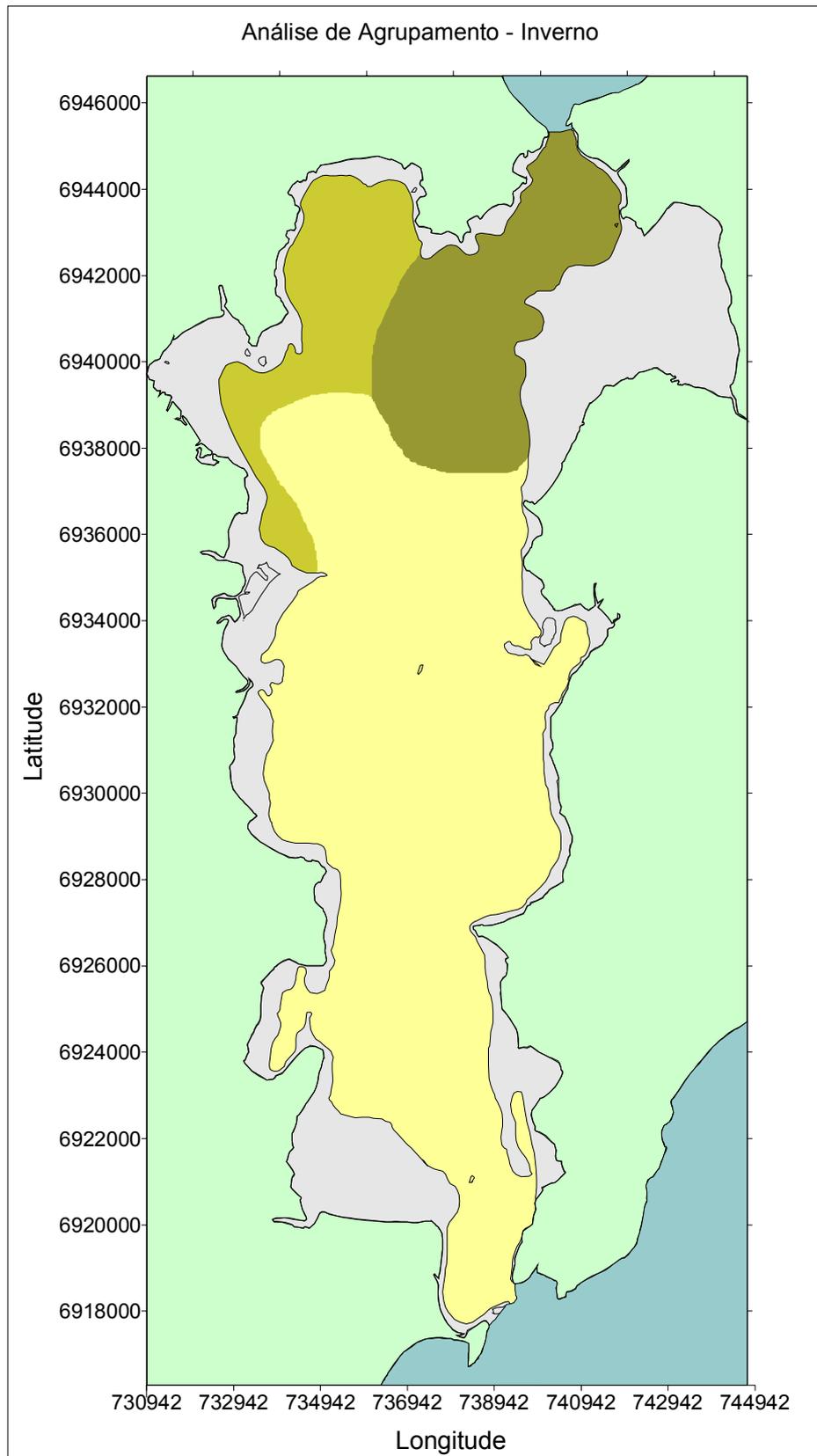


Figura 55: Mapa síntese gerado a partir da análise de agrupamento dos parâmetros físico-químicos disponíveis, relativo a campanha de inverno.

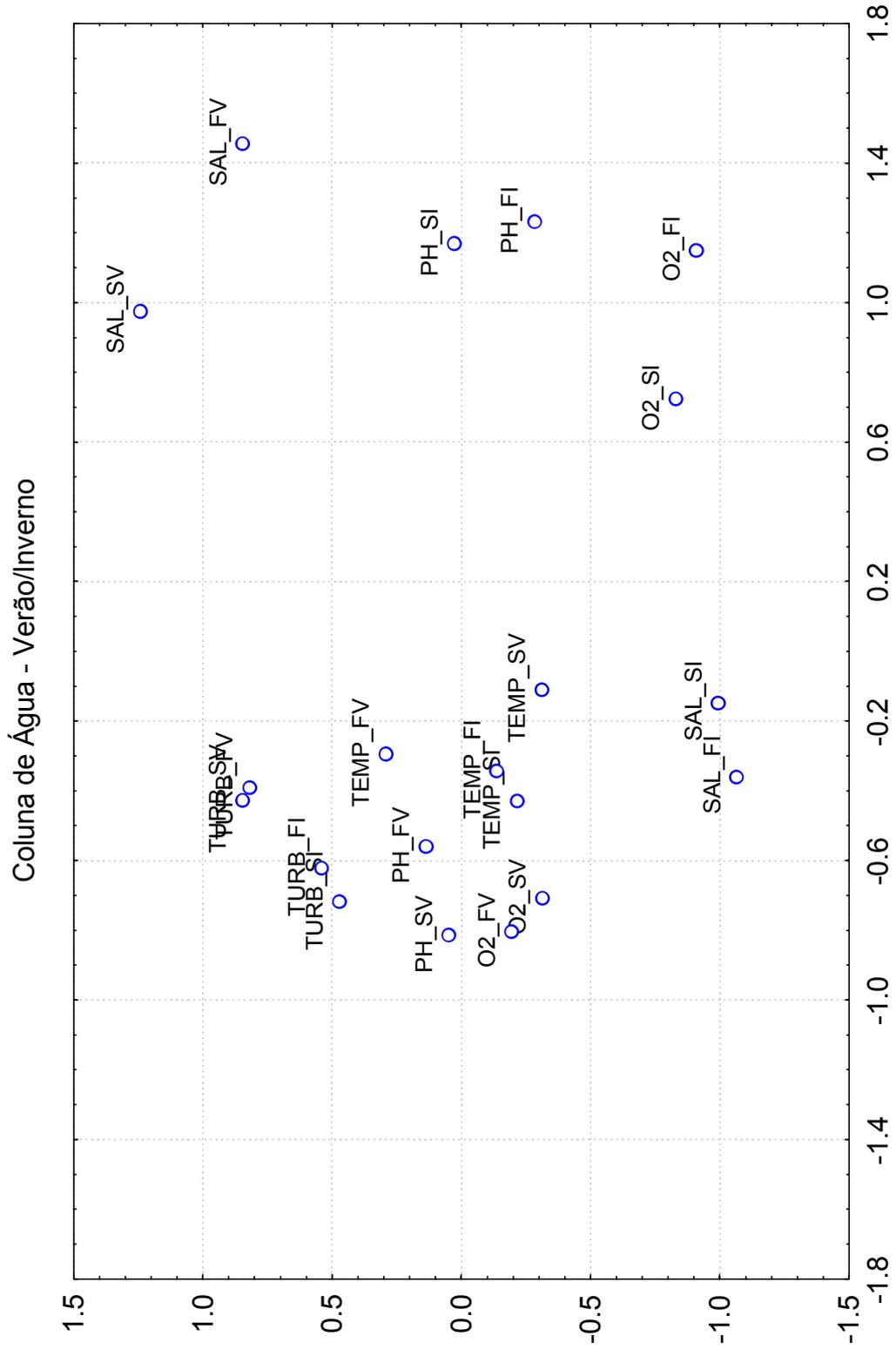


Figura 56: Distribuição gerada a partir de um MDS, considerando todos parâmetros físico-químicos coletados (modo R).

Coluna de Água - Verão/Inverno

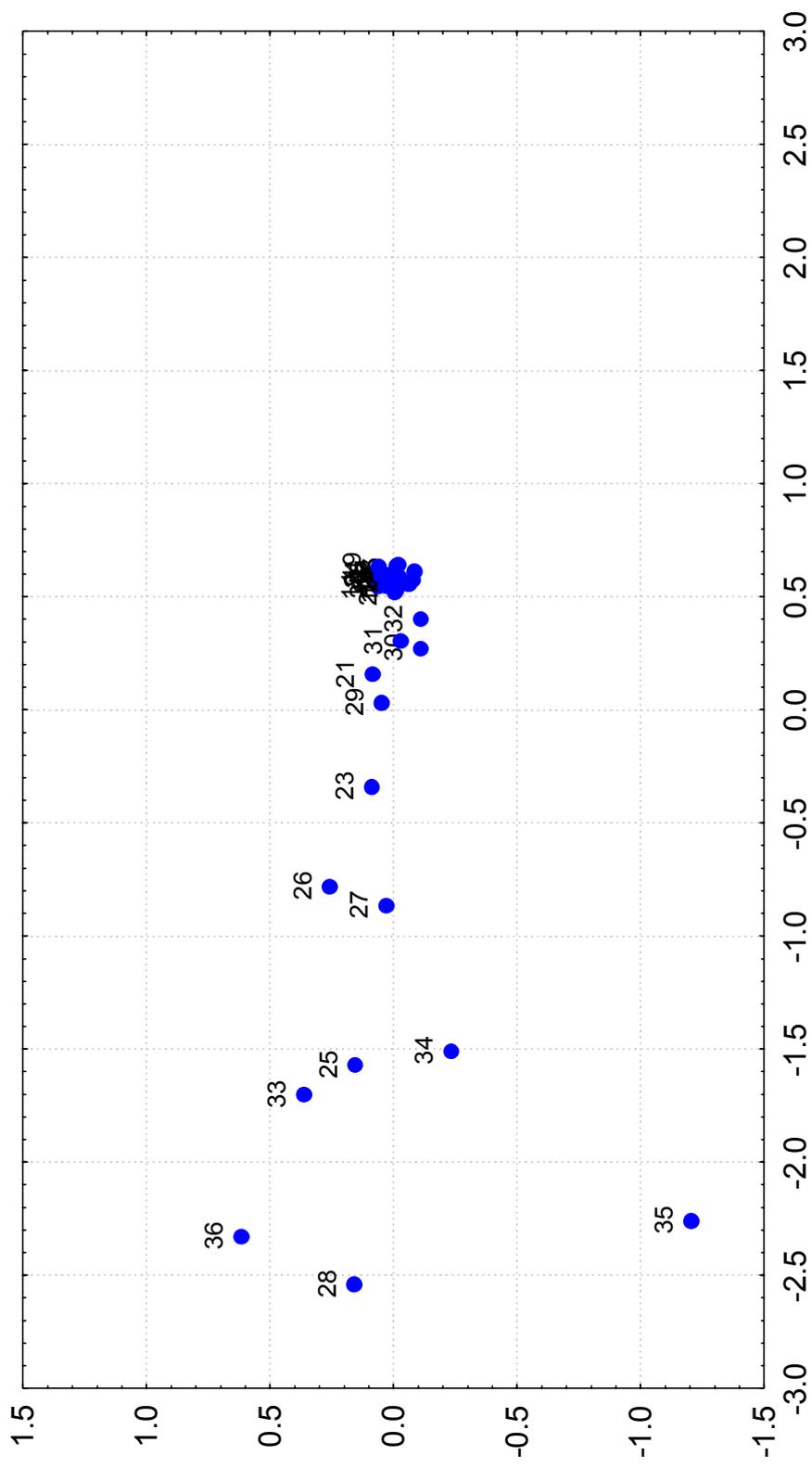


Figura 57: Distribuição gerada a partir de um MDS, considerando todos parâmetros físico-químicos coletados (modo Q).

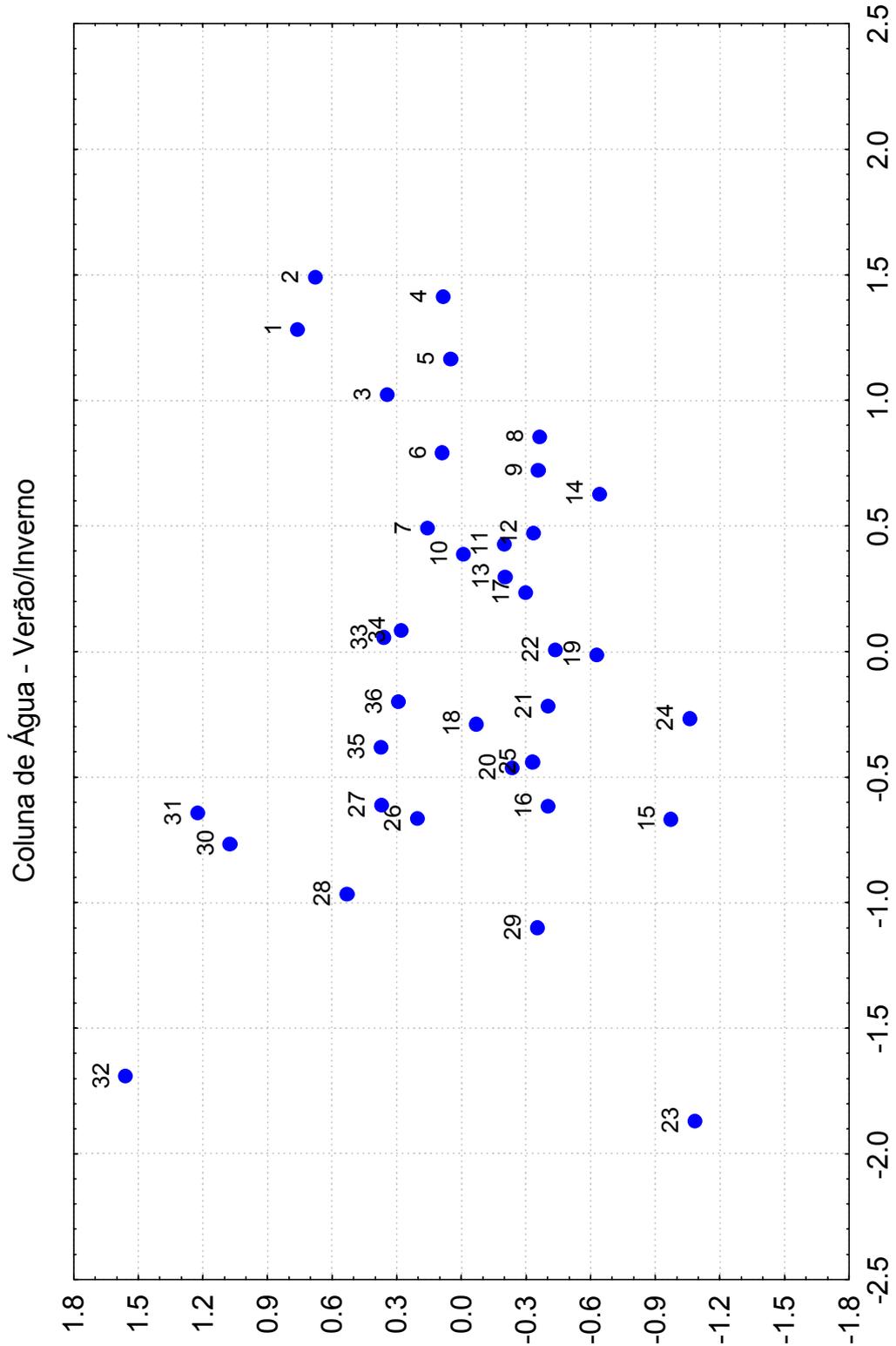


Figura 58: Distribuição gerada a partir de um MDS, considerando todos parâmetros físico-químicos coletados, com excessão aos valores de turbidez (modo Q).

8. CONCLUSÃO

O estudo da batimetria geral da Baía Sul mostrou que este sistema aquoso é raso, possuindo vários bancos arenosos no seu interior. As maiores profundidades estão associadas às desembocaduras, onde o estreitamento da distância entre a Ilha de Santa Catarina com o Continente provoca intensas correntes no local.

Ao longo da área estudada observou-se que cerca de 61% das classes texturais determinadas são areias (Setor Sul) e 39% são lamas (Setor Norte).

As tendências de transporte e deposição dos sedimentos estudados parecem estar relacionadas aos aspectos hidrodinâmicos presentes no sistema. Ambientes submetidos a baixa energia hidrodinâmica, como Saco dos Limões e Enseada do Brito, apresentaram as classes texturais mais finas determinadas nesta pesquisa (siltes médios e areias muito finas).

A presença de areias muito grossas nas proximidades da desembocadura do Rio Cubatão do Sul confirma a influência local deste contribuinte, embora tal influência seja restrita, considerando-se as dimensões da Baía Sul.

A comparação dos métodos de análise granulométrica (difração de raio laser x peneiramento e pipetagem) mostrou uma melhor correlação entre as classes texturais mais grossas (areias).

De modo geral, os percentuais de carbonatos biodetríticos e matéria orgânica total apresentaram-se baixos ao longo da Baía Sul. Os picos destes parâmetros estão associados às características fisiográficas e sedimentológicas do sistema.

As concentrações de C, N, e S apresentaram uma correlação positiva com a diminuição do diâmetro médio, porém não são suficientemente grandes para proporcionar interpretações confiáveis das razões C/N e C/S.

Baseado na análise estatística das variáveis sedimentológicas, foram determinados 5 (cinco) setores distintos ao longo da Baía Sul, mostrando a grande variação espacial existente nos sedimentos superficiais do fundo da Baía Sul. A distribuição dos setores mostra-se relacionada com as condições fisiográficas e hidrodinâmicas, da área de estudo.

A distribuição espacial dos parâmetros físico-químicos amostrados na coluna de água estão fortemente associadas às condições meteorológicas presentes no dia da coleta dos dados. A semelhança entre os valores determinados para as campanhas de verão e inverno mostrou que a coluna de água da Baía Sul é verticalmente homogênea. Em termos horizontais foram observadas alterações na distribuição das propriedades no extremo norte do sistema (Baía de São José e Saco dos Limões).

As técnicas estatísticas multivariadas aplicadas (Agrupamento e MDS) mostraram-se eficientes na análise final dos parâmetros sedimentológicos e físico-químicos coletados na Baía Sul.

9. SUGESTÕES PARA A CONTINUIDADE DA PESQUISA

Tendo em vista o aumento significativo da ocupação nas áreas adjacentes à Baía Sul é de grande relevância, nos diversos aspectos geográficos e oceanográficos, a realização de pesquisas nas bacias de drenagem presentes no entorno deste sistema.

Para um estudo mais preciso das relações entre a batimetria e a distribuição das propriedades sedimentológicas e físico-químicas da Baía Sul sugere-se a realização de um Modelo Digital de Terreno (MDT), com base nos levantamentos efetuados pela Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN).

Em complemento ao modelo hidrodinâmico aplicado por MELO *et al.* (1997) é extremamente importante a realização de um levantamento qualitativo e quantitativo de parâmetros hidrodinâmicos (marés, correntes, ventos, etc.) nas baías Norte e Sul. Com esta caracterização será possível alcançar um melhor entendimento nas relações entre as variáveis amostradas. A obtenção de valores de correntes residuais poderá explicar os padrões de distribuição sedimentar obtidos.

Visando um aprimoramento na caracterização de sub-ambientes na área estudada sugere-se a realização de estudos com foraminíferos, os quais constituem importantes bioindicadores do ambiente bentônico.

A partir da definição dos diferentes setores existentes na Baía Sul, é relevante o refinamento amostral (parâmetros sedimentológicos e físico-químicos) em cada setor. No último caso (coluna de água) é fundamental a ampliação da série temporal de dados disponíveis para uma melhor avaliação do comportamento das águas da Baía Sul.

Como alternativa de otimização dos custos envolvidos num monitoramento temporal, a aplicação das técnicas de sensoriamento remoto na caracterização do comportamento das águas superficiais da Baía Sul é pertinente, visto que os dados são obtidos sinóticamente e possibilitam a avaliação da distribuição instantânea das propriedades.

10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABESSA, D. M.; SOUZA, C. P. M.; TOMMASI, L. R. **Considerações sobre o emprego da Tríade de qualidade de sedimento no estudo da contaminação marinha.** RELATÓRIO TÉCNICO DO INSTITUTO OCEANOGRÁFICO. São Paulo – SP. 1998. 44: 1-12p.

BARCELLOS, R. L.; FURTADO, V. V. **Distribuição e características da matéria orgânica (C,N e S) no canal de São Sebastião (SP), no verão de 1997.** XI SEMANA NACIONAL DE OCEANOGRAFIA, Rio Grande –RS. 1998. 454-456p.

BAUMGARTEN, M. G. Z.; ROCHA, S. M. B.; NIENCHESKI, L. F. H.; **Manual de Análises em Oceanografia Química.** Rio Grande - RS. Ed. Furg. 1986. 132p.

BONETTI, C.; OLIVEIRA, D. G.; BONETTI FILHO, J.; BELTRAME, E.; SANTOS, R.; MARINO, M. V. **Estudo ambiental da laguna do Camacho / Garopaba do Sul (SC) baseado na avaliação de indicadores oceanográficos.** VII CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS DO QUATERNÁRIO (ABEQUA). Mariluz, Imbé - RS. 2001. 533-535p.

BONETTI FILHO, J. **Sensoriamento remoto aplicado à análise de ambientes costeiros impactados – Avaliação metodológica: Baixada Santista** – Tese de Doutorado. Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo - IOUSP. 1996.

BONETTI FILHO, J.; NUNES, M. G.; OLIVEIRA, M. S. C.; GRÉ, J. C. R. N. **Caracterização do relevo submerso da Baía Norte-SC com base na aplicação de um modelo digital de terreno.** II SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA -GEOSUL, Florianópolis-SC. 1998. 211-217p.

BUSSAB, W. O.; MIAZAKI, E. S.; ANDRADE, D. F. **Introdução à análise de agrupamentos**. São Paulo - SP, Associação Brasileira de Estatística - ABE. 1990. 105p.

CARUSO, F. **Mapa geológico da Ilha de Santa Catarina, escala 1: 100.000, texto explicativo e mapa**. Florianópolis - SC.1993. 28p.

CAVEDON, F. S.; DIEHL, F. P. **A influência da política de desenvolvimento urbano no uso da zona costeira no município de Bombinhas (SC)**. XI SEMANA NACIONAL DE OCEANOGRAFIA, Rio Grande –RS. 1998. 66-68p.

CERUTTI, R. L. **Contribuição ao conhecimento da poluição doméstica na Baía Norte, Área da Grande Florianópolis, SC**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Filosofia e Ciências Humanas - UFSC /CFH. Florianópolis-SC, UFSC. 1996. 125p.

CHESTER, R. **Marine Geochemistry**. Unwin Hyman Ltd. London. 1990. 698p.

CHLUDINSKI, A. P. **Integração de dados oceanográficos e de sensoriamento remoto na análise espacial de águas costeiras visando a setorização da Reserva Biológica Marinha do Arvoredo e Baía de Tijucas, SC**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Filosofia e Ciências Humanas - UFSC /CFH. Florianópolis-SC, UFSC. 2002. 124p.

CONTI, L. A. **Aplicação de técnicas de geoprocessamento na caracterização de aspectos morfosedimentares do Canal de São Sebastião, litoral norte de São Paulo**. Dissertação de Mestrado. Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo - IOUSP. São Paulo - SP. 1998. 155p.

CORREIA, V.; SANTOS, T.; BOSKI, T.; SILVA, M. A.; MARTINS, H.; SANTANA, P. **Parâmetros granulométricos como factor de controle na preservação do carbono orgânico em sedimentos estuarinos – resultados preliminares.** VI CONGRESSO DE GEOQUÍMICA DOS PAÍSES DE LÍNGUA PORTUGUESA, Faro, Portugal. 2001. 621-623p.

CTTMar-UNIVALI. **Monitoramento ambiental na região de abrangência da via expressa SC-Sul, Florianópolis-SC.** Itajaí-SC. 2000.v.2, 75p.

DAVIS, J. C. **Statistics and data analysis in geology.** Singapore. Ed. John Wiley & Sons.1973. 646p.

FERREIRA, E. R. **Morfodinâmica praial e previsão de ondas em ambientes de baixa energia – Praia de Fora, Baía Sul, Ilha de Santa Catarina.** Dissertação de Mestrado. Instituto de Geociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Porto Alegre-RS. 1999. 66p.

FOLK, R.; WARD,W. **Brazos river bar: a study in the significance of grain size parameters.** Journal of sedimentary petrology. 1957. 27: 3-26p.

FÖRSTNER, U.; WITTMANN, G.T.W. **Metal pollution in the aquatic environment.** Berlim, Springer-Verlag.1983. 486p.

FURTADO, V. V. **Contribuição ao estudo da sedimentação atual no canal de São Sebastião Estado de São Paulo.** Tese de Doutorado apresentada ao Departamento de Paleontologia e Estratigrafia do Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo - USP. São Paulo-SP. 1978.

GAPLAN. **Atlas de Santa Catarina.** Florianópolis - SC.1986. 173p.

GAUCH, H. G. J. **Mutivariate analysis in community ecology.** Cambridge. Ed Cambridge University Press. 1982. 298p.

GROSS, M. G. **Carbon determination.** *In.* Carver, R.E., ed. *Procedures in sedimentary petrology.* New York, Wiley-Interscience, 1971. 573-596p.

HAYES, M. O. **Barrier island morphologic as a function of tidal and wave regime.** *In:* Barrier Island. LEATHERMAN, S.P. (ed). Academic Press, New York. 1979 p. 1–28.

KALAS, F. A.; CARREIRA, R.; WAGENER, A.L.R. **Utilização de ácidos húmicos na compreensão da diagênese inicial da matéria orgânica- Baía de Guanabara-RJ.** XI SEMANA NACIONAL DE OCEANOGRAFIA. Rio Grande -RS.1998. 550-552p.

LANDIM, P. M. B. **Análise Estatística de Dados Geológicos.** São Paulo - SP. Ed Fundação Editora da UNESP. 1997. 226p.

LEAL, P. C. N.; M. G.; OLIVEIRA, M. S. C.; OLIVEIRA, J. S.; GRÊ, J. C. R.; BONETTI FILHO, J. **Aspectos texturais da Baía Norte, costa noroeste da ilha de Santa Catarina-SC, Brasil.** VII CONGRESSO DA ABEQUA, Porto Seguro-BA, .1999.

LEGENDRE, L. & LEGENDRE, P. **Numerical Ecology – Developments in Environmental Modeling 3.** New York. Ed. Elsevier Scientific Publishing Company.1983. 419p.

LIMA, M. R. B. L. M. A. **Natureza e origem da matéria orgânica depositada nos sedimentos superficiais ao longo da plataforma continental entre as cidades do Rio de Janeiro (RJ) e São Francisco do Sul (SC).** Dissertação de Mestrado. Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo - IOUSP. São Paulo-SP. 2000. 115p.

MAHIQUES, M. M.; FURTADO, V.V. **Utilização da análise dos componentes principais na caracterização dos sedimentos de superfície de fundo da Baía da Ilha Grande (RJ)**. RELATÓRIO TÉCNICO DO INSTITUTO OCEANOGRÁFICO. 1989. 37(1): 1-19p.

MAHIQUES, M. M. **Características da matéria orgânica sedimentar da plataforma continental interna e média entre a Baía da Guanabara (RJ) e São Francisco do Sul (SC)**. Tese de Livre Docente. Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo - IOUSP. São Paulo-SP. 1998. 86p.

MELO, E.; MARTINS, R. P.; FRANCO, D. **Standing wave tide at Florianópolis Bay (Brazil) and its influence on bay pollution**. Anais do Bordomer 97 – Aménagement et Protection de L'Environnement Littoral – Bordeaux, França, 1997 p. 143-151.

MENDONÇA, M. **Uma cidade numa Ilha**. Florianópolis – SC. Insular. 1995. 2ed.

NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. São Paulo- SP. IBGE.1989.195-314p.

PESSÔA NETO, A. R.; SILVA, C. M. A; BERETTA, M.; SANTOS, V. L. C. S. **Estudo geoquímico da matéria orgânica e de n-alcanos em sedimentos da região oceânica na direção da costa do Estado do Espírito Santo-Brasil**. XIII SEMANA NACIONAL DE OCEANOGRAFIA, Itajaí-SC. 2000. 262-264p.

ROMESBURG, H. C. **Cluster Analysis For Researchers**. Belmont, California. Ed. Lifetime Learning Publications. 1984. 345p.

SALLES, C. M. **Esteiro de Santa Catarina - oceanografia dinâmica**. Florianópolis.1991.

SCHETTINI, C. A. F.; PEREIRA, FO., J.; SPILLERE, L. **Caracterização oceanográfica e biogeoquímica dos estuários dos rios Tavares e Defuntos, Reserva Estrativista de Pirajubaé, Florianópolis, SC.** NOTAS TÉCNICAS DA FACIMAR. Itajaí – SC. 2000. V.4: 11-28p.

SHEPARD, F. P. **Nomenclature based on sand silt-clay ratios.** Journal of sedimentary petrology. 1954. 9: 62-76p.

SILVA, D. **Esgotos sanitário em Florianópolis.** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Filosofia e Ciência Humanas - UFSC /CFH. Florianópolis-SC, UFSC. 1989. 258p.

SUGUIO, K. **Introdução à sedimentologia.** Ed. Edgerd Blücher Ltda. São Paulo-SP. 1973.

TRUCCOLO, E. C. **Maré meteorológica e forçantes atmosféricas locais em São Francisco do Sul SC.** Dissertação de mestrado apresentada à Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC. Florianópolis-SC. 1998.

UFSC – CNIO **II Workshop Regional Sul Sobre o Mar – “repensando o mar para o século XXI”.** Ed. UFSC. Florianópolis – SC. 1998.

VALENTIN, J. L. **Ecologia Numérica – Uma introdução à análise multivariada de dados ecológicos.** Rio de Janeiro - RJ. Ed. Interciência.2000. 117p.

ZANINI, L. F. P.; BRANCO, P. M.; CAMOZZATO, E.; RANGRAB, G. E. **Programa de levantamentos geológicos básicos do Brasil, Folhas Florianópolis e Lagoa, SG.22-ZX-D-V/VI, Estado de Santa Catarina, escala 1:100.000.** Brasília, DNPM/CPRM. 1991.

ANEXOS

(Tabelas)

Tabela 1: Valores médios de precipitação total, dias de chuva, temperatura do ar e intensidade do vento, determinados a partir de uma série temporal de 32 anos (1966/1997).

	JAN	FEV	MAR	JUN	JUL	AGO	JAN/FEV/MAR	JUN/JUL/AGO
Precipitação Total (mm)	206.67	212.44	183.24	83.59	98.29	93.25	200.78	91.71
Dias de Chuva (n°)	17.59	16.61	15.35	9.84	10.72	10.13	16.52	10.23
Temperatura Do ar (°C)	24.60	24.94	23.90	16.68	16.32	16.70	24.48	16.57
Intensidade do Vento (m/s)	3.27	3.34	3.04	2.38	2.50	2.92	3.22	2.60

Tabela 2: Valores médios anuais de precipitação total, dias de chuva, temperatura do ar e intensidade de vento de 1966 a 1997.

Ano	Precipitação Total (mm)	Dias de Chuva (n°)	Temperatura (°C)	Intensidade do Vento (m/s)
1966	134.81	14.67	20.56	3.87
1967	117.65	13.33	21.12	3.50
1968	88.33	10.50	19.39	3.17
1969	125.35	12.17	20.73	2.72
1970	132.07	14.92	21.02	2.29
1971	121.86	12.75	20.62	2.57
1972	137.78	12.50	20.97	3.09
1973	144.33	13.42	20.82	3.15
1974	108.88	9.33	20.03	3.42
1975	132.36	12.83	20.03	2.93
1976	146.63	13.00	19.03	2.73
1977	159.37	13.33	21.24	3.69
1978	135.41	12.08	20.32	3.49
1979	122.53	14.33	19.80	3.56
1980	127.88	13.33	20.58	3.45
1981	133.08	13.50	20.62	3.50
1982	127.95	13.75	20.46	3.52
1983	216.55	16.25	20.33	3.18
1984	148.02	14.25	20.40	3.28
1985	122.60	13.00	20.69	2.67
1986	120.36	12.92	21.21	2.53
1987	143.03	13.17	20.42	1.95
1988	86.13	13.00	20.07	2.04
1989	134.97	13.67	20.58	2.84
1990	164.02	14.92	20.43	3.13
1991	143.82	11.92	20.98	3.18
1992	121.46	13.67	20.64	3.27
1993	136.65	14.42	20.68	3.47
1994	155.90	13.50	20.88	3.66
1995	168.68	12.58	20.65	3.57
1996	150.14	15.50	20.23	3.25
1997	155.00	12.22	20.81	2.79

Média | 136.36 | 13.27 | 20.51 | 3.11

Tabela 3: Valores de pressão atmosférica, temperatura do ar, umidade relativa, precipitação total e nebulosidade antes, durante e depois da campanha de campo de verão (26 de janeiro de 2001).

Janeiro (dia)	Pressão (mb)	Temperatura (°C)	Umidade Relativa (%)	Precipitação Total (mm)	Nebulosidade (décimos)
16	1016.2	27.9	80.3	0.0	6.7
17	1015.5	27.1	81.0	0.0	6.7
18	1013.7	28.0	76.0	0.0	6.3
19	1014.1	27.7	75.0	0.6	7.0
20	1016.4	24.2	82.0	0.5	8.7
21	1015.9	24.1	71.0	0.2	9.3
22	1014.4	26.1	74.7	0.0	8.3
23	1013.4	26.7	81.3	22.5	7.7
24	1014.9	26.1	87.7	0.5	9.7
25	1012.1	27.6	80.7	38.8	6.7
26	1009.8	29.3	74.3	0.3	1.7
27	1009.8	28.6	74.0	0.0	4.7
28	1007.8	29.1	74.3	8.0	7.3
29	1007.7	27.5	80.7	6.5	9.7
30	1009.8	25.4	84.7	0.6	10.0
31	1008.7	26.7	82.7	13.4	9.3

Tabela 4: Valores de pressão atmosférica, temperatura do ar, umidade relativa, precipitação total e nebulosidade antes, durante e depois da campanha de campo de inverno (24 de agosto de 2001).

Agosto (dia)	Pressão (mb)	Temperatura (°C)	Umidade Relativa (%)	Precipitação Total (mm)	Nebulosidade (décimos)
14	1022.7	20.7	87.3	0.0	9.0
15	1024.2	21.0	82.3	0.0	6.0
16	1024.1	21.3	82.3	2.4	6.7
17	1021.8	21.4	80.0	0.0	4.0
18	1020.0	22.5	78.7	0.0	3.0
19	1021.3	21.8	81.7	0.0	7.0
20	1023.9	19.3	88.7	0.7	10.0
21	1024.0	17.3	73.7	10.2	10.0
22	1021.8	16.1	78.7	0.2	6.3
23	1018.4	16.1	79.7	0.0	8.0
24	1013.4	19.5	83.3	0.0	0.3
25	1012.7	22.5	76.0	0.0	7.3
26	1013.2	22.7	72.3	0.0	0.7
27	1013.4	22.2	79.7	1.2	9.3
28	1019.9	19.5	80.3	0.0	9.7
29	1016.8	18.0	95.7	34.3	10.0
30	1015.7	20.7	85.3	0.0	2.0
31	1016.4	21.9	84.3	1.4	4.3

Tabela 5: Valores de temperatura do ar, direção e intensidade de vento coletados durante a campanha de campo do verão (26 de janeiro de 2001).

Estação	Temperatura do Ar (°C)	Vento	
		Direção	Intensidade (nós) (nós)
1	31.0	N	BRISA
2	33.0	N	BRISA
3	33.5	N	BRISA
4	30.0	NE	BRISA
5	31.0	N	BRISA
6	34.5	NW	BRISA
7	31.0	N	BRISA
8	34.0	NNW	BRISA
9	33.5	N	BRISA
10	34.5	N	BRISA
11	35.0	N	BRISA
12	33.0		CALMARIA
13	31.0	S	BRISA
14	33.0	S - SW	BRISA
15	32.0	S	BRISA
16	33.0	S	BRISA
17	32.0	S	10 -- 15
18	33.0	S	12
19	30.0	S	12
20	31.0	S	15
21	30.0	S	7
22	29.5	S	14
23	29.5	SE	12
24	29.0	S	10
25	29.0	S	15
26	28.5	S	6
27	28.0	S	17
28	28.5	S	20
29	28.0	S	17
30	27.5	SW	7
31	27.5	S	15
32	28.0	S	10
33	27.5	S	12
34	28.0	SW	12
35	27.5	SW	10
36	27.0	SW	10

Tabela 6: Valores de temperatura do ar, direção e intensidade de vento coletados durante a campanha de campo do inverno (24 de agosto de 2001).

Estação	Temperatura do Ar (°C)	Vento	
		Direção	Velocidade (nós)
1	21.0	NE	15 a 20
2	20.0	NE	20 a 25
3	19.0	NE	20 a 25
4	19.0	N - NE	20 a 25
5	20.0	NE	15 a 20
6	21.0	NE	15 a 20
7	19.0	NE	15 a 20
8	21.0	N	15 a 20
9	22.0	NE	15 a 20
10	21.0	N - NE	15 a 20
11	21.0	N - NE	15 a 20
12	21.0	N	15 a 20
13	21.0	N - NE	15 a 20
14	22.0	NE	15 a 20
15	22.0	N	10 a 15
16	22.0	N	10 a 15
17	23.0	N	15 A 18
18	21.0	NE	15 a 20
19	21.5	NE	10 a 15
20	22.0	NE	15 a 20
21	20.5	NE	15 a 20
22	19.0	NE	20 a 25
23	20.0	NE	15 a 20
24	20.5	NE	15 a 20
25	21.0	NE	20 a 25
26	22.0	NE	20 a 25
27	20.0	NE	20 a 25
28	21.0	NE	20 a 25
29	21.0	NE	20 a 25
30	21.5	NE	15 a 20
31	21.0	NE	20 a 25
32	21.5	NE	20 a 25
33	22.5	NE	15 a 20
34	22.0	NE	25 a 30
35	21.0	N	20 a 25
36	21.0	NE	20 a 25

Tabela 7: Valores de porcentagem de areia, silte e argila com suas respectivas classificações, segundo SHEPARD (1954), para cada estação amostral da Baía Sul.

Estação	% Areia	% Silte	% Argila	Classificação
1	100.00	0.00	0.00	Areia
2	99.99	0.01	0.00	Areia
3	95.02	4.78	0.20	Areia
4	97.80	2.20	0.00	Areia
5	94.13	5.65	0.22	Areia
6	89.16	10.25	0.59	Areia
E. Brito	54.03	42.98	2.99	Areia Siltica
7	95.23	4.01	0.76	Areia
8	93.41	6.19	0.39	Areia
9	63.42	33.87	2.71	Areia Siltica
10	94.59	4.97	0.44	Areia
11	89.62	9.73	0.65	Areia
12	90.43	8.72	0.85	Areia
13	91.59	7.80	0.61	Areia
14	83.11	15.98	0.91	Areia
15	91.91	7.42	0.67	Areia
16	61.32	36.41	2.27	Areia Siltica
17	57.90	39.22	2.88	Areia Siltica
18	93.94	1.44	0.00	Areia
19	73.32	24.81	1.87	Areia Siltica
20	61.08	36.33	2.59	Areia Siltica
21	67.98	30.14	1.88	Areia Siltica
22	81.56	17.25	1.19	Areia
23	51.82	45.04	3.14	Areia Siltica
24	58.41	38.96	2.62	Areia Siltica
25	48.83	47.47	3.70	Areia Siltica
26	80.12	19.04	0.84	Areia
27	78.44	19.46	2.10	Areia
28	47.73	48.37	3.90	Silte Arenoso
29	79.54	19.45	1.01	Areia
30	39.11	55.80	5.09	Silte Arenoso
31	56.04	41.14	2.81	Areia Siltica
32	49.76	47.11	3.13	Areia Siltica
33	51.61	44.95	3.44	Areia Siltica
34	12.92	53.62	33.46	Silte Argiloso
35	25.42	61.48	13.10	Silte Arenoso
36	51.97	44.49	3.55	Areia Siltica
S. Limões I	6.22	67.68	26.1	Silte Argiloso
S. Limões II	1.48	74.15	24.37	Silte
S. Limões III	5.78	74.65	19.57	Silte
S. Limões IV	1.67	77.32	21.01	Silte

Tabela 8: Valores dos parâmetros estatísticos de FOLK & WARD (1957), diâmetro médio, desvio padrão, assimetria e curtose, entre outros índices, para cada estação amostral da Baía Sul.

Estação	D. médio	D. padrão	Assimetria	Curtose	Coef. Trask	D. quartio	C	M
1	1.22	0.45	-0.01	0.96	0.80	-0.09	0.83	0.43
2	1.71	0.36	0.00	0.97	0.84	-0.05	0.54	0.31
3	2.11	0.58	0.19	1.32	0.79	-0.05	0.47	0.24
4	2.47	0.39	-0.03	0.91	---	---	---	---
5	2.22	0.73	0.30	1.88	0.79	-0.05	0.43	0.22
6	2.30	0.96	0.37	2.13	0.75	-0.06	0.45	0.21
Brito	3.97	1.33	0.14	1.11	0.56	-0.04	0.39	0.07
7	2.32	0.52	0.16	1.22	0.80	-0.04	0.38	0.20
8	2.31	0.75	0.42	2.18	0.80	-0.05	0.35	0.21
9	3.78	1.52	0.39	1.07	0.50	-0.06	0.30	0.09
10	2.63	0.70	0.32	2.13	0.81	-0.03	0.30	0.16
11	2.53	0.89	0.39	2.21	0.78	-0.05	0.37	0.18
12	2.57	0.90	0.39	2.36	0.78	-0.04	0.35	0.17
13	2.46	0.85	0.35	2.15	0.78	-0.05	0.38	0.19
14	2.86	1.31	0.48	1.68	0.67	-0.07	0.41	0.17
15	2.75	0.82	0.34	2.10	0.78	-0.04	0.30	0.15
16	3.80	1.39	0.27	1.15	0.55	-0.05	0.33	0.08
17	3.92	1.53	0.30	1.09	0.51	-0.05	0.31	0.08
18	0.50	0.93	-0.08	0.89	---	---	---	---
19	3.13	1.61	0.29	1.09	0.48	-0.09	0.60	0.13
20	3.83	1.41	0.28	1.20	0.55	-0.05	0.34	0.08
21	3.45	1.54	0.17	1.17	0.52	-0.07	0.67	0.10
22	2.73	1.50	0.32	1.21	0.54	-0.11	0.73	0.18
23	4.05	1.36	0.22	1.42	0.60	-0.03	0.53	0.06
24	3.92	1.41	0.27	1.22	0.56	-0.04	0.39	0.07
25	4.11	1.38	0.23	1.40	0.59	-0.03	0.33	0.06
26	2.69	1.46	0.47	1.20	0.56	-0.11	0.58	0.21
27	2.76	1.69	0.55	1.54	0.59	-0.11	0.62	0.22
28	4.25	1.63	0.21	1.17	0.50	-0.04	0.38	0.06
29	2.75	1.57	0.29	1.08	0.49	-0.12	0.77	0.17
30	4.60	1.67	0.21	1.12	0.48	-0.03	0.39	0.05
31	3.98	1.49	0.24	1.19	0.53	-0.04	0.37	0.07
32	4.21	1.43	0.28	1.24	0.56	-0.04	0.30	0.06
33	4.09	1.62	0.20	1.19	0.51	-0.04	0.44	0.06
34	6.81	1.99	-0.39	1.13	0.43	-0.01	0.28	0.01
35	5.51	1.90	0.18	0.79	0.36	-0.03	0.23	0.03
36	4.07	1.77	0.12	1.36	0.51	-0.04	0.99	0.06
S. Limões I	6.72	1.63	-0.15	0.87	---	---	---	---
S. Limões II	6.85	1.41	-0.08	0.85	---	---	---	---
S. Limões III	6.48	1.59	-0.05	0.83	---	---	---	---
S. Limões IV	6.58	1.48	0.02	0.78	---	---	---	---

Tabela 9: Valores de matéria orgânica total e carbonatos biodetríticos para cada estação amostral da Baía Sul.

* determinados pelo CTTMAR

Estação	% M.O.T.	% Carb.
1	0.1	32.7
2	ND	5.2
3	ND	5.8
4	ND	1.9
5	ND	3.1
6	ND	10.5
Ens. Brito	5.7	11.5
7	ND	27.0
8	ND	3.8
9	1.2	4.2
10	ND	1.4
11	ND	2.9
12	0.1	17.1
13	ND	1.8
14	0.1	39.1
15	0.0	1.6
16	2.0	6.3
17	1.1	4.1
18	ND	6.6
19	2.6	10.6
20	1.2	9.4
21	4.9	10.4
22	3.1	10.0
23	1.8	7.4
24	1.9	10.5
25	1.9	11.9
26	0.5	2.7
27	0.5	2.6
28	1.4	12.2
29	4.9	10.1
30	3.0	8.7
31	4.2	10.9
32	3.7	9.5
33	5.1	10.6
34	1.3	4.2
35	4.7	10.8
36	1.8	31.6
* S. Limões I	7.49	2.43
* S. Limões II	14.14	6.29
* S. Limões III	12.43	4.76
* S. Limões IV	10.96	2.52

Tabela 10: Valores de Carbono (C), Nitrogênio (N) e Enxofre (S), juntamente com as razões C/N e C/S, para cada estação amostral da Baía Sul.

Estação	Carbono (C) Total (%)	Nitrogênio (N) Total (%)	Enxofre (S) Total (%)	C/N	C/S
1	0.13722	0.00504	0.01312	27.23	10.46
2	1.17350	0.00650	0.01288	180.54	91.11
3	0.14919	0.00759	0.00889	19.66	16.78
4	0.09087	0.00519	0.00489	17.51	18.58
5	0.14734	0.00678	0.00664	21.73	22.19
6	0.21078	0.00766	0.01220	27.52	17.28
Ens. Brito	1.30175	0.37572	0.14356	3.46	9.07
7	0.13898	0.00567	0.00820	24.51	16.95
8	0.16836	0.00818	0.01389	20.58	12.12
9	0.45493	0.08244	0.04892	5.52	9.30
10	0.14590	0.00859	0.01111	16.98	13.13
11	0.21206	0.02087	0.01336	10.16	15.87
12	0.20893	0.00950	0.01555	21.99	13.44
13	0.19101	0.01747	0.01487	10.93	12.85
14	0.22587	0.01130	0.02043	19.99	11.06
15	0.25930	0.02199	0.02184	11.79	11.87
16	0.75319	0.13246	0.07855	5.69	9.59
17	0.56209	0.08917	0.06009	6.30	9.35
18	0.14370	0.00570	0.01040	25.21	13.82
19	1.15306	0.29977	0.13196	3.85	8.74
20	0.99675	0.22007	0.10489	4.53	9.50
21	1.11983	0.20946	0.12520	5.35	8.94
22	1.13174	0.25325	0.12031	4.47	9.41
23	1.12265	0.34891	0.08254	3.22	13.60
24	1.35200	0.29622	0.14504	4.56	9.32
25	1.18657	0.21475	0.13309	5.53	8.92
26	0.32406	0.04046	0.02468	8.01	13.13
27	0.25653	0.02083	0.02013	12.32	12.74
28	1.28207	0.22440	0.14394	5.71	8.91
29	1.17008	0.33032	0.12985	3.54	9.01
30	1.04685	0.46328	0.08628	2.26	12.13
31	1.14984	0.39775	0.12468	2.89	9.22
32	1.57113	1.02000	0.16693	1.54	9.41
33	1.22735	0.30975	0.13483	3.96	9.10
34	0.52544	0.08364	0.07157	6.28	7.34
35	1.34880	0.38622	0.18693	3.49	7.22
36	0.94108	0.43091	0.09025	2.18	4.77
S. Limões I	0.66071	0.67752	0.07807	0.98	8.68
S. Limões II	1.94810	1.33830	0.29049	1.46	4.61
S. Limões III	1.16920	1.34910	0.14560	0.87	9.27
S. Limões IV	1.28600	1.02680	0.15493	1.25	6.63

Tabela 11: Dados de salinidade, temperatura ($^{\circ}\text{C}$), oxigênio dissolvido (mg/l), pH, turbidez (NTU) e material particulado em suspensão (mg/l) em cada ponto amostral na superfície, relativo a campanha de campo do verão (26 de janeiro de 2001).

SUPERFÍCIE

Estação	Salinidade	Temp.	Oxigênio	pH	Turbidez
1	32.70	25.00	7.44	8.21	1.23
2	33.30	25.00	7.45	8.20	0.76
3	33.00	25.90	7.31	8.19	1.88
4	33.40	26.10	6.57	8.19	2.27
5	33.00	26.30	6.79	8.19	1.32
6	32.80	26.70	7.02	8.20	1.85
7	32.50	26.80	7.60	8.22	1.59
8	32.70	27.20	7.35	8.20	1.71
9	32.70	27.60	6.82	8.20	1.83
10	32.70	27.80	7.49	8.22	2.01
11	32.50	27.90	7.31	8.22	2.79
12	32.60	28.00	7.11	8.22	2.04
13	32.40	28.00	7.49	8.24	1.56
14	32.90	28.40	7.05	8.24	2.43
15	30.00	28.60	7.51	8.29	1.88
16	31.00	28.50	8.27	8.28	3.08
17	32.20	27.90	7.55	8.27	2.74
18	31.50	27.80	8.37	8.29	2.27
19	31.20	27.70	8.28	8.32	1.45
20	31.10	28.10	8.80	8.37	1.30
21	32.00	28.00	9.20	8.04	1.12
22	32.40	28.00	8.74	8.38	1.12
23	29.00	28.60	8.73	8.37	4.73
24	31.50	28.03	9.33	8.46	1.49
25	31.60	28.40	9.12	8.45	2.30
26	31.80	28.03	9.75	8.41	6.06
27	32.40	28.07	9.60	8.41	2.05
28	32.40	28.70	9.57	8.42	2.97
29	31.50	28.01	10.12	8.50	1.40
30	32.30	27.07	9.38	8.45	1.75
31	32.20	27.08	10.16	8.49	2.05
32	32.40	27.80	11.22	8.54	2.19
33	32.60	27.05	8.16	8.33	4.86
34	32.50	27.09	8.10	8.34	9.65
35	32.50	28.03	8.66	8.39	24.20
36	32.60	28.01	8.23	8.32	4.59

Tabela 12: Dados de salinidade, temperatura ($^{\circ}\text{C}$), oxigênio dissolvido (mg/l), pH, turbidez (NTU) e material particulado em suspensão (mg/l) em cada ponto amostral no fundo, relativo a campanha de campo do verão (26 de janeiro de 2001).

FUNDO

Estação	Salinidade	Temp.	Oxigênio	pH	Turbidez
1	33.50	25.50	7.79	8.21	0.98
2	33.50	25.50	7.52	8.19	1.85
3	33.10	26.30	7.27	8.18	2.08
4	33.30	25.60	6.1	8.20	2.48
5	33.30	25.50	6.71	8.20	3.52
6	32.90	26.40	7.01	8.12	3.72
7	32.70	26.50	7.29	8.20	3.09
8	33.00	26.30	6.22	8.17	3.38
9	32.80	26.70	6.22	8.19	6.33
10	32.80	27.10	7.6	8.22	3.69
11	32.90	26.40	6.89	8.12	6.29
12	32.60	27.20	6.96	8.23	3.36
13	32.70	26.60	7.27	8.25	5.58
14	32.80	27.60	7.21	8.25	3.41
15	32.50	27.00	7.62	8.28	4.89
16	32.70	27.60	7.31	8.26	2.60
17	32.40	27.10	6.93	8.24	4.98
18	32.30	27.30	8.03	8.29	3.48
19	33.00	25.90	6.57	8.22	6.86
20	32.50	26.80	7.58	8.03	5.52
21	33.10	26.02	7.6	8.29	8.01
22	33.30	25.70	7.24	8.26	3.68
23	32.00	28.50	8.46	8.37	1.62
24	33.60	25.02	7.41	8.25	5.82
25	33.00	26.05	7.62	8.03	8.44
26	32.40	27.02	8.31	8.32	2.95
27	32.50	28.00	8.02	8.35	7.50
28	32.40	28.00	8.92	8.38	12.40
29	33.70	25.60	7.61	8.28	6.55
30	32.20	27.07	10.01	8.45	0.00
31	32.90	26.07	10.05	8.43	3.96
32	32.30	27.90	11.22	8.52	3.78
33	32.60	27.08	7.58	8.33	4.58
34	32.50	27.09	7.21	8.33	17.10
35	32.50	28.04	8.03	8.38	42.20
36	32.60	28.00	7.69	8.32	14.01

Tabela 13: Dados de salinidade, temperatura ($^{\circ}\text{C}$), oxigênio dissolvido (mg/l), pH, turbidez (NTU) e material particulado em suspensão (mg/l) em cada ponto amostral na superfície, relativo a campanha de campo do inverno (24 de agosto de 2001).

SUPERFÍCIE

Estação	Salinidade	Temp.	Oxigênio	pH	Turbidez
1	30.90	18.40	8.74	8.30	3.60
2	31.10	18.50	8.74	8.29	3.90
3	31.60	18.40	9.10	8.29	5.90
4	31.10	18.50	8.62	8.28	4.70
5	31.00	18.80	8.61	8.29	2.70
6	31.90	18.50	9.05	8.29	5.00
7	31.50	18.60	8.35	8.29	3.40
8	31.30	18.60	8.92	8.30	2.70
9	31.20	18.70	8.93	8.31	3.90
10	31.10	18.90	9.19	8.31	5.10
11	31.70	18.60	8.83	8.29	3.30
12	31.50	19.00	9.30	8.32	4.70
13	31.40	19.00	9.31	8.31	4.50
14	31.40	19.00	9.31	9.31	4.50
15	31.50	19.20	9.21	8.30	4.40
16	31.40	19.10	8.97	8.30	4.00
17	31.90	19.20	9.32	8.25	3.50
18	31.70	19.60	9.31	8.28	4.30
19	31.40	19.20	8.94	8.28	3.60
20	31.70	19.40	8.94	8.28	5.00
21	32.10	19.40	9.35	8.30	12.00
22	31.30	19.40	9.14	8.29	6.20
23	31.10	20.00	9.62	8.34	13.00
24	31.80	19.90	9.17	8.31	5.00
25	31.40	19.40	8.89	8.28	35.00
26	31.50	19.40	9.07	8.29	19.00
27	31.50	19.30	8.78	8.26	24.00
28	31.60	19.20	8.51	8.26	50.00
29	31.70	19.80	9.02	8.31	13.00
30	31.60	20.00	8.99	8.31	8.70
31	31.60	19.90	9.16	8.32	10.00
32	31.20	19.90	8.82	8.34	8.90
33	31.60	19.50	8.21	8.24	30.00
34	31.60	19.40	8.66	8.27	23.00
35	31.40	19.60	8.75	8.29	40.00
36	31.50	19.50	8.31	8.26	22.00

Tabela 14: Dados de salinidade, temperatura ($^{\circ}\text{C}$), oxigênio dissolvido (mg/l), pH, turbidez (NTU) e material particulado em suspensão (mg/l) em cada ponto amostral no fundo, relativo a campanha de campo do inverno (24 de agosto de 2001).

Estação	Salinidade	Temp.	Oxigênio	pH	Turbidez
1	31.20	18.40	8.56	8.29	3.60
2	31.40	18.40	9.10	8.29	5.40
3	31.60	18.40	9.10	8.27	5.10
4	31.00	18.40	7.90	8.29	5.30
5	31.30	18.50	9.00	8.30	2.90
6	31.70	18.40	8.75	8.29	4.50
7	31.50	18.50	9.05	8.27	4.80
8	31.30	18.60	9.80	8.30	3.20
9	31.20	18.70	9.04	8.31	5.60
10	31.20	18.80	9.30	8.32	5.50
11	32.20	18.50	8.82	8.28	7.30
12	31.50	18.90	9.25	8.31	6.10
13	31.30	19.10	9.16	8.32	5.80
14	31.30	19.10	9.16	8.32	5.80
15	31.60	19.10	8.96	8.29	5.10
16	31.90	18.80	8.46	8.18	6.70
17	31.90	19.00	9.27	8.25	5.00
18	31.90	19.30	9.60	8.27	6.60
19	31.50	19.10	9.10	8.27	3.80
20	31.70	19.30	9.10	8.28	6.10
21	31.90	19.40	9.37	8.30	14.00
22	31.30	19.40	9.09	8.30	6.00
23	31.30	20.00	9.59	8.34	23.00
24	31.80	19.40	9.04	8.31	5.00
25	31.40	19.30	8.89	8.28	45.00
26	31.60	19.30	8.68	8.27	32.00
27	31.60	19.10	8.70	8.26	31.00
28	31.50	19.30	8.26	8.25	85.00
29	31.60	19.60	8.34	8.31	16.00
30	31.70	20.10	8.49	8.31	12.00
31	31.60	19.70	9.06	8.29	11.00
32	31.30	19.80	8.72	8.31	8.20
33	31.80	19.40	8.44	8.24	55.00
34	31.50	19.40	8.11	8.27	45.00
35	31.50	19.50	8.40	8.29	50.00
36	31.80	19.50	8.69	8.27	85.00

Tabela 15: Valores mínimos, médios e máximos de salinidade, temperatura ($^{\circ}\text{C}$), oxigênio dissolvido (mg/l), pH, turbidez (ntu), profundidade (m) para o Setor Norte e Sul, na superfície e no fundo, relativo a campanha de campo do verão (26 de janeiro de 2001).

	Superfície			Fundo		
	Mínimo	Média	Máximo	Mínimo	Média	Máximo
Salinidade	29.00	32.16	33.40	29.00	32.44	33.70
Temperatura	25.00	27.54	28.70	25.00	27.13	28.70
Oxigênio	6.57	8.27	11.22	6.10	7.98	11.22
PH	8.04	8.31	8.54	8.03	8.28	8.54
Turbidez	0.76	3.07	24.20	0.00	4.79	42.20
Profundidade	Setor Norte			2,40	4,71	8,60
	Setor Sul			3,10	6,14	9,50

Tabela 16: Valores mínimos, médios e máximos de salinidade, temperatura ($^{\circ}\text{C}$), oxigênio dissolvido (mg/l), pH, turbidez (ntu), profundidade (m) para o Setor Norte e Sul, na superfície e no fundo, relativo a campanha de campo do inverno (24 de agosto de 2001).

	Superfície			Fundo		
	Mínimo	Média	Máximo	Mínimo	Média	Máximo
Salinidade	30.90	31.47	32.10	31.00	31.54	32.20
Temperatura	18.40	19.19	20.00	18.40	19.10	20.10
Oxigênio	8.21	8.95	9.62	7.90	8.90	9.80
pH	8.24	8.32	9.31	8.18	8.29	8.34
Turbidez	2.70	11.18	50.00	2.90	17.43	85.00
Profundidade	Setor Norte			2.00	4.03	8.70
	Setor Sul			2.50	5.54	9.20