UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

DEDALUS - Acervo - IGC
30900005747

DINÂMICA SEDIMENTAR QUATERNÁRIA NO LITORAL SUL PAULISTA

Moysés Gonsalez Tessler

Orientador: Prof. Dr. Kenitiro Suguio

Instituto de Geociências
BIBLIOTECA
T988
e.2
U. S. P.

TESE DE DOUTORAMENTO

COMISSÃO EXAMINADORA

	nome	*ass.*
Presidente:	Kenitiro Suguio	
Examinadores:	Louis Martin	
	Vicente José Fulfaro	
	Waldir Lopes Ponçano	
	Setembri Petri	

São Paulo

- 1988 -

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

DINÂMICA SEDIMENTAR QUATERNÁRIA NO LITORAL SUL PAULISTA

Moysés Gonsalez Tessler

Orientador: Prof. Dr. Kenitiro Suguio

TESE DE DOUTORAMENTO

Área de Concentração: Paleontologia e Estratigrafia

São Paulo
- 1988 -

ÍNDICE

RESUMO

ABSTRACT

1. **INTRODUÇÃO** 1

1.1 - Objetivos 1

1.2 - Área de estudo e amostragem 2

1.3 - O litoral sul paulista 6

1.3.1 - A planície costeira 6

1.3.2 - A Margem Continental 9

1.3.2.1 - Origem 9

1.3.2.2 - Morfologia e Fisiografia 10

1.4 - Caracterização das seqüências sedimentares da planície costeira e da plataforma continental sul do Estado de São Paulo 11

1.4.1 - Formação Cananéia 13

1.4.1.1 - Denominação 13

1.4.1.2 - Características texturais e composicionais 14

1.4.1.2.1 - Superfície 14

1.4.1.2.2 - Subsuperfície 15

1.4.1.3 - Ambientes de Sedimentação 16

1.4.2 - Formação Santos 16

1.4.2.1 - Denominação 16

1.4.2.2 - Características texturais e composicionais 16

1.4.2.3 - Ambientes de deposição 18

1.4.3 - Sedimentos de superfície de fundo da Plataforma Continental 18

1.5 - Agradecimentos 21

2. OS SEDIMENTOS

2.1 - Caracterização Textural..... 23
2.1.1 - Cálculo dos parâmetros estatísticos..... 23
2.1.2 - Caracterização granulométrica dos sedimentos..... 25
2.1.2.1 - Parâmetros estatísticos de Folk & Ward (1957)..... 25
2.1.2.2 - Análise de freqüência dos parâmetros estatísticos..... 25
2.1.2.2.1 - Área Emersa - Formação Cananéia..... 26
2.1.2.2.2 - Faixa Intermarés - Ilhas Comprida e Cardoso... 26
2.1.2.2.3 - Área Submersa - Zona de Arrebentação..... 27
2.1.2.2.4 - Área Submersa - Plataforma rasa..... 29
2.1.2.2.5 - Cordões litorâneos - Ilha Comprida..... 31
2.1.2.3 - Análise do número de classes texturais..... 32
2.1.3 - Caracterização morfoscópica em grãos de quartzo... 32
2.1.3.1 - Sedimentos pleistocênicos e holocênicos da área emersa..... 33
2.1.3.2 - Faixa Intermarés..... 33
2.1.3.3 - Sedimentos de fundo..... 34
2.1.4 - Mapas de isovalores da distribuição espacial dos parâmetros texturais..... 35
2.2 - Composição mineralógica dos sedimentos..... 45
2.2.1 - Análise do teor de carbonato biodetrítico..... 45
2.2.2 - Análise da fração grossa - Coarse Fraction Analysis..... 49
2.2.3 - Minerais leves..... 52
2.2.4 - Minerais pesados..... 56
2.2.4.1 - Métodos..... 57
2.2.4.2 - Área Emersa..... 60
2.2.4.2.1 - Sedimentos pleistocênicos - Formação Cananéia. 61
2.2.4.2.2 - Cristas praiais holocênicas da Ilha Comprida..... 62
2.2.4.3 - Faixa Intermarés..... 63

2.2.4.4 - Área Submersa 63

2.2.4.5 - Descrição dos Minerais 64

2.2.4.6 - Análise de freqüência dos minerais transparentes e não micáceos 68

2.2.4.6.1 - Área emersa 68

2.2.4.6.1.1 - Freqüência média 68

2.2.4.6.1.2 - Freqüência de ocorrência 68

2.2.4.6.1.3 - Freqüência de classes 68

2.2.4.6.2 - Faixa Intermarés 69

2.2.4.6.2.1 - Freqüência média 69

2.2.4.6.2.2 - Freqüência de ocorrência 70

2.2.4.6.2.3 - Freqüência de classes 70

2.2.4.6.3 - Área emersa 70

2.2.4.6.3.1 - Freqüência média 70

2.2.4.6.3.2 - Freqüência de ocorrência 71

2.2.4.6.3.3 - Freqüência de classes 71

2.2.4.6.3.4 - Mapas de isovalores de distribuição espacial dos minerais pesados na área submersa 72

2.2.4.7 - Maturidade mineralógica 82

2.2.4.8 - Minerais pesados opacos 84

2.2.4.9 - Áreas fontes 84

2.2.4.10 - Conclusões parciais 92

3. **O TRANSPORTE LITORÂNEO** 95

3.1 - Introdução 95

3.2 - Parâmetros Oceanográficos 97

3.2.1 - Ondas 97

3.2.1.1 - Resultados obtidos em levantamento anteriores.. 98

3.2.1.2 - Levantamento Instituto Oceanográfico da USP - 1984 103

3.2.1.3 - Profundidade máxima de ação efetiva das ondas na mobilização dos sedimentos de fundo 107

3.2.2 - Correntes 109

3.2.2.1 - Obtenção dos dados de meia-água e de fundo 109

3.2.2.2 - Análise dos resultados 110

3.2.2.2.1 - Estação fixa de Paranaguá - 1984 110

3.2.2.2.2 - Estação fixa de Cananéia - 1984 114

3.2.2.2.3 - Estação fixa de Iguape - 1984 116

3.2.2.2.4 - Estação fixa de Cananéia - 1962 122

3.2.2.3 - Correntes de Superfície 129

3.3 - Fatores meteorológicos 132

3.3.1 - Relação entre os parâmetros oceanográficos e os fatores meteorológicos 135

3.4 - Velocidade crítica de transporte 137

3.4.1 - Formulações gráficas 138

3.4.2 - Velocidades críticas de corrente para 1984 e 1962 140

3.5 - Taxa de transporte 142

3.5.1 - Primavera de 1984 145

3.5.2 - Outono de 1962 145

3.6 - Conclusões Parciais 149

4. **GEOMETRIA DOS CORDÕES LITORÂNEOS DA PLANÍCIE COSTEIRA SUL PAULISTA** 150

5. **ANÁLISE DA CONFIGURAÇÃO DA LINHA DE COSTA** 164

5.1 - Desembocadura lagunar de Ararapira (SP/PR) 164

5.2 - Desembocadura lagunar de Cananéia (SP) 168

5.3 - Desembocadura lagunar de Icapara e foz do rio Ribeira de Iguape (SP) 174

6. **CONCLUSÕES** 179

7. **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS** 185

Figuras e Mapas

Mapa nº 1 - Mapa de localização das amostras coletadas

Fig. 1 - Localização da área de estudo. Planície costeira sul do Estado de São Paulo..... 3

Fig. 2 - Mapa geológico das regiões SW do Estado de São Paulo e SE do Estado do Paraná..... 7

Fig. 3 - Mapa de fácies sedimentares da plataforma continental localizada entre os estados de São Paulo e Santa Catarina (Corrêa, 1978)..... 19

Fig. 4 - Variação longitudinal do diâmetro médio dos sedimentos da faixa intermarés da Ilha Comprida - SP..... 28

Fig. 5 - Variações transversais à costa do diâmetro médio.... 30

Fig. 6 - Mapa de isovalores do diâmetro médio, da distribuição total, das amostras de fundo da zona de arrebentação..... 36

Fig. 7 - Mapa de isovalores da porcentagem de argila das amostras de fundo da zona de arrebentação..... 37

Fig. 8 - Mapa de isovalores do número de classes texturais, da distribuição granulométrica, das amostras de fundo da zona de arrebentação..... 38

Fig. 9 - Mapa de isovalores do grau de arredondamento, da fração retida na peneira 0,500 mm, na zona de arrebentação..... 40

Fig. 10 - Mapa de isovalores do grau de arredondamento da fração retida na peneira 0,250 mm, na zona de arrebentação..... 41

Fig. 11 - Mapa de isovalores do diâmetro médio, da distribuição total, das amostras de fundo da plataforma rasa.... 42

Fig. 12 - Mapa de isovalores da porcentagem de argila das amostras de fundo da plataforma rasa..... 43

Fig. 13 - Mapa de isovalores do número de classes texturais da distribuição granulométrica, das amostras de fundo da plataforma rasa..... 44

Fig. 14 - Mapa de isovalores do grau de arredondamento, da fração retida na peneira 0,500 mm, na plataforma rasa..... 46

Fig. 15 - Mapa de isovalores do grau de arredondamento, da fração retida na peneira 0,250 mm, da plataforma rasa..... 47

Fig. 16 - Porcentagem de carbonato biodetrítico nos sedimentos de fundo da zona de arrebentação..... 50

Fig. 17 - Porcentagem de carbonato biodetrítico nos sedimentos de fundo da plataforma rasa..... 51

Fig. 18 - Mapa de isovalores da porcentagem de biogênicos, na fração areia grossa (0,710 - 0,500 mm) das amostras de fundo da plataforma rasa..... 53

Fig. 19 - Mapa de isovalores da porcentagem de biogênicos, na fração areia-média (0,350 - 0,250 mm) das amostras de fundo da plataforma rasa..... 54

Fig. 20 - Mapa de isovalores de porcentagens de pesados, na amostra total, da zona de arrebentação..... 73

Fig. 21 - Mapa de isovalores da freqüência de hornblenda, na fração areia fina, na zona de arrebentação..... 74

Fig. 22 - Mapa de isovalores da freqüência média de hornblenda, na fração areia muito fina, na zona de arrebentação.. 75

Fig. 23 - Mapa de isovalores da freqüência média da turmalina, na fração areia fina, na zona de arrebentação..... 76

Fig. 24 - Mapa de isovalores da freqüência média do zircão, na fração areia fina, na zona de arrebentação..... 78

Fig. 25 - Mapa de isovalores da freqüência média do zircão, na fração areia muito fina, na zona de arrebentação..... 79

Fig. 26 - Mapa de isovalores de freqüência média do zircão, na fração areia fina, na plataforma rasa..... 80

Fig. 27 - Mapa de isovalores da freqüência média da turmalina, na fração areia muito fina, na plataforma rasa..... 81

Fig. 28 - Mapa de isovalores do índice ZTR (Hubert, 1962), na fração areia muito fina, na zona de arrebentação..... 85
Fig. 29 - Mapa de isovalores do índice ZTR (Hubert, 1962), na fração areia fina, na zona de arrebentação..... 86
Fig. 30 - Mapa de isovalores do índice ZTR (Hubert, 1962), na fração areia fina, na plataforma rasa..... 87
Fig. 31 - Mapa de isovalores do índice ZTR (Hubert, 1962), na fração areia muito fina, na plataforma rasa.... 88
Fig. 32 - Sistemas de ondas incidentes na porção central da Ilha Comprida (≃ SSE, 165° e ESE, 108°), no dia 17/12/80..... 104
Fig. 33 - Diagrama de roseta das direções de incidência de ondas observadas nas estações de Paranaguá, Cananéia e Iguape - outubro de 1984..... 106
Fig. 34 - Rosas de corrente para meia-água e fundo na estação fixa de Paranaguá, 1984..... 112
Fig. 35 - Diagrama de deslocamento médio progressivo. Estação fixa de Paranaguá, fundo, 1984..... 113
Fig. 36 - Diagrama de deslocamento médio progressivo. Estação fixa de Paranaguá, meia-água, 1984..... 115
Fig. 37 - Rosas de correntes para meia-água e fundo na estação fixa de Cananéia, 1984..... 117
Fig. 38 - Diagrama de deslocamento médio progressivo. Estação fixa de Cananéia, meia-água, 1984..... 118
Fig. 39 - Diagrama de deslocamento médio progressivo. Estação fixa de Cananéia, fundo, 1984..... 119
Fig. 40 - Rosas de correntes para meia-água e fundo na estação fixa de Iguape, 1984..... 121
Fig. 41 - Diagrama de deslocamento médio progressivo. Estação fixa de Iguape, meia-água, 1984..... 123
Fig. 42 - Diagrama de deslocamento médio progressivo. Estação fixa de Iguape, fundo, 1984..... 124
Fig. 43 - Rosas de correntes para meia-água na estação da desembocadura lagunar de Cananéia, 1962..... 126
Fig. 44 - Diagrama de decomposição dos vetores correntes (direção e intensidade), segundo eixos paralelo e perpendicular à linha de costa atual..... 128

Fig. 45 - Correntes de superfície do litoral sul paulista através da interpretação das imagens de satélite LANDSAT - MSS, Canais 4 e 5, de 26/06/76..... 130
Fig. 46 - Gráficos de velocidade crítica de transporte: Postma, 1967 (apud Suguio, 1980); Hjülstrom, 1956 (apud Netto, 1980); Open University, 1978 e Gadd et al., 1978 (apud Muehe & Sucharov, 1981).. 139
Fig. 47 - Velocidade de corrente, meia-água e fundo; direção das ondas e ventos observados na estação de Iguape, no período que apresentou velocidades de correntes superiores a velocidade crítica de transporte, outubro de 1984..... 146
Fig. 48 - Velocidade de corrente, vento e pressão atmosférica observados na estação de Cananéia, no período que apresentou velocidades de correntes superiores à velocidade crítica de transporte, abril 1962..... 148
Fig. 49 - Alinhamento dos cordões litorâneos da planície costeira de Cananéia-Iguape, SP..... 153
Fig. 50 - Curva relativa de variação do nível do mar para a planície costeira de Cananéia-Iguape, Estado de São Paulo (Suguio & Martin, 1978)..... 155
Fig. 51 - Esquema evolutivo da Ilha Comprida durante o Holoceno (Suguio & Martin, 1978)..... 155
Fig. 52 - Modelo evolutivo para a planície costeira compreendida entre Cananéia e o Morro da Juréia, Estado de São Paulo (Suguio & Martin, 1978)..... 160
Fig. 53 - Evolução da desembocadura lagunar de Ararapira (SP/PR)..... 166
Fig. 54 - Evolução da desembocadura lagunar de Cananéia (SP)..... 171
Fig. 55 - Evolução da desembocadura lagunar de Icapara e da Ilha de Iguape, SP (Geobrás, 1966)..... 176
Fig. 56 - Configuração da linha de costa nas proximidades da desembocadura lagunar de Icapara e da foz do rio Ribeira de Iguape (SP) 1981..... 178

Tabelas

Tab. 1 - Posição das amostras coletadas na plataforma continental do Estado de São Paulo (N/Oc."Prof. W. Besnard" - 1984)..... 195

Tab. 2 - Posição das amostras coletadas na zona de arrebentação, Ilha Comprida - SP, (1985)..... 197

Tab. 3 - Localização dos perfís de coleta da faixa intermarés, Ilha Comprida - SP, (1985)..... 199

Tab. 4 - Dados de granulometria e teor de carbonato em sedimentos da Formação Cananéia..... 201

Tab. 5 - Dados de granulometria em sedimentos holocênicos dos cordões litorâneos da Ilha Comprida - SP..... 204

Tab. 6 - Dados de granulometria e teor de carbonato em sedimentos da faixa intermarés..... 205

Tab. 7 - Dados de granulometria e teor de carbonato em sedimentos da zona de arrebentação..... 209

Tab. 8 - Dados de granulometria e teor de carbonato em sedimentos da plataforma rasa..... 211

Tab. 9 - Freqüência dos parâmetros estatísticos de Folk & Ward (1957), para a distribuição total, dos sedimentos da Formação Cananéia..... 213

Tab. 10 - Freqüência dos parâmetros estatísticos de Folk & Ward (1957), para a distribuição total, dos sedimentos dos cordões litorâneos da Ilha Comprida - SP..... 214

Tab. 11 - Freqüência dos parâmetros estatísticos de Folk & Ward (1957), para a distribuição total, dos sedimentos da faixa intermarés:

11.A - nível de maré baixa..... 215

11.B - nível intermediário..... 216

11.C - nível de maré alta..... 217

Tab. 12 - Freqüência dos parâmetros estatísticos de Folk & Ward (1957), para a distribuição total, dos sedimentos da zona de arrebentação..... 218

Tab. 13 - Freqüência dos parâmetros estatísticos de Folk & Ward (1957), para a distribuição total dos sedimentos da plataforma rasa..... 219

Tab. 14 - Freqüência dos parâmetros estatísticos de Folk & Ward (1957), para a distribuição areia, dos sedimentos da zona de arrebentação..... 220

Tab. 15 - Freqüência dos parâmetros estatísticos de Folk & Ward (1957), para a distribuição areia, dos sedimentos da plataforma rasa..... 221

Tab. 16 - Porcentagem de freqüência do número de classes texturais..... 222

Tab. 17 - Freqüência de classes, média, desvio padrão e seleção morfométrica em grãos de quartzo..... 223

Tab. 18 - Variações no teor de carbonato biodetrítico..... 224

Tab. 19 - Porcentagem dos constituintes na fração grosseira, (0,710 - 0,500 mm), das amostras de fundo da plataforma rasa..... 225

Tab. 20 - Porcentagem dos constituintes na fração grosseira, (0,350 - 0,250 mm) das amostras de fundo da plataforma rasa..... 226

Tab. 21 - Concentração de grãos feldspáticos na fração leve... 227

Tab. 22 - Porcentagem de minerais pesados transparentes e não micáceos no intervalo areia muito fina, das amostras da Formação Cananéia..... 228

Tab. 23 - Porcentagem de minerais pesados transparentes e não micáceos, no intervalo areia fina das amostras da Formação Cananéia..... 231

Tab. 24 - Porcentagem de minerais pesados transparentes e não micáceos, no intervalo areia fina, das amostras dos cordões litorâneos da Ilha Comprida - SP 232

Tab. 25 - Porcentagem de minerais pesados transparentes e não micáceos, no intervalo areia muito fina, das amostras dos cordões litorâneos da Ilha Comprida - SP..... 233

Tab. 26 - Porcentagem de minerais pesados transparentes e não micáceos, no intervalo areia fina, das amostras da faixa intermarés das Ilhas do Cardoso e Comprida - SP..... 234

Tab. 27 - Porcentagem de minerais pesados transparentes e não micáceos, no intervalo areia muito fina, das amostras da faixa intermarés das Ilhas do Cardoso e Comprida - SP..... 235

Tab. 28 - Porcentagem de minerais pesados transparentes e não micáceos, no intervalo areia fina, das amostras da zona de arrebentação..... 236

Tab. 29 - Porcentagem de minerais pesados transparentes e não micáceos, no intervalo areia muito fina, das amostras da zona de arrebentação..... 238

Tab. 30 - Porcentagem de minerais pesados transparentes e não micáceos, no intervalo areia fina, das amostras da plataforma rasa..... 244

Tab. 31 - Porcentagem de minerais pesados transparentes e não micáceos, no intervalo areia muito fina, das amostras da plataforma rasa..... 248

Tab. 32 - Freqüência de classes de abundância por mineral pesado e freqüências de classes de ZTR, fração areia fina - Formação Cananéia..... 253

Tab. 33 - Freqüências de classes de abundância por mineral pesado e freqüências de classes de ZTR, fração areia muito fina - Formação Cananéia..... 254

Tab. 34 - Freqüências de classes de abundância por mineral pesado e freqüências de classes de ZTR, fração areia fina - Cordões litorâneos da Ilha Comprida - SP..... 255

Tab. 35 - Freqüências de classes de abundância por mineral pesado e freqüências de classes de ZTR, fração areia muito fina - Cordões litorâneos da Ilha Comprida - SP..... 256

Tab. 36 - Freqüências de classes de abundância por mineral pesado e freqüências de classes de ZTR, fração areia fina - Faixa Intermarés..... 257
Tab. 37 - Freqüências de classes de abundância por mineral pesado e freqüências de classes de ZTR, fração areia fina - Faixa Intermarés..... 258
Tab. 38 - Freqüências de classes de abundância por mineral pesado e freqüências de classes de ZTR, fração areia fina - Zona de Arrebentação..... 259
Tab. 39 - Freqüências de classes de abundância por mineral pesado e freqüências de classes de ZTR, fração areia muito fina - Zona de Arrebentação..... 260
Tab. 40 - Freqüências de classes de abundância por mineral pesado e freqüências de classes de ZTR, fração areia fina - Plataforma rasa..... 261
Tab. 41 - Freqüências de classes de abundância por mineral pesado e freqüências de classes de ZTR, fração areia muito fina - Plataforma rasa..... 262
Tab. 42 - Porcentagens, por períodos de observações das ondas incidentes na região da Ilha do Bom Abrigo - SP (relatório CTH - USP, 1973) - no texto..... 99
Tab. 43 - Porcentagens de direção de propagação dos sistemas de ondas incidentes no litoral sul paulista e ventos locais de 1955 - 1959 (Geobrás, 1966) - no texto..... 100
Tab. 44 - Direção e altura dos sistemas de ondas observados à bordo do N/Oc. "Prof. W. Besnard" durante a execução das estações de correntometria - outubro de 1984..... 263
Tab. 45 - Profundidades máximas (m) da ação efetiva das ondas na mobilização de sedimentos de fundo, a partir das observações realizadas à bordo do N/Oc. "Prof. W. Besnard" - outubro de 1984..... 264
Tab. 46 - Profundidades máximas (m) da ação efetiva das ondas na mobilização de sedimentos de fundo a partir dos dados do relatório CTH/USP, 1973..... 265

Tab. 47 - Valores de velocidade e direção de correntes medidas a meia-água e fundo. Estação fixa de Paranaguá, 1984..... 266
Tab. 48 - Valores de velocidade e direção de corrente para meia-água e fundo. Estação fixa de Cananéia, 1984.. 268
Tab. 49 - Valores de velocidade e direção de corrente para meia-água e fundo. Estação fixa de Iguape, 1984..... 270
Tab. 50 - Direção e intensidade do vento medido na estação meteorológica de Cananéia (I.O.USP - Base Sul) para o período de 16/04 a 02/05/62..... 272
Tab. 51 - Direção e intensidade do vento medido a bordo do N/Oc. "Prof. W. Besnard" durante a execução das estações de correntometria - outubro, 1984..... 273
Tab. 52 - Valores de velocidade crítica de corrente (cm/s), a 100 cm do fundo (C_{100}), para movimentação de sedimentos de diferentes diâmetros (mm) (Gadd et al., 1978)..... 274
Tab. 53 - Taxas de transporte da estação de correntometria de Iguape, outubro de 1984. Equação de Bagnold (1963, apud Gadd et al., 1978)..... 275
Tab. 54 - Taxas de transporte da estação de correntometria de Cananéia, abril de 1962. Equação de Bagnold (1963, apud Gadd et al., 1978)..... 276

RESUMO

A origem e evolução das feições arenosas holocênicas, presentes no litoral sul paulista, estão vinculadas à ação da dinâmica litorânea atual, bem como ao papel representado pelos processos dinâmicos pretéritos.

Esta dinâmica atual, fortemente condicionada pelos mecanismos de circulação atmósferica do continente sul-americano tem, nas correntes de deriva litorânea geradas a partir da interação dos trens de ondas incidentes com a linha de costa, o principal mecanismo de movimentação de sedimentos arenosos, junto ao fundo, no litoral sul paulista.

A interação entre os mecanismos de circulação atmosférica do continente sul-americano e os trens de onda incidentes constitui a base para a compreensão da origem e do sentido de deslocamento das correntes litorâneas de fundo. A partir dos trens de onda provenientes de S e SE são geradas correntes de deriva litorânea que se propagam do litoral sul rumo ao litoral centro-sul paulista, NE. Por outro lado, as correntes litorâneas de sentido inverso (SW), são geradas a partir dos trens de onda incidentes dos quadrantes NE - E.

Esses sistemas de correntes litorâneas, de sentidos opostos, são responsáveis pela redistribuição dos sedimentos provenientes da cobertura sedimentar atual da plataforma continental próxima, bem como dos sedimentos de origem continental, carreados principalmente pela drenagem do rio Ribeira de Iguape.

Os dois sistemas de correntes litorâneas, para SW e para NE, podem até mesmo ocorrer simultaneamente no litoral sul paulista. Porém, é durante as fases de passagem de sistemas de frentes, quando predominam os trens de onda incidentes do quadrante S - SE e portanto, correntes de deriva litorânea orientadas para NE, que resultam no mais efetivo processo de transporte arenoso, de fundo, no litoral sul.

As características sedimentológicas, apresentadas pelos sedimentos arenosos, dispostos em cristas praiais orientadas longitudinalmente à costa e depositados nos eventos regressivos que se seguiram aos máximos transgressivos de 120.000 anos A.P., Formação Cananéia, e de 5.100 anos A.P., Formação Santos, demonstram que, também durante a deposição desses conjuntos de sedimentos, o sentido predominante das paleocorrentes de deriva tinha rumo NE.

As atuais desembocaduras lagunares de Ararapira, Cananéia e Icapara representam as feições geomórficas mais instáveis do litoral sul, e são resultantes das interações entre o sistema hidrodinâmico litorâneo com os sistemas de circulação lagunares existentes à retaguarda da linha de costa atual.

Nas áreas litorâneas, onde ocorrem atualmente estes processos de interação, entre sistemas litorâneos e lagunares, a evolução de feições geomórficas litorâneas não pode ser utilizada, diretamente, como indicativo do sentido predominante da corrente de deriva litorânea.

Desta forma, o estudo da desembocadura lagunar de Icapara mostra uma tendência evolutiva coincidente com o rumo predominante, para NE, da corrente de deriva litorânea, enquanto que na região de Ararapira, a evolução desta feição geomórfica ocorre em sentido oposto, SW.

A desembocadura lagunar de Cananéia, apresenta um mecanismo evolutivo mais complexo, fortemente condicionado pelos ciclos alternados de marés enchente e vazante. Sua configuração atual, bem como os conjuntos de bancos arenosos submersos que obstruem o canal principal de acesso à região lagunar, refletem a interação das correntes litorâneas, geradas pelos sistemas de ondas incidentes, com as correntes de marés que fluem através da desembocadura lagunar.

ABSTRACT

The systematic study of sedimentary trends, as well as of geomorphic features, provide an useful method for evaluation of present and past shore-drift directions during the Quaternary.

The origin and the evolution of the Holocene sandy features, along the southern coast of the State of São Paulo, are related to the present and past dynamic processes. These processes are today strongly controlled by mechanisms of atmospheric circulation occurring in South America, which originate waves acting in two different directions. The first one, coming from S and SE, generates longshore currents toward NE. By other side, the second one, coming from NE and E, generates longshore currents directed toward SW. In southern coast of the State of São Paulo, despite these two longshore currents can occur simultaneously, the most effective longshore transport of sediments is related to the cold meteorological fronts, with dominance of wave trains coming from S and SE.

The analysis of sandy beach ridges related to regressive periods of Cananéia (120,000 years B.P. - 18,000 years B.P.) and Santos (5,100 years B.P. until today) transgressions showed that the prevailed longshore-drift direction, during the Upper Quaternary, was approximately the same as the presently observed in the area, that is from SW to NE. The evolution of geomorphic features in the studied area, like tidal inlets, is also suggestive of northeastward net transportation of sediments. However, these inlets are strongly modified in areas close to lagoonal mouthes, and their configuration cannot be used directly as evidence of longshore drift of sediments.

1. INTRODUÇÃO

1.1 - Objetivos

Este trabalho tèm como objetivo a caracterização do transporte de sedimentos arenosos de fundos marinhos rasos, vinculado à ação dinâmica atual, bem como o papel representado pelos processos dinâmicos, atuais e pretéritos, na origem e evolução das feições arenosas holocênicas presentes no litoral sul do estado de São Paulo, entre a foz do rio Ribeira de Iguape e a Ilha do Cardoso.

O objetivo viabiliza-se através de um estudo integrado das características sedimentológicas dos materiais arenosos das feições litorâneas e do fundo marinho raso, em comparação com o conjunto de parâmetros hidrodinâmicos atuais. Adotou-se os seguintes procedimentos de avaliação sedimentológicos e hidrodinâmicos, a saber:

- análise da dinâmica da circulação geral, na plataforma rasa sul paulista, e a avaliação do papel representado pelos principais parâmetros hidrodinâmicos de importância na área (ondas e correntes), no mecanismo de transporte de sedimentos de superfície de fundo na região litorânea;

- estudo da litologia e da mineralogia da fração pesada dos materiais encontrados nas zonas de arrebentação e intermarés, visando caracterizar a natureza dos sedimentos atualmente disponíveis ao transporte litorâneo;

- estudo da litologia e das mineralogias das frações pesada e leve de amostras das formações Cananéia (Pleistoceno) e Santos (Holoceno), além da plataforma rasa, visando avaliar a importância desses depósitos como fonte de sedimentos sujeitos hoje em dia ao transporte litorâneo;

- análise das direções de alinhamento dos cordões holocênicos, presentes na Ilha Comprida, procurando correlacioná-las ao padrão atual de circulação litorânea do litoral sul paulista;

- reconstrução paleogeográfica das feições das desembocaduras lagunares e da foz do rio Ribeira de Iguape, de forma a identificar a tendência evolutiva dessas feições costeiras e sua associação com o mecanismo de transporte predominante na área.

1.2 - Área de estudo e amostragem

Na região litorânea sul paulista, área de estudo do presente trabalho (figura 1), as campanhas de amostragem seguiram critérios diferenciados em função das características e objetivos estabelecidos para cada unidade considerada.

Na face oceânica das ilhas do Cardoso e Comprida, em 57 pontos distantes entre si de 1 500 m, foram coletadas 171 amostras superficiais (0 - 10 cm de profundidade) em três níveis distintos. A primeira delas foi obtida na linha de maré baixa (nível A), outra na linha de maré alta (nível C) e a terceira a meia distância entre esses dois pontos (nível B). Neste trabalho optou-se por denominar esta área como zona intermarés, que constitui sua designação mais genérica.

Na área submersa, as coletas de sedimentos de superfície de fundo, foram realizadas em duas etapas distintas. A primeira executada a bordo do navio oceanográfico "Prof. W. Besnard", no período de 25/09 a 09/10/1984, utilizando-se um pegador de fundo do tipo Petersen modificado. Foram coletadas 49 amostras de fundo além de quatro testemunhos rasos (< 2 m) obtidos com um testemunhador de gravidade. As amostras de superfície de fundo foram coletadas ao longo de cinco perfís perpendiculares à linha de costa, situados entre as longitudes 46°50' e 48°20' W e latitudes 24°30' e 26°00' S, na faixa compreendida entre as isóbatas de 10 e 50 metros.

Foram ainda realizadas, nas isóbatas de 20 metros nos perfís localizados nos extremos SW e NE da área de estudo (Paranaguá e Foz do Ribeira) e no perfil localizado na porção central (Ilha Comprida), estações fixas de correntometria onde foram medidas as direções e velocidades das correntes à 10 metros (meia-água) e a 1 metro acima do fundo.

Paralelamente às medições de corrente foram obtidas as características das ondas e dos ventos, durante no mínimo 25 horas, correspondentes a duração das estações oceanográficas.

Os limites extremos desta unidade; aqui designados por plataforma rasa; foram estabelecidos em função de di-

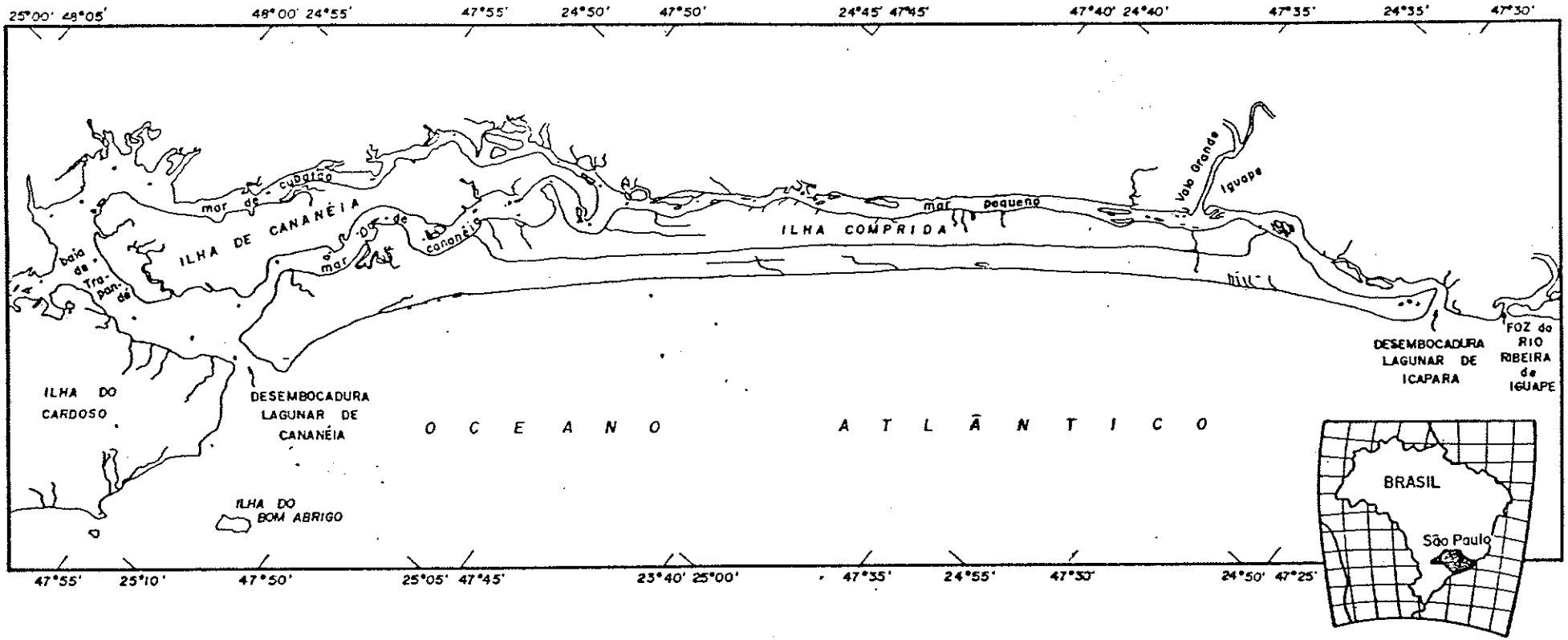


Fig. 1 - Localização da área de estudo. Planície costeira sul do Estado de São Paulo.

versos critérios. Uma vez que os sedimentos arenosos são transportados predominantemente junto ao fundo, ao passo que a carga pelítica é transportada em suspensão ao longo da coluna de água, pode se afirmar que a mistura dessas duas frações represente uma área de superposição, atual ou pretérita, desses mecanismos de deposição. Desta forma, objetivando garantir a homogeneidade da interpretação do mecanismo atuante sobre o conjunto atual de sedimentos de fundo, no compartimento costeiro estudado, foi adotada a isóbata de 50 m como limite externo da plataforma rasa. Este valor foi adotado após examinar diversos mapas de distribuição de sedimentos elaborados por autores prévios (Corrêa, 1978; Projeto REMAC, 1979).

O limite interno de 10 m, foi estabelecido em função dos comprimentos de onda observados, em diferentes épocas, no litoral sul paulista, pois segundo Komar & Inman (1970) e Komar (1976), o movimento de sedimentos arenosos transportados pelas correntes de deriva litorânea, ocorre preferencialmente, em função dos sistemas de ondas incidentes, a partir de uma isóbata próxima a 1/20 dos comprimentos de onda.

Os maiores valores de comprimentos de onda observados no litoral sul são inferiores a 160 m (Geobrás, 1966), de forma que à profundidade máxima de 8 m se iniciariam, preferencialmente, a movimentação de fundo por ação de sistemas de ondas na área. Porém, como as observações existentes sobre ondas na área (Geobrás, op. cit., CTH, 1973), além de limitadas no tempo são imperfeitas, optou-se por um limite interno de 10 m, garantindo assim uma ação hidrodinâmica atual homogênea sobre todo o conjunto de sedimentos da faixa compreendida entre as isóbatas de 10 e 50 m.

A faixa litorânea compreendida entre as isóbatas de 0 e 10 m, aqui denominada de zona de arrebentação, foi amostrada exclusivamente defronte à Ilha Comprida em campanha realizada durante o mês de janeiro de 1985. Nesta área, foram coletadas também 68 amostras de superfície de fundo nos pontos de intersecção de uma malha retangular executada pelo barco Albacora utilizando-se um amostrador Petersen modificado.

Nesta faixa litorânea, um levantamento batimétrico-sísmico (IPT - 1985) revelou ser a superfície de fundo essencialmente plana, com a ocorrência de pequenas ondulações (dezenas de centímetros de altura), apenas em áreas restritas.

Finalmente, nas amostragens das áreas emersas compostas pelas formações Cananéia e Santos, foram também usados critérios distintos em função dos diferentes graus de detalhamento prévio existentes para essas formações.

Na região lagunar de Cananéia-Iguape, área de exposição mais extensa da formação pleistocênica, foram realizadas descrições, nas margens dos canais lagunares e fluviais, de vinte e cinco seções colunares. Destas seções, foram obtidas 121 amostras representativas das diferentes fácies texturais identificadas, de níveis que apresentavam concentrações anômalas de minerais máficos e/ou de estruturas sedimentares julgadas importantes na interpretação genética do depósito.

Na formação holocênica, cuja área de maior exposição no litoral paulista localiza-se na Ilha Comprida, foram descritas apenas 4 seções colunas e 12 amostras coletadas, previamente escolhidas a partir de levantamento existente para esta formação na área (Barcelos, 1975).

Embora limitada, esta pequena amostragem permitiu um detalhamento dos constituintes mineralógicas da fração pesada. Este detalhamento permitiu ainda avaliar o grau de similaridade entre a formação holocênica com a pleistocênica, referida pelos autores prévios (Barcelos, op. cit.; Suguio & Martin, 1978a) como uma das principais fontes de suprimento de sedimentos da formação holocênica, como também uma comparação com a assembléia de pesados contida nos atuais sedimentos superficiais da área submersa.

Muito embora, os procedimentos tenham sido distintos, em função das particularidades de cada unidade estudada, a amostragem permitiu obter materiais para estudos de textura dos sedimentos, teor de carbonato biodetrítico e de conteúdo mineralógico das frações leve e pesada.

No mapa nº 1 estão apresentados os pontos de coleta das amostras submersas, além dos locais em que foram descritas as seções colunares. As Tabelas nºs 1, 2 e 3 apresentam a localização geográfica das amostras de superfície de fundo e da zona intermarés bem como do posicionamento das estações oceanográficas.

1.3 - O litoral sul paulista

1.3.1 - A planície costeira

A planície costeira situada a sul da foz do rio Ribeira, tem a forma de um vasto crescente de quase 130 x 40 Km, cobrindo uma superfície de aproximadamente 2.500 km². Seus limites extremos, a SW e NE, são compostos por pontões do embasamento cristalino que alcançam o oceano.

De acordo com o relatório do Projeto S U D E L P A (1975), o embasamento cristalino de idade pré-cambriana, ao redor do complexo lagunar, é de origem metamórfica vinculado ao denominado Grupo Açunguí. Os termos litológicos mais freqüentes são filitos, micaxistos, migmatitos e gnaisses com intrusões de granitos, adamelitos e granodioritos (fig. 2). Cortando todo esse complexo de rochas, afloram rochas alcalinas intrusivas (Morro de São João e Morrete) e outros tipos de rocha (quartzitos, anfibolitos, diabásios, e calcoxistos) do Grupo Açunguí, ao longo do rio Ribeira de Iguape.

Os rios que compõem as bacias de drenagem exibem alto gradiente, em seu trecho inicial, e suave na planície próxima à sua foz. É comum nesses cursos fluviais a influência marinha a montante da foz por distâncias de até duas dezenas de quilômetros em relação à linha de costa atual. O sistema de drenagem, na planície, apresenta padrão de distribuição irregular, tendo como característica geral o seu desenvolvimento a partir de "banhados" no sopé da serra. Este fato resulta em que esses rios drenem essencialmente a planície sedimentar, ocasionando interligações entre os canais e submetendo-os fortemente ao regime de oscilações de maré e propiciando com isso o desenvolvimento de áreas de mangue.

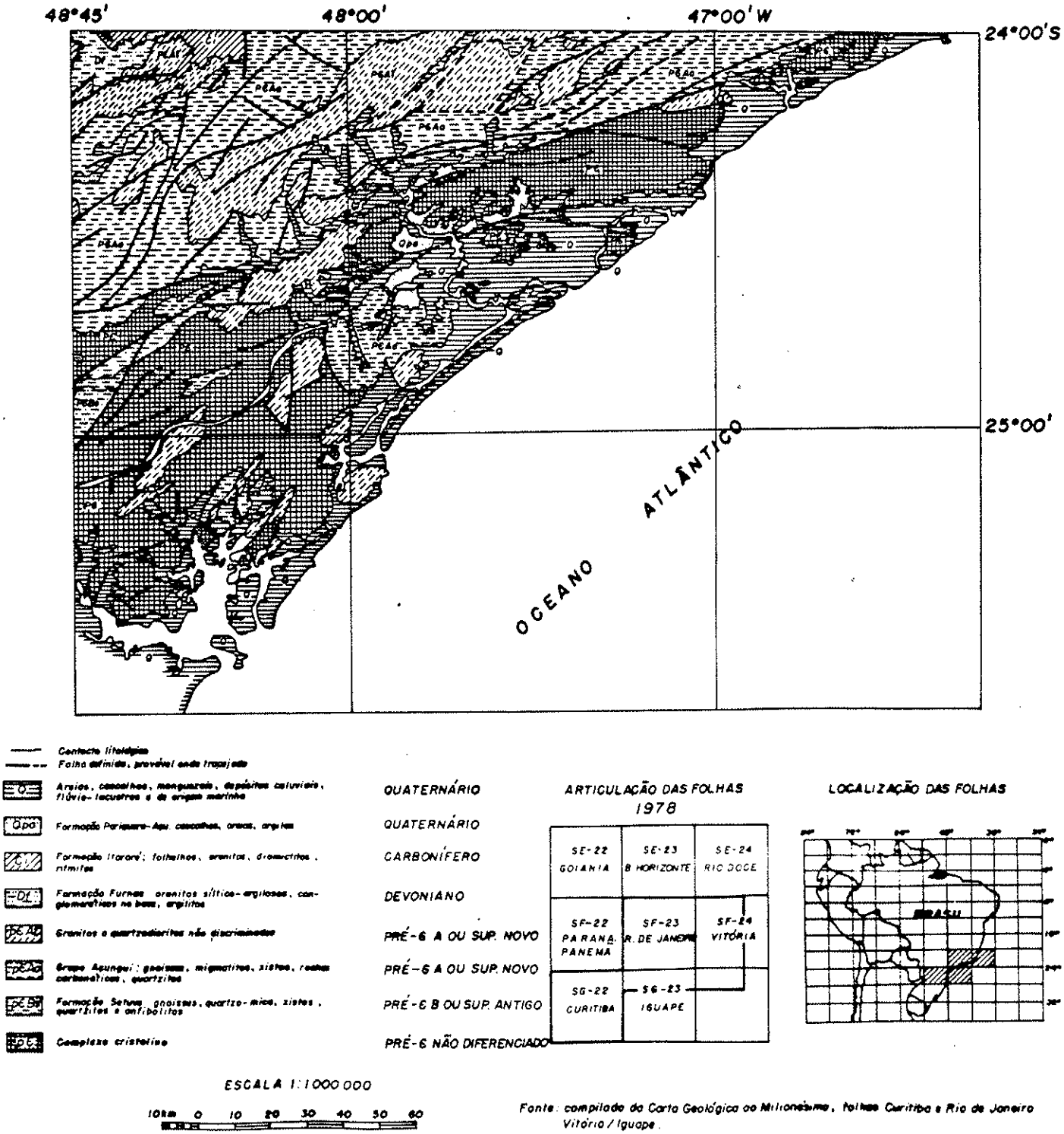


Fig. 2 - Mapa geológico das regiões SW do Estado de São Paulo e SE do Estado do Paraná.

A este padrão geral não se encaixa o rio Ribeira de Iguape, único a apresentar percurso mais longo, bacia de captação maior e influência continental até muito próxima à foz. Por conseguinte, o volume de água captado por esta bacia é muito maior, desempenhando um papel muito importante nos processos evolutivos da área.

Os sistemas de lagunas e rios da região, que se comunicam ao oceano por desembocaduras lagunares denominadas de sul para norte Ararapira, Cananéia, Icapara e Ribeira, separam do continente, ao sul do Ribeira de Iguape, quatro importantes ilhas (Cardoso, Cananéia, Comprida e Iguape) com características geomorfológicas bem distintas.

A Ilha do Cardoso, localizada na porção mais meridional da área, é formada essencialmente por rochas pré-cambrianas (Petri & Fúlfaro, 1970), com depósitos quaternários localizados apenas em suas bordas junto à linha de costa atual ou ao canal de Ararapira, feição que a separa do continente.

Com exceção de duas elevações de rochas alcalinas, de idade estimada em ± 82 m.a. (Amaral et al., 1967), e de um pequeno afloramento pré-cambriano na Ponta da Aroeira, na ilha de Cananéia, as ilhas Comprida e de Cananéia são formadas essencialmente de sedimentos arenosos de idade quaternária.

A Ilha Comprida, onde a elevação rochosa denominada Morrete é o único destaque no relevo baixo e plaino, exibe altitudes quase sempre inferiores a 5 metros e possui larguras entre 3 e 5 km e comprimento de 72 km. Esta feição geomorfológica, caracterizada por Suguio & Martin (1978a) como uma ilha-barreira quaternária, é separada do continente por uma laguna, denominada Mar Pequeno, que a sudoeste subdivide-se em duas (mar de Cubatão e mar de Cananéia) separadas entre si pela Ilha de Cananéia.

A Ilha de Cananéia é também de constituição arenosa, porém com cotas mais elevadas (até cerca de 10 m) que a Ilha Comprida e apresenta, junto à cidade homônima, um morro com cerca de 120 m de altitude, denominado Morro de São João (Kutner, 1962).

A quarta ilha, denominada de Iguape, é artificial, tendo sido originada pela abertura, no ano de 1832, de um canal de ligação, entre o mar Pequeno e o rio Ribeira de Iguape, chamado Valo Grande. É composta predominantemente por morros de rochas pré-cambrianas circundados por depósitos quaternários.

As praias do litoral sul paulista constituem-se de extensas faixas arenosas paralelas à linha de costa, separadas entre si por pontões do embasamento cristalino. Do tipo dissipativo, evidenciado pela baixa declividade (1 a 5°) apresentada por essas feições arenosas, a praia da Ilha Comprida, com cerca de 72 km de extensão constitui a feição de maior expressão.

1.3.2 - A Margem Continental

1.3.2.1 - Origem

Segundo Almeida (1976), a margem continental sul atlântica sofreu algumas reativações após a separação dos continentes americano e africano. Essas reativações foram traduzidas, sobre o continente, por numerosos eventos, tais como o levantamento da Serra do Mar, a formação das bacias tectônicas do Paraíba do Sul e da Guanabara e na área submarina pela subsidência da Bacia de Santos.

Durante o Aptiano, teve início o desenvolvimento da Bacia de Santos, com a invasão do mar no "rift" original, o que teria ocasionado a deposição de grande espessura de evaporitos sobre a lava basáltica do Cretáceo Inferior. Durante o Senoniano a Bacia de Santos, em subsidência progressiva, acumulou sedimentos detríticos originários da erosão da Serra do Mar. Essa subsidência teria prosseguido até o Plioceno-Pleistoceno com um grande acúmulo de sedimentos na bacia e reflexos sobre o continente.

1.3.2.2 - Morfologia e Fisiografia

A margem continental dos estados de São Paulo, Paraná e Santa Catarina apresenta como expressão morfológica maior a Bacia de Santos, separada de outras bacias menores por lineamentos cujo embasamento é constituído de rochas do Pré-Cambriano e do Paleozóico. Como feição estrutural principal ocorre a denominada falha leste de Santos, de direção aproxima da nordeste-sudoeste que delimita a bacia a oeste.

Segundo Miranda (1970), entre a parte oeste da bacia limitada pelo falhamento e o continente observa-se um delgado pacote sedimentar de provável idade terciário superior a quaternária, que recobre o embasamento.

Sobre o talude continental ocorre o Arco Torres-Trindade, definido como um prolongamento desde a região de Torres (RS) até a cadeia Vitória-Trindade. Este arco deve constituir o limite entre os eixos principais de deposição da Bacia de Santos, situada a oeste do platô de São Paulo.

Portanto, a análise dos componentes estruturais principais identificados na margem continental sul brasileira, em especial o localizado entre os estados de São Paulo e Paraná, permite identificar pelo menos três ciclos tectônicos de idades distintas:

1) Pré-Cretáceo - de grande expressão e responsável pelas estruturas de direção NE, permitindo a formação de um "rift valley" delineador do arcabouço inicial da bacia de Santos, ao qual estariam associados os sedimentos mais profundos da bacia e também as intrusivas do platô de São Paulo.

2) Cretáceo-Superior - relacionado às rochas alcalinas da área costeira, representado pelos lineamentos de Ilha Bela, Rio de Janeiro e a ramificação sul da falha leste de Santos (Miranda, op. cit.).

3) Terciário - atuante na bacia de Santos e platô de São Paulo, especialmente ao longo das linhas de fraqueza pré-existentes.

Do ponto de vista fisiográfico, a plataforma continental sul brasileira, adjacente aos estados do Rio de Janeiro até Santa Catarina, apresenta largura e relevo regulares, sem grandes acidentes geográficos, tendo sido designada por Butler (1970) como Embaíamento de São Paulo. Sua largura máxima, no Estado de São Paulo, atinge 210 km na região da foz do rio Ribeira de Iguape, estando o limite de quebra, entre a plataforma com declividade suave (1 m/km) e o talude de gradiente mais acentuado (20 m/km), situado em torno de 160 a 190 m de profundidade.

Perfís batimétricos, traçados perpendicularmente à costa, evidenciam a presença de quatro níveis topográficos de quebras de relevo, respectivamente à 20 a 25 m; 32 a 45 m; 50 m e 60 a 75 metros. Segundo Corrêa (1978), estes níveis topográficos estão relacionados à variação do nível marinho durante a transgressão holocênica, denominada por Suguio & Martin (1978a) de Transgressão Santos.

1.4 - Caracterização das seqüências de sedimentação da planície costeira e plataforma continental sul do estado de São Paulo

A estratigrafia dos depósitos cenozóicos anteriores ao Recente, na planície costeira sul do estado de São Paulo, foi estabelecida, por Petri & Suguio (1971a, 1973) e Suguio e Petri (1973), através da análise dos testemunhos de dois poços de sondagem executados pelo antigo Instituto Geográfico e Geológico - I.G.G. (atual Instituto Geológico SMA - SP). Baseados nas interpretações das análises granulométricas, mineralógicas e do conteúdo de foraminíferos e diatomáceas realizadas nos testemunhos, associados a dados geofísicos, os autores puderam subdividir os sedimentos em quatro seqüências da base para o topo, a saber:

Seqüência I: constituída por areias e sedimentos conglomeráticos com corpos de argila arenosa subordinados;

Seqüência II: formada por sedimentos finos, argilas sílticas muito ricas em diatomáceas e pobres em foramini

feros. Os autores inferem ambientes de águas salobras para as diatomáceas presentes, além de associarem os raros foraminíferos a um ambiente intermediário entre o marinho e o continental;

Seqüência III: formada por areias síltiças superimpostas à seqüência II. São depósitos marinhos evidenciados pela presença de abundantes foraminíferos bem preservados e;

Seqüência IV: definida pelos autores como sendo constituída por areias finas bem selecionadas e muito friáveis. Estes sedimentos representam a seqüência deposicional mais recente, apresentando pequena espessura e larga distribuição regional.

A seqüência de mais de 100 metros de espessura, compreendendo as unidades II e III foi correlacionada pelos autores a uma fase transgressiva, enquanto que a unidade IV, com espessura média de 30 m representaria um evento regressivo.

Sobre a plataforma continental do Estado de São Paulo, um testemunho coletado a 62 m de profundidade durante o Projeto REMAC, foi estudado por Vicalvi et al. (1977), que constataram a presença de sedimentos arenosos marinhos transgressivos, acumulados dentro de uma paleocanal e uma lama arenosa, cujo conteúdo fossilífero indicou ambiente de sedimentação marinha. Vicalvi et al. (op. cit.), observam que as seqüências presentes nos testemunhos representam a passagem de um ambiente fluvial a estuarino, passando a marinho raso e finalmente marinho médio, caracterizando um ciclo transgressivo.

Com relação às idades de todas estas seqüências, a seqüência I, composta por areias e sedimentos conglomeráticos, foi correlacionada por Suguio & Petri (1973) aos sedimentos grosseiros, de origem continental, de ocorrência preferencial ao longo da bacia hidrográfica do rio Ribeira de Iguape, designados por Bigarella & Mousinho (1965) de Formação Pariquera-Açu. Sua idade foi considerada como plio-pleistocênica, por Bigarella e Mousinho (op. cit.), e Sundaram & Suguio (1983), lhe atribuiram idade pliocênica com base em escasso estudo polínico.

Por outro lado, Suguio (1971) e Suguio e Petri (1973) atribuiram às seqüências II a IV idade quaternária. Posteriormente, através de numerosas datações por radiocarbono em amostras das seqüências acima descritas e por correlação ao auge mundial de elevação do nível do mar, correspondente ao interglacial Riss/Würm de 120.000 anos A.P. (Antes do Presente), Suguio & Martin (1978à), correlacionaram-nas a este estádio interglacial. Corroborando estas conclusões Martin et al. (1982), através de datações pelo método do U/Th em corais encontrados em sedimentos do sul da Bahia (Ba), correlacionáveis aos do litoral sul paulista, encontraram idades variáveis entre 120.000 e 125.000 anos A.P..

Na plataforma continental, o testemunho descrito por Vicalvi et al.(1977) atravessou apenas sedimentos holocênicos, o que permitiu aos autores afirmar que os eventos transgressivos/regressivos foram os responsáveis por intensa sedimentação nas planícies costeiras sul paulista.

1.4.1 - Formação Cananéia

1.4.1.1 - Denominação

A denominação de Formação Cananéia foi atribuida inicialmente por Suguio & Petri (1973) somente aos sedimentos arenosos finos, bem selecionados e muito friáveis (seqüência IV) que apresentavam pequena espessura média (30 m) e larga distribuição regional, representativos de evento regressivo. Posteriormente, Suguio & Martin (1978a) ampliaram o entendimento deste evento transgressivo/regressivo associando também às seqüências II e III, depositadas durante a transgressão correspondente ao evento regressivo da seqüência IV e redefiniram o conceito da Formação Cananéia. Esta designação passou então a envolver todo o pacote de sedimentos transgressivos/regressivos de idade pleistocênica superior, localizados nas planícies costeiras do Estado de São Paulo.

1.4.1.2 - Características Texturais e Composicionais

1.4.1.2.1 - Superfície

A seqüência IV, descrita por Petri & Suguio (1971a), é composta ao longo de todo o litoral centro-sul paulista por sedimentos arenosos em lençol ("sheet sand"), que ocupam as porções mais interiores das atuais planícies costeiras. Suas cotas vão desde 5 a 6 m de altitudes em áreas mais próximas da linha de costa atual até 9 a 10 m nas zonas mais próximas à Serra do Mar.

Como característica textural principal Suguio & Petri (1973), salientam a extrema uniformidade granulométrica desses sedimentos, com mais de 80% de seus constituintes compreendidos entre os intervalos 2 Ø e 3 Ø (0,250 mm - 0,125 mm).

Descrições detalhadas de afloramentos pleistocênicos, que possuem espessuras desde 2 a 3 m acima do nível do mar atual até no máximo uma dezena de metros, realizados por diversos autores (Suguio & Petri, 1973 e Suguio & Martin, 1978a), evidenciaram a presença de intercalações de material mais fino ou mais grosseiro disseminados em sedimentos arenosos finos a muito finos.

Freqüentemente, os sedimentos arenosos finos de coloração cinza a cinza amarelada da Formação Cananéia passam, próximos ao topo, para uma coloração marrom escuro. Esses níveis de sedimentos cimentados têm sido muitas vezes designados na literatura por sua denominação popular "piçarra" (Bigarella, 1954; Petri & Suguio, 1971a, 1973). Este fenômeno pedogenético que afetou os sedimentos de topo da Formação Cananéia, vinha sendo atribuído a processos de limonitização mas Navarra (1982), estudando as "piçarras" do litoral centro e sul do Estado de São Paulo, demonstrou a inexistência de óxidos de ferro e sugeriu que a coloração dos grãos de quartzo teria sido produzida pela ação de ácidos húmicos, provenientes da percolação de águas superficiais ricas em matéria orgânica.

Freqüentemente, conforme descrito por Petri & Suguio (1971a), as "piçarras" podem estar recobertas por finas camadas (1 a 2 m) de areias brancas sem estruturas visíveis

(seqüência V). Esses sedimentos, constituídos exclusivamente de grãos de quartzo, de dimensões bastante uniformes (0,177 - 0,088 mm), têm sido referidos por diversos autores, como de origem eólica, retrabalhados a partir de sedimentos pleistocênicos e holocênicos marinhos (Petri & Suguio, 1973; Suguio & Barcelos, 1978; Suguio & Martin, 1978a).

Do ponto de vista composicional, os sedimentos são formados, na sua quase totalidade, por minerais leves (> 95% em peso) chegando o quartzo a constituir isoladamente 99% desse sedimento.

Na fração pesada, segundo os estudos realizados por Petri & Suguio (1973), para amostras arenosas da seqüência IV, foram observados zircão, turmalina e clorita como os minerais pesados mais abundantes (> 10%) enquanto que, sillimanita, granada, rutilo, cianita, apatita, andaluzita e estaurolita constituem minerais acessórios.

Excetuando-se as estruturas biogênicas, representados por tubos fósseis de Callichirus-major e bioturbações descritas por Suguio & Martin (1976) e Suguio et al. (1984), as porções arenosas superiores da Formação Cananéia são praticamente afossilíferas. Porém, ocorrem com certa freqüência níveis de restos vegetais não carbonizados, de espessuras milimétricas, acompanhando as estratificações.

1.4.1.2.2 - Subsuperfície

Para as seqüências basais da Formação Cananéia (seq. II e III) existem apenas as descrições e análises efetuadas por Petri & Suguio (1971a, 1973), em testemunhos de sondagem e descrições de furos rasos de trado realizados por Suguio & Martin (1978a).

As seqüências II e III, segundo Petri & Suguio (1971a), são compostas respectivamente de argilas siltosas ricas em diatomáceas e areias sílticas ricas em foraminíferos. Os autores interpretaram essas seqüências como representativas, respectivamente, de ambientes de águas salobras e intermediário entre marinho e continental.

1.4.1.3 - Ambientes de sedimentação

A seqüência deposicional descrita por Suguio & Petri (1973), como de ambiente transicional na base e marinho no topo, foi posteriormente vinculada por Suguio & Martin (1978a) ao evento transgressivo/regressivo Cananéia, de idade pleistocênica.

A partir de descrições de estruturas sedimentares da Formação Cananéia, Suguio & Tessler (1987) associaram a porção interior da seqüência emersa a um paleoambiente subaquoso raso, caracterizado como de face praial superior ("upper shoreface"). As porções superiores, compostas de sedimentos arenosos finos, cimentados ou não, apresentam comumente estratificações plano-paralelas a subhorizontais, geralmente ressaltadas por níveis de minerais máficos. Localmente, ocorrem delgados níveis argilosos, por vezes gretados. Essas estruturas seriam sugestivas de ambientes aquosos muito rasos e sujeitos a exposições subáreas periódicas, podendo-se atribuir-lhe o subambiente de antepraia ("foreshore").

1.4.2 - Formação Santos

1.4.2.1 - Denominação

Na faixa externa da planície costeira, em relação à Formação Cananéia, ocorrem areias marinhas em forma de terraços cujas altitudes raramente ultrapassam 3 m, que foram atribuídas por Suguio & Martin (1978a) à Transgressão Santos, de idade holocênica. A esses depósitos, que apresentam cristas praiais regressivas em sua superfície e formam uma faixa praticamente contínua entre o oceano e a Formação Cananéia, tem-se designado de Formação Santos.

1.4.2.2 - Características texturais e composicionais

A mais extensa exposição de sedimentos da Formação Santos no litoral sul do estado de São Paulo, ocorre na Ilha Comprida, com 72 km de comprimento.

Barcelos (1975) e Suguio & Barcelos (1978) realizaram estudos texturais e composicionais em mais de uma centena de amostras de vários setores da ilha, reconhecendo os seguintes subambientes deposicionais: praial; marinho raso (cristas praiais); eólico (dunas) e mangue.

As análises granulométricas dos sedimentos coletados nas cristas praiais e nas praias da Ilha Comprida revelaram composição textural de areia muito fina, com predominância de dimensões entre 2 e 3 Ø (> 90% em peso), constituindo sedimentos muito bem selecionados (75%) a bem selecionados (19%), de assimetrias entre simétricas (48%) e positivas (36%) e curtoses entre mesocúrticas (46%) e leptocúrticas (35%). Estes resultados, tratados pelo método de Sahu, indicaram deposição em ambiente praial, marinho raso e eólico de alta energia e baixa viscosidade.

Barcelos (1975), descrevendo o conteúdo mineralógico das areias dos cordões litorâneos holocênicos, notou a exclusiva ocorrência de grãos de quartzo na fração leve e de oito principais tipos de minerais, transparentes e não-micáceos, no resíduo pesado. Destes oito minerais (cianita, epídoto, estaurolita, hornblenda, rutilo, sillimanita, turmalina e zircão), apenas a turmalina, o epídoto e a estaurolita foram detectados em todas as amostras, tanto na fração areia fina quanto na fração areia muito fina. Como minerais pesados subordinados aparecem, na fração areia fina andaluzita, granada, titanita, anatásio, apatita, hiperstênio e dumortierita. Para a fração areia muito fina; andaluzita, granada e titanita.

Suguio & Martin (1978a) e Suguio *et al.* (1985) realizaram cerca de quatro dezenas de datações pelo método do radiocarbono, de fragmentos de madeira e conchas de moluscos contidos nesses sedimentos, conseguindo assim atribuir-lhe idade holocênica, em geral inferior a 6.000 anos A.P. (Antes do Presente).

Depósitos de subsuperfície correlacionados ao evento transgressivo holocênico não foram, até o momento, descritos na região de Cananéia-Iguape, sendo também escassas na literatura as descrições de estruturas sedimentares identifica

das nesta formação. Barcelos (op. cit.), apenas faz referência a estratificações plano-paralelas horizontais a sub-horizontais, por vezes ressaltadas por níveis de máficos. Suguio & Martin (op. cit.) referem-se a níveis orgânicos, geralmente associados a intercalações argilosas milimétricas. Observações pessoais, em afloramentos da Ilha Comprida, têm revelado a existência de bioturbações.

1.4.2.3 - Ambiente de deposição

Não restam dúvidas, embora as estruturas sedimentares não estejam suficientemente bem estudadas na Formação Santos, que a deposição desses sedimentos esteja vinculada ao último evento transgressivo/regressivo, e que os ambientes sejam semelhantes aos que propiciaram a sedimentação da Formação Cananéia.

Cerca de quarenta (40) datações ao radiocarbono, em especial as obtidas de conchas de moluscos, obtidas de bancos com 10 a 30 cm de espessura, presentes em sedimentos argilosos de mangue ou de fundo da baía recobertos por sedimentos arenosos, evidenciam o carater regressivo da porção superior da Formação Santos. Além disso, por analogia com a Formação Cananéia, cuja semelhança com a Formação Santos é muito grande, é lícito concluir, conforme Barcelos (op. cit.), por um ambiente marinho raso pouco profundo como paleoambiente deposicional da Formação Santos.

1.4.3 - Sedimentos de superfície de fundo da Plataforma Continental

Segundo Corrêa (1978), a plataforma continental adjacente aos estados de São Paulo e Santa Catarina acha-se caracterizada por uma zona de sedimentação terrígena moderna, progradando sobre uma superfície de areias relíquias quartzosas e biodetríticas. Este autor subdividiu a plataforma continental entre os estados de São Paulo e Santa Catarina em três zonas distintas (fig. 3).

a) Fácies arenosa

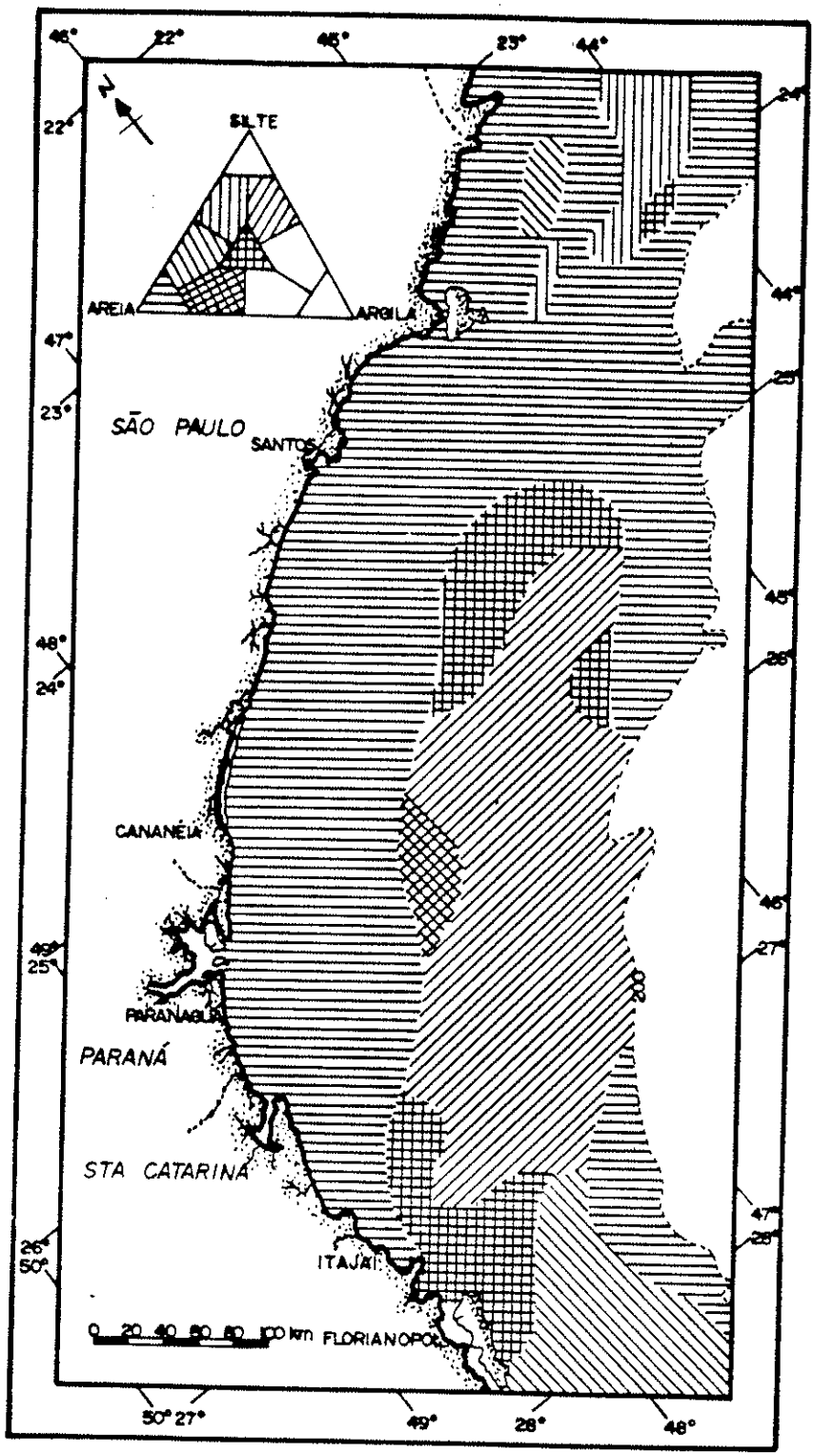


Fig. 3 - Mapa de fácies sedimentares da plataforma continental localizada entre os estados de São Paulo e Santa Catarina (Corrêa, 1978)

b) Fácies areno-síltico-argilosa

c) Fácies lamosa

A plataforma interna exibe textura arenosa, onde predominam areias quartzosas apresentando em algumas áreas cascalho biodetrítico. Na plataforma média a textura síltico - argilosa é a mais comum com pequenas áreas areno-síltico-argilosas. Já a plataforma externa apresenta uma textura arenosa composta por areias biodetríticas e freqüentes cascalhos.

A fácies arenosa, subdividida em sub-fácies de areia quartzosa, areia quartzosa com biodetritos, areia quatzosa com biodetritos e lama, e areia e cascalho biodetrítico, é constituída por areias de granulometria média a muito fina e apresenta uma composição mineralógica essencialmente quartzosa. Em alguns casos ocorrem fragmentos mais grosseiros de calcários biodetríticos e também lama.

A fácies areno-síltico-argilosa é representada por granulometria variada, desde areia síltica a silte argiloso, além de misturas proporcionais de areia, silte e argila. Esta fácies acha-se esporadicamente distribuida nas plataformas média e interna.

A fácies lamosa é constituída por siltes argilosos e acha-se distribuida homogeneamente na plataforma média.

O carbonato exibe baixos teores na plataforma continental, variando de cerca de 5 % na plataforma interna até cerca de 25% nas áreas média e externa. Em alguns locais chegam a atingir até 50%.

De acordo com Corrêa (op. cit), o carbonato apresenta-se mais freqüentemente com granulação de areia, mas em áreas restritas podem ocorrer cascalhos constituídos principalmente de conchas inteiras ou fragmentadas.

Segundo o autor a sua deposição teria iniciado há cerca de 18.000 anos A.P., quando do início de um novo período de ascensão do nível marinho, após um longo período de recuo do nível do mar que na área teria atingido cotas de - 130 m.

1.5 - Agradecimentos

Ao Prof. Dr. Kenitiro Suguio, amigo constante, pela dedicação com que tem tratado seu orientado, antes e durante a realização deste trabalho.

Ao amigo Valdenir Veronese Furtado, pelas discussões e leitura crítica deste texto.

Ao amigo Michel Michaelovitch de Mahiques, por toda a colaboração nas análises, discussões, leitura crítica e auxílio na elaboração deste texto.

À Beatriz Beck Eichler, pelos muitos anos de sincera amizade e apoio.

Ao amigo Armando Marcio Coimbra, pelo constante incentivo e pelo auxílio prestado no aprendizado das técnicas de identificação de minerais pesados, bem como pela centenas de lâminas conferidas e/ou contadas.

Ao Engenheiro Odair José de Souza, do Centro Tecnológico de Hidraúlica da USP, pelo auxílio prestado a este trabalho, principalmente na cessão dos dados oceanográficos obtidos para elaboração do modelo reduzido de Cananéia.

Aos bons e pacientes amigos Marilena de Oliveira e Clodoaldo Vieira Tolentino, por todo apoio, bem como pela ajuda nas análises dos sedimentos.

À amiga Marilza Correia, pela paciência, carinho e compreensão com este autor, bem como pelos trabalhos de datilografia.

À Srta. Lucy Teixeira - Diretora da DIDC, pela revisão bibliográfica e ao pessoal da Biblioteca do Instituto Oceanográfico da USP, que em muito contribuíram nos trabalhos de levantamentos bibliográficos prévios para a elaboração deste texto.

À Marizilda Magno, responsável pela arte final dos desenhos deste trabalho.

Aos géologos Luiz Antonio Pereira de Souza e Carlos Augusto Esteves, bem como aos técnicos da Divisão de Minas e Geologia Aplicada do Instituto de Pesquisas Tecnológicas - SP, pelo auxílio na coleta de dados geofísicos.

Aos tripulantes do barco Albacora e N/Oc. "Prof. W. Besnard", pelo constante auxílio nas fases de amostragem.

À todos os funcionários da Base Sul do Instituto Oceanográfico da USP - Cananéia/SP, pela constante colaboração com este autor durante seus trabalhos de campo.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq, pelo auxílio prestado à realizado deste trabalho, através da Bolsa - Pesquisa nº 303301/84-8, na categoria de Pesquisador Científico III - C.

2. OS SEDIMENTOS

2.1 - Caracterização textural

Inicialmente, as amostras foram secas em estufa a 60°C e quarteadas até cerca de 100 g.

Nas amostras coletadas, nos diferentes sub-ambientes da região costeira, procedeu-se, em todas as amostras antes das análises granulométricas, à eliminação do calcário biodetrítico, através de um ataque com ácido clorídrico (HCl) diluido a 10%.

Em seguida, as amostras que possuiam constituintes grosseiros e finos foram passadas, por via úmida, em uma peneira de 0,062 mm de malha, com a finalidade de separar as frações pelíticas das arenosas.

O material fino foi colocado em suspensão, em proveta graduada de 1000 cc contendo água destilada, à qual foi acrescentada um grama de pirofosfato de sódio ($Na_4P_2O_7$), a fim de se evitar a floculação do material. Neste material deflocula do foram realizadas as pipetagens pelo método descrito por Suguio (1973).

A fração grosseira, retida na peneira de 0,062 mm, foi seca e peneirada através de um conjunto de peneiras, com intervalos de 1/2 Ø, utilizando-se a escala granulométrica de Wentworth (1922).

As frações retidas em cada peneira foram pesadas e a partir desses pesos e dos valores obtidos, pelo método da pipetagem, foram determinados os parâmetros estatísticos.

Posteriormente, foram avaliados visualmente os graus de arredondamento e esfericidade de 100 grãos de quartzo, em duas frações granulométricas, areia grossa e areia muito fina, nas amostras que continham nesses intervalos um peso mínimo de 1% em relação a distribuição total.

2.1.1 - Cálculos dos parâmetros estatísticos

Os cálculos dos parâmetros estatísticos foram feitas pelas formulas de Folk & Ward (1957).

O programa utilizado para execução desses cálculos foi desenvolvido pelo geólogo Mauro Fumio Yamamoto, no laboratório de sedimentologia do Instituto de Geociências da USP, em linguagem FORTRAN e denominado LABSE 4. Este programa utiliza como dados básicos os pesos inicial e de cada fração granulométrica, calculando-se percentuais (ϕ_5; ϕ_{16}; ϕ_{25}; ϕ_{50}, ϕ_{75}; ϕ_{84} e ϕ_{95}) interpolados, pela função de Gauss, onde as porcentagens acumuladas são transformadas em escores da distribuição normal acumulada, através desta função (Coimbra, 1983).

A partir do LABSE 4 pode-se então obter:

- cálculo dos parâmetros estatísticos de Folk & Ward (1957) para distribuição total (intervalos areia, silte e argila) e para distribuição areia das amostras que apresentam porcentagens acima de 50% de areia;
- classificação textural da amostra segundo Shepard (1954) e,
- cálculo do número de classes texturais do sedimento, considerando apenas as classes granulométricas (conforme a escala de Wentworth, 1922) com porcentagens de pelo menos 1% da distribuição total.

Quando da avaliação do comportamento espacial dos parâmetros granulométricos e, posteriormente, também de conteúdo mineralógico das amostras foram utilizadas análises de distribuição planar de isovalores. Este método de interpretação foi o mais adequado, não apenas por ser, no presente estudo, mais confiável, mas principalmente por possibilitar uma posterior correlação, com alto grau de confiabilidade, entre as interpretações realizadas para a área submersa e a faixa intermarés.

A não utilização de recursos estatísticos mais sofisticados, deveu-se principalmente às diferentes características geométricas existentes nas malhas de amostragem dos compartimentos estudados.

O programa de interpolação utilizado foi desenvolvido para microcomputadores do tipo PC e é constituído por um conjunto de aplicativos desenvolvidos pela Companhia Golden Software, denominados OGrid, Topo, PlotCall e Plot.

Este programa necessita para sua execução do estabelecimento de uma origem, da definição das coordenadas, (x, y), do ponto amostrado e da variável a ser estudada (z).

Definida uma malha regular de amostragem e computados os valores da variável z, o programa estabelece uma correlação entre as variáveis vizinhas e interpola, dentro de limites pré-estabelecidos, as curvas de isovalores.

Este procedimento resulta na obtenção de mapas que por um artifício do programa podem ter suas curvas suavizadas e que permitem, na área estudada, a identificação das tendências gerais dos parâmetros analisados.

Com relação aos sedimentos holocênicos aflorantes da Ilha Comprida, apenas uma dezena de amostras foram coledas e analisadas. Este procedimento visou obter informações adicionais acerca da caracterização sedimentológica (textural e mineralógica) dos vários subambientes deposicionais da Ilha Comprida definidos por Barcelos (1975).

2.1.2 - Caracterização Granulométrica dos Sedimentos

2.1.2.1 - Parâmetros estatísticos de Folk & Ward (1957)

Os parâmetros estatísticos dos sedimentos da faixa intermarés; zona de arrebentação, plataforma rasa, dos cordões holocênicos da Ilha Comprida e da Formação Cananéia foram obtidos através das equações propostas por Folk & Ward (op. cit.) e seus resultados encontram-se nas Tabelas 4 a 8.

2.1.2.2 - Análise de freqüência dos parâmetros estatísticos

Os resultados obtidos dos parâmetros estatísticos foram submetidos a uma análise de freqüência para a verificação do comportamento dos mesmos em conjunto. Esta análise de freqüência foi efetuada para os valores de diâmetro médio, segundo a escala granulométrica de Wentworth (1922) e os valores de Folk & Ward (op. cit.) para seleção, assimetria e curtose. Os resultados desta análise encontram-se nas Tabelas 9 a 13.

2.1.2.2.1 - Área Emersa - Formação Cananéia

A análise das freqüências obtidas para o diâmetro médio revelou que 88% das amostras situam-se nos intervalos de areia fina e muito fina apresentando, de maneira geral, boa seleção com 75% das amostras variando de bem a muito bem selecionadas. Assimetrias variando de simétrica a muito negativa apresentam uma freqüência também de 75%, indicando ainda um desvio da curva no sentido de uma presença maior de sedimentos constituídos de termos mais grossos em relação à média, associados a uma baixa freqüência de sedimentos pelíticos. A curtose varia de mesocúrtica a platicúrtica em mais de 70% das amostras estudadas.

Desta maneira as características granulométricas, dos sedimentos aflorantes da Formação Cananéia, estão de acordo com as apresentadas anteriormente por diversos autores (Suguio & Petri, 1973; Suguio & Martin, 1978a; Suguio & Tessler, 1987), permitindo caracterizar, em sua porção exposta, esta formação pleistocênica como granulometricamente homogênea onde predominam os sedimentos arenosos finos e bem selecionados.

2.1.2.2.2 - Faixa Intermarés - Ilhas Comprida e Cardoso

A predominância de sedimentos arenosos nas faixas intermarés, também pode ser verificada nos três perfís longitudinais amostrados nas ilhas Comprida e do Cardoso. As análises demonstram ocorrer pequena variação entre os níveis amostrados, com a moda areia fina representando mais do que 95% do conjunto das amostras.

Entre as amostras analisadas somente duas, provenientes da Ilha do Cardoso junto à ponta do Itacuruçá no nível de maré mais alta, caracterizaram-se como areias médias.

Este conjunto de areias finas apresenta boa seleção, sendo superior a 95% a ocorrência de amostras bem a muito bem selecionadas. Os valores positivos de assimetria representam mais do que 70% das amostras analisadas, estando o restante do conjunto caracterizado por assimetrias aproximadamente simétricas.

Para a curtose ocorre um predomínio entre as curvas platicúrtica (> 50%) e leptocúrtica a muito leptocúrtica (> 35%).

Conforme verificado por Barcelos (op. cit.) na faixa intermarés da Ilha Comprida é nítida a tendência de aumento dos valores de diâmetro médio de SW para NE, em todos os três níveis amostrados (fig. 4).

Esta variação longitudinal apresenta-se mais pronunciada entre a região próxima do Valo Grande e a região cerca de 30 km a SW da desembocadura lagunar de Icapara.

Para sudoeste os valores de diâmetros médios variam de modo bastante irregular, com a ocorrência de áreas com sedimentos mais grossos ao lado de outros mais finos (2,75 Ø).

A NE da área, entre a região do Valo Grande e a desembocadura lagunar de Icapara, esta tendência de aumento dos valores de diâmetro médio rumo a NE não é mais observada, provavelmente vinculada aos fenômenos de remobilização de sedimentos, comuns em regiões de desembocadura lagunar com forte predominância das correntes de maré.

2.1.2.2.3 - Área submersa - zona de arrebentação

Na zona de arrebentação ocorre uma predominância da freqüência dos diâmetros médios areia fina a muito fina (88 %), com seleção variando de moderadamente a muito bem selecionada em 85% das amostras.

As assimetrias variaram de muito negativa a muito positiva, sendo que a incidência de maior freqüência relativa recaiu em amostras aproximadamente simétricas (41%). Com relação às curtoses, mais de 70% das amostras apresentam curvas variando de leptocúrticas a muito leptocúrticas.

Para as amostras essencialmente arenosas, ou seja, aquelas com mais de 50% em peso contidas no intervalo areia, foram recalculados os parâmetros estatísticos de Folk & Ward (op. cit.) considerando-se apenas o peso da fração areia como sendo 100% da amostra total.

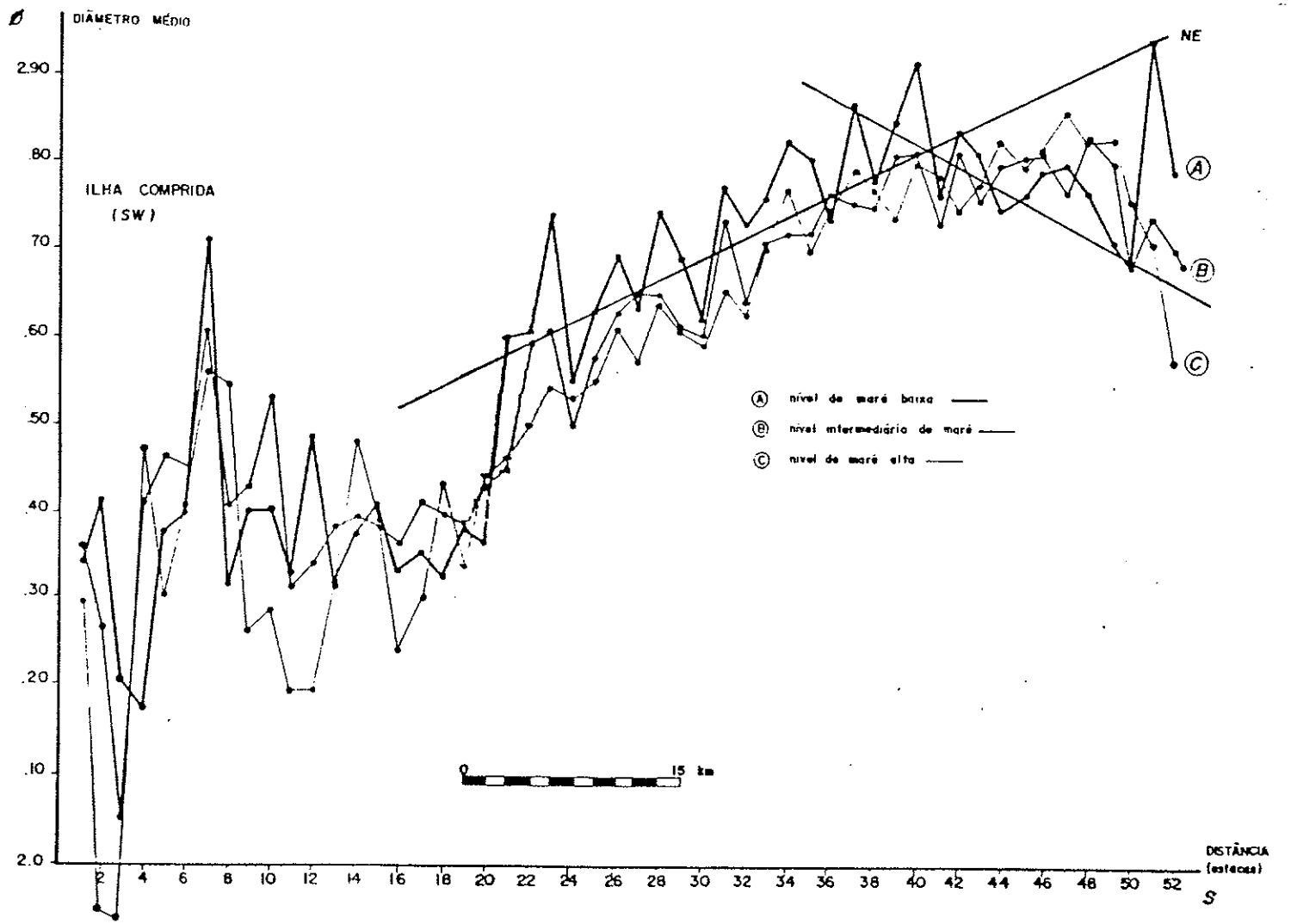


Fig. 4 - Variação longitudinal do diâmetro médio dos sedimentos da faixa intermarés da Ilha Comprida - SP.

Os resultados obtidos, para esse conjunto de amostras (Tabela 14), mostram uma predominância total de diâmetros médios compreendidos entre os intervalos areia fina (28,9%) e areia muito fina (69,6%), com seleção predominante boa a muito boa (78,2%).

As assimetrias apresentaram-se predominantemente negativas (60%), enquanto que as curtoses variaram entre mesocúrticas e muito leptocúrticas (87%).

2.1.2.2.4 - Área submersa - Plataforma rasa

Na plataforma rasa, as amostras analisadas revelam uma predominância de diâmetros médios compreendidos entre os intervalos areia fina e muito fina (79,4%), apresentando grau de seleção situado entre moderado a bem selecionado (75%). A assimetria variou entre muito negativa e aproximadamente simétrica (60%), enquanto os valores de curtose apresentaram cerca de 76% das curvas compreendidas entre mesocúrticas a muito leptocúrticas.

Considerando-se apenas as amostras arenosas verifica-se que o diâmetro médio apresenta uma predominância de areias finas (70,3%), secundadas pelas areias muito finas (18,7%). A seleção varia de boa a moderada enquanto aproximadamente 57% das amostras apresentam assimetria negativa.

Com relação à curtose as amostras arenosas apresentam curvas variando de platicúrtica a leptocúrtica, > 80%, (Tabela 15).

Avaliando-se as variações do diâmetro médio, ao longo dos perfís transversais à costa, verifica-se que nos de Paranaguá, Ararapira e Ilha Comprida existe um padrão de variação do diâmetro médio ao longo dos perfís (fig. 5). Entre a linha de costa até aproximadamente a isóbata de 20 metros, ocorre uma tênue diminuição do valor do diâmetro médio. A partir dessa profundidade apresenta uma estabilização dos valores situados entre 2,5 e 3,5 phi.

No perfil de Cananéia, esta mesma tendência é observada, sendo que, a profundidade aproximada onde ocorre a estabilização do diâmetro médio ao redor de 3 Ø, está localizada na isóbata de 30 metros.

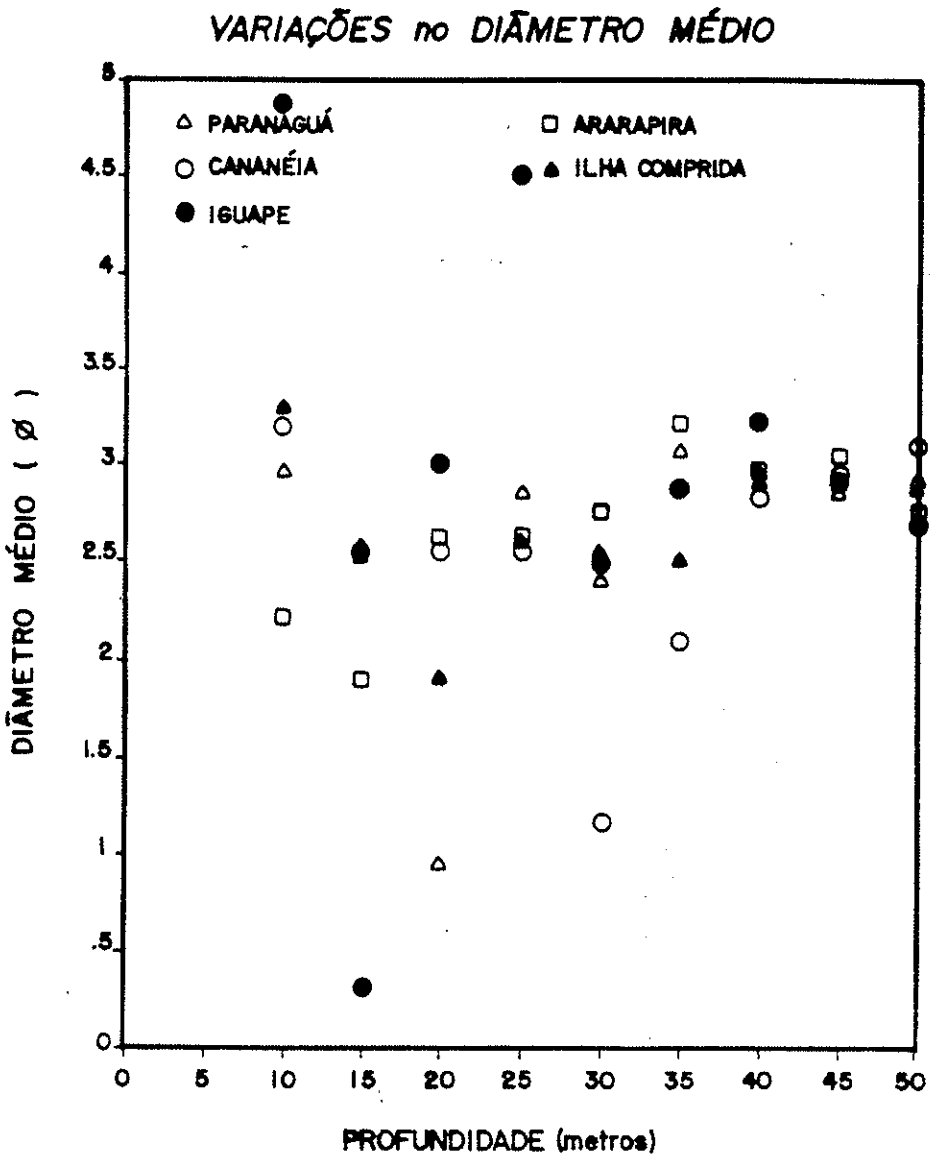


Fig. 5 - Variações transversais à costa do diâmetro médio.

Para o perfil de Iguape, esta estabilização dos valores de diâmetro médio também ocorre ao redor da isóbata de 30 metros. Porém diferentemente dos outros perfís observa-se entre a linha da costa e a isóbata de 25 m uma intensa variação dos valores de diâmetro médio.

Esta característica, observada ao longo do perfil de Iguape, deve estar associada a uma intensa movimentação de sedimentos ocasionada pela ação das correntes de maré, nas regiões da desembocadura lagunar de Icapara e foz do rio Ribeira de Iguape.

2.1.2.2.5 - Cordões litorâneos - Ilha Comprida

Barcelos (1975), analisando 126 amostras distribuídas ao longo de 15 seções transversais a costa, que abrangeram todos os subambientes deposicionais mapeados na Ilha Comprida, constatou a ocorrência de grande homogeneidade granulométrica dos sedimentos presentes em todos os ambientes amostrados.

Os resultados obtidos por Barcelos (op. cit.), para os parâmetros estatísticos de Folk & Ward (op. cit.), nos sedimentos arenosos da Ilha Comprida exibiram resultados semelhantes aos obtidos nas 10 amostras coletadas nos cordões litorâneos da Ilha Comprida e faixa intermarés.

A análise das freqüências obtidas para o diâmetro médio, das amostras coletadas nos cordões litorâneos, revela que 90% das amostras estão contidas no intervalo areia fina, secundadas pelas contidas no intervalo areia muito fina (10%), apresentando boa seleção com 80% das amostras variando de bem a muito bem selecionadas.

As assimetrias apresentaram uma freqüência de 100% de simétrica a muito negativa, enquanto que as curtoses variaram entre mesocúrtica a platicúrtica em cerca de 80% das amostras analisadas.

Este conjunto de 10 amostras apresenta-se texturalmente muito semelhante aos sedimentos da Formação Cananéia aflorantes no litoral sul do estado de São Paulo.

2.1.2.3 - Análise do número de classes texturais - (Tabela 16)

Na análise de freqüência do número de classes texturais só foram considerados os intervalos granulométricos com porcentagens superiores a 1% do peso total, visando com isso eliminar as possíveis falhas decorrentes do processamento em laboratório. As amostras analisadas nas formações quaternárias e na faixa intermarés apresentaram pequeno número de classes texturais sendo sempre inferiores a 5.

Este pequeno número de classes texturais, situada entre 2 e 4, evidencia a alta seleção granulométrica dos sedimentos constituintes da Formação Cananéia (86,8%), cordões litorâneos da Ilha Comprida (90%) e da faixa intermarés (100%).

Para as áreas submersas, embora a freqüência de 2 - 4 classes texturais ainda seja predominante (zona de arrebentação 64,3%; plataforma rasa 58,8%), a dispersão de valores para números maiores de ocorrência de classes texturais denota uma diminuição do selecionamento.

2.1.3 - Caracterização morfoscópica em grãos de quartzo

A caracterização morfoscópica em grãos de quartzo foi realizada através de uma análise comparativa, em lupa, com as tabelas gráficas de arredondamento e esfericidade de Krumbein (1941 apud Krumbein & Sloss, 1963).

O grau de arredondamento é um índice que reflete a maturidade de um sedimento, sendo que somente sedimentos arenosos retrabalhados em vários ciclos apresentam altas freqüências de grãos bem arredondados.

A subjetividade desta avaliação não permite a atribuição de significado absoluto aos índices encontrados, sendo portanto apenas considerados por conjuntos de amostras agrupadas dentro das unidades aqui estudadas.

Os resultados obtidos estão apresentados na Tabela 17.

2.1.3.1 - Sedimentos pleistocênicos e holocênicos da área emersa

Nos afloramentos da Formação Cananéia da região lagunar de Cananéia - Iguape, observa-se tendência para maiores graus de arredondamento e seleção na fração areia fina, embora muito próximas aos graus de arredondamento obtido para as frações areia média e muito fina.

O predomínio geral de grãos sub-angulosos a sub-arredondados, nas frações areia média, fina e muito fina, é observado seja quando analisado os afloramentos individualmente ou o conjunto de afloramentos alinhados paralelamente à linha de costa atual. Nesta avaliação ao longo da costa, a fração areia fina apresenta um tênue incremento do grau de arredondamento rumo a NE.

Inversamente ao que se verifica nos afloramentos da Formação Cananéia, os maiores graus de arredondamento médio para os sedimentos holocênicos dos cordões litorâneos da Ilha Comprida, são detectados na fração areia muito fina ao invés de areia fina.

Porém, igualmente aos sedimentos pleistocênicos os sedimentos holocênicos não apresentam variações significativas no seu grau de arredondamento ao nível de análise de um único afloramento. Com relação às variações longitudinais à linha de costa, a quantidade de dados é muito pequena para qualquer conclusão mais precisa, muito embora pareça existir uma tendência para diminuição do grau de arredondamento médio rumo a NE.

2.1.3.2 - Faixa intermarés

O grau de arredondamento dos sedimentos, coletados na faixa intermarés das ilhas Comprida e Cardoso, apresenta valores mais elevados na fração areia muito fina do que na fina.

Na análise ao longo dos perfís de coleta, dispostos paralelamente a linha da costa, é clara uma tendência para decréscimo do arredondamento médio rumo a NE, em ambas as frações acompanhando uma tendência igualmente para decréscimo dos diâmetros médios. Com relação ao desvio padrão nota-se um aumento de valores na fração muito fina enquanto que para a fração

areia fina esta análise ao longo dos perfís longitudinais apresenta uma queda dos valores de desvio padrão no rumo de NE.

Os resultados da caracterização morfoscópica, nos sedimentos holocênicos da faixa intermarés, apresentam-se aparentemente contraditórios, pois, admite-se que o arredondamento por abrasão em sedimentos arenosos é atingido com mais facilidade em grãos mais grosseiros que nos grãos mais finos (Suguio, 1973).

Por outro lado, Griffiths (1951) estudou sedimentos terciários de deposição subaquosa e concluiu que o aumento de seleção granulométrica, por transporte, atinge sua eficiência máxima dentro da classe areia fina, caindo gradativamente rumo às granulometrias maiores ou menores.

Esta aparente contradição, verificada nos sedimentos da faixa intermarés da Ilha Comprida, também foi detectada por Giannini (1987) ao longo da Planície de Peruíbe-Itanhaém.

Nestes estudos, admitindo como válida a premissa de que existe uma dependência direta entre seleção granulométrica e morfométrica Giannini (op. cit.) concluiu que também o aumento de seleção morfométrica, por abrasão devida ao transporte, atinge sua eficiência máxima dentro da classe areia fina (0,250 - 0,125 mm).

Portanto, considerando-se que o arredondamento é atingido com mais facilidade nas areias mais grossas, as características apresentadas pelos sedimentos da faixa intermarés devem estar relacionados ou a diferenças no grau de retrabalhamento, ao qual estiveram submetidas as frações areia fina e muito fina, ou então a diferenças herdadas dos sedimentos matrizes das duas frações.

2.1.3.3 - Sedimentos de fundo

Em geral predominam, na região submersa do litoral sul, areias com baixo grau de arredondamento apresentando altas porcentagens de grãos de quartzo sub-angulosos.

Na zona de arrebentação e plataforma rasa os maiores valores de arredondamento médio foram encontrados na fração areia fina.

2.1.4 - Mapas de isovalores da distribuição espacial dos parâmetros texturais

Na plataforma rasa e zona de arrebentação foram elaborados mapas de isovalores para os seguintes parâmetros texturais: o diâmetro médio da distribuição total, a porcentagem de argila, número de classes texturais e arredondamento médio dos intervalos areia grossa e média.

Na execução destes mapas não foi utilizado o procedimento de suavização, o que significa que as curvas geradas representam a interpolação simples entre os valores de variáveis próximas.

O mapa de diâmetro médio para a zona de arrebentação (fig. 6) apresenta, como tendência geral, um predomínio de valores compreendidos entre os intervalos areia fina e muito fina (2 Ø - 4 Ø).

No sentido das desembocaduras lagunares de Cananéia, a SW da área Icapara e Ribeira, a NE, nota-se um aumento dos valores dos diâmetros médios da distribuição total.

Quando confrontadas estas tendências com os mapas de isovalores de porcentagem de argila (fig. 7) e do número de classes texturais (fig. 8), verificam-se igualmente tendências para um incremento destes parâmetros, nos rumos das desembocaduras lagunares e fluvial situadas nos limites extremos da área.

Na zona de arrebentação, onde verifica-se um predomínio de sedimentos arenosos finos, observa-se no sentido dos extremos da área um incremento de termos mais finos; areia muito fina e pelítos; acarretando um padrão de variação lateral dos parâmetros analisados a partir da porção central da área.

A análise conjunta das tendências observadas, permitem supor a existência de uma duplicidade de fontes de suprimento dos sedimentos de fundo.

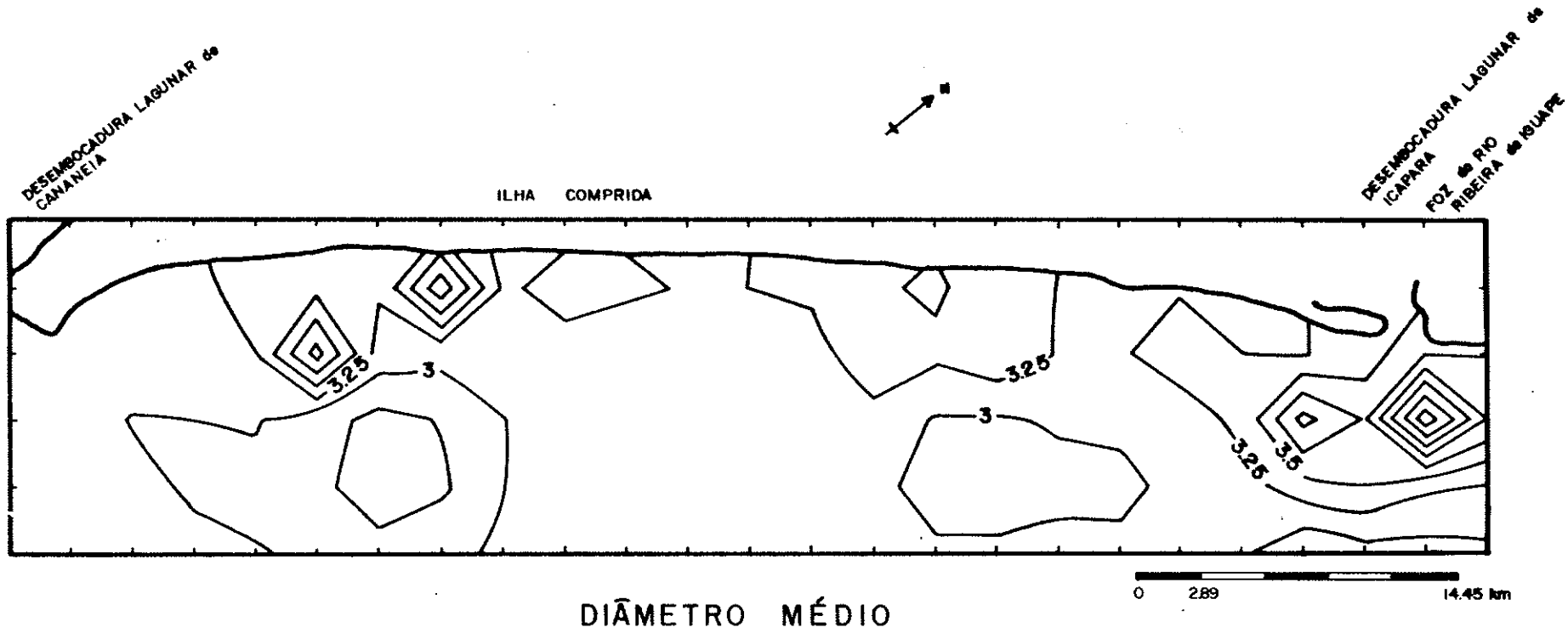


Fig. 6 - Mapa de isovalores do diâmetro médio, da distribuição total, das amostras de fundo da zona de arrebentação.

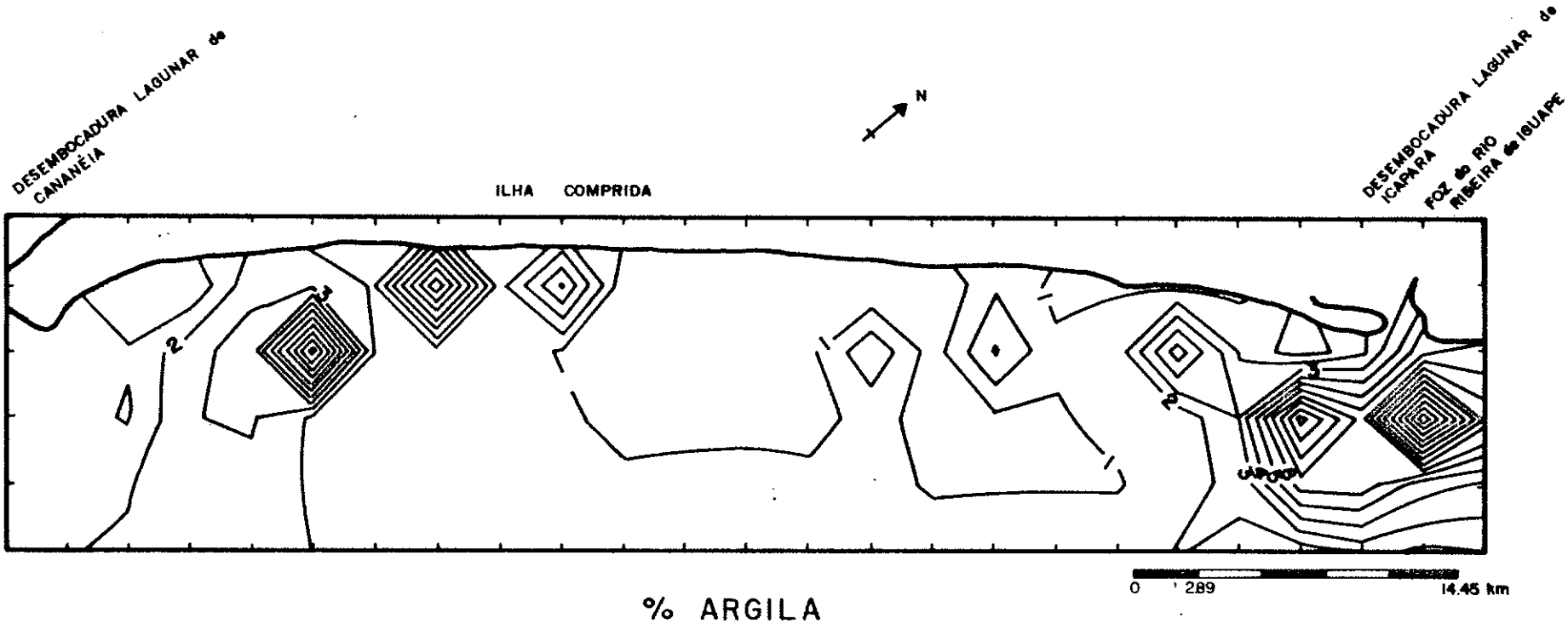


Fig. 7 - Mapa de isovalores da porcentagem de argila das amostras de fundo da zona de arrebentação.

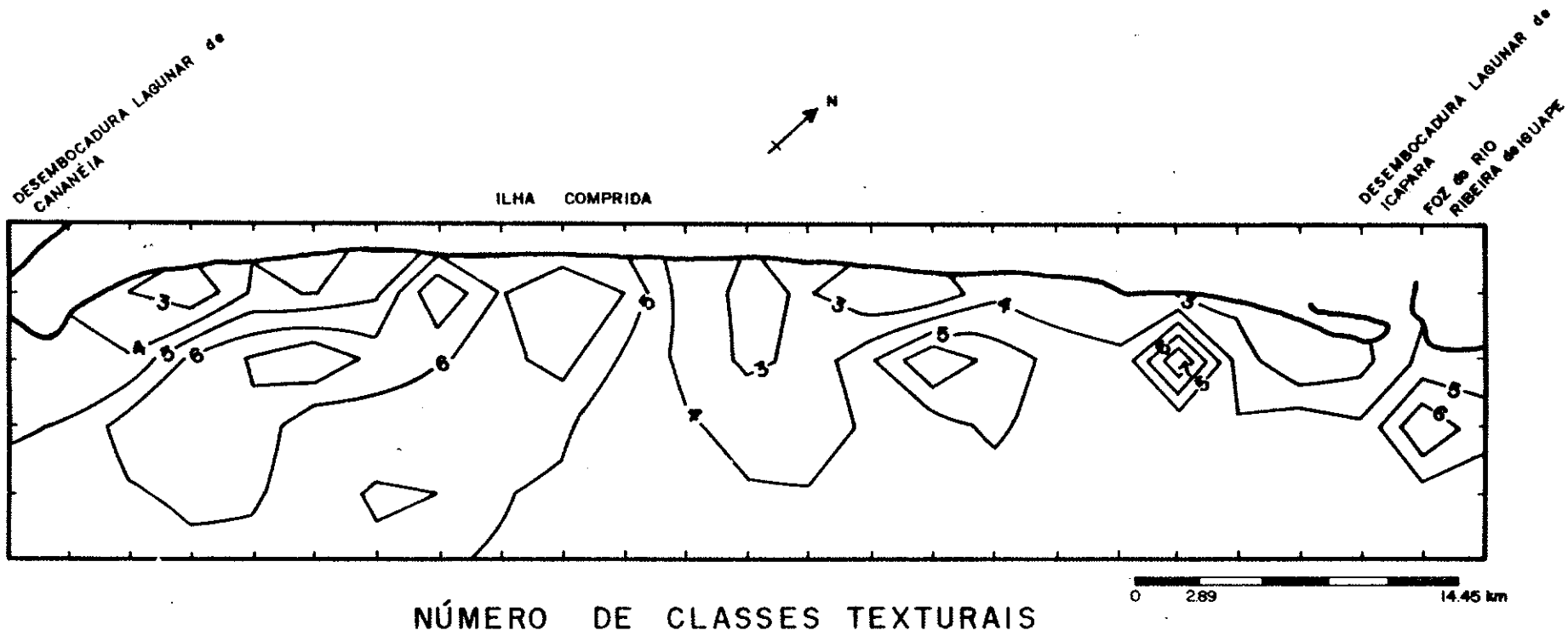


Fig. 8 - Mapa de isovalores do número de classes texturais, da distribuição granulométrica, das amostras de fundo da zona de arrebentação.

Dada a proximidade das áreas de influência das desembocaduras lagunares de Cananéia e Icapara e da foz do rio Ribeira de Iguape, submetidas à forte influência de correntes geradas por maré (Geobrás, 1966), admite-se a existência de uma importante contribuição de sedimentos finos terrígenos ou resultantes da decomposição de matéria orgânica da vegetação de mangue, que circunda a região lagunar.

Foram traçados mapas de isovalores dos graus de arredondamento para as frações granulométricas que seguramente estão submetidas aos processos de transporte por tração (0,500 e 0,250 mm). Os mapas apresentam concentrações de curvas representativas de maior grau de arredondamento nas extremidades NE e SW da área. Na porção localizada próximo ao centro da Ilha Comprida, verifica-se uma menor concentração de curvas, representativas de valores elevados, no rumo do oceano profundo (figs. 9 e 10).

O mapa de diâmetro médio da plataforma rasa (fig. 11) apresenta predominância de curvas com valores compreendidos entre 2.0 e 3,0 Ø areia fina).

Analogamente ao mapa de isovalores obtido para a zona de arrebentação, na plataforma rasa observa-se um aumento dos valores de diâmetro médio, junto à costa, apenas nas proximidades das desembocaduras lagunares e foz do rio Ribeira de Iguape.

Uma tendência para aumento do valor de diâmetro médio é também observada no sentido do oceano profundo devido principalmente à sedimentação pelítica, de origem continental, parcialmente depositados além da área de maior movimentação das massas de água litorâneas.

Quando se compara este mapa de isovalores com os mapas de porcentagem de argila (fig. 12) e do número de classes texturais (fig. 13), é possível observar-se tendências semelhantes as obtidas para o mapa de diâmetro médio.

Rumo as maiores profundidades, os mapas de porcentagem de argila e número de classes texturais também apresentam tendência para aumento dos valores desses parâmetros, a partir da isóbata aproximada de 40 metros. Esta mesma tendência ma

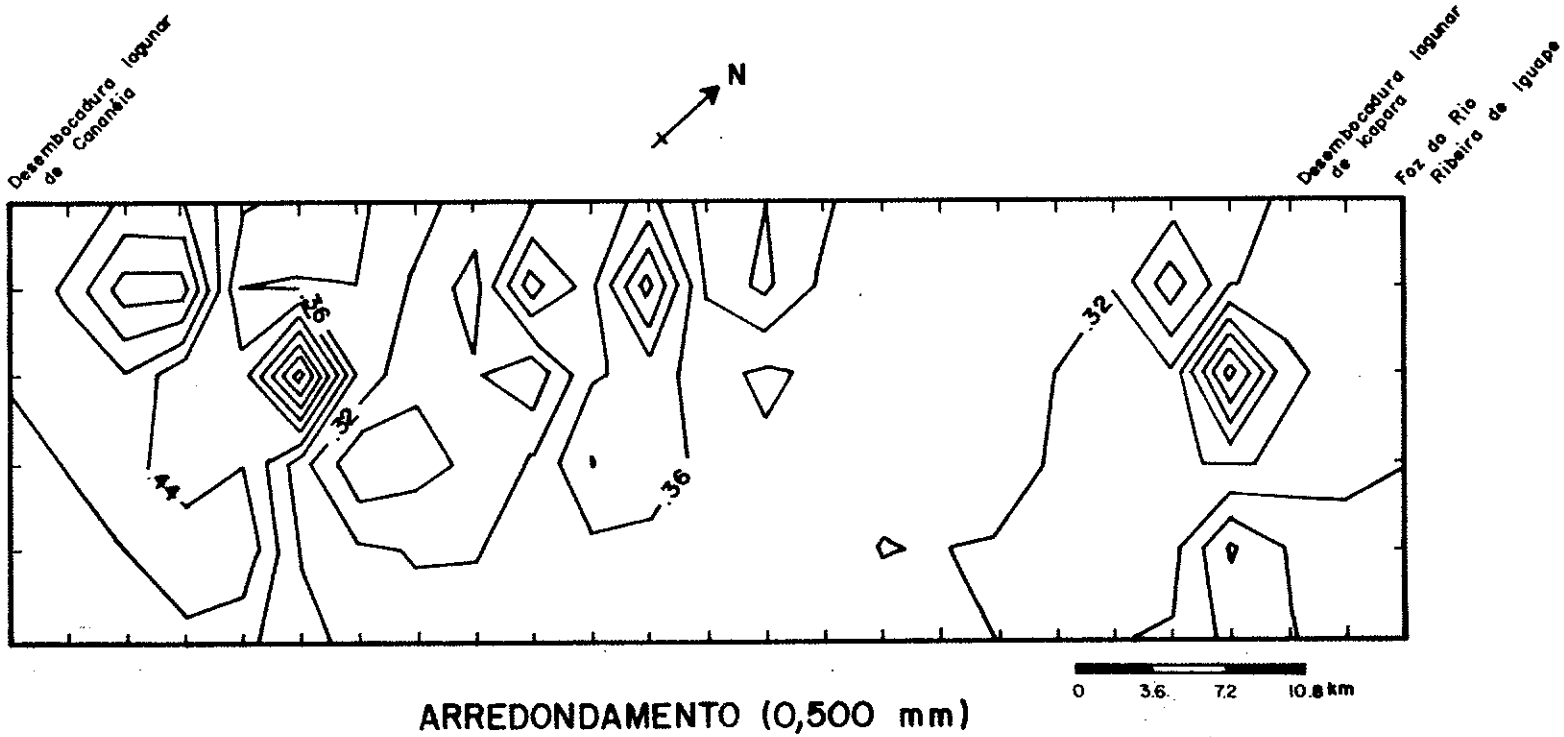


Fig. 9 - Mapa de isovalores do grau de arredondamento, da fração retida na peneira 0,500 mm, na zona de arrebentação.

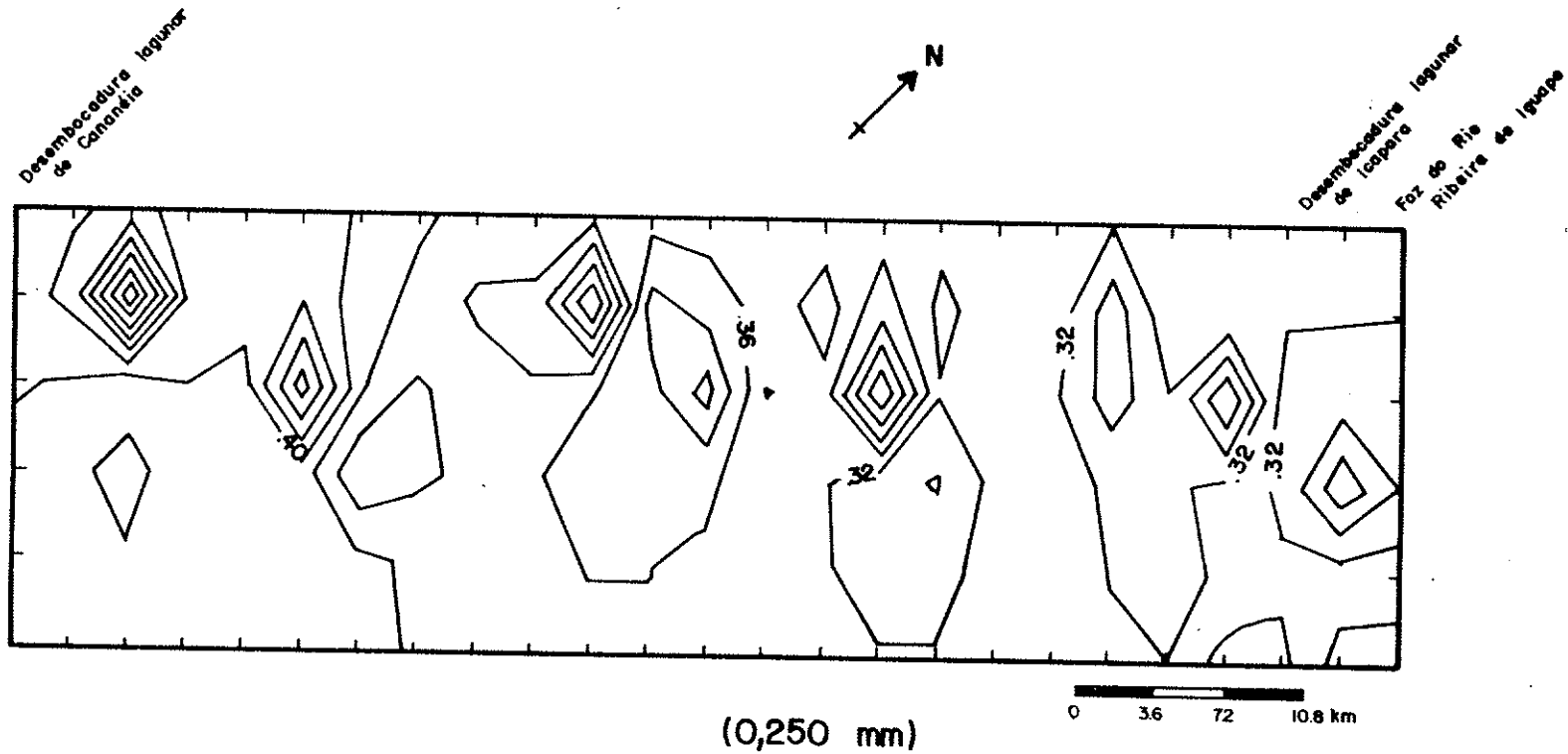


Fig. 10 - Mapa de isovalores do grau de arredondamento, da fração retida na peneira 0,250 mm, na zona de arrebentação.

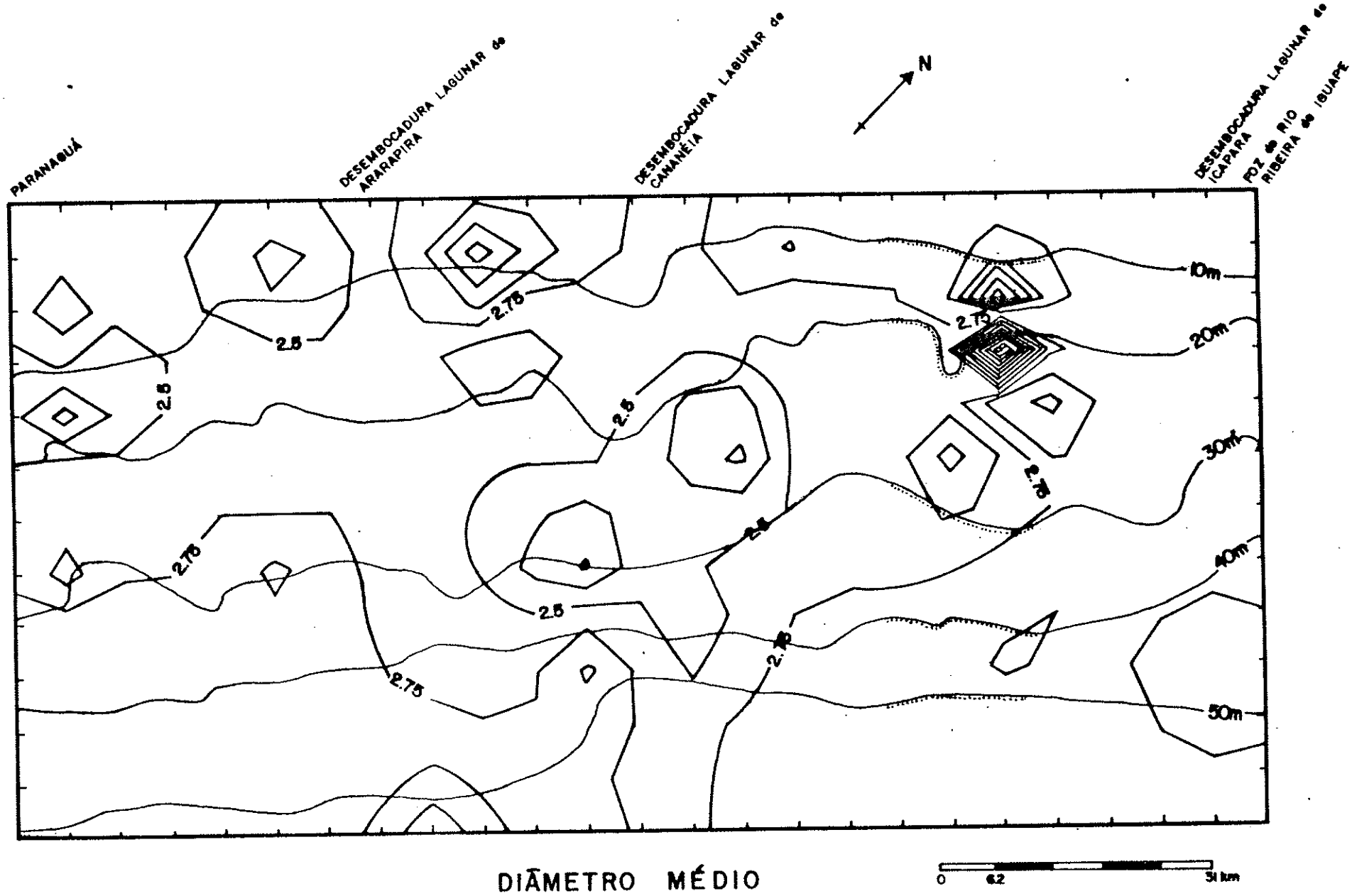


Fig. 11 - Mapa de isovalores do diâmetro médio, da distribuição total, das amostras de fundo da plataforma rasa.

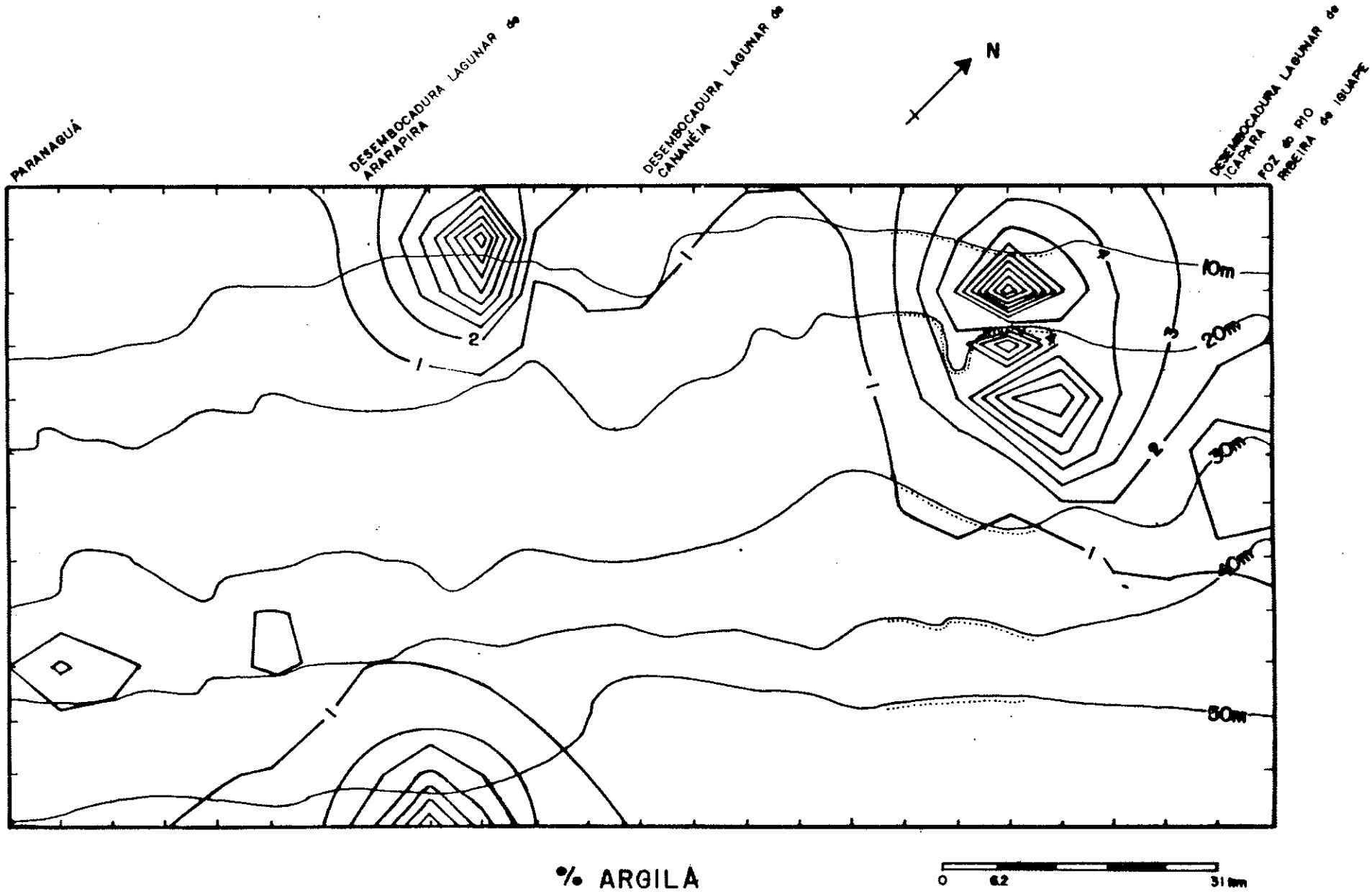


Fig. 12 - Mapa de isovalores da porcentagem de argila das amostras de fundo da plataforma rasa.

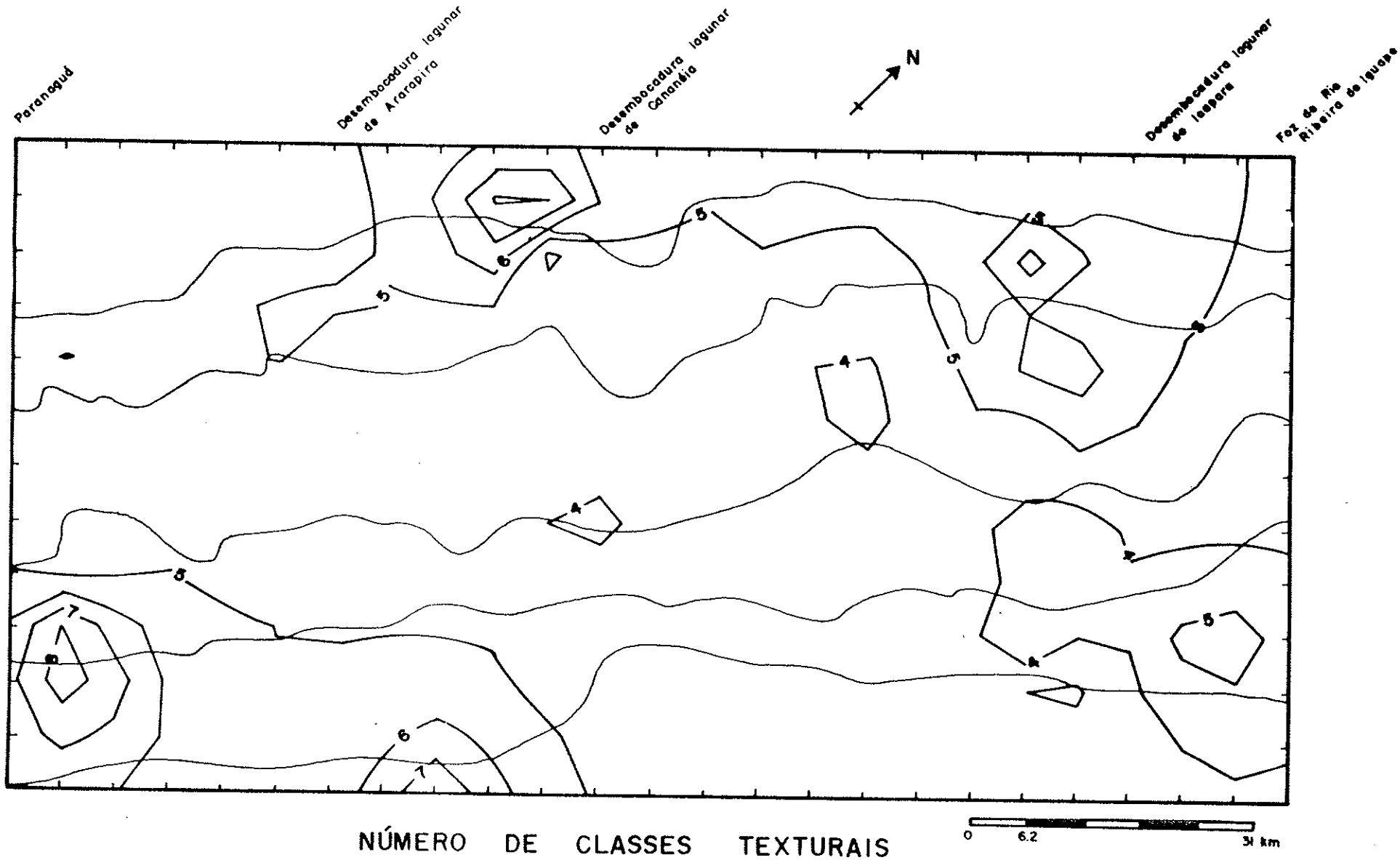


Fig. 13 - Mapa de isovalores de classes texturais da distribuição granulométrica, das amostras de fundo da plataforma rasa.

nifesta-se no sentido SW a partir da porção central da área, na direção das desembocaduras lagunares de Icapara e Cananéia.

A estas concentrações de curvas dos parâmetros porcentagem de argila e número de classes texturais, na porção centro sul da área, associa-se uma mudança do alinhamento das curvas batimétricas no sentido do mar profundo.

Esta mudança de alinhamento, a qual está associada uma maior concentração de sedimentos finos, pode representar a resposta topográfica a uma corrente de retorno, gerada pela propagação de correntes de deriva litorânea de sentidos de deslocamento opostos, ou uma simples deflexão da corrente de deriva devido as próprias características topográficas da área.

Os mapas de isovalores de arredondamento das frações 0,500 mm e 0,250 mm, apresentam também um padrão de curvas correlacionável com a feição topográfica de fundo (fig. 14 e 15).

As partículas mais arredondadas foram encontradas a SW dessa feição entre as isóbatas de 10m e 25 metros, sendo que rumo a NE e maiores profundidades ocorre diminuição do grau de arredondamento dos sedimentos de fundo.

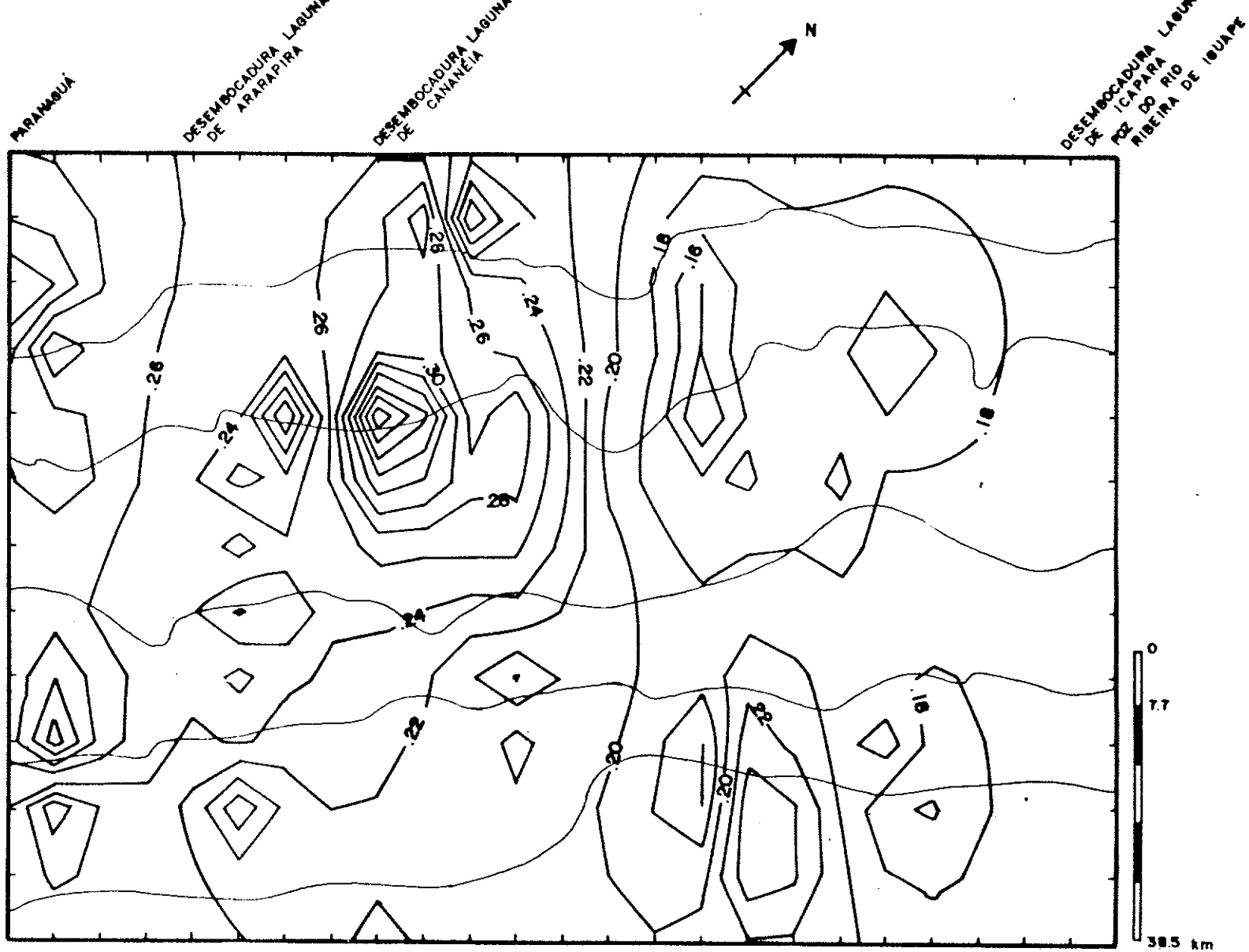
Considerando-se apenas a porção NE da figura situada entre a foz do Ribeira de Iguape e a porção central da Ilha Comprida, observa-se que o arredondamento aumento da foz do Ribeira no sentido SW. Este crescimento é truncado na porção média da figura, onde as curvas de isovalores se estendem perpendicularmente à costa.

Essas tendências analisadas conjuntamente fazem supor a existência de pelo menos dois sentidos distintos no transporte de fundo, cuja resultante está direcionada rumo ao oceano.

2.2 - Composição mineralógica dos sedimentos

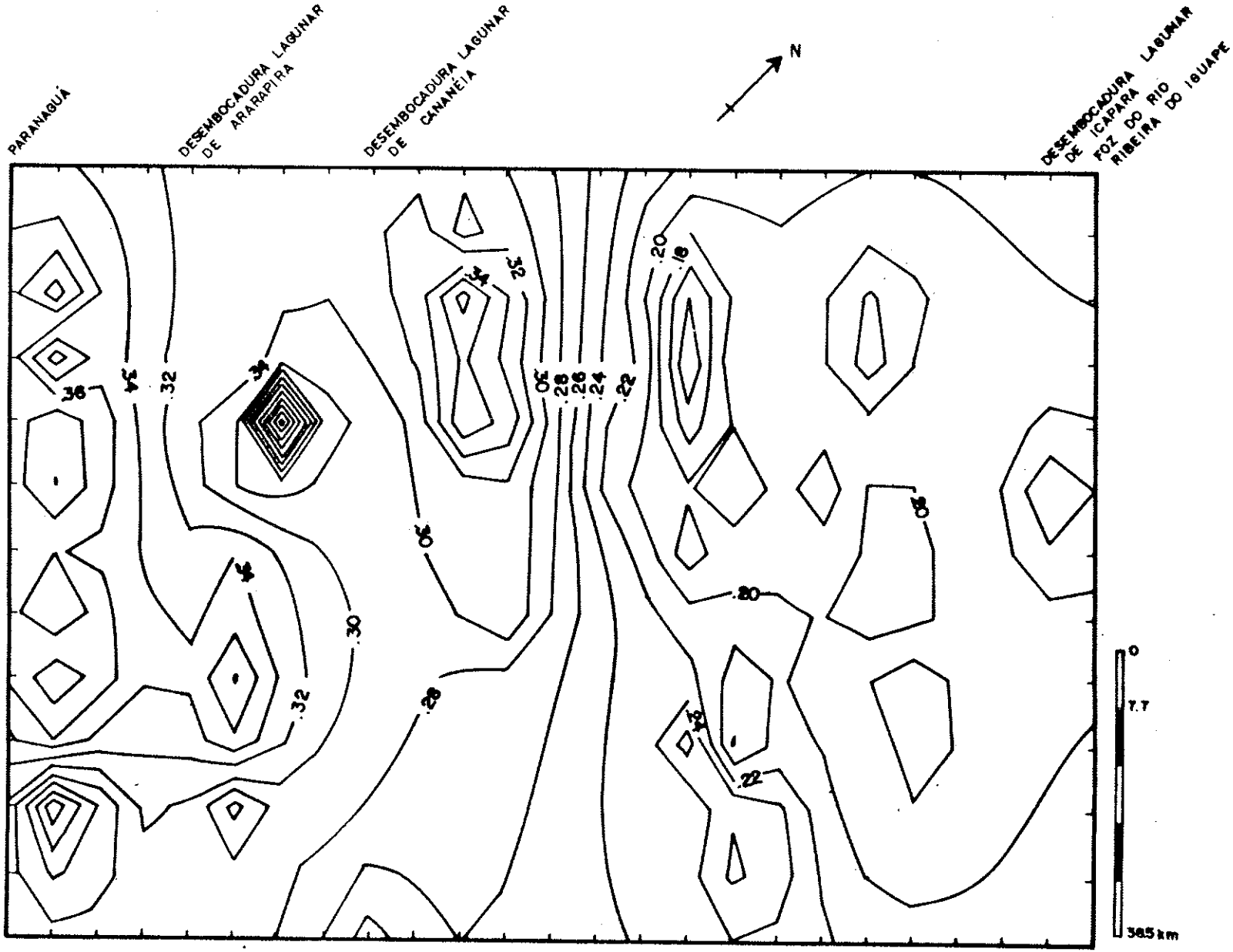
2.2.1 - Análise do teor de carbonato biodetrítico

O teor de carbonato biodetrítico foi determinado a partir da diferença percentual de peso verificada antes e após o ataque com HCl diluido a 10%, adicionado em quantidade su



ARREDONDAMENTO (0,500 mm)

Fig. 14 - Mapa de isovalores do grau de arredondamento, da fração retida na peneira 0,500 mm, na plataforma rasa.



ARREDONDAMENTO (0,250 mm)

Fig. 15 - Mapa de isovalores do grau de arredondamento, da fração retida na peneira 0,250 mm, na plataforma rasa.

ficiente para a eliminação total do carbonato. A análise foi efetuada em todas as amostras coletadas estando os resultados expressos nas Tabelas 4 a 8.

As formações Cananéia e Santos apresentam teores nulos de carbonato biodetrítico evidenciando, com certeza, um processo de dissolução após a sedimentação desses depósitos, com eliminação total de carbonatos eventualmente existentes por ocasião da deposição.

Entre as demais unidades a plataforma rasa é a que apresenta o maior valor 35,10%, enquanto na zona de arrebentação este valor máximo diminui para 19,10% e na faixa intermarés para 3,87% (Tabela 18).

Na faixa intermarés a variação nos perfís alinhados paralelamente a linha de costa apresentam uma distribuição aleatória nos níveis de maré mais alta (nível C) e na porção intermediária entre os extremos de maré (nível B). Para a faixa de maré baixa, é possível identificar um padrão nos teores de carbonato biodetrítico. Na face oceânica da Ilha Comprida, no trecho compreendido entre a localidade de Pedrinhas e o antigo canal fluvial artificial denominado Valo Grande, ocorre uma alta concentração dos valores de carbonato biodetrítico.

Esta diferença dos padrões de distribuição, nos perfís amostrados, reflete diferenças na acumulação de biodetritos ao longo da faixa intermarés.

Nas porções mais elevadas dessa unidade onde o transporte por deriva litorânea ocorre apenas em curtos períodos dos ciclos de maré, níveis b e c, os altos valores do conteúdo de carbonato biodetrítico, contido nos sedimentos, representam acumulações de vários ciclos distintos de transporte.

Para a faixa de maré mais baixa, sob constante movimentação das águas pela ação das correntes de deriva litorânea, as concentrações de carbonato biodetrítico representam principalmente o grau de competência do agente transportador de ação ininterrupta, antes de representar concentrações originadas de acumulações de biodetritos depositados em ciclos de transporte distintos.

Na zona de arrebentação, o mapa de isovalores apresenta teores próximos à média da área. Uma concentração de curvas de teores mais elevados ocorre a SW da área, nas proximidades da desembocadura lagunar de Cananéia. Nesta mesma área ocorrem também as concentrações mais elevadas de material arenoso fino a pelítico provenientes da região lagunar (fig. 16).

Na plataforma rasa as maiores concentrações estão localizadas nas regiões mais profundas dos perfís transversais e a partir da isóbata de 40 metros, as análises indicaram teores de carbonato biodetrítico superiores à média.

Junto à costa, próximo a desembocadura lagunar de Cananéia aparece também teores mais elevados do que a média, provavelmente associados à área de maior concentração de sedimentos pelíticos de origem continental (fig. 17).

Os teores mais elevados de carbonato biodetrítico estão intimamente associados a sedimentos onde ocorrem misturas de termos granulométricos, com predominância para os termos pelíticos. A estes sedimentos estão geralmente associados os mais elevados teores de matéria orgânica, como também apresentam uma maior coesão o que permite um substrato mais propício à fixação e desenvolvimento das comunidades animais.

Além disso, esta área de maior concentração de sedimentos pelíticos representam também zonas de menor movimentação de fundo, o que reflete uma incapacidade do agente transportador em remover ou mesmo fragmentar as carapaças animais.

2.2.2 - Análise da fração grossa - Coarse Fraction Analysis

Aplicando-se uma metodologia semelhante a aplicada por Mahiques (1987), em sedimentos de fundo da Baía da Ilha Grande, foram identificados os constituintes retidos nas peneiras de 0,500 mm e 0,250 mm dos sedimentos da plataforma rasa sul paulista.

A escolha destes intervalos granulométricos deve-se a possibilidade de uma rápida identificação e diferenciação de conjuntos com características distintas, bem como uma avaliação do significado ambiental dos componentes biogênicos e terrígenos.

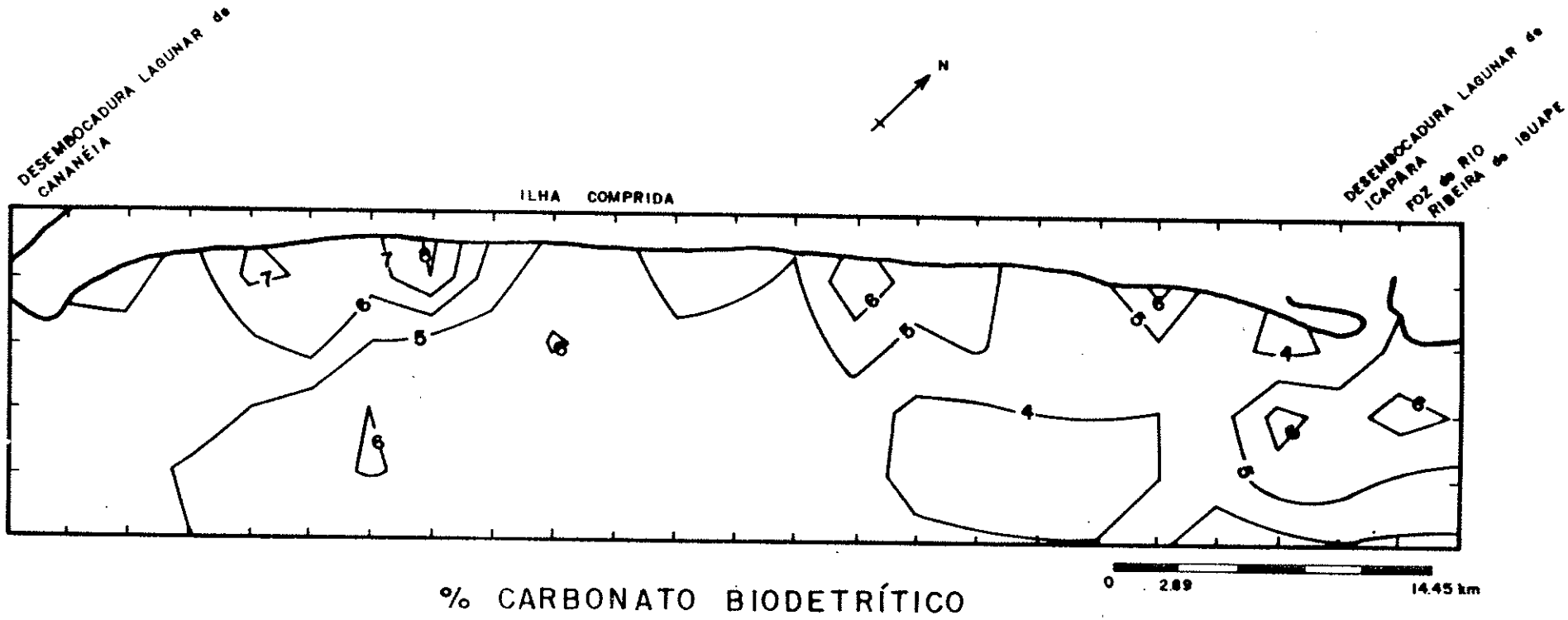


Fig. 16 - Porcentagem de carbonato biodetrítico nos sedimentos de fundo da zona de arrebentação.

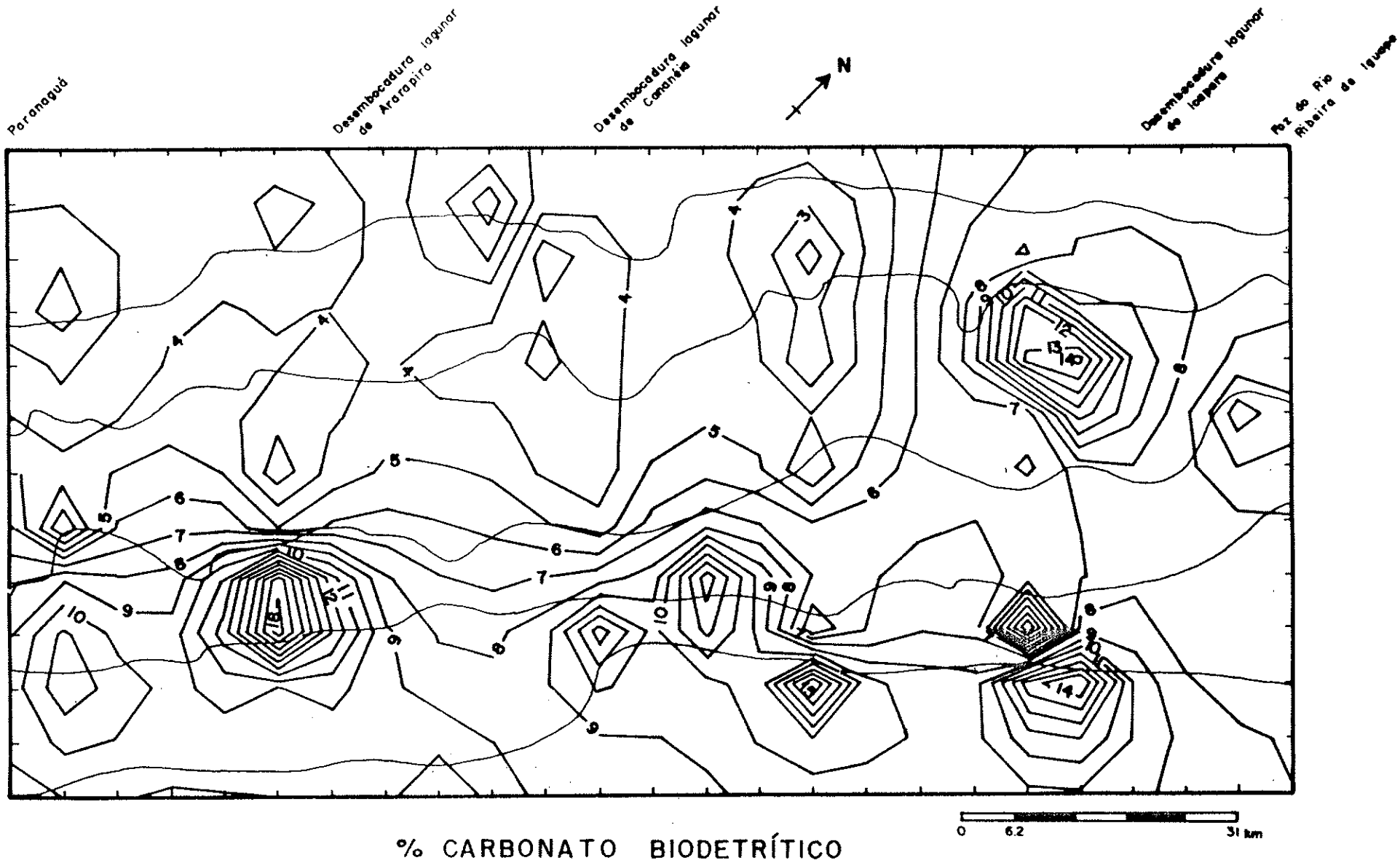


Fig. 17 - Porcentagem de carbonato biodetrítico nos sedimentos de fundo da plataforma rasa.

Esta técnica consiste na observação, sob lupa binocular, dos principais constituintes das frações grosseiras realizando-se uma estimativa da quantidade relativa desses constituintes, como forma de se complementar a caracterização textural dos sedimentos, na tentativa de interpretação dos ambientes recentes de deposição.

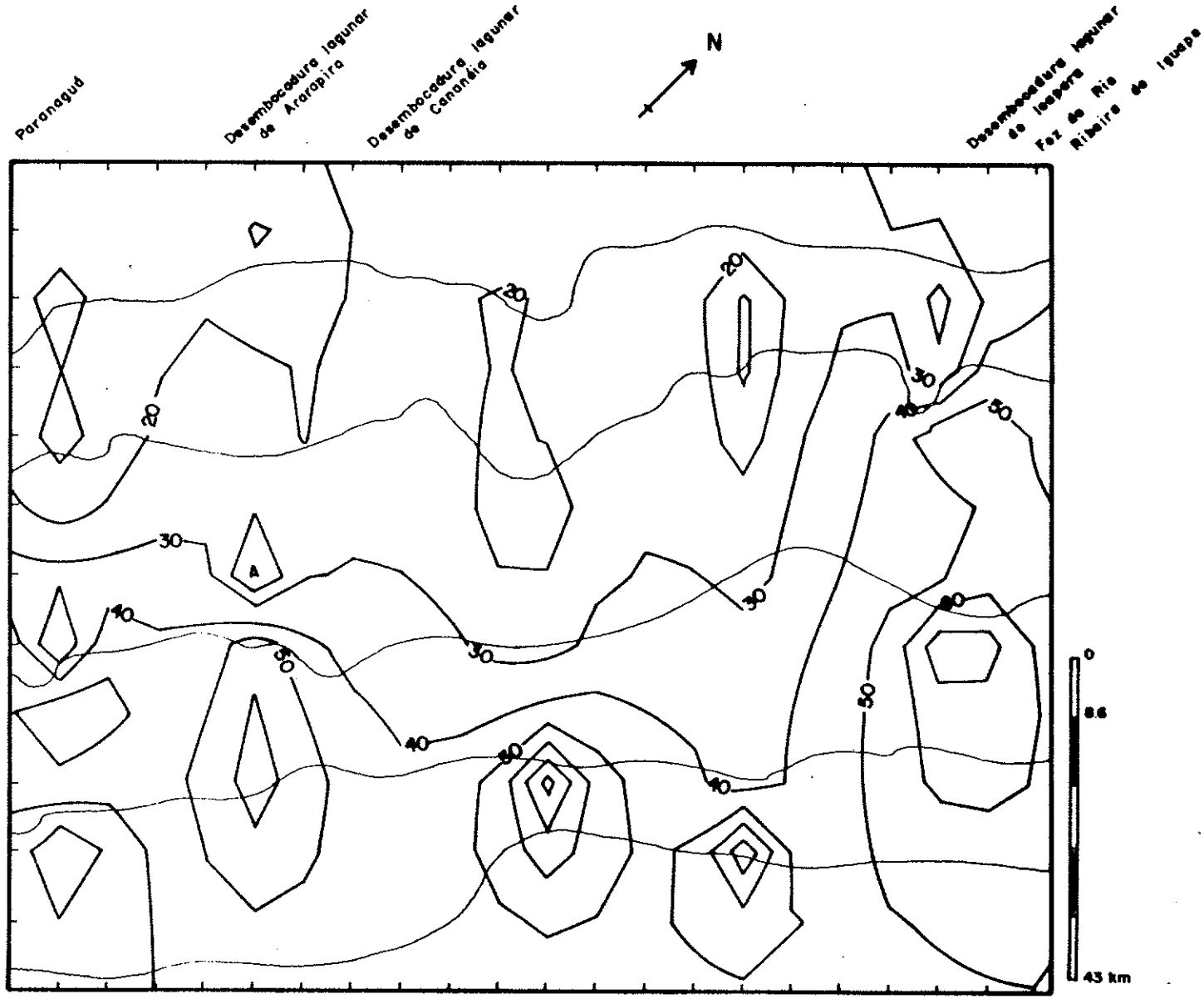
Nas frações 0,710 - 0,500 mm e 0,350 - 0,250 mm das amostras coletadas na plataforma rasa, foram contados cerca de 200 grãos, identificados os constituintes e estabelecidas as porcentagens relativas de terrígenos (quartzo, quartzo limonitizado, minerais pesados e outros fragmentos) e biogênicos (fragmentos de conchas, moluscos, testas de foraminíferos, fragmentos de animais e outros constituintes).

Da análise dos resultados, apresentados nas Tabelas 19 e 20, e dos mapas de isovalores elaborados para a concentração de biogênicos em duas frações granulométricas (figs. 18 e 19), é possível verificar-se predominância de sedimentos terrígenos na faixa litorânea compreendida entre as isóbatas de 0 (zero) a aproximadamente 40 metros.

2.2.3 - Minerais leves

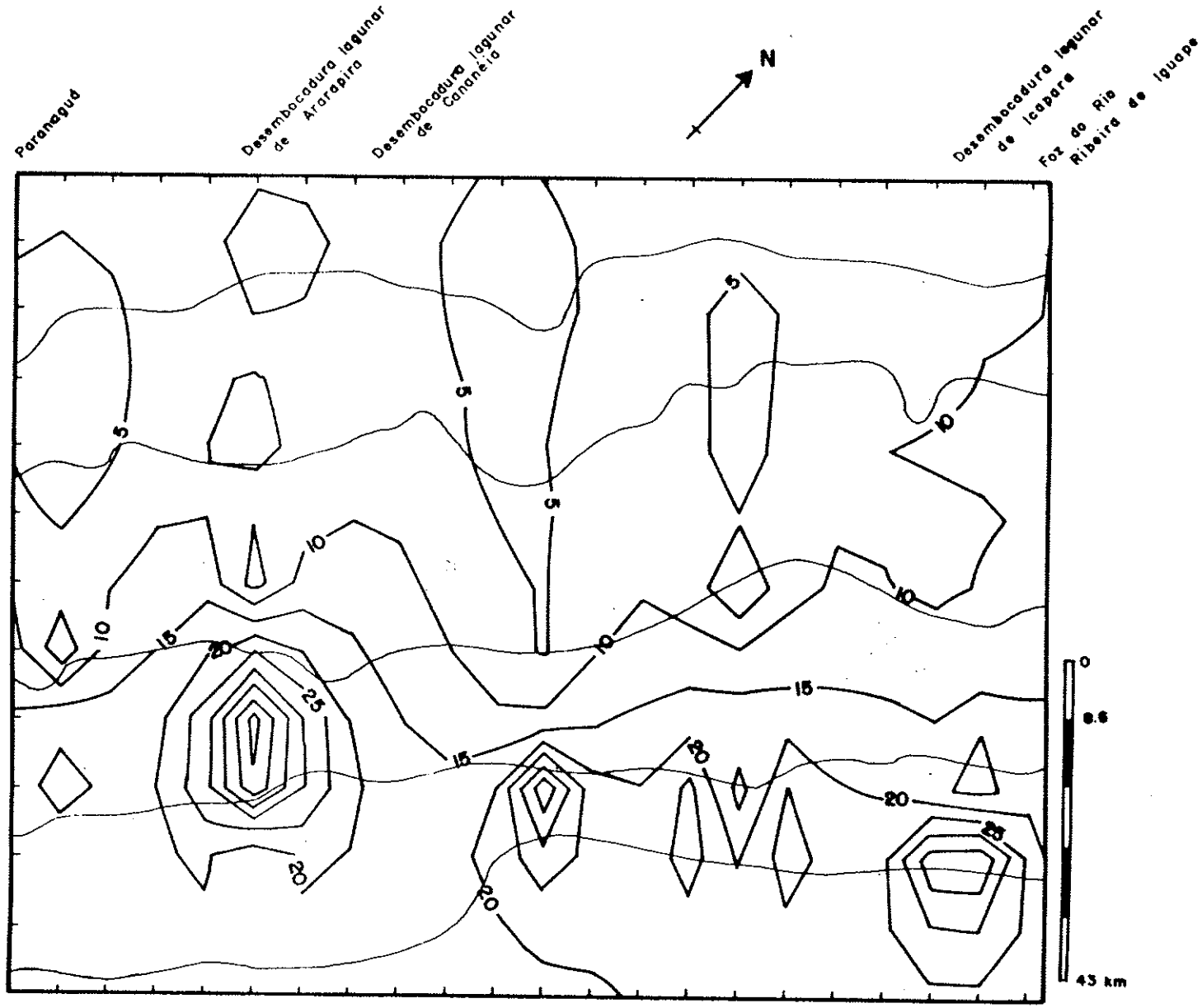
Os minerais leves das frações areia fina (0,250 a 0,125 mm) e areia muito fina (0,125 - 0,062 mm), bem como da somatória das frações compreendidas entre areia média (0,500 - 0,250 mm) e areia grossa (1,000 - 0,500 mm), obtido após a separação por líquido pesado (bromofórmio), foi submetido à determinação mineralógica pelo método colorimétrico ("staining"). Este método consiste de um leve ataque por ácido fluorídrico dos grãos montados sobre lâmina impregnada de balsamo do Canadá, sem lamínula, à qual são adicionados os corantes cobaltonitrito de sódio e o eosina. Com a adição destes corantes os feldspatos potássicos adquirem coloração laranja-amarelada, os plagioclásios ficam róseos e o quartzo permanece incolor.

As lâminas submetidas a este procedimento tiveram seus constituintes identificados, contados cerca de 200 grãos em lupa binocular, e estabelecidas as porcentagens de quartzo e feldspato cujos resultados estão apresentados na Tabela 21.



% DE BIOGÊNICOS (0,710-0,500mm)

Fig. 18 - Mapa de isovalores da porcentagem de biogênicos, na fração areia grossa (0,710 - 0,500 mm) das amostras de fundo da plataforma rasa.



% DE BIOGÊNICOS (0,350-0,250 mm)

Fig. 19 - Mapa de isovalores da porcentagem de biogênicos, na fração areia-média (0,350 - 0,250mm) das amostras de fundo da plataforma rasa.

De maneira geral todas as unidades analisadas; Formação Cananéia, cordões litorâneos, faixa intermarés, zona de arrebentação e plataforma rasa; são caracterizadas por alta maturidade da fração leve apresentando predominância de grãos de quartzo (> 90%).

Nas pequenas assembléias de feldspatos identificadas predominaram os feldspatos potássicos sobre o plagioclásicos, sendo que, nos cordões litorâneos, faixa intermarés e zona de arrebentação a presença dos feldspatos potássicos representa 100% da contagem realizada.

Para a plataforma rasa as porcentagens de plagioclásio, presentes por lâmina, variaram de 10 a 20% nas frações areia média e grossa e de menos de 10% nas frações mais finas.

Na Formação Cananéia, para todas as frações os plagioclásicos representam aproximadamente 10% da assembléia dos feldspatos identificados.

Suguio & Tessler (1987), durante os trabalhos de detalhamento das características texturais e das estruturas sedimentares, reconheceram nos afloramentos da Formação Cananéia, da região lagunar de Cananéia-Iguape, pequenas pelotas de um material branco, pouco denso, que foi identificado como gibbsita por difratometria de raio-X.

Em função da sua desagregabilidade essas pelotas não puderam ser observadas nas assembléias de minerais leves.

A origem destas pelotas de gibbsita em afloramentos da Formação Cananéia tem sido suposta como resultante da precipitação de soluções ricas em alumina, derivadas da lixiviação de sedimentos com alta concentração de feldspato.

Uma análise dos teores de feldspatos, potássicos e sódicos, dos afloramentos onde macroscopicamente foram identificadas as pelotas de gibbsita, apresentou valores semelhantes aos teores obtidos para os afloramentos em que macroscopicamente essas pelotas não foram detectadas.

Desta maneira parece claro supor a não existência de uma correlação direta, em escala de afloramento, de presença ou ausência das pelotas com teores mais elevados ou mais baixos de feldspatos.

Porém, devido a alta porosidade e permeabilidade da seqüência arenosa de topo da Formação Cananéia, esta hipótese sobre a origem das pelotas não pode ser descartada, desde que, suponha-se que as soluções ricas em alumina provenham de fontes externas aos afloramentos que contém estas pelotas.

2.2.4 - Minerais pesados

Os minerais pesados presentes em uma assembléia mineralógica, bem como suas variações locais ou regionais, podem ser interpretados como a interação de fatores diversos ligados às características das áreas - fonte (litologia e estabilidade diferencial dos minerais da rocha matriz); da resistência física dos minerais e da razão hidraúlica, além dos fenômenos pós-deposicionais (dissolução intra-estratal) e erros estatísticos (Suguio, 1980).

Alguns destes fatores, tem um efeito mais uniforme sobre todo conteúdo das assembléias de pesados, enquanto que outros como a razão hidraúlica (Rubey, 1933), devem refletir essencialmente a tendência de cada mineral concentrar-se em uma outra determinada fração granulométrica.

A dificuldade de distinção entre os fatores singenéticos e pós-deposicionais constitue-se em um obstáculo ao reconhecimento das causas geradoras entre as diferenças locais e regionais das assembléias de minerais pesados.

Além disso é interessante que as avaliações quantitativas das assembléias de pesados sejam complementadas com informações sobre forma dos grãos que constituem estas assembléias, para a tentativa de distinção dos fatores singenéticos e epigenéticos.

2.2.4.1 - Métodos

Utilizou-se, para a separação e identificação das assembléias dos minerais pesados, os intervalos areia fina (0,250 - 0,125 mm) e areia muito fina (0,125 - 0,062 mm). Outros intervalos, como areias mais grosseiras e pelítos foram rejeitados por apresentarem concentrações reduzidas de pesados ou grandes dificuldades de identificação óptica.

A separação gravimétrica das frações leve e pesada foi efetuada em funís apropriados, utilizando-se como líquido denso o bromofórmio ($CHBr_3$) de densidade 2,89 g/cm^3, que corresponde aproximadamente ao limite entre as frações leve e pesada.

Objetivando melhor definir a presença dos minerais de interesse econômico, como a magnetita e a ilmenita nos sedimentos do litoral sul paulista, e também aumentar a concentração de minerais pesados transparentes, os concentrados foram preliminarmente submetidos a uma separação com imã de mão. Em seguida foi realizada uma separação eletromagnética em um separador eletromagnético Franz ajustado para campos magnéticos de 0,3 A e 0,5 A, nos laboratórios do Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo, IPT/SP.

A separação eletromagnética, precedida de separação com imã de mão, permitiu subdividir as frações areia fina e areia muito fina em quatro sub-frações, classificadas em função da suscetibilidade magnética em:

- assembléia de minerais fortemente magnéticos, atraídos pelo imã de mão (Mag);
- assembléia de minerais magnéticos, não atraídos pelo imã de mão mas retidos no separador Franz com campo magnético de 0,3 A (F+);
- assembléia de minerais fracamente magnéticos retidos no separador Franz com campo magnético entre os valores 0,3 A e 0,5 A (F-);
- assembléia de minerais não magnéticos não retidos no separador Franz mesmo sob campo magnético de 0,5 A (NM).

Para cada concentrado de minerais pesados individualizado, com exceção do concentrado fortemente magnético,

foram montadas lâminas não permanentes com líquido de índice de refração n = 1,547, preparado a partir de Nujol e Alfa-monobrono-naftaleno.

A contagem dos grãos obedeceu a alguns procedimentos visando alcançar um maior grau de confiabilidade dos resultados obtidos. Devido à presença de uma maior quantidade de minerais opacos nos resíduos F (+) e F (-), para estas sub-frações foram contados no mínimo duzentos grãos. Na lâmina do resíduo não magnético foram identificados e contados pelo menos cem grãos transparentes e não micáceos além dos grãos opacos.

De acordo com Hubert (1962), a contagem de 100 grãos transparentes em uma amostra com 90% de opacos, equivale à contagem de 1000 grãos do resíduo original.

Portanto, como a porcentagem de opacos na amostra total, neste estudo, variou entre 10 e 80% e a contagem das lâminas do resíduo não magnético variou entre 200 e 360 grãos, tem-se uma contagem efetiva mínima equivalente a 600 grãos por fração granulométrica analisada.

De posse de todas as informações, desde o peso dos minerais pesados na amostra total até as porcentagens de cada mineral nas subamostras foram calculados, através de um programa em linguagem BASIC para microcomputador da linha Apple, os teores de cada mineral por fração granulométrica bem como os teores totais dos minerais por amostra. Este procedimento é melhor do que o tradicional, onde a freqüência relativa de cada mineral por fração, é obtida por contagem de apenas 100 grãos transparentes e não micáceos, conforme descrito por Hubert (op.cit), permitindo analisar mais detalhadamente os concentrados pesados, em especial as relações entre os minerais opacos e/ou magnéticos.

Por outro lado, como na análise das lâminas das sub-frações é realizada apenas uma identificação e contagem, sem a pesagem dos grãos minerais, os teores só podem ser obtidos a partir de algumas simplificações.

Estas simplificações decorrentes das imprecisões quanto as reais características de forma, volume e densidade dos minerais constituintes dessas assembléias, implicaram na adoção

de diâmetros médios intermediários, para cada fração granulométrica analisada. A partir deste procedimento a análise de freqüência numérica realizada foi transformada diretamente em análise volumétrica.

Assumiu-se, também, não haver diversificação na forma dos minerais presentes, bem como adotou-se valores médios, expressos na literatura, para a densidade dos minerais pesados. A adoção da densidade real de alguns minerais de composição simples, como o zircão (Z_rSiO_4, d= 4,72), é relativamente segura mas praticamente impossível para minerais mais complexos, como a hornblenda, que apresenta variações de teores de elementos químicos presentes em sua composição.

Finalmente, para que se pudesse comparar os resultados deste trabalho com os autores prévios (Pomerancblun & Costa, 1972; Petri & Suguio, 1973; Barcelos, 1975 e Giannini, 1987), os teores de minerais pesados foram transformados em freqüências relativas.

As freqüências relativas dos minerais transparentes e não micáceos, das frações areia fina e muito fina, foram calculadas a partir dos teores de cada mineral nas respectivas frações, por meio de um outro programa em linguagem BASIC, também desenvolvido pelo M.Sc. Michel Michaelovitch de Mahiques.

Na avaliação das freqüências relativas dos minerais pesados foi usada as propostas de Coutinho & Coimbra (1974) e Coimbra (1976, 1983) modificado por Giannini (1987), que é baseada nos seguintes limites:

Freqüência média - é a média aritmética do mineral em todas as amostras analisadas.

Freqüência de ocorrência - esta freqüência porcentual é obtida dividindo o número de amostras nas quais o mineral está presente, pelo número total de amostras.

Freqüência de classes - a partir de amostras nas quais o mineral está presente, é apresentada uma classificação segundo a abundância. Foi considerado superabundante o mineral com fre-

qüência superior a 50 %; abundante entre 10 e 50%, comum entre 5 a 10%; raro entre 2,5 a 5%, muito raro maior que zero e menor que 2,5% e ausente quando o mineral não foi identificado.

A maturidade mineralógica foi definida com base no número de espécies mineralógicas, calculada a partir da soma dos minerais com freqüência superior a 1%.

O índice ZTR (Hubert, 1962), definido como a soma das freqüências porcentuais de zircão, turmalina e rutilo foi avaliado a partir da classificação proposta por Coimbra (1976) onde os intervalos considerados são:

0 - 10 % = Superabundância de minerais instáveis
10 - 40 % = Abundância de minerais instáveis
40 - 60 % = Freqüências semelhantes de minerais instáveis e estáveis
60 - 90 % = Abundância de minerais estáveis
90 - 100% = Superabundância de minerais estáveis

Finalmente, foi feita uma avaliação da potencialidade econômica da ilmenita ao longo da faixa litorânea compreendida entre a foz do rio Ribeira de Iguape e a Ilha do Cardoso no litoral sul do estado de São Paulo.

2.2.4.2 - Área Emersa

2.2.4.2.1 - Sedimentos pleistocênicos - Formação Cananéia

As freqüências relativas de minerais pesados da Formação Cananéia, em ordem decrescente de abundância, conforme resultados de análise de 32 amostras de areia muito fina (Tabela 22) e 10 amostras de areia fina (Tabela 23), foram as seguintes:

Fração areia fina (0,250 - 0,125 mm) - turmalina, zircão, estaurolita, epídoto e hornblenda com freqüências médias superiores a 5%, e andaluzita, monazita, cianita, sillimanita, fibrolita, hiperstênio, granada, rutilo e tremolita com porcentagens inferiores a este valor;

Fração areia muito fina (0,125 - 0,062 mm) - zircão, turmalina, epídoto, estaurolita, rutilo, hornblenda e cianita com freqüências médias superiores a 5% e andaluzita, sillimanita, tremolita, perowskita, granada, anatásio, hiperstênio, monazita, titanita com valores médios inferiores a 5%.

Petri & Suguio (1973), no estudo pioneiro do concentrado pesado da seqüência arenosa de topo da Formação Cananéia no litoral sul do estado de São Paulo, descreveram assembléias semelhantes às identificadas neste estudo com exceção da presença de dois minerais, clorita e apatita, e a ausência de dois outros, hornblenda e epídoto.

Barcelos (1975), estudando 4 amostras da Formação Cananéia coletadas na parte sul da Ilha Comprida - SP, identificou na areia fina os minerais: turmalina, hornblenda, epídoto, cianita, sillimanita e estaurolita e como secundários zircão, andaluzita e rutilo.

Na areia muito fina são abundantes os minerais turmalina, zircão e epídoto e comuns hornblenda, cianita, rutilo e estaurolita.

De maneira geral, as assembléias descritas por Barcelos (op. cit.) assemelham-se às identificadas neste estudo, com exceção do zircão na fração areia fina, abundante nos afloramentos pleistocênicos de toda a região lagunar e praticamente ausente da porção sul da Ilha Comprida.

Na planície costeira de Peruíbe - Itanhaém, situada a NE da planície de Cananéia - Iguape, a análise dos sedimentos pleistocênicos da Formação Cananéia revela sensível diferença na assembléia de minerais pesados. Nesta planície, Giannini (1987) identificou, como mais abundantes, para ambas as frações granulométricas, os minerais: turmalina, sillimanita e estaurolita e como comuns, para a areia fina, o hiperstênio e a hornblenda, enquanto para a fração areia muito fina o zircão e a cianita.

Portanto, baseados apenas nas identificações das assembléias de minerais pesados, realizadas por diferentes autores em sedimentos de topo da Formação Cananéia é possível identi

ficar a existência de fontes distintas e/ou mecanismos de transporte e seleção diferenciados, principalmente para as seqüências pleistocênicas localizadas a NE e SW do Maciço da Juréia.

2.2.4.2.2 - Cristas praiais holocênicas da Ilha Comprida

Os sedimentos holocênicos dos cordões litorâneos da face oceânica da Ilha Comprida, apresentam nos concentrados de minerais pesados de 10 amostras analisadas (Tabelas 24 e 25), os seguintes minerais em ordem decrescente de importância:

Fração areia fina (0,250 - 0,125 mm) - turmalina, hornblenda, epídoto, estaurolita e sillimanita com freqüências médias superiores a 5%; zircão, cianita, granada e fibrolita com porcentagens inferiores a 5% e maiores do que 1% e andaluzita, perowskita, titanita, tremolita, monazita e anatásio como traços;

Fração areia muito fina (0,125 - 0,062 mm) - zircão, epídoto, turmalina, estaurolita, hornblenda, rutilo e sillimanita com freqüências médias superiores a 5% e cianita, granada e andaluzita com porcentagens inferiores a este valor.

As assembléias de minerais pesados encontradas nas 10 amostras analisadas são iguais às detectadas por Barcelos (1975), que executou um estudo detalhado da Ilha Comprida.

Na planície costeira de Peruíbe - Itanhaém, Giannini (1987) identificou assembléias semelhantes, à exceção da presença preponderante do hiperstênio, ausente nos sedimentos da Ilha Comprida, e uma freqüência maior da monazita entre os minerais pesados dos sedimentos holocênicos dos cordões litorâneos.

Estas diferenças detectadas nos sedimentos pleistocênicos das planícies litorâneas sul paulista só vem reforçar a hipótese da existência de fontes locais de fornecimento de sedimentos durante a deposição, das formações pleistocênica (Fm. Cananéia) e holocênia (Fm. Santos).

A ausência de minerais autigênicos e de alterações significativas na estrutura e forma (dissolução, crescimento secundário, etc) dos minerais pesados das formações quaternárias litorâneas do sul do estado, demonstram a pouca importân-

cia dos fenômenos diagenéticos no conjunto desses sedimentos litorâneos de idade geológica tão recente.

2.2.4.3 - Faixa Intermarés

Os sedimentos arenosos das faixas intermarés das ilhas do Cardoso e Comprida apresenta, no concentrado de minerais pesados de 10 amostras (Tabelas 26 e 27), os seguintes minerais em ordem decrescente de importância:

Fração areia fina (0,250 - 0,125 mm) - turmalina, epídoto, zircão, hornblenda e estaurolita com freqüências superiores a 5%; andaluzita, sillimanita, cianita, granada e rutilo com porcentagens inferiores a 5% e maiores que 1% e anatásio, monazita e titanita como traços;

Fração areia muito fina (0,125 - 0,062 mm) - zircão, epídoto, turmalina, rutilo e estaurolita com freqüências médias superiores a 5%; hornblenda, cianita, sillimanita, andaluzita e granada com freqüências superiores a 1% e monazita e perowskita como traços.

Estas assembléias identificadas na faixa intermarés são iguais às descritas por Barcelos (1975) para a mesma área.

Porém, digno de nota é o perfeito zoneamento dos minerais instáveis e estáveis, estando as maiores porcentagens de instáveis na porção mais a NE da área, enquanto os estáveis estão mais concentrados na por SW. Esta constatação é mais evidente no concentrado de minerais pesados da areia fina ao passo que na areia muito fina, a alta porcentagem do zircão tende a mascarar esta tendência geral.

2.2.4.4 - Área Submersa

As assembléias de minerais pesados identificadas, para a área submersa do litoral sul paulista, são semelhantes às da zona de arrebentação onde foram analisadas 67 amostras (Tabelas 28 e 29) e para a plataforma rasa com 58 amostras analisadas (Tabelas 30 e 31).

Na areia fina (0,250 - 0,125 mm) os principais minerais identificados, nestas duas unidades foram: epídoto, hornblenda, turmalina e zircão, sempre com freqüências médias superiores a 10%, enquanto que estaurolita, sillimanita e andaluzita aparecem também em ambas as unidades com freqüências maiores de 3%.

Na areia fina da zona de arrebentação ainda estão presentes minerais acessórios como o rutilo, e a cianita e como traços em ambas as áreas, um conjunto de minerais formado por: anatásio, augita, brookita, granada, hiperstênio, monazita, perowskita, titanita e tremolita.

Na fração areia muito fina (0,125 - 0,062 mm) ainda predominam os mesmos quatro minerais da areia fina: epídoto, hornblenda, turmalina e zircão sempre com freqüências médias superiores a 10%, secundados por rutilo, estaurolita e granada que em ambas as frações apresentam freqüências médias compreendidas entre 2 e 5%.

Na categoria de traços estão presentes praticamente o mesmo conjunto de minerais identificados na fração areia fina, com destaque para a cianita e a sillimanita que na fração areia muito fina apresentam freqüências médias inferiores a 2%.

2.2.4.5 - Descrição dos minerais

Epídoto:

Predominam sempre os grãos com formas eqüidimensionais arredondadas e coloração esverdeada (pistachita).

Grãos prismáticos curtos sem coloração (incolores), também foram identificados em especial na região sul da Ilha Comprida, na faixa de maré mais alta.

Hornblenda:

São predominantes os grãos prismáticos com bordas arredondadas e coloração pardacenta (marrom esverdeado), porém são também comuns as variedades incolores com bordas subarredondas.

Nos sedimentos pleistocênicos são comuns sinais de alteração do tipo denteação terminal, como também uma grande incidência de formas alongadas, subarredondadas, nos sedimentos de fundo.

Turmalina:

Apresentam uma grande variabilidade de formas e cores como parda, verde (schorlita), verde amarelada, vermelha, rósea, incolor (acroíta) e também azul (indicolita).

A mesma diversidade observada nas cores é constatada nas formas, onde predominam as prismáticas euhedrais e as eqüidimensionais arredondadas, sendo que as formas prismáticas com arestas vivas ocorrem em menor proporção.

Nos grãos prismáticos de coloração pardacenta, muito comuns nos sedimentos da área submersa, são comuns as inclusões e nos da faixa intermarés grãos com crescimento secundário.

Zircão:

As diferentes unidades geológicas estudadas exibem diferenças nos tipos de zircões. Desta maneira, nos sedimentos holocênicos da Ilha Comprida predominam os grãos prismáticos de bordas arredondadas secundados por grãos euhedrais, enquanto que na Formação Cananéia nota-se freqüência maior de grãos com formas mais arredondadas.

Uma análise comparativa das formas dos grãos de zircão e turmalina para os sedimentos pleistocênicos e holocênicos da área emersa foi elaborada segundo as propostas de Mackenzie & Poole (1962, apud Suguio et al., 1974 e Coimbra, 1983). Esta análise comparativa mostrou ocorrência de grãos dos tipos 2 (prismáticos e arredondados) e 3 (eqüidimensionais) em proporções muito semelhantes e não significativamente superiores ao do tipo 1 (prismático). Desta forma, esta análise foi ineficiente como critério distintivo para o litoral sul, entre os sedimentos holocênicos e os pleistocênicos da Formação Cananéia, que teriam atuado como fonte para as formações litorâneas de idades mais recentes.

Na faixa intermarés são comuns os grãos prismáticos de bordos arredondados, em especial na porção SW da área, enquanto que na porção NE são identificados uns poucos grãos bipiramidados quebrados, por vezes de coloração rósea. Na área submersa ocorre grande variabilidade de formas estando as mais arredondadas localizadas a SW da área.

São identificados também, em especial na porção SW da área emersa, grãos zonados e metamictizados.

Andaluzita:

Apresenta-se sempre prismática com bordas arredondadas e coloração rósea evidenciada a partir de um intenso pleocroismo.

Cianita:

Apresenta-se como grãos de formas alongadas, arredondadas e subarredondadas.

Estaurolita:

Predominam os grãos eqüidimensionais, com bordas angulosas e coloração predominante amarelo escuro ou marrom amarelado (coco queimado).

Escassas, porém identificadas nos sedimentos da área emersa, são formas denteadas do tipo serrilhamento nas bordas dos grãos.

Granada:

São predominantes os grãos incolores, secundados pelos de tonalidade levemente rósea, apresentando freqüentemente feições superficiais de picoteamento (escamamento). Esta feição das granadas é a mais forte evidência de atuação, embora incipiente, de soluções intra-estratais, nos sedimentos quaternários do litoral sul paulista.

Rutilo:

Ocorre quase sempre como grãos prismáticos euhedrais a subeuhedrais arredondados, de coloração amarelada escura.

Nos sedimentos da faixa intermarés e, em especial da área submersa, são comuns também grãos arredondados de coloração avinhada, em especial na porção mais a NE da área.

Sillimanita:

Sempre presente como grãos prismáticos euhedrais, por vezes quebrados, com bordas pouco arredondadas e incolores.

São comuns as formas fibrosas (fibrolita), presentes em todas as unidades estudadas.

As características principais de outros minerais presentes apenas como traços são as seguintes:

Anatásio:

Ocorre como grãos amarelados, quebrados, euhedrais.

Augita:

Encontrados como grãos pouco alongados, arredondados nas bordas.

Brookita:

É um mineral extremamente raro, incolor a levemente amarelado, de formas euhedrais.

Hiperstênio:

Ocorre como grãos prismáticos curtos, de bordas arredondadas, coloração verde escuro a verde claro, com uma feição terminal de denteamento.

Monazita:

Grãos subarredondados a arredondados de coloração amarela citrina intensa, em muito semelhantes à primeira vista aos grãos arredondados e sujos de epídoto.

Perowskita:

Grãos prismáticos euhedrais a subeuhedrais de coloração vermelho amarelado.

Titanita:

Ocorre como formas irregulares subarredondadas de coloração parda.

2.2.4.6 - Análise de freqüência dos minerais transparentes e não micáceos

2.2.4.6.1 - Área Emersa (Tabelas 32, 33, 34 e 35)

2.2.4.6.1.1 - Freqüência média

Na fração areia fina (0,250 - 0,125 mm), sete minerais (turmalina, zircão, estaurolita, epídoto, hornblenda, sillimanita, cianita) e ainda a andaluzita perfazem mais de 95% do material analisado da Formação Cananéia, enquanto que na fração areia muito fina (0,125 - 0,062 mm), o mesmo grupo de sete minerais acrescidos do rutilo e da andaluzita somam 98% das assembléias de minerais pesados.

2.2.4.6.1.2 - Freqüência de ocorrência

Na fração areia fina (0,250 - 0,125 mm), onze minerais (andaluzita, cianita, epídoto, estaurolita, granada, hiperstênio, hornblenda, rutilo, sillimanita, turmalina e zircão) estão presentes em mais de 50% das amostras da Formação Cananéia, enquanto que, apenas a titanita ao invés do hiperstênio, perfaz o grupo dos onze minerais com mais de 50% de ocorrência nas amostras dos cordões litorâneos da Ilha Comprida.

Quanto à fração areia muito fina (0,125 - 0,062 mm), treze minerais (anatásio, andaluzita, cianita, epidoto, estaurolita, granada, hiperstênio, hornblenda, peroswkita, rutilo, sillimanita, turmalita e zircão), ocorrem nos sedimentos holocênicos da Ilha Comprida com porcentagens acima deste valor.

2.2.4.6.1.3 - Freqüência de classes

Na fração areia fina (0,250 - 0,125 mm), hornblenda e turmalina apresentam-se exclusivamente como abundantes nos sedimentos da Formação Cananéia e de comuns a abundantes nos sedimentos holocênicos da Ilha Comprida.

O epídoto e a estaurolita variam em ambas as unidades de comuns a abundantes, enquanto que a sillamanita nos sedimentos pleistocênicos, a andaluzita e a cianita nos sedimentos holocênicos e o zircão para ambas as unidades apresentam-se de comuns a raros.

Todos os demais minerais (anatásio, fibrolita, granada, hiperstênio, monazita, perowskita, rutilo, titanita e tremolita) são de ocorrência muito rara ou então estão ausentes, como o hiperstênio nos sedimentos holocênicos da Ilha Comprida.

Para a fração areia muito fina (0,125 - 0,062 mm) nos sedimentos pleistocênicos, observam-se os minerais turmalina, rutilo, estaurolita e epídoto como ocorrência de comum a abundantes, enquanto o zircão chega a ser superabundante em 12,5% das amostras.

Os minerais cianita, hornblenta, sillimanita e andaluzita apresentam-se de comuns a raros, enquanto os demais (anatásio, brookita, fibrolita, granada, hiperstênio, monazita, perowskita, titanita e tremolita) ocorrem como minerais raros.

Nos sedimentos holocênicos da Ilha Comprida, o epídoto, o zircão e a turmalina são de ocorrência abundante, enquanto que a estaurolita, a hornblenda e o rutilo são de ocorrência abundante a comum.

Com exceção da andaluzita, cianita, granada e sillimanita, que variam de comuns a raros, todos os demais minerais (anatásio, fibrolita, perowskita e xenotima) são de ocorrência muito rara.

2.2.4.6.2 - Faixa intermarés (Tabelas 36 e 37)

2.2.4.6.2.1 - Freqüência média

Na fração areia fina (0,250 - 0,125 mm), oito minerais (turmalina, epídoto, zircão, hornblenda, estaurolita, andaluzita, sillimanita e cianita) perfazem mais de 95% do concentrado pesado, enquanto que na fração areia muito fina (0,125 - 0,062 mm) os oito minerais (zircão, epídoto, turmalina, rutilo, estaurolita, hornblenda, cianita e sillimanita) representam mais de 98% do material analisado.

2.2.4.6.2.2 - Freqüência de ocorrência

Na fração areia fina (0,250 - 0,125 mm), onze minerais (andaluzita, cianita, epídoto, estaurolita, granada, hornblenda, rutilo, sillimanita, titanita, turmalina e zircão) estão presentes em mais de 50% das amostras, enquanto que para a fração areia muito fina, estes mesmos onze minèrais ocorrem com freqüências superiores a 50% das amostras analisadas.

2.2.4.6.2.3 - Freqüência de classes

Os minerais turmalina e epídoto apresentam-se como abundantes em ambas as frações granulométricas analisadas.

O zircão, abundante na fração areia fina, varia de comum a abundante na fração areia muito fina, enquanto a hornblenda, abundante na fração mais grosseira é rara na fração mais fina.

Já a estaurolita varia de comum a abundante na fração areia fina e apenas de rara a comum na muito fina.

Na fração areia fina variam de comuns a raros os minerais andaluzita, cianita, rutilo, sillimanita e titanita. Para a fração areia muito fina, seguem o mesmo padrão de ocorrência de classe os minerais andaluzita, cianita, granada, rutilo e sillimanita.

2.2.4.6.3 - Área Submersa (Tabelas 38, 39, 40 e 41)

2.2.4.6.3.1 - Freqüência média

Na fração areia fina (0,250 - 0,125 mm) da zona de arrebentação e plataforma rasa sete minerais (epídoto, turmalina, hornblenda, zircão, estaurolita, andaluzita e sillimanita) perfazem mais de 90% do material analisado, enquanto que na fração areia muito fina (0,125 - 0,062 mm), os minerais epídoto, turmalina, hornblenda e zircão associados aos minerais estaurolita, rutilo e granada também perfazem mais de 90% do conteúdo pesado.

2.2.4.6.3.2 - Freqüência de ocorrência

Na fração areia fina (0,250 - 0,125 mm), treze minerais (andaluzita, cianita, epídoto, estaurolita, fibrolita, granada, hiperstênio, hornblenda, rutilo, sillimanita, tremolita, turmalina e zircão) estão presentes em mais de 50% das amostras da zona de arrebentação e de plataforma rasa.

Para a fração areia muito fina (0,125 - 0,062 mm), catorze minerais (anatásio, andaluzita, cianita, epídoto, estaurolita, granada, hiperstênio, hornblenda, perowskita, rutilo, sillimanita, tremolita, turmalina e zircão) perfazem o conjunto de minerais com freqüência de ocorrência superior a 50% das amostras estudadas.

2.2.4.6.3.3 - Freqüências de classes

Na zona de arrebentação, o epídoto apresenta-se abundante na fração areia fina e de abundante a superabundante na fração areia muito fina.

Os minerais zircão, turmalina, estaurolita e hornblenda variam de comuns a abundantes para ambas as frações enquanto que o rutilo apresenta o mesmo padrão de freqüência para a areia muito fina.

Apresentando ocorrência de comum a rara, encontra-se na areia fina, a andaluzita e de rara a muito rara os minerais cianita, fibrolita, granada, hiperstênio e tremolita, enquanto que para a areia muito fina apresentam distribuição de classes de rara a muito rara a andaluzita, cianita, granada, hiperstênio, perowskita, sillimanita e tremolita.

Para a plataforma rasa, na fração areia fina, apresentam-se como abundantes o epídoto, hornblenda e turmalina, enquanto que na fração areia muito fina são abundantes o epídoto, a turmalina e o zircão.

Com freqüências de classes, entre abundante e comum apareceram na fração areia fina andaluzita, estaurolita, sillimanita e zircão e na fração areia muito fina estaurolita, hornblenda e rutilo.

Todos os demais minerais (anatásio, augita, brookita, fibrolita, granada, hiperstênio, monazita, perowskita, titanita, tremolita e xenotima) apresentam para ambas as frações granulométricas, freqüências de ocorrência compreendidas entre raras e muito raras.

2.2.4.6.3.4 - Mapas de isovalores de distribuição espacial dos minerais pesados na área submersa

Na zona de arrebentação a distribuição de minerais pesados na amostra total (fig. 20) ocorrem maiores concentrações a SW e NE da área, junto a desembocadura lagunar de Cananéia e foz do rio Ribeira de Iguape, com sensível diminuição rumo à porção central da Ilha Comprida.

Com relação aos quatro minerais pesados, mais freqüentes e abundantes nas diferentes unidades estudadas (epídoto, hornblenda, turmalina e zircão), observa-se que entre os dois minerais mais instáveis, epídoto e hornblenda, o segundo apresenta, para ambas as frações, altas concentrações a NE da área junto à foz do rio Ribeira de Iguape, com sensível redução rumo a SW (figs. 21 e 22).

Um pequeno aumento desses valores é observado nas proximidades da desembocadura lagunar de Cananéia, o que só faz acentuar as baixas freqüências presentes na porção mediana da Ilha Comprida.

Por outro lado, a distribuição do epídoto apresenta padrão geral homogêneo para ambas as frações, sem que uma tendência mais definida possa ser verificada.

Para os dois minerais mais estáveis, turmalina e zircão, apenas o segundo apresenta uma tendência bem definida para ambas as frações granulométricas, enquanto que a turmalina, apenas na fração areia fina apresenta uma tendência mais claramente definida. O mapa de isovalores para a turmalina, na areia fina (fig. 23), apresenta nas regiões da desembocadura lagunar de Cananéia e foz do Ribeira de Iguape baixas concentrações, com uma tendência para elevação dessas concentrações rumo ao oceano e porção central da Ilha Comprida. Na porção central ocorre um encontro dessas

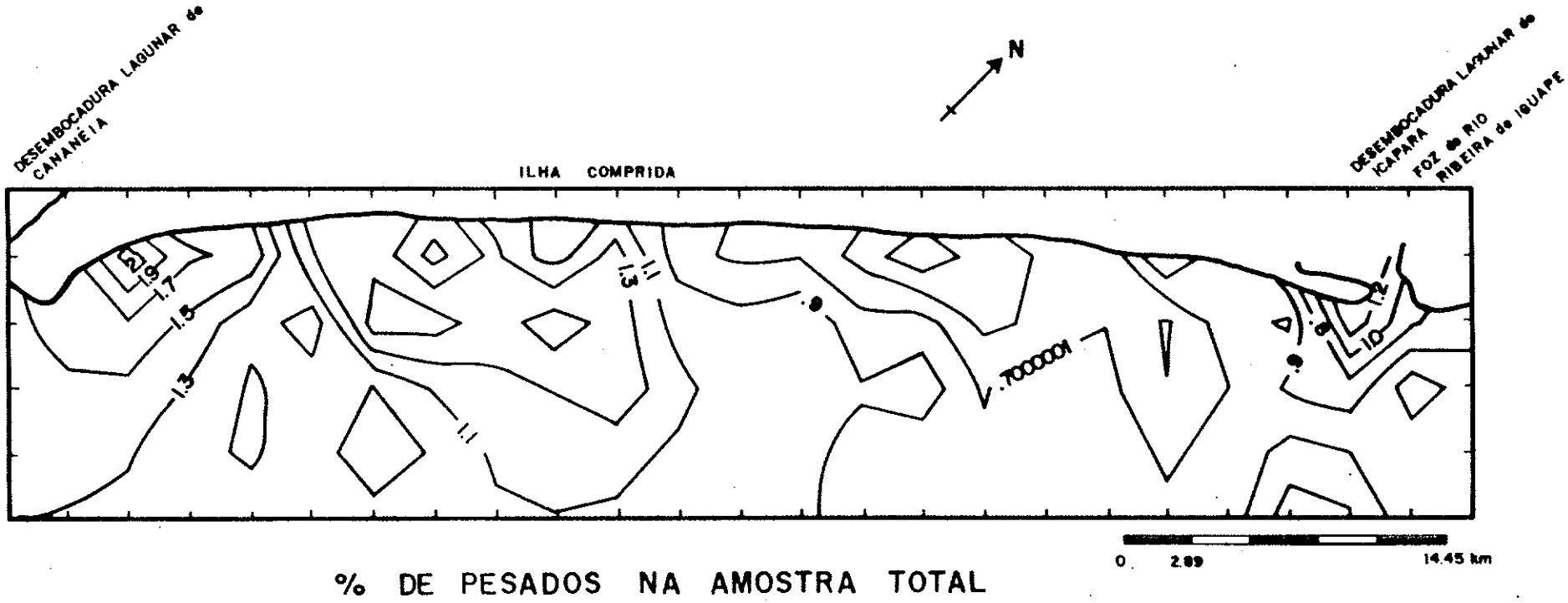


Fig. 20 - Mapa de isovalores de porcentagem de pesados, na amostra total, da zona de arrebentação.

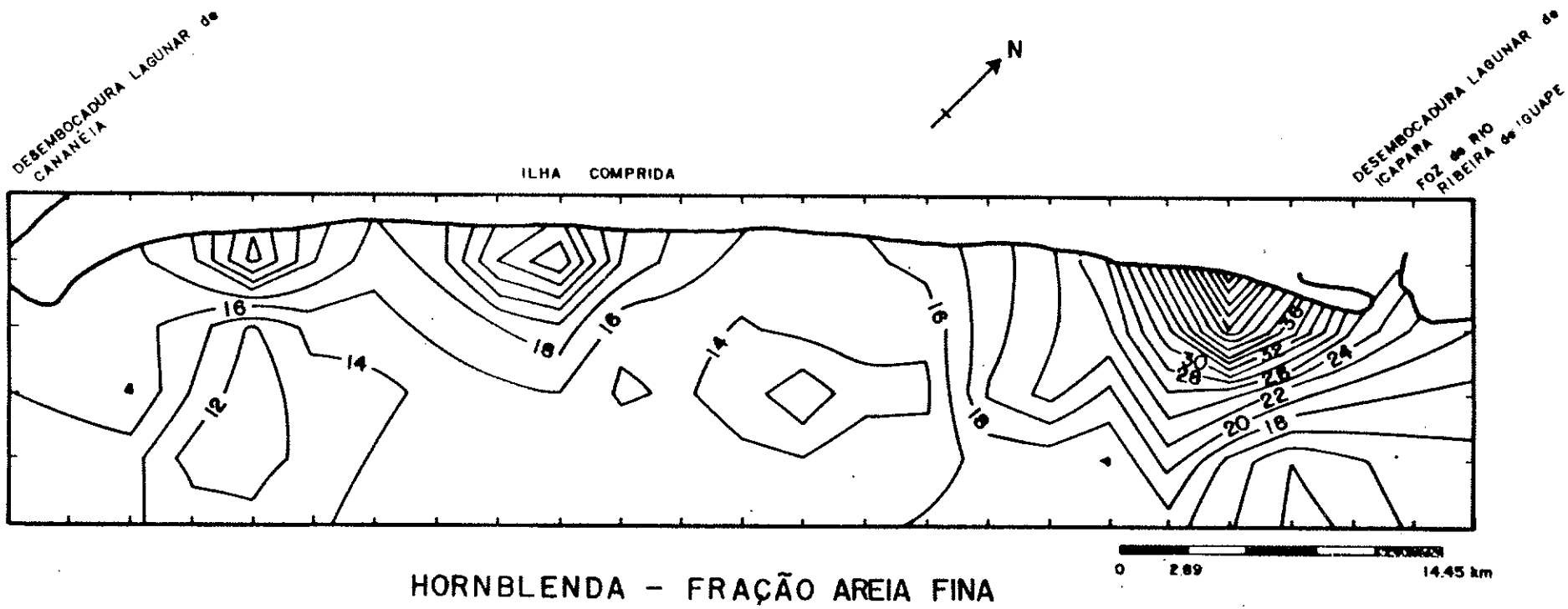
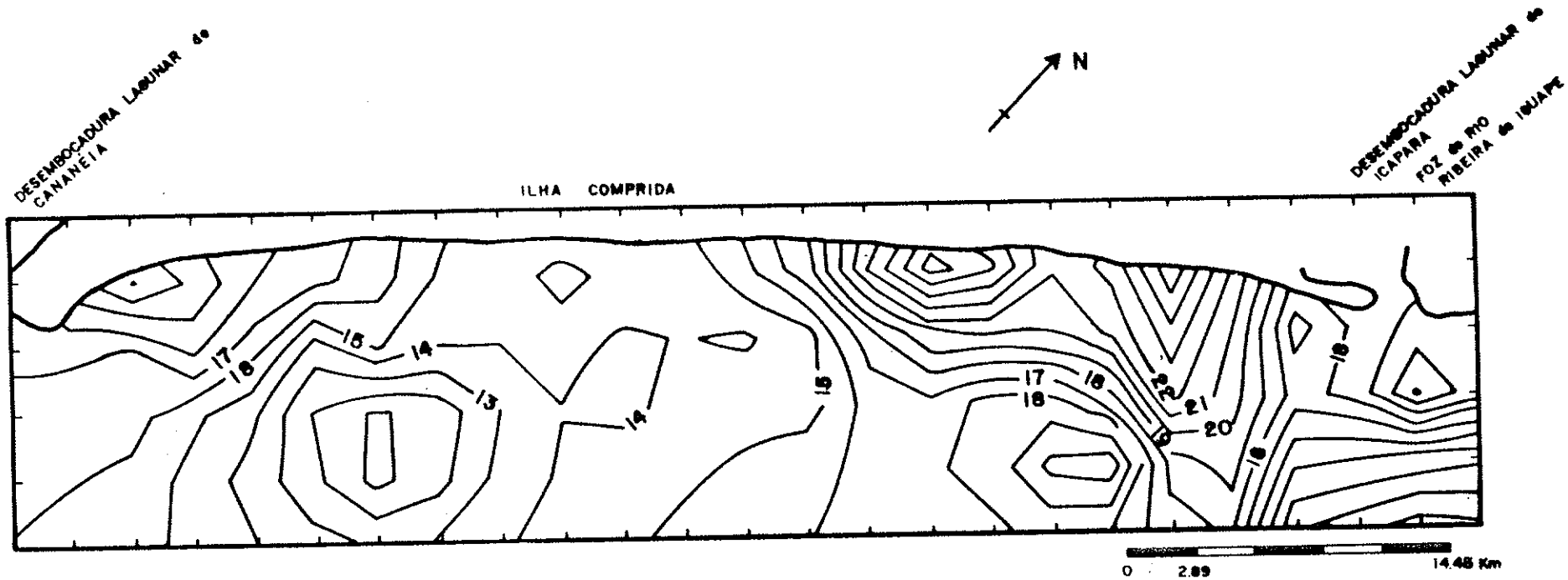


Fig. 21 - Mapa de isovalores da freqüência de hornblenda, na fração areia fina, na zona de arrebentação.



HORNBLENDA - FRAÇÃO AREIA MUITO FINA

Fig. 22 - Mapa de isovalores da freqüência média de hornblenda, na fração areia muito fina, na zona de arrebentação.

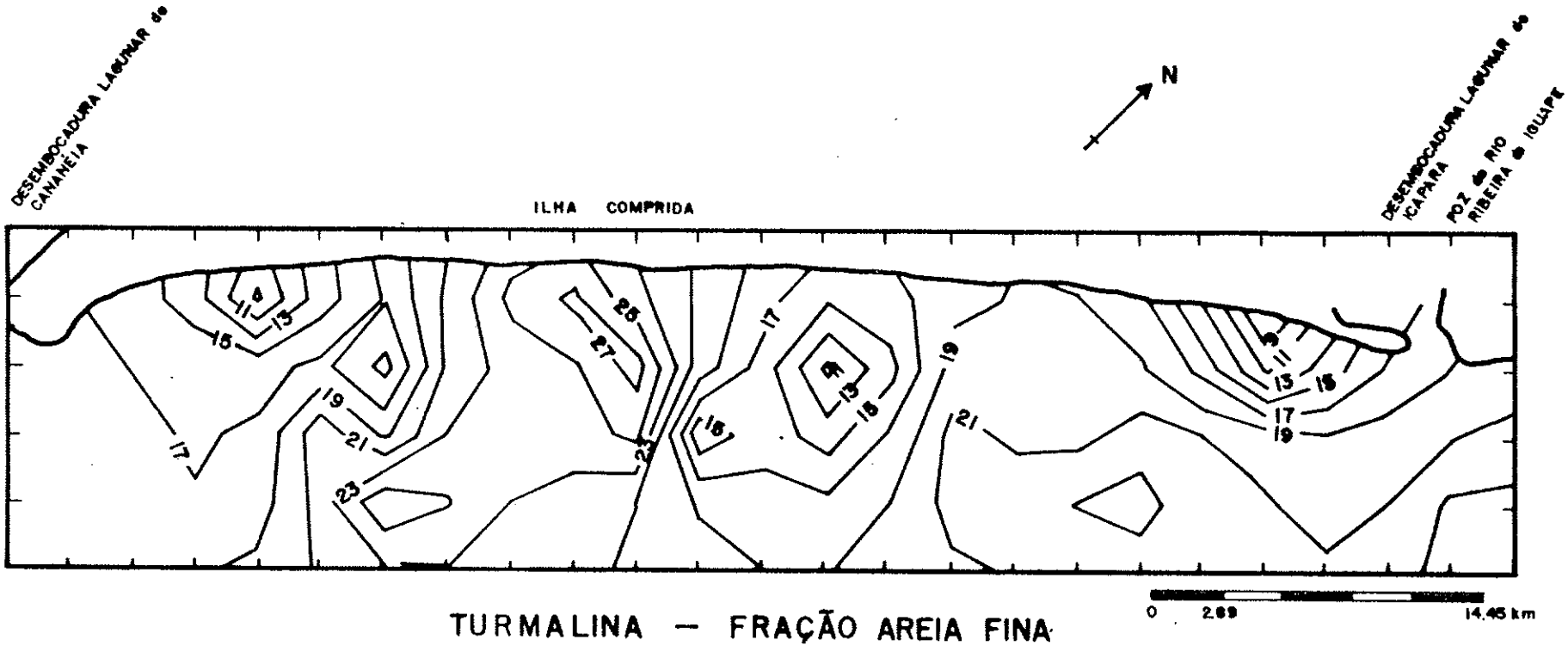


Fig. 23 - Mapa de isovalores da freqüência média da turmalina, na fração areia fina, na zona de arrebentação.

tendências opostas, detectadas nas porções SW e NE da figura, caracterizada por uma área com altos valores a oeste da porção central e uma área correspondente com valores menores situadas a leste.

Para a distribuição do zircão, o mapa de isovalores da fração grossa (fig. 24), apresenta dois centros de altas concentrações, localizados nas porções central e sudoeste da figura. No rumo NE da figura, ocorre uma sensível diminuição dos valores de freqüência do zircão.

Na figura referente à fração areia muito fina (fig. 25), o centro de altos valores situados a SW da figura apresenta-se bem destacado enquanto que, rumo a NE, há uma diminuição progressiva das porcentagens de zircão até as proximidades da desembocadura lagunar de Icapara onde, a partir da isóbata aproximada de oito metros, ocorre uma tendência à elevação dessas porcentagens rumo ao oceano.

Portanto, considerando-se apenas as tendências observadas na zona de arrebentação é lícito supor que os minerais pesados mais estáveis tenham os seus centros de propagação localizados a SW da área de estudo, enquanto a hornblenda acha-se diretamente vinculada à área de influência da desembocadura lagunar de Icapara e foz do rio Ribeira de Iguape, situadas a NE da área.

Quando verificados os mapas de isovalores para a plataforma rasa estas tendências se confirmam, em especial as vinculadas aos minerais mais estáveis, turmalina e zircão. Para a mineralização podem ser verificadas ocorrências de altas porcentagens, principalmente na fração areia muito fina onde o mineral é mais freqüente, localizadas a SW da área entre as isóbatas de 10 a 20 metros (fig. 26). Para a turmalina, igual tendência foi verificada, sendo nítida a concentração de altos valores entre a porção central da Ilha Comprida e a porção SW da área, com as maiores concentrações também localizadas entre as isóbatas de 10 a 20 metros (fig. 27).

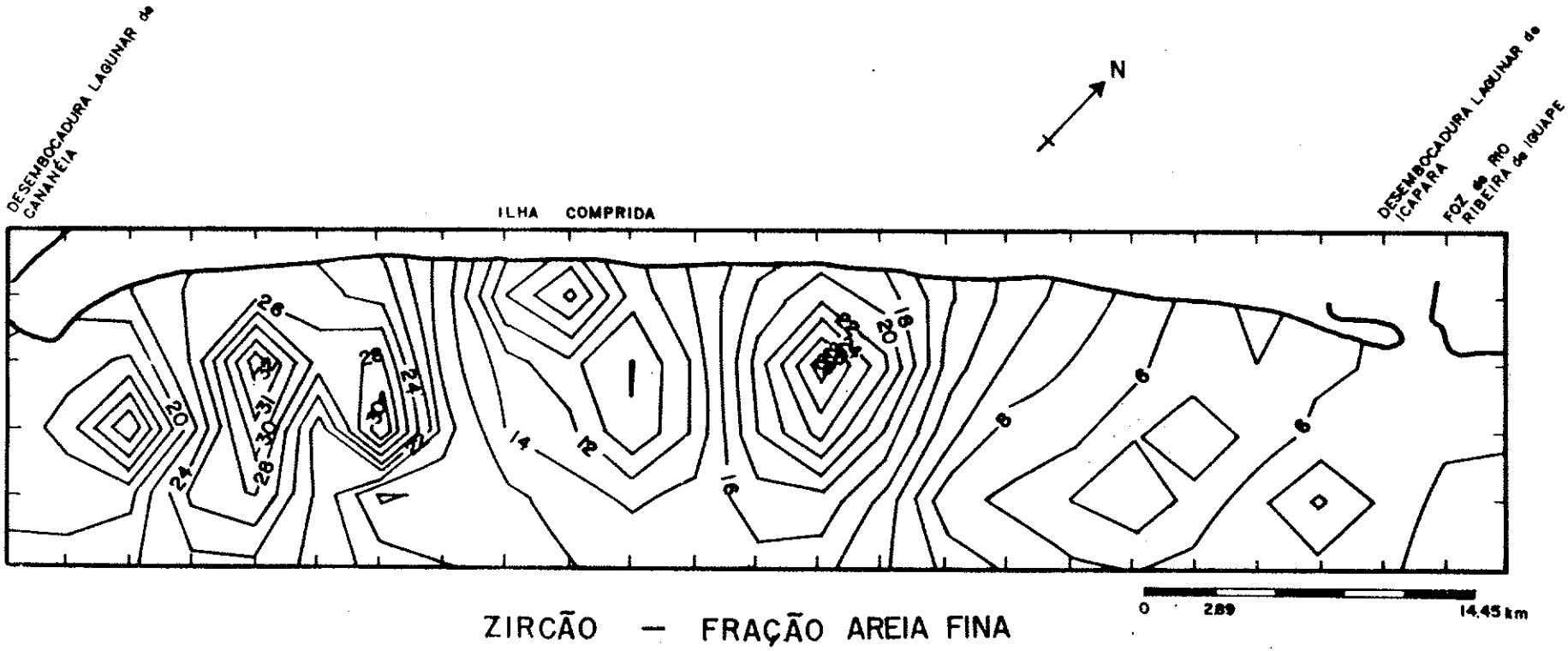


Fig. 24 - Mapa de isovalores de freqüência média do zircão, na fração areia fina, na zona de arrebentação.

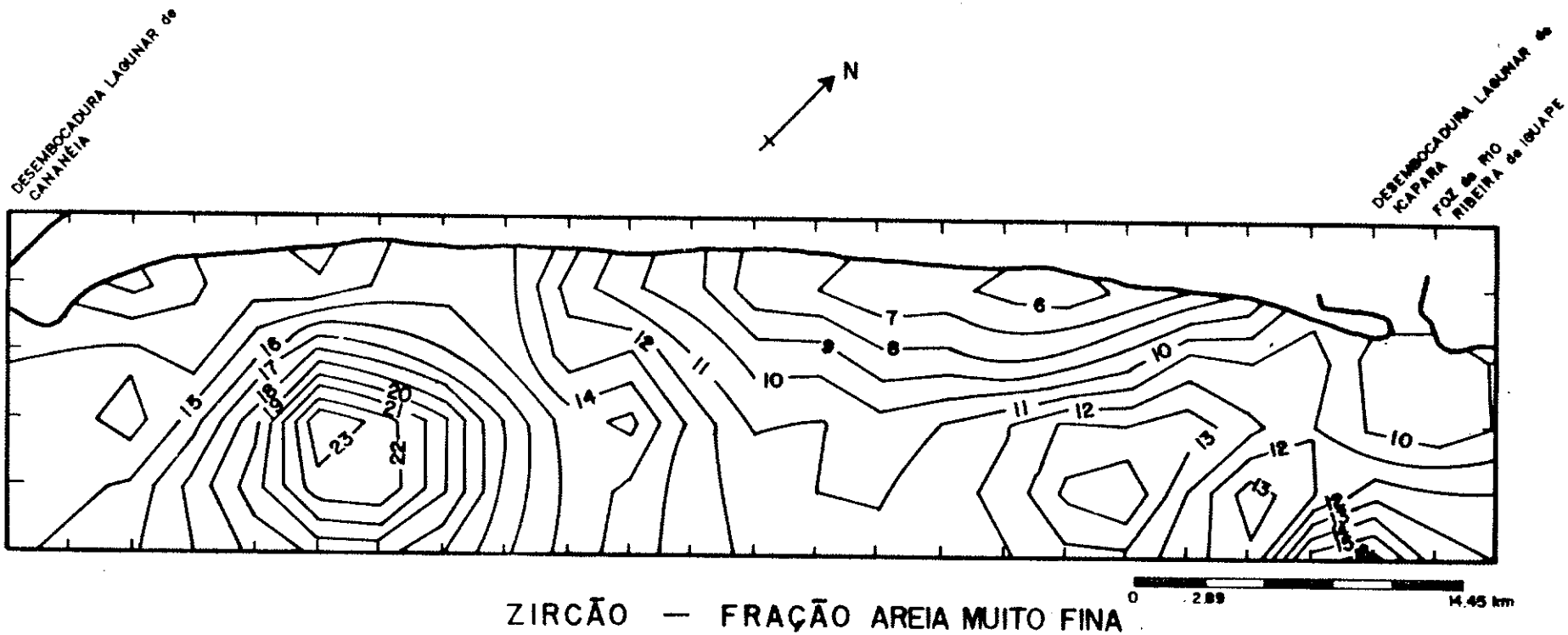


Fig. 25 - Mapa de isovalores da freqüência média do zircão, na fração areia muito fina, na zona de arrebentação.

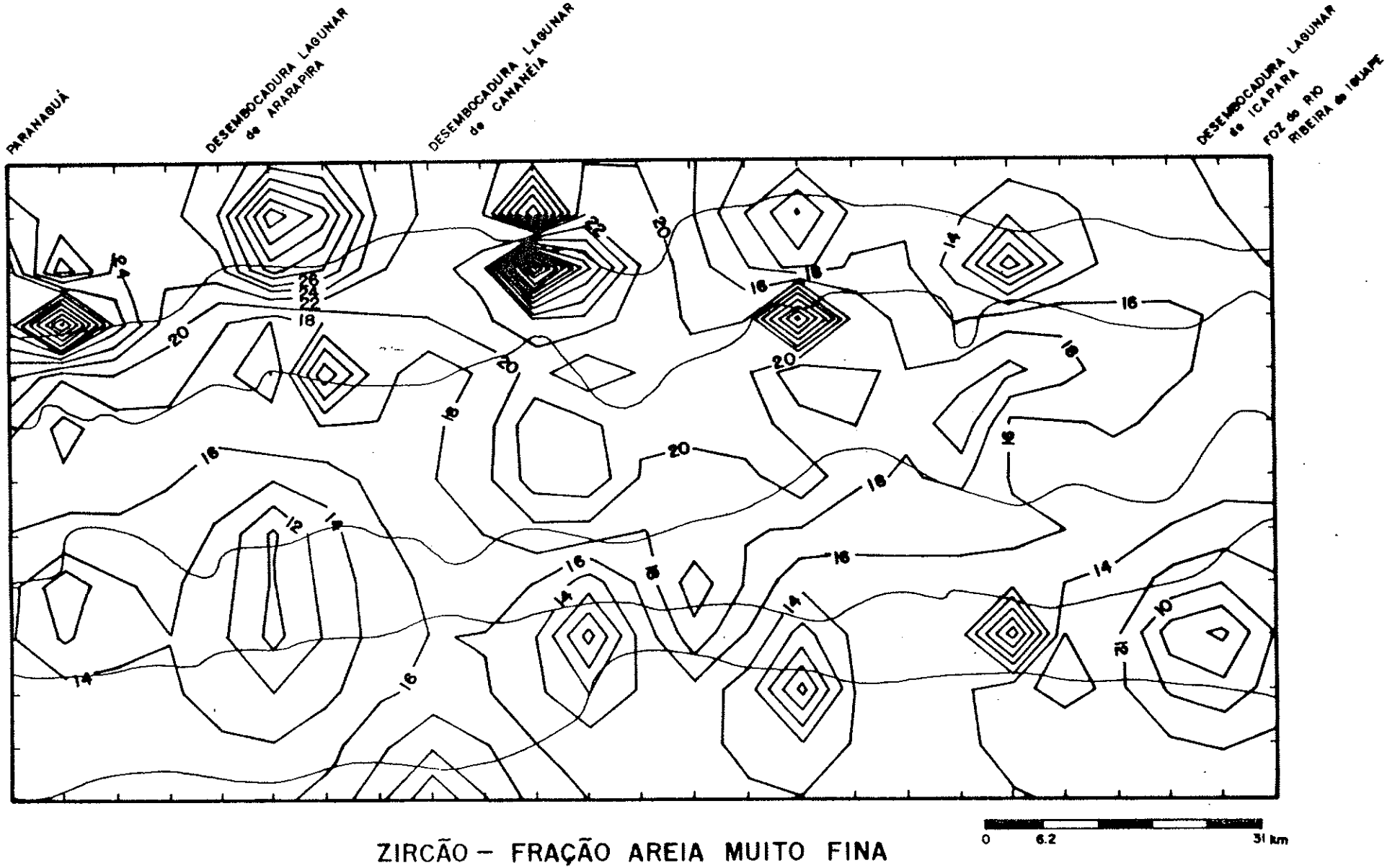


Fig. 26 - Mapa de isovalores da porcentagem de zircão na fração areia muito fina da plataforma rasa.

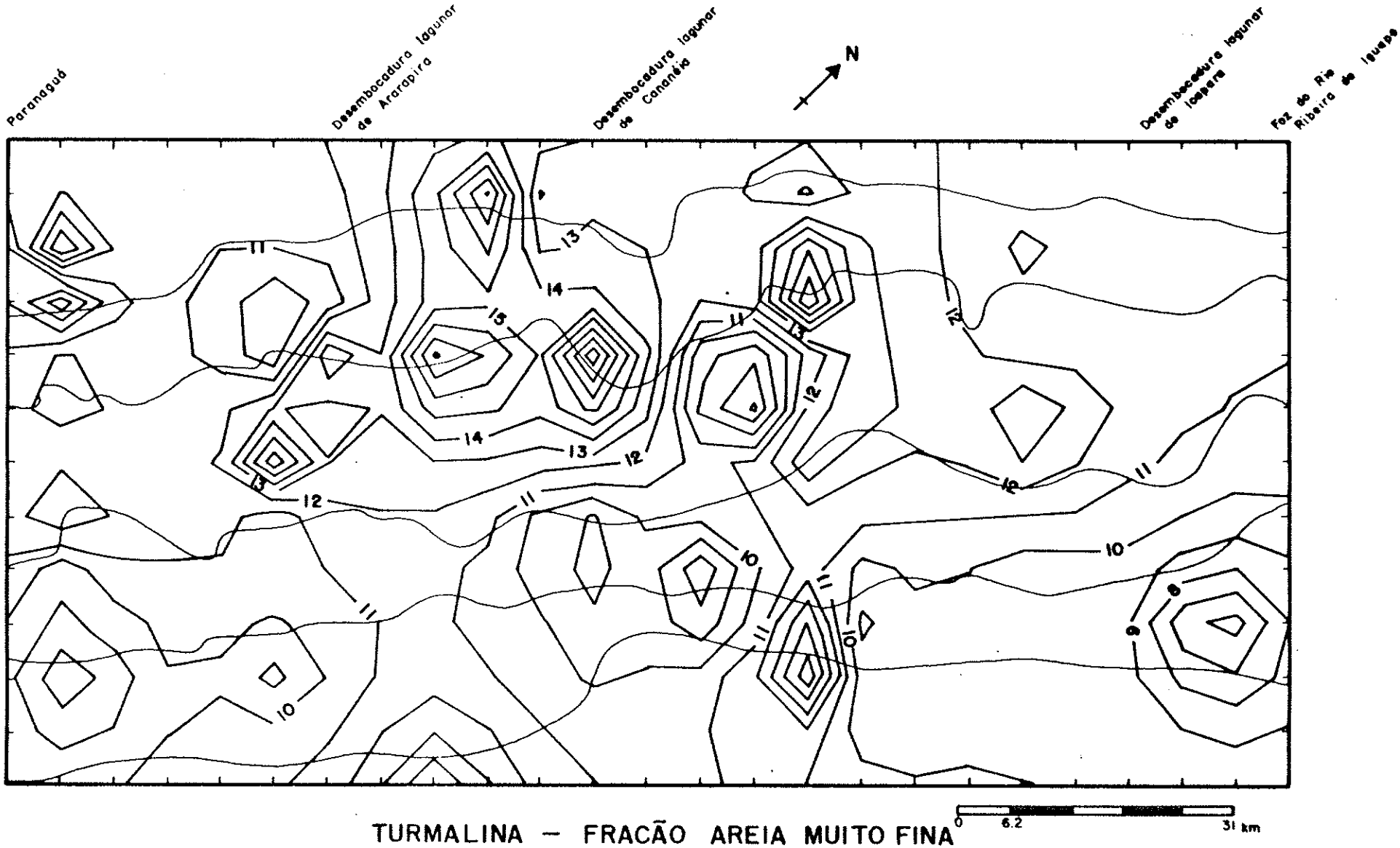


Fig. 27 - Mapa de isovalores da frequência média da turmalina, na fração areia muito fina, na plataforma rasa.

2.2.4.7 - Maturidade mineralógica

Em todas as unidades estudadas, a diversidade mineralógica apresentou-se alta, em ambas as frações granulométricas.

Para a fração areia fina, a Formação Cananéia apresenta de 6 a 11 espécies, os cordões litorâneos da Ilha Comprida de 7 a 10, a faixa intermarés de 8 a 14, a zona de arrebentação de 8 a 13 e a plataforma rasa de 6 a 13 espécies minerais com freqüência porcentual superior a 1%.

Na fração areia muito fina, a Formação Cananéia apresenta de 5 a 12 espécies minerais, os cordões holocênicos de 8 a 10, a faixa intermarés de 7 a 11, a zona de arrebentação de 7 a 13 e a plataforma rasa 7 a 12.

Com freqüências médias para o número de espécies mineralógicas temos em ambas as frações, para todas as unidades estudadas, valores ao redor de 9 espécies com desvio padrão próximo de 1. Esta diversidade em espécies mineralógicas evidencia a relativa imaturidade dos sedimentos quaternários do litoral sul paulista.

O índice de estabilidade ZTR apresenta valores decrescentes a partir dos sedimentos pleistocênicos da Formação Cananéia para sedimentos mais recentes. A Formação Cananéia apresenta um valor médio para o ZTR da fração areia fina de 67,6 e desvio padrão de 7,7 e para a fração areia muito fina de 58,9 com desvio padrão de 17,7.

Por outro lado, os cordões litorâneos da Ilha Comprida apresentam uma queda no valor do ZTR, para 44,3 com desvio padrão de 3,3 na fração areia fina e 47,6 com desvio padrão de 1,4 na fração areia muito fina.

Com relação às freqüências de minerais instáveis e estáveis observa-se, na Formação Cananéia, um predomínio de minerais estáveis na fração areia fina (80%). Na fração areia muito fina a classe de abundância que equivale a freqüências iguais de minerais instáveis e estáveis apresenta uma porcentagem de ocorrência de 37,5 enquanto que a classe de abundância de minerais estáveis contribui com 50% da porcentagem total da assembléia de minerais pesados.

Para os cordões litorâneos, na fração areia fina, verificam-se freqüências iguais entre os minerais estáveis e instáveis com porcentagens de 90% para a fração mais grosseira e 100% na fração arenosa mais fina.

A faixa intermarés apresenta um índice ZTR médio de 42,56 com desvio padrão de 17,14, estando 80% de seus valores compreendidos entre abundância de minerais instáveis (40%) e de freqüências iguais (40%).

O índice da fração areia muito fina, na faixa intermarés, é de 53,48 com desvio padrão de 7,15 e com 80% dos resultados refletindo freqüências de classes iguais, entre minerais estáveis e instáveis, com uma leve tendência (20%), para a ocorrência de abundância de minerais estáveis.

Com relação ao índice ZTR, verifica-se uma diminuição da ocorrência dos minerais estáveis a partir da porção sul da Ilha Comprida em direção a desembocadura lagunar de Icapara. Esta tendência, bem nítida na fração areia fina, é mascarada em parte na fração areia muito fina pela alta incidência do mineral zircão.

Esta diminuição dos valores de ZTR é atribuível exclusivamente ao enriquecimento das amostras em minerais instáveis, significando portanto índice de imaturidade maior para os sedimentos localizados mais a NE da área de estudo.

Na zona de arrebentação e plataforma rasa os valores de índice ZTR são bem inferiores aos observados na área emersa, tendo o mais alto valor de ZTR para a área submersa sido registrado para a fração areia fina, da zona de arrebentação, com 36,2 e desvio padrão 12,2 e abundância de minerais instáveis em 62,5% das amostras analisadas.

Quando analisada a distribuição espacial dos índices ZTR, ao longo da zona de arrebentação e plataforma rasa é possível identificar a mesma tendência já observada ao longo da faixa intermarés da Ilha Comprida, ou seja, a ocorrência de maiores concentrações de minerais estáveis e ultraestáveis entre as regiões central da Ilha Comprida e as proximidades da desembocadura lagunar de Cananéia.

Para a zona de arrebentação esta tendência é mais nítida no intervalo areia muito fina (fig. 28), em razão dos altos teores dos minerais rutilo e zircão que se concentram em maior quantidade neste intervalo granulométrico.

Para a fração areia fina, observa-se uma pequena concentração de minerais estáveis, maiores valores de ZTR próximo à desembocadura lagunar de Icapara, porém ainda assim em quantidades bem inferiores as observadas ao sul da Ilha Comprida.

Outro fato que se repete é o da tendência ao aumento de ZTR em direção ao centro da Ilha Comprida a partir de NE onde esta tendência decrescente vai conflitar com uma tendência oposta proveniente da região mais a SW (fig. 29).

Para a plataforma rasa são observadas as mesmas tendências identificadas na zona de arrebentação, entretanto os altos índices estão restritos aproximadamente às isóbatas de 25 a 30 metros, a partir das quais, rumo ao oceano, a concentração de minerais estáveis volta a diminuir (figs. 30 e 31).

2.2.4.8 - Minerais pesados opacos

Para a caracterização mineralógica dos minerais pesados opacos, obtidos após a separação dos minerais fortemente magnéticos atraídos pelo imã de mão e da separação isodinâmica, foi utilizada a difratometria de raio-X, uma vez que, os métodos ópticos convencionais em microscopia de luz transmitida não se prestam à identificação deste grupo de minerais.

Nesta determinação mineralógica foram analisadas 3 amostras da Formação Cananéia, 7 da faixa intermarés e 9 das zonas de arrebentação e plataforma rasa.

Em todas essas amostras foi identificado apenas o mineral ilmenita, com presença pouco importante de rutilo, nos sedimentos da faixa intermarés e da zona de arrebentação.

2.2.4.9 - Áreas fonte

Estudos de minerais pesados, na tentativa de caracterização das fontes primárias dos sedimentos da planície cos

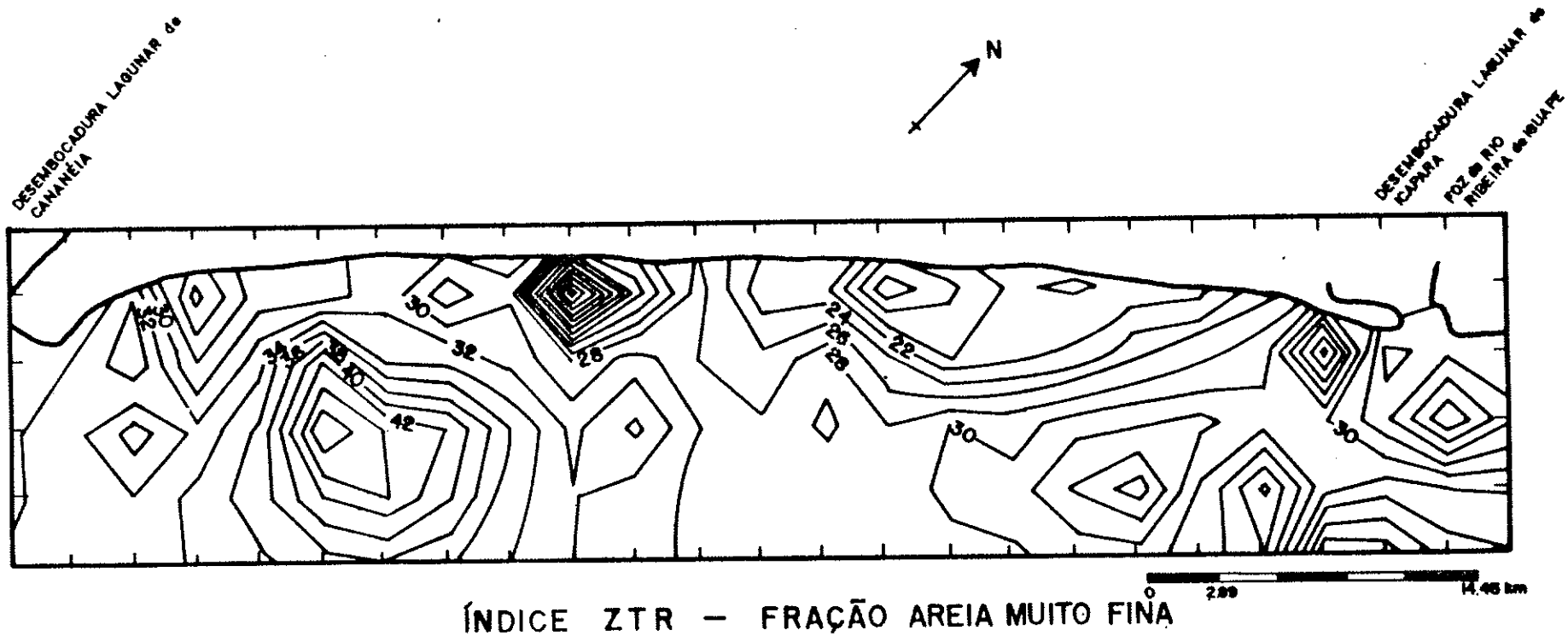


Fig. 28 - Mapa de isovalores do índice ZTR (Hubert, 1962), na fração areia muito fina, na zona de arrebentação.

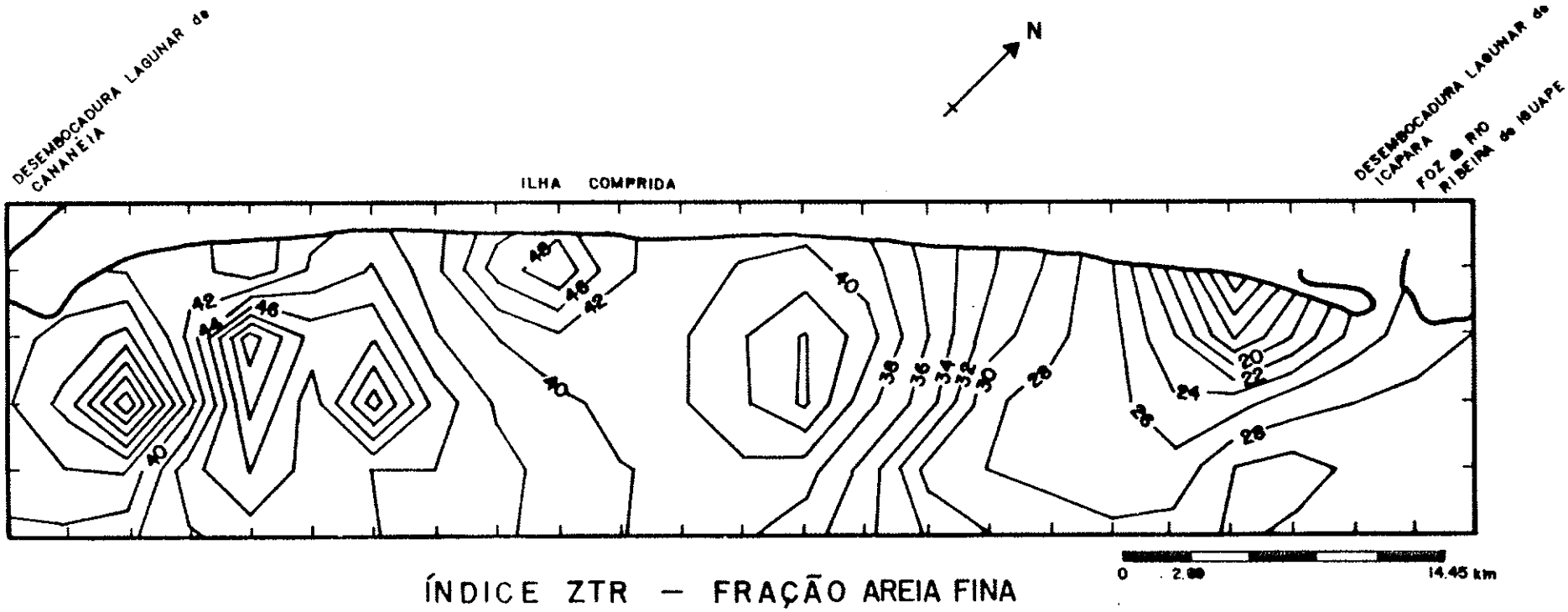


Fig. 29 - Mapa de isovalores do índice ZTR (Hubert, 1962), na fração areia fina, na zona de arrebentação.

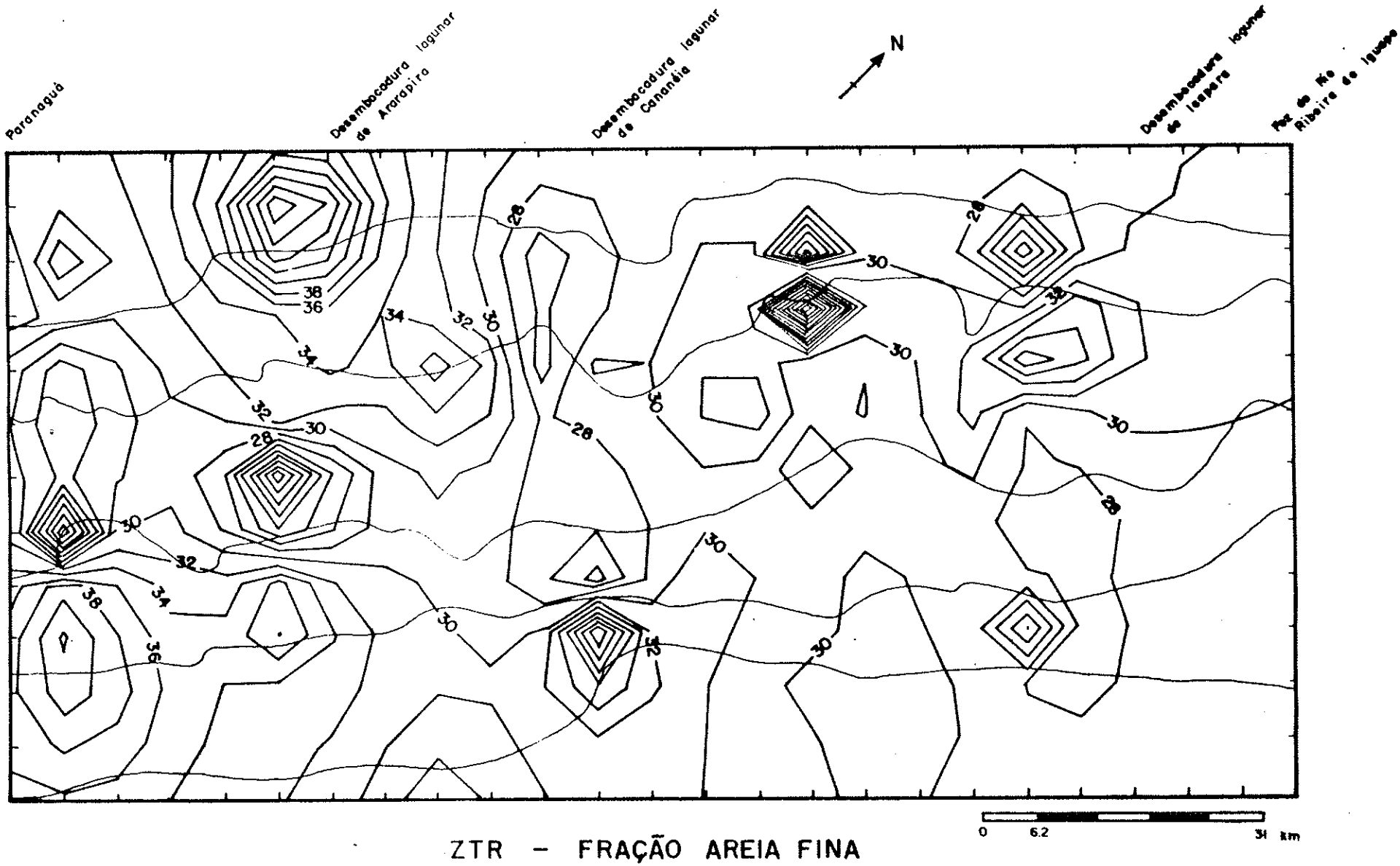


Fig. 30 - Mapa de isovalores do índice ZTR (Hubert, 1962), na fração areia fina, na plataforma rasa.

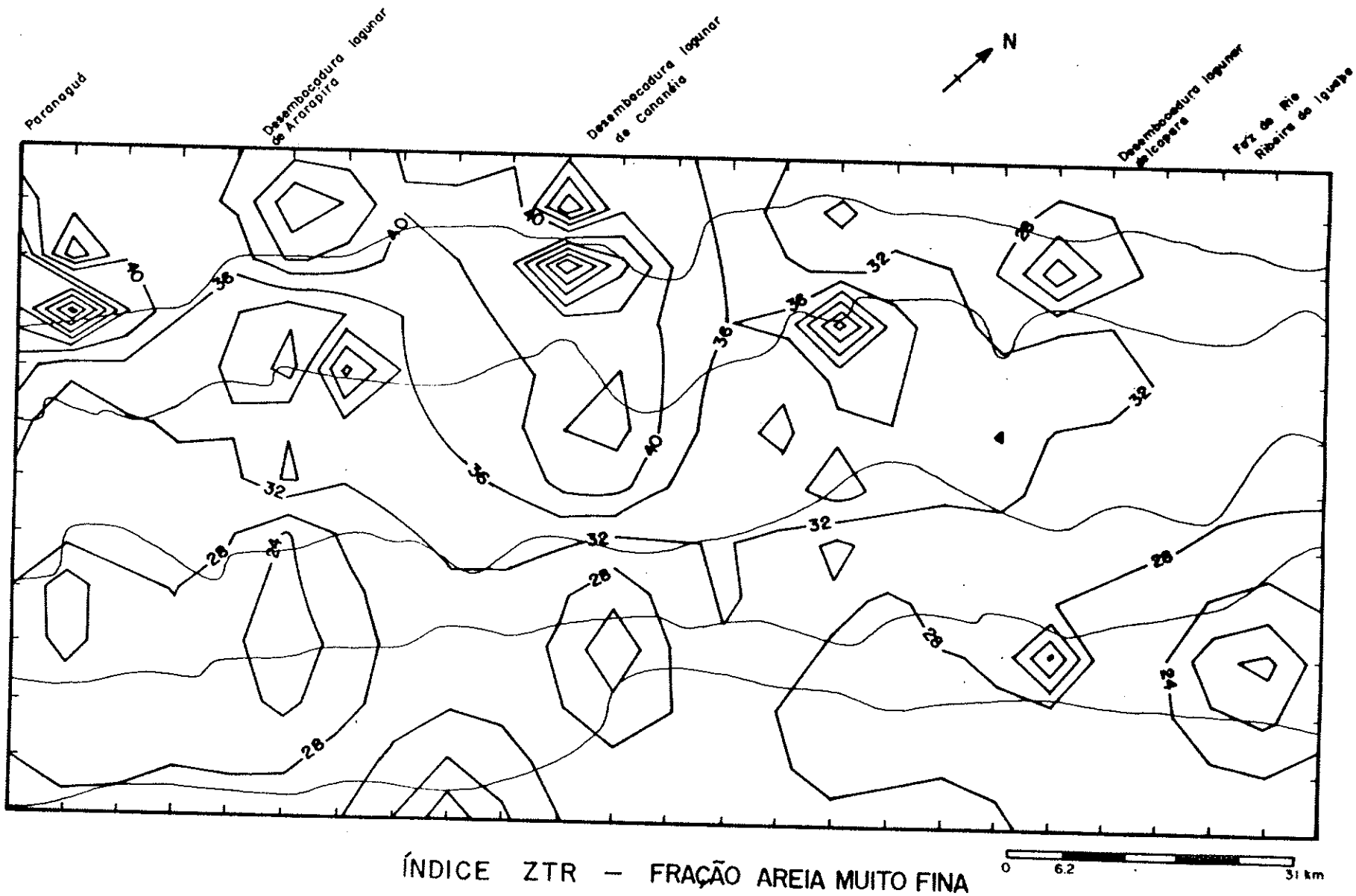


Fig. 31 – Mapa de isovalores do índice ZTR (Hubert, 1962), na fração areia muito fina, na plataforma rasa.

teira de Cananéia-Iguape, já foram realizados por diferentes autores (Petri & Suguio, 1973; Barcelos, 1975).

Petri & Suguio (op. cit.), a partir da assembléia de minerais pesados detectados nos sedimentos quaternários das ilhas Comprida, Cananéia e Iguape, concluiram ser essa assembléia coincidente com a associação de minerais acessórios reconhecida por estes autores (Petri & Suguio, 1969), em metassedimentos pré-cambrianos do Grupo Açunguí.

Barcelos (1975) identificou também como fonte primária dos sedimentos dos diversos ambientes deposicionais da Ilha Comprida, os metassedimentos do Grupo Açunguí, de onde teriam sido derivados cianita, estaurolita e sillimanita, e os gnaisses, migmatitos e os granitos do Complexo Cristalino, que seriam a fonte principal de turmalina, hornblenda, epídoto, zircão, rutilo, titanita, hiperstênio, monazita e apatita.

Analisando-se as prováveis origens dos dez minerais mais freqüentes (andaluzita, cianita, epídoto, estaurolita, granada, hornblenda, rutilo, sillimanita, turmalina e zircão), em todas as unidades estudadas, bem como suas características principais, verifica-se que a presença de turmalinas prismáticas ricas em inclusões, em especial na porção SW da área, juntamente com estaurolitas, cianitas, sillimanitas, granadas e andaluzitas indicam uma origem ligada a rochas metamórficas de médio a alto grau de metamorfismo.

Um aumento das freqüências de estaurolita e granada, nas proximidades da foz atual do rio Ribeira de Iguape e da desembocadura lagunar de Icapara, sugere ser a drenagem atual a principal fornecedora desses minerais, proveniente das rochas metamórficas, especialmente as granadas, que são provenientes de gnaisses e migmatitos homogêneos.

Por outro lado, o rutilo também seria carreado para a região costeira pelos sistemas de drenagem dos rios de serra que desaguam nos canais lagunares e da bacia de drenagem do rio Ribeira de Iguape, a partir de rochas metamórficas de alto grau, em especial dos biotita e sillimanita gnaisses, onde este mineral é abundante. Secundariamente, o rutilo poderia ser derivado dos migmatitos.

A abundância de hornblenda possibilita identificar como fonte paleossomas anfibolíticos do complexo migmatítico, enquanto que pequenos corpos anfibolíticos encravados nos grupos Açunguí - São Roque poderiam contribuir secundariamente com este mineral.

A associação de hornblenda com hiperstênio, em especial nos sedimentos pleistocênicos da Formação Cananéia e na atual área emersa, reforça a hipótese já aventada sobre a origem provável da hornblenda e sugere ainda uma possível contribuição desses minerais a partir de corpos granulíticos, mais especificamente charnoquitos (hiperstênio - granulitos).

Desta forma, fica confirmada a importante contribuição dos metassedimentos do Grupo Açunguí, bem como de migmatitos, granitos e gnaisses do Complexo Cristalino como fontes pretérita e atual de sedimentos para a planície costeira sul paulista.

A bacia do rio Ribeira Iguape, que drena áreas de rochas pré-cambrianas do Vale do Ribeira, constitui a rota principal de aporte dos sedimentos continentais terrígenos a sistemas costeiros, evidenciada principalmente pelas elevadas concentrações de minerais instáveis nas proximidades de sua foz. Os demais canais fluviais desaguam no sistema lagunar localizado a retaguarda da Ilha Comprida, implicando com isso que sua carga sedimentar seja primeiramente aprisionada neste sistema. A remobilização desses sedimentos depende de algum mecanismo de transporte que possibilite o carreamento da assembléia de minerais pesados para o sistema de transporte litorâneo atual.

Por outro lado, a presença de turmalinas com crescimento secundário e de zircão róseo nos sedimentos da Formação Cananéia e da atual área submersa nos dão conta de que, rochas metamórficas de baixo grau (fácies xisto verde) atuaram como fonte de sedimentos em épocas pretéritas. Segundo Yamamoto et al. (1977), as turmalinas com crescimento secundário são típicas de processos de baixo grau de metamorfismo e não oriundas de processos diagenéticos como admitiam autores anteriores.

A maior concentração destes minerais nas porções SW da área indica que a fonte destes minerais deve estar li

gada aos sistemas de drenagem independentes do rio Ribeira de Iguape e que desaguam na porção mais a SW da região lagunar.

A maior efetividade desta fonte localizada a SW deve ter ocorrido durante o período de deposição da Formação Cananéia, Pleistoceno, uma vez que, nos sedimentos atuais das áreas submersas as turmalinas, com crescimento secundário, apresentam sua parte neoformada, (contorno externo), arredondada da mesma maneira que os grãos de zircões róseos, o que não ocorre nos sedimentos pleistocênicos.

Por outro lado, de acordo com Coimbra (1983), o zircão arredondado róseo poderia ser originário de metassedimentos, contrariando o fato de serem estes minerais apresentados na literatura como indicadores exclusivos de derivação direta de rochas ígneas.

De modo diverso, a presença de grandes porcentagens de zircões e turmalinas (inclusive azulada) bem arredondadas, sugere a ocorrência de sedimentos pré-existentes atuando como fonte.

A perowskita, detectada ao longo de toda a faixa costeira sul e principalmente com formas subarredondadas a arredondadas na faixa intermarés da Ilha Comprida, vem de encontro à idéia da existência de sedimentos pré-existentes atuando como fonte.

Segundo informação verbal do Dr. Moacyr V. Coutinho, as características do mineral perowskita da faixa costeira sul paulista, em muito se assemelham às características deste mineral encontrado no litoral paranaense, o que poderia indicar um transporte deste mineral, ao longo da costa entre estes dois segmentos do litoral brasileiro.

Finalmente, as andaluzitas, cianitas e sillimanitas que, segundo Giannini (1987), poderiam ser derivadas de migmatitos homogêneos e as sillimanitas originárias de gnaisses e granulitos, parecem muito mais vinculadas, em função de sua distribuição espacial na faixa intermarés e na plataforma rasa aos sedimentos reliquiares da plataforma continental. De acordo com Kowsmann & Costa, (1979), estes três minerais estão presen-

tes entre os pesados que definem a província mineralógica sul brasileira localizada entre a Ilha Grande (RJ) e a lagoa dos Patos (RS).

Portanto, claro está que durante todo o ciclo erosivo/deposicional quaternário, atuante na planície costeira sul paulista, o complexo serrano à retaguarda da planície, bem como os sedimentos de fundo da plataforma continental, vêm atuando como fonte de suprimento de sedimentos para a região praial.

A importância de cada uma destas duas fontes deve ter mudado, ao longo do tempo geológico, em função da maior ou menor efetividade de ação dos sistemas fluviais continentais em oposição ao sistema marinho, durante os eventos de oscilação do nível do mar quaternário.

2.2.4.10 - Conclusões parciais

A cobertura sedimentar aflorante na Planície de Cananéia-Iguape foi subdividida por Suguio & Martin (1978a) em três grandes unidades arenosas, associadas aos eventos transgressivos/regressivos de idade quaternária e dispostas como faixas paralelas à linha de costa atual. A mais antiga, de idade pleistocênica, depositada no evento regressivo posterior ao auge transgressivo de 120.000 anos A.P., foi denominada de Formação Cananéia. A segunda fase, formada na fase posterior ao auge transgressivo holocênico de 5.500 A.P., denominada informalmente de Formação Santos encontra-se depositada paralelamente à seqüência arenosa depositada nos últimos 3.000 anos, correspondendo, segundo os autores, à unidade praial recente.

Para fins deste estudo esta unidade mais recente foi subdividida em duas sub-unidades, faixa intermarés e zona de arrebentação. A este conjunto litoestratigráfico foi acrescida uma quarta, denominada informalmente de plataforma rasa, cuja cobertura sedimentar também está associada aos eventos transgressivos/regressivos quaternários (Kowsmann & Costa, 1979; Vicalvi, 1977).

A caracterização textural dessas unidades demonstra a existência de grande similiaridade entre elas sendo constituídas por areias finas e muito finas, em porcentagens superiores a 80%.

Na área submersa identifica-se, ao longo dos perfís amostrados, uma tendência de diminuição dos valores dos diâmetros médios das amostras até aproximadamente as isóbatas de 25 a 30 metros, onde então passam a prevalecer valores de diâmetro médio situados entre 2,5 e 3,5 Ø.

Verifica-se ainda maior concentração de sedimentos com valores mais elevados de diâmetro médio, porcentagem de argila e número de classes texturais nas proximidades das desembocaduras lagunares de Cananéia e Icapara, ladeadas todas por faixas de sedimentos arenosos, localizadas preferencialmente entre as isóbatas de 10 e 30 metros, apresentando maior grau de retrabalhamento nas frações grosseiras (areia média e grossa).

Na área emersa, os sedimentos pleistocênicos apresentam maior arredondamento na fração areia fina e uma tendência para incremento desse grau de arredondamento de SW para NE. Nos sedimentos holocênicos da Ilha Comprida esta tendência é oposta apresentando maior grau de arredondamento na fração areia muito fina e tendência para diminuição deste índice entre a porção média da Ilha Comprida e a desembocadura lagunar de Icapara.

Para a área submersa, o grau de arredondamento é sempre inferior ao observado para área emersa e mais elevado na fração areia fina do que nas outras frações estudados.

A feição topográfica localizada na área submersa, aproximadamente na porção central da Ilha Comprida, e que seria uma resposta geomorfológica a este mecanismo de transporte orientado no rumo do oceano, tem sua presença bem evidenciada apenas até as isóbatas de 20 e 25 metros. A partir dessas isóbatas sua definição é imprecisa no relevo de fundo, o que pode significar uma perda de competência do agente transportador.

Esta faixa marinha, localizada nas proximidades dessas isóbatas, representam a área de transição entre os conjuntos de sedimentos melhor selecionados e maturos, do conjunto de sedimentos relíctos associados atualmente aos sedimentos pelíticos de origem continental, depositados a maiores profundidades na plataforma continental sul paulista.

Quando se compara os sedimentos de fundo da área submersa com a feição topográfica de deslocamento das curvas batimétricas localizadas nas proximidades da região central da Ilha Comprida verifica-se que, a SW desta feição são detectados os sedimentos com o maior grau de arredondamento da área submersa e que a NE desta feição este grau tende a um decréscimo rumo a desembocadura lagunar de Icapara e foz do rio Ribeira de Iguape.

Analisando-se principalmente a distribuição e a provável origem do grupo dos dez minerais pesados mais freqüentes em todas as faixas litorâneas da planície sul, é possível identificar-se um padrão de distribuição atual deste conjunto de sedimentos.

As maiores concentrações de minerais pesados estão localizadas nas porções SW e NE, próximos às desembocaduras lagunares de Cananéia e Icapara, com tendência para a ocorrência dos minerais pesados mais estáveis na porção SW e dos mais instável na área localizada mais a NE.

Com relação às concentrações dos minerais estáveis também é nítida a tendência para um incremento dos valores do índice ZTR entre a foz do rio Ribeira de Iguape e a porção central da Ilha Comprida. Em oposição a esta tendência de incremento observa-se um decréscimo dos valores de ZTR proveniente da área de inflüência da desembocadura lagunar de Cananéia em direção a porção central da Ilha Comprida.

Os concentrados de minerais pesados permitem também a identificação de duas fontes atuais importantes de sedimentos para a área submersa, a primeira de origem continental, ligada ao rio Ribeira de Iguape que drena os metassedimentos do Grupo Açunguí, bem como os migmatitos, granitos e gnaisses do Complexo Cristalino, e a segunda vinculada a sedimentos retrabalhados da plataforma continental.

A distribuição atual destes sedimentos parece refletir não apenas a dualidade de fontes de suprimento de material, cuja importância relativa na composição de sedimentos do fundo atual é de difícil compreensão, mas também da existência de um mecanismo de transporte litorâneo, paralelo à linha de costa atual, composto por dois ramos de transporte, com sentidos opostos entre si, e uma terceira componente orientada no rumo do oceano profundo.

3. O TRANSPORTE LITORÂNEO

3.1 - Introdução

O transporte de sedimentos arenosos de fundo em ambientes marinhos rasos resulta sempre da interação de diferentes agentes, sendo os principais, as ondas, as correntes de diferentes origens e os ventos locais (Inman & Shepard, 1963).

O conjunto de partículas que constitui a carga de fundo, tanto de origem terrígena como biogênica, é transportado e sedimentado. Feições deposicionais, tais como praias, barras, ilhas-barreiras, refletem a origem e os mecanismos de transporte a que estiveram submetidos esses sedimentos.

Estudos sistemáticos de circulação costeira foram iniciados no Instituto Scripps (E.U.A.) a partir da Segunda Guerra Mundial. Munk & Taylor (1945, apud Shepard & Inman, 1950) desenvolveram um modelo de estimativa de velocidade de correntes ao longo da costa, para sistemas de ondas incidentes em praias retilíneas e de isóbatas paralelas. Este trabalho constituiu a base para os estudos posteriores de transporte de sedimentos em ambiente marinho raso, denominado Sistema de Circulação Costeira por Shepard & Inman (op. cit.).

Este Sistema tem, segundo Shepard & Inman (op. cit.), características de "células" de grandes dimensões consistindo seus limites laterais os pontos geradores de correntes de retorno ("rip currents"), entre os quais se desenvolvem correntes de deriva litorânea, geralmente de sentidos opostos.

A intensificação da múltipla exploração de áreas litorâneas, em especial em países de grande desenvolvimento tecnológico, tem originado um crescente interesse de pesquisadores pelos mecanismos de transporte de sedimentos arenosos de fundo em regiões marinhas rasas.

Este interesse tem se traduzido, não apenas na tentativa de caracterização dos princípios físicos teóricos que regem este transporte (Shepard & Inman, op. cit., Simons et al. 1965; Allen, 1968; Komar, 1976; Stanley & Swift, 1976, etc), como também pelas tentativas de previsão das alterações na dinâmica litorânea causadas pela ação antrópica.

Em regiões litorâneas brasileiras, a ausência de medições sistemáticas de parâmetros hidrodinâmicos, em especial de corrente de fundo e ondas, tem dificultado o estabelecimento de modelos de circulação litorânea para diferentes segmentos de costa e conseqüêntemente o conhecimento sobre a movimentação de sedimentos de fundo.

Entretanto, alguns trabalhos tem procurado estimar, mesmo a partir de dados esparsos de parâmetros oceanográficos e meteorológicos, direções e volumes de sedimentos transportados ao longo de segmentos restritos do litoral brasileiro (Motta, 1965; Geobrás, 1966; Muehe & Sueharov, 1981).

As deficiências tornam-se mais acentuadas quando das tentativas de aplicação das inúmeras equações de cálculos de volumes de sedimentos transportados (Einstein, 1950; Yalin, 1963; Bagnold, 1963; Madsen & Grant, 1976; Gadd et al., 1978; apud Pattiaratchi & Collins, 1985) em áreas que sofrem a ação combinada de ondas e correntes de diversas origens (Motta, op. cit. e Muehe & Sucharov, op. cit.).

Por outro lado, outros trabalhos têm procurado obter informações sobre a ação de correntes em regiões litorâneas através de análises comparativas de imagens de satélite, conjuntos de fotos aéreas e documentos cartográficos, bem como através da interpretação de registros em feições arenosas emersas do tipo alinhamento de cordões litorâneos (Sadowsky, 1952, 1954; Petri & Suguio, 1971b; CTH, 1973; Ponçano, 1976; Godolphin, 1983; Martin et al., 1984, etc).

Desta forma, verifica-se que, devido à ausência quase total de dados hidrodinâmicos mais expressivos, necessários para a avaliação de volumes transportados, os estudos de formas sedimentares emersas e submersas adquirem grande importância na compreensão da sedimentação das regiões litorâneas do país.

Ainda assim, são de grande significado as avaliações dos parâmetros oceanográficos (ondas, correntes, marés, etc.) e meteorológicos (ventos, precipitação, etc.) sobre a dinâmica de transporte de sedimentos arenosos de fundo, de áreas

restritas, bem como as observações acerca das tendências existentes à construção ou destruição de feições arenosas litorâneas, mesmo que estas representem apenas um breve instante na evolução sedimentar de uma região marinha rasa.

3.2 - Parâmetros Oceanográficos

Os sistemas de ondas incidentes e as correntes de fundo, dentro do compartimento litorâneo onde ocorre a remobilização dos sedimentos junto ao fundo, constituiram-se nos dois principais parâmetros físicos abordados na área de estudo.

A ação dos ciclos de maré, sobre a circulação litorânea, e em especial sobre as correntes de fundo, não será considerada em virtude da escassez de informações existentes acerca de áreas não abrigadas, no litoral sul paulista.

Nas análises dos sistemas de ondas incidentes foram utilizados, além de dados coletados pelo I.O.USP, séries de dados coletados pela Missão Francesa, que se encontram disponíveis no relatório Geobrás (1966) e os dados coletados pelo Laboratório de Hidraúlica do Centro Tecnológico de Hidraúlica da USP (1973).

As medições de corrente (meia-água e fundo) foram realizadas, na primavera de 1984 durante a execução de três estações fixas de correntometria, localizadas nas porções central, sudoeste e nordeste da área estudada, além da utilização de dados coletados em outono de 1962.

3.2.1 - Ondas

No Brasil, de maneira geral, praticamente inexistem observações sistemáticas de longo período sobre o comportamento dos sistemas de ondas incidentes na costa.

Séries de longa duração (> 1 ano), vêm sendo obtidas apenas em regiões específicas da costa brasileira, onde a construção, ampliação ou mesmo manutenção de portos e canais de acesso têm sido necessárias.

Observações de longo período, acerca dos sistemas de ondas incidentes ao sul da foz do rio Ribeira do Iguape (SP), foram realizadas apenas pelo Laboratoire National D'Hidraulique - Chatou (apud Geobrás, op. cit.) e pelo laboratório de Hidraúlica (CTH-USP), durante as fases de pré-projeto da barra de acesso ao futuro porto de Cananéia (1968 - 1969).

3.2.1.1 - Resultados obtidos em levantamentos anteriores

Uma bóia de medição foi instalada pelo Laboratório de Hidraúlica no período compreendido entre 01/03/68 a 01/08/69, nas proximidadades da Ilha do Bom Abrigo (≃ 25°07'.8 S; 047°51'.2 W) para medições, três vezes ao dia, das características das ondas incidentes (CTH-USP - 1973).

Devido aos fenômenos de refração causados pela pouca profundidade do ponto de ancoragem da bóia, as observações acerca da altura e direção das ondas representam valores deformados com relação às características primárias dos sistemas de ondas em sua área de geração.

Porém, este fato não inviabiliza a utilização das observações acerca do quadrante de incidência (direção) dos sistemas de ondas; estes dados representam as informações mais significativas para os estudos da circulação litorânea, de fundo, no litoral sul paulista.

Outra série de levantamentos foi realizada pela missão de estudos hidrográficos do "Laboratoire Nationale D'Hydraulique" e pelo Departamento de Energia Elétrica (DAEE-SP) na Ilha Bom Abrigo, no período de 01 de setembro de 1955 a 31 de janeiro de 1959.

Os dados obtidos estão divulgados no relatório Geobrás (1966) e são representativos de duas medições diárias, realizadas para intervalos de tempo correspondentes à passagem de 20 ondas consecutivas, contadas quando do impacto das ondas junto aos rochedos que bordejam a ilha e na determinação visual de oito rumos possíveis de aproximação dessas ondulações.

Muito embora, essas observações resultem em imprecisões maiores, do que as obtidas pelo CTH, algumas de suas

conclusões gerais são relevantes para confrontação com os demais resultados obtidos, principalmente, quanto às características dos comprimentos de onda dos sistemas incidentes, visto que essas informações não foram obtidas pelo CTH-USP.

Pelo levantamento realizado entre 1968 e 1969 pode-se constatar que apenas ondas incidentes a partir dos rumos 75° NE e 20° SW foram observadas. Desse total 89,2% tiveram suas direções originadas do quadrante SE; 8,1% do NE e apenas 2,7% do quadrante SW.

Este fato foi verificado ao longo de todo o período de observações, conforme expresso no quadro resumo das direções de ondas (Tabela 42).

% / Período	NE 75° NE a 90° NE	SE 0° SE a 90° SE	SW 0° SW - 20° SW
1 01/03/68 a 31/08/68	6,3	88,8	4,9
2 01/09/68 a 28/02/69	13,2	85,9	0,9
3 01/03/69 a 01/08/69	3,7	93,7	2,6
Total	8,1	89,2	2,7

Tabela 42 - Porcentagens, por períodos de observações, das ondas incidentes na região da Ilha do Bom Abrigo - SP (relatório CTH - LH/USP, 1973)

As direções de aproximação mais freqüentes, compreendidas entre os rumos 60° SE e E, correspondem as ondas provenientes de áreas de geração situadas à leste do ponto de observação.

Subordinadamente foi observada uma maior incidência de ondas compreendidas entre os rumos 10° SE e 30° SE; correspondente à zonas de geração situadas a sul.

Uma análise das variações diárias das direções de propagação mostrou que, com exceção de um curto período de tempo (fins de outubro 68 a início de janeiro 69), onde as direções foram quase que exclusivamente de rumo E, não foram verificadas tendências de concentrações de direções de aproximação em meses determinados do ano.

As direções de propagação, observadas no intervalo 1955 - 1959, guardam relação com os resultados obtidos pelo CTH - USP, embora as diferenças de métodos de observação não permitam uma comparação numérica direta.

A predominância de incidência de ondas de direções S e E ainda é bem marcada no levantamento do DAEE-SP, muito embora em porcentagens inferiores às registradas no levantamento CTH - USP (Tabela 43).

	Ondas				Ventos locais	
direção	%	Período médio (s)	Comprimento médio de onda (m)	Amplitude máxima (m)	%	Velocidades médias (nós)
SSW a SSE S	26,3	8,6	116	1,30	19,1	7,6
SSE a ESE SE	36,7	8,8	122	0,80	47,8	6,0
ESE a ENE E	26,6	9,2	132	0,85	5,9	5,7
Outras Direções	10,4	-	-	-	27,2	-

Tabela 43 - Porcentagens de direção de propagação dos sistemas de ondas incidentes no litoral sul paulista e ventos locais (1955 - 1959, apud - Geobrás, 1966).

Instituto de Geociências BIBLIOTECA U.S.P.

Um dos resultados mais significativos deste estudo foi comparar as observações de ondas a medições dos ventos locais, ou seja, realizadas em uma estação litorânea próxima (Cananéia). Esta comparação permitiu concluir que os sistemas de propagação de ondas, no litoral sul, estão vinculados exclusivamente, a seus centros de geração em áreas oceânicas, independente das direções dos ventos locais.

Com relação ao período das ondas incidentes, o levantamento CTH-USP, permitiu reconhecer a ocorrência de valores compreendidos no intervalo de 3 a 30 s. Porém, em termos significativos de porcentagem de ocorrência, (> 5%), verifica-se apenas a presença de períodos situados no intervalo de 6 a 20 s com forte predominância para os períodos entre 9 e 11 s.

A distribuição dos períodos com relação às direções de aproximação das ondas é homogênea, não apresentando uma interdependência entre determinados períodos e direções de propagação.

Por outro lado, com relação às medições de altura de ondas, verificou-se que praticamente 90% dos valores obtidos situavam-se entre 0,5 e 2,0 m, estando 50% destes compreendidos no intervalo de 1,0 a 1,5 m e os outros 40% distribuídos igualmente nos intervalos 0,5 a 1,0 m e 1,5 a 2,0 m.

O intervalo 0,5 - 1,0 m mostrou ser predominante para direções a leste (60° SE - S) enquanto o predomínio para as maiores alturas (1,5 - 2,0 m) estão vinculadas às direções sul (S - 60° SE). Alturas de ondas com valores acima de 2,0 m sempre estavam vinculadas a trens de onda provenientes de direções a sul.

Com relação aos valores de comprimento de onda, à qual se vinculam as profundidades máximas de interação dos sistemas de ondas com o substrato marinho, o relatório CTH - USP (op. cit.), não faz nenhuma referência. Por outro lado o relatório Geobrás (op. cit.), fornece essas informações à partir de um artifício teórico. Os comprimentos de ondas foram calculados a partir dos valores dos períodos médios mensais através da expressão:

$$L = \frac{g}{2\pi} T^2 \simeq 1{,}56\ T^2 \qquad (1)$$

L = comprimento de onda (m)
g = aceleração da gravidade (m/s^2)
T = período médio mensal (s)

Os resultados obtidos indicaram comprimentos de onda mínimos ao redor de 110 m e máximos abaixo de 160 m, estando a média em torno de 125 m.

Porém, se esta expressão fosse aplicada para os períodos observados entre 1968 e 1969 teríamos como valor mínimo, para períodos significativos (> 5%), ≃ 56 m (6 s). Para os maiores períodos observados (20 s) o valor calculado seria de ≃ 624 m, o que sem dúvida representa um resultado bastante superior as observações obtidas de campo.

Os períodos mais freqüentes (9 - 11 s) correspon deriam à comprimentos de onda possivelmente mais reais (≃ 126 e 188 m).

Objetivando precisar melhor as informações acerca dos comprimentos de onda tentou-se obter esta componente através da observação de fotografias aéreas.

Das diversas séries de levantamentos aerofotogramétricos disponíveis para o litoral sul paulista foi utilizado neste trabalho, devido a sua boa definição de imagem, o realizado nos anos de 1979/80. Porém, devido ao limitado campo de observação das fotos, cujos pontos fotografados mais distantes da linha de costa situam-se aproximadamente na isóbata de 10 m e, dadas as distorções próprias deste tipo de levantamento, os comprimentos de onda (λ) obtidos, para o momento da obtenção da imagem, situam-se entre 80 e 100 m.

Estes conjuntos de valores de comprimento de onda possibilitam situar o início da interação entre os trens de onda incidentes e o fundo oceânico entre as isóbatas de 40 e 50 m ($\lambda/2$). Por analogia, na zona de arrebentação, ($\lambda/20$),

o transporte por deriva litorânea teria sua ação intensificada ao redor da isóbata de 5 m, profundidade essa superada pelas informações de campo.

O fenômeno mais importante detectado em fotografias aéreas, em especial nas obtidas no dia 17/12/80, na porção central da Ilha Comprida, foi a observação simultânea de dois sistemas principais de onda incidentes no litoral sul paulista, em especial os detectados nos levantamentos do CTH - USP (60° SE - E e 10° SE - 30° SE).

Esta coexistência de trens de onda distintos é importante na medida em que, durante os levantamentos prévios, devido às características técnicas das observações realizadas, apenas o sistema predominante podia ser detectado.

O sentido de deslocamento predominante, observado nas fotos do dia 17/12/80 (fig. 32), indica ondas provenientes do quadrante SSE (≃165°), que poderiam ser responsáveis pela geração de correntes de deriva litorânea dirigidas para NE. O segundo sistema, proveniente do quadrante ESE (≃ 108°) poderia, de maneira diversa, gerar correntes de sentido SW ao longo da costa.

3.2.1.2 - Levantamento do Instituto Oceanográfico da USP - (1984)

Simultaneamente às medições de correntes realizadas nas estações fixas de Paranaguá, Cananéia e Iguape foram obtidas informações sobre os sistemas de ondas presentes na área realizando-se observações, a períodos regulares de 30 minutos, pelo intervalo de 25 horas.

Com o auxílio da bússola de navegação foram identificadas as direções de incidência das ondas, bem como estimadas suas alturas em relação à proa do navio.

Para o cálculo do período o número de passagens de cristas de onda (n - 1) pela proa do navio foi contado, durante o tempo fixo de medição adotado de 2 minutos.

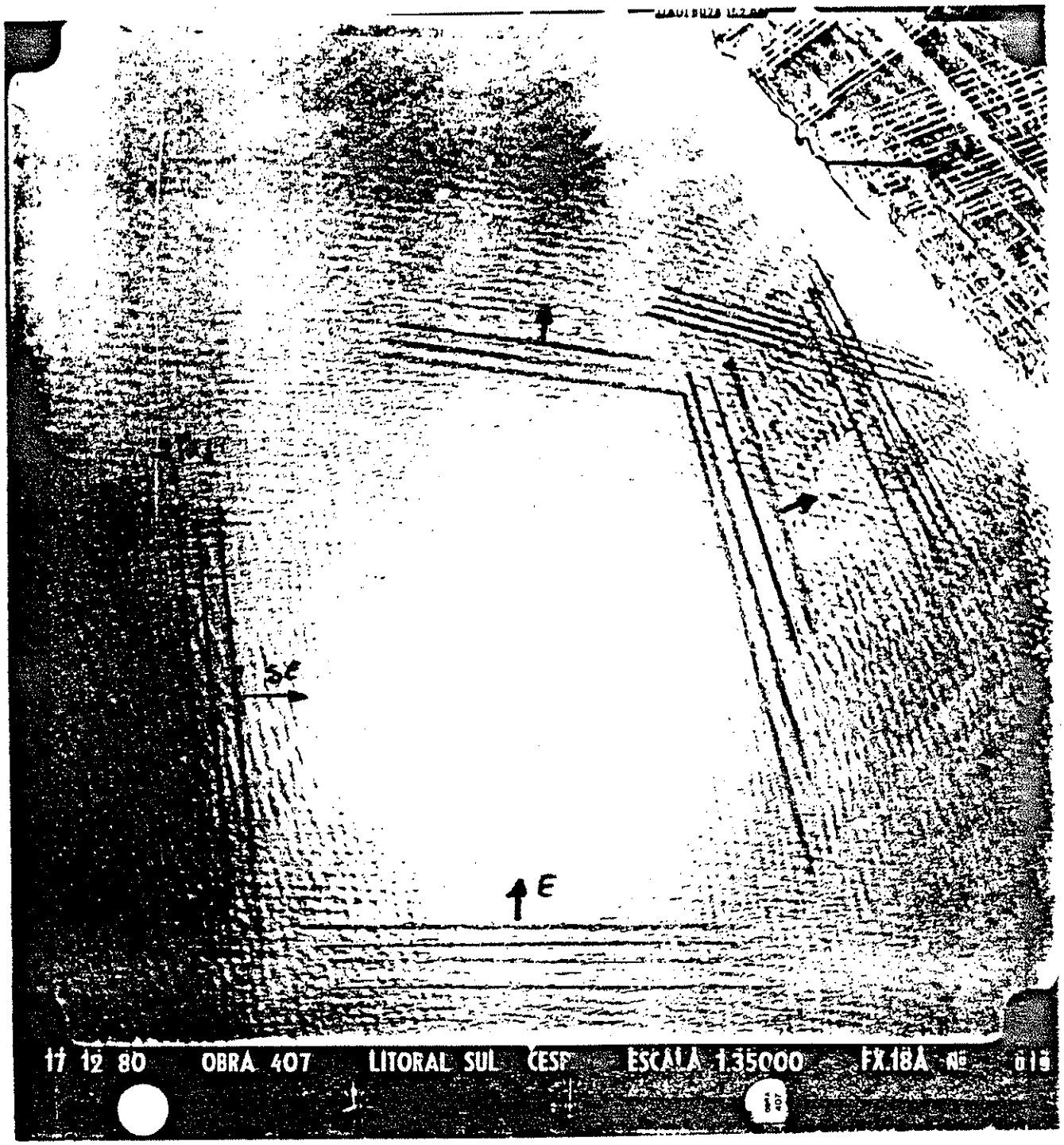


Fig. 32 - Sistemas de ondas incidentes na porção central da Ilha Comprida (≃ SSE, 165° e ESE, 108°), no dia 17/12/80.
Escala original do levantamento 1:35.000.
Ponto 1 = profundidade aproximada de 10 metros.

As maiores alturas, embora não ultrapassassem 2 m, foram observadas na estação de Iguape, enquanto que as menores (< 0,5 m) ocorreram na estação de Paranaguá (Tabela 44).

Os períodos calculados apresentaram a estação de Paranaguá com o maior valor médio (9,1 ± 2,7 s) e medido (20 s). Em Cananéia o valor médio foi de 6,7 ± 2,3 s, enquanto Iguape apresentou o menor valor médio para o período de onda (5,6 ± 0,7 s) e o menor medido (4,3 s).

Os valores de alturas e períodos de onda, obtidos em 1984, são semelhantes aos encontrados nos relatórios CTH-USP (1973) e Geobrás (1966).

Da mesma forma, com relação às direções de propagação dos sistemas de ondas, as observações feitas à bordo do navio oceanográfico confirmaram as conclusões dos estudos anteriores que indicam o predomínio de trens de onda provenientes de rumos sul.

Na estação de Paranaguá, 50% dos trens de onda se originam de SSW e SW, ao passo que na estação de Cananéia 39,6% são originários deste quadrante e 48,8% de SSE e SE. Secundariamente observam-se, em ambas as estações, ondas provenientes de NE e ESE (fig. 33).

Em Iguape esta tendência se modifica uma vez que os sentidos observados são exclusivamente de leste (100% - ENE - ESE).

A grande importância dos dados de ondas, obtidos em 1984, consiste em enfatizar a predominância de ondas provenientes de S e E ao longo de todo o litoral sul paulista, e não apenas nas proximidades da Ilha do Bom Abrigo.

Além disso, essas observações reforçam a possibilidade da existência simultânea dessas direções principais em uma mesma área, como se constatou pela observação das fotos aéreas.

Portanto, apenas pela análise dos padrões de ondas observados, no litoral sul, é possível concluir-se pela existência de, pelo menos, dois sentidos principais opostos de correntes longitudinais à linha de costa, SW e NE.

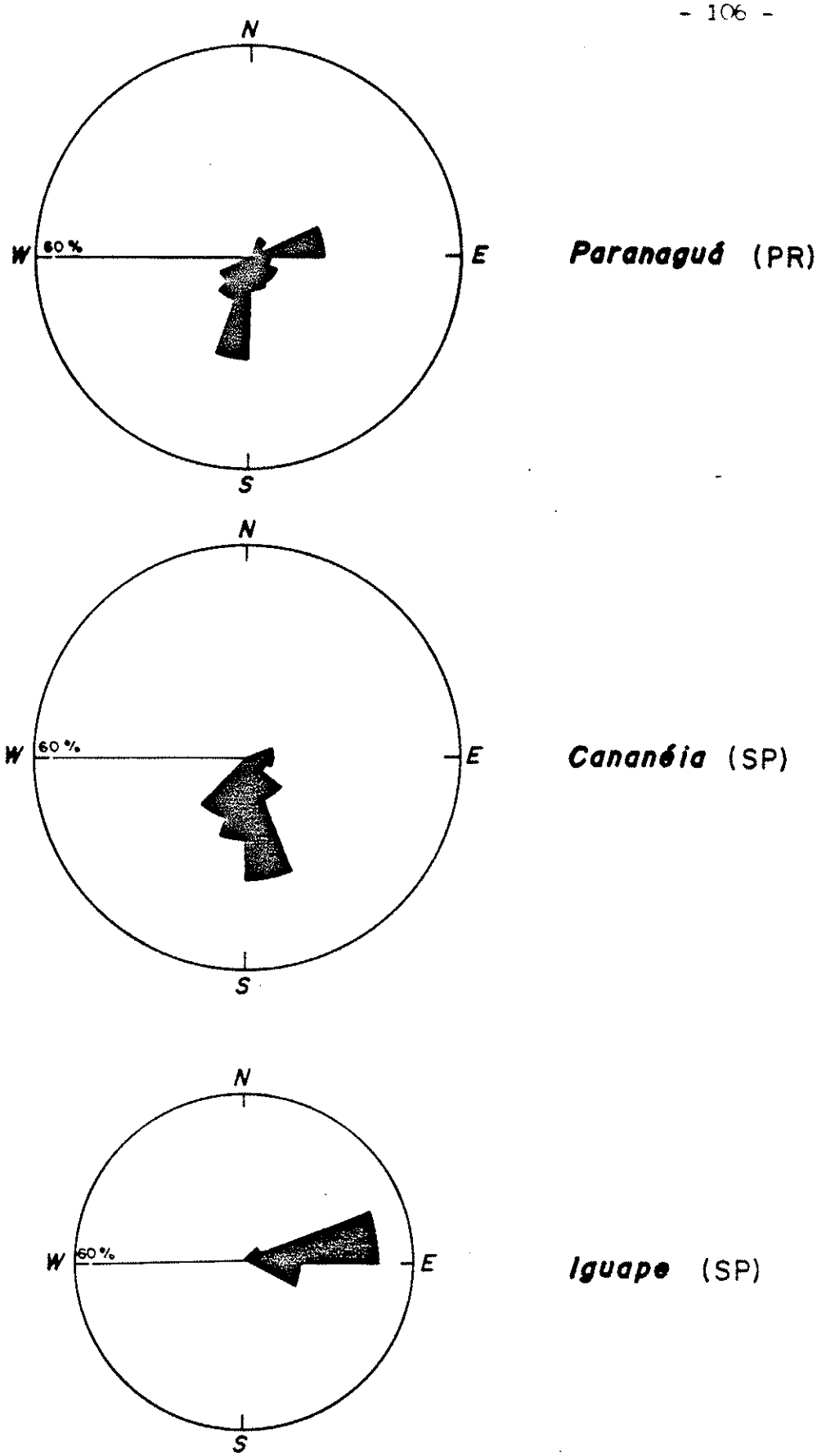


Fig. 33 - Diagramas de roseta das direções de incidência de ondas observadas nas estações de Paranaguá, Cananéia e Iguape - outubro de 1984.

3.2.1.3 - Profundidade máxima de ação efetiva das ondas na mobilização dos sedimentos de fundo

A ação dos trens de onda atuando sobre o fundo não origina apenas correntes de direção paralela à costa, mas também movimentos de direção perpendicular à linha de costa denominados de costa adentro - costa afora.

A ação destas correntes ocorre em profundidades maiores do que as das correntes de deriva litorânea, estando esta profundidade, de atuação das ondas na mobilização de sedimentos rumo ao continente e/ao oceano, diretamente vinculada à velocidade orbital (Um).

Baseado na equação que relaciona a profundidade de ação das ondas (h) à velocidade orbital máxima (Um), ao diâmetro médio do sedimento (D) ao comprimento (L) e período (T) das ondas incidentes, Komar & Miller (1975) elaboraram um programa de computador que fornece as profundidades máximas de atuação das ondas para sedimentos de quaisquer dimensões.

A expressão básica utilizada é:

$$h = \frac{L}{2\pi} \text{ arc sen h } \left(\frac{\pi \cdot H}{T \cdot Um} \right) \qquad (2)$$

sendo que

$$L = \frac{g}{2\pi} T^2 \text{ tg h } \left(\frac{2\pi d}{L} \right) \qquad (3)$$

e

$$Um = 0{,}21 \left(\rho_s - \rho \right) \frac{g}{\rho \pi^{1/2}}^{1/1{,}5} D^{1/3} T^{1/3} \qquad (4)$$

onde

H = altura da onda

d = profundidade da coluna d'água

ρ = densidade do fluido

ρ_s = peso específico do sedimento

Sem a utilização da fórmula proposta por Komar & Miller (op. cit.) a obtenção da profundidade máxima é problemática, na medida em que, no cálculo para obtenção do comprimento da onda (L), a incógnita aparece em ambos os lados da equação. Esta questão foi solucionada pelos autores com o emprego de tabelas preparadas por Wiegel (1954 e 1964 apud Muehe & Sucharov, 1981).

Os dados obtidos pela aplicação da fórmula de Komar & Miller (op. cit.) mostraram que a profundidade, a partir da qual passa a ocorrer alguma mobilização de sedimentos de fundo pela ação de trens de onda incidentes, é distinto para as três estações de medições realizadas, todas localizadas na isóbata de 20 m.

Enquanto a estação defronte a Paranaguá apresentou apenas 2,3% do tempo total de observação onde a profundidade máxima de ação das ondas superou a isóbata do ponto de observação, em Iguape esse percentual foi de 37,5% e em Cananéia 62% (Tabela 45). Estes dados sugerem que apenas nas estações de Iguape e principalmente em Cananéia, poderia ocorrer mobilização de sedimentos de fundo apenas pela ação de trens de onda incidentes.

Desta maneira fica demonstrado que na plataforma rasa do litoral sul paulista, a mobilização de sedimentos da superfície de fundo só ocorrerá, em maiores profundidades, pela ação isolada de trens de onda que apresentarem períodos e alturas de ondas elevados, da ordem de 20 s e maior que 2 m.

Desta avaliação surge a confirmação de que, para os diferentes diâmetros de sedimentos obtidos (0,512 mm; 0,170 mm e 0,126 mm), que correspondem respectivamente aos diâmetros médios dos sedimentos coletados nas estações de Paranaguá, Cananéia e Iguape, a profundidade máxima de movimentação de sedimentos de fundo, por ação isolada do sistema de ondas, é sempre inferior a 50 m de profundidade. A movimentação de sedimentos de fundo só ocorrerá em profundidades superiores à 50 m, quando houver a conjugação entre o maior período (20 s) e a maior altura (2 m) observados na área (Tabela 46).

Considerando-se os valores médios para o período (9 s) e altura (1 m), das ondas obtidas a partir dos dados de 1968 a 1969 verifica-se que a profundidade máxima de mobilização dos sedimentos é inferior a 30 m.

3.2.2 - Correntes

As características de correntes próximas ao fundo, em regiões litorâneas, representam sempre a soma vetorial de um conjunto de fatores (ondas, correntes de diferentes origens, etc.) onde é difícil a identificação da importância de cada fator.

3.2.2.1 - Obtenção dos dados de meia-água e de fundo

As observações sobre direção e velocidade das correntes foram obtidos à bordo do N/Oc. "Prof. W. Besnard", durante a execução de três estações fixas, localizadas na isóbata de 20 m, próximas às regiões de Paranaguá, Cananéia e Iguape.

Os tempos de duração dessas estações, realizadas na primavera de 1984 (outubro), foi sempre superior a um ciclo completo de maré (≃ 25 h).

A partir do fundeio de um par de correntógrafos de rotor da marca InterOcean, colocados respectivamente à 1 m acima da superfície do fundo marinho e 10 m acima do primeiro, foram registradas, continuamente, as direções e velocidades de correntes. Estes dados representam as únicas séries de medições (discretas ou longas) registradas próximas à superfície de fundo, nas regiões litorâneas sul paulista e norte paranaense.

Uma outra série mais longa de medidas realizadas no decorrer de 16 dias, obtidas a meia-água na região da desembocadura lagunar de Cananéia (1962), representam o outro único conjunto de medições de correntes obtidos na área.

Apenas como referência, uma das poucas informações acerca de correntes litorâneas na costa sudeste do Brasil, é encontrada no relatório Geobrás (1966), que estima a corrente litorânea, em superfície no trecho compreendido entre os lito-

rais de Santa Catarina e sul de São Paulo, com intensidade de aproximadamente 0,20 m/s orientada no rumo do litoral norte do estado de São Paulo.

3.2.2.2 - Análise dos Resultados

3.2.2.2.1 - Estação fixa de Paranaguá (1984)

A estação fixa de Paranaguá estabelecida entre as coordenadas 25°37,7' S - 048°07,3' W foi operada entre os dias 4 e 5 de outubro de 1984 e apresentou valores distintos para as intensidades e direções de corrente, medidos a meia-água e próxima ao fundo (Tabela 47).

A meia-água, as velocidades variaram de um mínimo de 5 cm/s rumo a W até um máximo de 26 cm/s rumo a NNE. Como valor médio, para o período de 16 horas de observação, obteve-se 14,4 ± 5,1 cm/s.

Agrupando-se as direções de propagação por intervalos constantes de 22,5°, a partir do rumo Norte, observa-se que a meia-água, na estação de Paranaguá, as maiores velocidades médias estão vinculadas aos rumos SE (17 cm/s) e SSE (19 cm/s).

Junto ao fundo, as velocidades das correntes são inferiores às observadas à meia-água. O maior valor de intensidade de corrente medido foi de apenas 9 cm/s rumo E, enquanto no rumo ENE foi observado o menor valor de 3 cm/s.

Uma velocidade média, para todo o conjunto de medidas de corrente de fundo, apresenta um valor de 6,0 ± 1,4 cm/s, sendo que apenas 10,9% das medidas obtidas representam valores acima da velocidade média calculada somada ao desvio padrão da média (7,4 cm/s).

Comparando-se os valores de direção e intensidade obtidos simultaneamente para meia-água e fundo, verifica-se que as intensas variações observadas à meia-água não correspondem as variações simultâneas de igual intensidade junto ao fundo. Apenas este fato, já seria suficiente para se afirmar

que o conjunto de fatores que influenciam mais diretamente a geração e propagação das correntes em regiões litorâneas (ondas, ventos locais, marés, etc.), têm influências distintas através da coluna de água.

A análise dos diagramas de sentidos de correntes, construídos também considerando-se as direções de propagação agrupadas em intervalos de 22,5°, a partir do norte (fig. 34), reforça a conclusão acima, visto que enquanto à meia-água 70,8% dos sentidos observados variam entre NNE e SSE, as de fundo apresentaram 82,8% das medidas para NE.

É importante observar também que as correntes de fundo não apenas apresentaram uma alta porcentagem de deslocamento para uma única direção, como manteve-se este deslocamento por um longo período sem que ocorressem variações na direção de propagação.

Para meia-água, foram ainda observados deslocamentos rumo a N - NNE e S - SSW, enquanto que para o fundo observaram-se também propagações rumo a S - SSE.

Objetivando uma análise integrada do conjunto de dados e considerando-se inclusive a seqüência em que os mesmos foram obtidos construiu-se, para meia-água e fundo, os diagramas de vetor deslocamento médio progressivo.

A técnica de construção deste diagrama utiliza a somatoria dos vetores direção, a partir de uma origem adotada onde o módulo unitário do vetor adotado é representativo da média aritmética de duas medidas consecutivas de corrente que se propagam no mesmo rumo.

Este procedimento permite concluir, teoricamente, qual seria o deslocamento contínuo e progressivo da corrente observada (direção e intensidade), a partir de uma soma vetorial durante um determinado período de observação.

O diagrama obtido, para as medidas de fundo, apresenta uma tendência geral de movimento da massa de água no sentido ENE (fig. 35).

Para a meia-água o diagrama mostra, no seu segmento inicial, tendência inicial de deslocamento para SSW alte-

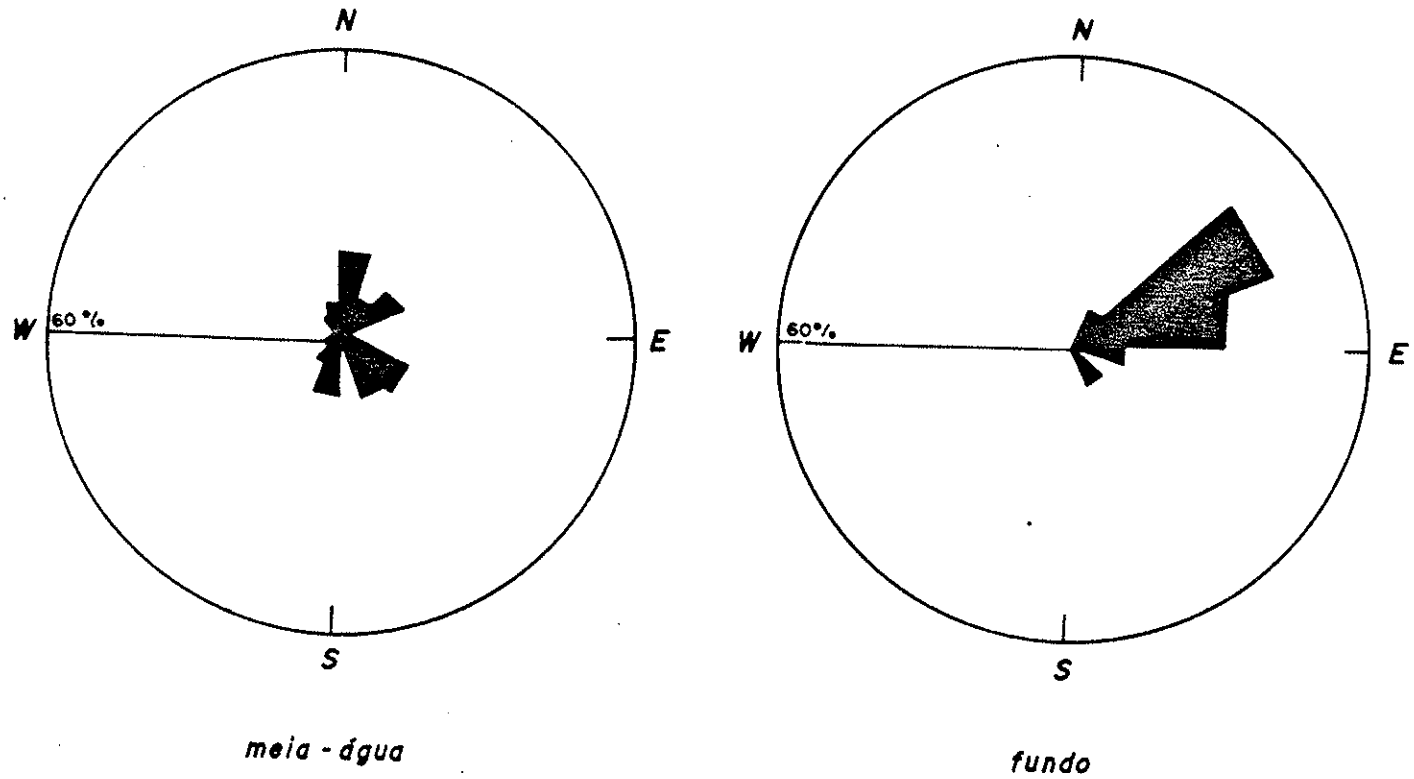


Fig. 34 - Rosas de corrente para meia-água e fundo na estação fixa de Paranaguá, 1984.

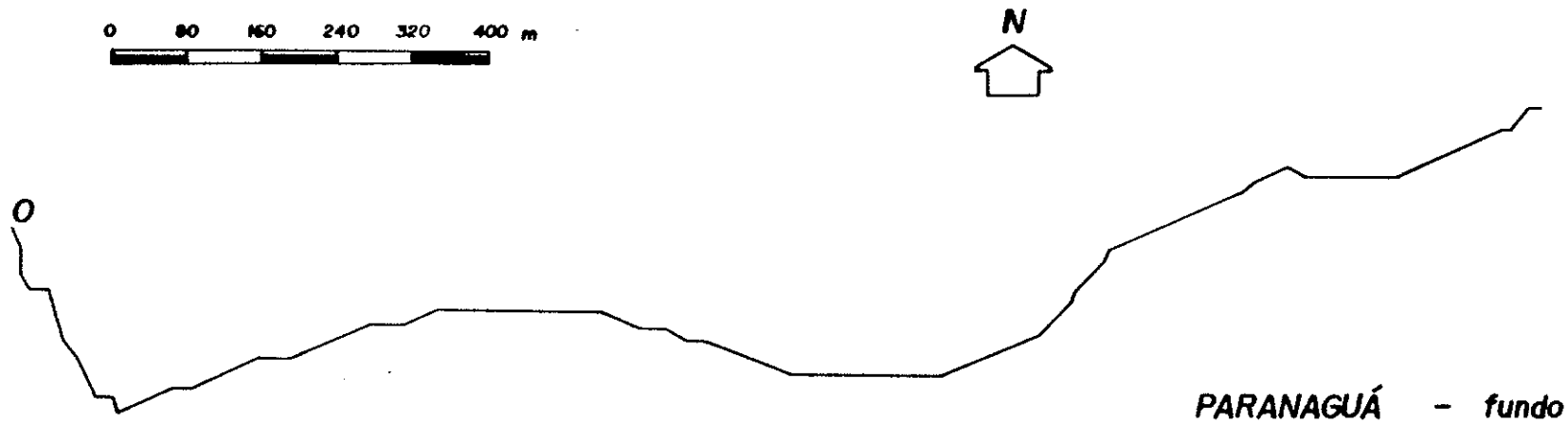


Fig. 35 - Diagrama de deslocamento médio progressivo, estação fixa de Paranaguá, fundo, 1984.

rando posteriormente essa tendência para SE e finalizando para o rumo NE (fig. 36).

A presença deste pequeno giro deve estar associada à influência de correntes geradas pela ação da maré, fato este não evidenciado no diagrama de fundo.

Apenas a partir da interpretação destes diagramas, lembrando-se que os mesmos representam apenas um pequeno período de observações, podemos considerar a possibilidade da existência de um transporte de fundo, e em parte do material em suspensão no sentido NE, ou seja, vindo do litoral centro-sul paranaense para o litoral sul paulista.

3.2.2.2.2 - Estação fixa de Cananéia (1984)

A estação fixa de Cananéia, localizada sobre a isóbata de 20 m em frente à desembocadura lagunar de Cananéia (25°10,0' S - 047°41,8' W), foi operada entre os dias 6 e 7 de outubro de 1984.

As medidas de velocidade a meia-água variaram entre um máximo de 29 cm/s e um mínimo de 11 cm/s, estando os maiores valores medidos orientados rumo a NE, enquanto os menores dirigem-se para SE (Tabela 48).

A velocidade média para todo o período, de 28 horas de observação foi de 19,5 ± 3,9 cm/s com cerca de 22% de velocidades de correntes acima da média acumulada somada ao desvio padrão (23,4 cm/s).

À semelhança das medidas obtidas para a estação de Paranaguá as velocidades das correntes próximas ao fundo, em Cananéia, também foram significativamente inferiores às medidas à meia-água. O maior valor observado, 13 cm/s rumo a SE, apenas é superior a 3,8% dos valores de intensidade de corrente observados a meia-água, sendo que o menor valor medido foi de 3 cm/s para WSW.

Conforme foi observado em Paranaguá, também em Cananéia as variações de velocidades e sentidos de propagação das correntes não ocorrem simultaneamente à meia-água e junto ao fundo.

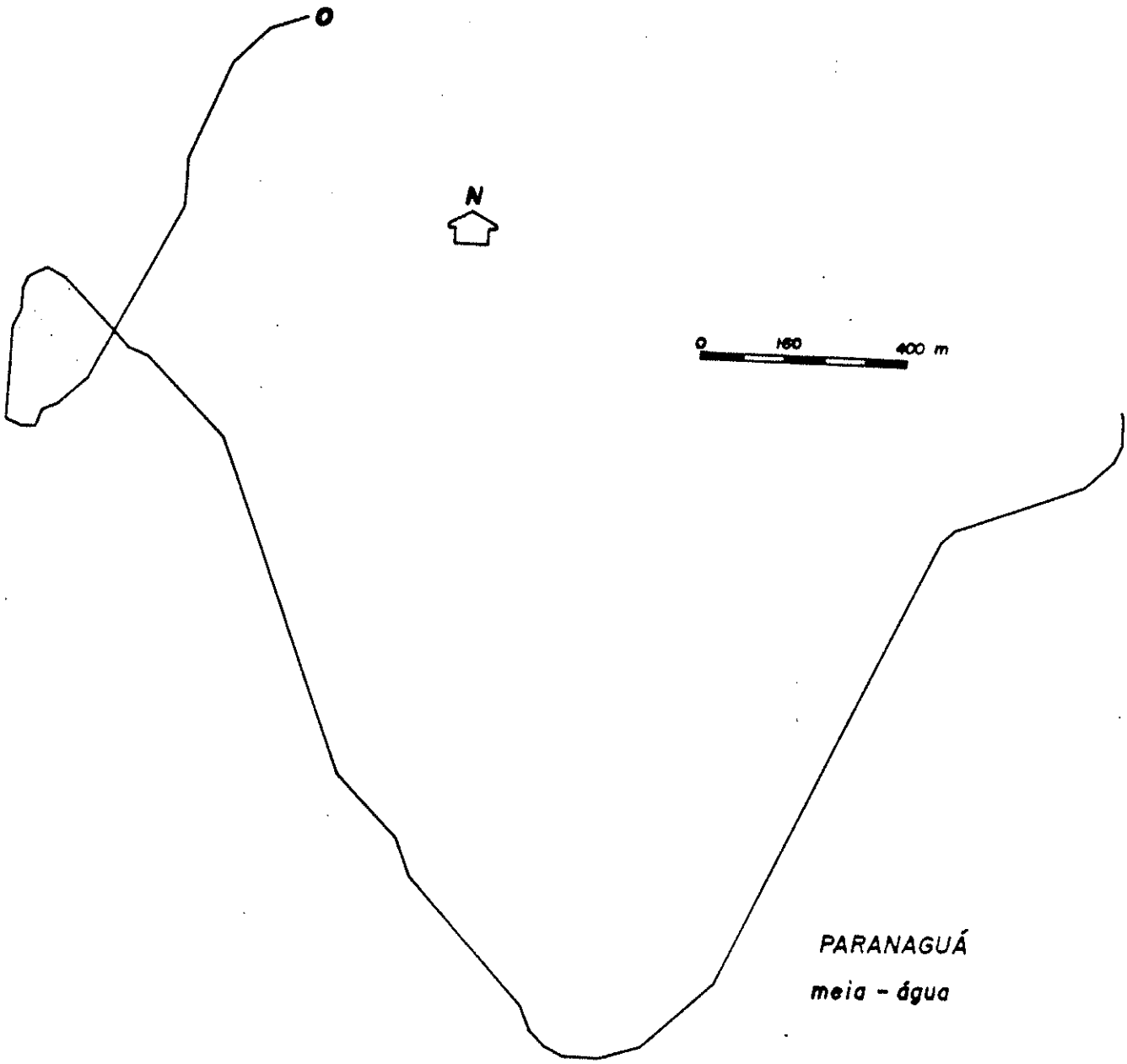


Fig. 36 - Diagrama de deslocamento médio progressivo estação fixa de Paranaguá, meia-água, 1984.

A análise dos diagramas de rosas de correntes (fig. 37) demonstra que existe, à meia-água, o sentido principal de propagação ENE que abrange 48% das medidas efetuadas seguidas de correntes para S (21,4%) e W (16,8%).

As correntes junto ao fundo acusaram muita variação nos sentidos de propagação, porém é possível reuní-las em dois grupos orientados para NE e S, respectivamente com 11% e 17% de freqüências de ocorrência. Secundariamente são também observadas correntes para SW e NW (≃ 5%), demonstrando ter ocorrido uma grande variação nas direções de correntes junto ao fundo, durante todo o período de medição.

A análise do diagrama de deslocamento progressivo, para meia-água (fig. 38), evidencia de maneira clara uma tendência de deslocamento na direção ENE, porém de forma não linear, mas elíptica. Esta forma de deslocamento reforça sobremaneira a indicação já observada na estação de Paranaguá de que, para este segmento do litoral, correntes geradas pela ação da maré exerçam forte controle na orientação das correntes de meia-água.

Por outro lado, diferentemente de Paranaguá, os dados da estação de Cananéia sugerem que a ação das correntes influenciadas pelas marés se propagam até o fundo, onde durante um pequeno intervalo de tempo este comportamento oscilatório pode ser identificado antes do estabelecimento de uma tendência de deslocamento rumo a SE (fig. 39).

3.2.2.2.3 - Estação fixa de Iguape (1984)

Em frente à foz do rio Ribeira de Iguape, a profundidade de 20 m, foi operada a estação fixa de Iguape, na porção mais ao norte da área estudada.

Durante 26 horas, entre os dias 08 e 09 de outubro, ficaram fundeados os correntógrafos que realizaram as medições de velocidade e sentido das correntes à meia-água e junto ao fundo (Tabela 49).

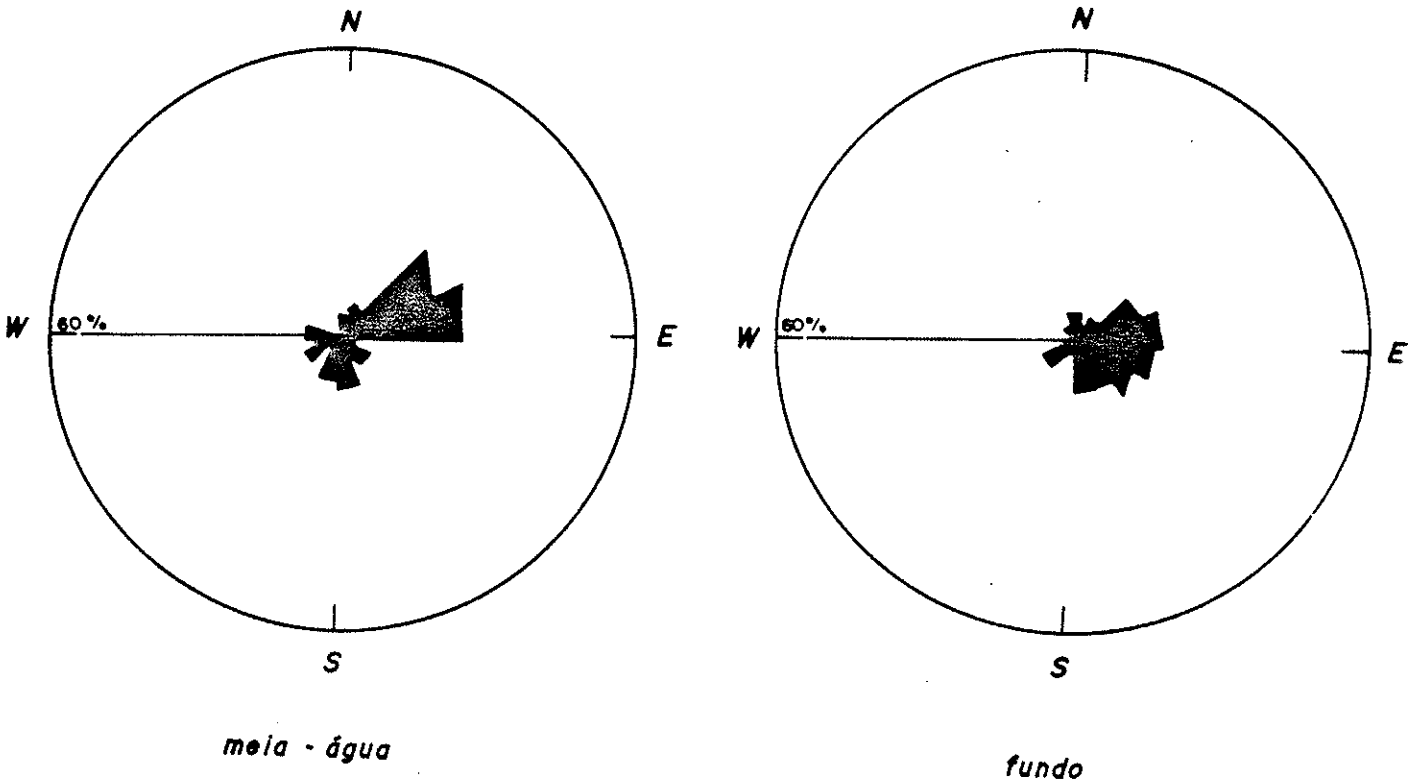


Fig. 37 - Rosas de correntes para meia-água e fundo na estação fixa de Cananéia, 1984.

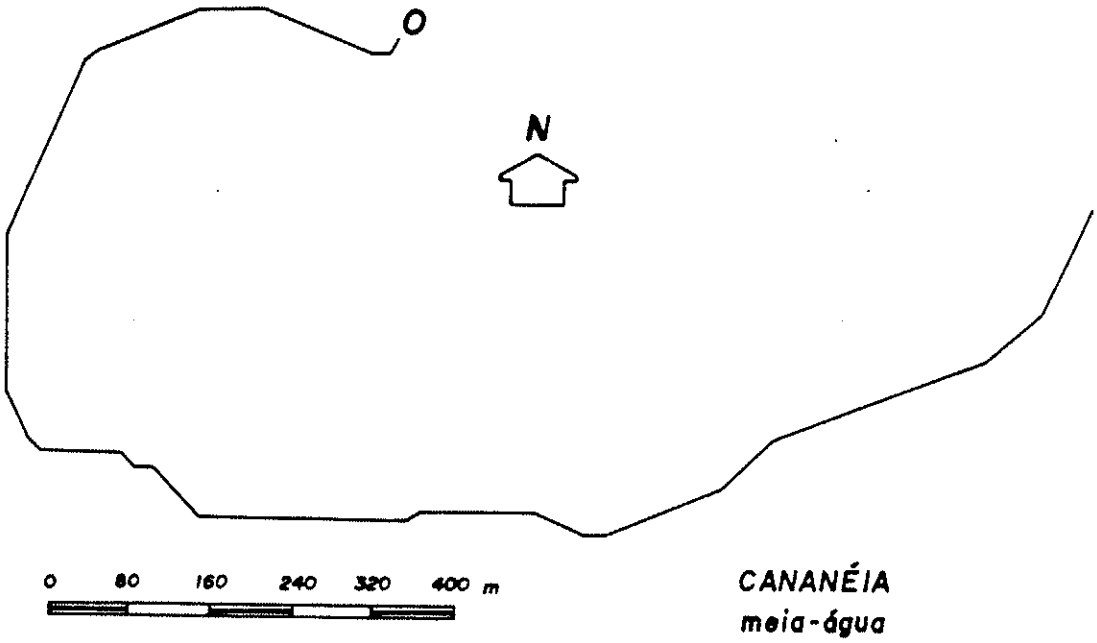


Fig. 38 - Diagrama de deslocamento médio progressivo. Estação fixa de Cananéia, meia-água, 1984.

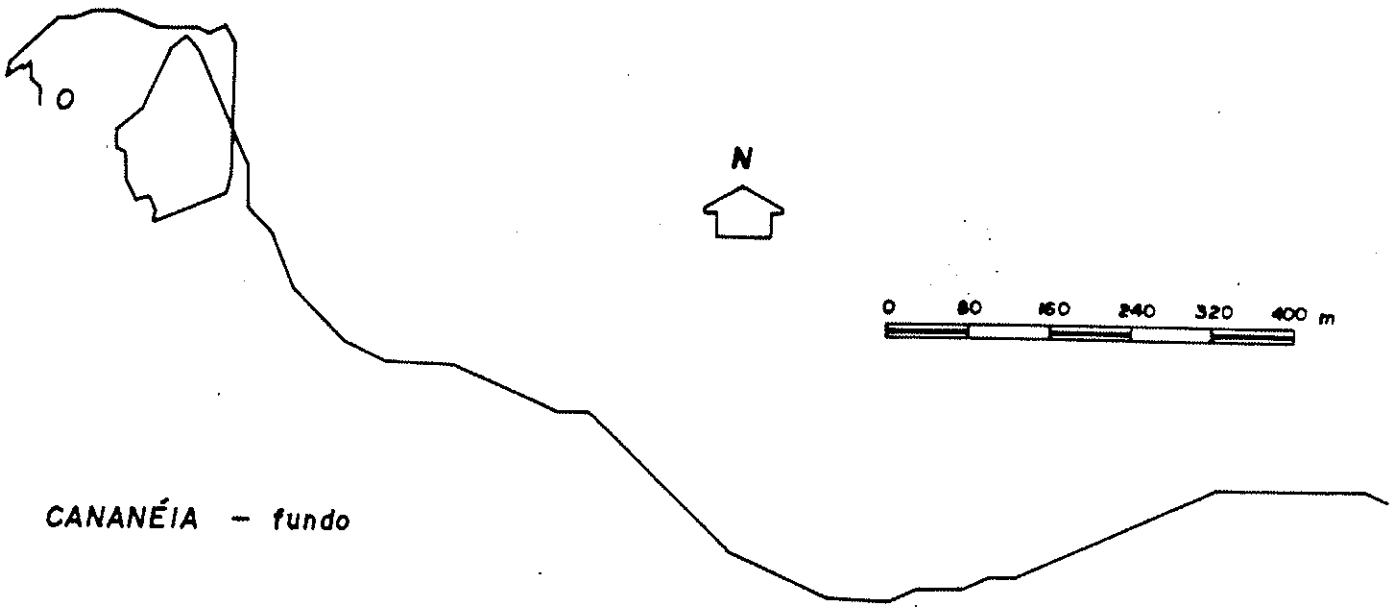


Fig. 39 - Diagrama de deslocamento médio progressivo. Estação fixa de Cananéia, fundo, 1984.

A análise dos dados não declinados de direção de corrente, para meia-água (fig. 40), mostra uma prdominância de corrente para NNW e NNE, onde estão contidas 60% das medidas realizadas. Com freqüências menos significativas são ainda identificadas direções de propagação NW e NE.

Por outro lado, as medições junto ao fundo indicaram uma forte tendência (61%) para o rumo SW, sendo que apenas o intervalo entre as direções SW e WSW contribui com 44,5% dos valores observados entre 180° e 270°. Secundariamente (≃ 10%) estão ainda representadas as direções de deslocamento NNE e SSE.

Da comparação entre as direções predominantes de deslocamento das correntes à meia-água e próximas ao fundo fica evidenciada a possibilidade da existência simultânea de deslocamentos opostos no litoral sul paulista, entre as camadas superiores da coluna de água e a camada mais próxima do fundo. Esta constatação pode auxiliar no entendimento do fenômeno do transporte, em sentidos opostos, de material transportado em suspensão e da carga de fundo, hipótese já aventada anteriormente por diversos autores (Sadowsky, 1952, 1954; Geobrás, 1966).

Com relação às velocidades de corrente a meia-água, foram medidas correntes mínimas de 9 cm/s e máxima de 24 cm/s respectivamente nas direções NNE e NNW.

Junto ao fundo, as velocidades medidas correspondem, de maneira geral, a valores menores do que os observados a meia-água, sendo que o maior valor de corrente medido foi de 18 cm/s, no sentido WSW, e o menor 8 cm/s no rumo S.

Porém, quando comparadas as velocidades médias calculadas para as medidas de meia-água e do fundo verifica-se, diferentemente das estações de Paranaguá e Cananéia, que os valores obtidos são muito semelhantes (meia-água = 12,8 ± 2,7 cm/s e fundo=11,7 ± 2,2 cm/s).

A possibilidade da ocorrência simultânea de deslocamentos opostos, entre as camadas de meia-água e de fundo, também pode ser observada quando da análise dos diagramas progressivos.

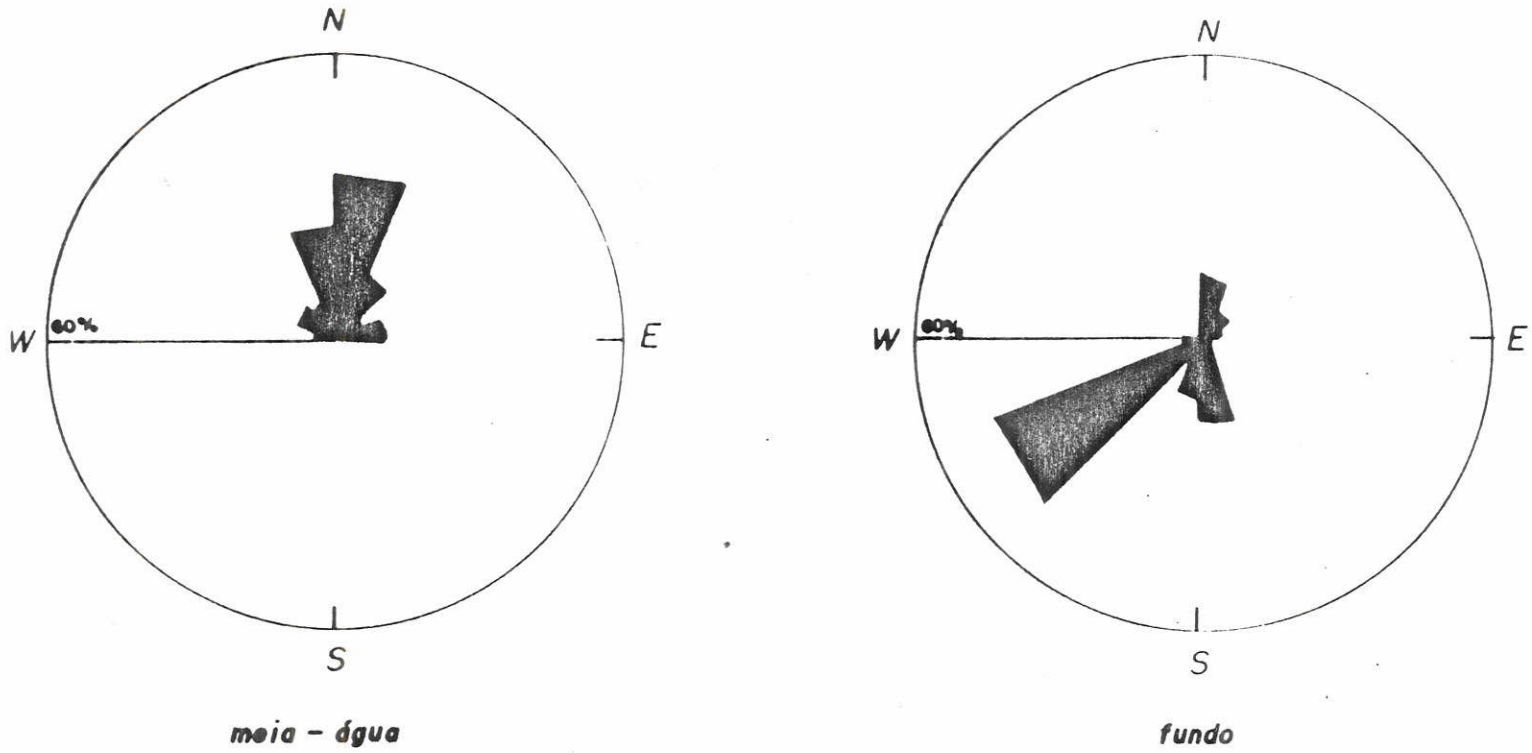


Fig. 40 - Rosas de correntes para meia-água e fundo na estação fixa de Iguape, 1984.

Para meia-água (fig. 41), observa-se um deslocamento para N - NNE enquanto que para a camada de fundo (fig. 42), este deslocamento ocorre predominantemente para as direções W e SW.

Pela análise conjunta dos diagramas de rosas de correntes e dos diagramas de deslocamento progressivo, para a área de Iguape, fica estabelecida a possibilidade da existência de transporte de material em suspensão, no sentido da porção central do litoral paulista concomitantemente a um transporte de fundo em sentido oposto.

3.2.2.2.4 - Estação fixa de Cananéia (1962)

Por um período de 16 dias (16/04 a 02/05) durante o outono de 1962, como um estudo complementar ao realizado pela Missão Francesa na segunda metade da década de 50, foram realizados na região da desembocadura lagunar de Cananéia, a intervalos regulares de 30 minutos, medidas de direção e intensidade de correntes.

Para essas medições, realizadas ao norte da Ilha do Bom Abrigo (25°06'S e 047°51,6'W), foi utilizado um correntógrafo ONO, instalado provavelmente a uma profundidade de 5 metros acima do fundo, em uma área cuja profundidade atual é de cerca de nove metros.

Esta incerteza quanto às profundidades de fundeio do equipamento não permite, com segurança, extrapolar esses dados para situações mais próximas do fundo.

Desta forma, esta série de medidas fica restrita a uma situação de meia-água, em uma área cuja composição textural do fundo atual (areno-argilosa) representa uma exceção em relação ao padrão geral arenoso da região estudada.

A maior velocidade de corrente medida (40 cm/s - NE), representa um valor cerca de nove vezes superior à corrente de menor valor (4,6 cm/s - SW), evidência da grande variabilidade das intensidades de corrente junto à desembocadura lagunar de Cananéia.

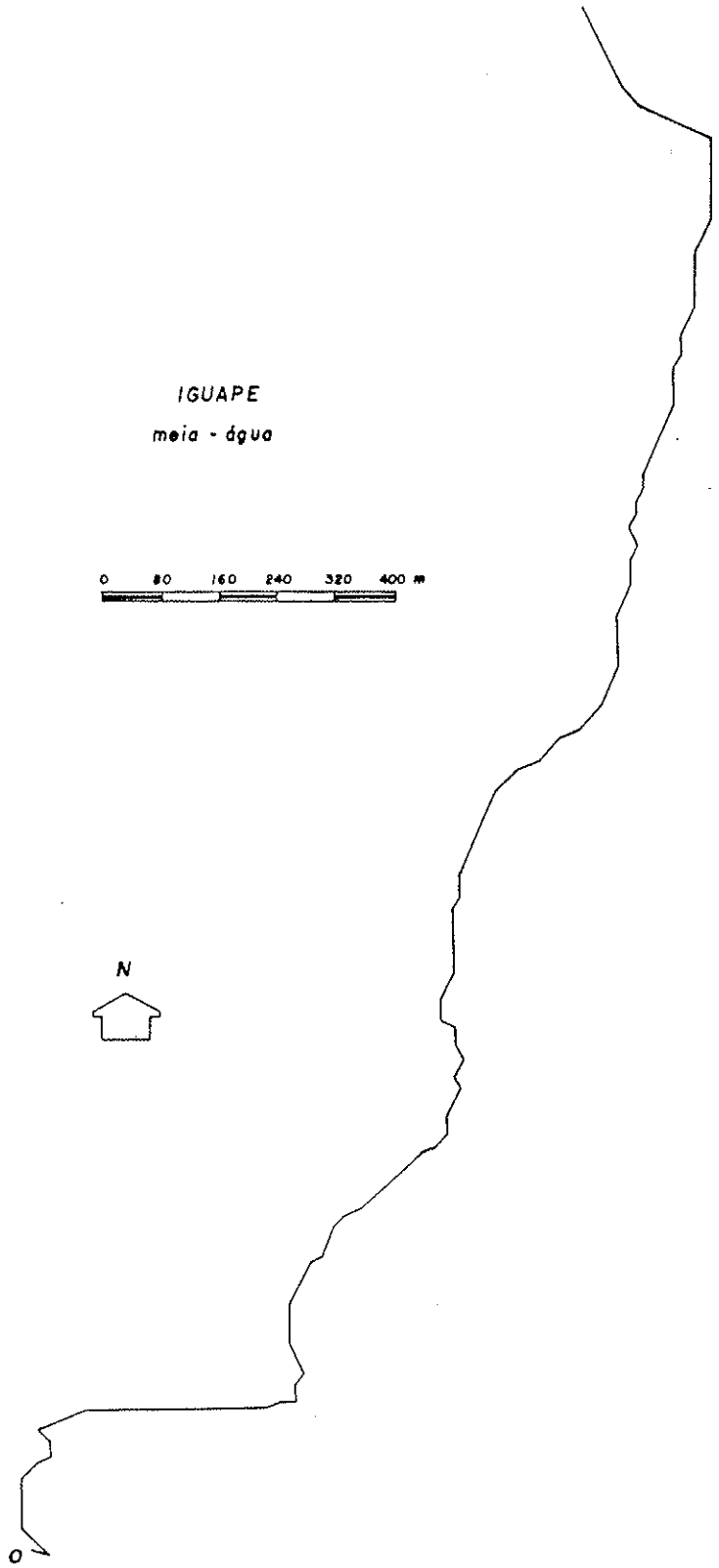


Fig. 41 - Diagrama de deslocamento médio progressivo. Estação fixa de Iguape, meia-água, 1984.

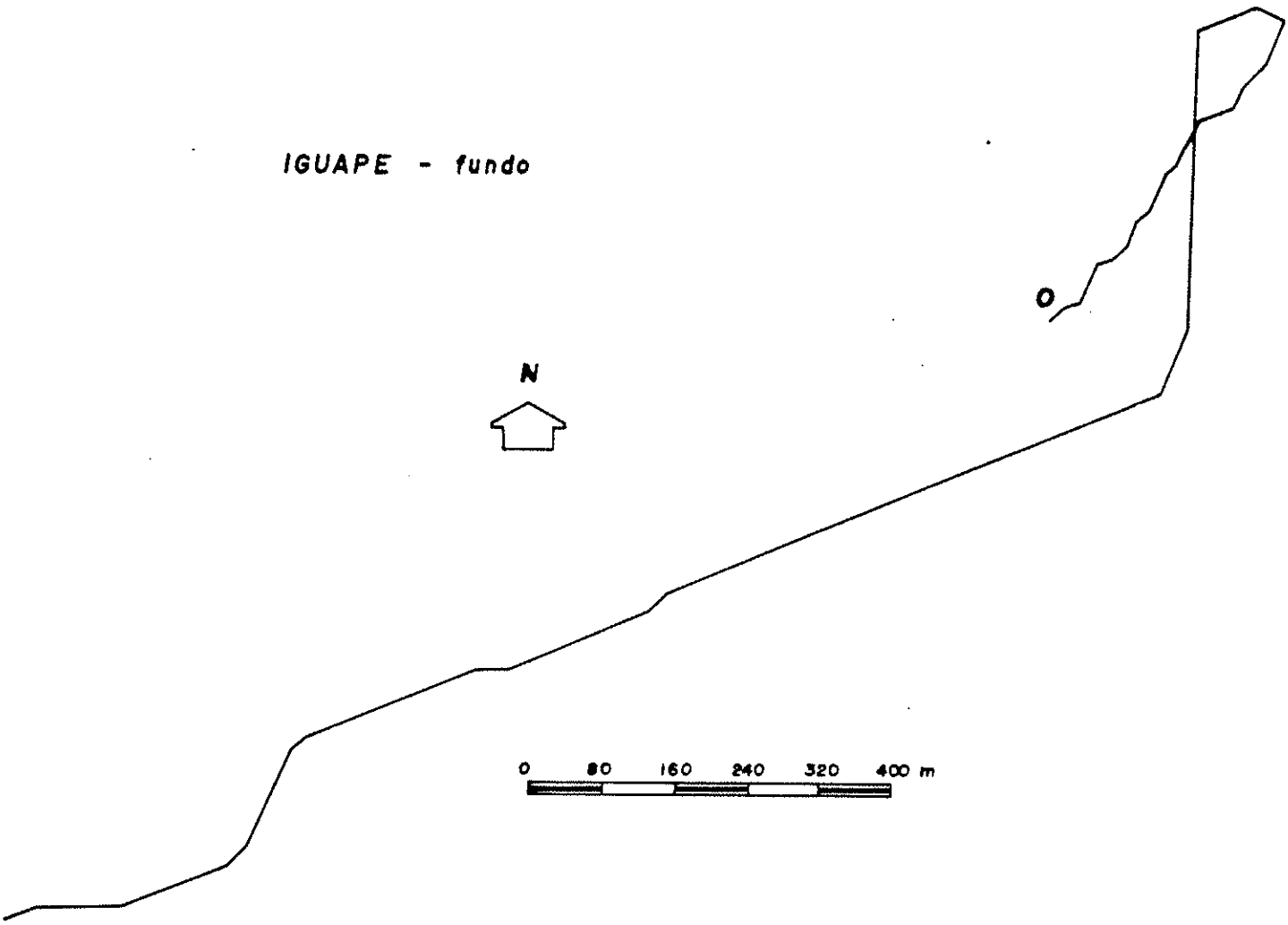


Figura 42 - Diagrama de deslocamento médio progressivo. Estação fixa de Iguape, fundo, 1984.

A média das medidas de 1962 foi de 10,9 ± 4,9 cm/s, que corresponde a um valor inferior à média calculada para meia-água, de todas as estações operadas em 1984.

Quando analisado o conjunto de medidas por intervalos de direção de 22,5°, a partir do norte observa-se que apenas as correntes de rumos NNE e SSW apresentam valores médios de velocidade superiores à média obtida para todo o conjunto de dados (NNE - 11,4 ± 6,8 cm/s e SSW - 13,2 ± 5,3 cm/s).

O diagrama de rosa de corrente (fig. 43) mostra uma predominância de correntes nos quadrantes NE (29%) e SW (32,6%). Entre os rumos a NE predominam o rumo NNE (20,6%) sobre ENE, enquanto que para os rumos de SW as porcentagens de propagação entre os rumos SSW e WSW são equivalentes (16,9% e 15,7%).

Como o período de medição de correntes na estação de 1962 abrangeu vários ciclos consecutivos de maré, uma comparação deste diagrama com os obtidos para as estações realizadas em 1984, abrangendo apenas um ciclo completo de maré, não seria possível sem que algumas precauções fossem adotadas. Desta forma foram construídos diferentes diagramas utilizando-se na confecção de cada um deles conjuntos distintos de dados:

a) conjunto total de dados; b) períodos de 24 horas correspondendo ao intervalo de 0 a 24 hs e c) conjuntos correspondentes a ciclos completos de marés (25 hs) vinculados às informações sobre os ciclos de marés obtidas no marégrafo instalado na região lagunar de Cananéia - Iguape.

Dentre os três tipos de diagramas construídos os associados aos ciclos completos de maré, independentemente do dia ou hora de obtenção da medida de corrente, foram os mais apropriados para as análises sobre os deslocamentos das correntes na área.

De comum a todos os catorze diagramas correspondentes aos ciclos completos de maré, abrangendo o período de medições, observa-se uma vorticidade dos vetores deslocamento resultando da influência das marés dominantes na região próxima

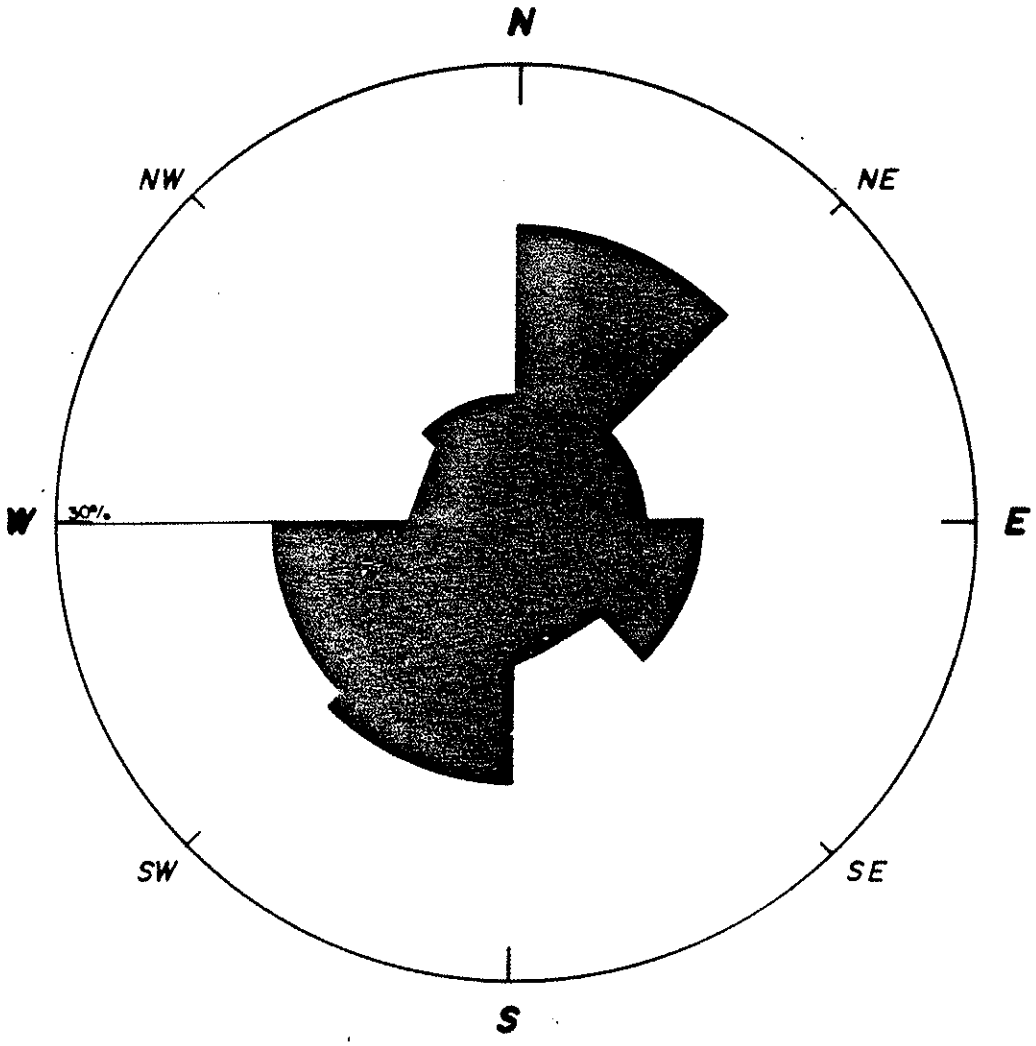


Fig. 4B - Rosas de correntes para meia-água na estação da desembocadura lagunar de Cananéia, 1962.

a desembocadura lagunar de Cananéia. Esta mesma tendência foi detectada, em menor escala, nos diagramas construídos para a estação fixa de Cananéia (1984), seja a meia-água como também em menor intensidade para as correntes medidas junto ao fundo.

Infelizmente, devido às peculiaridades do levantamento executado em 1962, não nos foi possível avaliar com maior detalhe a influência da ação de marés junto ao fundo, nas vizinhanças da desembocadura lagunar de Cananéia. Finalmente, objetivando uma melhor compreensão da eficiência das correntes medidas no transporte de sedimento de fundo paralela e transversalmente à linha da costa, foi realizada uma análise de decomposição dos vetores (rumo e intensidade) para cada estação de correntometria operada.

Esta decomposição vetorial, considerado o alinhamento de 45° em relação ao norte geográfico da linha de costa sul paulista, foi elaborada segundo dois eixos ortogonais entre sí, sendo o primeiro paralelo e o segundo perpendicular à linha de costa atual.

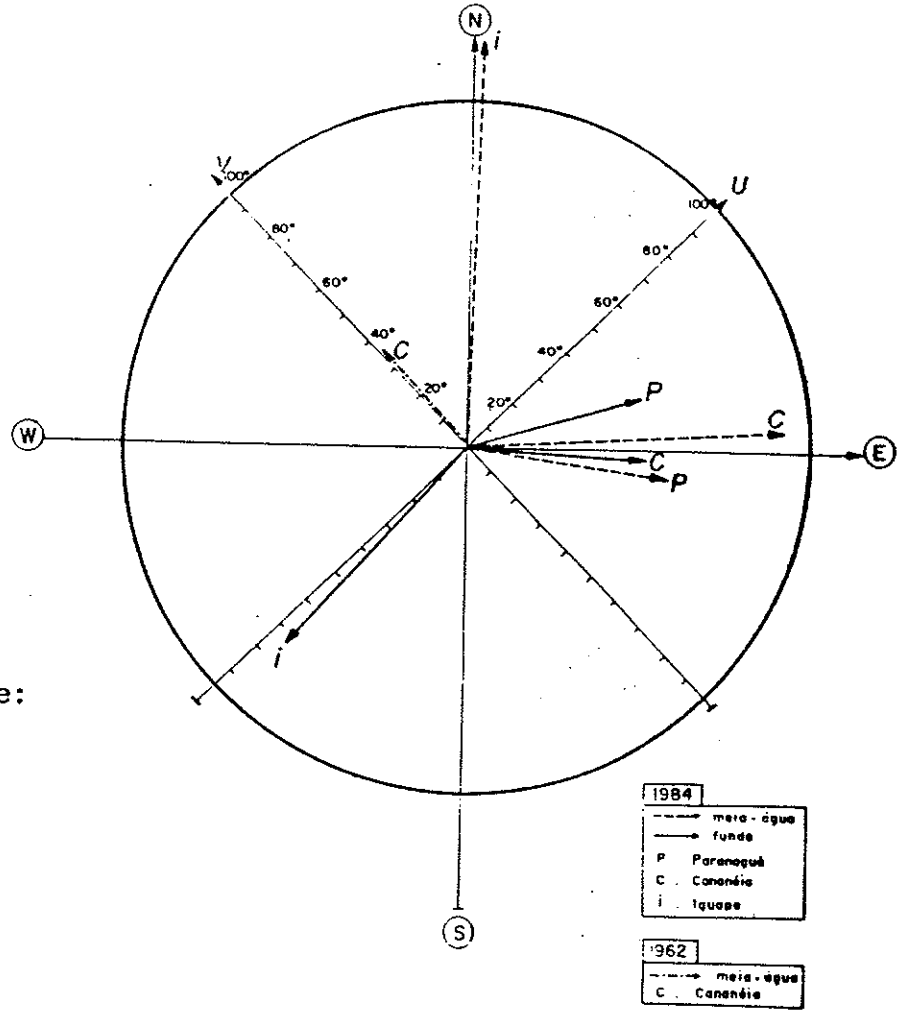
Para esta decomposição, todas as direções de corrente foram declinadas em 14,2°, conforme dado existente na carta naútica 1702 da Diretoria de Hidrografia e Navegação (D.H.N. - MM, 1985).

Os resultados obtidos demonstram existir uma semelhança entre o comportamento das correntes, à meia-água, nas estações de Paranaguá e Cananéia. Nestas estações ocorre uma predominância de deslocamentos positivos, ao longo do eixo paralelo à costa (U) e de deslocamentos negativos, mar aberto, segundo eixo transversal (V) (fig. 44).

Já na estação de Iguape, à meia-água, ocorre um deslocamento para os valores positivos no eixo V, originando uma resultante de sentido geral N, com ângulo de cerca de 40° com relação à atual linha de costa.

Junto ao fundo, os resultados obtidos nas estações de Paranaguá e Cananéia são bastante similares aos obtidos para meia-água enquanto que para a estação de Iguape, a resultante obtida apresenta um deslocamento oposto ao de meia-

Fig. 44 - Diagrama de decomposição dos vetores correntes (direção e intensidade), segundo eixos paralelos e perpendicular à linha de costa atual.



Valores de (u, v) obtidos para as estações de:

Estação			
Paranaguá 1984	meia-água	+ 366,0	- 447,7
	fundo	+ 466,6	- 231,0
Cananéia 1984	meia-água	+ 714,9	- 597,6
	fundo	+ 351,8	- 344,6
Iguape 1984	meia-água	+ 878,2	- 804,0
	fundo	- 704,2	- 49,6
Cananéia 1962		+ 1,9	+ 326,2

água, ou seja, aproximadamente paralela à linha de costa atual porém dirigida da porção central para o litoral sul paulista.

Observa-se, portanto, para o fundo a existência de correntes com sentidos praticamente opostos entre as estações de Paranaguá e Cananéia e a estação de Iguape.

Uma análise semelhante efetuada para as medidas obtidas em 1962, reforça a importância das correntes geradas pelas marés na região próxima na região próxima da desembocadura lagunar de Cananéia, uma vez que o resultado obtido, ao longo do eixo paralelo à costa (U), é desprezível evidenciando a predominância das correntes fluindo perpendicularmente à à linha de costa.

3.2.2.3 - Correntes de superfície

Sobre correntes de superfície não são conhecidos dados relacionados ao mar aberto, na região litorânea sul do estado de São Paulo. Portanto são também inexpressivas as informações existentes sobre a movimentação de sedimentos em suspensão na faixa litorânea, bem como da importância desse transporte na circulação geral da área.

Algumas informações acerca da circulação superficial do litoral sul podem ser obtidas da interpretação de conjunto de fotografias aéreas, a partir da qual um reconhecimento da movimentação das correntes superficiais pode ser tentado utilizando-se diferenças de concentração de material em suspensão como traçador. A observação de uma imagem MSS do satélite Landsat nos canais 4 e 5, obtida no dia 26/06/76 em escala aproximada de 1:1.000.000, permite uma avaliação de pelo menos uma situação geral de circulação em superfície para toda a área sul do estado (fig. 45). Foi notada a presença de plumas de material em suspensão bem nítidas entre a Praia Grande e o Morro da Juréia, com rumo SW, além de outras, menos nítidas e com o mesmo sentido, em toda a área costeira compreendida entre Santos e a barra do rio Ribeira de Iguape.

Na altura da foz do Ribeira de Iguape e da desembocadura lagunar de Icapara observam-se também densas plumas, porém em posição mais distante da linha de costa.

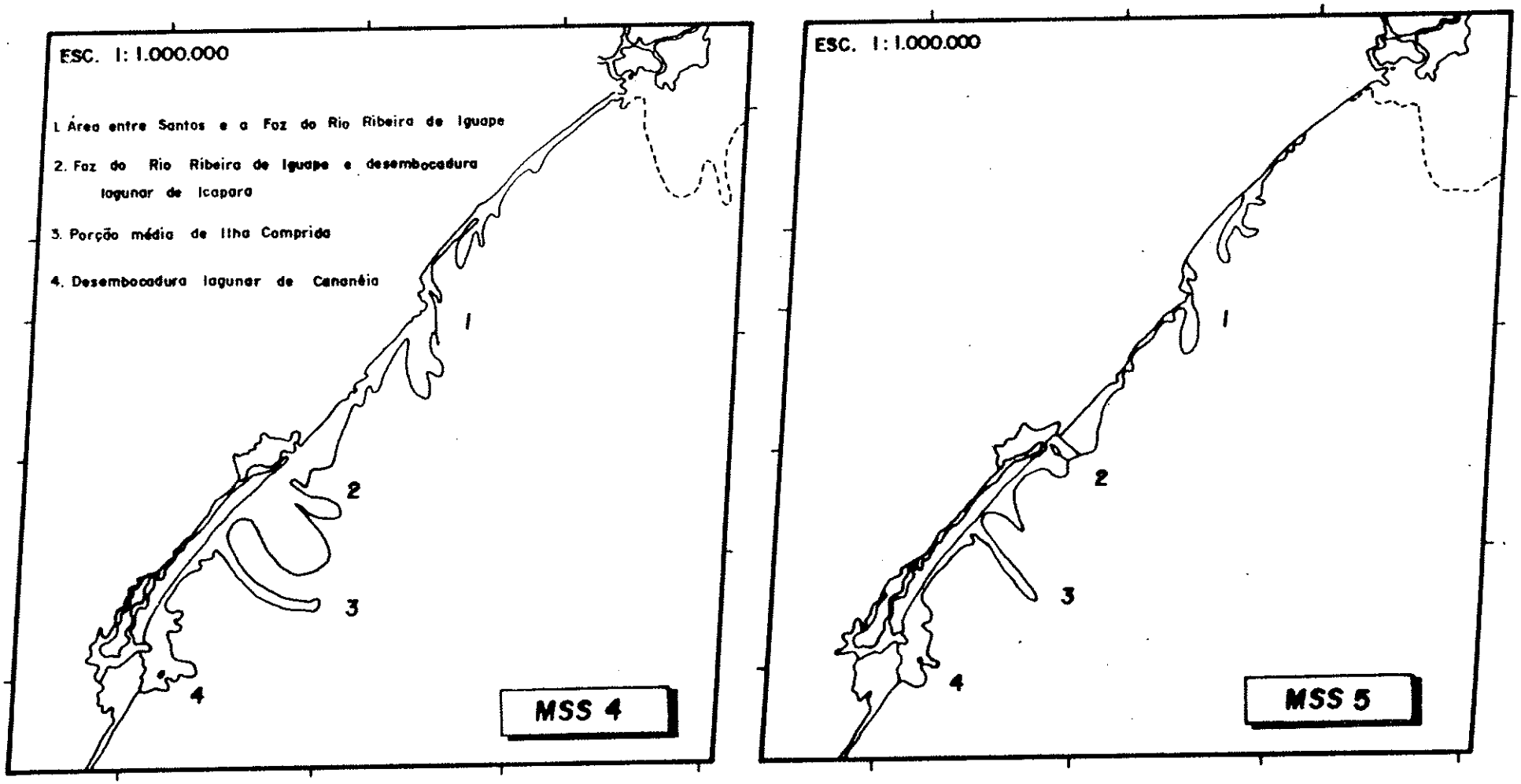


Fig. 45 - Correntes de superfície do litoral sul paulista através da interpretação das imagens do satélite LANDSAT - MSS, Canais 4 e 5, de 26/06/76.

Na porção média da Ilha Comprida nota-se uma pluma nítida, ortogonal à linha de costa, e direcionada para o mar aberto. Esta é uma feição interessante que será discutida adiante.

Na altura da desembocadura lagunar de Cananéia existe uma outra pluma de material em suspensão, porém com sentido NE, ou seja, no rumo da Ilha Comprida.

A análise das imagens permite considerar que, de maneira geral, há dois sistemas, opostos entre si, de transporte em suspensão ao longo da costa. O primeiro que se desenvolve entre Santos e a foz do Ribeira, com rumo SW, e o segundo que se estende da desembocadura lagunar de Cananéia até a porção norte da Ilha Comprida, portanto com rumo NE. Entre a extremidade norte da Ilha Comprida e a foz do Ribeira há, aparentemente, uma área de transição com as plumas dirigidas para o mar aberto (SE).

A feição presente na porção média da Ilha Comprida parece ser uma corrente de retorno ("rip-current"), ou seja, um fluxo que sai da costa rumo ao mar aberto, com grande capacidade de transporte e responsável, portanto, pela distribuição de material carreado em suspensão para além da zona de arrebentação das ondas. Estas correntes de retorno costumam apresentar-se como feições temporárias, que podem ser geradas a partir do encontro de duas correntes de deriva litorânea, de sentidos opostos, ou pelo desvio de apenas uma dessas correntes pelas irregularidades do fundo submarino. Portanto, estas feições estão intimamente associadas aos mecanismos de refração das ondas que, apresentam na área, a possibilidade de geração de correntes de deriva litorânea de sentidos de propagação opostos.

Com respeito à periodicidade deste evento, a falta de maior número de observações não permite uma avaliação mais precisa do fenômeno. Entretanto, a ocorrência de desvios rumo ao mar aberto das curvas batimétricas, aproximadamente retilíneas e paralelas ao longo do trecho estudado, são um forte indício da ocorrência periódica deste fenômeno.

3.3 - Fatores meteorológicos

A influência dos parâmetros meteorológicos, em especial dos ventos locais, sobre as direções e intensidades de correntes de fundo em regiões litorâneas, é pouco conhecida.

Com relação aos grandes movimentos das massas de ar, que afetam o litoral sul brasileiro e que influenciam a circulação geral da área, Garcia Occhipinti (1983) identificou duas situações principais que afetam a área.

A primeira situação, que domina a área na maior parte do ano, foi denominada pelo autor como de domínio da massa de ar Tépido Atlântico, controlada pelo anti-ciclone subtropical, semi-permanente do Atlântico Sul. Nestas condições, no centro dessa massa a temperatura é extremamente homogênea, os ventos predominantes são de leste a noroeste, principalmente durante o verão e sua ação se estende sobre todo o continente, ocasionando altas temperaturas provocadas pela alta insolação.

Esta situação é perturbada pela invasão de massas de ar polar Atlântico, resultante da circulação meridiana. Esta massa origina-se abaixo de 40° de latitude sul e o ar constituinte é mais frio em qualquer época do ano. O contacto desta massa de ar com o ar Tépido Atlântico, forma a Frente Polar Atlântica, em latitudes da ordem de 35° sul.

O avanço desta frente, rumo ao norte, provoca as conhecidas perturbações frontais, cuja passagem pela região de Cananéia provoca fortes precipitações e mudança da direção dos ventos de leste para o quadrante sul.

De um modo geral, pode-se dizer que a situação habitual do tempo na planície costeira do sul do estado depende da massa Tépido Atlântico e da invasão das frentes frias. Em escala menor influem, também nas características meteorológicas, as incursões das massas de ar Equatorial Continental, que raramente atingem a região no verão e das frentes de permanência estacionária.

Especificamente com relação à importância das correntes costeiras induzidas pelos ventos locais, Silva (1968)

analisou, segundo modelo de Ekman, a importância da geração das correntes litorâneas induzidas pelos ventos para diferentes profundidades de lâmina de água. Nesta avaliação Silva (op. cit.) concluiu que na plataforma continental interna o aumento da velocidade de corrente, que deveria ser esperado pelo incremento da velocidade do vento, é neutralizado pelo efeito exercido pelo fundo à medida que decresce a relação entre a espessura da coluna de água (h) e a espessura da camada friccional de Ekman (D).

Portanto, à medida que cresce em importância a ação das ondas sobre as correntes de deriva litorânea, com a proximidade da linha de costa, a ação dos ventos locais diminui. Segundo Silva (op. cit.), os ventos locais são responsáveis pela geração de correntes da ordem de apenas 2 $cm.s^{-1}$ em áreas com profundidades inferiores a 15 m.

Durante as medições de corrente, na primavera de 1984 e no outono de 1962, as duas principais situações meteorológicas descritas por Garcia Occhipinti (op. cit.) puderam ser identificadas.

Nas medições de 1962, dois momentos de passagem de frente foram identificados em 22/04 e 01/05, conforme pode ser constatado pela análise das cartas sinóticas produzidas pela Diretoria de Hidrografia e Navegação - Ministério da Marinha e confirmadas pela queda da pressão atmosférica medida na estação meteorológica de Cananéia.

Analisando-se o padrão de vento na área durante o período de medição (Tabela 50) e, em especial do período de passagem da frente fria do dia 22/04, verifica-se o predomínio dos ventos dos quadrantes S e W onde durante o dia 22/04 foram observados os mais altos valores de intensidade absoluta (6,5 m/s) e média (4,3 m/s) de todo o período.

Desta maneira é perfeita a analogia entre os parâmetros medidos na área e a situação meteorológica descrita por Garcia Occhipinti (op. cit.).

No período de outono e inverno quando se verifica uma constante invasão do ar de origem polar nestas latitudes, as perturbações são muito freqüentes. Com a aproximação

da frente os ventos passam a soprar de direções próximas de NNE defletindo para NW, na cava pré-frontal, até atingirem direções WSW após a passagem da frente.

São nestes momentos de aproximação e passagem da frente, que os mais altos valores de intensidade de deslocamento dos ventos foram registrados (6,5 m/s), tanto para a fase de aproximação (NNE), quanto para o instante pós-frontal (WSW). Para a primavera de 1984 também foi identificado um fenômeno do tipo frente, entre os dias 05 e 06/10, ou seja, após a operação das estações fixas de Paranaguá e Cananéia e anteriormente à execução da estação fixa de Iguape. Desta maneira, a análise do padrão de ventos realizada à bordo do navio oceanográfico, conjuntamente às medições de corrente, mostra padrão distinto para as situações pré e pós frontal.

A estação fixa de Paranaguá apresentou predominância de ventos provenientes de S e SW (61,5%) com velocidades médias variando entre 2 e 5,8 nós (Tabela 51). Esta predominância de ventos sul foi acentuada durante as medições na estação de Cananéia, quando 77,7% das observações indicaram ventos originários de S e SSW com elevadas velocidades.

Os dados de direção e intensidade de ventos nas estações de Paranaguá e Cananéia, quando confrontados com a carta sinótica da Diretoria de Hidrografia e Navegação do Ministério da Marinha, mostram-se coerentes com o fenômeno de perturbação do tipo frente estacionária, de fraca intensidade. Esta situação meteorológica, que já perdurava há alguns dias com um fraco deslocamento, a partir de altas latitudes, foi a responsável pela geração dos ventos provenientes do sul, bem como pelas características de ondas medidas à bordo do navio oceanográfico.

Na estação de Iguape predominaram os ventos provenientes de NE e ESE (68%) e secundariamente (34,6%) os ventos provenientes das direções SE e ESE. Estas observações da estação de Iguape denotam uma mudança, dos rumos de proveniência dos ventos, em relação as observações das estações de Paranaguá e Cananéia.

Embora este padrão não representasse uma situação típica de fase pós-frontal, como descrita por Garcia Occhipinti (op. cit.), as velocidades dos ventos ainda eram relativamente altas (≃ 15 nós).

Portanto, embora o litoral sul paulista apresente características meteorológicas vinculadas à circulação dinâmica do litoral sul brasileiro, a proximidade da Serra do Mar, sem dúvida, influi neste padrão geral pela retenção dos sistemas frontais. Porém, de qualquer forma, estas alterações locais não têm influência significativa na geração das correntes costeiras, vinculadas principalmente aos sistemas de ondas geradas em áreas oceânicas, bem como no incremento das velocidades dessas correntes, pouco alteradas pela ação dos ventos locais.

3.3.1 - Relação entre os parâmetros oceanográficos e os fatores meteorológicos

Da análise conjunta das características oceanográficas e meteorológicas observadas durante o outono de 1984, foi possível identificar algumas relações diretas, do tipo causa-efeito, entre os diferentes parâmetros que atuam na dinâmica de fundo da zona litorânea.

Nos extremos da área estudada, as correntes de fundo guardam relação direta com os padrões de ondas incidentes. Em Cananéia, apenas essa correspondência não é suficiente para explicar o padrão de correntes observado.

Em Paranaguá, 50% dos sistemas de ondas se propagam a partir de SSW e SW com um sistema secundário de E e ESE (≃ 27%). As correntes de fundo propagavam-se predominantemente rumo a NE (82,8%) e secundariamente para S e SSE, o que corresponde perfeitamente ao padrão de correntes esperado em função do padrão de ondas incidentes.

Em Iguape, esta interdependência é ainda mais direta, na medida em que o sentido predominante a partir de leste das ondas, perfazendo 83,3%, implica em correntes de deriva litorânea dirigidas para SW. Esta interrelação é inteira-

mente confirmada com a obtenção do rumo SW (61%) como a predominante entre os sentidos de atuação de correntes medidas, junto ao fundo, na estação fixa de Iguape.

Já para a região de Cananéia, embora os trens de onda apresentem uma predominância de direções SE e SW (88,7%), as correntes de fundo distribuem-se homogeneamente entre NE e S. Esta aparente ausência de correlação entre os sistemas de ondas e correntes de fundo pode ser explicada pela influência dos dois outros principais fatores; ventos locais e marés, que vetorialmente se somam às ondas na composição das correntes próximas à costa.

Os padrões de ventos locais apresentam nítida concordância com as direções de incidência das ondas, pois em Paranaguá e Cananéia predominaram os ventos originários do sul, à semelhança dos padrões obtidos para a incidência de ondas.

Portanto, só o caráter de vento local não serve para esclarecer o padrão disperso dos sentidos das correntes de fundo observado na estação de Cananéia. Corroborando esta constatação Silva (1968), já havia concluído existir uma limitação dos ventos locais na geração de correntes litorâneas no litoral sul-sudeste brasileiro.

A componente relacionada à ação de marés, embora nos faltem dados que permitam uma melhor avaliação, poderia ser considerada como uma possível explicação para o padrão de correntes de fundo identificado. Esta suposição está baseada principalmente nas evidências observadas nos diagramas de vetor deslocamento progressivo, construídos para a estação de Cananéia, cujas características em muito se assemelham aos padrões de correntes, em áreas oceânicas, geradas por marés.

Por outro lado, a ausência de trajetórias elípticas características de padrões de correntes geradas, por marés, para os diagramas de Paranaguá e Iguape, não implicam necessariamente na dissociação completa entre as correntes de fundo e a ação das marés. Porém, o conjunto de dados analisados embora limitado no tempo, permite afirmar que são as ondas o principal fator gerador de correntes litorâneas no litoral

sul do estado de São Paulo. Com estes sistemas de ondas vinculam-se ao regime geral de circulação atmosférica do litoral sul brasileiro, é possível afirmar-se que, as direções das correntes de fundo do compartimento litorâneo sul paulista constituem resposta à interrelação entre a topografia de fundo muito plana e o sistema de ondas incidente.

Desta forma verifica-se que, durante um ciclo anual alternam-se períodos de dominância entre a principal direção de incidência das ondas (SE - SW), geradora de correntes de deriva litorânea de rumo geral NE e do sistema secundário (E - SE) do qual resultam correntes de deriva com sentido geral SW.

Pela análise dos conjuntos de fotografias aéreas é também possível observar-se que estes sistemas de ondas, ao menos em situações atmosféricas sem a passagem de frentes, não são excludentes, o que possibilitaria o surgimento simultâneo de correntes de deriva litorânea de sentidos opostos.

3.4 - Velocidade crítica de transporte

Sedimentos em repouso, sobre um substrato marinho ou fluvial, apresentam tendência geral a conservar seu estado estacionário até que sua inércia seja suplantada pela energia da corrente. A velocidade mínima requerida para que os sedimentos em repouso iniciem deslocamentos é denominada velocidade crítica de transporte (Allen, 1968).

Para sedimentos arenosos, não coesivos, é intuitivo que, quanto mais denso for o grão e mais profundo for o canal, maior será a velocidade de fluxo necessária para removê-lo do estado estacionário.

Em situações onde o substrato é constituído de material coesivo, fundo argiloso, ou onde o sedimento apresenta um grau de seleção muito pobre devido a misturas, em diferentes proporções entre sedimentos arenosos e pelíticos, as velocidades requeridas para o início de transporte são mais altas do que as necessárias para remover sedimentos constituídos por materiais mais grosseiros ou mais homogêneos. Este fa-

to recebe o nome de efeito Hjulström, sendo responsável pela preservação de delicadas lâminas argilosas em depósitos de planície de maré (Suguio, 1980).

3.4.1 - Formulações gráficas

Estudos teóricos e experimentais têm sido desenvolvidos objetivando determinar as velocidades críticas necessárias para a movimentação de sedimentos de diferentes granulações.

As velocidades críticas de transporte foram fixadas em função do diâmetro médio e do peso específico dos sedimentos, adotando-se como valor básico o peso específico do quartzo (2,65 g cm^{-3}), para velocidades medidas a 1 m acima do fundo (C_{100}) considerado como o topo da camada limite (boundary -layer).

Dentre as principais formulações gráficas existentes, e que tem sido largamente utilizadas na literatura mundial, os gráficos de Postma (1967); Hjulström (1956, apud Netto, 1980), Open University (1978) e Gadd et al. (1978, apud Muehe & Sucharov, 1981) são sínteses representativas de todos esses estudos (fig. 46).

De acordo com esses diagramas observa-se que a velocidade mínima de corrente capaz de mover um sedimento não coesivo, de diâmetro médio areia fina a média, a partir de seu estado estacionário está em torno de 20 cm/s. Além disso, verifica-se também que os sedimentos compreendidos no intervalo areia fina são mais facilmente erodidos do que sedimentos de granulação mais fina ou grosseira.

A curva de Gadd et al. (1978) é hoje a de mais ampla aceitação por representar um experimento que considerou criticamente todos os estudos anteriores e principalmente por reequacionar a curva de Bagnold (1956, apud Muehe & Sucharov, 1981), que até então servia de base aos cálculos do volume de material transportado em regiões litorâneas.

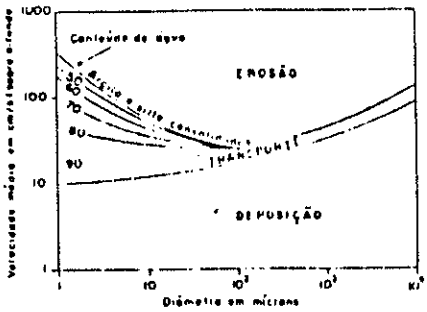
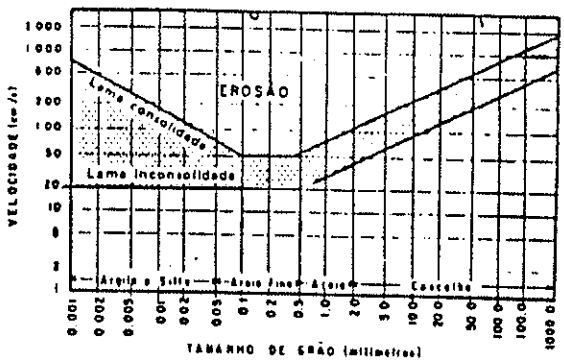
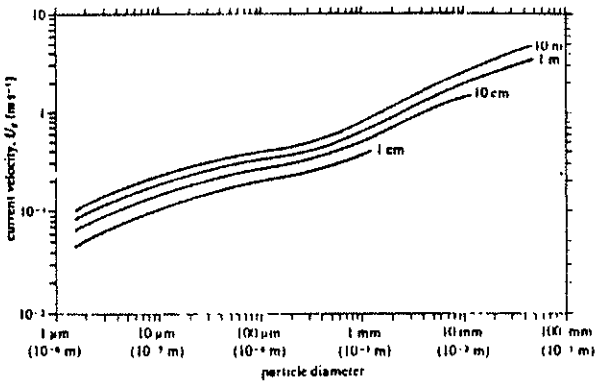


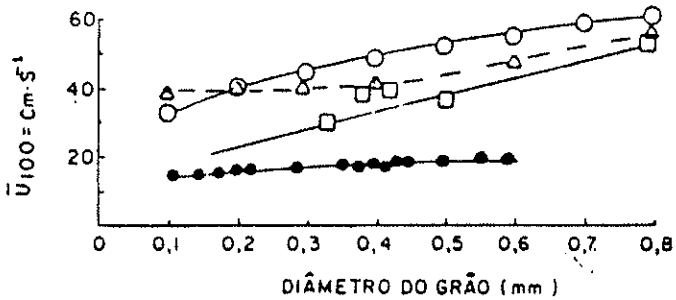
Grafico de Postma (1967) para velocidades de correntes necessárias para o transporte de materials de diferentes diâmetros (Suguio, 1980)



Velocidades críticas requeridas para erosão, transporte e deposição de sedimentos de diferentes granulações (Netto, 1980)



Graph of current velocities U_z, at different heights above the sea-bed, which are required to move non-cohesive sediment particles in the range of diameters shown. The parameters used in the compilation of the graph are: density of particles (quartz): 2.65×10^3 kg m^{-3}; density of seawater: 1.025×10^3 kg m^{-3} at 15 °C; viscosity: 10^{-3} N s m^{-2}; and g: 9.8 m s^{-2}. *Important* The 10 m curve on this diagram is less reliable for marine work than the other curves because of the unsteadiness of marine currents.



— Velocidades criticas de (U_{100}) para vários diâmetros de grãos com densidade de 2,65 g.cm^{-3}, segundo Sundborg, 1956 (▲); Sternberg, 1971 (□); Sundborg, modificado por Miller et al., *1977 (○); e Gadd* et al., *1978 (●)*

Fig. 46 - Gráficos de velocidade crítica de transporte: Postma, 1967 (apud Suguio, 1980); Hjülstrom, 1956 (apud Netto, 1980); Open University, 1978 e Gadd et al., 1978 (apud Muehe & Sucharov, 1981).

Como todo levantamento de correntes de fundo, os executados em outubro de 1984, foram realizados a distância de 100 cm do fundo (C_{100}) e o valor da velocidade crítica de transporte adotado foi o expresso por Gadd et al. (op. cit.), para o valor de diâmetro médio do sedimento coletado no local de medição de corrente (Tabela 52).

Já para os dados de 1962, como as observações foram realizadas cinco metros acima do fundo, fora portanto da camada limite, o valor da velocidade crítica de transporte não pode ser considerado a partir dos estudos de Gadd et al. (op. cit.). Desta forma, objetivando apenas avaliar as características gerais, direção e intensidade do transporte de sedimentos junto ao fundo, na área da desembocadura lagunar de Cananéia, optou-se por utilizar como valor crítico, o expresso na curva proposta pela Open-University (op. cit.).

3.4.2 - Velocidades críticas de correntes para 1984 e 1962

Dentre os sedimentos de fundo coletados nas três estações fixas de correntometria o diâmetro médio do sedimento coletado na estação de Paranaguá apresentou o mais alto valor (0,512 mm), sendo que os de Iguape e Cananéia apresentaram respectivamente diâmetros médios mais baixos e mais próximos entre sí, isto é, 0,126 mm e 0,170 mm.

Estes valores, quando confrontados com os estudos de Gadd et al. (op. cit.), indicam que as velocidades críticas necessárias para o início da movimentação dos sedimentos de fundo, na região de Paranaguá, são cerca de 20% mais altas do que as velocidades necessárias para as regiões de Iguape e Cananéia.

Porém, quando confrontados os valores críticos de transporte, obtidos para o período de medição das três estações fixas, com os valores de intensidade de corrente medidas junto ao fundo, verifica-se que apenas na estação de Iguape o valor crítico (15,5 cm/s) foi ultrapassado, ainda assim por um pequeno período do tempo de medição (8,2%).

Neste período de observação na estação de Iguape, quando o valor da corrente medida ultrapassou a velocidade crítica, as direções de propagação se distribuiram igualmente pelos rumos SSW e W (44,4%), estando o restante das correntes medidas (11,2%) dirigido para SW.

Para as medições do ano de 1962, utilizando-se aproximações das curvas da Open University (op. cit.), chega-se a um valor crítico para o transporte de fundo da ordem de 30 cm/s.

Como pairam dúvidas a respeito da real profundidade em que foram realizadas as medições de corrente em 1962, e como possivelmente estas medidas foram realizadas fora da camada limite, são bastante temerárias as extrapolações dos efeitos das correntes de meia-água sobre os sedimentos de fundo.

Porém, o procedimento de adotar um valor crítico considerando que as correntes à meia-água, com intensidade de deslocamento superior ao valor crítico adotado, são competentes para realizar o transporte de fundo, embora impreciso, permite que o conjunto de dados de 1962 possa, pelo menos, ser utilizado para avaliação preliminar do transporte junto à região da desembocadura lagunar de Cananéia.

Desta forma verifica-se que, ao longo de todo o período de 385 horas em que foram medidas as direções e intensidades das correntes na região da desembocadura lagunar, em apenas 0,9% (3,5 horas) desse período as intensidades de correntes foram superiores ao valor crítico de transporte obtido da curva Open University (op. cit.). Ainda assim, a maior intensidade de corrente medida, 40 cm/s, representa apenas um valor 1/3 superior à velocidade crítica de transporte adotada.

Os sentidos de corrente observados, durante estes períodos de 3,5 horas, são todos para nordeste compreendidos entre N 35° e N 55°.

3.5 - Taxas de transporte

O conhecimento das correntes dominantes em um sistema de circulação litorânea e, em especial os volumes de sedimentos mobilizados nesses sistemas, tem sido baseados em postulados da hidrodinâmica clássica testados em laboratório e para situações de contato água/fundo.

A partir desses experimentos diversas equações (Einstein, 1950; Bagnold, 1963 e Yalin, 1963; apud Gadd et al. (1978) têm sido deduzidas objetivando compreender e estimar o modo e em especial, as taxas de transporte em regiões litorâneas.

Nessas regiões, em especial na zona de arrebentação das ondas, as correntes de deriva responsáveis pelo transporte longitudinal dos sedimentos de fundo são afetadas por um grande número de fatores complexos que, dificultam os cálculos dos volumes transportados.

A equação para cálculo de transporte de sedimentos mais amplamente utilizada foi proposta por Bagnold (1963), que permite encontrar o volume dos sedimentos em função das velocidades das correntes e das características físicas desses sedimentos.

De acordo com esta equação, o volume transportado pode ser admitido como proporcional à energia transmitida ao fundo pela movimentação da corrente acima deste.

O conceito de Bagnold (op. cit.) é expresso pela seguinte relação:

$$\boxed{q = \frac{\rho_s}{(\rho_s - \rho)_g} K.W} \qquad (5)$$

onde q é o volume de sedimentos transportados por unidade de área; ρ_s e ρ as densidades do sedimento e do fluido, K um um coeficiente experimental que expressa a eficiência do fluxo transportador e W a força por unidade de área transmitida ao fundo pelo fluxo do fluido.

Gadd et al. (1978), a partir de um estudo comparativo das diversas equações de transporte de sedimentos, realizado com dados de correntes de fundo obtidos para uma área costeira, propôs a alteração da equação clássica de Bagnold (op. cit.) associando-se ao coeficiente de arrasto (C_{100}) e a velocidade crítica de transporte (U_{100}).

Deste modo a equação de Bagnold (op. cit.) pode ser reescrita como:

$$q = \frac{\rho_s}{(\rho_s \rho)\, g} K\, C_{100}^{3/2}\, U_{100}^{3} \qquad (6)$$

Como conseqüência das observações de Sternberg (1972, apud Gadd et al. op. cit.), que verificou em regiões litorâneas onde as formas de fundo são de pequenas dimensões e os valores do coeficiente de arrasto (C_{100}) aproximavam-se de um valor constante ($3{,}1 \times 10^{-3}$), Gadd et al. (op. cit.) associaram o volume transportado à terceira potência da velocidade medida, a uma distância fixa do fundo (U_{100}).

Esta modificação mostrou-se em muito semelhante a uma outra, também expressa por Bagnold (1941, apud Gadd et al., op. cit.), quando estudou sedimentos transportados pelo vento. Desta forma, Gadd et al. (op. cit.) simplificaram a equação básica de transporte de sedimentos utilizando o conceito clássico de que a movimentação de uma partícula em repouso inicia-se somente quando a corrente apresentar um valor acima da velocidade crítica de transporte (U_{TH}).

Esta equação:

$$q = \beta\, (U_{100} - U_{TH})^{3} \qquad (7)$$

onde β é um coeficiente de proporcionalidade, tem sido largamente utilizada a partir dos anos 80, não apenas pelo seu alto grau de simplificação, em relação às demais existentes, mas principalmente por expressar um conceito real do mecanismo de transporte de sedimentos arenosos de regiões litorâneas.

Portanto, para velocidades iguais ou inferiores à velocidade crítica de transporte, o volume transportado tende a zero independentemente das características físicas do fluxo transportador e suas interrelações com o substrato.

Embora simples e de larga aceitação, diversos são os fatores limitantes que se interpõem a sua utilização no cálculo dos volumes transportados no litoral sul paulista. Um desses fatores está associado ao desconhecimento da influência de cada componente vetorial (corrente de deriva litorânea, correntes geradas pela ação das marés e ventos locais), na velocidade da corrente medida.

Este fator limitante implica em que o fator de proporcionalidade, β , seja utilizado com reservas, uma vez que os dados experimentais que foram utilizados para seu cálculo, representam uma situação onde a atividade das ondas foi assumida como sendo mínima, situação que não se aplica ao litoral sul paulista.

Desta forma, optou-se por utilizar o valor médio para o fator de proporcionalidade ($4,48 \times 10^{-5} g\ cm^{-4} s^2$) conforme proposta de Gadd et al. (op. cit.), para regiões pouco estudadas.

Outro fator limitante, no balanço dos volumes de sedimentos transportados na região litorânea sul, vincula-se à limitação do conjunto de dados de velocidades de correntes de fundo, de significado apenas instantâneo. A ausência de medições de longa duração impede o conhecimento do grau de representatividade, desses pequenos intervalos de avaliação, no contexto geral de transporte de sedimentos de fundo do litoral sul paulista.

Porém, embora impreciso em termos absolutos, o conhecimento das ordens de grandeza desse transporte, bem como das direções de deslocamento da carga sedimentar podem auxiliar, na região litorânea de Cananéia-Iguape, na compreensão da evolução das feições arenosas emersas existentes na região.

3.5.1 - Primavera de 1984

Das três estações de correntografia, apenas a de Iguape apresentou, entre os dias 8 e 9 de outubro, valores de corrente de fundo superiores à velocidade crítica de transporte.

Durante todo o período em que houve a possibilidade de transporte, este ocorreu nas direções SW e W com uma resultante de $1,9.10^{-3}$ g cm^{-1} s^{-1} para direção N 249° (Tabela 53).

Este volume, além de representar um valor absoluto pouco significativo ocorreu durante um espaço de tempo muito pequeno de forma que, na eventual deposição desses sedimentos na zona intermarés da Ilha Comprida eles representariam um acréscimo de volume insignificante.

Quando confrontados os períodos em que a velocidade junto ao fundo ultrapassou o valor crítico com as direções de ondas e ventos incidentes na área (fig. 47), verifica-se que ambas são provenientes de leste, compatíveis com correntes originárias de SW - W.

Correlacionando-se estas correntes à situação meteorológica observada através das cartas sinóticas da Diretoria de Hidrografia e Navegação do Ministério da Marinha, para os dias 8 e 9 de outubro, observa-se que o padrão de correntes de fundo observado está vinculada à circulação atmosférica denominada por Garcia Occhipinti (1963), como "situação normal". Esta "situação normal" representa a dominância da massa de ar Atlântica, controlada pelo anti-ciclone subtropical, semi-permanente do Atlântico Sul, com ventos prevalecentes de leste após curtos períodos de perturbações dos fenômenos meteorológicos denominados frentes.

3.5.2 - Outono de 1962

O cálculo do volume transportado para as medições de 1962, reveste-se ainda de um maior grau de imprecisão, devido as incertezas quanto à verdadeira profundidade onde essas medições foram executadas.

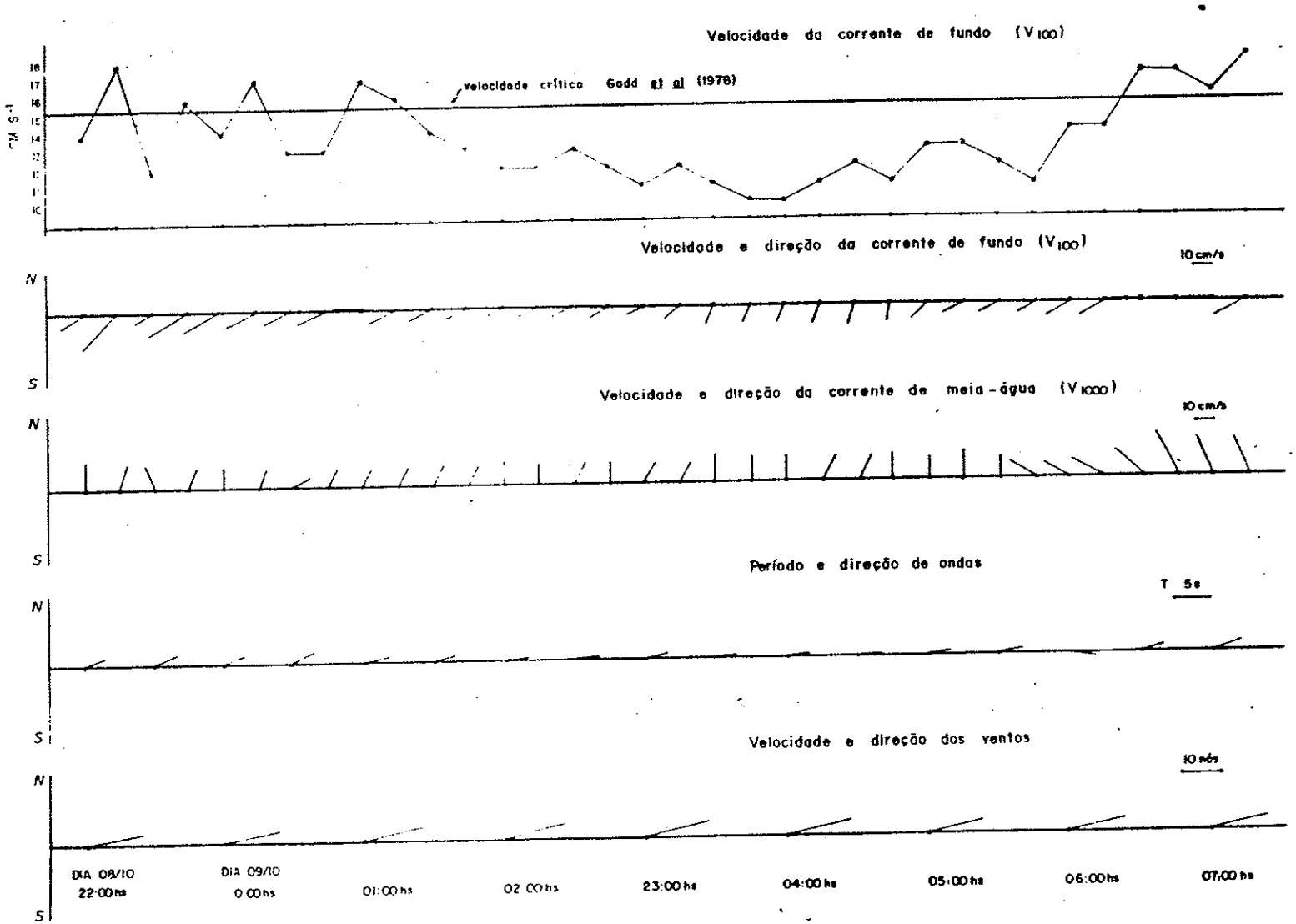


Fig. 47 - Velocidade de corrente, meia-água e fundo; direção de ondas e ventos observados na estação de Iguape, no período que apresentou velocidades de correntes superiores a velocidade crítica de transporte, outubro 1984.

Porém, ainda assim, a análise do intervalo de 3,5 horas do dia 23/04, quando as velocidades de corrente observadas foram superiores à velocidade crítica de transporte, são importantes na medida em que representam condições meteorológicas de passagem de uma frente fria, quando os ventos prevalecentes passam do quadrante leste para o quadrante sul.

A presença de ventos incidentes de sul e sudoeste, nas áreas de geração das ondas, acarreta a propagação das ondas a partir desses quadrantes, que segundo o relatório C.T.H. (op. cit.) são predominantes no litoral sul paulista, gerando correntes de deriva litorânea de orientação geral leste.

Desta forma, durante o período em que houve a possibilidade de mobilização de sedimentos arenosos de fundo, na região próxima à desembocadura de Cananéia, o transporte ocorreu rumo a NE, ou seja, praticamente paralelo à linha de costa atual (fig. 48).

O volume transportado, embora quantitativamente superior ao obtido para a primavera de 1984, não significa obrigatoriamente uma predominância do transporte na direção NE sobre a direção WSW (Tabela 54).

Portanto, fica evidenciada pelo menos a possibilidade, para o litoral sul paulista, da existência de dois sentidos predominantes de transporte. O primeiro, com deslocamento da região próxima à foz do rio Ribeira de Iguape em direção a porção sul da Ilha Comprida, segundo direções próximas a W - WSW e a outra da área sul do estado em direção à foz do Ribeira, através de uma direção geral NE.

Devido à pouca representatividade dos dados analisados não é possível avaliar , sem uma análise da evolução das feições arenosas costeiras, a resultante da interação desses dois sentidos inversos de transporte, bem como suas reais interrelações com os parâmetros climatológicos, aos quais estão submetidas as regiões litorâneas de Cananéia - Iguape.

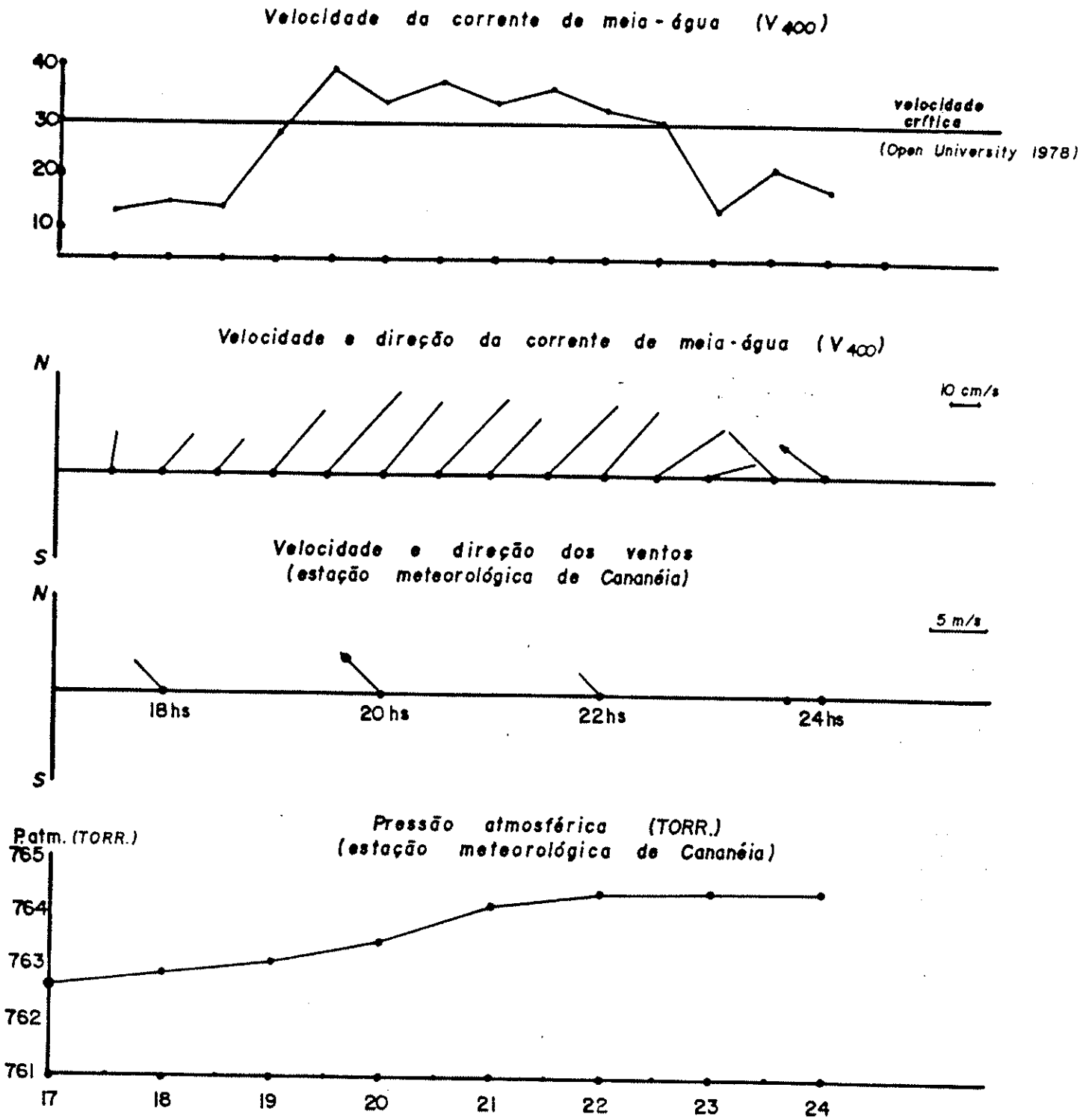


Figura 48 - Velocidade de corrente, ventos e pressão atmosférica observados na estação de Cananéia, no período que apresentou velocidades de correntes superiores à velocidade crítica de transporte, abril 1962.

3.6 - Conclusões parciais

Admitindo-se como correta a afirmação de Inman (1963), de que a movimentação de sedimentos arenosos em ambientes marinhos rasos é função principalmente da interação de ondas, correntes de diferentes origens e ventos locais, conclui-se neste estudo pela predominância dos sistemas de ondas, sobre os demais fatores, na dinâmica de transporte de fundo do litoral sul paulista.

A análise dos padrões de ondas, observados à bordo do N/Oc. "Prof. W. Besnard", bem como os contidos nos relatórios do Centro Tecnológico de Hidraúlica - USP (op. cit.) e Geobrás (op. cit.), possibilitam explicar satisfatoriamente as principais direções de transporte de fundo.

A interrelação entre a circulação atmosférica e a geração dos sistemas de ondas incidentes é a base para a compreensão da origem das correntes de fundo, de sentido NE, provenientes de sistemas de ondas de direções sul, bem como das correntes de sentido SW geradas pela incidência de sistemas com rumo geral leste.

As profundidades máximas de ação das ondas, obtidas para os dados de 1984, permitem supor que as correntes de deriva geradas pela incidência oblíqua à costa dos sistemas de ondas, podem isoladamente explicar o transporte litorâneo.

Desta maneira, pode-se concluir que salvo sob condições meteorológicas intensas, a ação das ondas sobre o fundo está restrita à isóbata máxima de 50 m, estando a zona de arrebentação limitada às isóbatas de 5 a 6 m.

Na área a influência dos ventos locais e das correntes geradas pelas marés sobre as correntes de fundo são desconhecidas. Com relação à ação dos ventos locais, Silva (1968) afirma serem insignificantes os incrementos das velocidades de corrente de fundo no litoral sul brasileiro, pela ação dos ventos locais, demonstrando a pequena importância das oscilações deste parâmetro local sobre a circulação litorânea. Por

outro lado, as correntes de maré parecem ter relevância maior apenas nas regiões próximas as desembocaduras lagunares . onde se processam as ligações do oceano com os sistemas lagunares costeiros.

Os valores obtidos para os volumes transportados originados, pela interação entre as principais direções de movimentação de fundo identificadas (NE, SW), não são significativas na medida em que todos os parâmetros observados representam somente instantes particulares de observação.

Portanto, na impossibilidade da obtenção de respostas mais precisas acerca da resultante atual do transporte litorâneo de fundo do compartimento sul paulista, e da ordem de grandeza deste transporte, torna-se imperativo o estudo das formas arenosas emersas e principalmente da sua evolução recente.

Esta imposição está relacionada ao conhecimento prévio da evolução quaternária do compartimento costeiro sul paulista, onde as feições arenosas emersas respondem a interações entre os movimentos oscilatórios do nível do mar, durante o Quaternário, e às conseqüentes variações da dinâmica costeira associadas a esses movimentos oscilatórios.

4. GEOMETRIA DOS CORDÕES LITORÂNEOS DA PLANÍCIE-COSTEIRA SUL PAULISTA

A gênese dos cordões litorâneos das planícies centro e sul paulista pode ser interpretada em termos do abaixamento do nível relativo do mar, durante o Holoceno, como conseqüência do aporte de areias provenientes da plataforma próxima (Suguio & Martin, 1978a; Flexor et al. (1984).

De acordo com Komar (1976), na zona de arrebentação ocorre uma forte liberação da energia das ondas que ocasionam a suspensão de areias e seu transporte lateral pelas correntes de deriva litorânea ("longshore currents"), geradas a partir da incidência oblíqua à costa destas ondas.

Além deste transporte litorâneo o espraiamento das ondas sobre uma costa arenosa provoca a movimentação dos sedimentos perpendicularmente a costa. A conjugação destes dois fenômenos resulta em um transporte pulsatório das areias ao longo da costa, cujo tipo de deslocamento lateral é denominado "dente de serra" ("swash transport").

Esta conjugação entre mecanismos de movimentação de areias resultantes da interação dos sistemas de ondas com o fundo oceânico e costas arenosas resulta em um transporte de sedimentos, cujo sentido de deslocamento é função do ângulo de incidência dos sistemas de ondas e das características do relevo de fundo.

No litoral sul paulista, devido à baixa declividade da topografia de fundo na zona de arrebentação ($\simeq 1^{o}$), e associado ao paralelismo das isóbatas com a direção geral da linha de costa atual, o ângulo de incidência do sistemas de ondas na faixa intermarés é sempre pequeno, fruto da prolongada interação dos sistemas de ondas com o fundo.

Esta interação, que seguramente passa a existir no litoral sul paulista a grandes distâncias da linha de costa atual (> 5 km), é responsável pela intensa refração sofrida pelas ondas que, ao atingirem à linha de costa encontram-se praticamente paralelas à direção geral da costa.

Em função deste fato, na faixa intermarés, onde ocorre a conjugação dos dois principais mecanismos de transporte das areias de praia, os deslocamentos laterais de sedimentos são de pequenas proporções devido principalmente à pequena intensidade das correntes paralelas à costa, originadas a partir de pequenos ângulos de interação (5° - 10°), entre os sistemas de ondas refratadas e a linha de costa.

Flexor *et al*. (op. cit.), apoiado em complementação do princípio de Brunn, a partir do qual uma elevação do nível relativo do mar provocaria erosão na "alta-praia" e deposição de sedimentos na "ante-praia", afirmam ter as correntes de deriva litorânea desempenhado papel fundamental na construção dos cordões litorâneos da planície costeira das regiões sul

e sudeste do Brasil. Assim, nos períodos de abaixamento do nível relativo do mar, durante o Holoceno, ocorreu um importante aporte de areias da plataforma continental rumo à "alta-praia" que, arrastadas pela deriva litorânea, contribuíram na construção das extensas planícies de cordões litorâneos. Portanto, sob certas circunstâncias, este avanço holocênico da área emersa, onde os cordões que cobrem os terraços correspondem às cristas de "altas-praias" que foram sucessivamente abandonadas no decorrer da progradação da costa (Flexor et al., op. cit.) podem registrar, na sua geometria, o sentido predominante da deriva dos sedimentos durante o transcurso do processo regressivo.

Barcelos (1975) e, especialmente Suguio & Martin (1978b) evidenciaram, no litoral sul paulista, a existência de longos e retilíneos alinhamentos de cordões litorâneos quase sempre paralelos à linha de costa atual (fig. 49). Estes alinhamentos, bem ressaltados nos levantamentos aerofotogramétricos devido à existência de depressões entre cordões que estão quase sempre associadas a uma drenagem condicionada pelos regimes pluviais e de marés, atingem extensões na face oceânica da Ilha Comprida, de até 65 km de comprimento.

Os cordões holocênicos da face oceânica da Ilha Comprida apresenta, como característica geral, além de suas grandes extensões, uma pequena inflexão rumo a NE, nas porções a NE da ilha, deslocamento este também verificado no alinhamento geral da linha de costa atual.

Os cordões holocênicos, da porção mais interna da Ilha Comprida, não são tão contínuos e paralelos à linha de costa atual quanto os cordões da face externa. Na face interna estes cordões estão truncados e isolados em conjuntos de pequena extensão lateral, por um padrão de encurvamento dos cordões para NE, que interrompe a continuidade dos alinhamentos que se desenvolvem paralelamente a costa.

De acordo com Barcelos (1975) e Suguio & Martin (1978a), os cordões das faces interna e externa da Ilha Comprida estão separados entre si por uma zona baixa, com cerca de 100m de largura, que pode ser acompanhada por cerca de 50 km, ocupada por sedimentos areno-argilosos de ambiente paludal.

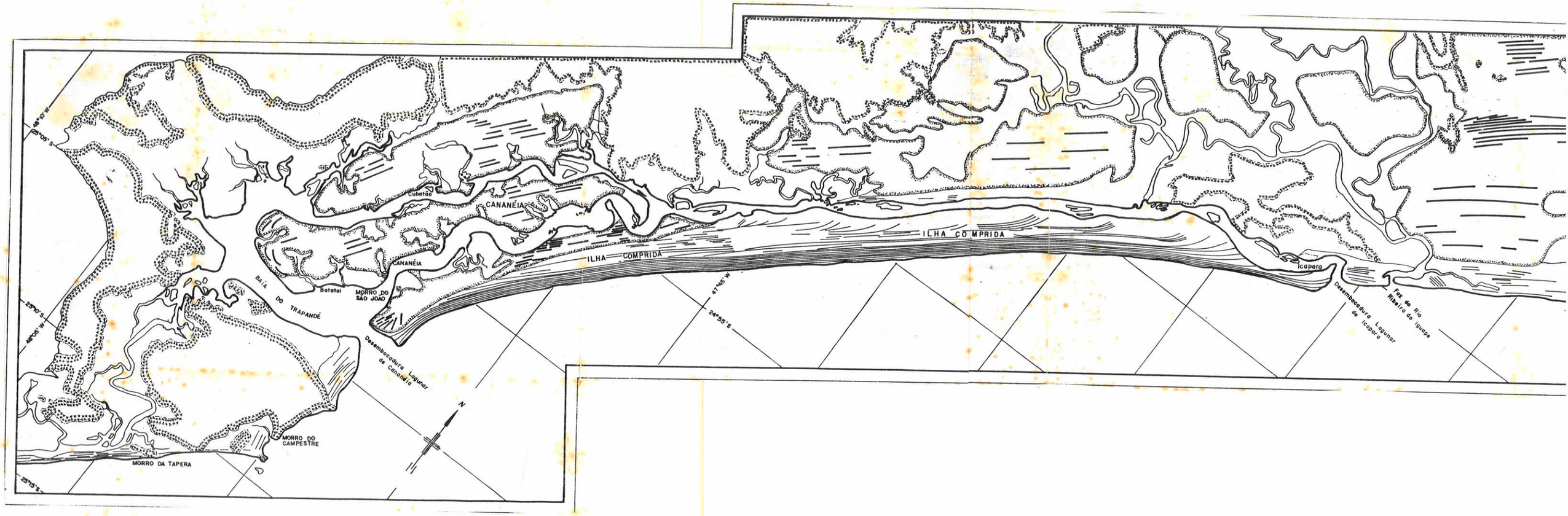


Fig. 49 - Alinhamento dos cordões litorâneos da planície costeira de Cananéia-Iguape, SP. Escala original 1:30.000.

Estas características observadas nos cordões holocênicos, das faces interna e externa da Ilha Comprida, levou diversos autores a proporem a formação da ilha, a partir de um núcleo de idade mais antiga situado a SW, em duas etapas distintas (Suguio & Martin, 1978a; Suguio & Barcelos, 1978).

As duas etapas de evolução holocênica da ilha estão vinculadas ao mecanismo de oscilação do nível do mar, conforme proposta de Suguio & Martin (op. cit.) (fig. 50).

Na primeira etapa, após o máximo transgressivo (5.100 anos A.P.), a ilha estendeu-se rumo ao norte, em direção a Iguape. São desta fase as seqüências de cordões truncados e recurvados que representariam as diversas etapas evolutivas da desembocadura em crescimento para nordeste da ilha, atualmente denominada de Icapara (fig. 51).

Há aproximadamente 3.800 anos A.P., a tendência geral de emersão da área sofreu uma interrupção quando então o nível marinho atingiu seu valor mínimo no período, voltando posteriormente há cerca de 3.500 anos A.P. a atingir um outro máximo transgressivo (Suguio & Martin, op. cit.).

Após este segundo máximo transgressivo, quando parece ter ocorrido uma pequena erosão dos cordões holocênicos internos, fenômeno este responsável pela formação da zona baixa entre as duas gerações de cordões, a ilha passa a sofrer um processo de alargamento pela acreção de cordões paralelos à linha de costa atual. São dessa fase os extensos e contínuos alinhamentos de cordões litorâneos da face externa da Ilha Comprida.

Suguio & Barcelos (op. cit.), a partir dos resultados das análises granulométricas das areias que compõem esses cordões litorâneos, sugerem que esta tendência de crescimento da ilha de S para N, pela ação das correntes de deriva litorânea, teve importância fundamental desde o período inicial de formação da ilha (6.000 anos A.P.).

Na análise das características hidrodinâmicas do litoral sul paulista verificamos que coexistem dois sistemas de ondas, subordinados aos mecanismos gerais de circulação atmos

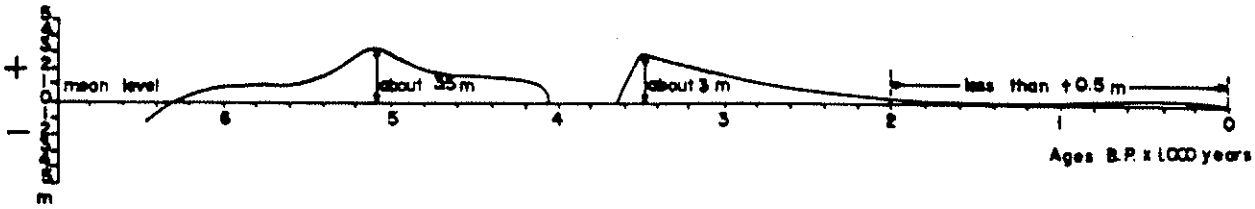


Fig. 50 - Curva relativa de variação do nível do mar para a planície costeira de Cananéia-Iguape, Estado de São Paulo (Suguio & Martin, 1978).

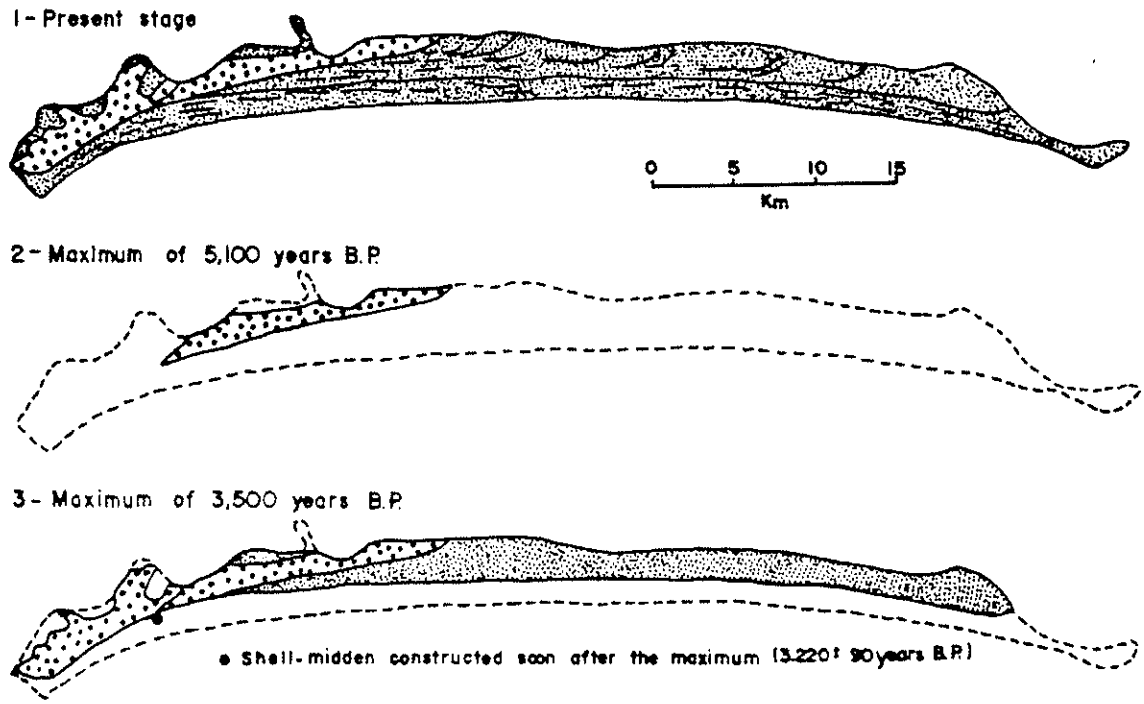


Fig. 51 - Esquema evolutivo da Ilha Comprida durante o Holoceno (Suguio & Martin, 1978).

férica da América do Sul, geradores também de suas direções gerais de correntes de deriva litorânea. O primeiro sistema, proveniente de S - SE estaria vinculado a penetrações das massas polares no continente sul americano, em especial no outono e inverno, origina um mecanismo de circulação de fundo proveniente de SE rumo a NE.

O segundo, de direção E - NE, relacionado aos mecanismos de ventos alíseos gera, na área, movimentações de fundo em sentidos opostos, possibilitando o transporte de sedimentos de NE rumo a SW

Ambas as direções de corrente poderiam ser as responsáveis, isoladamente ou em conjunto, pela geração dos alinhamentos dos cordões holocênicos da face externa da ilha, uma vez que a direção geral da linha de costa da Ilha Comprida (N 45° E), bem como as características da topografia de fundo, permitem o transporte na faixa intermarés perfeitamente paralelo à direção da linha de costa atual.

Porém, como já havia sido constatado por Suguio & Barcelos (op. cit.), as análises texturais e composicionais dos sedimentos dos cordões litorâneos e da faixa intermarés mostram tendência geral a modificações em sua composição textural de SW para NE.

Por outro lado, ao analisar fotos aéreas obtidas principalmente nas décadas de 50 e 60, quando a especulação imobiliária não havia mascarado o padrão dos alinhamentos dos cordões, verifica-se que os sistemas de drenagem entre cordões da face externa da ilha, que se deslocam por quilômetros paralelamente à costa, apresentam-se em seu trecho terminal perpendiculares à linha de costa cortando os cordões mais próximos ao mar. A desembocadura desses pequenos cursos de água apresenta em sua grande maioria, na faixa intermarés, um significativo deslocamento para NE, sugerindo com isso, a preponderância de transporte arenoso de SW para NE.

Desta maneira pode-se afirmar que na plataforma sul paulista, onde coexistem dois tipos de regimes de ondas, o primeiro proveniente de S - SE predomina sobre o de direção

E - NE, no transporte atual de sedimentos ao longo da faixa litorânea.

Além disso, associando-se esta conclusão ao padrão de desenvolvimento dos cordões litorâneos da Ilha Comprida, em especial aos da face interna, pode-se afirmar que esta predominância de transporte ao longo da costa, de SW para NE, tem sido preponderante no litoral sul durante toda a fase de alongamento da ilha rumo a NE (últimos 3.500 anos).

Considerando-se o padrão apresentado pelos cordões mais internos da Ilha Comprida pode-se considerar que esta predominância do transporte ao longo da costa de SW para NE tem sido preponderante na área durante todo o seu desenvolvimento holocênico, a partir do máximo transgressivo de 5.100 A.P..

A porção mais a sudoeste da planície costeira apresenta, devido as suas características geomorfológicas, toda a sedimentação pleistocênica condicionada por uma reentrância da linha de costa (paleogolfo).

Este anfiteatro de sedimentação está delimitado por três alinhamentos estruturais que afetam o embasamento pré-cambriano, que delimita a sedimentação pleistocênica da porção mais a SW do litoral paulista. Na porção mais ao sul, os limites são estabelecidos pelos maciços rochosos da Ilha do Cardoso e do continente adjacente, que possuem sua margem interna alinhada aproximadamente segundo direção N 270°. Na porção a nordeste deste paleogolfo, a sedimentação foi delimitada por um pontão rochoso de cerca de 7 km de largura com direção geral N 140°. Este pontão rochoso, projeta-se no rumo do oceano a partir de um maciço rochoso de orientação geral NE denominado Mandira.

O Maciço Mandira, que funciona como um divisor de águas entre a bacia do rio Ribeira de Iguape, localizada à retaguarda destes morros e os pequenos rios de serra, que vão desaguar após um traçado com orientação perpendicular à costa na região lagunar, apresenta sua margem de delimitação com a planície costeira alinhada segundo uma direção geral N 40°.

O estudo da formação pleistocênica, que apresenta sua maior área de exposição contínua no litoral paulista justamente neste anfiteatro de sedimentação e em especial na Ilha de Cananéia, exibe analogamente à formação holocênica da Ilha Comprida, cordões litorâneos alinhados na direção geral NE.

Estes alinhamentos dos cordões pleistocênicos apresentam-se bastante truncados e obliterados por intensos processos erosivos e antrópico.

Os cordões pleistocênicos podem ser identificados através dos levantamentos aerofotogramétricos nas ilhas Comprida e Cananéia, bem como na planície costeira contígua ao continente. Este padrão dos cordões pleistocênicos sugere que, analogamente ao que parece ter acontecido durante o Holoceno, já há 120.000 anos passados o transporte dos sedimentos teria ocorrido predominantemente de SW para NE.

Na planície situada ao lado do continente, separada da Ilha de Cananéia por um canal denominado Mar de Cubatão, a deriva litorânea de SW para NE foi dificultada pela projeção rochosa do Maciço Mandira, que também deve ter funcionado como um obstáculo à projeção da Ilha de Cananéia no rumo NE.

O pequeno desvio para SE dos alinhamentos dos cordões pleistocênicos a NE da Ilha de Cananéia, quando comparados com a extensa faixa de afloramentos pleistocênicos da face interna da Ilha Comprida, demonstra a efetiva ação desse obstáculo à progressão dos sedimentos pleistocênicos transportados pela deriva litorânea, ao longo da paleolinha de costa da Ilha de Cananéia.

A nordeste dessa área os sedimentos pleistocênicos apresentam, apenas localmente e muito mascarados, pequenos alinhamentos de cordões litorâneos sempre paralelos à linha de costa atual.

Estes tênues alinhamentos, identificados principalmente nas imediações da bacia do rio Ribeira de Iguape, contribuem muito pouco para o conhecimento do mecanismo de deriva litorâneo predominante durante o evento pleistocênico, uma vez que, apenas a identificação de um paralelismo de alinhamentos à

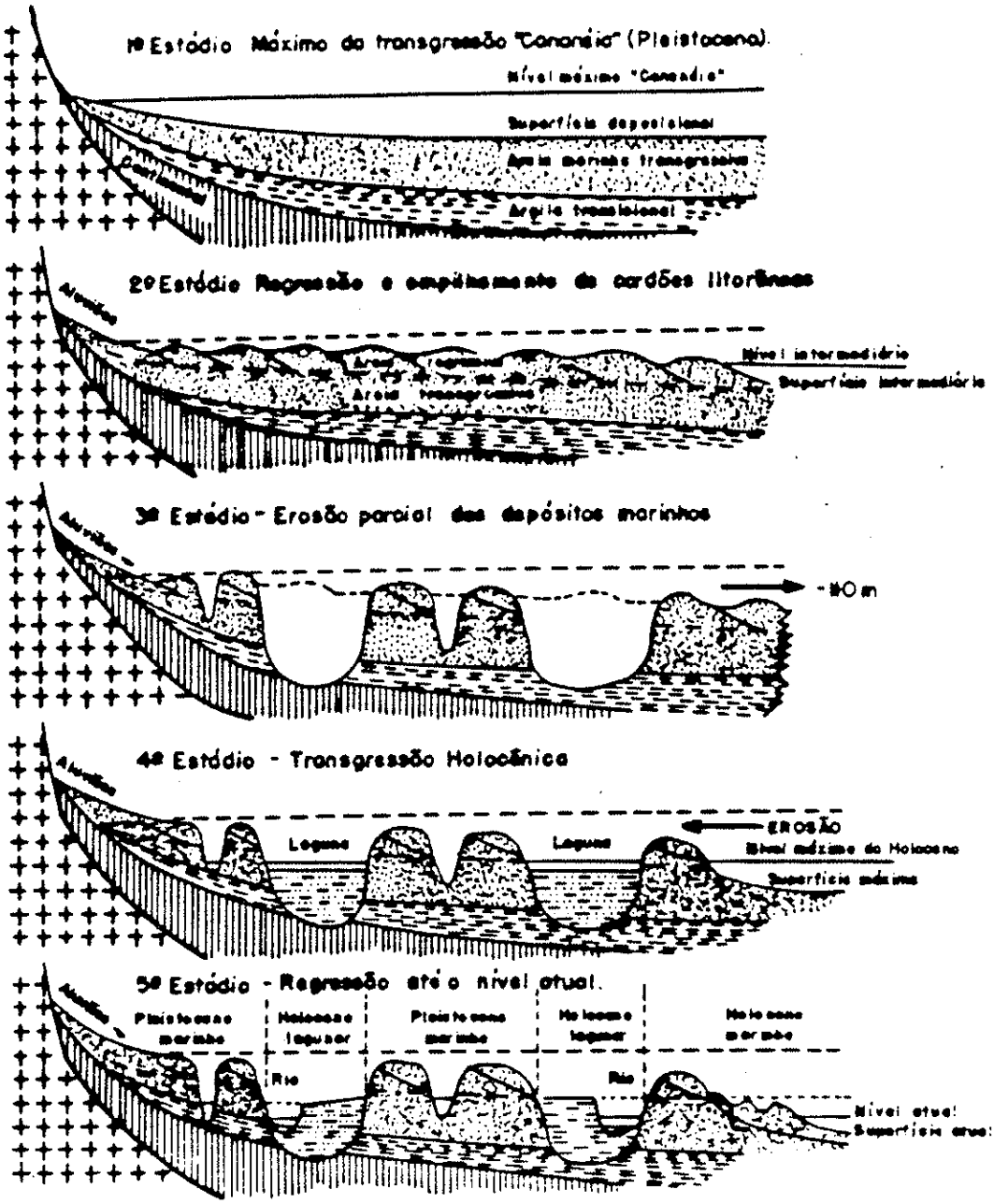
linha de costa atual não é por si só, fato suficiente para a identificação, no litoral sul paulista, do sentido predominante de transporte.

Finalmente, com relação a origem dos canais lagunares que separam as ilhas Comprida e de Cananéia, denominado Mar de Cananéia, a Ilha de Cananéia do continente, denominado Mar de Cubatão, e que seccionam os afloramentos pleistocênicos desta área, duas hipóteses foram levantadas por diferentes autores (Geobrás, 1966; Suguio & Martin, 1978a). No relatório Geobrás (op. cit.) é levantada a hipótese de que estes dois canais representariam resultados de captura dos cursos fluviais que, erodindo as areias e encontrando saídas para o mar a SW e NE da Ilha Comprida, teriam propiciado, não apenas o aparecimento de correntes de maré nos recém-formados braços de mar, mas também o fornecimento de material que possibilitou o avanço da face interna da ilha, no rumo de Iguape.

Esta hipótese, para a origem dos canais lagunares encontra hoje pouca aceitação na medida em que Miyao (1977), estudando a circulação interna da região lagunar, concluiu pela predominância da maré vazante sobre a enchente, nas proximidades do contato da coluna de água com o fundo. Posteriormente, Tessler & Furtado (1983) corroboraram esta predominância ao identificarem, para as ilhas arenosas internas dos canais lagunares, tendência para crescimento rumo à desembocadura lagunar de Cananéia, SW.

A partir do conhecimento atual das características hidrodinâmicas das regiões lagunares e litorâneas é mais viável supor que o material arenoso, proveniente da região lagunar, efetivamente foi a fonte para o crescimento da Ilha Comprida, juntamente com o material relíquia da plataforma. Este aporte ocorreria, predominantemente, pelas desembocaduras lagunares em especial a localizada mais ao sul, Barra de Cananéia, quando os sedimentos aprisionados pela deriva litorânea passaram a contribuir para o crescimento da Ilha Comprida.

A segunda hipótese, proposta por Suguio & Martin (1978a) (fig. 52) associa a origem destes canais lagunares aos eventos transgressivos/regressivos quaternários. De acordo



MODELO VÁLIDO DE CANANÉIA AO MORRO DA JURÉIA

IN SUGUIO E MARTIN (1978)

Fig. 52 - Modelo evolutivo para a planície costeira compreendida entre Cananéia e o Morro da Juréia, Estado de São Paulo (Suguio & Martin, 1978).

com estes autores, quando do máximo regressivo pleistocênico o nível do mar atingiu cotas bem inferiores as atuais (ao redor de 17.000 anos A.P. o nível do mar situava-se em torno de - 110m). Este evento, expôs grande parte da atual plataforma continental permitindo que a rede de drenagem erodisse mais ou menos profundamente os sedimentos depositados durante a transgressão Cananéia formando vales.

Posteriormente, durante o último período transgressivo, o mar invadiu inicialmente as zonas mais baixas, estabelecendo o sistema lagunar. Em seguida, com a continuidade do evento transgressivo, o mar passaria a erodir as partes mais altas da Formação Cananéia, cujas areias seriam posteriormente ressedimentadas formando os depósitos marinhos holocênicos.

Porém restaria, segundo o modelo de Suguio & Martin (op. cit.), a questão do porque um sistema de drenagem predominantemente transversal a linha de costa teria esculpido vales de orientação geral SW - NE;

Uma primeira possibilidade está vinculada à presença de condicionantes estruturais que teriam facilitado a drenagem a formação destes vales, em períodos em que o nível do mar estaria bem distante da costa atual. Estes condicionantes estruturais poderiam ser sistemas de fraturamento reativados, que ainda podem ser identificados nos maciços pré-cambrianos que circulam a planície costeira.

Estes condicionantes estruturais já foram sugeridos por Suguio & Petri (1973) quando, a partir de dados geofísicos e de perfurações identificaram desníveis do embasamento pré-cambriano na área. Estes autores propuseram como explicação destes desníveis a existência na área de dois blocos basculados, com mergulhos opostos, ou seja, um bloco com direção SW mergulhando para NE e um bloco de direção NE mergulhando para SW.

Cortando estes dois blocos basculados estaria atuante um falhamento, de direção geral NE, parcialmente coincidente com o canal que separa o continente da Ilha Comprida e também paralelo as estruturas condicionantes dos canais que separam a Ilha de Cananéia do continente e da Ilha Comprida.

Riccomini et al. (1987), identificaram em afloramento da Formação Cananéia, localizado próximo à Ilha de Cananéia, estruturas possivelmente compressionais. Estas estruturas foram interpretadas como possível produto de um evento tectônico, que teria gerado transcorrências destrais convergentes de direção ENE-WSW para E-W, causadas por transpressão que teria ocorrido provavelmente a partir do Mioceno e ativa até o Pleistoceno.

Por outro lado, pode-se supor que conforme foi identificado na regressão holocênica, segundo a curva de Suguio & Martin (op. cit.), a oscilação do nível marinho pleistocênico não tenha ocorrido de forma contínua, mas também interrompida por pequenos períodos transgressivos. Nestes curtos períodos de elevação do nível marinho, poderia ter ocorrido uma erosão parcial dos cordões pleistocênicos internos, formando zonas baixas entre os cordões, onde o mar teria penetrado no transcurso da transgressão holocênica.

A idéia de formação destas zonas baixas entre cordões, não exclui a possibilidade de, anteriormente à transgressão holocênica, ter ocorrido a escavação dos atuais canais pela drenagem continental ao longo destas áreas deprimidas, conforme a idéia de Suguio & Martin (op. cit.). Esta drenagem poderia estar condicionada ou não por sistemas de falhamentos paralelos e transversais a orientação geral da linha de costa atual.

Desta forma, admitindo-se o processo erosivo fluvial, como agente de escavação dos canais lagunares, é lícito supor que o nível de base dessa drenagem fosse correlacionável à profundidade atual da feição rochosa submersa em um dos canais lagunares denominada Lage do Argolão (7 metros), de forma que profundidades superiores à esta teria sido originadas por outros processos dinâmicos. Neste aspecto com a presença desta feição rochosa impeditiva do aprofundamento do canal fluvial é possível que as atuais depressões existentes ao longo dos canais lagunares resultem da ação de "correntezas de maré" ("tidal scour") conforme descrito por Kuenen (1950).

A partir do conhecimento de que o transporte de fundo de sentido SW - NE é condicionado no litoral sul paulista pela incidência de trem de onda proveniente dos quadrantes S - SE, verificamos que estes sistemas de ondas e transporte de fundo foram predominantes durante a deposição dos sedimentos pleistocênicos e holocênicos localizados na região do paleogolfo. Desta forma, pode-se afirmar que as características hidrodinâmicas atuais identificadas na zona litorânea devem corresponder, aproximadamente, às características hidrodinâmicas gerais a que esteve submetida essa porção do litoral sul paulista, no decorrer dos máximos transgressivos e dos períodos regressivos imediatamente subseqüentes aos últimos 120.000 anos.

Desta forma, à semelhança da Ilha Comprida, que se apresenta como uma ilha-barreira vinculada ao evento regressivo/transgressivo holocênico (Suguio & Martin, 1978 a), a Ilha de Cananéia, por suas características geomorfológicas, bem como pelas estruturas sedimentares associadas (Suguio & Tessler, 1987), poderia representar uma paleo-ilha barreira vinculada aos eventos transgressivos/regressivos pleistocênicos.

As desembocaduras lagunares de Ararapira, Cananéia e Icapara, bem como a foz do rio Ribeira de Iguape representam as feições litorâneas em intensa movimentação dinâmica atual. Estas feições são a resultante de todos os eventos deposicionais e erosivos de idade pleistocênica-holocênica, que a partir de uma intensa sedimentação arenosa preencheu os amplos anfiteatros de sedimentação existentes no litoral sul paulista.

Portanto, o conhecimento da evolução dessas feições costeiras nas últimas décadas permite, não apenas a identificação dos processos hidrodinâmicos predominantes, como a obtida pela análise dos alinhamentos dos cordões litorâneos, mas principalmente das alterações deste padrão hidrodinâmico geral ao qual está submetido o litoral sul paulista.

5. ANÁLISE DA CONFIGURAÇÃO DA LINHA DE COSTA

Em costas arenosas, não somente a configuração da linha de costa, bem como feições deposicionais associadas (esporões, pontais arenosos, etc.) têm sido comumente utilizadas como indicadores geomórficos do sentido predominante do transporte litorâneo de sedimentos (Godolphim, 1983; Martin et al., 1984, etc.).

As peculiaridades geomorfológicas existentes no litoral sul paulista objetivando deduzir o sentido predominante de transporte, tem sido utilizada anteriormente por diversos autores (Sadowsky, 1952, 1954; Petri & Suguio, 1971b, CTH, 1973; Suguio & Tessler, 1983, etc.).

As três feições mais importantes, a partir da divisa dos estados de São Paulo e Paraná, rumo à foz do rio Ribeira de Iguape, são as desembocaduras lagunares de Ararapira, de Cananéia e de Icapara.

5.1 - Desembocadura lagunar de Ararapira (SP/PR)

A desembocadura lagunar de Ararapira, feição geomorfológica costeira localizada no extremo sul do estado, constitui o divisor político costeiro entre os estados de São Paulo e Paraná.

O "mar de Ararapira", canal de interligação entre a região lagunar localizada a NE, e a desembocadura lagunar situada ao sul, separa do continente a Ilha do Cardoso e encontra-se separado do oceano, na sua porção mais a SW por uma feição arenosa estreita e retilínea, localmente denominada praia de Ararapira.

Este pontal arenoso inicia-se na Ilha do Cardoso e apresenta cerca de 18 km de comprimento e largura máxima de 300 m. Os padrões de alinhamentos dos cordões litorâneos observados na praia de Ararapira são semelhantes aos observados na Ilha Comprida.

Porém, quando analisada a configuração do perímetro da desembocadura lagunar obtida a partir de levantamen-

tos aerofotogramétricos realizados em três épocas distintas (1953, 1963 e 1981) verifica-se que, esta feição de interligação prograda rumo a SW, ou seja, em sentido oposto ao do crescimento admitido para a Ilha Comprida (fig. 53). Esta tendência, observada na desembocadura lagunar poderia levar a supor que o transporte litorâneo predominante ao sul da Ilha do Cardoso, se processe de NE para SW.

Porém, a configuração das margens deste canal, na região próxima à desembocadura sugere que esta progradação, rumo a SW, ocorre pela erosão, durante as marés vazantes, sobre os antigos depósitos arenosos de direção geral SW - NE da região lagunar Cananéia-Iguape.

Por outro lado, esta característica de margem erosiva está associada em continuidade lateral a uma feição do tipo esporão arenoso. Este esporão, enraizado na porção externa desta margem côncava, se desenvolve em sentido oposto à progradação do canal, ou seja, no rumo NE.

A margem oposta a essa feição côncava, ou seja, a porção interna da praia de Ararapira prograda rumo a SW, originando feições deposicionais semelhantes às observadas nos canais lagunares localizados a NE. Nestes canais lagunares, em especial nos "mares de Cubatão" e "Cananéia" no complexo lagunar de Cananéia - Iguape, Tessler & Furtado (1983), descreveram o crescimento de ilhas arenosas associadas a margens convexas, localizadas em margens opostas à feições erosivas, côncavas.

Este padrão é muito semelhante ao apresentado por um rio meandrante com a diferença de que nos canais lagunares os sentidos de fluxos são alternados em função dos ciclos de marés, resultando no crescimento de feições deposicionais no mesmo sentido da corrente de maré predominante. Desta forma, fica claro que o crescimento da praia de Ararapira, na sua face interna, ocorre devido à deposição dos sedimentos arenosos erodidos da margem oposta do canal.

Em sua face externa, o crescimento da praia parece estar condicionado ao mecanismo de bloqueio do transporte litorâneo, pelo fluxo da maré vazante da desembocadura lagunar

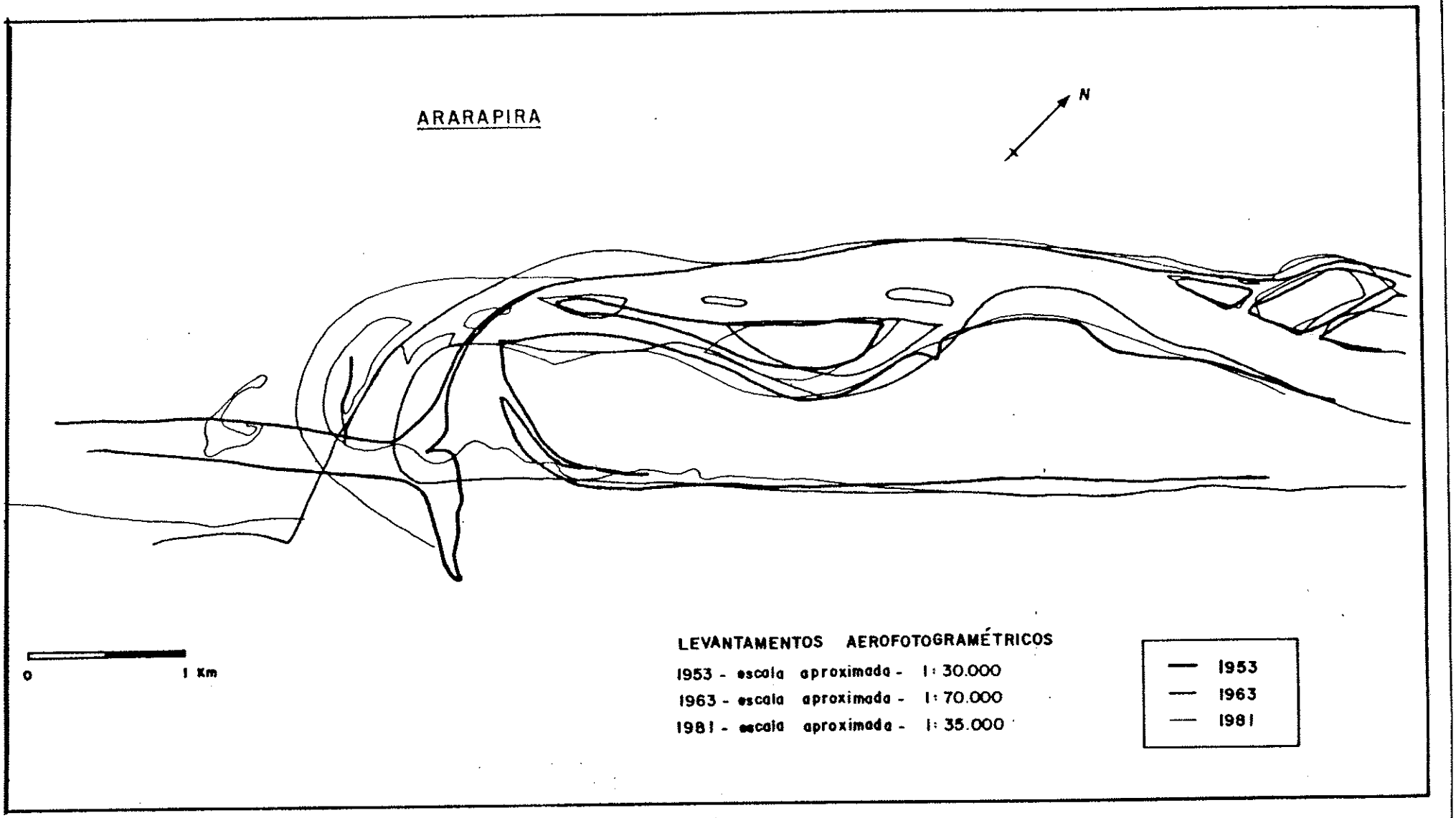


Fig. 53 - Evolução da desembocadura lagunar de Ararapira (SP/PR)

à semelhança do mecanismo descrito para desembocaduras fluviais por Suguio et al. (1985). Este bloqueio deve ser responsável pela formação do esporão arenoso da margem côncava do canal de Ararapira, bem como pelo abandono dos sedimentos arenosos carreados pelas águas provenientes do canal, na região marinha próxima à desembocadura lagunar.

Este mecanismo é mais eficiente quanto maior for a intensidade do fluxo de água que flui para fora através da desembocadura lagunar, fato que ocorre predominantemente durante as passagens de frentes frias.

Nesses períodos os ciclos de maré mais intensas e os ventos provenientes de S - SE, causam o aprisionamento de águas nos sistemas lagunares, fazendo com que aumente o volume de água retido nesses sistemas, por um período de tempo superior ao dos ciclos normais de marés. Cessados os efeitos deste evento atmosférico, a maior intensidade do fluxo de maré vazante acelera o processo erosivo das margens côncavas e a alimentação das margens de deposição e ilhas lagunares por sedimentos arenosos.

Como é durante estes eventos que também ocorre o transporte litorâneo mais intenso, a construção do esporão arenoso da desembocadura e acelerada atingindo uma configuração, que somada aos bancos submersos localizados em frente à desembocadura, tendem a obstruí-la.

Quando advém o período de vazante mais intensa, esta obstrução é rompida com o conseqüente deslocamento desses sedimentos arenosos rumo ao oceano.

Posteriormente, nos intervalos de atuação dos sistemas frontais, a deriva litorânea remobiliza esses sedimentos, incorporando-os à praia de Ararapira, em especial nas áreas localizadas mais a SW. Esta incorporação arenosa, associada ao processo erosivo produzido pelas correntes de vazante do canal de Ararapira na planície costeira a SW, é responsável pelo deslocamento da desembocadura lagunar de Ararapira rumo ao S.

Desta forma, o deslocamento da desembocadura lagunar no rumo oposto ao transporte predominante dos sedimentos areno

sos do litoral sul paulista, não pode ser utilizado de maneira simplista como indicador geomórfico do sentido predominante do transporte litorâneo.

Desembocaduras lagunares em muito se assemelham a foz de rios junto à costa, com a peculiaridade de que os sentidos de fluxos predominantes se alternam em função das marés. Portanto, essas interações cíclicas, entre os mecanismos hidrodinâmicos marinhos e lagunares, produzem formas arenosas nem sempre condicionadas simplesmente pela corrente de deriva litorânea. Este fato dificulta a utilização dessas feições diretamente como indicadores do sentido predominante de transporte como vem sendo aplicadas a feições arenosas litorâneas, enraizadas em planícies arenosas retilíneas ou pontões do embasamento cristalino, para determinar o sentido predominante do transporte litorâneo.

5.2 - Desembocadura lagunar de Cananéia (SP)

A desembocadura lagunar de Cananéia, por se constituir no principal canal de acesso à região lagunar do sul do Estado de São Paulo, tem merecido maior destaque em relação aos demais canais de interligação existentes na área através dos tempos. Deste modo, foram feitos diversos levantamentos batimétricos, desde o período da colonização portuguesa até os dias atuais, abrangendo a desembocadura lagunar e regiões marinhas adjacentes (Geobrás, 1966).

Estes estudos tem demonstrado a grande variabilidade na configuração geral deste canal, levando diversos autores a acompanhar e tentarem explicar as tendências evolutivas observadas ao longo do tempo (Sadowsky, 1952, 1954; Petri & Suguio, 1971b; Suguio & Tessler, 1983; etc.).

Sadowsky (1954), ao analisar a seção do canal da desembocadura lagunar e verificar a ocorrência de uma desproporção entre a maior largura observada (1200 m) e a maior profundidade (20 m) sugere ser relativamente pequena a seção do canal em comparação com a enorme superfície do sistema lagunar.

Os levantamentos batimétricos realizados pela Diretoria de Hidrografia e Navegação - DHN e pelo Laboratoire Nationale D'Hydraulique Chatou - DAEE/SP (1956) (apud Suguio & Tessler, op. cit.), demonstraram que, embora as profundidades máximas das regiões marinhas e lagunares, adjacentes ao canal principal da desembocadura, não apresentarem maiores profundidades do que 6 a 8 m o canal sempre conservou, ao longo do tempo, profundidades máximas próximas de 20 m. Este fato levou Suguio & Tessler (op. cit.), a supor que este canal poderia estar relacionado a um paleovale, submerso durante a transgressão holocênica, ou a uma zona de abatimento estrutural como suposto no relatório Geobrás (op. cit.).

Porém, qualquer que tenha sido sua origem, o fato é que esta seção profunda do canal tem persistido, pelo menos, ao longo dos últimos 50 anos, permitindo afirmar que, durante todo este período, não tenha havido transferência de sedimentos arenosos entre as regiões marinha e lagunar, através da seção principal do canal. O exame da configuração geomorfológica das margens das ilhas do Cardoso e Comprida, contíguas a esse canal, demonstra uma evolução constante entre os anos de 1954 e 1981.

De acordo com Sadowsky (1954), a ponta mais a leste da Ilha do Cardoso, Ponta do Perigo, tem estado submetida a processo erosivo por um longo período, acarretando com isso um deslocamento da linha de costa à retaguarda dessa feição arenosa. Segundo este autor esse recuo seria o responsável pelo embate das ondas em locais cada vez mais à retaguarda da Ilha Comprida na margem oposta do canal, acarretando com isso uma acentuada erosão das formações arenosas elevadas dessa área.

Petri & Suguio (1971b), retomando a questão da configuração das margens do canal e usando informações obtidas a partir de levantamentos aerofotogramétricos e trabalhos de campo admitem que, embora a tendência desta costa sul consista no crescimento às expensas do mar atenuando os ásperos recortes paleogeográficos, localmente os ventos dominantes e as correntes de maré podem erodir rapidamente porções menos resistentes daquela orla litorânea. Desta forma, os autores afirmam que a

erosão da costa leste da Ilha do Cardoso, cuja magnitude foi tal que sua projeção de direção noroeste, passa a oeste do Pontal da Trincheira penetrando no Mar de Cananéia, foi originada pela ação de correntes longitudinais vindas de sudeste.

Posteriormente, Suguio & Tessler (1983), sobrepondo um levantamento aerofotogramétrico executado em 1973 ao mapa de configuração da desembocadura de Cananéia executado por Suguio & Petri (op. cit.), concluem pela conservação das tendências evolutivas encontradas nos estudos anteriores, além de observar uma tendência de crescimento dos bancos arenosos submersos da desembocadura lagunar.

Superpondo-se os resultados prévios a um levantamento executado pelo laboratório de Hidraúlica da Universidade de São - CTH/USP (1973) e aos mapas de contorno da costa, obtidos de levantamentos aerofotogramétricos executados em 1954 e 1981, verifica-se uma tendência generalizada de recuo da face leste e avanço da parte sul da Ilha do Cardoso, acompanhada de tendência de erosão da margem da Ilha Comprida (fig. 54).

O crescimento da Ilha do Cardoso na sua porção mais ao sul parece estar ligado ao transporte litorâneo de SW para NE.

O transporte litorâneo de sedimentos arenosos ao longo do trecho situado a leste da desembocadura de Ararapira é bloqueado pela projeção rochosa da Ilha do Cardoso, denominada Ponta do Itacurussá, gerando um acúmulo de sedimentos arenosos a barlamar desta ponta. No momento de acúmulo máximo a ação das correntes litorâneas consegue sobrepujar o obstáculo, quando então os sedimentos excedentes são mobilizados para NE, sendo aprisionados entre a Ponta do Itacurussá e o canal da desembocadura lagunar de Cananéia.

Observando-se o padrão dos alinhamentos dos cordões litorâneos holocênicos da Ilha do Cardoso, na porção próxima à ponta de Itacurussá, verifica-se que eles apresentam direção geral NE - SW, com uma forte curvatura na função desses cordões com a rocha pré-cambriana.

Este padrão demonstra a efetividade, não apenas das correntes litorâneas para NE como também da difração das ondas provenientes de S - SE na ponta de Itacurussá.

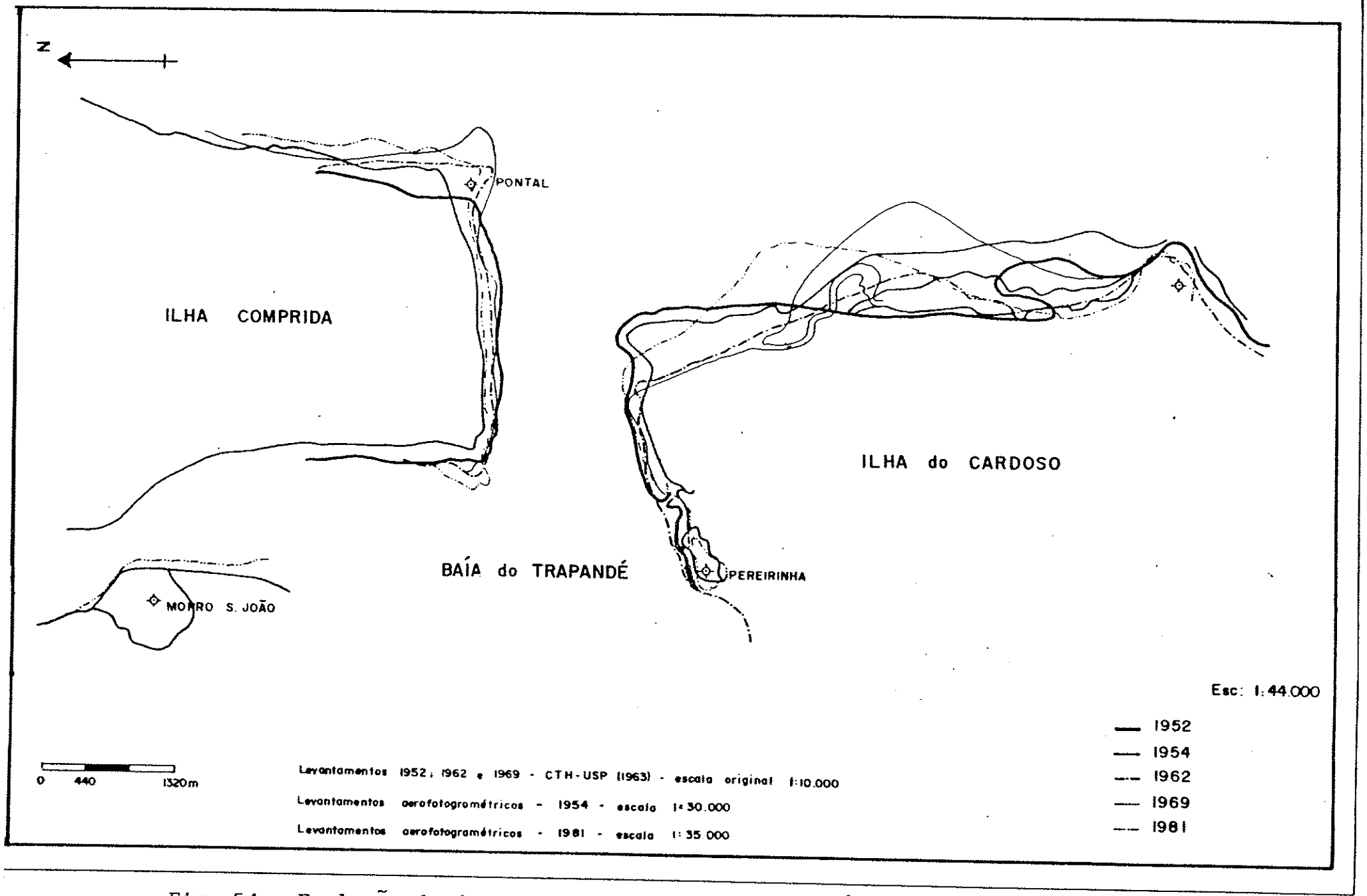


Fig. 54 - Evolução da desembocadura lagunar de Cananéia (SP).

Portanto, parece ser lícito supor que o mecanismo de transporte litorâneo de sentido SW - NE tem predominado durante os últimos 5 000 anos na região costeira mais ao sul do Estado de São Paulo.

Desta forma, o fenômeno acompanhado por Sadowsky (1954), de gênese de uma nova ilha arenosa posteriormente incorporada à praia sul da Ilha do Cardoso no decorrer dos anos de 1952 a 1954, representou provavelmente apenas mais uma etapa da acumulação de sedimentos transportados pelas correntes litorâneas, provenientes de SW, que foram bloqueadas pelas correntes de maré vazante da desembocadura lagunar de Cananéia.

Este fato, já havia sido sugerido por Sadowsky (1954), ao identificar seixos originários de rochas aflorantes na Ponta do Itacurussá, na linha de costa em crescimento da nova ilha arenosa.

Na região da desembocadura lagunar de Cananéia, o deslocamento à retaguarda da Ponta do Perigo, bem como da face mais a oeste da Ilha Comprida, constitui resposta à ação combinada das correntes de maré intensas das ondas e correntes de deriva litorânea.

Na região lagunar, nas proximidades da desembocadura lagunar Miyao (1977) verificou o predomínio das correntes de maré vazante sobre as de enchente.

Esse predomínio é manifestado pelo contínuo avanço da Ponta da Trincheira, na porção mais interna da margem do canal da Ilha Comprida, onde a maré vazante proveniente do mar de Cananéia encontra-se com a maré vazante proveniente da baía de Trapandé, antes de fluir pela desembocadura lagunar rumo ao oceano.

Quando da ocorrência de fenômenos meteorológicos muito intensos, gerando a retenção de grande volume de água nos canais lagunares, a porção terminal deste pontão arenoso chega, na vazante subseqüente, a ser rompida.

De acordo com informações de moradores locais, este pontão arenoso progradou entre os anos de 1940 e 1970 cerca de 100 metros, quando então diminuiu a intensidade de avan-

ço rumo ao canal central. Esta época é coincidente, de acordo com Petri & Suguio (op. cit.), com o deslocamento do alinhamento da costa da Ilha do Cardoso para oeste da Ponta da Trincheira, expondo-a ao embate direto da ação das ondas. Da mesma maneira, o recuo da Ponta do Perigo, na Ilha do Cardoso, é resposta à intensa ação erosiva das correntes de maré vazante que deslocaria os sedimentos arenosos desta região rumo ao oceano.

O embate da corrente de maré vazante com a corrente de deriva litorânea e as ondas, de direção de incidência predominante dos quadrantes S e SE, seria responsável pela acumulação arenosa observada na margem da Ilha do Cardoso a SE da Ponta do Perigo.

Na área da desembocadura lagunar de Cananéia, ao bloqueio do transporte litorâneo associam-se dois outros, o da erosão da margem provocada pela ação das correntes de vazante e enchente e a ação local das correntes geradas pela incidência das ondas provenientes de S - SE e E. Esta interação gera, não apenas o recuo da Ponta do Perigo e da formação de acumulações arenosas de direção geral NW - SE, como também da rotação da margem do canal para NW, a partir de um ponto imaginário situado na intersecção da direção geral da linha de costa, SW - NE, com o alinhamento desta margem.

Finalmente, existem barras arenosas submersas que obstruem o acesso ao canal profundo da desembocadura lagunar de Cananéia, dispondo-se quase paralelamente à linha de costa atual, representando o resultado da interação entre as correntes de maré e as de deriva litorânea. Estes bancos submersos, em crescimento conforme exposto por Suguio & Tessler (op. cit.), são alimentados pelos sedimentos arenosos carreados pela corrente de vazante, a partir das margens das ilhas Comprida e Cardoso, bem como pelos sedimentos relíquia da plataforma continental próxima. Os bancos submersos se expandem, mantendo seu perfil de equilíbrio instável, até o nível de agradação máximo, quando então passam a ser erodidos. O mesmo mecanismo de deriva litorânea, gerada pela incidência do trem de onda que abandona seus sedimentos quando da interação com as correntes de maré, que fluem pela desembocadura lagunar, vão a partir da

agradação máxima destes bancos submersos, retrabalhar e remobilizar estes sedimentos. A arrebentação dos trens de onda diretamente sobre os bancos arenosos, quando estes atingem a superfície do oceano, novamente liberam os sedimentos para o transporte pelas correntes de deriva, deslocando-os para outros depocentros.

A partir desses bancos arenosos submersos, que apresentam grande mobilidade, impossibilitando o estabelecimento de um único canal de acesso à região lagunar de Cananéia-Iguape, os sedimentos são novamente capturados pelas correntes de deriva litorânea, de sentido predominante NE, e movimentados ao longo da praia de Fora, na Ilha Comprida, em direção à foz do rio Ribeira de Iguape.

A carga de sedimentos arenosos ao longo da praia de Fora da Ilha Comprida é também alimentada pelos sedimentos erodidos da própria margem da ilha, do canal de acesso ao sistema lagunar, que carreados pelas correntes de vazante fazem progradar a ponta S da ilha, denominada Pontal de Fora.

Segundo informações verbais do Engº Odair José de Souza do CTH/USP, durante um ano e meio em que foram realizadas as medições de onda na Ilha do Bom Abrigo, o perfil topográfico da praia do Pontal de Fora foi levantado periodicamente a intervalos mensais. O levantamento mostrou que este perfil é instável, com fases de agradação alternadas com períodos de degradação quando os sedimentos deste pontão arenoso são transferidos para NE, ao longo da costa da ilha.

Desta forma, a ponta sul da ilha apresenta um constante crescimento rumo ao oceano, o que pode ser constatado também pelo padrão do alinhamento dos cordões arenosos localizados junto ao Pontal de Fora, que exibem um pequeno deslocamento para W em relação aos alinhamentos dos cordões holocênicos da face oceânica da Ilha Comprida.

5.3 - Desembocadura lagunar de Icapara e foz do rio Ribeira de Iguape (SP)

A partir de um conjunto de cartas batimétricas levantadas entre os anos de 1882 e 1943 e apoiados em dois le-

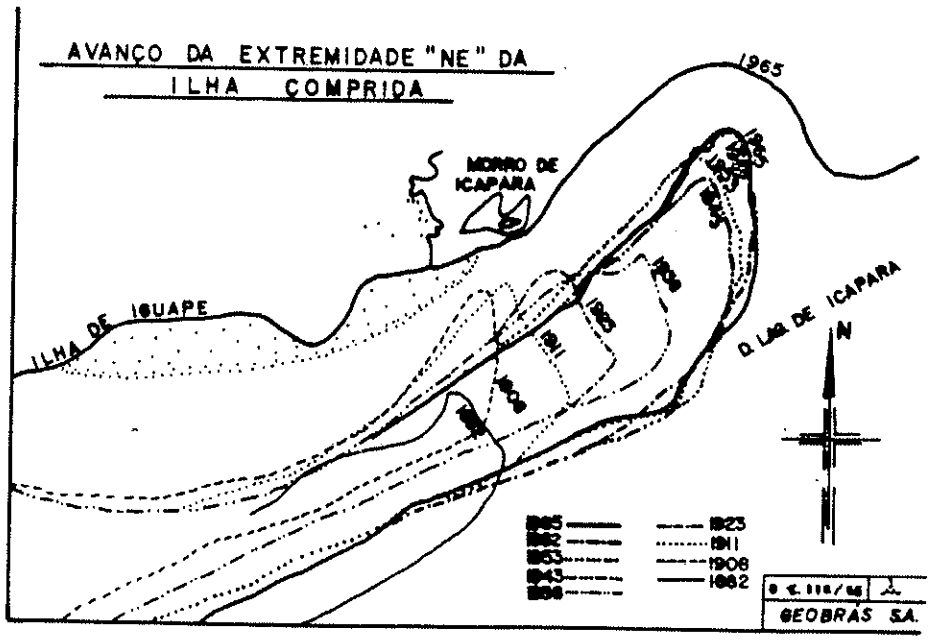
vantamentos aerofotogramétricos executados em 1953 e 1962, a Geobrás (1966) realizou estudo comparativo de evolução das ilhas Comprida e de Iguape na região da desembocadura de Icapara (fig. 55).

Neste estudo foi detectado o crescimento da Ilha Comprida para NE, como também uma rotação para N da desembocadura. Associado a este crescimento da Ilha Comprida observou-se também a erosão da Ilha de Iguape na margem oposta do canal lagunar. Esses fenômenos de avanço da Ilha Comprida, bem como de recuo da Ilha de Iguape, são semelhantes aos observados no canal e desembocadura lagunar de Ararapira.

A diferença básica dos mecanismos hidrodinâmicos atuantes nos canais lagunares de Ararapira e Pequeno é que, enquanto no canal de Ararapira a corrente predominante de vazante se desloca rumo SW, no Mar Pequeno o deslocamento predominante, vazante, ocorre para NE, a partir de uma região denominada Pedra do Tombo, onde ocorre um encontro das marés enchentes provenientes das desembocaduras lagunares de Cananéia e Icapara. Portanto, enquanto que na desembocadura lagunar de Ararapira o sentido da vazante se contrapõe ao sentido da corrente de deriva litorânea predominante NE, na desembocadura lagunar de Icapara esta corrente apresenta o mesmo sentido de deslocamento, resultando tanto em crescimento da ilha arenosa, como em erosão na margem lagunar de igual direção, NE.

Segundo a Geobrás (op. cit.), este avanço da Ilha Comprida entre os anos de 1882 e 1965 apresentou uma média de deslocamento para NE de 35 m/ ano, enquanto o recuo da margem oposta, Ilha de Iguape, para o mesmo período apresentou como média um valor de 32 m/ano. Um cálculo médio da área erodida na Ilha de Iguape demonstrou que anualmente foi retirado da margem da ilha um volume de 57 000 m^3 de sedimento.

Estes sedimentos, carreados em direção ao oceano, são retidos pela ação das ondas na região da desembocadura lagunar de Icapara, criando um conjunto de bancos arenosos submersos, alinhados paralelamente à margem da desembocadura lagunar na Ilha Comprida. Desta forma, diferentemente da região da desembocadura lagunar de Cananéia onde os bancos submersos impedem a formação de um canal de acesso à região lagunar, na de-



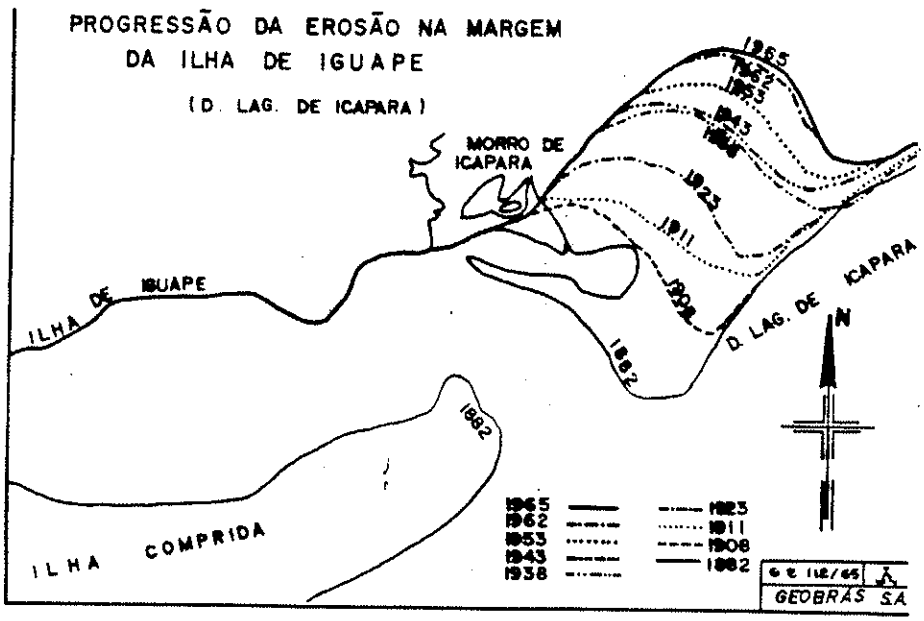


Fig. 55 - Evolução da desembocadura lagunar de Icapara e da Ilha de Iguape, SP (Geobrás, 1966).

sembocadura lagunar de Icapara a disposição da feição, aproximadamente N - S, aliada à orientação desses bancos, conserva um canal raso de acesso à desembocadura orientado para o sul.

Entre esta desembocadura lagunar e a foz do rio Ribeira encontra-se uma seqüência de depósitos arenosos, alinhados paralelamente à costa, formados pela deposição dos sedimentos arenosos retrabalhados à partir dos depocentros submersos dos bancos arenosos da desembocadura lagunar de Icapara e foz do rio Ribeira de Iguape.

Na foz do rio Ribeira de Iguape encontra-se um esporão com sentido de crescimento SW, ou seja, de sentido oposto ao da corrente de deriva litorânea predominante no litoral sul (fig. 56). A propagação da corrente litorânea que se desloca rumo a NE sofre na região da desembocadura de Icapara e foz do Ribeira, o bloqueio dos fluxos lagunar e fluvial que além de reter o deslocamento dos sedimentos no sentido NE, também interferem nas características hidrodinâmicas locais.

Desta forma, a predominância das correntes de deriva litorânea provenientes de SW, geradas pelos sistemas de ondas incidentes de S - SE, só vai se restabelecer plenamente ao longo da faixa costeira localizada a NE da foz do rio Ribeira de Iguape.

Além disso, como foi verificado durante as observações de ondas e correntes realizadas em 1984, nas proximidades da foz do rio Ribeira verifica-se que nesta área ocorreram as maiores freqüências de ondas provenientes de NE - E, com a conseqüente geração de correntes de deriva direcionadas para SW, fato este corroborado pelas medições de correntes de fundo na estação de correntometria de Iguape.

Portanto, a maior freqüência de correntes de deriva litorânea geradas pelos sistemas de ondas provenientes de NE e E, associada ao bloqueio da deriva gerada pelos sistemas de ondas de SE - S na região da desembocadura lagunar de Icapara e foz do Ribeira de Iguape, propiciam o estabelecimento de um frágil esporão, na foz do rio, com tendência de crescimento para SW.

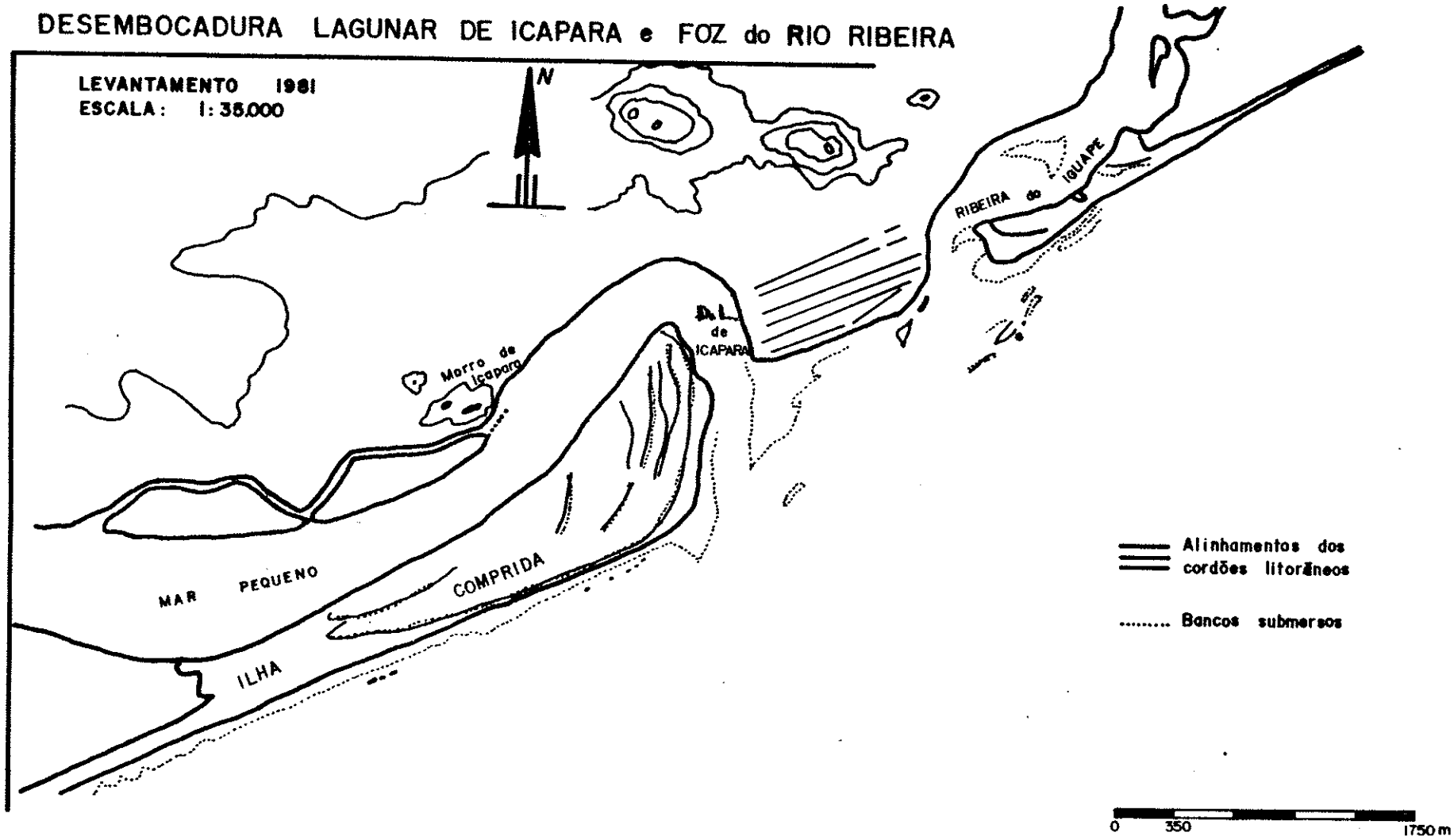


Fig. 56 - Configuração da linha de costa nas proximidades da desembocadura lagunar de Icapara e da foz do rio Ribeira de Iguape (SP) 1981.

Finalmente, além de apresentar uma feição geomórfica atípica o rio Ribeira de Iguape também não apresenta as características de um fluxo fluvial que barra o transporte litorâneo, qual seja a progradação da costa a barlamar do fluxo e erosão a sotamar (Suguio et al., 1985).

Portanto, a simples interpretação da dinâmica costeira a partir de indicadores geomórficos, enraizados na linha de costa, apresenta algumas limitações se, na planície costeira onde estiveram associadas essas feições arenosas, também se desenvolverem sistemas lagunares e/ou estuarinos fortemente condicionados pelos ciclos de maré.

6. CONCLUSÕES FINAIS

- A planície costeira de Cananéia-Iguape, localizada no litoral sul paulista é constituída, na superfície, por conjuntos de sedimentos predominantemente arenosos de idade quaternária. Esses sedimentos foram depositados e remobilizados pelos eventos transgressivos/regressivos pleistocênicos e holocênicos, através do transporte desses sedimentos pelas correntes de deriva litorânea ao longo das paleolinhas de costa. Esses movimentos ao longo da costa são controlados pela interação dos parâmetros hidrodinâmicos e meteorológicos atuantes no litoral sul brasileiro.

A caracterização textural da Formação Cananéia, cordões holocênicos da Ilha Comprida; faixa intermarés; zona de arrebentação e plataforma rasa, permite verificar a existência de grande similiaridade entre si, sendo essas unidades constituídas por areias finas a muito finas, em porcentagens superiores a 80%.

- Os sedimentos arenosos da área emersa, dispostos ao longo de faixas paralelas à linha de costa atual, de idades pleistocênica e holocênica apresentam tendência a um tênue incremento do grau de arredondamento médio rumo a NE.

As seqüências arenosas de topo das formações Cananéia e Santos, depositadas ambas durante os eventos regres-

sivos, que se seguiram respectivamente aos máximos transgressivos de 120.000 anos A.P. e 5.100 anos A.P., não apresentam textural e mineralogicamente variações significativas, quando analisadas ao longo de seus perfís verticais ou longitudinalmente à linha de costa atual.

Portanto, seqüências arenosas de topo, textural e mineralogicamente semelhantes, depositadas em subambientes de sedimentação litorâneos rasos, em eventos regressivos subsequentes, levam-nos a admitir que as seqüências arenosas emersas, de idades pleistocênica e holocênica, do litoral sul paulista, ainda não estão litoestratigraficamente bem caracterizadas como formações distintas sendo ainda melhor diferenciadas através de sua cronologia como séries cronoestratigráficas distintas.

- Na área submersa, os sedimentos relíquia da plataforma rasa apresentam tendência de diminuição dos valores dos diâmetros médios entre à linha de costa e a isóbata aproximada de 30 m, onde passam a predominar sedimentos de moda areia fina até aproximadamente a isóbata de 50 m. A partir desta profundidade, no sentido das maiores profundidades, passam a prevalecer sedimentos com valores mais elevados de diâmetro médio em função da existência de concentrações mais altas de termos pelíticos.

Essa profundidade de mudança da textura predominante dos sedimentos de superfície de fundo reflete, aproximadamente, o limite entre a região litorânea, onde os sedimentos, carreados em suspensão e por tração junto ao fundo, estão submetidos à influência da dinâmica costeira (ondas, correntes de maré, etc.), e a região de plataforma onde os sedimentos relíquia estão sendo atualmente recobertos por um conjunto de sedimentos finos, de origem continental, carreados a partir das desembocaduras fluviais e lagunares.

Junto à costa atual, apenas nas regiões próximas às desembocaduras lagunares e à foz do rio Ribeira de Iguape ocorrem concentrações limitadas de sedimentos pelíticos.

- Com relação às áreas-fonte, fornecedoras de sedimento atuais para a região litorânea, duas fontes principais podem ser consideradas: a fonte continental, carreada para a costa preferencialmente pelo sistema fluvial do rio Ribeira de Iguape que drena os metassedimentos do Grupo Açunguí, bem como os migmatitos, granitos e gnaisses do Complexo Cristalino e a plataforma continental a partir de onde são remobilizados os sedimentos relíquias da cobertura sedimentar de fundo. Do conjunto dos dez minerais pesados mais freqüentes em todas as faixas litorâneas da planície sul paulista: andaluzita, cianita, epídoto, estaurolita, granada, hornblenda, rutilo, sillimanita, turmalina e zircão, somente os minerais andaluzita, cianita e estaurolita seriam preferencialmente provenientes da cobertura sedimentar da plataforma continental, enquanto que os outros teriam sua derivação primária a partir das rochas aflorantes no complexo serrano localizado à retaguarda da planície costeira.

- No litoral sul paulista a movimentação dos sedimentos arenosos ao longo da linha de costa atual advém da interação dos trens de onda incidentes, que condicionam as correntes de deriva litorânea e as correntes de maré, que exercem um papel importante na retenção e remobilização desses sedimentos nas proximidades das desembocaduras lagunares.

A interação entre os mecanismos de circulação atmosférica do continente sul-americano e os trens de onda incidentes constitui a base para a compreensão da origem e do sentido de deslocamento das correntes litorâneas de fundo. A partir dos trens de onda provenientes de S - SE são geradas correntes de deriva litorânea que se propagam do litoral sul rumo ao litoral centro-sul paulista. Por outro lado, as correntes litorâneas de sentido inverso (SW), são geradas a partir dos trens de onda incidentes dos quadrantes NE - E.

Estes sistemas de correntes litorâneas, de sentidos opostos, são responsáveis pela redistribuição dos sedimentos provenientes da cobertura sedimentar atual da plataforma continental próxima, bem como dos sedimentos de origem continen

tal carreados principalmente pela drenagem do rio Ribeira de Iguape.

A distribuição atual desses sedimentos reflete, não apenas a dualidade de fontes, cuja importância relativa na composição dos sedimentos de fundo é de difícil compreensão, como também a efetividade das correntes de deriva litorânea de sentidos opostos que, na porção central da Ilha Comprida geram, pelo encontro dessas correntes opostas, uma terceira componente orientada rumo ao oceano profundo. Uma feição topográfica localizada nesta área de encontro das correntes, com sentido de deslocamento oposto deve representar uma resposta geomorfológica à esse mecanismo de transporte, que resulta em um transporte de fundo, perpendicular à costa, orientado rumo ao oceano. A presença desta feição na superfície de fundo é bem evidenciada até as isóbatas de 20 - 25 m, quando sua definição no relevo de fundo torna-se imprecisa. Este desaparecimento deve provavelmente significar a perda de competência do agente transportador na movimentação dos sedimentos, visto que este movimento só ocorre a partir da interação dos trens de ondas com o fundo, que na área está restrita as isóbatas de 40 a 50 m.

- Um cálculo dos valores absolutos dos volumes de sedimentos arenosos transportados pelas correntes de deriva litorânea no litoral sul paulista é temerário. Porém, a distribuição espacial, textura e mineralogia, dos sedimentos da área submersa e da faixa intermarés, associados à tendência generalizada de crescimento para NE das feições geomórficas costeiras, indicam que o balanço sedimentar entre as correntes de sentido de propagação oposto apresenta uma resultante para NE, ou seja, do litoral sul rumo ao litoral centro-sul paulista.

Os trens de onda incidentes a partir dos quadrantes S - SE originam as correntes de deriva litorânea provenientes de SW. Portanto, como este trem de onda tem sua área de geração oceânica vinculada à ação e periodicidade dos sistemas de frente que incidem no litoral sul-americano, verifica-se que, embora os dois sistemas de correntes litorâneas, para SW e para NE, possam até mesmo ocorrer simultaneamente no litoral sul paulista, são as fases de passagem de sistemas de

frente que resultam no mais efetivo processo de transporte arenoso, de fundo, no litoral sul.

Como esses sistemas de frente são limitados em tempo, quando confrontados com os períodos denominados "normais" para as condições meteorológicas da área, pode-se afirmar que são mais significativos, em termos de transporte, as poucas horas em que os mecanismos hidrodinâmicos litorâneos estão vinculados aos sistemas frontais, do que os longos períodos em que essa região litorânea está sob a influência do regime de circulação atmosférica associada aos ventos alíseos.

- Os alinhamentos dos cordões litorâneos pleistocênicos e holocênicos, bem como as características sedimentológicas apresentadas longitudinalmente à costa pelos sedimentos arenosos regressivos das formações Cananéia e Santos demonstram que, durante as fases de deposição destas seqüências de topo, prevaleciam condições hidrodinâmicas muito semelhantes às observadas atualmente.

Portanto, após os máximos transgressivos de 120.000 anos A.P. e 5.100 anos A.P., quando se depositaram os cordões arenosos do litoral sul paulista, o rumo predominante das paleocorrentes de deriva, entre a divisa dos Estados de São Paulo e Paraná e a foz do rio Ribeira de Iguape, parece ter fluido de SW para NE.

Nas áreas onde não ocorria o predomínio destas paleocorrentes, devido à interações do sistema hidrodinâmico litorâneo com os sistemas de circulação lagunar existente à retaguarda das paleoilhas-barreira, como na ilha de Cananéia e o núcleo inicial da Ilha Comprida, os alinhamentos de cordões litorâneos são distintos do padrão geral, SW - NE.

Estas áreas restritas onde o padrão hidrodinâmico litorâneo é perturbado estão, hoje em dia, restritas às regiões das desembocaduras lagunares (inlets) de Ararapira, Cananéia e Icapara e a foz do rio Ribeira de Iguape.

- Feições geomórficas litorâneas são representativas do sentido principal de deriva litorânea, quando elas estão "enraizadas" em costas arenosas retilíneas ou a pontões rochosos.

Porém, quando ocorrem interações entre sistemas hidrodinâmicos costeiro e continental as feições arenosas formadas são resultado desse processo interativo, o que pode significar que seu padrão de evolução não possa ser utilizado de forma direta, como indicativo do sentido predominante da dinâmica litorânea.

Este fato, observado em desembocaduras lagunares ao longo da costa, é sensivelmente mais complexo se, à retaguarda, na planície costeira onde estiverem associadas estas feições geomórficas arenosas, desenvolverem-se sistemas lagunares e/ou estuarinos fortemente condicionados pelos ciclos alternados de marés enchente e vazante.

Em áreas de influência de desembocadura lagunares, o deslocamentos destas feições depende da hidrodinâmica litorânea, que nestas regiões também é influenciada pelas correntes de maré, que fluem entre a costa e a região lagunar, à retaguarda.

Desta forma, estas feições podem muito bem apresentar uma tendência de deslocamento no rumo oposto à corrente de deriva litorânea predominante, o que torna cada desembocadura lagunar uma área onde as feições geomórficas arenosas não podem ser simplesmente descritas e utilizadas como indicativos da corrente de deriva litorânea predominante.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN, J.R.L. 1968. Current ripples - Amsterdam, North-Holland, 433 p.

ALMEIDA, F.F.M. de 1976. The system of continental rifts bordering the Santos basin. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE AS MARGENS CONTINENTAIS DE TIPO ATLÂNTICO, São Paulo, 1975. Anais Acad. brasil. Ciênc., 48 (supl.): 15-26.

AMARAL, G.; BUSHEE, J.; CORDANI, U.G.; KAWASHITA, K. & REYNOLDS, J.H. 1967. Potassium-argon ages of alkaline rocks from southern Brazil. Geochim. Cosmochim. Acta, 51:117-142.

BAGNOLD, R.A. 1963. Sedimentation: beach and nearshore processes. In: Hill M.N., ed. The sea New York, Wiley Interscience. v. 3, p. 507-529.

BARCELOS, J.H. 1975. Sedimentação e subambientes deposicionais da Ilha Comprida, São Paulo. Dissertação de mestrado. Universidade de São Paulo, Instituto de Geociências. 155 p. (inédita).

BIGARELLA, J.J. 1954. Nota sobre os depósitos recentes do litoral sul-brasileiro. Bolm Inst. oceanogr., S Paulo, 5(1/2):233-239.

BIGARELLA, J.J. & MOUSINHO, M.R. 1965. Contribuição ao estudo da Formação Pariquera-Açu (Estado de São Paulo). Bolm paran. Geogr., (16/17):17-41.

BRUNN, P. 1962. Sea level as a cause of shore erosion. J. Watway Harb. Div. Am. Soc. civ. Engrs, 88:117-130.

BUTLER, L.W. 1970. Shallow structure of the continental margin, southern Brasil and Uruguay. Bull. Geol. Soc. Am. 81:1079-1096.

CENTRO TECNOLÓGICO DE HIDRAÚLICA - LH/USP. 1973. Observação das características das ondas do mar de Cananéia. Relatório de projeto do Laboratório de Hidraúlica da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Águas e Energia Elétrica da Secretaria de Serviços e Obras Públicas. São Paulo. 40 p. (inédito).

COIMBRA, A.M. 1976. Arenitos da Formação Bauru: estudo de áreas - fonte. Dissertação de mestrado. Universidade de São Paulo, Instituto de Geociências. 2 v. (inédita).

COIMBRA, A.M. 1983. Estudo sedimentológico e geoquímico do Permo-triássico da Bacia do Maranhão. Tese de doutorado. Universidade de São Paulo, Instituto de Geociências. 2 v. (inédita).

CORRÊA, I.C.S. 1978. Morfologia e sedimentologia da plataforma continental entre São Paulo e Santa Catarina. Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 147 p.

COUTINHO, J.M.V. & COIMBRA, A.M. 1974. Os pesados do Barreiras na costa oriental brasileira: estudo de áreas fonte. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 28., Porto Alegre, 1974. Anais. Porto Alegre, Sociedade Brasileira de Geologia. v. 5, p.27-41.

DIRETORIA DE HIDROGRAFIA E NAVEGAÇÃO. MINISTÉRIO DA MARINHA, DHN - M.M., 1962/1984. Cartas sinóticas do tempo.

DIRETORIA DE HIDROGRAFIA E NAVEGAÇÃO. MINISTÉRIO DA MARINHA, DHN - M.M., 1985. Brasil - Costa Sul. Mar Pequeno (da barra de Icapara a Cananéia). Levantamentos efetuados pela Marinha do Brasil até 1982. Carta batimétrica. 2 a. ed. Escala natural 1:27 500. Proj. Mercator. Rio de Janeiro, DHN. Carta náutica nº 1702.

FLEXOR, J.M.; MARTIN, L.; SUGUIO, K. & DOMINGUES, J.M.L. 1984. Gênese dos cordões litorâneos da parte central da costa brasileira. In: Lacerda, L.D. de; Araujo, D.S.D. de; Cerqueira, R. & Turcq, B., org. Restingas: origem, estrutura, processos. Niterói, CEUFF. p.34-45.

FOLK, R.L. 1966. A review of grain size parameters. Sedimentology, 6(2):73-93.

FOLK, R.L. & WARD, W.C. 1957. Brazos River bar: a study in the significance of grain size parameters. J. sedim. Petrology, 27(1):3-27.

GADD, P.E.; LAVELLE, J.W. & SWIFT, D.J.P. 1978. Estimate of sand transport on the New York shelf using near-bottom current meter observations. J. sedim. Petrology, 48(1):239-252.

GARCIA OCCHIPINTI, A. 1963. Climatologia dinâmica do litoral sul brasileiro. Contrções Inst. oceanogr. Univ. S Paulo, sér. Oceanogr. fís., (3):1-86.

GEOBRÁS S/A 1966. Complexo Valo Grande, Mar Pequeno e Rio Ribeira de Iguape. Relatório da Geobrás S/A, Engª e Fundações para o Serviço do Vale do Ribeira do Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo. 2 v.

GIANNINI, P.C.F. 1987. Sedimentação quaternária na planície costeira de Peruíbe-Itanhaém, SP. Dissertação de mestrado. Universidade de São Paulo, Instituto de Geociências, 2 v. (inédita).

GODOLPHIM, M.F. 1983. Contribuição ao estudo da evolução da barra do Rio Grande, Brasil. Pesquisas, Inst. Geociênc. Univ. fed. Rio Grande do Sul, 15:22-43.

GRIFFITHS, J.C. 1951. Size versus sorting in some Caribbean sediments. J. Geol., 59:211-243.

HUBERT, J.F. 1962. A zircon-tourmaline-rutile maturity index and the interdependen of the composition of heavy mineral assemblages with the gross composition and texture of sandstones. J. sedim. Petrology, 32(3):440-450.

INMAN, D.L. 1963. Sediments: physical properties and mechanics of sedimentation. In: Shepard, F.P., ed. Submarine geology. 2nd ed. New York, Harper and Row. p.101-147.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS, IPT/SP, 1985. Relatório nº 22.021 - Ensaios de perfilagem sísmica contínua e sonografia na costa da Ilha Comprida, litoral sul do Estado de São Paulo, 40 p., 10 figs. - São Paulo.

KOMAR, P.D. 1976. Nearshore currents and sediment transport and the resulting beach. In: Stanley, D.J. & Swift, D.J.P., ed. Marine sediment transport and environmental management. New York, John Wiley. p.241-254.

KOMAR, P.D. & INMAN, D.L. 1970. Longshore sand transport on beaches. J. geophys. Res., 75:5914-27.

KOMAR, P.D. & MILLER, M.C. 1975. On the comparison between the threshold of sediment motion under waves and unidirectional currents with a discussion of a pratical evaluation of the threshold. J. sedim. Petrology, 45(1): 362-367.

KOWSMANN, R.O. & COSTA, M.P. de A. 1979. Sedimentação quaternária da margem continental brasileira e das áreas oceânicas adjacentes (relatório final). In: Projeto REMAC. Rio de Janeiro, PETROBRÁS-CENPES-DINTEP. 55 p. (Série Projeto REMAC, n. 8).

KRUMBEIN, W.C. & SLOSS, L.L. 1963. Stratigraphy and sedimentation. 2nd ed. San Francisco, Freeman. W.H., 660 p.

KUENEN, P.H. 1950. Marine geology. New York, John Wiley. 568 p.

KUTNER, A.S. 1962. Granulometria dos sedimentos de fundo da região de Cananéia, S.P. Bolm Soc. brasil. Geol., 11(2):41-54.

MAHIQUES, M.M. de 1987. Considerações sobre os sedimentos de superfície de fundo da Baía de Ilha Grande, Estado do Rio de Janeiro. Dissertação de mestrado. Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico. 2 v. (inédita).

MARTIN, L.; BITTENCOURT, A.C.S.P. & VILLAS-BOAS, G.S. 1982. Primeira ocorrência de corais pleistocênicos da costa brasileira: datação do máximo da penúltima transgressão. Ciênc. Terra, 3:16-17.

MARTIN, L.; FLEXOR, J.M.; BITTENCOURT, A.C.S.P. & DOMINGUES, J. M.L. 1984. Registro do bloqueio da circulação atmosférica meridiana na geometria dos cordões litorâneos da costa brasileira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 35., Rio de Janeiro, 1984. Anais. Rio de Janeiro, Sociedade Brasileira de Geologia. p.133-138.

MIRANDA, L.O.S. 1970. Geologia das bacias na plataforma sul-brasileira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 24., Brasília, 1970. Anais. Brasília, Sociedade Brasileira de Geologia. p.129-140.

MIYAO, S.Y. 1977. Contribuição ao estudo da oceanografia física da região de Cananéia (lat. 25° S long. 48° W). Dissertação de mestrado. Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico. 87 p. (inédita).

MOTTA, V.F. 1965. Resultados de algumas medições de transporte litorâneo em modelo costeiro esquemático. Anais Acad. brasil. Ciênc., 37(supl.):109-130.

MUEHE, D. & SUCHAROV, E.C. 1981. Considerações sobre o transporte de sedimentos na plataforma continental nas proximidades das Ilhas Maricás, R.J. Revta brasil. Geoc. 11(4): 238-246.

NAVARRA, C.T. 1982. Piçarras e tabatingas do litoral paulista. In: Suguio, K.; M.R.M. de Meis & Tessler, M.G., ed. SIMPÓSIO DO QUATERNÁRIO NO BRASIL, 4., Rio de Janeiro, 1981. Atas. Rio de Janeiro, CENPES-PETROBRÁS. p.259-274.

NETTO, A.S.T. 1980. Manual de sedimentologia. Rio de Janeiro, PETROBRÁS-SEPES-DIVEN. 194 p.

OPEN UNIVERSITY. 1978. Oceanography. Science: a third level course. Units 11-12: Sediments. Walton Hall, Open University Press. v. 5.

PATTIARATCHI, C.B. & COLLINS, M.B. 1985. Sand transport under the combined influence of waves and tidal currents: an assessment of available formulae. Mar. Geol. 67(1/2):83-100.

PETRI, S. & FÚLFARO, V.J. 1970. Nota sobre a geologia e terraços marinhos da Ilha do Cardoso, SP. Notic. Geomorf., 10 (20):21-31.

PETRI, S. & SUGUIO, K. 1969. Sobre os metassedimentos do Grupo Açunguí do extremo sul do Estado de São Paulo. São Paulo, Secretaria dos Serviços e Obras Públicas. 98 p.

PETRI, S. & SUGUIO, K. 1971 a. Some aspects of the Neocenozoic sedimentation in the Cananéia - Iguape lagoonal region, São Paulo, Brazil. Estudos sedimentol., Univ. Fed. Rio Grande do Norte, 1(1):25-33.

PETRI, S. & SUGUIO, K. 1971 b. Exemplo de trabalho do mar no litoral sul do Brasil. Notic. geomorf., 11(21):61-66.

PETRI, S. & SUGUIO, K. 1973. Stratigraphy of the Iguape-Cananéia lagoonal region sedimentary deposits, São Paulo, Brasil - Part II: Heavy mineral studies, micro-organisms inventories and stratigraphical interpretations. Bolm I.G., Inst. Geoc. Univ. S Paulo, 4:71-85.

POMERANCBLUN, M. & COSTA, M.P.A. 1972. Integração de informação sobre os minerais pesados na plataforma continental brasileira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 26. Belém, 1972. Anais. Belém, Sociedade Brasileira de Geologia, v. 2, p.179-186.

PONÇANO, W.L. 1976. Sedimentação atual na Baía de Sepetiba, Estado do Rio de Janeiro: contribuição à avaliação de viabilidade geotécnica da implantação de um porto. Dissertação de mestrado. Universidade de São Paulo, Instituto de Geociências, 2 v. (inédito).

POSTMA, H. 1967. Sediment transport and sedimentation in the estuarine environment. In: Lauff, G.H., ed. Estuaries. Am. Ass. Advmt Sci.Publs, (83):158-179.

PROJETO REMAC. 1979. Coleção de mapas. Escalas 1:5.592.000 e 1:3.500.000. Proj. Mercator. Rio de Janeiro, PETROBRÁS-CENPES-DINTEP. 16 mapas: color. (Série Projeto REMAC, n. 11).

RICCOMINI, C.; TESSLER, M.G. & SUGUIO, K. 1987. Novas evidências de atividade tectônica moderna no sudeste brasileiro: Os depósitos falhados da Formação Pariquera-Açu. Publção Ass. brasil. Estudos Quaternário, (2):29-42.

RUBEY, W.W. 1933. Settling velocities of gravel, sand and silt particles. Am. J. Sci., Ser. 5, 25:325-338.

SADOWSKY, V. 1952. Observações sobre as modificações em curso na entrada de Cananéia de sua barra e da região adjacente. Bolm Inst. oceanogr., S Paulo, 3(1/2):201-212.

SADOWSKY, V. 1954. Novas contribuições ao estudo da entrada da barra de Cananéia. Bolm Inst. oceanogr., S Paulo, 5(1/2) :151-178.

SHEPARD, F.P. 1954. Nomenclature based on sand-silt clay ratios. J. sedim. Petrology, 24(3):151-158.

SHEPARD, F.P. & INMAN, D.L. 1950. Nearshore circulation in beach processes and coastal hydrodynamics. In: Fisher, J.S. & Dolan, R. edts. Benchmark papers in Geology, 39:152-161, Dowden, Hutchingon & Ross.

SILVA, P. de C.M. da 1968. Correntes litorais produzidas pelo vento. Publção Inst. Pesq. marin.,(20):1-21.

STANLEY, D.J. & SWIFT, D.J.P., eds 1976. Marine sediment transport and environmental management. New York, John Wiley & Sons, 602 p.

SUDELPA - Superintendência do Desenvolvimento do Litoral Paulista. 1975. Localização das ocorrências cadastradas até 31/12/73. Mapeamento executado pela CPRM, escala 1:250.000, São Paulo.

SUGUIO, K. 1971. Textural modifications of well sorted sands as a response to dynamic processes in sedimentary environments. J. mar. Geol., 7(1):13-25. Japan.

SUGUIO, K. 1973. Introdução à sedimentologia. São Paulo, Edgard Blücher/EDUSP. 317 p.

SUGUIO, K. 1980. Rochas sedimentares: propriedades, gênese, importância econômica. São Paulo, Edgard Blücher/EDUSP. 500 p.

SUGUIO, K. & BARCELOS, J.H. 1978. Quaternary sedimentary environments in Comprida Island, State of São Paulo, Brasil. Bolm IG, Inst. Geoc. Univ. S Paulo, 9:203-211.

SUGUIO, K.; COIMBRA, A.M. & GUARDADO, L.R. 1974. Correlação sedimentológica de arenitos da Bacia do Paraná. Bolm IG, Inst. Geoc. Univ. S Paulo, 4:85-116.

SUGUIO, K. & MARTIN, L. 1976. Mecanismos de gênese das planícies quaternárias do litoral do Estado de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 29., Belo Horizonte, 1976. Anais. Belo Horizonte, v. 1: 295-305. Sociedade Brasileira de Geologia.

SUGUIO, K. & MARTIN, L. 1978 a. Formações quaternárias marinhas do litoral paulista e sul fluminense. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON COASTAL EVOLUTION IN THE QUATERNARY, São Paulo, 1978. Special Publication nº 1. São Paulo, The Brazilian National Working Group for The IGCP, Project 61/Instituto de Geociências-USP/Sociedade Brasileira de Geologia. 55 p.

SUGUIO, K. & MARTIN, L. 1978 b. Mapa geológico do litoral paulista, Folhas Cananéia e Iguape. Escala 1:100.000. São Paulo, Estado. Secretaria de Obras e do Meio Ambiente, Departamento de Águas e Energia Elétrica. Universidade de São Paulo, São Paulo.

SUGUIO, K.; MARTIN, L.; BITTENCOURT, A.C.S.P.; DOMINGUES, J.M. L.; FLEXOR, J.M. & AZEVEDO, A.E.G. 1985. Flutuações do nível relativo do mar durante o Quaternário Superior ao longo do litoral brasileiro e suas implicações na sedimentação costeira. Revta brasil. Geoc., 15(4):273-286.

SUGUIO, K. & PETRI, S. 1973. Stratigraphy of the Iguape-Cananéia lagoonal region sedimentary deposits, São Paulo State, Brazil. Part I: Field observations and grain size analysis. Bolm IG, Inst. Geoc. Univ.S Paulo, (4):1-20.

SUGUIO, K.; RODRIGUES, S. de A.; TESSLER, M.G. & LAMBOOY, E.E. 1984. Tubos de ophimorphas e outras feições de bioturbação na Formação Cananéia, Pleistoceno da planície costeira Cananéia-Iguape, SP. In: Lacerda, L.D. de; Araujo, D.S. de; Cerqueira, R. & Turcq, B., org. Restingas: origem, estrutura, processos. Niterói, CEUFF. p.111-122.

SUGUIO, K. & TESSLER, M.G. 1983. Intense coastal sedimentation and erosion in the Cananéia outlet southern State of São Paulo, Brazil. Bolm Inst. oceanogr., S Paulo, 32(1):71-75.

SUGUIO, K. & TESSLER, M.G. 1987. Characteristics of a Pleistocene nearshore deposits: an example from southern São Paulo State coastal plain. (Trabalho apresentado no CONGRESS OF INQUA, QUATERNARY OF SOUTH AMERICA AND ANTARCTIC PENINSULA SESSION, 12., OTTAWA, CANADÁ - Bolm Programme with Abstracts p 272.

SUNDARAM, D. & SUGUIO, K. 1983. Nota preliminar sobre uma assembléia mioflorística da Formação Pariquera-Açu, Estado de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, Sociedade Brasileira de Paleontologia, 8, Rio de Janeiro, 1983. Resumo das comunicações. Rio de Janeiro. p.89.

TESSLER, M.G. & FURTADO, V.V. 1983. Dinâmica de sedimentação das feições de assoreamento da região lagunar Cananéia-Iguape, Estado de São Paulo. Bolm Inst. oceanogr., S Paulo, 32(2):117-124.

VICALVI, M.A.; KOTZIAN, S.C.B. & FORTI-ESTEVES, I.R. 1977. A ocorrência de microfauna estuarina no Quaternário da plataforma continental de São Paulo. In: Projeto REMAC. Evolução sedimentar holocênica da plataforma continental e do talude do sul do Brasil. Rio de Janeiro, PETROBRÁS-CENPES-DINTEP. p.77-96. (Série Projeto REMAC, n.2).

WENTWORTH, C.K. 1922. A scale of grade and class terms for clastic sediments. J. Geol., 30:377-392.

YAMAMOTO, J.K.; SUGUIO, K. & COIMBRA, A.M. 1977. Caracterização sedimentológica do perfíl geológico entre Rifaina e França. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA REGIONAL, 1., SÃO PAULO, 1977. Atas. São Paulo, Sociedade Brasileira de Geologia, Núcleo de São Paulo. p.282-302.

T A B E L A S

TABELA 1 - Posições das amostras coletadas na plataforma continental do Estado de São Paulo. (N/Oc. Prof. W. Besnard - 1984)

Nº da Amostra	Latitude (S)	Longitude (W)	Prof. (m)
149	25°10'	047°03'	50
150	25°38'	047°21'	55
151	25°40'	048°53'	17
152	25°40'	048°16'	18
153	26°07'	047°51'	54
154	25°53.4'	047°46.2'	50
155	25°51.0'	047°49.8'	45
156	25°47.8'	047°54.0'	40
157	25°47.8'	047°54.7'	35
158	25°45.5'	047°57.0'	30
159	25°40.0'	048°04.4'	25
160	25°37.7'	048°07.3'	20
161	25°36.0'	048°10.0'	15
162	25°34.1'	048°12.6'	10
163	25°18.7'	048°04.4'	10
164	25°19.4'	048°03.3'	15
165	25°25.2'	047°56.3'	20
166	25°28.2'	047°52.7'	25
167	25°31.7'	047°48.5'	30
168	25°33.6'	047°46.2'	35
169	25°35.8'	047°43.5'	40
170	25°38.6'	047°40.1'	45
171	25°41.3'	047°37.0'	50
172	25°23.0'	047°21.6'	50
173	25°21.2'	047°24.5'	45
174	25°19.5'	047°27.4'	40
175	25°19.2'	047°29.0'	35
176	25°17.0'	047°31.0'	30
177	25°14.5'	047°35.0'	25
178	25°10.0'	047°41.8'	20
179	25°06.0'	047°50.7'	15
180	25°51.3'	047°36.3'	10
181	24°51.3'	047°36.3'	10

continuação...

182	24°52.0'	047°34.0'	15
183	24°54.5'	047°31.1'	20
184	24°58.0'	047°27.0'	25
185	25°02.5'	047°21.0'	30
186	25°06.3'	047°15.5'	35
187	25°09.2'	047°12.1'	40
188	25°11.0'	047°10.0'	45
189	25°13.0'	047°08.2'	50
190	24°59.0'	046°56.0'	50
191	24°56.0'	046°59.0'	45
192	24°54.5'	047°02.0'	40
193	24°52.0'	047°05.5'	35
194	24°48.5'	047°11.5'	30
195	24°45.0'	047°14.0'	25
196	24°43.5'	047°18.4'	20
197	24°42.5'	047°19.6'	15
198	24°41.3'	047°21.2'	10
199	24°38.5'	046°26.2'	59
273	24°41.5'	046°42.5'	44
274	24°48.0'	046°50.0'	41
275	24°57.5'	047°00.0'	42
276	25°06.0'	047°10.0'	42
277	25°14.0'	047°18.5'	43
278	25°25.0'	047°53.0'	24
279	25°18.0'	047°45.0'	24
280	25°10.5'	047°37.5'	27
281	25°02.8'	047°29.5'	29
282	24°56.5'	047°23.4'	29
283	24°50.0'	047°14.0'	26
284	24°36.0'	047°01.0'	26
321	25°19.0'	047°00.0'	60
322	25°26.1'	046°50.8'	70
323	25°31.8'	046°44.0'	80
324	25°34.0'	046°40.6'	90
325	25°36.5'	046°37.7'	100

Tabela 2 - Posicionamento das amostras coletadas na zona de arrebentação, Ilha Comprida - SP (1985)

Nº da amostra	Latitude (S)	Longitude (W)
201	25°03.54'	047°51.14'
202	25°04.28'	047°49.85'
203	25°01.83'	047°48.76'
204	25°00.03'	047°48.23'
205	24°55.92'	047°49.16'
206	24°56.79'	047°49.87'
207	25°00.62'	047°51.94'
208	25°02.68'	047°49.48'
210	25°00.70'	047°52.10'
211	25°03.71'	047°49.14'
212	24°55.49'	047°51.11'
213	24°58.09'	047°48.66'
214	25°00.47'	047°49.82'
215	25°01.59'	047°47.74'
216	25°00.45'	047°46.63'
217	24°55.99'	047°45.95'
218	24°57.62'	047°48.97'
219	24°44.07'	047°45.06'
220	24°44.84'	047°43.80'
221	24°57.91'	047°46.57'
222	24°58.47'	047°47.96'
223	24°59.40'	047°45.83'
224	24°54.30'	047°44.54'
225	24°59.61'	047°46.58'
226	24°58.88'	047°45.68'
227	24°57.09'	047°44.64'
228	24°51.73'	047°41.91'
229	24°52.75'	047°40.61'
231	24°53.04'	047°43.52'
232	24°53.31'	047°43.57'
233	24°54.35'	047°43.03'
234	24°55.07'	047°41.95'
235	24°51.79'	047°41.63'

continuação...

236	24°54.04'	047°43.60'
237	24°51.72'	047°41.98'
238	24°52.44'	047°40.78'
239	24°53.41'	047°38.64'
240	24°51.46'	047°37.13'
241	24°50.64'	047°39.23'
242	24°50.08'	047°39.81'
243	24°51.73'	047°42.07'
244	24°51.08'	047°41.21'
245	24°51.38'	047°40.36'
246	24°52.41'	047°37.63'
247	24°47.34'	047°36.09'
248	24°48.02'	047°33.49'
249	24°49.40'	047°34.22'
250	24°51.90'	047°35.62'
251	24°49.91'	047°37.36'
252	24°49.12'	047°38.71'
253	24°48.09'	047°36.76'
254	24°48.82'	047°36.73'
255	24°49.79'	047°35.95'
256	24°44.70'	047°32.12'
257	24°46.06'	047°31.23'
258	24°47.52'	047°30.34'
259	24°49.38'	047°32.60'
260	24°46.52'	047°34.88'
261	24°45.50'	047°31.37'
262	24°42.52'	047°27.81'
263	24°42.23'	047°26.26'
264	24°45.80'	047°24.67'
265	24°47.52'	047°27.56'
266	24°43.92'	047°30.70'
267	24°43.73'	047°28.55'
268	24°42.36'	047°24.32'
269	24°43.63'	047°22.75'
270	24°45.51'	047°25.34'
271	24°42.59'	047°27.81'
272	24°42.83'	047°26.45'

TABELA 3 - Localização dos perfís de coleta da faixa intermarés, Ilha Comprida - SP - 1985

Perfil	Amostra nº	Latitude (S)	Longitude (W)
LT 1	301	25°02.18'	047°53.29'
2	302	25°02.47'	047°53.12'
3	303	25°02.06'	047°53.05'
4	304	25°01.60'	047°52.90'
5	305	25°01.27'	047°52.75'
6	306	25°00.62'	047°52.35'
7	307	24°55.03'	047°51.89'
8	308	24°55.58'	047°51.39'
9	309	24°56.16'	047°50.86'
10	310	24°56.38'	047°50.64'
11	311	24°57.22'	047°49.84'
12	312	24°57.94'	047°49.08'
13	313	24°58.40'	047°48.55'
14	314	24°58.90'	047°47.96'
15	315	24°59.28'	047°47.49'
16	316	24°59.47'	047°47.28'
17	317	24°59.82'	047°46.82'
18	318	24°49.84'	047°46.45'
19	319	24°49.51'	047°46.02'
20	320	24°44.05'	047°45.44'
21	321	24°43.82'	047°45.16'
22	322	24°53.31'	047°44.05'
23	323	24°52.51'	047°43.68'
24	324	24°52.43'	047°43.42'
25	325	24°51.90'	047°42.75'
26	326	24°51.54'	047°42.15'
27	327	24°51.23'	047°41.88'
28	328	24°50.88'	047°41.44'
29	329	24°50.58'	047°41.02'
30	330	24°50.27'	047°40.62'
31	331	24°49.82'	047°40.03'
32	332	24°49.47'	047°39.56'
33	333	24°48.97'	047°38.92'
34	334	24°48.97'	047°38.25'

continuação...

35	335	24°47.90'	047°37.49'
36	336	24°47.52'	047°47.00'
37	337	24°47.09'	047°36.35'
38	338	24°46.53'	047°35.71'
39	339	24°46.21'	047°35.07'
40	340	24°45.79'	047°34.35'
41	341	24°45.38'	047°33.73'
42	342	24°45.00'	047°33.05'
43	343	24°44.55'	047°32.31'
44	344	24°44.16'	047°31.60'
45	345	24°43.75'	047°30.89'
46	346	24°43.37'	047°30.21'
47	347	24°45.70'	047°29.44'
48	348	24°42.66'	047°28.73'
49	349	24°42.22'	047°28.03'
50	350	24°42.03'	047°27.31'
51	351	24°41.63'	047°26.42'
52	352	24°41.37'	047°26.07'

Instituto de Geociências
BIBLIOTECA
U. S. P.

TABELA 4 . DADOS DE GRANULOMETRIA E TEOR DE CARBONATO EM SEDIMENTOS DA FORMACAO CANANEIA

AMOSTRA	PARS. ESTAT. DE FOLK & WARD (1957)				% AREIA	% ARGILA	N.C.T.	% CaCO3	CLAS. SHEPARD (1954)
	D.M.	D.P.	ASS.	CUR.					
1	3.25	0.64	0.34	4.53	92.80	3.10	3	-	AREIA
1.A	1.20	1.78	0.15	0.80	94.80	-	6	-	AREIA
4.1	2.61	0.34	0.51	0.92	99.90	-	2	-	AREIA
4.2	2.72	0.34	0.23	0.73	99.90	-	2	-	AREIA
6	3.87	1.46	0.68	3.59	82.00	11.50	4	-	AREIA
6.1	2.54	0.59	0.10	1.31	99.60	-	4	-	AREIA
7	2.73	0.39	0.30	0.77	99.90	-	2	-	AREIA
8	2.79	0.34	0.01	0.75	99.90	-	2	-	AREIA
11	4.93	2.18	0.85	0.61	65.70	21.80	6	-	AREIA ARGILOSA
11.1	3.21	0.18	-0.09	1.21	99.30	-	2	-	AREIA
12	1.11	0.81	0.08	1.50	99.50	-	6	-	AREIA
13	5.11	2.12	0.69	0.66	51.40	19.90	7	-	AREIA SILTOSA
16.1	2.75	0.63	-0.43	1.53	98.80	-	4	-	AREIA
16.2	4.85	2.16	0.82	1.01	68.60	17.80	6	-	AREIA ARGILOSA
17.1	3.12	0.24	0.20	1.33	99.90	-	2	-	AREIA
17.2	3.39	1.08	0.55	6.13	86.30	8.40	4	-	AREIA
20.1	7.05	2.14	-0.64	1.04	15.60	56.57	6	-	ARGILA SILTOSA
20.2	2.55	0.55	0.04	1.32	98.90	-	5	-	AREIA
21	2.93	0.52	-0.53	1.26	99.60	-	4	-	AREIA
22.1	2.30	0.80	-0.18	0.89	99.10	-	4	-	AREIA
22.2	5.63	2.20	0.26	0.53	41.60	28.60	7	-	AREIA SILTICO ARGILOSA
24	2.99	0.34	-0.35	1.17	99.40	-	3	-	AREIA
25	2.49	0.30	-0.12	1.01	99.00	-	3	-	AREIA
26	2.90	0.22	0.01	1.01	99.90	-	2	-	AREIA
27	3.02	0.30	-0.13	1.03	99.00	-	2	-	AREIA
28	2.86	0.35	-0.21	0.81	99.90	-	2	-	AREIA
29	2.84	0.40	-0.08	0.85	98.50	0.30	2	-	AREIA
30	3.02	0.35	-0.22	1.10	98.50	0.30	2	-	AREIA
31	3.14	0.28	-0.04	1.33	97.20	0.60	2	-	AREIA
33	3.14	0.28	0.01	1.33	96.90	0.60	2	-	AREIA
34	3.02	0.42	0.39	1.52	98.60	0.30	3	-	AREIA
35	2.90	0.66	-0.57	1.94	97.90	0.30	5	-	AREIA
37	3.11	0.34	-0.04	1.07	99.30	-	2	-	AREIA
38	2.92	0.37	0.34	0.88	98.90	0.20	2	-	AREIA
39	2.98	0.28	-0.27	1.05	99.50	-	2	-	AREIA
40	2.78	0.38	-0.05	0.83	98.90	-	3	-	AREIA
41	2.92	0.33	0.06	1.06	98.50	0.70	2	-	AREIA
42	2.87	0.40	-0.01	0.89	97.30	0.50	2	-	AREIA
43	2.95	0.33	-0.07	1.00	97.80	0.50	2	-	AREIA
44	3.01	0.27	-0.07	1.01	98.70	0.30	2	-	AREIA

TABELA4 .(CONT.)

AMOSTRA	PARS. ESTAT. DE FOLK & WARD (1957)				% AREIA	% ARGILA	N.C.T.	% CaCO3	CLAS. SHEPARD (1954)
	D.M.	D.P.	ASS.	CUR.					
45	2.87	0.37	-0.07	0.83	98.10	0.40	2	-	AREIA
47	2.87	0.34	-0.03	0.93	98.90	-	3	-	AREIA
48	2.92	0.35	-0.36	0.90	99.70	-	2	-	AREIA
49	2.70	0.39	0.03	0.84	99.70	-	3	-	AREIA
50.1	4.09	3.18	0.35	0.57	63.50	24.00	9	-	AREIA ARGILOSA
50.2	2.88	0.33	0.19	0.90	99.30	-	2	-	AREIA
50.3	4.57	2.57	0.59	0.86	66.60	18.80	9	-	AREIA ARGILOSA
50.4	2.89	0.36	-0.33	0.83	99.90	-	2	-	AREIA
50.5	2.94	0.33	-0.40	1.04	99.90	-	3	-	AREIA
51.1	2.86	0.32	-0.17	0.84	99.90	-	2	-	AREIA
51.2	2.69	0.41	-0.08	0.80	99.90	-	3	-	AREIA
51.3	2.63	0.43	0.02	0.81	99.90	-	3	-	AREIA
51.4	2.68	0.35	0.05	1.04	99.90	-	3	-	AREIA
51.5	2.84	0.37	-0.29	0.92	99.90	-	3	-	AREIA
52	2.77	0.50	-0.32	0.95	99.20	-	3	-	AREIA
52.1	2.86	0.42	-0.06	0.82	97.90	0.40	2	-	AREIA
53.1	2.76	0.39	0.16	0.85	99.90	-	3	-	AREIA
53.2	2.71	0.35	0.15	0.79	99.80	-	2	-	AREIA
53.3	2.74	0.40	0.00	0.81	99.40	-	3	-	AREIA
53.4	2.82	0.38	-0.02	0.80	98.70	0.30	2	-	AREIA
54.1	2.77	0.37	-0.10	0.75	99.90	-	2	-	AREIA
54.2	2.59	0.54	-0.06	1.00	99.20	-	4	-	AREIA
54.3	2.72	0.38	-0.01	0.75	99.90	-	3	-	AREIA
54.4	2.84	0.35	-0.19	0.83	99.60	-	2	-	AREIA
54.5	2.96	0.28	0.00	1.00	99.00	-	3	-	AREIA
55.1	2.79	0.42	-0.22	0.85	99.50	-	3	-	AREIA
55.2	2.82	0.36	-0.02	0.80	99.60	-	2	-	AREIA
56	2.80	0.34	-0.04	0.77	99.90	-	2	-	AREIA
57	2.92	0.38	-0.41	0.99	99.60	-	3	-	AREIA
58.1	6.41	2.08	-0.18	0.69	16.90	38.80	6	-	SILTE ARGILOSO
58.2	3.22	0.25	-0.08	1.54	98.90	0.20	2	-	AREIA
58.3	2.57	0.49	0.21	1.07	97.90	0.40	4	-	AREIA
59.1	5.17	2.23	0.66	0.53	50.10	26.50	7	-	AREIA ARGILOSA
59.2	3.20	0.23	-0.11	1.35	99.90	-	2	-	AREIA
59.3	3.21	0.23	-0.10	1.37	99.80	-	2	-	AREIA
59.4	2.26	0.81	-0.27	0.71	99.80	-	4	-	AREIA
59.5	2.61	0.39	0.24	0.77	99.80	-	3	-	AREIA
60	2.63	0.52	-0.11	0.88	99.70	-	3	-	AREIA
61.1	2.99	0.37	-0.42	1.29	99.40	-	3	-	AREIA
61.2	2.70	0.53	-0.23	0.98	99.20	-	4	-	AREIA

TABELA4 .(CONT.)

AMOSTRA	PARS. ESTAT. DE FOLK & WARD (1957)				% AREIA	% ARGILA	N.C.T.	% CaCO3	CLAS. SHEPARD (1954)
	D.M.	D.P.	ASS.	CUR.					
61.3	2.89	0.38	-0.42	0.83	99.60	-	3	-	AREIA
62.1	3.04	0.27	-0.30	1.24	99.70	-	2	-	AREIA
62.2	3.04	0.31	-0.29	1.22	99.30	-	2	-	AREIA
62.3	3.01	0.25	-0.16	1.03	99.70	-	2	-	AREIA
68	2.65	0.34	0.12	0.88	99.90	-	3	-	AREIA
69.1	2.61	0.43	0.06	0.89	99.90	-	3	-	AREIA
69.2	2.56	0.39	0.32	0.94	99.80	-	3	-	AREIA
70.1	2.79	0.37	-0.07	0.78	99.90	-	2	-	AREIA
70.2	2.80	0.38	-0.10	0.79	99.90	-	3	-	AREIA
71.1	2.94	0.36	-0.26	1.04	99.50	-	2	-	AREIA
71.2	2.89	0.40	-0.26	0.92	99.70	-	3	-	AREIA
71.3	4.59	2.46	0.70	0.70	64.90	20.20	7	-	AREIA ARGILOSA
71.4	2.70	0.41	0.16	0.82	99.70	-	2	-	AREIA
71.5	2.72	0.37	0.29	0.77	99.80	-	2	-	AREIA
71.6	2.84	0.41	0.12	0.76	99.80	-	2	-	AREIA
73	2.68	0.37	0.19	0.74	99.90	-	3	-	AREIA
74	2.84	0.41	-0.28	0.83	100.00	-	3	-	AREIA
76	2.87	0.40	-0.32	0.76	99.80	-	2	-	AREIA
77	2.96	0.38	-0.27	0.97	99.90	-	2	-	AREIA
78.1	1.66	0.35	-0.01	0.93	99.90	-	4	-	AREIA
78.2	2.65	0.33	0.09	0.84	99.40	-	3	-	AREIA
79	2.89	0.56	0.01	0.91	99.70	-	2	-	AREIA
83.1	3.09	0.41	-0.19	1.23	99.50	-	2	-	AREIA
83.2	3.06	0.35	-0.36	1.43	99.20	-	2	-	AREIA
84.1	2.79	0.24	-0.36	0.89	99.70	-	3	-	AREIA
84.2	3.04	0.35	-0.29	1.14	99.90	-	2.00	-	AREIA
85.1	2.76	0.51	-0.16	0.76	100.00	-	3.00	-	AREIA
85.2	2.53	0.32	0.45	1.14	99.90	-	3.00	-	AREIA
86	2.64	0.45	0.28	0.78	99.70	-	3.00	-	AREIA
87	2.72	0.38	-0.46	1.24	98.50	0.30	4.00	-	AREIA
88.1	2.98	0.42	-0.32	1.05	99.90	-	2.00	-	AREIA
89.1	3.86	0.72	0.63	2.85	75.80	6.30	7.00	-	AREIA
89.2	3.22	0.32	-0.19	2.37	95.10	0.90	3.00	-	AREIA
89.3	3.04	1.39	-0.32	1.41	97.80	0.50	3.00	-	AREIA
89.4	2.75	0.45	-0.14	0.77	99.70	-	3.00	-	AREIA
90.1	2.94	0.39	-0.30	0.94	98.90	-	3.00	-	AREIA
90.2	2.86	0.42	-0.19	0.84	99.20	-	2.00	-	AREIA
90.3	1.06	1.61	-0.06	0.58	99.80	-	6.00	-	AREIA
90.4	2.49	0.49	0.12	1.08	99.60	-	4.00	-	AREIA
90.5	3.08	0.96	0.29	3.74	89.10	4.30	4.00	-	AREIA
92	2.68	0.40	0.22	0.73	99.90	-	3.00	-	AREIA

TABELA 5 . DADOS DE GRANULOMETRIA EM SEDIMENTOS HOLOCENICOS DOS CORDOES LITORANEOS DA ILHA COMPRIDA - SP

Amostra	Parms. Estat. de Folk & Ward (1957) D.Medio	D.Padrao	Assim.	Curtose	% Areia	% Argila	NCT	Cl. Shepard (1954)
95.1	2.79	0.34	0.01	0.75	99.9	0.0	2	Areia
95.2	2.86	0.35	-0.21	0.81	99.9	0.0	2	Areia
95.3	2.90	0.66	-0.57	1.94	97.9	0.3	5	Areia
96.1	2.87	0.40	-0.01	0.89	97.3	0.5	2	Areia
96.2	2.70	0.39	0.03	0.84	99.7	0.0	3	Areia
96.3	2.72	0.38	-0.01	0.75	99.9	0.0	3	Areia
97.1	2.79	0.37	-0.07	0.78	99.9	0.0	2	Areia
97.2	2.89	0.56	0.01	0.91	99.7	0.0	2	Areia
97.3	2.94	0.39	-0.29	0.94	98.9	0.0	3	Areia
97.4	3.21	0.23	-0.10	1.37	99.8	0.0	2	Areia

TABELA 6 . DADOS DE GRANULOMETRIA E TEOR DE CARBONATO EM SEDIMENTOS DA FAIXA INTERMARES

AMOSTRA	PARS. ESTAT. DE FOLK & WARD (1957)				% AREIA	% ARGILA	N.C.T.	CaCO3	CLAS. SHEPARD (1954)
	D.M.	D.P.	ASS.	CUR.					
280A	2.34	0.43	0.17	1.59	99.90	-	3	0.94	AREIA
280B	2.66	0.40	0.16	0.79	99.90	-	4	1.47	AREIA
280C	2.74	0.39	0.02	0.77	99.90	-	3	1.19	AREIA
281A	2.84	0.33	-0.08	0.76	99.90	-	2	0.88	AREIA
281B	2.80	0.34	0.01	0.69	99.90	-	2	1.19	AREIA
281C	2.79	0.34	0.00	0.71	100.00	-	2	2.35	AREIA
282A	2.66	0.39	0.59	0.81	99.80	-	2	0.61	AREIA
282B	2.70	0.35	0.35	0.72	99.90	-	2	1.36	AREIA
282C	2.67	0.42	0.20	0.72	99.90	-	3	1.44	AREIA
283A	2.71	0.35	0.31	0.75	99.90	-	2	1.01	AREIA
283B	2.67	0.35	0.45	0.72	99.90	-	2	2.15	AREIA
283C	2.62	0.40	0.36	0.73	99.90	-	3	1.19	AREIA
284A	2.67	0.42	0.61	0.86	99.70	-	2	0.45	AREIA
284B	2.67	0.38	0.53	0.81	99.80	-	2	1.17	AREIA
284C	2.62	0.39	0.40	0.73	99.90	-	3	1.02	AREIA
301A	2.34	0.25	0.25	1.69	100.00	-	3	0.24	AREIA
301B	2.36	0.27	0.27	1.63	100.00	-	3	1.03	AREIA
301C	2.29	0.39	0.12	1.43	100.00	-	3	0.92	AREIA
302A	2.42	0.27	0.40	1.94	100.00	-	3	0.35	AREIA
302B	2.27	0.33	0.07	1.74	100.00	-	3	0.90	AREIA
302C	1.89	0.53	0.00	0.90	99.80	-	4	2.31	AREIA
303A	2.21	0.36	0.05	1.68	100.00	-	3	0.19	AREIA
303B	2.05	0.40	-0.09	1.13	100.00	-	3	1.07	AREIA
303C	1.85	0.55	0.02	0.85	100.00	-	4	1.41	AREIA
304A	2.18	0.40	-0.07	1.64	100.00	-	3	0.23	AREIA
304B	2.42	0.25	0.39	1.92	100.00	-	3	1.04	AREIA
304C	2.47	0.31	0.43	1.63	100.00	-	3	1.25	AREIA
305A	2.37	0.34	0.24	1.75	100.00	-	3	1.24	AREIA
305B	2.47	0.28	0.45	1.90	99.90	-	3	1.05	AREIA
305C	2.30	0.27	0.16	1.66	99.90	-	3	0.17	AREIA
306A	2.40	0.31	0.37	1.71	100.00	-	3	0.19	AREIA
306B	2.45	0.29	0.42	1.82	100.00	-	3	1.07	AREIA
306C	2.41	0.30	0.35	1.65	100.00	-	3	1.04	AREIA
307A	2.72	0.36	0.21	0.73	100.00	-	2	0.82	AREIA
307B	2.61	0.34	0.53	0.83	99.90	-	2	1.03	AREIA
307C	2.56	0.35	0.45	0.98	100.00	-	3	1.27	AREIA
308A	2.32	0.34	0.24	1.50	100.00	-	3	0.21	AREIA
308B	2.41	0.30	0.34	1.64	99.90	-	3	1.07	AREIA
308C	2.54	0.40	0.28	0.87	100.00	-	3	0.99	AREIA
309A	2.40	0.36	0.28	1.34	100.00	-	3	0.51	AREIA
309B	2.43	0.34	0.34	1.39	99.90	-	3	0.97	AREIA
309C	2.26	0.42	0.34	1.18	100.00	-	3	1.00	AREIA
310A	2.40	0.30	0.36	1.74	100.00	-	3	0.47	AREIA
310B	2.53	0.35	0.41	1.10	99.80	-	3	1.03	AREIA
310C	2.28	0.41	0.25	1.16	100.00	-	3	1.16	AREIA

TABELA 6 . (CONT.)

AMOSTRA	PARS. ESTAT. DE FOLK & WARD (1957)				% AREIA	% ARGILA	N.C.T.	CaCO3	CLAS. SHEPARD (1954)
	D.M.	D.P.	ASS.	CUR.					
311A	2.33	0.31	0.23	1.57	100.00	-	3	0.43	AREIA
311B	2.31	0.30	0.21	1.59	99.90	-	3	0.81	AREIA
311C	2.19	0.35	0.18	1.29	100.00	-	3	1.14	AREIA
312A	2.48	0.33	0.45	1.61	99.90	-	3	0.46	AREIA
312B	2.34	0.26	0.27	1.77	99.90	-	3	0.95	AREIA
312C	2.19	0.34	0.17	1.31	100.00	-	3	0.99	AREIA
313A	2.32	0.25	0.22	1.76	99.90	-	3	0.40	AREIA
313B	2.38	0.26	0.33	1.84	99.90	-	3	0.87	AREIA
313C	2.32	0.27	0.23	1.66	99.90	-	3	1.07	AREIA
314A	2.37	0.24	0.30	2.01	99.90	-	3	0.60	AREIA
314B	2.39	0.24	0.35	1.99	99.90	-	3	3.08	AREIA
314C	2.48	0.34	0.42	1.42	100.00	-	3	1.06	AREIA
315A	2.41	0.27	0.39	2.00	99.90	-	3	0.53	AREIA
315B	2.38	0.24	0.32	2.00	99.90	-	3	0.54	AREIA
315C	2.37	0.29	0.31	1.66	100.00	-	3	1.25	AREIA
316A	2.33	0.23	0.25	2.03	99.90	-	3	0.38	AREIA
316B	2.37	0.25	0.31	1.88	99.90	-	3	0.67	AREIA
316C	2.24	0.29	0.14	1.49	100.00	-	3	0.95	AREIA
317A	2.35	0.25	0.30	2.22	99.90	-	3	0.46	AREIA
317B	2.41	0.27	0.39	1.97	99.90	-	3	2.16	AREIA
317C	2.30	0.25	0.20	1.69	100.00	-	3	0.76	AREIA
318A	2.33	0.23	0.22	1.77	100.00	-	3	0.42	AREIA
318B	2.40	0.27	0.35	1.83	99.90	-	3	0.82	AREIA
318C	2.43	0.28	0.40	1.88	99.90	-	3	0.42	AREIA
319A	2.38	0.26	0.35	2.04	99.90	-	3	0.43	AREIA
319B	2.38	0.28	0.35	1.91	99.90	-	3	0.96	AREIA
319C	2.34	0.29	0.27	1.69	100.00	-	3	1.01	AREIA
320A	2.37	0.23	0.31	2.10	99.90	-	3	0.35	AREIA
320B	2.43	0.27	0.42	2.05	99.90	-	3	0.86	AREIA
320C	2.44	0.28	0.44	2.03	100.00	-	3	0.81	AREIA
321A	2.60	0.42	0.60	1.11	99.80	-	3	0.51	AREIA
321B	2.45	0.28	0.46	2.10	99.90	-	3	0.70	AREIA
321C	2.46	0.30	0.45	1.93	100.00	-	3	1.10	AREIA
322A	2.61	0.40	0.62	1.12	99.80	-	2	0.58	AREIA
322B	2.59	0.37	0.60	1.18	99.80	-	2	0.78	AREIA
322C	2.50	0.30	0.47	1.47	99.90	-	3	0.81	AREIA
323A	2.74	0.49	0.67	0.78	99.40	-	3	0.75	AREIA
323B	2.61	0.36	0.59	1.01	99.80	-	2	0.55	AREIA
323C	2.54	0.34	0.52	1.28	99.90	-	3	0.85	AREIA
324A	2.55	0.34	0.57	1.52	99.80	-	2	0.56	AREIA
324B	2.50	0.32	0.52	1.85	99.80	-	2	1.06	AREIA
324C	2.53	0.33	0.51	1.31	99.90	-	3	1.02	AREIA
325A	2.63	0.41	0.62	0.94	99.70	-	2	0.74	AREIA
325B	2.58	0.34	0.56	1.11	99.90	-	2	1.02	AREIA
325C	2.55	0.34	0.54	1.26	100.00	-	2	1.01	AREIA

TABELA 6 . (CONT.)

AMOSTRA	PARS. ESTAT. DE FOLK & WARD (1957)				% AREIA	% ARGILA	N.C.T.	CaCO3	CLAS. SHEPARD (1954)
	D.M.	D.P.	ASS.	CUR.					
326A	2.69	0.47	0.67	0.86	99.40	-	3	0.79	AREIA
326B	2.63	0.35	0.56	0.76	99.90	-	2	1.17	AREIA
326C	2.62	0.35	0.54	0.76	99.90	-	2	1.16	AREIA
327A	2.64	0.38	0.59	0.80	99.70	-	2	0.61	AREIA
327B	2.65	0.36	0.53	0.71	99.90	-	2	1.11	AREIA
327C	2.57	0.34	0.52	1.02	99.90	-	3	0.98	AREIA
328A	2.74	0.36	0.27	0.72	99.80	-	2	1.26	AREIA
328B	2.65	0.36	0.58	0.78	99.80	-	2	0.85	AREIA
328C	2.64	0.35	0.53	0.73	99.90	-	2	1.09	AREIA
329A	2.69	0.36	0.44	0.74	99.80	-	2	0.64	AREIA
329B	2.62	0.35	0.55	0.81	99.90	-	2	1.05	AREIA
329C	2.62	0.36	0.52	0.76	99.90	-	2	1.50	AREIA
330A	2.63	0.36	0.58	0.83	99.80	-	2	0.80	AREIA
330B	2.61	0.35	0.56	0.90	99.90	-	2	0.81	AREIA
330C	2.59	0.35	0.53	0.90	100.00	-	2	1.73	AREIA
331A	2.77	0.36	0.16	0.69	99.20	-	2	1.06	AREIA
331B	2.74	0.35	0.18	0.70	99.70	-	2	1.16	AREIA
331C	2.65	0.35	0.47	0.70	100.00	-	2	1.35	AREIA
332A	2.74	0.36	0.27	0.70	99.80	-	2	1.32	AREIA
332B	2.64	0.35	0.56	0.78	99.90	-	2	1.06	AREIA
332C	2.63	0.36	0.53	0.72	99.90	-	2	1.20	AREIA
333A	2.76	0.36	0.21	0.69	99.80	-	2	1.18	AREIA
333B	2.71	0.35	0.36	0.70	99.20	-	2	1.20	AREIA
333C	2.71	0.35	0.28	0.69	99.90	-	2	1.01	AREIA
334A	2.83	0.35	-0.04	0.69	99.80	-	2	1.23	AREIA
334B	2.72	0.35	0.27	0.69	99.60	-	2	1.05	AREIA
334C	2.77	0.35	0.05	0.69	99.90	-	2	3.87	AREIA
335A	2.81	0.34	0.00	0.68	100.00	-	2	1.37	AREIA
335B	2.72	0.34	0.25	0.70	99.60	-	2	1.05	AREIA
335C	2.70	0.35	0.30	0.68	100.00	-	2	1.51	AREIA
336A	2.74	0.34	0.22	0.69	99.90	-	2	1.68	AREIA
336B	2.77	0.34	0.09	0.69	99.70	-	2	1.42	AREIA
336C	2.75	0.36	0.10	0.68	100.00	-	2	1.76	AREIA
337A	2.87	0.33	-0.20	0.78	100.00	-	2	2.34	AREIA
337B	2.76	0.33	0.08	0.69	99.80	-	2	1.31	AREIA
337C	2.79	0.34	0.01	0.70	100.00	-	2	1.62	AREIA
338A	2.78	0.34	0.05	0.70	100.00	-	2	1.03	AREIA
338B	2.75	0.32	0.14	0.70	99.90	-	2	1.25	AREIA
338C	2.77	0.34	0.06	0.68	100.00	-	2	1.54	AREIA
339A	2.85	0.34	-0.16	0.70	99.90	-	2	1.15	AREIA
339B	2.81	0.34	-0.05	0.69	99.90	-	2	1.36	AREIA
339C	2.74	0.35	0.11	0.70	99.90	-	2	1.66	AREIA
340A	2.92	0.30	-0.22	0.91	100.00	-	2	2.00	AREIA
340B	2.82	0.33	-0.08	0.72	99.90	-	2	1.38	AREIA
340C	2.80	0.33	-0.05	0.69	100.00	-	2	1.63	AREIA

TABELA 6 . (CONT.)

AMOSTRA	PARS. ESTAT. DE FOLK & WARD (1957)				% AREIA	% ARGILA	N.C.T.	CaCO3	CLAS. SHEPARD (1954)
	D.M.	D.P.	ASS.	CUR.					
341A	2.77	0.34	0.07	0.70	100.00	-	2	1.24	AREIA
341B	2.73	0.33	0.17	0.70	99.90	-	2	1.14	AREIA
341C	2.78	0.34	0.01	0.69	100.00	-	2	0.89	AREIA
342A	2.84	0.34	-0.10	0.71	99.90	-	2	0.65	AREIA
342B	2.82	0.33	-0.07	0.73	99.90	-	2	1.14	AREIA
342C	2.75	0.33	0.09	0.71	100.00	-	2	1.47	AREIA
343A	2.82	0.34	-0.07	0.69	100.00	-	2	0.56	AREIA
343B	2.76	0.33	0.09	0.69	99.90	-	2	1.33	AREIA
343C	2.77	0.34	0.04	0.70	100.00	-	2	1.52	AREIA
344A	2.75	0.33	0.17	0.68	100.00	-	2	0.75	AREIA
344B	2.80	0.33	-0.02	0.70	99.90	-	2	1.41	AREIA
344C	2.83	0.32	-0.10	0.79	100.00	-	2	1.53	AREIA
345A	2.77	0.33	0.06	0.73	99.90	-	2	0.88	AREIA
345B	2.81	0.32	-0.04	0.76	99.90	-	2	1.54	AREIA
345C	2.80	0.32	-0.02	0.75	99.90	-	2	1.43	AREIA
346A	2.79	0.33	0.05	0.72	99.90	-	2	0.49	AREIA
346B	2.81	0.31	-0.03	0.80	99.90	-	2	1.03	AREIA
346C	2.82	0.33	-0.07	0.72	100.00	-	2	1.34	AREIA
347A	2.80	0.34	0.03	0.68	99.90	-	2	0.51	AREIA
347B	2.77	0.33	0.07	0.71	99.90	-	2	0.98	AREIA
347C	2.86	0.31	-0.14	0.83	100.00	-	2	1.48	AREIA
348A	2.77	0.33	0.10	0.72	99.90	-	2	1.46	AREIA
348B	2.83	0.33	-0.07	0.75	99.90	-	2	2.20	AREIA
348C	2.83	0.31	-0.08	0.81	100.00	-	2	1.57	AREIA
349A	2.71	0.34	0.28	0.77	100.00	-	2	1.04	AREIA
349B	2.80	0.33	0.02	0.77	99.80	-	2	2.26	AREIA
349C	2.83	0.32	-0.06	0.83	99.90	-	2	1.26	AREIA
350A	2.69	0.34	0.37	0.79	99.80	-	2	0.72	AREIA
350B	2.69	0.38	0.40	0.91	99.60	-	2	1.08	AREIA
350C	2.76	0.36	0.18	0.80	99.70	-	2	1.10	AREIA
351A	2.94	0.51	0.19	0.66	98.90	-	2	0.73	AREIA
351B	2.74	0.36	0.26	0.75	99.80	-	2	1.19	AREIA
351C	2.72	0.37	0.29	0.82	99.70	-	2	1.08	AREIA
352A	2.79	0.34	0.05	0.72	100.00	-	2	1.00	AREIA
352B	2.70	0.34	0.29	0.72	99.90	-	2	0.92	AREIA
352C	2.57	0.32	0.50	1.02	100.00	-	2	0.87	AREIA

TABELA 7 . DADOS DE GRANULOMETRIA E TEOR DE CARBONATO EM SEDIMENTOS DA ZONA DE ARREBENTACAO

AMOSTRA	PARS. ESTAT. DE FOLK & WARD (1957)				% AREIA	% ARGILA	N.C.T.	% CaCO3	CLAS. DE SHEPARD (1954)
	D.M.	D.P.	ASS.	CUR					
201	3.05	0.33	-0.23	1.15	98.69	0.70	3	5.20	AREIA
202	2.91	0.64	-0.32	1.10	95.80	0.19	8	5.20	AREIA
203	2.93	0.65	-0.09	1.21	94.81	2.33	9	3.30	AREIA
204	4.10	2.13	0.60	1.17	71.50	11.58	8	8.90	AREIA SILTOSA
205	4.73	2.15	0.52	0.91	53.82	13.90	8	11.50	AREIA SILTOSA
206	3.32	0.21	0.06	1.14	99.43	-	2	9.80	AREIA
207	3.28	0.31	-0.24	1.87	99.98	0.02	3	4.30	AREIA
208	2.94	1.47	0.21	2.09	85.74	5.47	8	7.40	AREIA
210	3.23	0.23	-0.09	1.46	99.38	-	2	9.80	AREIA
211	2.75	0.77	0.26	1.43	94.77	3.39	7	3.20	AREIA
212	3.10	0.29	-0.29	1.55	99.59	0.09	2	3.00	AREIA
213	3.06	0.41	-0.34	1.53	99.14	0.17	3	2.50	AREIA
214	3.50	0.86	0.46	2.91	83.94	2.73	8	5.30	AREIA
215	2.56	0.49	0.33	0.89	100.00	-	4	1.70	AREIA
216	1.52	0.56	0.25	0.98	99.95	-	4	2.10	AREIA
217	2.74	0.61	-0.21	1.03	97.71	0.77	6	3.00	AREIA
218	3.25	0.17	-0.01	1.16	99.68	-	2	8.70	AREIA
219	3.07	0.24	-0.05	1.02	99.98	-	2	7.10	AREIA
220	3.14	0.37	-0.17	1.54	98.01	0.41	7	2.80	AREIA
221	3.01	0.49	-0.28	1.19	96.96	0.34	8	2.00	AREIA
222	3.25	0.20	-0.04	1.32	99.36	0.14	2	6.80	AREIA
223	4.18	1.92	0.56	1.29	67.97	8.88	8	10.50	AREIA SILTOSA
224	3.04	0.49	-0.26	1.29	96.74	0.66	8	3.00	AREIA
225	3.35	0.28	-0.05	1.30	99.02	-	2	19.10	AREIA
226	3.03	0.47	-0.29	1.22	97.98	0.41	8	2.20	AREIA
227	2.64	0.61	-0.10	1.00	99.36	0.12	4	2.70	AREIA
228	3.24	0.21	-0.09	1.44	99.46	-	4	8.90	AREIA
229	3.22	0.25	-0.09	1.59	98.60	0.28	2	2.40	AREIA
231	3.25	0.19	-0.05	1.25	99.80	-	3	4.50	AREIA
232	3.28	0.24	0.06	1.50	97.44	0.22	6	3.30	AREIA
233	3.17	0.38	-0.18	1.70	97.39	0.52	8	2.30	AREIA
234	2.96	0.43	-0.38	1.05	99.27	0.15	4	3.20	AREIA
235	3.29	0.18	0.11	1.28	98.31	0.34	3	2.70	AREIA
236	3.34	1.02	0.46	5.66	90.21	5.16	7	3.10	AREIA
237	3.23	0.21	-0.07	1.30	99.75	-	2	12.30	AREIA

TABELA 7 . (CONT.)

AMOSTRA	PARS. ESTAT. DE FOLK & WARD (1957)				% AREIA	% ARGILA	N.C.T.	% CaCO3	CLAS. DE SHEPARD (1954)
	D.M.	D.P.	ASS.	CUR.					
238	3.24	0.25	-0.06	1.59	98.27	-	3	6.30	AREIA
239	3.07	0.35	-0.36	1.62	99.48	0.11	3	2.70	AREIA
240	2.98	0.47	-0.49	1.60	99.25	0.15	4	2.70	AREIA
241	4.17	1.57	0.78	2.32	73.75	8.75	8	10.40	AREIA SILTOSA
242	3.29	0.16	0.06	1.13	99.85	-	2	11.90	AREIA
243	3.24	0.19	-0.01	1.23	99.39	0.13	2	2.90	AREIA
244	3.26	0.14	0.00	1.00	99.44	0.12	2	2.70	AREIA
245	3.21	0.23	-0.16	1.61	98.93	0.21	2	2.10	AREIA
246	3.02	0.40	-0.39	1.34	99.17	0.15	3	2.40	AREIA
247	3.19	0.19	-0.10	1.27	99.71	-	2	2.30	AREIA
248	3.25	0.35	0.00	2.13	94.91	-	6	4.80	AREIA
249	2.92	0.53	-0.45	1.17	99.24	0.15	4	3.80	AREIA
250	2.17	0.44	-0.03	1.90	99.95	-	4	1.60	AREIA
251	3.30	0.19	0.15	1.41	97.54	0.50	7	2.80	AREIA
252	3.21	0.17	-0.07	1.18	99.88	-	2	5.30	AREIA
253	3.24	0.15	-0.03	1.06	99.60	-	3	5.60	AREIA
254	4.72	2.01	0.76	1.06	68.01	13.78	7	12.10	AREIA SILTOSA
255	2.97	0.50	-0.37	0.88	97.96	0.41	8	2.10	AREIA
256	3.21	0.21	-0.08	1.26	99.79	-	2	12.50	AREIA
257	3.23	0.26	-0.08	1.66	98.47	0.32	3	2.10	AREIA
258	2.93	0.61	-0.48	1.46	98.24	0.31	4	3.20	AREIA
259	2.64	0.53	0.14	0.84	99.73	-	4	2.00	AREIA
260	3.21	0.17	-0.08	1.19	99.58	-	3	3.50	AREIA
261	3.39	1.01	0.53	6.74	87.86	5.54	8	5.50	AREIA
262	3.20	0.17	-0.09	1.22	99.67	-	2	2.90	AREIA
263	5.97	2.38	-0.24	0.65	27.17	29.63	8	17.50	SILTE ARGILO ARENOSO
264	2.38	0.60	0.09	1.61	99.92	-	4	2.10	AREIA
265	2.89	0.47	-0.42	0.80	99.59	-	5	2.10	AREIA
266	3.03	0.29	-0.31	1.21	99.90	-	2	2.60	AREIA
267	3.24	0.26	-0.06	1.63	98.34	0.34	2	2.40	AREIA
268	4.91	2.04	0.82	0.77	61.13	15.65	7	7.70	AREIA SILTOSA
269	2.57	0.55	0.19	0.91	99.78	-	4	2.00	AREIA
270	2.60	0.49	0.33	0.82	99.80	-	4	2.00	AREIA
271	3.26	0.22	0.05	1.37	98.21	0.37	2	3.60	AREIA
272	3.25	0.19	-0.02	1.31	98.81	0.25	2	2.20	AREIA

TABELA 8 . DADOS DE GRANULOMETRIA E TEOR DE CARBONATO EM SEDIMENTOS DA PLATAFORMA EASA

AMOSTRA	PARS. ESTAT. DE FOLK & WARD (1957)				% AREIA	% ARGILA	N.C.T.	% CaCO3	CLAS. SHEPARD (1954)
	D.M.	D.P.	ASS.	CUR.					
149	2.92	0.64	-0.42	0.96	99.03	0.19	4	11.50	AREIA
150	3.49	1.64	0.63	1.96	78.07	7.81	8	11.10	AREIA
151	3.98	2.38	0.56	0.83	65.14	12.54	9	8.90	AREIA SILTOSA
152	2.57	0.50	0.22	0.87	99.83	-	4	2.00	AREIA
153	4.05	2.11	0.63	2.13	77.04	11.73	9	13.40	AREIA
154	2.90	0.64	-0.31	0.95	96.92	0.61	9	12.10	AREIA
155	2.88	0.79	-0.31	1.06	94.70	2.20	8	11.20	AREIA
156	2.92	0.70	-0.47	1.44	98.33	0.25	5	9.80	AREIA
157	3.07	0.40	-0.40	1.89	99.32	0.14	3	7.70	AREIA
158	2.40	0.41	0.27	2.10	99.92	-	4	2.10	AREIA
159	2.86	0.58	-0.59	1.08	99.72	-	4	2.30	AREIA
160	0.96	0.96	0.07	0.88	99.41	-	6	3.00	AREIA
161	2.52	0.40	0.40	1.04	99.92	-	4	1.50	AREIA
162	2.97	0.44	-0.50	1.34	99.10	0.19	4	2.10	AREIA
163	2.24	1.58	0.44	1.08	86.60	2.67	9	5.80	AREIA
164	1.91	0.51	-0.29	1.06	99.96	-	4	1.60	AREIA
165	2.59	0.52	0.19	0.89	99.85	-	4	1.90	AREIA
166	2.60	0.52	0.17	0.88	99.87	-	4	2.30	AREIA
167	2.77	0.54	-0.31	0.94	99.82	-	4	2.40	AREIA
168	3.21	0.23	-0.19	1.64	99.49	0.10	4	3.90	AREIA
169	2.95	0.50	-0.46	1.05	99.54	0.09	4	4.80	AREIA
170	3.03	0.61	-0.33	1.40	97.22	1.52	5	27.10	AREIA
171	2.78	0.72	0.25	0.93	98.20	0.37	5	9.30	AREIA
172	3.05	0.53	-0.29	1.13	97.84	0.76	4	12.50	AREIA
173	2.94	0.71	-0.53	1.36	97.86	0.21	6	9.80	AREIA
174	2.81	0.73	-0.58	1.01	99.52	0.10	4	6.60	AREIA
175	2.07	0.80	-0.10	1.15	99.91	-	5	6.70	AREIA
176	1.14	1.03	0.12	1.23	97.84	-	6	-	AREIA
177	2.54	0.52	0.21	0.97	99.85	-	4	2.40	AREIA
178	2.55	0.54	0.14	0.97	99.92	-	4	1.60	AREIA
179	2.55	0.41	0.49	1.00	99.90	-	3	1.50	AREIA
180	3.18	0.82	0.15	2.99	92.42	1.90	8	4.40	AREIA
181	3.31	0.19	0.16	1.46	97.16	0.57	7	3.10	AREIA

TABELA 8 . (CONT.)

AMOSTRA	PARS. ESTAT. DE FOLK & WARD (1957)				% AREIA	% ARGILA	N.C.T.	% CaCO3	CLAS. SHEPARD (1954)
	D.M.	D.P.	ASS.	CUR.					
182	2.56	0.48	0.42	0.92	99.68	-	4	1.50	AREIA
183	1.92	0.58	-0.13	1.05	99.97	-	4	2.70	AREIA
184	2.57	0.62	0.05	0.95	99.76	-	4	2.10	AREIA
185	2.51	0.54	0.22	1.23	99.84	-	4	3.00	AREIA
186	2.52	0.42	0.50	1.58	99.97	-	4	3.70	AREIA
187	2.84	0.62	-0.44	0.96	99.65	-	4	5.10	AREIA
188	2.86	0.59	-0.36	0.87	99.48	-	4	7.60	AREIA
189	2.93	0.64	-0.33	0.90	99.03	0.19	4	16.10	AREIA
190	2.64	1.11	-0.57	1.20	97.79	0.36	6	22.90	AREIA
191	2.88	0.60	-0.17	0.79	99.07	0.19	4	9.70	AREIA
192	3.18	0.42	-0.33	2.33	99.12	0.18	3	5.80	AREIA
193	2.86	0.50	-0.31	0.74	99.65	-	3	6.60	AREIA
194	2.48	0.52	0.31	1.53	100.00	-	4	1.90	AREIA
195	4.48	2.90	0.18	0.64	49.57	17.97	9	30.00	AREIA SILTOSA
196	2.98	0.44	-0.45	1.29	99.43	0.12	4	3.40	AREIA
197	0.30	1.03	0.55	0.83	99.30	-	6	13.00	AREIA
198	4.82	2.17	0.64	0.99	61.88	15.19	8	6.20	AREIA SILTOSA
199	3.05	0.48	-0.35	1.35	98.96	0.20	3	-	AREIA
273	3.14	0.46	-0.37	2.11	98.60	0.18	4	8.10	AREIA
274	3.21	0.28	-0.14	1.62	99.28	0.14	2	7.00	AREIA
275	2.93	0.64	-0.49	1.06	99.30	-	5	8.70	AREIA
276	2.96	0.64	-0.54	1.70	99.40	0.13	4	6.30	AREIA
277	2.19	0.78	-0.04	1.09	99.75	-	5	17.30	AREIA
278	2.68	0.50	-0.01	0.83	99.81	-	4	3.50	AREIA
279	2.56	0.47	0.29	0.94	99.82	-	4	3.00	AREIA
280	2.65	0.44	0.22	0.77	99.84	-	4	3.70	AREIA
281	1.25	0.72	0.23	1.22	99.95	-	5	4.40	AREIA
282	2.75	0.50	-0.11	0.85	99.72	-	3	4.00	AREIA
283	1.54	0.72	0.07	0.91	99.79	-	5	5.20	AREIA
284	3.17	0.36	-0.03	2.23	99.30	0.15	4	4.50	AREIA
321	2.96	1.02	0.43	1.81	89.99	2.44	8	17.60	AREIA
322	4.27	2.74	0.46	0.95	62.47	15.28	10	21.90	AREIA SILTOSA
323	5.92	2.72	-0.36	0.65	26.98	39.00	9	13.80	ARGILA SILTICO ARENOSA
324	5.78	2.91	-0.42	0.71	26.72	39.21	9	35.10	ARGILA SILTICO ARENOSA

TABELA 9 . FREQUENCIA DOS PARAMETROS ESTATISTICOS DE FOLK & WARD (1957) PARA A DISTRIBUICAO TOTAL DOS SEDIMENTOS DA FORMACAO CANANEIA

		Fr.Num.	FR. %
Diametro Medio (fi)			
1.00 - 2.00 (Areia Media)		4	3.31
2.00 - 3.00 (Areia Fina)		82	67.77
3.00 - 4.00 (Areia Muito Fina)		25	20.66
4.00 - 5.00 (Silte Grosso)		5	4.13
5.00 - 6.00 (Silte Medio)		3	2.48
6.00 - 7.00 (Silte Fino)		1	0.83
7.00 - 8.00 (Silte Muito Fino)		1	0.83
Valor Medio	3.01		
Desvio Padrao	0.81		
Selecao (fi)			
0.00 - 0.35 (Muito Bem Selecionada)		35	28.93
0.35 - 0.50 (Bem Selecionada)		55	45.45
0.50 - 1.00 (Moderadamente Selecionada)		16	13.22
1.00 - 2.00 (Pobremente Selecionada)		5	4.13
2.00 - 4.00 (Muito Pobremente Selecionada)		10	8.26
Valor Medio	0.61		
Desvio Padrao	0.58		
Assimetria			
-1.00 - -0.30 (Muito Negativa)		20	16.53
-0.30 - -0.10 (Negativa)		35	28.93
-0.10 - 0.10 (Aproximadamente Simetrica)		36	29.75
0.10 - 0.30 (Assimetria Positiva)		15	12.40
0.30 - 1.00 (Assimetria Muito Positiva)		15	12.40
Valor Medio	-0.04		
Desvio Padrao	0.30		
Curtose			
0.00 - 0.67 (Muito Platicurtica)		6	4.96
0.67 - 0.90 (Platicurtica)		52	42.98
0.90 - 1.11 (Mesocurtica)		33	27.27
1.11 - 1.50 (Leptocurtica)		20	16.53
1.50 - 3.00 (Muito Leptocurtica)		6	4.96
3.00 - 10.00 (Extremamente Leptocurtica)		4	3.31
Valor Medio	1.11		
Desvio Padrao	0.73		

TABELA 10 . FREQUENCIA DOS PARAMETROS ESTATISTICOS DE FOLK & WARD (1957) PARA A DISTRIBUICAO TOTAL DOS SEDIMENTOS DOS CORDOES LITORANEOS DA ILHA COMPRIDA - SP

		Fr.Num.	FR. %
Diametro Medio (fi)			
2.00 - 3.00 (Areia Fina)		9	90.00
3.00 - 4.00 (Areia Muito Fina)		1	10.00
Valor Medio	2.86		
Desvio Padrao	0.14		
Selecao (fi)			
0.00 - 0.35 (Muito Bem Selecionada)		2	20.00
0.35 - 0.50 (Bem Selecionada)		6	60.00
0.50 - 1.00 (Moderadamente Selecionada)		2	20.00
Valor Medio	0.41		
Desvio Padrao	0.12		
Assimetria			
-1.00 - -0.30 (Muito Negativa)		1	10.00
-0.30 - -0.10 (Negativa)		2	20.00
-0.10 - 0.10 (Aproximadamente Simetrica)		7	70.00
Valor Medio	-0.13		
Desvio Padrao	0.18		
Curtose			
0.67 - 0.90 (Platicurtica)		6	60.00
0.90 - 1.11 (Mesocurtica)		2	20.00
1.11 - 1.50 (Leptocurtica)		1	10.00
1.50 - 3.00 (Muito Leptocurtica)		1	10.00
Valor Medio	0.99		
Desvio Padrao	0.38		

TABELA 11a. FREQUENCIA DOS PARAMETROS ESTATISTICOS DE FOLK & WARD (1957) PARA A DISTRIBUICAO TOTAL DOS SEDIMENTOS DA FAIXA INTERMARES NIVEL DE MARE BAIXA (NIVEL A)

		Fr.Num.	FR. %
Diametro Medio (fi)			
2.00 - 3.00 (Areia Fina)		57	100.00
Valor Medio	2.60		
Desvio Padrao	0.21		
Selecao (fi)			
0.00 - 0.35 (Muito Bem Selecionada)		35	61.40
0.35 - 0.50 (Bem Selecionada)		21	36.84
0.50 - 1.00 (Moderadamente Selecionada)		1	1.75
Valor Medio	0.34		
Desvio Padrao	0.06		
Assimetria			
-0.30 - -0.10 (Negativa)		3	5.26
-0.10 - 0.10 (Aproximadamente Simetrica)		13	22.81
0.10 - 0.30 (Assimetria Positiva)		20	35.09
0.30 - 1.00 (Assimetria Muito Positiva)		21	36.84
Valor Medio	0.25		
Desvio Padrao	0.23		
Curtose			
0.00 - 0.67 (Muito Platicurtica)		1	1.75
0.67 - 0.90 (Platicurtica)		31	54.39
0.90 - 1.11 (Mesocurtica)		3	5.26
1.11 - 1.50 (Leptocurtica)		2	3.51
1.50 - 3.00 (Muito Leptocurtica)		20	35.09
Valor Medio	1.14		
Desvio Padrao	0.31		

TABELA 11b. FREQUENCIA DOS PARAMETROS ESTATISTICOS DE FOLK & WARD (1957) PARA A DISTRIBUICAO TOTAL DOS SEDIMENTOS DA FAIXA INTERMARES NIVEL INTERMEDIARIO (NIVEL B)

		Fr.Num.	FR. %
Diametro Medio (fi)			
2.00 - 3.00 (Areia Fina)		57	100.00
Valor Medio	2.59		
Desvio Padrao	0.18		
Sclecao (fi)			
0.00 - 0.35 (Muito Bem Selecionada)		45	78.95
0.35 - 0.50 (Bem Selecionada)		12	21.05
Valor Medio	0.32		
Desvio Padrao	0.04		
Assimetria			
-0.10 - 0.10 (Aproximadamente Simetrica)		15	26.32
0.10 - 0.30 (Assimetria Positiva)		11	19.30
0.30 - 1.00 (Assimetria Muito Positiva)		31	54.39
Valor Medio	0.29		
Desvio Padrao	0.21		
Curtose			
0.67 - 0.90 (Platicurtica)		31	54.39
0.90 - 1.11 (mesocurtica)		5	8.77
1.11 - 1.50 (Leptocurtica)		3	5.26
1.50 - 3.00 (Muito Leptocurtica)		18	31.58
Valor Medio	1.14		
Desvio Padrao	0.52		

TABELA 11c. FREQUENCIA DOS PARAMETROS ESTATISTICOS DE FOLK & WARD (1957) PARA A DISTRIBUICAO TOTAL DOS SEDIMENTOS DA FAIXA INTERMARES NIVEL DE MARE ALTA (NIVEL C)

		Fr.Num.	FR. %
Diametro Medio (fi)			
1.00 - 2.00 (Areia Media)		2	3.51
2.00 - 3.00 (Areia Fina)		55	96.49
Valor Medio	2.56		
Desvio Padrao	0.23		
Selecao (fi)			
0.00 - 0.35 (Muito Bem Selecionada)		38	68.67
0.35 - 0.50 (Bem Selecionada)		17	29.82
0.50 - 1.00 (Moderadamente Selecionada)		2	3.51
Valor Medio	0.34		
Desvio Padrao	0.05		
Assimetria			
-0.30 - -0.10 (Negativa)		1	1.75
-0.10 - 0.10 (Aproximadamente Simetrica)		16	28.07
0.10 - 0.30 (Assimetria Positiva)		17	29.82
0.30 - 1.00 (Assimetria Muito Positiva)		23	40.35
Valor Medio	0.24		
Desvio Padrao	0.21		
Curtose			
0.67 - 0.90 (Platicurtica)		33	57.89
0.90 - 1.11 (Mesocurtica)		3	5.28
1.11 - 1.50 (Leptocurtica)		11	19.30
1.50 - 3.00 (Muito Leptocurtica)		10	17.54
Valor Medio	1.05		
Desvio Padrao	0.40		

TABELA 12 . FREQUENCIA DOS PARAMETROS ESTATISTICOS DE FOLK & WARD (1957) PARA A DISTRIBUICAO TOTAL DOS SEDIMENTOS DA ZONA DE ARREBENTACAO

		Fr.Num.	FR. %
Diametro Medio (fi)			
1.00 - 2.00 (Areia Media)		1	1.43
2.00 - 3.00 (Areia Fina)		18	25.71
3.00 - 4.00 (Areia Muito Fina)		44	62.86
4.00 - 5.00 (Silte Grosso)		6	8.57
5.00 - 6.00 (Silte Medio)		1	1.43
Valor Medio	3.22		
Desvio Padrao	0.61		
Selecao (fi)			
0.00 - 0.35 (Muito Bem Selecionada)		32	45.71
0.35 - 0.50 (Bem Selecionada)		15	21.43
0.50 - 1.00 (Moderadamente Selecionada)		13	18.57
1.00 - 2.00 (Pobremente Selecionada)		5	7.14
2.00 - 4.00 (Muito Pobremente Selecionada)		5	7.14
Valor Medio	0.56		
Desvio Padrao	0.55		
Assimetria			
-1.00 - -0.30 (Muito Negativa)		11	15.71
-0.30 - -0.10 (Negativa)		12	17.14
-0.10 - 0.10 (Aproximadamente Simetrica)		29	41.43
0.10 - 0.30 (Assimetria Positiva)		7	10.00
0.30 - 1.00 (Assimetria Muito Positiva)		11	15.71
Valor Medio	-0.01		
Desvio Padrao	0.31		
Curtose			
0.00 - 0.67 (Muito Platicurtica)		1	1.43
0.67 - 0.90 (Platicurtica)		6	8.57
0.90 - 1.11 (Mesocurtica)		11	15.71
1.11 - 1.50 (Leptocurtica)		31	44.29
1.50 - 3.00 (Muito Leptocurtica)		19	27.14
3.00 - 10.00 (Extremamente Leptocurtica)		2	2.86
Valor Medio	1.46		
Desvio Padrao	0.91		

TABELA 13 . FREQUENCIA DOS PARAMETROS ESTATISTICOS DE FOLK & WARD (1957) PARA A DISTRIBUICAO TOTAL DOS SEDIMENTOS DA PLATAFORMA RASA

		Fr.Num.	FR. %
Diametro Medio (fi)			
0.00 - 1.00 (Areia Grossa)		2	2.94
1.00 - 2.00 (Areia Media)		5	7.35
2.00 - 3.00 (Areia Fina)		41	60.29
3.00 - 4.00 (Areia Muito Fina)		13	19.12
4.00 - 5.00 (Silte Grosso)		4	5.88
5.00 - 6.00 (Silte Medio)		3	4.41
Valor Medio	2.89		
Desvio Padrao	0.93		
Selecao (fi)			
0.00 - 0.35 (Muito Bem Selecionada)		3	4.41
0.35 - 0.50 (Bem Selecionada)		16	23.53
0.50 - 1.00 (Moderadamente Selecionada)		35	51.47
1.00 - 2.00 (Pobremente Selecionada)		6	8.82
2.00 - 4.00 (Muito Pobremente Selecionada)		8	11.76
Valor Medio	0.86		
Desvio Padrao	0.70		
Assimetria			
-1.00 - -0.30 (Muito Negativa)		26	38.24
-0.30 - -0.10 (Negativa)		10	14.71
-0.10 - 0.10 (Aproximadamente Simetrica)		5	7.35
0.10 - 0.30 (Assimetria Positiva)		14	20.59
0.30 - 1.00 (Assimetria Muito Positiva)		13	19.12
Valor Medio	-0.05		
Desvio Padrao	0.37		
Curtose			
0.00 - 0.67 (Muito Platicurtica)		3	4.41
0.67 - 0.90 (Platicurtica)		13	19.12
0.90 - 1.11 (Mesocurtica)		25	36.76
1.11 - 1.50 (Leptocurtica)		13	19.12
1.50 - 3.00 (Muito Leptocurtica)		14	20.59
Valor Medio	1.21		
Desvio Padrao	0.47		

TABELA 14 . FREQUENCIA DOS PARAMETROS ESTATISTICOS DE FOLK & WARD (1957) PARA A DISTRIBUICAO AREIA DOS SEDIMENTOS DA ZONA DE ARREBENTACAO

		Fr.Num.	FR. %
Diametro Medio (fi)			
1.00 - 2.00 (Areia Media)		1	1.45
2.00 - 3.00 (Areia Fina)		20	28.99
3.00 - 4.00 (Areia Muito Fina)		48	69.57
Valor Medio	3.01		
Desvio Padrao	0.31		
Selecao (fi)			
0.00 - 0.35 (Muito Bem Seleccionada)		41	59.42
0.35 - 0.50 (Bem Selecionada)		13	18.84
0.50 - 1.00 (Moderadamente Selecionada)		15	21.74
Valor Medio	0.34		
Desvio Padrao	0.15		
Assimetria			
-1.00 - -0.30 (Muito Negativa)		18	26.09
-0.30 - -0.10 (Negativa)		23	33.33
-0.10 - 0.10 (Aproximadamente Simetrica)		23	33.33
0.10 - 0.30 (Assimetria Positiva)		3	4.35
0.30 - 1.00 (Assimetria Muito Positiva)		2	2.90
Valor Medio	-0.17		
Desvio Padrao	0.19		
Curtose			
0.00 - 0.67 (Muito Platicurtica)		1	1.45
0.67 - 0.90 (Platicurtica)		8	11.59
0.90 - 1.11 (Mesocurtica)		18	26.09
1.11 - 1.50 (Leptocurtica)		33	47.83
1.50 - 3.00 (Muito Leptocurtica)		9	13.04
Valor Medio	1.20		
Desvio Padrao	0.28		

TABELA 15 . FREQUENCIA DOS PARAMETROS ESTATISTICOS DE FOLK & WARD (1957) PARA A DISTRIBUICAO AREIA DOS SEDIMENTOS DA PLATAFORMA RASA

		Fr.Num.	FR. %
Diametro medio (f:)			
0.00 - 1.00 (Areia Grossa)		2	3.13
1.00 - 2.00 (Areia Media)		5	7.81
2.00 - 3.00 (Areia Fina)		45	70.31
3.00 - 4.00 (Areia Muito Fina)		12	18.75
Valor Medio	2.61		
Desvio Padrao	0.57		
Selecao (f:)			
0.00 - 0.35 (Muito Bem Selecionada)		4	6.25
0.35 - 0.50 (Bem Selecionada)		19	29.69
0.50 - 1.00 (Moderadamente Selecionada)		37	57.81
1.00 - 2.00 (Pobremente Selecionada)		4	6.25
Valor Medio	0.57		
Desvio Padrao	0.19		
Assimetria			
-1.00 - -0.30 (Muito Negativa)		27	42.19
-0.30 - -0.10 (Negativa)		10	15.63
-0.10 - 0.10 (Aproximacamente Simetrica)		7	10.94
0.10 - 0.30 (Assimetria Positiva)		14	21.88
0.30 - 1.00 (Assimetria Muito Positiva)		6	9.38
Valor Medio	-0.13		
Desvio Padrao	-0.34		
Curtose			
0.00 - 0.67 (Muito Platicurtica)		2	3.13
0.67 - 0.90 (Platicurtica)		17	26.56
0.90 - 1.11 (Mesocurtica)		21	32.81
1.11 - 1.50 (Leptocurtica)		14	21.88
1.50 - 3.00 (Muito Leptocurtica)		10	15.63
Valor Medio	1.12		
Desvio Padrao	0.36		

TABELA 16 . PORCENTAGEM DE FREQUENCIA DO NUMERO DE CLASSES TEXTURAIS

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Fm. Cananeia	-	42.1	33.1	11.6	1.6	5.8	4.1	-	1.6	-
Cord. Litoraneos Ilha Comprida	-	60.0	30.0	-	10.0	-	-	-	-	-
Faixa Intermares I. Comprida e I. Cardoso	-	57.3	40.9	1.8	-	-	-	-	-	-
Z. Arrebentacao	-	30.0	15.7	18.6	1.4	4.3	8.6	20.0	1.4	-
Plataforma Rasa	-	1.5	8.8	48.5	11.8	7.3	1.5	7.3	11.8	1.5

TABELA 17 . FREQUENCIAS DE CLASSES DE ARREDONDAMENTO, MEDIA, DESVIO PADRAO E SELECAO MORFOMETRICA EM GRAOS DE QUARTZO

FM. CANANEIA	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9	Media	D.Padrao	Selecao
Areia Media	2	45	47	6	0	0.414	0.079	12.66
Areia Fina	2	34	56	8	0	0.441	0.081	12.35
Areia Muito Fina	1	42	52	5	0	0.422	0.075	13.33

CORD. LITORANEOS	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9	Media	D.Padrao	Selecao
Areia Media	1	37	40	22	0	0.465	0.082	12.20
Areia Fina	0	35	40	25	0	0.480	0.088	11.36
Areia Muito Fina	0	31	42	27	0	0.491	0.079	12.65

FAIXA INTERMARES	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9	Media	D.Padrao	Selecao
Areia Fina	2	36	42	20	0	0.460	0.156	6.41
Areia Muito Fina	0	34	42	24	0	0.480	0.153	6.54

Z. ARREBENTACAO	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9	Media	D.Padrao	Selecao
Areia Grossa	20	72	8	0	0	0.276	0.052	19.23
Areia Media	15	70	10	5	0	0.310	0.137	7.30
Areia Fina	11	65	16	8	0	0.342	0.149	6.71
Areia Muito Fina	12	58	28	2	0	0.340	0.134	7.46

PLAT. RASA	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9	Media	D.Padrao	Selecao
Areia Grossa	50	48	2	0	0	0.204	0.108	9.26
Areia Media	36	52	12	0	0	0.252	0.133	7.52
Areia Fina	12	82	6	0	0	0.288	0.084	11.90
Areia Muito Fina	30	70	0	0	0	0.240	0.096	10.42

TABELA18 . VARIACOES NO TEOR DE CARBONATO BIODETRITICO

	Maior Valor	Menor Valor	Media	Desvio Padrao
Faixa Intermares Nivel Mare Baixa	2.34	0.19	0.78	0.44
Faixa Intermares N. Intermediario	3.08	0.55	1.17	0.44
Faixa Intermares Nivel Mare Alta	3.87	0.17	1.27	0.51
Faixa Intermares Tres Niveis	3.87	0.17	1.07	0.51
Zona de Arrebentacao	19.10	1.60	5.06	3.87
Plataforma Rasa	35.10	0.00	7.64	7.19

TABELA 19 . CONSTITUINTES DA FRACAO GROSSEIRA
FRACAO 0,500 mm

AMOSTRA	QZ	Q.LIM.	M.PES.	O.TER.	FR.CON.	FR.AN.	MOL.	FORAM.	O.BIO.	TER./BIO.
154	19.4	pr	0.9	1.9	73.5	2.8	0.5	1.0	pr	4.5
155	50.5	-	2.0	pr	47.5	pr	-	pr	-	7.2
156	44.0	0.5	1.0	-	49.5	3.0	1.5	0.5	-	0.8
157	6.9	-	-	-	87.2	3.9	1.5	0.5	-	0.1
158	78.9	-	0.5	0.5	19.1	pr	1.0	-	-	2.7
159	89.8	-	1.4	-	6.8	1.9	pr	-	-	10.0
160	77.9	15.7	1.5	4.8	pr	-	-	-	-	10.0
161	90.0	-	-	-	9.5	0.5	pr	-	-	5.0
162	87.1	0.5	4.5	1.0	5.5	1.5	-	-	-	10.0
163	88.2	5.4	2.0	3.0	1.0	-	-	-	0.5	10.0
164	59.2	36.8	1.0	pr	3.0	pr	-	-	-	10.0
165	82.9	0.5	1.5	2.0	11.2	0.5	1.0	-	-	4.5
166	81.3	0.5	pr	1.0	16.3	1.0	-	-	-	4.5
167	89.5	0.4	0.8	0.8	7.5	0.8	pr	-	-	10.0
168	30.8	1.0	1.0	0.5	61.1	4.3	1.0	0.5	-	0.6
169	48.7	-	0.8	-	46.6	2.1	0.8	0.8	-	0.8
170	25.1	-	pr	0.5	66.6	4.3	1.8	1.8	-	0.4
171	38.7	-	1.0	1.0	54.5	3.3	0.5	1.0	-	0.8
172	16.7	-	pr	pr	74.9	5.6	1.4	1.4	-	0.2
173	29.4	-	0.5	0.5	61.3	5.9	1.5	1.0	-	0.6
174	58.2	-	1.5	1.5	35.6	1.9	1.0	-	-	1.8
175	83.3	2.0	1.0	1.0	10.3	1.5	pr	-	-	4.5
176	69.4	4.8	-	-	19.4	2.9	1.9	0.5	-	2.7
177	95.5	0.5	0.5	0.5	3.0	pr	-	-	-	10.0
178	84.1	-	-	-	13.6	2.3	-	-	-	4.5
179	84.0	-	-	-	11.8	3.8	0.5	-	-	4.5
180	67.6	-	0.5	0.5	16.2	12.9	0.5	-	0.5	2.7
181	63.1	-	-	5.3	21.0	-	-	-	10.5	1.8
182	86.2	-	1.4	3.8	7.6	1.0	-	-	-	10.0
183	84.4	2.3	1.8	3.3	7.2	1.0	pr	-	-	10.0
184	83.8	pr	0.5	1.5	11.8	2.0	0.5	-	-	4.5
185	72.9	-	pr	1.0	8.2	16.9	1.0	-	-	2.7
186	55.9	pr	1.5	1.0	34.3	6.4	0.5	pr	-	1.2
187	65.0	-	0.5	-	30.6	3.8	pr	0.5	-	1.8
188	68.4	-	1.9	1.5	19.4	7.3	1.0	pr	-	2.7
189	21.2	-	0.5	1.0	65.0	9.8	1.5	0.5	-	0.1
190	47.8	1.0	3.0	1.5	43.3	2.5	0.5	1.0	-	1.2
191	26.8	-	1.5	-	64.4	4.4	1.9	0.5	-	0.4
192	32.1	0.5	0.5	0.5	59.3	3.8	1.9	1.0	-	0.6
193	8.9	-	2.0	1.5	81.1	5.0	0.5	1.4	-	0.2
194	64.9	-	-	0.5	32.7	1.0	1.0	0.5	-	1.8
195	29.1	-	-	0.4	61.1	9.1	0.4	pr	-	0.4
196	24.8	-	1.9	1.0	65.0	6.8	0.5	-	-	0.4
197	75.8	-	2.4	0.5	14.7	6.6	pr	-	-	2.7
198	73.1	1.4	-	3.7	8.3	7.9	pr	-	5.5	2.7
321	8.3	-	pr	-	82.1	8.3	-	1.4	-	0.1
322	57.6	-	-	0.4	39.4	2.2	-	0.4	-	1.2
323	33.2	-	0.5	0.5	53.4	4.8	pr	7.7	-	0.6
324	7.0	0.5	-	-	47.4	22.5	-	22.5	-	0.1

TABELA 20 . CONSTITUINTES DA FRACAO GROSSEIRA
FRACAO [redacted] 0.250mm

AMOSTRA	QZ	Q.LIM.	M.PES.	O.TER.	FR.CON.	FR.AN.	MOL.	FORAM.	O.BIO.	TER./BIO.
154	80.5	0.9	0.9	0.4	14.1	2.6	pr	0.4	-	4.5
155	75.5	1.0	1.4	-	15.4	5.8	pr	1.0	-	2.7
156	80.0	pr	0.5	-	12.4	4.8	pr	2.4	-	4.5
157	79.6	1.9	1.0	-	9.7	5.3	pr	2.4	-	4.5
158	97.0	0.5	1.0	-	1.5	pr	-	-	-	10.0
159	97.1	0.5	0.5	pr	pr	1.0	-	1.0	-	10.0
160	88.3	6.3	1.0	3.9	pr	0.5	-	-	-	10.0
161	98.6	-	0.5	0.5	0.5	pr	-	-	-	10.0
162	91.4	0.9	1.9	2.4	1.9	1.4	pr	-	-	10.0
163	92.2	4.4	1.5	1.0	pr	0.5	-	-	0.5	10.0
164	91.8	6.3	1.9	-	pr	pr	-	-	-	10.0
165	96.6	0.5	2.0	pr	0.5	0.5	pr	-	-	10.0
166	96.1	1.9	1.6	0.4	0.4	pr	-	0.4	-	10.0
167	91.5	3.5	1.0	1.0	2.0	pr	pr	1.0	-	10.0
168	70.0	0.5	1.4	-	22.7	1.0	pr	4.3	-	2.7
169	67.6	0.5	1.4	-	17.1	6.3	-	7.2	-	0.6
170	29.1	1.0	pr	0.5	47.5	20.1	-	1.5	-	4.5
171	86.3	1.0	1.0	0.5	7.8	2.4	-	1.0	-	1.8
172	58.5	1.5	1.5	pr	33.0	3.5	pr	2.5	-	2.7
173	73.5	2.0	1.5	-	15.5	7.0	pr	0.5	-	10.0
174	90.6	2.5	1.9	-	4.4	0.4	pr	0.4	-	10.0
175	91.9	4.3	0.5	0.5	0.9	pr	-	0.9	-	10.0
176	90.4	6.2	1.0	-	1.4	0.5	-	0.5	-	10.0
177	92.4	4.3	1.0	0.5	1.0	1.0	-	pr	-	10.0
178	97.5	pr	1.0	-	1.0	0.5	-	-	-	10.0
179	96.7	2.3	pr	0.5	0.5	pr	-	-	-	10.0
180	96.3	0.5	0.9	pr	0.9	1.4	-	-	-	10.0
181	86.7	-	0.4	3.0	6.8	2.6	-	-	0.4	10.0
182	93.9	1.9	0.9	1.9	0.9	0.5	-	-	-	10.0
183	95.7	1.9	1.4	pr	0.5	0.5	-	-	-	10.0
184	97.2	2.3	pr	pr	0.5	pr	pr	pr	-	10.0
185	97.0	pr	2.5	-	0.5	pr	-	pr	-	10.0
186	75.6	3.8	1.9	0.5	11.5	3.8	pr	2.9	-	4.5
187	85.8	pr	0.4	0.4	11.0	0.4	0.4	1.4	-	4.5
188	34.8	3.6	2.3	-	46.6	10.0	pr	2.7	-	0.8
189	77.7	0.5	2.4	-	14.1	3.9	-	1.5	-	4.5
190	46.5	pr	3.5	-	39.0	9.5	-	1.5	-	1.0
191	94.0	1.5	-	-	3.5	1.0	pr	pr	-	10.0
192	81.2	0.5	1.0	-	14.9	2.5	-	pr	-	4.5
193	78.3	3.3	1.4	0.9	13.2	1.4	-	0.9	-	4.5
194	97.0	0.4	0.9	-	1.7	pr	-	pr	-	10.0
195	88.6	-	0.5	-	5.5	5.0	-	0.5	-	4.5
196	78.7	0.5	2.4	0.5	7.2	8.7	1.0	1.0	0.5	4.5
197	87.2	4.4	3.1	pr	4.4	0.9	pr	-	-	10.0
198	91.0	1.4	0.4	2.3	1.4	2.3	-	0.4	0.9	10.0
321	28.6	-	0.9	-	49.8	16.9	-	3.8	-	0.4
322	17.8	pr	pr	-	43.6	24.2	-	14.3	-	0.2
323	65.8	0.5	2.0	-	13.9	9.9	-	7.9	-	1.8
324	7.4	-	pr	-	23.4	33.4	-	36.0	-	0.1

TABELA 21. CONCENTRACAO DE GRAOS FELDSPATICOS NA FRACAO LEVE

	< 1,000 mm - >= 0,250 mm		AREIA FINA 0,125 mm		AREIA MUITO FINA 0,062 mm	
	MEDIA	D.PADRAO	MEDIA	D. PADRAO	MEDIA	D. PADRAO
Pleistoceno Fm. Cananeia	5.8	3.4	4.5	2.1	4.9	1.9
Cord.Litoraneos Ilha Comprida	-	-	3.2	2.4	2.7	1.7
Fx.Intermares	-	-	3.6	2.8	2.9	1.9
Z. Arrebentacao	4.1	3.3	4.2	3.6	3.7	3.4
Plat. Rasa	9.4	5.8	7.4	4.1	9.7	7.3

TABELA 22 . % DE MINERAIS PESADOS TRANSPARENTES E NAO MICACEOS NO INTERVALO AREIA MUITO FINA
FORMACAO CANANEIA

	1	4.1	4.2	6	6.1	7	8	24	25	29	41
ANATASIO	1.33	1.05	0.71	0.46	0.71	0.91	0.40	0.81	-	0.95	-
ANDALUZITA	4.81	-	0.34	4.26	7.00	-	-	2.46	2.76	2.39	5.33
AUGITA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
BROOKITA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CIANITA	9.63	2.10	5.43	1.89	8.51	0.45	1.30	7.45	4.80	4.33	10.67
CORINDON	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EPIDOTO	4.10	15.48	17.27	16.21	5.90	1.86	6.32	1.05	0.96	0.95	4.24
ESTAUROLITA	7.58	8.43	11.09	3.79	9.06	6.61	4.41	7.45	9.66	6.28	12.26
FIBROLITA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
GRANADA	0.76	-	0.87	0.55	0.55	-	0.45	0.96	-	-	0.37
HIPERSTENIO	-	-	0.71	-	0.55	0.41	-	1.52	-	-	-
HORNBLENDA	1.47	2.39	3.00	4.40	1.66	0.45	3.66	16.20	-	-	-
MONAZITA	-	-	-	-	1.66	0.91	0.85	-	-	-	-
PEROWSKITA	0.66	1.05	1.07	0.92	-	0.41	-	-	-	-	0.53
RUTILO	11.01	12.21	9.02	14.17	4.43	6.20	7.12	12.68	14.38	7.27	8.52
SILLIMANITA	2.71	2.03	2.40	0.46	1.66	0.45	1.30	-	0.66	2.39	3.18
TITANITA	-	-	0.34	-	-	-	-	-	-	-	-
TREMOLITA	1.33	0.50	-	0.92	-	-	0.40	4.83	-	-	0.53
TURMALINA	26.94	24.42	20.25	17.97	23.76	6.20	8.93	31.01	24.80	34.14	34.17
ZIRCAO	27.61	30.27	27.45	33.36	34.49	75.10	64.80	13.52	41.94	41.26	20.16
OUTROS	-	-	-	0.55	-	-	-	-	-	-	-
				Xenotima							
INST/EST (I1)	0.33	0.43	0.50	0.50	0.29	0.22	0.25	0.50	0.25	0.22	0.29
ZTR	65.60	66.90	56.70	65.50	62.70	87.50	80.80	57.20	81.10	82.70	62.90
DIVER.MINERAL.	11	10	9	8	10	5	8	10	6	7	8
N.MINERAIS	13	11	14	14	13	12	11	12	8	9	11

TABELA 22. % DE MINERAIS PESADOS TRANSPARENTES E NAO MICACEOS NO INTERVALO AREIA MUITO FINA
FORMACAO CANANEIA (cont.)

	43	48	50.1	50.2	51.4	54.4	59.5	60	61.2	61.3	62.1
ANATASIO	-	1.19	-	1.40	0.73	-	-	0.76	0.58	1.86	-
ANDALUZITA	1.28	0.59	0.54	0.45	4.45	0.71	0.62	1.56	6.25	1.86	2.85
AUGITA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
BROOKITA	-	-	-	0.45	-	-	-	-	-	-	-
CIANITA	5.99	7.25	8.21	4.79	11.22	10.20	1.25	4.00	5.70	3.12	1.70
CORINDON	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EPIDOTO	-	26.58	24.69	12.98	30.37	5.80	-	44.90	15.24	15.16	34.52
ESTAUROLITA	11.31	6.63	9.83	7.02	6.39	16.04	15.34	8.79	6.33	8.11	5.91
FIBROLITA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.60	-
GRANADA	-	-	-	1.71	0.84	1.14	-	-	0.51	0.28	1.21
HIPERSTENIO	-	0.78	1.15	0.39	0.40	-	2.36	1.23	0.51	1.31	0.75
HORNBLENDA	-	4.61	3.51	2.68	2.88	4.04	2.04	11.29	6.33	8.62	7.62
MONAZITA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PEROWSKITA	1.28	1.19	-	1.89	0.73	2.15	-	1.56	0.58	-	-
RUTILO	12.68	8.46	-	6.72	1.46	7.27	9.72	10.06	6.25	6.90	4.01
SILLIMANITA	3.32	1.80	1.62	1.83	-	2.15	1.92	2.38	4.41	1.86	5.54
TITANITA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TREMOLITA	-	1.80	-	1.89	0.73	-	0.62	2.85	1.25	-	1.32
TURMALINA	25.37	34.81	23.57	29.82	37.53	37.34	28.88	1.78	39.65	31.42	26.47
ZIRCAO	38.72	4.23	26.85	25.48	2.22	13.11	37.19	8.79	6.33	18.83	8.05
OUTROS	-	-	-	0.39	-	-	-	-	-	-	-
				Xenotima							
INST/EST (I1)	0.33	0.80	0.67	0.50	1.00	0.33	0.29	3.50	0.60	0.50	1.25
ZTR	76.80	47.50	50.40	62.00	41.20	57.70	75.80	20.60	52.20	57.20	38.50
DIVER.MINERAL.	8	11	8	12	8	10	8	12	10	10	11
N.MINERAIS	8	13	9	16	13	11	10	13	14	14	12

TABELA 22 . % DE MINERAIS PESADOS TRANSPARENTES E NAO MICACEOS NO INTERVALO AREIA MUITO FINA
FORMACAO CANANEIA (cont.)

	70.2	71.4	71.5	71.6	85.1	87	89.1	90.1	90.2	92
ANATASIO	-	-	-	-	0.47	1.79	0.68	0.95	-	0.63
ANDALUZITA	4.01	-	0.75	-	1.45	2.40	1.41	2.43	0.50	-
AUGITA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
BROOKITA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CIANITA	2.64	2.34	0.75	1.13	4.89	4.85	3.56	4.39	8.95	4.56
CORINDON	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EPIDOTO	26.08	10.58	5.67	1.72	33.27	6.08	28.83	44.29	23.91	17.89
ESTAUROLITA	10.55	13.48	4.50	8.84	8.81	10.41	8.11	5.09	8.09	13.96
FIBROLITA	-	-	-	-	0.47	-	-	-	-	-
GRANADA	0.64	1.56	0.91	1.13	1.56	1.57	0.93	1.35	0.62	-
HIPERSTENIO	0.44	0.52	0.91	-	0.58	-	-	1.35	1.13	-
HORNBLENDA	7.42	3.38	-	-	24.40	2.40	3.81	11.14	6.50	2.88
MONAZITA	0.64	-	2.25	0.53	-	0.56	-	-	0.50	-
PEROWSKITA	-	2.34	5.25	0.53	0.47	2.40	-	-	0.50	-
RUTILO	4.69	4.68	9.80	5.28	0.95	8.53	7.86	1.93	4.18	6.52
SILLIMANITA	0.64	-	0.37	-	1.15	6.69	0.68	1.79	0.41	5.19
TITANITA	-	-	-	-	0.47	-	-	-	0.50	0.63
TREMOLITA	0.44	-	-	-	1.84	-	1.66	0.66	1.04	-
TURMALINA	34.39	21.16	8.30	13.53	16.68	19.16	11.19	16.72	24.65	29.42
ZIRCAO	7.38	39.93	60.49	67.25	2.44	33.08	31.22	7.84	18.43	18.27
OUTROS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
INST/EST (I1)	0.80	0.43	0.25	0.22	2.33	0.33	0.67	2.33	0.80	0.60
ZTR	46.50	65.80	78.60	86.10	20.10	60.80	50.30	26.50	47.30	54.20
DIVER.MINERAL.	8	9	7	7	10	12	9	11	9	8
N.MINERAIS	13	10	12	9	16	13	12	13	15	10

TABELA23 . % DE MINERAIS PESADOS TRANSPARENTES E NAO MICACEOS NO INTERVALO AREIA FINA
FORMACAO CANANEIA

	4.1	4.2	6.1	7	8	12	29	71.4	71.5	71.6
ANATASIO	-	-	-	1.28	-	-	-	-	-	-
ANDALUZITA	5.08	7.76	9.69	1.97	1.35	1.43	7.23	2.05	2.71	0.52
AUGITA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
BROOKITA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CIANITA	2.01	3.44	0.75	2.67	1.35	5.75	-	-	1.32	1.69
CORINDON	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EPIDOTO	10.20	10.46	4.74	5.35	2.80	3.95	-	9.08	10.20	3.78
ESTAUROLITA	8.47	9.87	4.74	12.10	11.56	7.31	10.65	7.31	3.38	25.66
FIBROLITA	-	-	2.34	-	-	-	0.63	-	1.32	1.30
GRANADA	2.21	1.14	1.63	0.58	1.26	0.59	-	0.69	1.80	1.00
HIPERSTENIO	1.00	0.37	1.21	-	-	-	-	1.39	2.30	1.30
HORNBLENDA	4.60	10.71	6.84	1.97	4.60	-	-	9.64	7.99	1.69
MONAZITA	-	-	-	-	-	2.15	-	-	-	3.46
PEROWSKITA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.52
RUTILO	0.32	-	1.55	1.28	-	-	2.53	2.05	0.66	0.52
SILLIMANITA	2.01	1.24	-	2.67	2.07	0.59	3.29	4.14	2.49	1.11
TITANITA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TREMOLITA	-	0.37	1.55	-	1.98	-	-	-	0.47	-
TURMALINA	58.95	45.99	54.59	45.86	48.41	31.77	53.04	58.38	46.88	34.74
ZIRCAO	5.08	8.60	10.32	24.21	24.57	46.40	22.58	5.21	18.42	23.64
OUTROS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
INST/EST (I1)	0.43	0.67	0.25	0.25	0.25	0.22	0.22	0.29	0.43	0.29
ZTR	64.35	54.59	66.46	71.35	72.98	78.17	78.15	65.64	65.96	58.90
DIVER.MINERAL.	10	9	11	10	10	7	6	9	11	10
N.MINERAIS	11	11	12	11	10	9	7	10	13	13

TABELA 24. % DE MINERAIS PESADOS TRANSPARENTES E NAO MICACEOS NO INTERVALO AREIA FINA
CORDOES LITORANEOS DA ILHA COMPRIDA - SP

	95.1	95.2	95.3	96.1	96.2	96.3	97.1	97.2	97.3	97.4
ANATASIO	-	-	-	-	-	-	0.92	0.26	-	-
ANDALUZITA	0.21	0.48	-	2.29	1.21	0.86	0.93	0.75	1.28	0.70
AUGITA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
BROOKITA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CIANITA	4.67	3.22	1.84	2.10	3.82	2.74	2.26	3.77	2.69	1.41
CORINDON	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EPIDOTO	18.42	20.16	18.32	9.08	12.33	16.75	20.74	11.67	18.74	20.42
ESTAUROLITA	4.00	8.63	15.41	7.25	7.37	4.48	5.76	9.83	12.29	10.05
FIBROLITA	-	1.01	-	-	0.40	1.86	1.46	-	-	-
GRANADA	1.26	0.75	1.63	-	-	2.19	1.88	0.40	-	0.61
HIPERSTENIO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
HORNBLENDA	23.40	12.44	19.64	22.14	26.31	20.89	16.02	18.94	20.44	17.37
MONAZITA	-	-	0.14	-	-	-	0.47	-	-	-
PEROWSKITA	-	-	0.17	-	-	0.64	1.23	-	-	0.86
RUTILO	-	0.84	0.53	1.65	-	-	0.46	-	0.61	-
SILLIMANITA	2.33	4.64	-	6.09	7.84	6.86	8.12	5.77	-	4.32
TITANITA	1.41	-	-	0.26	-	-	0.32	1.86	-	1.02
TREMOLITA	-	-	0.48	-	-	0.26	-	0.41	-	-
TURMALINA	38.60	42.82	36.60	44.74	38.40	39.71	35.43	41.00	39.23	40.32
ZIRCAO	5.70	5.01	5.24	4.40	3.23	2.76	4.00	5.34	4.72	2.92
OUTROS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
INST/EST (I1)	1.00	0.83	0.80	0.67	1.00	1.00	1.00	0.67	1.00	0.83
ZTR	44.30	48.67	42.37	50.79	41.63	42.47	39.89	46.34	44.56	43.24
DIVER.MINERAL.	9	8	7	9	8	9	10	8	7	8
N.MINERAIS	10	11	11	10	9	12	15	12	8	11

TABELA 25 . % DE MINERAIS PESADOS TRANSPARENTES E NAO MICACEOS NO INTERVALO AREIA MUITO FINA
CORDOES LITORANEOS DA ILHA COMPRIDA - SP

	95.1	95.2	95.3	96.1	96.2	96.3	97.1	97.2	97.3	97.4
ANATASIO	0.80	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ANDALUZITA	3.82	-	1.15	0.31	3.62	-	3.14	2.86	3.16	1.48
AUGITA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
BROOKITA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CIANITA	5.32	2.42	-	-	3.40	4.76	3.82	4.18	4.62	2.80
CORINDON	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EPIDOTO	22.18	17.42	21.67	22.18	19.14	18.44	20.77	19.63	18.15	16.53
ESTAUROLITA	7.44	9.44	11.82	10.68	9.64	8.54	12.60	12.22	10.60	1.40
FIBROLITA	0.58	-	-	-	-	-	-	-	-	-
GRANADA	2.42	3.14	2.86	3.18	-	2.60	1.87	1.42	2.86	-
HIPERSTENIO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
HORNBLENDA	6.48	12.36	9.44	10.44	8.44	8.80	9.42	8.40	9.44	11.40
MONAZITA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PEROWSKITA	-	-	0.92	-	-	-	-	-	-	-
RUTILO	5.84	8.32	9.44	6.72	5.18	12.44	10.76	11.04	13.15	10.78
SILLIMANITA	4.34	6.38	5.96	6.88	7.58	7.46	2.57	3.97	2.77	7.20
TITANITA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TREMOLITA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TURMALINA	14.14	19.37	12.56	11.18	20.56	11.22	5.91	11.61	10.15	15.80
ZIRCAO	26.64	21.15	24.18	28.43	22.44	25.74	28.68	24.67	25.10	22.60
OUTROS							0.46			
							Xenotima			
INST/EST (I1)	0.80	0.80	0.80	1.00	0.50	0.60	1.00	0.60	0.75	0.80
ZTR	46.62	48.84	46.18	46.33	48.18	49.40	45.35	47.32	48.40	49.18
DIVER.MINERAL.	10	9	9	8	9	9	10	10	10	9
N.MINERAIS	12	9	10	9	9	9	11	10	10	9

TABELA 26 . % DE MINERAIS PESADOS TRANSPARENTES E NAO MICACEOS NO INTERVALO AREIA FINA
FAIXA INTERMARES

	284B	303A	319A	322A	324C	326A	347B	349C	350A	351B
ANATASIO	0.60	-	-	2.36	-		-	-	-	
ANDALUZITA	6.30	4.50	-	3.26	6.44	3.12	3.64	3.40	2.84	3.22
AUGITA	-	-	-	-	-	-	-	0.84	-	-
BROOKITA	-	-	-	0.84	-	-	-	-	-	-
CIANITA	3.60	1.80	1.20	2.18	3.86	3.44	2.34	2.40	2.42	-
CORINDON	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EPIDOTO	12.30	9.10	12.32	10.14	18.60	26.12	32.18	36.42	38.64	44.60
ESTAUROLITA	10.70	11.80	12.42	8.44	10.46	12.36	12.00	8.32	5.42	1.94
FIBROLITA	-	-	-	3.86	-	-	-	-	-	-
GRANADA	0.90	1.80	-	1.88	2.18	-	-	3.86	1.80	-
HIPERSTENIO	-	-	-	-	1.46	-	-	-	-	-
HORNBLENDA	4.30	1.90	4.84	10.44	12.46	11.80	14.84	18.54	12.44	24.64
MONAZITA	0.60	-	-	2.42	-	-	-	-	-	-
PEROWSKITA	-	-	-	-	-	-	-	-	0.86	-
RUTILO	-	-	2.64	1.86	-	2.32	-	1.00	-	1.24
SILLIMANITA	2.30	2.70	1.62	4.88	2.14	2.62	3.96	2.40	2.24	2.86
TITANITA	-	-	-	2.64	-	-	2.64	1.52	0.34	2.42
TREMOLITA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TURMALINA	40.60	46.40	36.32	28.62	26.42	20.62	21.74	18.30	20.64	12.62
ZIRCAO	17.80	20.00	28.64	16.18	15.98	17.60	6.66	3.00	12.36	6.46
OUTROS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
INST/EST (I1)	0.43	0.38	0.43	0.80	0.80	1.00	1.25	2.00	1.20	2.67
ZTR	58.40	66.00	67.60	46.66	42.40	40.54	28.40	22.30	33.00	20.32
DIVER.MINERAL.	8	9	8	14	10	9	9	11	9	9
N.MINERAIS	11	9	8	15	10	9	9	12	11	9

TABELA 27. % DE MINERAIS PESADOS TRANSPARENTES E NAO MICACEOS NO INTERVALO AREIA MUITO FINA
FAIXA INTERMARES

	284B	303A	319A	322A	324C	326A	347B	349C	350A	351B
ANATASIO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ANDALUZITA	1.04	-	3.60	2.80	1.60	2.10	2.40	1.60	-	3.20
AUGITA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
BROOKITA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CIANITA	-	-	-	-	0.80	3.40	2.64	2.20	5.20	6.30
CORINDON	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EPIDOTO	28.32	26.10	16.60	18.30	28.00	25.20	34.84	34.10	37.30	34.10
ESTAUROLITA	5.40	8.60	6.70	7.90	6.10	5.40	6.30	4.20	6.00	5.20
FIBROLITA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
GRANADA	1.20	-	2.30	-	1.20	2.60	2.00	1.20	-	-
HIPERSTENIO	-	-	-	-	-	-	0.80	-	-	-
HORNBLENDA	2.12	4.30	4.10	3.60	4.20	3.60	4.84	1.80	9.44	5.40
MONAZITA	-	-	1.10	-	-	-	-	0.80	-	-
PEROWSKITA	-	-	-	-	-	1.60	-	-	0.75	-
RUTILO	4.86	3.90	5.60	6.30	4.40	6.20	4.32	8.60	9.70	8.40
SILLIMANITA	2.32	6.40	5.20	1.90	2.80	5.40	1.20	2.50	0.75	3.70
TITANITA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TREMOLITA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TURMALINA	18.62	16.30	14.70	16.40	16.30	14.20	14.48	16.30	17.20	14.00
ZIRCAO	36.12	34.40	40.10	42.80	34.60	30.30	26.26	26.70	23.10	19.70
OUTROS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
INST/EST (I1)	0.67	0.67	0.43	0.43	0.67	0.67	1.00	1.00	1.00	1.25
ZTR	59.60	54.60	60.40	65.50	55.30	50.70	44.96	51.60	50.00	42.10
DIVER.MINERAL.	9	7	10	8	9	11	10	10	7	9
N.MINERAIS	9	7	10	8	10	11	11	10	8	9

TABELA 28 . % DE MINERAIS PESADOS TRANSPARENTES E NAO MICACEOS NO INTERVALO AREIA FINA
ZONA DE ARREBENTACAO

	202	203	206	211	215	216	217	221	224	226	227	234
ANATASIO	-	-	-	0.46	0.52	-	-	-	-	-	1.47	-
ANDALUZITA	0.86	0.54	-	0.43	2.12	8.16	0.36	5.99	3.36	2.34	6.02	7.18
AUGITA	0.86	-	-	-	-	-	-	-	-	0.58	-	-
BROOKITA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CIANITA	2.62	1.11	2.25	6.64	3.19	-	3.09	-	-	2.92	0.73	2.55
CORINDON	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.69
EPIDOTO	39.55	23.99	27.33	23.21	21.11	16.57	13.57	24.45	19.05	22.38	16.68	26.70
ESTAUROLITA	0.86	3.21	2.25	7.26	6.97	13.28	4.64	2.73	4.39	5.28	8.62	2.15
FIBROLITA	-	-	-	-	0.52	0.77	-	-	2.52	1.76	2.24	2.85
GRANADA	1.16	1.50	-	0.28	1.27	2.51	1.16	1.70	0.51	3.31	2.20	0.98
HIPERSTENIO	0.97	0.31	2.25	0.28	0.75	-	0.36	-	1.23	0.38	1.36	-
HORNBLENDA	18.94	9.27	29.52	6.48	13.09	14.20	12.70	14.36	33.28	19.60	14.40	12.50
MONAZITA	-	-	-	-	0.52	-	0.36	-	-	-	-	-
PEROWSKITA	0.55	-	-	-	2.12	-	-	-	-	-	0.73	-
RUTILO	4.55	1.11	4.51	2.50	1.59	0.77	2.86	6.82	0.83	1.16	5.25	-
SILLIMANITA	1.11	1.87	-	2.84	4.64	2.41	2.30	1.67	5.43	2.34	4.06	3.57
TITANITA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TREMOLITA	0.23	-	-	-	-	1.78	-	-	-	0.58	2.87	1.19
TURMALINA	11.14	16.17	6.83	15.67	23.61	35.45	11.62	10.27	29.00	23.58	27.72	33.94
ZIRCAO	7.43	40.87	25.01	33.89	17.92	4.05	46.91	31.95	0.34	13.73	5.57	5.35
OUTROS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
INST/EST (I1)	2.00	0.57	1.50	0.67	1.00	0.80	0.57	0.83	1.50	1.00	1.00	1.00
ZTR	23.12	58.15	36.35	52.06	43.12	40.27	61.39	49.04	30.17	38.47	38.54	39.29
DIVER.MINERAL.	8	9	8	8	11	9	9	9	8	11	13	10
N.MINERAIS	14	11	8	12	15	11	12	9	11	14	15	12

TABELA 28 . (CONT.)

	239	240	246	249	250	258	259	264	265	266	269	270
ANATASIO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ANDALUZITA	2.13	3.18	1.17	1.05	5.81	3.96	5.77	2.89	4.25	3.13	-	-
AUGITA	-	-	-	-	-	0.22	-	-	-	-	-	-
BROOKITA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CIANITA	-	0.16	3.56	1.60	0.57	0.98	1.12	0.95	4.22	1.15	2.77	1.33
CORINDON	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EPIDOTO	33.55	35.34	26.85	26.23	30.04	24.69	27.61	34.77	32.24	13.48	34.82	30.30
ESTAUROLITA	4.31	3.94	2.13	3.71	9.35	8.94	12.48	12.09	6.85	1.11	7.64	3.35
FIBROLITA	1.69	2.24	-	3.21	4.05	3.47	1.72	1.44	1.92	4.32	1.37	7.41
GRANADA	0.40	-	1.73	1.56	1.78	3.00	2.05	3.09	0.63	1.21	3.15	2.12
HIPERSTENIO	0.69	0.91	-	0.16	0.88	0.49	0.65	0.59	-	3.26	0.37	-
HORNBLENDA	7.60	12.24	16.31	26.44	14.10	27.20	13.57	10.32	12.84	58.77	14.44	10.58
MONAZITA	-	0.75	1.17	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PEROWSKITA	-	-	0.58	0.50	-	-	-	-	-	-	-	-
RUTILO	6.79	3.78	4.18	-	1.73	0.49	-	0.46	1.30	0.78	0.91	0.66
SILLIMANITA	1.15	2.43	1.76	7.48	5.39	2.66	7.59	4.83	5.36	3.04	4.09	12.13
TITANITA	0.53	0.75	-	-	-	0.22	-	0.46	-	0.39	-	-
TREMOLITA	1.11	-	0.34	1.23	0.88	0.49	1.23	-	-	1.90	1.50	0.84
TURMALINA	13.28	21.78	8.83	19.28	23.62	21.46	25.60	22.74	21.96	4.32	25.26	18.99
ZIRCAO	26.70	12.43	31.31	7.48	1.73	1.48	0.55	5.32	8.38	2.74	3.44	12.13
OUTROS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
INST/EST (I1)	1.00	1.20	1.00	2.00	1.50	1.50	1.25	1.50	1.50	4.00	1.50	1.50
ZTR	46.77	37.99	44.32	26.76	24.67	23.43	26.15	28.52	31.64	7.84	29.61	31.78
DIVER.MINERAL.	10	9	11	11	10	9	10	9	10	12	10	9
N.MINERAIS	13	13	13	13	13	15	12	13	11	14	12	11

TABELA 29 . % DE MINERAIS PESADOS TRANSPARENTES E NAO MICACEOS NO INTERVALO AREIA MUITO FINA
ZONA DE ARREBENTACAO

	201	202	203	204	205	207	208	210	211	212	213	214
ANATASIO	0.57	-	0.44	-	-	1.03	-	-	1.09	2.04	0.57	-
ANDALUZITA	-	0.79	0.56	0.52	0.46	1.03	0.88	2.08	0.80	1.02	2.53	-
AUGITA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.27	-
BROOKITA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CIANITA	4.10	2.27	0.91	2.10	1.87	5.33	1.58	3.13	1.09	1.02	1.96	0.69
CORINDON	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EPIDOTO	32.48	46.54	32.09	41.36	40.51	34.60	46.86	33.05	39.04	42.06	32.08	42.95
ESTAUROLITA	1.73	2.85	3.72	3.19	3.86	4.57	1.53	4.89	2.19	3.09	5.45	3.02
FIBROLITA	0.57	-	-	-	-	-	-	-	-	0.49	0.27	-
GRANADA	0.35	2.56	2.24	1.64	3.86	2.97	1.97	-	3.32	2.04	1.09	4.97
HIPERSTENIO	1.09	0.97	1.03	0.52	0.93	1.99	0.24	2.89	-	3.84	-	1.73
HORNBLENDA	12.34	18.94	14.68	7.96	10.18	13.14	11.75	31.74	12.14	18.99	12.91	33.50
MONAZITA	-	-	1.38	-	-	-	-	-	-	-	0.57	-
PEROWSKITA	-	0.55	1.38	0.52	0.84	-	0.38	1.03	0.51	0.49	1.71	-
RUTILO	7.66	4.55	7.91	8.00	7.00	9.63	2.64	4.16	7.50	7.77	8.03	1.04
SILLIMANITA	1.73	1.11	2.30	-	-	1.34	0.79	3.64	1.09	1.54	2.21	0.34
TITANITA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TREMOLITA	0.73	0.23	0.26	-	0.35	-	-	0.27	-	-	1.14	1.57
TURMALINA	17.70	11.14	10.99	11.71	10.14	9.63	15.66	7.31	8.34	-	16.87	8.76
ZIRCAO	18.89	7.43	20.03	22.42	19.95	14.66	15.66	5.75	22.83	15.55	12.26	1.38
OUTROS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
INST/EST (I1)	1.25	2.34	1.50	1.20	2.34	2.00	1.75	4.00	1.50	3.50	1.50	4.50
ZTR	44.[illegible]	23.12	38.93	42.13	37.09	33.92	33.96	17.22	38.67	23.32	37.16	11.18
DIVER.MINERAL.	9	9	11	8	8	12	8	11	10	11	12	9
N.MINERAIS	14	13	15	11	12	12	12	12	12	13	16	11

TABELA 29 . (CONT.)

	215	216	217	218	219	220	221	222	223	224	225	226
ANATASIO	-	-	-	-	-	0.87	-	0.69	1.04	0.55	-	1.28
ANDALUZITA	-	-	-	-	-	-	0.90	1.41	0.50	0.55	0.50	0.39
AUGITA	-	-	-	0.44	-	-	0.90	0.34	0.50	0.55	-	-
BROOKITA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CIANITA	1.15	3.42	2.90	1.40	-	0.87	0.90	1.06	0.50	2.31	2.10	0.85
CORINDON	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EPIDOTO	25.07	25.97	34.73	44.24	42.53	53.66	36.89	34.60	48.52	42.09	35.71	51.21
ESTAUROLITA	3.13	5.60	5.45	3.30	3.16	2.31	1.12	5.00	2.65	3.48	5.29	3.75
FIBROLITA	-	-	-	0.93	-	-	-	0.34	0.50	-	0.50	-
GRANADA	2.55	2.27	2.98	0.93	2.40	2.80	1.77	1.41	2.50	2.76	0.22	2.65
HIPERSTENIO	0.76	1.64	0.49	2.85	0.18	2.72	0.64	0.86	0.74	1.00	0.44	0.15
HORNBLENDA	7.80	3.69	8.88	27.87	7.65	17.65	22.93	21.35	13.70	12.63	14.39	15.09
MONAZITA	0.76	2.10	-	-	-	-	0.45	0.69	-	-	-	-
PEROWSKITA	0.38	0.39	0.55	0.44	0.57	0.43	0.90	1.41	1.04	1.14	0.50	0.39
RUTILO	10.16	11.70	11.66	2.58	7.83	3.54	4.13	7.13	4.22	4.65	4.76	4.32
SILLIMANITA	0.76	0.82	-	0.93	3.00	0.43	1.37	0.69	1.04	0.55	0.98	1.70
TITANITA	-	-	-	-	-	0.43	-	-	-	-	-	-
TREMOLITA	-	-	0.23	-	-	-	-	1.06	-	-	0.22	0.33
TURMALINA	7.03	11.20	8.73	9.48	14.50	7.11	10.63	12.50	10.84	6.66	11.00	9.57
ZIRCAO	40.39	31.14	23.35	4.26	18.13	7.11	16.40	9.37	11.64	21.00	22.82	8.26
OUTROS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
INST/EST (I1)	0.67	0.80	1.25	4.00	1.50	4.00	1.75	2.34	1.75	1.75	1.50	4.00
ZTR	57.58	54.04	43.74	16.32	40.46	17.76	31.16	29.00	26.70	32.31	38.58	22.15
DIVER.MINERAL.	8	10	8	8	8	8	8	11	10	10	7	9
N.MINERAIS	12	12	11	13	10	13	14	17	15	14	14	14

TABELA 29 . (CONT.)

	227	228	229	231	232	233	234	235	236	237	238	239
ANATASIO	0.97	-	0.41	-	1.17	0.71	1.05	0.53	1.35	-	-	1.54
ANDALUZITA	0.28	-	0.41	0.76	0.55	-	0.51	1.65	0.32	1.22	1.51	0.86
AUGITA	-	-	-	-	-	-	-	0.53	-	-	-	-
BROOKITA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CIANITA	2.32	1.91	0.86	2.32	-	-	1.60	4.44	0.67	2.78	-	1.21
CORINDON	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EPIDOTO	23.05	45.46	52.51	52.38	52.48	48.01	30.36	49.63	52.63	45.28	52.42	40.23
ESTAUROLITA	6.65	5.39	1.42	3.40	4.13	2.28	5.66	2.18	1.70	4.03	4.72	5.21
FIBROLITA	-	0.61	-	-	-	-	-	-	-	-	0.50	0.15
GRANADA	3.01	1.68	2.85	1.01	0.97	3.93	4.03	0.78	3.97	0.77	4.28	0.86
HIPERSTENIO	0.32	0.25	1.15	0.28	1.95	0.78	0.57	2.61	0.17	-	0.56	-
HORNBLENDA	7.05	9.30	9.69	9.31	16.20	10.89	11.40	22.00	26.11	17.76	10.73	11.17
MONAZITA	0.65	-	-	-	-	-	0.51	0.53	-	-	-	1.03
PEROWSKITA	1.63	1.54	1.75	0.76	1.17	-	-	-	1.00	-	0.50	0.50
RUTILO	9.99	7.05	5.73	7.79	4.71	8.27	9.70	2.20	2.37	3.61	4.54	7.32
SILLIMANITA	2.32	0.61	1.75	0.28	0.55	-	0.57	3.86	2.04	1.73	1.01	1.72
TITANITA	-	-	-	-	-	-	-	-	0.32	-	0.50	0.50
TREMOLITA	-	0.25	-	1.84	-	-	0.80	-	2.55	0.51	-	-
TURMALINA	16.31	15.00	9.87	11.22	7.15	10.78	7.81	7.76	3.38	17.76	11.06	12.92
ZIRCAO	25.37	10.90	11.53	8.58	8.91	14.30	25.36	1.09	1.00	4.50	7.61	14.72
OUTROS	-	-	-	-	-	-	-	-	0.32 Dumort	-	-	-
INST/EST (I1)	0.80	1.50	2.34	2.34	4.00	1.75	1.50	4.00	4.50	2.34	2.67	1.75
ZTR	51.67	32.95	27.13	27.59	20.77	33.35	42.87	11.05	6.75	25.87	23.21	34.96
DIVER.MINERAL.	10	9	10	9	9	7	9	10	11	9	9	10
N.MINERAIS	14	13	13	13	12	9	14	14	16	11	13	15

TABELA 29 . (CONT.)

	240	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251
ANATASIO	-	0.53	0.57	0.68	-	-	0.56	-	0.51	-	1.26	-
ANDALUZITA	0.50	1.09	1.72	-	-	-	0.56	1.08	1.55	1.08	-	1.07
AUGITA	-	-	-	-	0.57	-	-	-	-	-	-	-
BROOKITA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CIANITA	1.03	0.53	-	1.40	2.98	1.38	4.05	2.78	3.67	1.46	1.87	1.07
CORINDON	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EPIDOTO	36.14	54.51	43.61	41.06	51.94	54.34	41.25	49.95	43.34	34.07	29.28	54.33
ESTAUROLITA	3.27	2.40	3.06	3.52	6.55	0.45	5.93	3.84	2.07	5.10	9.85	0.52
FIBROLITA	-	-	1.14	-	-	-	0.56	-	-	-	-	-
GRANADA	4.51	1.58	1.03	2.15	0.67	1.50	2.74	1.21	2.66	4.20	3.45	0.61
HIPERSTENIO	2.48	1.29	1.85	0.61	-	-	0.30	0.59	3.22	1.42	-	0.19
HORNBLENDA	16.71	17.61	28.98	11.28	20.60	13.94	9.07	17.10	23.20	11.85	14.13	19.67
MONAZITA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PEROWSKITA	0.50	1.09	0.57	-	-	2.07	-	-	0.51	1.46	1.26	0.52
RUTILO	8.86	4.40	2.31	8.44	2.61	5.83	3.48	1.92	1.30	6.26	9.49	2.72
SILLIMANITA	1.03	1.09	2.31	0.68	0.57	0.69	2.31	3.57	2.88	2.92	1.87	2.17
TITANITA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TREMOLITA	1.47	0.24	0.57	-	0.89	0.21	-	0.29	1.30	1.31	0.23	-
TURMALINA	9.89	11.38	9.30	17.44	10.78	13.28	15.74	14.88	9.49	8.48	13.30	9.35
ZIRCAO	13.55	2.20	2.91	12.68	1.77	6.28	13.38	2.73	4.21	20.33	13.95	7.70
OUTROS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
INST/EST (I1)	2.00	2.67	4.00	1.75	3.00	2.67	1.50	2.34	4.00	1.50	1.25	4.00
ZTR	32.30	17.98	14.52	38.56	15.16	25.39	32.60	19.53	15.00	35.07	36.74	19.77
DIVER.MINERAL.	11	11	11	8	7	8	9	10	11	13	11	8
N.MINERAIS	13	14	14	11	11	11	13	12	14	13	12	12

TABELA 29 . (CONT.)

	252	253	254	255	256	257	259	260	261	262	264	265
ANATASIO	-	-	0.35	1.91	0.30	1.55	0.82	-	-	-	-	0.39
ANDALUZITA	-	1.57	1.49	-	1.59	0.77	0.82	1.16	1.64	-	0.49	1.62
AUGITA	-	-	-	-	-	-	-	1.16	-	-	-	-
BROOKITA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CIANITA	3.18	0.38	0.73	0.91	0.94	3.20	2.75	3.52	1.64	0.93	4.33	1.62
CORINDON	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EPIDOTO	33.75	36.26	44.67	55.45	31.24	4.21	32.97	45.43	44.43	43.02	28.12	44.85
ESTAUROLITA	3.16	2.30	1.10	1.95	3.18	3.80	8.98	4.20	3.21	9.75	3.97	3.61
FIBROLITA	-	0.38	0.35	-	0.62	-	-	1.16	-	-	0.49	-
GRANADA	0.95	0.24	1.03	2.64	1.70	2.83	2.75	2.13	1.40	1.00	3.43	2.04
HIPERSTENIO	0.41	0.17	1.40	1.33	2.07	2.38	-	-	-	-	-	0.18
HORNBLENDA	37.37	35.36	27.87	9.87	38.89	37.08	2.65	23.32	16.69	18.09	6.41	24.82
MONAZITA	-	-	-	-	-	-	-	-	0.54	-	-	-
PEROWSKITA	-	0.38	-	-	0.30	0.77	0.82	-	-	3.88	0.49	0.39
RUTILO	1.81	2.38	1.47	8.64	2.86	6.41	8.57	-	3.87	2.88	6.50	0.78
SILLIMANITA	3.64	1.17	2.04	1.41	2.86	1.55	2.23	2.41	2.42	0.93	0.99	3.63
TITANITA	-	0.38	0.73	-	-	-	-	-	-	0.93	-	-
TREMOLITA	-	1.57	0.92	-	0.30	-	0.41	-	0.76	-	0.45	-
TURMALINA	11.15	12.95	14.65	5.28	12.47	10.43	13.80	15.01	12.65	9.09	14.35	12.59
ZIRCAO	4.54	4.37	1.10	10.56	0.62	24.95	22.37	0.46	10.70	9.44	29.93	3.43
OUTROS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
INST/EST (I1)	2.67	2.67	2.67	2.34	2.67	1.00	1.00	2.67	1.75	3.50	0.80	2.67
ZTR	17.50	19.70	17.22	24.48	15.95	41.79	44.74	15.47	27.22	21.41	50.78	16.80
DIVER.MINERAL.	8	9	10	10	9	11	9	10	10	8	8	9
N.MINERAIS	10	15	15	15	15	13	13	11	12	11	13	13

TABELA 29 . (CONT.)

	266	267	268	269	270	271	272
ANATASIO	0.38	0.76	-	1.28	-	0.23	1.67
ANDALUZITA	1.62	1.17	0.33	1.75	2.00	0.76	-
AUGITA	-	-	1.04	-	-	-	-
BROOKITA	-	0.38	-	-	-	0.23	-
CIANITA	1.21	2.75	0.66	0.42	1.50	2.23	2.75
CORINDON	-	-	-	-	-	-	-
EPIDOTO	37.39	30.81	42.76	39.11	40.97	30.29	38.34
ESTAUROLITA	5.94	5.80	3.12	5.57	4.54	3.80	5.80
FIBROLITA	0.38	-	0.33	-	0.47	-	1.08
GRANADA	1.82	1.67	3.04	3.74	2.95	1.73	5.01
HIPERSTENIO	0.20	0.67	0.21	0.62	0.47	-	2.01
HORNBLENDA	21.71	10.03	25.57	5.96	11.43	11.58	22.66
MONAZITA	-	-	-	0.42	-	-	-
PEROWSKITA	1.21	1.17	-	0.85	1.00	0.23	0.54
RUTILO	3.65	7.51	3.94	6.12	4.04	7.51	3.88
SILLIMANITA	4.45	1.96	1.72	2.61	2.51	1.49	3.73
TITANITA	0.38	-	-	-	-	-	-
TREMOLITA	-	2.01	0.91	0.42	-	1.02	1.32
TURMALINA	14.90	17.01	8.62	16.69	21.28	22.56	8.94
ZIRCAO	4.68	16.22	7.69	14.35	6.08	16.26	2.21
OUTROS	-	-	-	-	-	-	-
INST/EST (Ii)	2.34	1.50	4.00	1.25	1.75	1.20	3.50
ZTR	23.23	40.74	20.25	37.15	31.40	46.33	15.03
DIVER.MINERAL.	11	12	9	10	11	10	13
N.MINERAIS	15	15	14	15	13	14	14

TABELA 30 . % DE MINERAIS PESADOS TRANSPARENTES E NAO MICACEOS NO INTERVALO AREIA FINA
PLATAFORMA ROSA

	149	150	152	153	154	155	156	157	158	159	161	162
ANATASIO	-	0.37	-	-	-	0.40	-	-	0.32	1.01	-	-
ANDALUZITA	3.82	3.05	4.24	1.98	1.32	1.19	1.13	1.57	1.00	4.09	4.33	4.44
AUGITA	0.55	0.74	-	-	0.60	-	0.77	1.50	-	-	-	-
BROOKITA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CIANITA	1.90	1.91	4.24	4.36	2.13	1.79	3.57	1.79	0.66	1.50	3.59	3.18
CORINDON	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EPIDOTO	22.80	25.85	17.50	29.03	30.27	37.08	29.07	26.55	18.98	28.77	20.69	22.39
ESTAUROLITA	4.52	4.04	5.93	4.50	2.44	1.56	2.00	5.10	0.58	4.09	3.59	3.82
FIBROLITA	-	-	0.37	-	-	-	-	-	-	-	0.71	0.61
GRANADA	1.67	2.32	1.00	2.36	2.04	1.10	2.46	2.29	0.70	2.19	0.25	1.09
HIPERSTENIO	0.66	2.18	1.20	1.17	0.28	0.36	-	0.88	2.72	1.70	1.31	1.89
HORNBLENDA	22.82	26.10	26.51	29.55	16.55	9.60	17.01	16.00	59.88	32.79	24.65	33.01
MONAZITA	0.98	0.37	-	-	0.43	-	0.44	0.59	-	0.49	-	-
PEROWSKITA	1.55	-	-	-	1.20	0.08	-	0.59	-	-	-	-
RUTILO	1.23	0.74	1.69	0.38	4.05	3.68	0.23	2.52	0.66	0.49	-	0.61
SILLIMANITA	4.07	5.06	2.52	1.57	0.91	2.21	1.79	3.43	0.93	2.32	7.21	1.09
TITANITA	-	-	-	-	-	1.74	-	-	-	-	-	-
TREMOLITA	0.76	1.51	0.37	1.58	-	0.49	0.64	-	-	0.26	2.22	1.25
TURMALINA	20.89	19.48	26.27	15.52	18.27	11.81	16.48	20.12	9.91	11.26	20.55	22.58
ZIRCAO	12.25	6.20	8.08	7.95	19.35	26.83	24.35	16.98	3.61	9.00	10.86	3.18
OUTROS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
INST/EST (I1)	1.20	2.00	1.25	2.00	1.50	1.00	1.00	1.00	4.00	2.34	1.20	1.75
ZTR	34.37	26.42	36.04	23.85	41.67	42.32	41.06	39.62	14.18	20.75	31.41	26.37
DIVER.MINERAL.	11	11	11	11	10	11	9	11	6	11	10	10
N.MINERAIS	15	15	13	12	14	15	13	14	12	14	12	12

TABELA 30 . (CONT.)

	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174
ANATASIO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.62	-	-
ANDALUZITA	5.78	4.11	5.89	2.16	6.08	0.88	4.27	0.19	3.40	1.73	3.71	3.84
AUGITA	-	-	-	-	-	0.42	0.58	-	1.34	-	0.92	0.36
BROOKITA	-	-	0.40	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CIANITA	-	-	3.35	3.04	1.29	0.88	0.58	4.99	1.34	-	0.63	1.52
CORINDON	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
EPIDOTO	19.83	16.95	24.41	20.40	31.56	21.94	24.97	24.55	27.92	26.92	38.19	27.11
ESTAUROLITA	7.83	6.98	3.78	4.76	1.92	2.26	3.43	7.18	3.40	3.61	5.42	4.25
FIBROLITA	1.37	-	0.40	0.40	0.84	0.42	0.58	0.19	0.65	0.80	1.36	-
GRANADA	3.30	-	0.52	2.57	0.51	3.64	2.06	7.18	0.34	0.23	0.73	0.60
HIPERSTENIO	1.37	0.78	1.35	1.28	2.32	4.10	2.85	-	1.61	0.80	0.31	1.20
HORNBLENDA	15.97	10.81	19.62	24.26	41.18	40.82	32.59	10.57	24.58	16.56	19.85	38.76
MONAZITA	1.41	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PEROWSKITA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.53	-
RUTILO	2.32	4.22	0.40	1.72	-	2.72	1.80	0.59	2.71	2.45	-	0.36
SILLIMANITA	-	3.26	3.63	3.45	0.62	2.72	1.19	1.79	1.68	3.28	3.40	1.90
TITANITA	-	-	-	-	-	0.42	-	-	-	-	0.14	-
TREMOLITA	1.88	-	0.95	1.16	1.05	1.80	1.33	0.19	0.68	0.23	0.75	1.76
TURMALINA	23.06	32.84	26.97	24.32	11.28	7.29	7.94	23.75	14.64	29.04	18.76	13.00
ZIRCAO	15.82	20.00	8.27	10.40	1.29	9.59	15.77	18.76	15.64	12.68	4.24	5.29
OUTROS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
INST/EST (I1)	0.80	0.57	1.25	1.20	3.00	4.00	2.34	1.00	1.50	1.00	2.00	2.34
ZTR	41.20	57.06	35.64	36.44	12.57	19.60	25.51	43.10	32.99	44.17	23.00	18.65
DIVER.MINERAL.	12	8	9	12	9	10	11	8	11	9	9	10
N.MINERAIS	12	9	14	13	12	15	14	12	14	13	15	13

TABELA 30 . (CONT.)

	189	190	191	193	194	196	197	198	199	275	276	277
ANATASIO	-	-	-	-	0.45	0.60	0.56	0.26	0.28	-	-	0.49
ANDALUZITA	7.04	2.67	2.71	7.05	3.22	1.01	1.15	0.26	1.44	5.55	1.39	3.59
AUGITA	-	-	-	1.02	-	0.60	1.15	-	1.37	-	-	-
BROOKITA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CIANITA	1.65	-	4.08	1.20	2.04	1.01	1.15	1.06	-	3.05	-	1.51
CORINDON	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EPIDOTO	33.53	30.51	20.25	31.48	34.06	23.46	49.79	47.08	37.90	22.84	22.89	22.50
ESTAUROLITA	6.67	9.07	4.76	0.77	5.47	3.88	2.13	2.95	5.24	6.91	2.89	9.41
FIBROLITA	0.72	0.66	-	1.76	2.77	0.39	-	-	0.17	1.85	1.05	1.02
GRANADA	-	0.97	1.26	0.87	0.34	0.79	1.20	1.58	0.99	2.71	2.89	4.33
HIPERSTENIO	1.36	1.14	1.75	0.16	2.51	0.19	1.20	0.98	-	1.35	2.14	0.68
HORNBLENDA	17.36	23.87	32.34	22.01	22.08	6.16	10.65	29.96	14.38	31.00	32.36	17.86
MONAZITA	-	-	-	0.41	-	-	-	-	0.48	0.60	-	1.02
PEROWSKITA	-	-	0.65	0.59	-	0.19	-	0.18	-	-	-	-
RUTILO	1.74	0.66	0.90	1.35	-	4.51	5.85	1.33	2.46	-	1.60	0.49
SILLIMANITA	-	4.03	5.29	6.39	1.38	3.67	1.15	0.65	1.26	0.60	-	3.06
TITANITA	-	-	-	0.41	-	-	-	-	-	0.60	-	-
TREMOLITA	-	-	1.34	0.51	2.46	3.07	-	0.58	0.28	0.60	0.95	0.34
TURMALINA	22.51	23.01	19.16	21.13	22.26	19.75	7.00	10.65	16.27	21.07	13.00	27.64
ZIRCAO	7.35	3.37	5.45	2.82	0.91	30.65	16.96	2.41	17.41	1.20	18.81	5.51
OUTROS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
INST/EST (I1)	1.50	1.75	2.34	1.75	1.75	0.67	2.34	2.67	1.50	1.75	1.75	1.25
ZTR	31.60	27.04	25.51	25.30	23.17	54.91	29.81	14.39	36.14	22.27	33.41	33.64
DIVER.MINERAL.	9	8	11	10	10	10	12	8	9	10	10	11
N.MINERAIS	10	11	13	17	13	16	13	14	14	14	11	15

TABELA 30 . (CONT.)

	279	280	281	282	283	321	322
ANATASIO	-	-	-	-	0.44	-	-
ANDALUZITA	1.09	3.42	4.06	6.14	7.34	4.11	4.75
AUGITA	1.09	-	-	-	-	0.39	-
BROOKITA	-	-	-	-	-	-	-
CIANITA	3.54	0.77	0.79	0.47	0.90	0.81	-
CORINDON	-	-	-	-	-	-	-
EPIDOTO	23.61	33.29	18.19	34.30	19.94	22.60	22.98
ESTAUROLITA	3.49	2.65	16.34	6.56	10.11	3.48	4.25
FIBROLITA	1.28	0.25	2.84	1.62	2.75	0.81	1.05
GRANADA	0.93	-	3.66	0.85	3.13	0.49	4.17
HIPERSTENIO	0.13	0.23	-	0.31	0.48	-	2.31
HORNBLENDA	21.29	24.58	11.23	18.97	10.76	38.56	32.20
MONAZITA	-	-	-	-	-	-	-
PEROWSKITA	0.58	-	-	-	-	-	-
RUTILO	0.93	0.99	-	-	0.44	-	-
SILLIMANITA	2.53	1.81	4.87	1.96	5.60	4.11	3.80
TITANITA	-	-	-	-	-	-	-
TREMOLITA	0.42	0.51	0.18	1.78	2.87	-	0.35
TURMALINA	34.17	26.34	37.01	22.94	34.73	24.58	23.59
ZIRCAO	4.85	4.86	0.79	4.04	0.44	-	0.50
OUTROS	-	0.23	-	-	-	-	-
		Xenotima					
INST/EST (I1)	1.20	1.75	0.80	1.50	0.80	2.34	1.75
ZTR	39.95	32.19	37.80	26.98	35.61	24.58	24.09
DIVER.MINERAL.	10	7	8	9	9	6	9
N.MINERAIS	15	13	11	12	14	10	11

TABELA 31 . % DE MINERAIS PESADOS TRANSPARENTES E NAO MICACEOS NO INTERVALO AREIA MUITO FINA
PLATAFORMA raso

	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	161
ANATASIO	0.62	-	-	-	0.62	0.35	0.46	0.55	-	0.35	0.53	-
ANDALUZITA	0.62	1.55	0.72	0.39	-	0.37	0.59	-	0.67	0.35	-	-
AUGITA	0.62	0.94	0.86	0.78	0.62	2.38	2.37	3.66	1.41	4.00	1.59	-
BROOKITA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CIANITA	1.94	1.61	3.41	3.83	0.31	0.66	1.26	-	1.56	0.70	1.59	4.22
CORINDON	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EPIDOTO	26.88	31.50	29.92	22.66	34.07	30.04	45.24	38.65	35.46	32.99	48.50	15.98
ESTAUROLITA	0.91	3.77	5.21	8.06	1.74	2.24	1.68	0.84	2.82	5.75	2.35	0.19
FIBROLITA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.53	-
GRANADA	2.52	1.93	0.26	1.52	3.91	3.04	-	4.05	3.16	1.56	1.87	1.84
HIPERSTENIO	7.77	0.65	0.60	0.63	5.29	5.82	1.10	7.28	0.33	1.77	0.81	0.41
HORNBLENDA	27.94	14.47	11.24	9.09	21.26	26.01	21.92	29.33	11.70	21.50	15.67	7.92
MONAZITA	-	0.47	0.82	0.39	-	1.98	-	-	-	0.35	-	2.09
PEROWSKITA	0.62	0.17	0.40	0.39	0.62	0.37	-	-	0.51	0.35	-	0.82
RUTILO	4.71	3.82	4.36	6.42	3.14	4.36	2.27	1.39	3.16	1.45	3.42	6.60
SILLIMANITA	0.91	-	2.30	0.78	-	0.37	2.05	0.67	0.67	0.35	0.20	0.82
TITANITA	0.91	-	-	-	0.62	-	0.59	-	0.33	-	-	-
TREMOLITA	0.19	0.29	-	-	-	-	-	-	0.69	-	0.73	0.41
TURMALINA	7.62	15.01	19.87	13.92	10.07	6.77	8.70	7.61	15.22	12.77	9.71	15.69
ZIRCAO	15.13	23.77	19.97	31.08	17.63	15.16	11.73	5.92	22.25	15.70	12.43	42.70
OUTROS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
INST/EST (I1)	1.33	1.20	1.25	0.67	1.75	2.33	2.67	3.50	1.20	1.75	2.34	0.43
ZTR	27.46	42.60	44.20	51.42	30.84	26.29	22.70	14.92	40.63	29.92	25.56	65.19
DIVER.MINERAL.	8	9	8	8	8	10	10	8	9	9	9	8
N.MINERAIS	16	14	14	14	13	15	13	11	15	15	14	13

TABELA 31 . % DE MINERAIS PESADOS TRANSPARENTES E NAO MICACEOS NO INTERVALO AREIA MUITO FINA
PLATAFORMA (cont.)

	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173
ANATASIO	0.31	0.34	0.62	0.36	0.64	0.82	0.33	0.33	1.17	-	0.48	-
ANDALUZITA	-	0.34	-	0.36	0.64	-	-	0.33	0.37	-	0.48	1.59
AUGITA	1.64	2.43	-	-	0.80	1.21	-	2.81	1.17	2.00	-	2.05
BROOKITA	0.98	-	-	-	-	-	-	-	1.17	-	-	-
CIANITA	2.34	-	0.85	1.18	3.63	1.23	0.33	1.39	-	1.48	3.41	1.09
CORINDON	-	-	-	-	0.29	-	-	-	-	-	-	-
EPIDOTO	35.97	40.36	16.14	30.73	29.65	35.65	40.14	40.67	36.45	36.46	46.68	53.59
ESTAUROLITA	3.05	0.91	4.18	5.90	5.33	3.94	3.00	4.38	2.39	9.55	2.74	1.43
FIBROLITA	-	2.09	-	-	-	0.41	-	0.33	-	-	0.48	-
GRANADA	1.53	0.67	4.72	2.09	1.18	1.59	2.83	1.85	2.08	4.71	0.45	0.25
HIPERSTENIO	-	1.58	-	0.50	0.32	2.03	2.77	0.24	3.03	-	3.44	0.31
HORNBLENDA	22.21	38.24	7.73	10.90	15.93	14.16	28.91	32.63	31.99	21.68	20.43	12.96
MONAZITA	0.64	-	3.64	-	0.29	-	-	-	-	-	-	-
PEROWSKITA	0.31	-	-	0.79	0.64	-	0.33	-	0.37	0.96	0.48	-
RUTILO	2.34	2.19	2.20	6.01	5.31	5.82	3.15	1.30	1.17	2.00	3.90	1.73
SILLIMANITA	0.98	2.31	1.97	1.58	0.64	2.06	1.44	-	0.37	1.48	-	0.61
TITANITA	-	0.34	-	-	-	-	-	0.33	0.37	-	0.48	0.15
TREMOLITA	1.04	0.56	-	1.35	0.32	0.18	-	0.33	0.79	-	-	-
TURMALINA	8.02	3.02	11.33	12.85	14.31	16.69	9.35	6.50	10.41	8.06	9.12	10.51
ZIRCAO	18.58	4.55	46.55	25.33	19.97	14.16	7.36	6.50	6.59	11.58	7.35	13.66
OUTROS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
INST/EST (I1)	2.34	4.50	0.43	1.20	1.25	1.50	4.00	4.50	2.67	2.34	4.00	2.00
ZTR	28.94	9.76	60.08	44.19	39.59	36.67	19.86	14.30	18.17	21.64	20.37	25.90
DIVER.MINERAL.	10	9	9	10	8	11	9	9	11	10	8	9
N.MINERAIS	15	15	11	14	17	14	12	15	16	11	14	13

TABELA 31 . % DE MINERAIS PESADOS TRANSPARENTES E NAO MICACEOS NO INTERVALO AREIA MUITO FINA
PLATAFORMA (cont.)

	174	175	177	178	179	180	181	182	183	185	186	187
ANATASIO	-	0.41	-	0.73	-	0.64	0.76	-	-	1.19	0.45	0.36
ANDALUZITA	-	0.41	0.87	1.50	-	-	-	-	2.11	0.79	-	0.36
AUGITA	1.40	0.41	-	0.73	-	0.55	-	0.45	0.24	0.39	1.36	0.26
BROOKITA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CIANITA	-	0.82	2.08	2.67	1.20	1.73	0.36	3.25	-	0.79	1.36	1.14
CORINDON	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EPIDOTO	35.39	32.07	20.43	28.46	13.73	53.64	50.86	35.46	20.31	30.71	35.67	38.94
ESTAUROLITA	1.27	2.18	5.24	5.21	4.95	1.34	1.94	6.98	3.54	4.19	5.58	0.91
FIBROLITA	-	-	0.41	-	-	-	0.36	0.45	0.44	1.59	-	-
GRANADA	3.07	2.60	1.32	3.07	0.28	1.21	2.55	1.15	6.54	0.95	1.92	2.16
HIPERSTENIO	3.42	2.33	1.97	1.00	0.28	0.11	1.59	0.96	-	0.15	1.89	4.32
HORNBLENDA	32.24	22.20	10.74	13.61	4.67	11.23	21.07	18.47	7.77	17.68	20.28	20.67
MONAZITA	-	0.82	0.41	-	1.20	-	-	-	3.04	-	0.90	1.40
PEROWSKITA	0.68	-	0.41	1.13	0.60	0.11	-	-	0.44	0.39	0.90	-
RUTILO	4.72	1.69	8.73	5.48	6.84	4.59	4.52	2.31	3.04	4.04	3.20	2.29
SILLIMANITA	1.40	0.41	1.32	1.50	0.60	2.44	1.15	1.60	1.37	0.95	-	1.66
TITANITA	0.93	-	-	-	-	1.75	-	-	-	-	0.90	-
TREMOLITA	-	0.49	0.75	-	-	0.64	0.83	-	0.44	0.70	1.16	0.26
TURMALINA	7.35	7.72	12.83	14.21	12.48	11.94	8.46	15.83	17.90	13.76	10.11	14.02
ZIRCAO	8.07	25.36	32.39	20.63	53.10	8.00	5.48	13.03	32.75	21.64	13.34	11.18
OUTROS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
INST/EST (I1)	4.00	1.75	1.00	1.00	0.38	2.67	4.50	1.50	0.80	1.20	1.75	1.75
ZTR	20.14	34.77	53.95	40.32	72.42	24.53	18.46	31.17	53.69	39.44	26.65	27.49
DIVER.MINERAL.	10	8	10	12	8	10	9	9	10	8	11	10
N.MINERAIS	12	15	15	14	12	15	13	12	14	16	15	15

TABELA 31 - % DE MINERAIS PESADOS TRANSPARENTES E NAO MICACEOS NO INTERVALO AREIA MUITO FINA
PLATAFORMA (cont.)

	188	189	190	191	193	194	196	198	199	273	274	275
ANATASIO	-	0.62	0.42	1.03	-	0.32	0.26	0.26	-	0.75	0.36	0.51
ANDALUZITA	-	-	0.42	0.50	1.11	1.02	0.41	0.26	-	0.37	-	-
AUGITA	-	1.09	-	0.50	0.75	-	-	-	2.75	0.37	0.89	-
BROOKITA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CIANITA	1.12	0.71	0.42	0.50	2.46	1.24	0.70	1.06	1.53	1.46	1.28	0.51
CORINDON	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EPIDOTO	40.46	49.89	38.77	42.20	45.25	42.76	35.87	47.08	35.71	41.94	59.86	47.83
ESTAUROLITA	2.87	3.10	6.67	4.05	4.30	4.58	9.17	2.95	2.19	4.08	5.16	7.74
FIBROLITA	-	0.45	-	1.03	-	0.32	0.26	-	-	-	-	-
GRANADA	1.79	-	6.58	2.28	-	2.11	2.20	1.58	1.17	3.74	1.13	3.46
HIPERSTENIO	1.12	-	0.69	1.71	0.33	0.79	0.13	0.98	-	0.81	-	0.87
HORNBLENDA	22.20	18.10	20.64	22.06	11.67	17.95	6.80	29.96	13.04	11.18	15.50	17.29
MONAZITA	-	-	-	-	1.38	-	1.40	-	-	-	-	-
PEROWSKITA	-	-	0.42	1.56	-	-	0.41	0.18	1.17	7.35	1.09	0.51
RUTILO	3.80	2.98	3.56	2.66	1.96	1.36	4.57	1.33	6.12	0.75	3.68	2.65
SILLIMANITA	0.74	0.57	-	1.56	1.74	0.19	0.55	0.65	0.61	-	2.11	0.51
TITANITA	-	0.90	1.32	-	-	0.67	0.41	-	0.71	-	-	1.05
TREMOLITA	0.74	0.45	-	0.50	1.16	0.89	0.41	0.58	0.43	1.80	-	0.21
TURMALINA	9.79	15.70	10.27	9.59	11.08	15.59	11.09	10.65	9.31	7.90	4.84	6.41
ZIRCAO	15.30	5.39	9.76	8.17	16.75	10.13	25.44	2.41	25.18	18.24	4.04	10.39
OUTROS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
INST/EST (I1)	2.67	2.34	2.34	4.00	1.75	1.75	1.25	2.67	1.50	2.34	4.00	2.34
ZTR	28.89	24.07	23.59	20.42	29.79	27.08	41.10	14.39	40.61	26.89	12.56	19.45
DIVER.MINERAL.	9	7	8	12	11	9	8	8	10	9	10	8
N.MINERAIS	11	13	13	16	13	15	17	14	13	14	12	14

TABELA 31 . % DE MINERAIS PESADOS TRANSPARENTES E NAO MICACEOS NO INTERVALO AREIA MUITO FINA
PLATAFORMA (cont.)

	276	277	278	279	280	281	282	283	321	322
ANATASIO	-	-	-	0.34	-	0.89	-	-	-	0.35
ANDALUZITA	-	-	-	0.34	0.85	0.89	1.49	1.78	0.82	2.57
AUGITA	0.65	-	0.43	0.34	1.03	-	-	0.43	0.15	-
BROOKITA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CIANITA	1.55	2.36	4.63	3.35	3.21	0.44	0.57	0.43	1.50	2.20
CORINDON	-	-	-	-	-	0.44	-	-	-	-
EPIDOTO	46.79	31.99	30.87	31.60	30.34	29.02	33.91	31.47	54.88	32.64
ESTAUROLITA	2.13	2.02	4.17	5.76	5.79	7.99	5.86	6.60	3.56	3.14
FIBROLITA	-	-	-	-	-	-	-	0.86	-	-
GRANADA	3.39	1.99	2.63	2.26	0.99	2.99	0.66	3.30	-	2.56
HIPERSTENIO	0.57	0.94	0.38	0.44	0.13	0.94	2.69	2.81	-	2.11
HORNBLENDA	17.54	24.43	9.02	15.16	9.84	23.17	14.72	9.75	7.94	24.39
MONAZITA	0.36	-	-	-	-	2.24	-	-	-	-
PEROWSKITA	0.36	-	2.29	0.73	0.13	0.44	-	0.43	-	-
RUTILO	2.31	4.35	4.63	2.98	6.63	2.69	4.16	1.30	2.68	0.71
SILLIMANITA	0.76	-	0.43	0.51	0.89	1.34	2.38	1.95	0.49	3.14
TITANITA	0.36	2.15	-	-	-	-	0.24	-	-	-
TREMOLITA	0.97	0.16	-	-	-	1.34	-	-	-	0.70
TURMALINA	7.39	5.46	14.87	21.10	23.50	1.79	15.64	12.18	21.35	19.52
ZIRCAO	14.80	24.09	25.59	15.01	16.59	23.27	17.62	26.65	6.58	5.89
OUTROS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
INST/EST (I1)	2.34	1.75	1.00	1.20	1.00	1.50	1.50	1.00	1.75	2.34
ZTR	24.50	33.90	45.09	39.09	46.72	27.75	37.42	40.13	30.61	26.12
DIVER.MINERAL.	8	9	9	8	8	10	9	10	7	10
N.MINERAIS	15	11	12	14	13	16	12	14	10	13

TABELA 32 . FREQUENCIAS DE CLASSES DE ABUNDANCIA POR MINERAL
E FREQUENCIAS DE CLASSES DE ZTR
AMOSTRAS DA FORMACAO CANANEIA. FRACAO AREIA FINA

	Freq. de ocorrenc.	Valor medio	Desvio padrao	% de ocorrencia por classe de abundancia do mineral					
				Ausente	<2.5%	2.5-5%	5-10%	10-50%	>50%
ANATASIO	10.0	-	-	90.0	10.0	-	-	-	-
ANDALUZITA	100.0	3.98	3.22	-	50.0	10.0	40.0	-	-
AUGITA	0.0	-	-	100.0	-	-	-	-	-
BROOKITA	0.0	-	-	100.0	-	-	-	-	-
CIANITA	80.0	2.37	1.60	20.0	50.0	20.0	10.0	-	-
CORINDON	0.0	-	-	100.0	-	-	-	-	-
EPIDOTO	90.0	6.73	3.19	10.0	-	40.0	20.0	30.0	-
ESTAUROLITA	100.0	10.11	6.15	-	-	20.0	40.0	40.0	-
FIBROLITA	40.0	1.40	0.71	60.0	40.0	-	-	-	-
GRANADA	80.0	1.24	0.61	20.0	80.0	-	-	-	-
HIPERSTENIO	60.0	1.26	0.63	40.0	60.0	-	-	-	-
HORNBLENDA	80.0	6.01	3.36	20.0	20.0	20.0	30.0	10.0	-
MONAZITA	20.0	2.81	0.93	80.0	10.0	10.0	-	-	-
PEROWSKITA	10.0	-	-	90.0	10.0	-	-	-	-
RUTILO	70.0	1.27	0.83	30.0	60.0	10.0	-	-	-
SILLIMANITA	90.0	2.18	1.12	10.0	60.0	30.0	-	-	-
TITANITA	0.0	-	-	100.0	-	-	-	-	-
TREMOLITA	40.0	1.09	0.80	60.0	40.0	-	-	-	-
TURMALINA	100.0	47.86	9.10	-	-	-	60.0	40.0	-
ZIRCAO	100.0	18.90	12.52	-	-	30.0	70.0	-	-
				0-10%	10-40%	40-60%	60-90%	90-100%	
ZTR		67.66	7.67	-	-	20.0	80.0	-	

Classe de abundancia
(Giannini, 1987,
modificado de
Coimbra, 1983)

<2.5% - Muito raro
2.5-5% - Raro
5-10% - Comum
10-50% - Abundante
>50% - Superabundante

Indice ZTR (Coimbra, 1976)

0-10% - Superabundancia de minerais instaveis
10-40% - Abundancia de minerais instaveis
40-60% - Frequencias iguais
60-90% - Abundancia de minerais estaveis
90-100% - Superabundancia de minerais estaveis

TABELA 33 . FREQUENCIAS DE CLASSES DE ABUNDANCIA POR MINERAL
E FREQUENCIAS DE CLASSES DE ZTR
AMOSTRAS DA FORMACAO CANANEIA. FRACAO AREIA MUITO FINA

	Freq. de ocorrenc.	Valor medio	Desvio padrao	% de ocorrencia por classe de abundancia do mineral					
				Ausente	<2.5%	2.5-5%	5-10%	10-50%	>50%
ANATASIO	62.5	0.92	0.41	37.5	62.5	-	-	-	-
ANDALUZITA	81.2	2.44	1.92	18.8	50.0	21.9	9.4	-	-
AUGITA	0.0	-	-	100.0	-	-	-	-	-
BROOKITA	3.1	-	-	96.9	3.1	-	-	-	-
CIANITA	100.0	4.94	3.12	-	28.1	34.4	28.1	9.4	-
CORINDON	0.0	-	-	100.0	-	-	-	-	-
EPIDOTO	93.8	16.10	13.01	6.3	15.6	6.3	15.6	56.2	-
ESTAUROLITA	100.0	8.76	3.09	-	-	9.4	62.5	28.1	-
FIBROLITA	6.3	0.54	0.09	93.7	6.3	-	-	-	-
GRANADA	68.6	0.93	0.42	31.4	68.6	-	-	-	-
HIPERSTENIO	59.4	0.89	0.51	40.6	59.4	-	-	-	-
HORNBLENDA	81.3	5.72	5.25	18.7	15.6	21.9	31.3	12.5	-
MONAZITA	25.0	0.99	0.63	75.0	25.0	-	-	-	-
PEROWSKITA	59.4	1.34	1.15	40.6	56.3	-	3.1	-	-
RUTILO	96.9	7.58	3.52	3.1	9.4	15.6	53.1	18.8	-
SILLIMANITA	87.5	2.18	1.62	12.5	65.6	12.5	9.4	-	-
TITANITA	12.5	0.49	0.12	87.5	12.5	-	-	-	-
TREMOLITA	56.3	1.37	1.08	43.7	50.0	6.3	-	-	-
TURMALINA	100.0	23.89	9.82	-	3.1	-	9.4	87.5	-
ZIRCAO	100.0	27.69	19.44	-	6.3	3.1	15.6	62.5	12.5
XENOTIMA	6.30	0.47	0.11	93.70	6.30	-	-	-	-
				0-10%	10-40%	40-60%	60-90%	90-100%	
	ZTR	58.93	17.72	-	12.5	37.5	50.0	-	

Classe de abundancia (Giannini, 1987, modificado de Coimbra, 1983)

<2.5% - Muito raro
2.5-5% - Raro
5-10% - Comum
10-50% - Abundante
>50% - Superabundante

Indice ZTR (Coimbra, 1976)

0-10% - Superabundancia de minerais instaveis
10-40% - Abundancia de minerais instaveis
40-60% - Frequencias iguais
60-90% - Abundancia de minerais estaveis
90-100% - Superabundancia de minerais estaveis

TABELA 34 . FREQUENCIAS DE CLASSES DE ABUNDANCIA POR MINERAL
E FREQUENCIAS DE CLASSES DE ZTR
AMOSTRAS DOS CORDOES LITORANEOS. FRACAO AREIA FINA

	Freq. de ocorrenc.	Valor medio	Desvio padrao	% de ocorrencia por classe de abundancia do mineral					
				Ausente	<2.5%	2.5-5%	5-10%	10-50%	>50%
ANATASIO	20.0	0.59	0.47	80.0	20.0	-	-	-	-
ANDALUZITA	90.0	0.98	0.59	10.0	90.0	-	-	-	-
AUGITA	0.0	-	-	100.0	-	-	-	-	-
BROOKITA	0.0	-	-	100.0	-	-	-	-	-
CIANITA	100.0	2.85	1.02	-	40.0	60.0	-	-	-
CORINDON	0.0	-	-	100.0	-	-	-	-	-
EPIDOTO	100.0	16.66	4.14	-	-	-	10.0	90.0	-
ESTAUROLITA	100.0	8.51	3.54	-	-	20.0	50.0	30.0	-
FIBROLITA	40.0	1.18	0.63	60.0	40.0	-	-	-	-
GRANADA	70.0	1.25	0.68	30.0	70.0	-	-	-	-
HIPERSTENIO	-	-	-	-	-	-	-	-	-
HORNBLENDA	100.0	19.76	3.91	-	-	-	-	100.0	-
MONAZITA	20.0	0.31	0.23	80.0	20.0	-	-	-	-
PEROWSKITA	40.0	0.73	0.44	60.0	40.0	-	-	-	-
RUTILO	50.0	0.82	0.49	50.0	50.0	-	-	-	-
SILLIMANITA	80.0	5.75	1.94	20.0	10.0	20.0	50.0	-	-
TITANITA	50.0	0.97	0.69	50.0	50.0	-	-	-	-
TREMOLITA	30.0	0.38	0.11	70.0	30.0	-	-	-	-
TURMALINA	100.0	39.63	2.83	-	-	-	-	100.0	-
ZIRCAO	100.0	4.33	1.06	-	-	60.0	40.0	-	12.5
XENOTIMA	0.00	-	-	100.00	-	-	-	-	-

			0-10%	10-40%	40-60%	60-90%	90-100%
ZTR	44.43	3.33	-	10.0	90.0	-	-

Classe de abundancia (Giannini, 1987, modificado de Coimbra, 1983)

<2.5% - Muito raro
2.5-5% - Raro
5-10% - Comum
10-50% - Abundante
>50% - Superabundante

Indice ZTR (Coimbra, 1976)

0-10% - Superabundancia de minerais instaveis
10-40% - Abundancia de minerais instaveis
40-60% - Frequencias iguais
60-90% - Abundancia de minerais estaveis
90-100% - Superabundancia de minerais estaveis

TABELA 35 . FREQUENCIAS DE CLASSES DE ABUNDANCIA POR MINERAL
E FREQUENCIAS DE CLASSES DE ZTR
AMOSTRAS DOS CORDOES LITORANEOS. FRACAO AREIA MUITO FINA

	Freq. de ocorrenc.	Valor medio	Desvio padrao	% de ocorrencia por classe de abundancia do mineral					
				Ausente	<2.5%	2.5-5%	5-10%	10-50%	>50%
ANATASIO	10.0	-	-	90.0	10.0	-	-	-	-
ANDALUZITA	80.0	2.44	1.29	20.0	30.0	50.0	-	-	-
AUGITA	0.0	-	-	100.0	-	-	-	-	-
BROOKITA	0.0	-	-	100.0	-	-	-	-	-
CIANITA	80.0	3.92	1.00	20.0	10.0	60.0	10.0	-	-
CORINDON	0.0	-	-	100.0	-	-	-	-	-
EPIDOTO	100.0	19.61	2.02	-	-	-	-	100.0	-
ESTAUROLITA	100.0	10.44	1.67	-	-	-	40.0	60.0	-
FIBROLITA	100.0	-	-	90.0	10.0	-	-	-	-
GRANADA	80.0	2.54	0.62	20.0	30.0	50.0	-	-	-
HIPERSTENIO	0.0	-	-	100.0	-	-	-	-	-
HORNBLENDA	100.0	9.46	1.65	-	-	-	70.0	30.0	-
MONAZITA	0.0	-	-	100.0	-	-	-	-	-
PEROWSKITA	10.0	-	-	90.0	10.0	-	-	-	-
RUTILO	100.0	9.37	2.76	-	-	-	50.0	50.0	-
SILLIMANITA	100.0	5.51	1.93	-	-	40.0	60.0	-	-
TITANITA	0.0	-	-	100.0	-	-	-	-	-
TREMOLITA	0.0	-	-	100.0	-	-	-	-	-
TURMALINA	100.0	13.25	4.39	-	-	-	10.0	90.0	-
ZIRCAO	100.0	24.96	2.50	-	-	-	-	100.0	-
XENOTIMA	10.00	-	-	90.00	10.00	-	-	-	-
				0-10%	10-40%	40-60%	60-90%	90-100%	
	ZTR	47.58	1.41	-	-	100.0	-	-	

Classe de abundancia (Giannini, 1987, modificado de Coimbra, 1983)

(2.5% - Muito raro
2.5-5% - Raro
5-10% - Comum
10-50% - Abundante
>50% - Superabundante

Indice ZTR (Coimbra, 1976)

0-10% - Superabundancia de minerais instaveis
10-40% - Abundancia de minerais instaveis
40-60% - Frequencias iguais
60-90% - Abundancia de minerais estaveis
90-100% - Superabundancia de minerais estaveis

TABELA 36 . FREQUENCIAS DE CLASSES DE ABUNDANCIA POR MINERAL
E FREQUENCIAS DE CLASSES DE ZTR
AMOSTRAS DA FAIXA INTERMARES. FRACAO AREIA FINA

	Freq. de ocorrenc.	Valor medio	Desvio padrao	% de ocorrencia por classe de abundancia do mineral					
				Ausente	(2.5%	2.5-5%	5-10%	10-50%	)50%
ANATASIO	20.0	1.48	1.24	80.0	20.0	-	-	-	-
ANDALUZITA	90.0	4.08	1.38	10.0	-	70.0	20.0	-	-
AUGITA	10.0	-	-	90.0	10.0	-	-	-	-
BROOKITA	10.0	-	-	90.0	10.0	-	-	-	-
CIANITA.	90.0	2.58	0.88	10.0	60.0	30.0	-	-	-
CORINDON	0.0	-	-	100.0	-	-	-	-	-
EPIDOTO	100.0	24.04	13.25	-	-	-	10.0	90.0	-
ESTAUROLITA	100.0	9.39	3.44	-	10.0	-	30.0	60.0	-
FIBROLITA	10.0	-	-	90.0	10.0	-	-	-	-
GRANADA	60.0	2.07	0.98	40.0	50.0	10.0	-	-	-
HIPERSTENIO	10.0	-	-	90.0	10.0	-	-	-	-
HORNBLENDA	100.0	11.62	6.87	-	10.0	20.0	-	70.0	-
MONAZITA	20.0	1.51	1.29	80.0	-	-	-	-	-
PEROWSKITA	10.0	-	-	90.0	10.0	-	-	-	-
RUTILO	50.0	1.81	0.69	50.0	40.0	10.0	-	-	-
SILLIMANITA	100.0	2.77	0.96	-	50.0	50.0	-	-	-
TITANITA	50.0	1.91	0.99	50.0	30.0	20.0	-	-	-
TREMOLITA	0.0	-	-	100.0	-	-	-	-	-
TURMALINA	100.0	27.23	10.76	-	-	-	-	100.0	-
ZIRCAO	100.0	14.47	7.59	-	-	10.0	20.0	70.0	-
XENOTIMA	0.00	-	-	100.00	-	-	-	-	-
				0-10%	10-40%	40-60%	60-90%	90-100%	
	ZTR	42.56	17.14	-	40.0	40.0	20.0	-	

Classe de abundancia (Giannini, 1987, modificado de Coimbra, 1983)

(2.5% - Muito raro
2.5-5% - Raro
5-10% - Comum
10-50% - Abundante
)50% - Superabundante

Indice ZTR (Coimbra, 1976)

0-10% - Superabundancia de minerais instaveis
10-40% - Abundancia de minerais instaveis
40-60% - Frequencias iguais
60-90% - Abundancia de minerais estaveis
90-100% - Superabundancia de minerais estaveis

TABELA 37 . FREQUENCIAS DE CLASSES DE ABUNDANCIA POR MINERAL
E FREQUENCIAS DE CLASSES DE ZTR
AMOSTRAS DA FAIXA INTERMARES. FRACAO AREIA MUITO FINA

	Freq. de ocorrenc.	Valor medio	Desvio padrao	% de ocorrencia por classe de abundancia do mineral					
				Ausente	<2.5%	2.5-5%	5-10%	10-50%	>50%
ANATASIO	0.0	-	-	100.0	-	-	-	-	-
ANDALUZITA	80.0	2.29	0.88	20.0	50.0	30.0	-	-	-
AUGITA	0.0	-	-	100.0	-	-	-	-	-
BROOKITA	0.0	-	-	100.0	-	-	-	-	-
CIANITA	60.0	3.42	2.02	40.0	20.0	20.0	20.0	-	-
CORINDON	0.0	-	-	100.0	-	-	-	-	-
EPIDOTO	100.0	28.29	7.01	-	-	-	-	100.0	-
ESTAUROLITA	100.0	6.18	1.30	-	-	10.0	90.0	-	-
FIBROLITA	0.0	-	-	100.0	-	-	-	-	-
GRANADA	60.0	1.75	0.63	40.0	50.0	10.0	-	-	-
HIPERSTENIO	10.0	-	-	90.0	10.0	-	-	-	-
HORNBLENDA	90.0	3.77	1.17	10.0	20.0	70.0	-	-	-
MONAZITA	20.0	0.95	0.21	80.0	20.0	-	-	-	-
PEROWSKITA	20.0	1.18	0.60	80.0	20.0	-	-	-	-
RUTILO	100.0	6.23	2.03	-	-	40.0	60.0	-	-
SILLIMANITA	100.0	3.22	1.90	-	40.0	30.0	30.0	-	-
TITANITA	0.0	-	-	100.0	-	-	-	-	-
TREMOLITA	0.0	-	-	100.0	-	-	-	-	-
TURMALINA	100.0	15.85	1.48	-	-	-	-	100.0	-
ZIRCAO	100.0	31.40	7.48	-	-	-	-	100.0	-
XENOTIMA	0.00	-	-	100.00	-	-	-	-	-
				0-10%	10-40%	40-60%	60-90%	90-100%	
	ZTR	53.48	7.15	-	-	80.0	20.0	-	

Classe de abundancia (Giannini, 1987, modificado de Coimbra, 1983)

<2.5% - Muito raro
2.5-5% - Raro
5-10% - Comum
10-50% - Abundante
>50% - Superabundante

Indice ZTR (Coimbra, 1976)

0-10% - Superabundancia de minerais instaveis
10-40% - Abundancia de minerais instaveis
40-60% - Frequencias iguais
60-90% - Abundancia de minerais estaveis
90-100% - Superabundancia de minerais estaveis

TABELA 38 . FREQUENCIAS DE CLASSES DE ABUNDANCIA POR MINERAL
E FREQUENCIAS DE CLASSES DE ZTR
AMOSTRAS DA ZONA DE ARREBENTACAO. FRACAO AREIA FINA

	Freq. de ocorrenc.	Valor medio	Desvio padrao	% de ocorrencia por classe de abundancia do mineral					
				Ausente	<2.5%	2.5-5%	5-10%	10-50%	>50%
ANATASIO	12.5	0.82	0.57	87.5	12.5	-	-	-	-
ANDALUZITA	87.5	3.37	2.35	12.5	37.5	25.0	25.0	-	-
AUGITA	12.5	0.55	0.32	87.5	12.5	-	-	-	-
BROOKITA	-	-	-	100.0	-	-	-	-	-
CIANITA	83.3	2.19	1.55	16.7	45.8	33.3	4.2	-	-
CORINDON	4.2	0.69	-	95.8	4.2	-	-	-	-
EPIDOTO	100.0	26.02	7.07	-	-	-	-	100.0	-
ESTAUROLITA	100.0	5.73	3.61	-	20.8	33.3	33.3	12.5	-
FIBROLITA	70.8	2.56	1.64	29.2	41.7	25.0	4.2	-	-
GRANADA	91.7	1.70	0.91	8.3	70.8	20.8	-	-	-
HIPERSTENIO	75.0	0.88	0.77	25.0	70.8	4.2	-	-	-
HORNBLENDA	100.0	17.61	11.13	-	-	-	12.5	87.5	-
MONAZITA	16.7	0.70	0.35	83.3	16.7	-	-	-	-
PEROWSKITA	20.8	0.90	0.69	79.2	20.8	-	-	-	-
RUTILO	87.5	2.53	2.08	12.5	50.0	25.0	12.5	-	-
SILLIMANITA	95.8	3.96	2.58	4.2	33.3	37.5	20.8	4.2	-
TITANITA	20.8	0.47	0.19	79.2	20.8	-	-	-	-
TREMOLITA	58.3	1.16	0.71	41.7	54.2	4.2	-	-	-
TURMALINA	100.0	19.67	8.22	-	-	4.2	8.3	87.5	-
ZIRCAO	100.0	14.45	13.94	-	16.7	16.7	20.8	45.8	-
				0-10%	10-40%	40-60%	60-90%	90-100%	
	ZTR	36.23	12.23	4.2	62.5	29.2	4.2	-	

Classe de abundancia
(Giannini, 1987,
modificado de
Coimbra, 1983)

<2.5% - Muito raro
2.5-5% - Raro
5-10% - Comum
10-50% - Abundante
>50% - Superabundante

Indice ZTR (Coimbra, 1976)

0-10% - Superabundancia de minerais instaveis
10-40% - Abundancia de minerais instaveis
40-60% - Frequencias iguais
60-90% - Abundancia de minerais estaveis
90-100% - Superabundancia de minerais estaveis

TABELA 39 . FREQUENCIAS DE CLASSES DE ABUNDANCIA POR MINERAL
E FREQUENCIAS DE CLASSES DE ZTR
AMOSTRAS DA ZONA DE ARREBENTACAO. FRACAO AREIA MUITO FINA

	Freq. de ocorrenc.	Valor medio	Desvio padrao	% de ocorrencia por classe de abundancia do mineral					
				Ausente	<2.5%	2.5-5%	5-10%	10-50%	>50%
ANATASIO	57.7	0.88	0.47	46.3	53.7	-	-	-	-
ANDALUZITA	73.1	1.03	0.54	26.9	71.6	1.5	-	-	-
AUGITA	14.9	0.63	0.30	85.1	14.9	-	-	-	-
BROOKITA	3.0	0.31	0.10	97.0	3.0	-	-	-	-
CIANITA	92.5	1.93	1.12	7.5	65.7	25.4	1.5	-	-
DUMORTIERITA	1.5	0.32	-	98.5	-	-	-	-	-
EPIDOTO	100.0	40.61	9.40	-	-	-	-	82.1	17.9
ESTAUROLITA	100.0	3.90	1.92	-	23.9	49.2	26.9	-	-
FIBROLITA	31.3	0.60	0.38	68.7	31.3	-	-	-	-
GRANADA	98.5	2.25	1.19	1.5	53.7	43.3	1.5	-	-
HIPERSTENIO	80.6	1.11	0.94	19.4	71.6	9.0	-	-	-
HORNBLENDA	100.0	16.79	8.53	-	-	3.0	17.9	79.1	-
MONAZITA	17.9	0.80	0.49	82.1	17.9	-	-	-	-
PEROWSKITA	74.6	0.89	0.62	25.4	73.1	1.5	-	-	-
RUTILO	98.5	5.55	2.79	1.5	14.9	35.8	43.3	4.5	-
SILLIMANITA	94.0	1.76	1.02	6.0	74.6	19.4	-	-	-
TITANITA	11.9	0.52	0.21	88.1	11.9	-	-	-	-
TREMOLITA	53.7	0.80	0.60	46.3	52.2	1.5	-	-	-
TURMALINA	98.5	16.67	3.62	1.5	-	1.5	34.3	62.7	-
ZIRCAO	100.0	12.18	8.66	-	13.4	13.4	19.4	53.7	1.7
				0-10%	10-40%	40-60%	60-90%	90-100%	
	ZTR	29.23	11.68	1.5	83.6	14.9	-	-	

Classe de abundancia
(Giannini, 1987,
modificado de
Coimbra, 1983)

<2.5% - Muito raro
2.5-5% - Raro
5-10% - Comum
10-50% - Abundante
>50% - Superabundante

Indice ZTR (Coimbra, 1976)

0-10% - Superabundancia de minerais instaveis
10-40% - Abundancia de minerais instaveis
40-60% - Frequencias iguais
60-90% - Abundancia de minerais estaveis
90-100% - Superabundancia de minerais estaveis

TABELA 40 . FREQUENCIAS DE CLASSES DE ABUNDANCIA POR MINERAL
E FREQUENCIAS DE CLASSES DE ZTR
AMOSTRAS DA PLATAFORMA. FRACAO AREIA FINA.

	Freq. de ocorrenc.	Valor medio	Desvio padrao	% de ocorrencia por classe de abundancia do mineral					
				Ausente	<2.5%	2.5-5%	5-10%	10-50%	>50%
ANATASIO	25.5	0.63	0.46	74.5	25.5	-	-	-	-
ANDALUZITA	100.0	3.52	2.01	-	30.9	47.3	21.8	-	-
AUGITA	34.5	0.81	0.45	65.5	34.5	-	-	-	-
BROOKITA	1.8	0.40	-	98.2	1.8	-	-	-	-
CIANITA	80.0	1.94	1.21	20.0	56.4	23.6	-	-	-
CORINDÔN	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EPIDOTO	100.0	27.23	6.72	-	-	-	-	100.0	-
ESTAUROLITA	100.0	5.17	3.12	-	14.5	47.3	29.1	9.1	-
FIBROLITA	69.1	1.39	1.26	30.9	58.2	9.1	1.8	-	-
GRANADA	94.5	1.81	1.32	5.5	72.7	20.0	1.8	-	-
HIPERSTENIO	85.5	1.29	0.93	14.5	74.6	10.9	-	-	-
HORNBLENDA	100.0	23.98	10.63	-	-	-	5.5	92.7	1.8
MONAZITA	23.6	0.85	0.77	76.4	21.8	1.8	-	-	-
PEROWSKITA	21.8	0.69	0.49	78.2	21.8	-	-	-	-
RUTILO	76.4	1.62	1.34	23.6	60.0	14.6	1.8	-	-
SILLIMANITA	94.5	2.81	1.70	5.5	45.5	38.2	10.9	-	-
TITANITA	10.9	0.66	0.56	89.1	10.9	-	-	-	-
TREMOLITA	85.5	1.03	0.82	14.5	80.0	5.5	-	-	-
TURMALINA	100.0	19.91	6.88	-	-	-	7.3	92.7	-
XENOTIMA	1.80	0.23	-	98.20	1.80	-	-	-	-
ZIRCAO	98.2	9.31	8.00	1.8	14.5	21.8	29.1	32.7	-
				0-10%	10-40%	40-60%	60-90%	90-100%	
ZTR		32.14	13.16	1.7	67.2	25.9	5.2	-	

Classe de abundancia
(Giannini, 1987,
modificado de
Coimbra, 1983)

<2.5% - Muito raro
2.5-5% - Raro
5-10% - Comum
10-50% - Abundante
>50% - Superabundante

Indice ZTR (Coimbra, 1976)

0-10% - Superabundancia de minerais instaveis
10-40% - Abundancia de minerais instaveis
40-60% - Frequencias iguais
60-90% - Abundancia de minerais estaveis
90-100% - Superabundancia de minerais estaveis

TABELA 41 . FREQUENCIAS DE CLASSES DE ABUNDANCIA POR MINERAL
E FREQUENCIAS DE CLASSES DE ZTR
AMOSTRAS DA PLATAFORMA. FRACAO AREIA MUITO FINA

	Freq. de ocorrenc.	Valor medio	Desvio padrao	% de ocorrencia por classe de abundancia do mineral					
				Ausente	<2.5%	2.5-5%	5-10%	10-50%	>50%
ANATASIO	62.1	0.54	0.24	37.9	62.1	-	-	-	-
ANDALUZITA	60.3	0.81	0.57	39.7	58.6	1.7	-	-	-
AUGITA	69.0	1.21	0.95	31.0	62.1	6.9	-	-	-
BROOKITA	3.4	1.08	0.13	96.6	3.4	-	-	-	-
CIANITA	91.4	1.63	1.10	8.6	74.1	17.2	-	-	-
CORINDON	3.4	0.37	0.11	96.6	3.4	-	-	-	-
EPIDOTO	100.0	36.40	9.81	-	-	-	-	91.4	8.6
ESTAUROLITA	100.0	3.96	2.20	-	31.0	36.2	32.8	-	-
FIBROLITA	25.9	0.67	0.52	74.1	25.9	-	-	-	-
GRANADA	93.1	2.28	1.37	6.9	56.9	34.5	1.7	-	-
HIPERSTENIO	86.2	1.66	1.79	13.8	67.2	12.1	6.9	-	-
HORNBLENDA	100.0	17.90	7.61	-	1.7	15.5	82.8	-	-
MONAZITA	32.8	1.25	0.96	67.2	29.3	3.5	-	-	-
PEROWSKITA	65.5	0.79	1.17	34.5	63.8	-	1.7	-	-
RUTILO	100.0	3.45	1.77	-	34.5	48.3	17.2	-	-
SILLIMANITA	86.2	1.16	0.71	13.8	86.2	-	-	-	-
TITANITA	36.2	0.74	0.51	63.8	36.2	-	-	-	-
TREMOLITA	58.6	0.66	0.38	41.4	58.6	-	-	-	-
TURMALINA	100.0	11.63	4.56	-	1.7	3.5	34.5	60.3	-
ZIRCAO	100.0	17.03	10.50	-	1.7	3.5	22.4	70.7	1.7
				0-10%	10-40%	40-60%	60-90%	90-100%	
ZTR		32.14	13.16	1.7	67.2	25.9	5.2	-	

Classe de abundancia (Giannini, 1987, modificado de Coimbra, 1983)

<2.5% - Muito raro
2.5-5% - Raro
5-10% - Comum
10-50% - Abundante
>50% - Superabundante

Indice ZTR (Coimbra, 1976)

0-10% - Superabundancia de minerais instaveis
10-40% - Abundancia de minerais instaveis
40-60% - Frequencias iguais
60-90% - Abundancia de minerais estaveis
90-100% - Superabundancia de minerais estaveis

TABELA 44 . DIRECAO E ALTURA DOS SISTEMAS DE ONDA OBSERVADOS A BORDO DO N.Oc. "Prof.W.Besnard" DURANTE A EXECUCAO DAS ESTACOES DE CORRENTOMETRIA - OUTUBRO 1984

Tempo (30')	PARANAGUA Periodo (s)	PARANAGUA Altura (m)	PARANAGUA Direcao	CANANEIA Periodo (s)	CANANEIA Altura (m)	CANANEIA Direcao	IGUAPE Periodo (s)	IGUAPE Altura (m)	IGUAPE Direcao
0	7.1	1.0	165	8.0	1.0	175	4.8	1.0	75
1	6.3	1.0	165	7.1	1.0	165	4.3	1.0	75
2	6.3	1.0	165	5.5	1.5	175	5.5	1.0	95
3	7.1	0.5	205	5.0	1.5	185	4.8	1.0	65
4	9.2	0.5	155	5.5	1.5	185	4.8	1.0	75
5	8.0	0.5	185	7.1	1.5	205	5.2	1.0	75
6	8.6	0.5	185	6.0	1.5	205	5.0	1.0	75
7	9.2	0.5	185	5.0	1.5	205	5.2	1.0	85
8	7.5	0.5	205	5.5	1.5	225	4.6	1.0	85
9	6.3	0.5	205	5.0	1.5	225	5.0	1.0	75
10	12.0	<0.5	195	7.5	1.0	205	4.4	1.0	95
11	12.0	1.0	200	6.6	0.5	205	4.8	1.0	75
12	20.0	0.5	185	17.1	<0.5	205	5.2	1.0	95
13	15.0	0.5	185	0.0	0.0	0	5.5	1.0	85
14	13.3	<0.5	155	0.0	0.0	0	5.2	1.0	75
15	6.0	1.0	175	0.0	0.0	0	7.5	1.0	75
16	8.6	0.5	195	8.6	0.5	75	7.1	1.0	85
17	10.0	<0.5	200	9.2	1.0	85	6.3	1.0	75
18	10.9	<0.5	225	13.3	0.5	95	5.5	1.5	115
19	13.3	<0.5	225	8.6	0.5	105	6.3	1.5	75
20	10.0	<0.5	245	0.0	0.0	0	5.2	1.5	85
21	8.6	<0.5	235	0.0	0.0	0	5.7	1.5	75
22	9.2	<0.5	230	7.5	1.0	165	5.7	2.0	75
23	7.1	<0.5	200	4.8	1.0	165	5.0	2.0	75
24	6.3	0.5	205	5.0	1.0	165	6.3	2.0	85
25	10.9	0.5	235	5.5	1.0	175	6.3	2.0	85
26	7.5	0.5	185	4.4	1.0	165	5.2	2.0	65
27	8.0	1.0	185	4.8	1.0	165	5.5	2.0	75
28	7.1	1.0	155	4.8	1.0	155	5.7	2.0	85
29	8.6	1.0	125	5.7	1.0	155	5.7	2.0	105
30	8.6	1.0	115	4.8	1.0	165	6.3	2.0	95
31	9.2	<0.5	135	5.2	1.0	165	6.0	1.5	75
32	0.0	<0.5	0	6.3	1.0	175	6.0	2.0	65
33	0.0	<0.5	25	4.8	1.0	195	5.7	2.0	65
34	7.5	1.0	105	6.3	1.5	205	5.7	1.0	55
35	7.1	1.0	105	5.7	1.5	205	6.0	1.0	75
36	7.1	<0.5	85	6.3	1.5	195	5.2	1.0	75
37	7.1	<0.5	85	6.3	1.5	195	5.5	1.0	85
38	7.1	<0.5	75	6.3	1.5	185	6.0	1.0	85
39	7.1	<0.5	75	6.3	1.5	185	5.2	1.0	75
40	6.3	<0.5	75	0.0	0.0	0	4.8	1.0	85
41	10.0	<0.5	70	6.6	1.0	165	5.2	1.0	75
42	10.0	<0.5	75	6.0	1.0	165	5.5	1.0	85
43	8.6	<0.5	70	7.5	1.0	135	5.7	1.0	75
44	10.0	<0.5	65	8.6	1.0	165	6.3	1.0	75
45	10.9	<0.5	65	7.5	1.0	175	7.1	1.5	95
46	13.3	<0.5	0	7.5	1.5	155	6.0	1.5	65
47	0.0	0.0	0	6.6	1.5	155	7.5	1.0	65
48	0.0	0.0	0	6.0	1.5	140	0.0	0.0	0
Media	9.1+-2.7			6.7+-2.3			5.6+-0.7		

TABELA 45 . PROFUNDIDADES MAXIMAS DA ACAO EFETIVA DE ONDAS NA MOBILIZACAO DOS SEDIMENTOS DE FUNDO A PARTIR DAS OBSERVACOES DE ONDAS REALIZADAS A BORDO DO N.Oc. "Prof.W.Besnard" - 1984

Tempo	Paranagua d=0.512mm Prof. (m)	Cananeia d=0.170mm Prof. (m)	Iguape d=0.126mm Prof. (m)
0	17	23	14
1	12	20	10
2	12	21	18
3	6	21	14
4	7	21	14
5	7	26	14
6	7	21	14
7	7	16	14
8	7	21	14
9	6	16	14
10	7	23	10
11	20	11	14
12	7	12	14
13	7	0	18
14	7	0	14
15	12	0	25
16	7	13	22
17	7	26	18
18	7	13	22
19	7	13	22
20	7	0	17
21	7	0	22
22	7	23	24
23	7	13	18
24	6	13	24
25	7	21	24
26	7	10	18
27	16	13	24
28	14	13	24
29	17	17	24
30	17	13	24
31	6	13	22
32	0	17	24
33	0	13	24
34	16	21	18
35	16	21	18
36	7	21	14
37	7	21	18
38	7	21	18
39	7	21	14
40	6	0	14
41	7	20	14
42	7	21	18
43	7	23	18
44	7	26	18
45	7	23	26
46	7	26	22
47	0	20	25
48	0	21	0

TABELA 46 - PROFUNDIDADES MAXIMAS DA ACAO EFETIVA DAS ONDAS NA MOBILIZACAO DE SEDIMENTOS DE FUNDO A PARTIR DOS PERIODOS E ALTURAS DE ONDAS OBTIDOS PELO CTH(1973)

Diametro	0,512 mm			0,170 mm			0,126 mm		
Altura da Onda	0,5 m	1,0 m	2,0 m	0,5 m	1,0 m	2,0 m	0,5 m	1,0 m	2,0 m
Periodo(s)									
3	3.2	4.9	6.5	4.8	6.4	7.9	5.0	6.6	8.2
9	6.8	17.3	31.7	13.0	26.3	41.2	14.5	28.4	43.3
20	6.5	23.2	66.5	11.2	37.1	91.9	13.5	43.1	101.7

TABELA 47 . DADOS DE DIRECAO E VELOCIDADE DE CORRENTES
ESTACAO FIXA DE PARANAGUA
(VALORES NAO DECLINADOS)

	MEIA-AGUA		FUNDO			MEIA-AGUA		FUNDO	
T	DIR( )	V(cm/s)	DIR( )	V(cm/s)	T	DIR( )	V(cm/s)	DIR( )	V(cm/s)
0	247.5	10	157.5	7	40	135.0	16	112.5	9
1	247.5	10	180.0	7	41	112.5	15	90.0	8
2	225.0	9	157.5	7	42	135.0	14	112.5	8
3	225.0	13	90.0	6	43	135.0	15	90.0	7
4	225.0	12	157.5	7	44	135.0	15	112.5	7
5	202.5	12	157.5	6	45	135.0	15	112.5	7
6	202.5	12	157.5	7	46	135.0	15	112.5	7
7	202.5	14	135.0	6	47	157.5	15	112.5	9
8	202.5	14	157.5	8	48	157.5	15	90.0	7
9	202.5	15	157.5	8	49	157.5	16	90.0	9
10	180.0	15	90.0	6	50	157.5	17	90.0	9
11	180.0	15	157.5	5	51	157.5	18	90.0	9
12	202.5	14	67.5	5	52	157.5	18	90.0	7
13	202.5	16	67.5	4	53	157.5	17	90.0	6
14	202.5	15	67.5	6	54	157.5	20	90.0	6
15	202.5	15	67.5	6	55	157.5	22	67.5	6
16	202.5	15	90.0	6	56	157.5	23	67.5	6
17	202.5	14	67.5	6	57	157.5	23	67.5	5
18	202.5	13	67.5	6	58	157.5	23	67.5	6
19	202.5	12	67.5	6	59	135.0	24	67.5	5
20	202.5	13	67.5	7	60	135.0	24	67.5	6
21	225.0	11	90.0	6	61	135.0	24	45.0	6
22	225.0	13	90.0	6	62	157.5	24	45.0	6
23	247.5	10	67.5	6	63	135.0	21	45.0	5
24	202.5	12	67.5	6	64	135.0	19	22.5	5
25	270.0	10	67.5	7	65	135.0	18	45.0	4
26	292.5	11	67.5	6	66	135.0	17	45.0	4
27	360.0	12	67.5	6	67	135.0	16	22.5	4
28	360.0	12	90.0	8	68	135.0	17	45.0	4
29	360.0	12	67.5	8	69	157.5	16	67.5	3
30	360.0	12	67.5	7	70	135.0	15	67.5	4
31	360.0	12	90.0	7	71	112.5	15	67.5	4
32	22.5	13	90.0	7	72	90.0	15	67.5	6
33	360.0	12	90.0	7	73	90.0	14	67.5	3
34	22.5	11	90.0	7	74	90.0	15	67.5	5
35	67.5	12	90.0	6	75	90.0	16	67.5	6
36	112.5	13	90.0	7	76	67.5	21	67.5	3
37	135.0	13	90.0	7	77	67.5	22	67.5	4
38	135.0	14	90.0	7	78	45.0	19	67.5	6
39	135.0	15	112.5	6	79	45.0	19	67.5	5

TABELA 47 . (CONT.)

	MEIA-AGUA		FUNDO	
T	DIR( )	V(cm/s)	DIR( )	V(cm/s)
80	45.0	23	45.0	6
81	22.5	21	67.5	6
82	22.5	23	67.5	6
83	22.5	26	112.5	6
84	22.5	24	90.0	6
85	22.5	22	90.0	6
86	22.5	25	90.0	6
87	22.5	26	90.0	6
88	22.5	23	90.0	6
89	22.5	21	67.5	7
90	22.5	17	67.5	6
91	22.5	15	67.5	6
92	22.5	13	67.5	4
93	22.5	14	67.5	4
94	22.5	12	67.5	5
95	22.5	11	67.5	4
96	22.5	12	67.5	4
97	22.5	10	67.5	4
98	45.0	10	45.0	5
99	67.5	10	90.0	4
100	67.5	9	90.0	4
101	67.5	8	-	-
102	67.5	7	-	-
103	67.5	8	-	-
104	67.5	8	-	-
105	67.5	7	-	-
106	67.5	6	-	-
107	67.5	7	-	-
108	67.5	7	-	-
109	67.5	7	-	-
110	45.0	6	-	-
111	45.0	6	-	-
112	45.0	7	-	-
113	45.0	7	-	-
114	22.5	7	-	-
115	22.5	7	-	-
116	360.0	7	-	-
117	360.0	6	-	-
118	337.5	6	-	-
119	270.0	5	-	-

TABELA 48 . DADOS DE DIRECAO E VELOCIDADE DE CORRENTES
ESTACAO FIXA DE CANANEIA
(VALORES NAO DECLINADOS)

	MEIA-AGUA		FUNDO			MEIA-AGUA		FUNDO	
T	DIR( )	V(cm/s)	DIR( )	V(cm/s)	T	DIR( )	V(cm/s)	DIR( )	V(cm/s)
0	247.5	12	360.0	5	40	180.0	17	337.5	5
1	270.0	16	315.0	4	41	180.0	16	360.0	4
2	292.5	18	360.0	5	42	180.0	17	360.0	4
3	292.5	17	247.5	4	43	180.0	16	292.5	3
4	292.5	19	225.0	6	44	180.0	15	360.0	5
5	292.5	21	22.5	6	45	180.0	15	45.0	6
6	292.5	19	45.0	7	46	157.5	15	45.0	7
7	292.5	19	45.0	6	47	157.5	15	22.5	6
8	292.5	19	45.0	7	48	157.5	15	22.5	6
9	292.5	17	90.0	5	49	157.5	14	22.5	7
10	270.0	16	67.5	6	50	157.5	13	45	6
11	270.0	18	90.0	7	51	135.0	11	135	6
12	270.0	19	112.5	6	52	112.5	12	157.5	7
13	270.0	19	112.5	6	53	90.0	15	157.5	6
14	247.5	19	90.0	6	54	90.0	15	157.5	7
15	247.5	18	90.0	7	55	90.0	15	157.5	7
16	247.5	20	90.0	6	56	90.0	15	157.5	8
17	247.5	21	112.5	5	57	90.0	14	157.5	7
18	247.5	19	67.5	5	58	90.0	13	180	6
19	247.5	21	157.5	6	59	90.0	17	180	8
20	247.5	21	180.0	7	60	135.0	18	135	9
21	247.5	21	180.0	7	61	112.5	18	157.5	7
22	225.0	20	180.0	6	62	90.0	18	157.5	6
23	202.5	23	180.0	5	63	135.0	19	157.5	6
24	202.5	25	180.0	6	64	135.0	18	135	6
25	202.5	23	180.0	6	65	135.0	17	135	6
26	202.5	24	180.0	8	66	135.0	18	135	6
27	202.5	24	247.5	6	67	135.0	19	135	7
28	202.5	22	67.5	6	68	90.0	15	135	7
29	202.5	20	202.5	6	69	90.0	19	112.5	7
30	202.5	23	247.5	4	70	90.0	17	112.5	9
31	202.5	24	247.5	4	71	90.0	18	90	9
32	202.5	19	247.5	3	72	90.0	18	90	9
33	202.5	19	247.5	4	73	90.0	18	112.5	10
34	180.0	21	247.5	4	74	90.0	18	112.5	12
35	180.0	21	247.5	4	75	90.0	19	112.5	9
36	180.0	17	360.0	3	76	90.0	19	112.5	10
37	180.0	19	337.5	5	77	90.0	18	90	9
38	180.0	17	247.5	3	78	90.0	18	135	9
39	180.0	18	337.5	4	79	90.0	18	135	11

TABELA 48 . (CONT.)

T	MEIA-AGUA DIR( )	MEIA-AGUA V(cm/s)	FUNDO DIR( )	FUNDO V(cm/s)	T	MEIA-AGUA DIR( )	MEIA-AGUA V(cm/s)	FUNDO DIR( )	FUNDO V(cm/s)
80	90.0	20	135.0	12	120	67.5	28	-	-
81	90.0	19	135.0	13	121	45.0	29	-	-
82	90.0	26	135.0	9	122	45.0	28	-	-
83	67.5	24	135.0	11	123	45.0	24	-	-
84	90.0	27	112.5	12	124	45.0	23	-	-
85	90.0	26	112.5	10	125	22.5	26	-	-
86	90.0	26	112.5	9	126	22.5	26	-	-
87	90.0	19	112.5	9	127	22.5	26	-	-
88	90.0	21	112.5	10	128	22.5	24	-	-
89	90.0	23	112.5	9	129	22.5	24	-	-
90	112.5	25	90.0	9	130	22.5	21	-	-
91	112.5	26	90.0	10					
92	112.5	21	67.5	8					
93	90.0	24	90.0	9					
94	67.5	18	90.0	9					
95	67.5	16	67.5	10					
96	67.5	15	90.0	7					
97	67.5	16	67.5	8					
98	67.5	16	67.5	10					
99	67.5	15	67.5	9					
100	67.5	15	67.5	7					
101	67.5	16	67.5	8					
102	67.5	16	67.5	9					
103	67.5	17	67.5	7					
104	45	17	67.5	7					
105	45	18	67.5	8					
106	45	18	90	9					
107	45	17	90	8					
108	45	18	90	7					
109	67.5	18	90	9					
110	67.5	20	90	7					
111	67.5	24	90	8					
112	67.5	27	112.5	7					
113	67.5	25	-	-					
114	67.5	24	-	-					
115	67.5	22	-	-					
116	67.5	24	-	-					
117	67.5	26	-	-					
118	67.5	26	-	-					
119	67.5	27	-	-					

TABELA 49 . DADOS DE DIRECAO E VELOCIDADE DE CORRENTES
ESTACAO FIXA DE IGUAPE
(VALORES NAO DECLINADOS)

	MEIA-AGUA		FUNDO			MEIA-AGUA		FUNDO	
T	DIR( )	V(cm/s)	DIR( )	V(cm/s)	T	DIR( )	V(cm/s)	DIR( )	V(cm/s)
0	90.0	20	45.0	11	40	292.5	11	180.0	10
1	90.0	11	67.5	10	41	360.0	12	180.0	11
2	90.0	12	22.5	11	42	22.5	12	180.0	10
3	90.0	17	22.5	11	43	22.5	11	180.0	11
4	90.0	15	67.5	12	44	360.0	11	180.0	9
5	90.0	14	45.0	9	45	360.0	12	180.0	10
6	90.0	15	22.5	8	46	360.0	10	180.0	12
7	90.0	12	22.5	10	47	360.0	11	180.0	11
8	90.0	13	45.0	10	48	22.5	12	202.5	10
9	67.5	13	22.5	11	49	360.0	15	202.5	11
10	90.0	11	22.5	12	50	22.5	11	202.5	11
11	360.0	12	45.0	11	51	22.5	10	202.5	9
12	22.5	12	22.5	11	52	22.5	13	247.5	11
13	337.5	11	22.5	10	53	22.5	11	247.5	12
14	337.5	13	22.5	9	54	22.5	12	247.5	12
15	360.0	16	67.5	9	55	22.5	11	247.5	13
16	360.0	10	67.5	11	56	45.0	10	247.5	11
17	22.5	12	22.5	12	57	45.0	12	247.5	13
18	22.5	11	45.0	9	58	67.5	13	247.5	14
19	22.5	11	45.0	9	59	45.0	13	247.5	13
20	45.0	12	22.5	9	60	45.0	14	247.5	14
21	22.5	11	22.5	10	61	67.5	12	247.5	15
22	22.5	12	22.5	11	62	45.0	12	247.5	13
23	45.0	12	292.5	10	63	45.0	12	247.5	13
24	67.5	12	292.5	10	64	22.5	11	247.5	14
25	45.0	10	247.5	8	65	22.5	12	247.5	13
26	45.0	12	247.5	9	66	22.5	9	247.5	15
27	45.0	12	247.5	10	67	360.0	10	247.5	12
28	45.0	11	247.5	10	68	360.0	13	247.5	13
29	45.0	13	202.5	9	69	360.0	13	247.5	12
30	67.5	12	180.0	9	70	22.5	11	247.5	12
31	45.0	13	180.0	9	71	22.5	14	247.5	11
32	360.0	11	180.0	8	72	360.0	16	247.5	12
33	22.5	11	180.0	9	73	22.5	13	247.5	11
34	22.5	12	180.0	9	74	337.5	15	247.5	13
35	22.5	11	180.0	10	75	22.5	12	247.5	12
36	337.5	11	180.0	10	76	360.0	11	247.5	14
37	22.5	12	180.0	1	77	22.5	12	225.0	18
38	337.5	13	180.0	12	78	45.0	10	247.5	12
39	360.0	13	180.0	9	79	22.5	12	247.5	16

TABELA 49 . (CONT.)

	MEIA-AGUA		FUNDO	
T	DIR( )	V(cm/s)	DIR( )	V(cm/s)
80	22.5	10	247.5	14
81	22.5	12	247.5	17
82	22.5	12	247.5	13
83	22.5	11	247.5	13
84	360.0	12	270.0	17
85	360.0	11	247.5	16
86	22.5	12	247.5	14
87	360.0	12	247.5	13
88	22.5	12	247.5	12
89	22.5	12	247.5	12
90	360.0	13	247.5	13
91	360.0	13	247.5	12
92	360.0	14	247.5	11
93	22.5	14	225.0	12
94	22.5	15	202.5	11
95	360.0	14	202.5	10
96	360.0	13	202.5	10
97	360.0	16	202.5	11
98	360.0	17	202.5	12
99	292.5	18	202.5	11
100	292.5	19	225.0	13
101	292.5	20	247.5	13
102	315.0	22	247.5	12
103	337.5	24	247.5	11
104	337.5	21	247.5	14
105	337.5	22	247.5	14
106	-	-	270.0	17
107	-	-	270.0	17
108	-	-	270.0	16
109	-	-	247.5	18

TABELA 50 . DIRECAO E INTENSIDADE DO VENTO MEDIDO NA ESTACAO METEOROLOGICA DE CANANEIA (IOUSP - BASE SUL) PARA O PERIODO DE 16/04 A 02/05/62

Direcao	% de Medidas	Veloc. Media (m/s)	D.Padrao	Maior Valor	TOTAL NO QUADRANTE % de Medidas	Veloc. Media	D.Padrao
N	1.96	2.25	1.04	3.5	6.37	2.84	1.45
NNE	1.96	3.75	2.66	6.5			
NE	1.47	2.00	0.86	2.5			
ENE	1.00	3.50	0.71	4.0			
E	2.94	3.33	0.75	4.0	18.62	3.38	1.11
ESE	6.37	3.10	0.91	4.5			
SE	9.31	3.58	1.37	5.5			
SSE	0.00	0.00	0.00	0.0			
S	4.90	2.85	0.75	4.0	68.13	3.37	0.91
SSW	0.50	2.50	0.00	2.5			
SW	24.50	3.16	0.77	4.0			
WSW	38.20	3.58	1.03	6.5			
W	1.96	3.00	0.71	3.5	6.86	3.75	1.17
WNW	0.00	0.00	0.00	0.0			
NW	3.43	3.64	1.57	5.5			
NNW	1.47	5.00	0.87	5.5			
					TOTAL	3.36	0.99

TABELA 51 . DIRECAO E INTENSIDADE DO VENTO MEDIDO A BORDO DO N.Oc. "Prof.W.Besnard"
DURANTE A EXECUCAO DAS ESTACOES DE CORRENTOMETRIA - OUTUBRO 1984

	PARANAGUA			CANANEIA			IGUAPE			% TOTAL NO RUMO
	% Medidas	Veloc.Med. (Nos)	D.Padrao	% Medidas	Veloc.Med. (Nos)	D.Padrao	% Medidas	Veloc.Med. (Nos)	D.Padrao	
N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0
NNE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0
NE	7.7	5.0	1.4	-	-	-	15.4	14.3	3.9	7.6
ENE	-	-	-	-	-	-	50.0	15.3	1.8	16.5
E	19.2	4.6	0.9	-	-	-	-	-	-	6.3
ESE	-	-	-	-	-	-	19.2	9.8	0.4	6.3
SE	-	-	-	-	-	-	15.4	10.0	0.0	5.1
SSE	3.8	5.0	0.0	-	-	-	-	-	-	1.3
S	19.2	5.8	1.8	48.1	14.5	6.7	-	-	-	22.8
SSW	19.2	3.8	1.6	29.6	14.8	2.2	-	-	-	16.5
SW	23.1	2.0	0.0	-	-	-	-	-	-	7.6
WSW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0
W	-	-	-	7.4	15.0	0.0	-	-	-	2.5
WNW	3.8	4.0	0.0	-	-	-	-	-	-	1.3
NW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0
NNW	3.8	6.0	0.0	14.8	10.0	5.8	-	-	-	6.3

TABELA 52. VALORES DE VELOCIDADE CRITICA DE CORRENTES (cm/s) A 100 cm DO FUNDO (C100) PARA MOVIMENTACAO DE SEDIMENTOS DE DIFERENTES DIAMETROS MEDIOS (mm) (GADD ET AL., 1978)

Diametro Medio (mm)	Veloc. Critica (cm/s)	
0.116	15.5	Iguape (0.126mm)
0.149	15.8	
0.178	16.0	Cananeia (0.170 mm)
0.210	16.5	
0.220	17.0	
0.290	17.5	
0.345	17.3	
0.355	17.2	
0.378	17.8	
0.395	17.8	
0.418	18.0	
0.420	18.5	
0.430	18.5	
0.490	19.0	
0.502	19.0	
0.505	19.0	Paranagua (0.512 mm)
0.560	20.0	

TABELA 53 . TAXAS DE TRANSPORTE DA ESTACAO DE CORRENTOMETRIA DE IGUAPE
OUTUBRO 1984 - EQUACAO DE BAGNOLD (1963, APUD GADD ET AL., 1978)

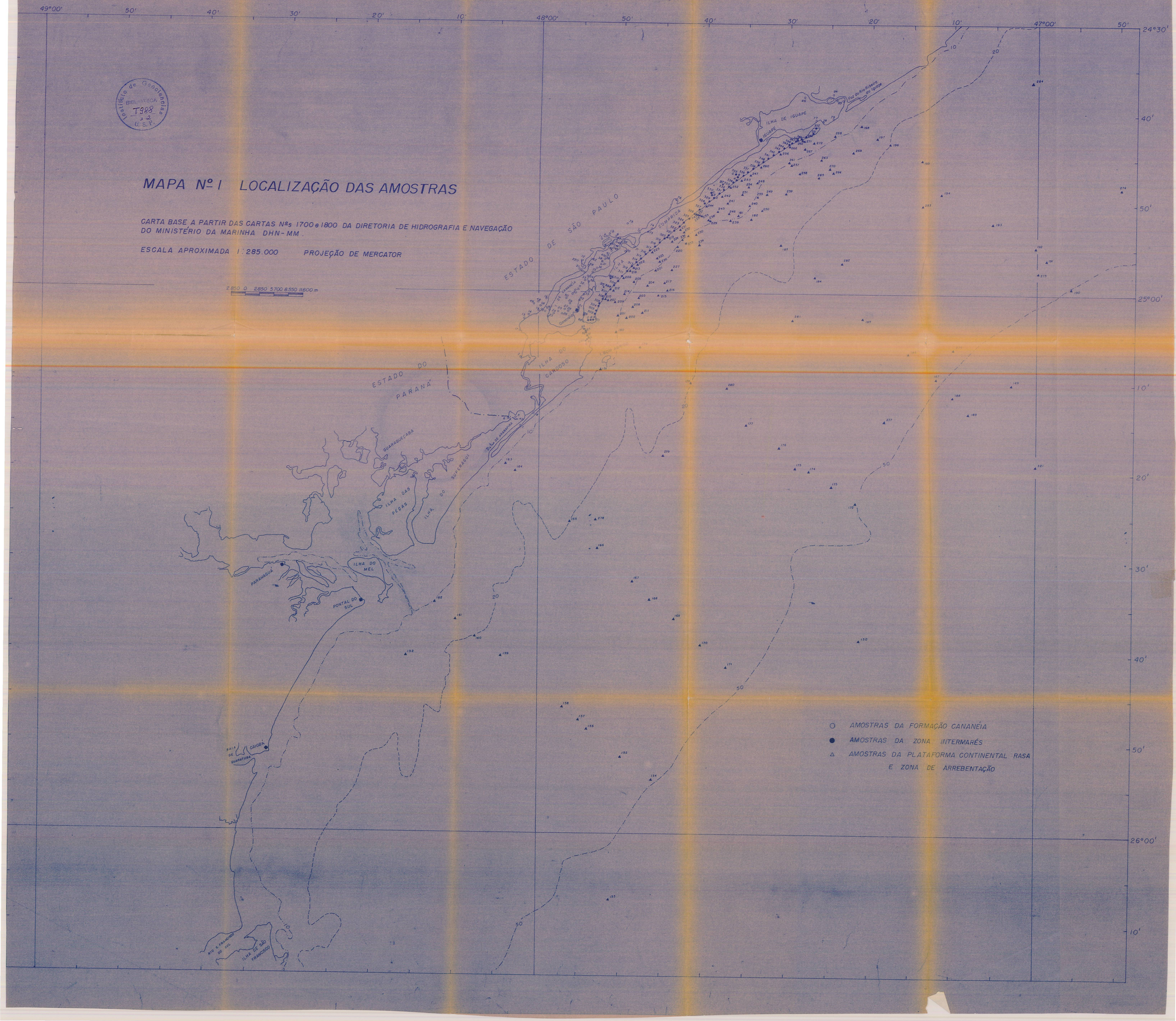
Velocidade da Corrente	Indice de Transporte (U100 - Uth)^3.cm^3	Taxa de Transporte (q).g.cm^-1.s^-1	Direcao	Somatoria da taxa de transporte
16	0.125	5.60E-06	247.5	
17	3.380	1.51E-04	247.5	
16	0.125	5.60E-06	247.5	8.62E-04 g.cm^-1.s^-1
18	15.620	7.00E-04	247.5	
17	3.380	1.51E-04	270.0	
17	3.380	1.51E-04	270.0	
17	3.380	1.51E-04	270.0	4.59E-04 g.cm^-1.s^-1
16	0.125	5.60E-06	270.0	
18	15.620	7.00E-04	225.0	7.00E-04 g.cm^-1.s^-1
Tempo total de transporte = 2.00 horas		Resultante:	249.0	1.90E-03 g.cm^-1.s^-1

TABELA 54. TAXAS DE TRANSPORTE DA ESTACAO DE CORRENTOMETRIA DE CANANEIA
ABRIL 1962 - EQUACAO DE BAGNOLD (1963, APUD GADD ET AL., 1978)

Velocidade da Corrente	Indice de Transporte (U400 - Uth)^3.cm^3	Taxa de Transporte (q).g.cm^-1.s^-1	Direcao	Somatoria da taxa de transporte
33.9	59.320	2.66E-03	35.0	2.66E-03 g.cm^-1.s^-1
40.0	1000.000	4.48E-02	40.0	
37.6	438.970	1.97E-02	40.0	
33.9	59.320	2.66E-03	40.0	6.80E-02 g.cm^-1.s^-1
32.7	19.680	8.82E-04	40.0	
36.3	250.050	1.12E-02	45.0	1.12E-02 g.cm^-1.s^-1
30.2	0.008	3.60E-07	55.0	3.60E-07 g.cm^-1.s^-1
Tempo total de transporte = 3:30 horas		Resultante:	41.0	8.18E-02 g.cm^-1.s^-1

Instituto de Geociências
BIBLIOTECA
T988
U.S.P.

MAPA Nº I LOCALIZAÇÃO DAS AMOSTRAS

CARTA BASE A PARTIR DAS CARTAS Nºs 1700 e 1800 DA DIRETORIA DE HIDROGRAFIA E NAVEGAÇÃO DO MINISTÉRIO DA MARINHA DHN-MM.

ESCALA APROXIMADA 1:285.000 PROJEÇÃO DE MERCATOR