

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOCIÊNCIAS**

**ANÁLISE DO COMPORTAMENTO HIDRODINÂMICO E
SEDIMENTOLÓGICO DO
ESTUÁRIO DO RIO PIRANJI – CE (NE/BRASIL)**

RODRIGO DANTAS PINHEIRO

ORIENTADOR:

Prof. Dr. Iran Carlos Stalliviere Corrêa

CO-ORIENTADOR:

Prof. Dr. George Satander Sá Freire

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dr. Luis Parente Maia
Prof. Dr. Maamar El-Robrini
Prof. Dr. Valdir do Amaral Vaz Manso

Dissertação de Mestrado apresentada como requisito para obtenção do Título de Mestre em Geociências.

2003

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOCIÊNCIAS**

**ANÁLISE DO COMPORTAMENTO
HIDRODINÂMICO E SEDIMENTOLÓGICO DO
ESTUÁRIO DO RIO PIRANJI – CE (NE/BRASIL)**

RODRIGO DANTAS PINHEIRO

ORIENTADOR:

Prof. Dr. Iran Carlos Stalliviere Corrêa

CO-ORIENTADOR:

Prof. Dr. George Satander Sá Freire

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dr. Luis Parente Maia

Prof. Dr. Maamar El-Robrini

Prof. Dr. Valdir do Amaral Vaz Manso

**Dissertação de Mestrado apresentada como
requisito para obtenção do Título de Mestre
em Geociências.**

2003

AGRADECIMENTOS

À minha família pelo incentivo à realização de mais uma grande meta em minha vida.

Ao orientador, prof. Iran Carlos Stalliviere Corrêa, pela dedicação e apoio indispensáveis à realização deste trabalho.

Ao co-orientador, prof. George Satander Sá Freire, pelo acompanhamento em todo o desenvolvimento da dissertação e auxílio nas campanhas de campo.

Às instituições envolvidas: Curso de Pós-Graduação em Geociências (CPGGeo/IG/UFRGS); Centro de Estudos de Geologia Costeira e Oceânica (CECO/IG/UFRGS); Laboratório de Geologia Marinha e Aplicada (LGMA/DEGEO/UFC) e o Laboratório de Geoquímica Ambiental (LGA/DEGEO/UFC) pela infra-estrutura e apoio.

Aos professores do CPGGeo/IG/UFRGS: Luiz J. Tomazelli, Sérgio Dillenburg, Luiz Emílio S. B. Almeida e especialmente ao Elírio E. Toldo Jr. que me engajou em projetos importantes do CECO como o de “Erosão costeira: Causas, análise de risco e sua relação com a gênese de depósitos minerais” e o de “Monitoramento Ambiental em Atividades de Perfuração Marítima – MAPEM”.

Aos colegas alunos do CPGGeo/IG/UFRGS: Graziela Miot, Carla D’Aquino, Karina Sarilho, Silvia Coan, Maíra Suertegaray, Maria Alejandra Gomez Pivel, Marcelo Ávila, Márcia Machado, Ney Gastal, Luciana Esteves, João Nicolodi, Vanildo e Luiz Tabajara.

Aos amigos do Consulado Cearense em Porto Alegre: Sávio Freire Lima, Wellington Ferreira e Daniel Allasia pelo convívio muito produtivo intelectualmente e festivamente.

A todos os professores do Departamento de Geologia da Universidade Federal do Ceará, em especial: Luis Parente Maia, Oziléa Bezerra, Michel Arthaud, Afonso Almeida, Clóvis Vaz Parente, José Nogueira Neto, Itabaraci Cavalcanti, Raimundo Mariano e Sônia Vasconcelos.

Aos colegas do LGMA e do LGA: Sâmia Freire, Luciana Almeida, Ronaldo Gomes, Israel, Régis, Claudiane, Aninha e Diolande Ferreira.

À Suzianne Soares pelo trabalho em conjunto que certamente incrementou o nosso conhecimento quanto ao estuário do rio Piranji.

Aos companheiros de campo: Suzianne Soares, Lígia Cláudia, Rafael Rabelo, Leonardo Hislei, Sérgio Ricardo, Cícero Roberto, Luis (Buda) e Rêmuló.

Aos amigos de longa data da UFC que sempre estiveram presentes e me apoiaram: Cícero Roberto, Wladiston Dias, Cláudio Victor, Gustavo Moser, Rogério Monnerat, Helano e Holden Amorim.

À profa. Soraya Patchineelan (Universidade Federal Fluminense-UFF) que ministrou o curso de dinâmica estuarina na UFC, forneceu material bibliográfico estratégico e ainda esclareceu muitas dúvidas.

Ao prof. Björn Kjerfve (*University of South Carolina*) e aos profs. Belmiro Castro e Luiz Vianna Nonato (Instituto Oceanográfico-USP) que prontamente responderam meus questionamentos por e-mail.

À profa. Laurinda Nogueira do Departamento de Engenharia Elétrica/UFC pelo curso intensivo de *MathLabTM*.

Ao pessoal da geografia da Universidade Estadual do Ceará-UECE, em especial a profa. Lidriana Pinheiro e a mestranda Carolina se disponibilizaram a trocar materiais e informações sobre o assunto.

À Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME) pelo fornecimento dos dados meteorológicos atualizados.

À Prefeitura Municipal de Beberibe, em especial à Sr. Waldelanda; secretária de Turismo, Meio Ambiente e Desenvolvimento Econômico e sua equipe; que disponibilizou dados recentes da região.

Ao pessoal da Fazenda São Francisco que permitiu nossa entrada viabilizando o sucesso da estação de coleta.

À Karoline pela compreensão e o amor dedicados a mim.

SUMÁRIO

Agradecimentos.....	i
Sumário.....	iii
Lista de Figuras.....	vii
Lista de Gráficos.....	x
Lista de Tabelas.....	xiii
Resumo.....	xiv
Abstract.....	xv
CAPÍTULO 1- INTRODUÇÃO.....	1
1.1- BASES TEÓRICAS.....	1
1.1.1. – CONCEITO DE ESTUÁRIO.....	1
1.1.2. – CLASSIFICAÇÃO DOS SISTEMAS ESTUARINOS.....	3
1.1.2.1. – CLASSIFICAÇÃO COM BASE GEOLÓGICA E GEOMORFOLÓGICA.....	3
1.1.2.2. – CLASSIFICAÇÃO COM BASE FISIAGRÁFICA.....	6
1.1.2.3. – CLASSIFICAÇÃO COM BASE NA ESTRATIFICAÇÃO DE SALINIDADE.....	7
1.1.2.4. – CLASSIFICAÇÃO COM BASE NO DIAGRAMA CIRCULAÇÃO X	
ESTRATIFICAÇÃO.....	12
1.1.2.5. – CLASSIFICAÇÃO COM BASE NA SALINIDADE.....	14
1.1.2.6. – CLASSIFICAÇÃO COM BASE NA AMPLITUDE DE MARÉ.....	15
1.1.2.7. – CLASSIFICAÇÃO COM BASE NA SEDIMENTAÇÃO.....	18
1.2- OBJETIVOS.....	19
CAPÍTULO 2- ÁREA DE ESTUDO.....	20
2.2 – GEOLOGIA REGIONAL.....	22
2.2.1. - PRÉ-CAMBRIANO.....	22
2.2.2. - TERCIÁRIO.....	23
2.2.3. – QUATERNÁRIO.....	23
2.3 – CLIMA.....	24
2.4- SOLOS E VEGETAÇÃO.....	26
2.5- HIDROGRAFIA.....	27
2.6- OCEANOGRAFIA.....	27

2.6.1- MARÉS.....	27
2.6.2- ONDAS.....	28
2.6.3- CORRENTES.....	29
2.6.4- SALINIDADE.....	30
2.6.5- TEMPERATURA.....	30
2.6.6- MATERIAL EM SUSPENSÃO.....	30
2.7 – ASPECTOS SÓCIO-ECONÔMICOS.....	31
CAPÍTULO 3- COMPORTAMENTO HIDRODINÂMICO E TRANSPORTE DE SEDIMENTOS EM SUSPENSÃO.....	32
3.1- INTRODUÇÃO.....	32
3.2- METODOLOGIA.....	34
3.3- RESULTADOS.....	35
CAPÍTULO 4- SEDIMENTOLOGIA.....	53
4.1- INTRODUÇÃO.....	53
4.2- METODOLOGIA.....	54
4.3- RESULTADOS.....	55
CAPÍTULO 5- MORFOLOGIA E CLASSIFICAÇÃO.....	81
5.1- INTRODUÇÃO.....	81
5.2- METODOLOGIA.....	82
5.3- RESULTADOS.....	83
CAPÍTULO 6- CONCLUSÕES.....	95
6.1- Comportamento hidrodinâmico.....	95
6.2- Transporte de sedimentos em suspensão.....	96
6.3- Sedimentologia.....	96
6.4- Morfologia.....	97
6.5- Classificação estuarina.....	98
6.6- Recomendações.....	99
CAPÍTULO 7- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	100

ANEXO 01 - RELATÓRIO DE CONDIÇÕES CLIMÁTICAS PARA A REGIÃO ESTUDADA FUNCEME (2002).....	109
ANEXO 02 - DADOS DE MARÉ PARA A REGIÃO ESTUDADA.....	112
ANEXO 03 - RESULTADOS DOS PARÂMETROS HIDRODINÂMICOS (MARÉ DE SIZÍGIA E MARÉ DE QUADRATURA)	115
ANEXO 04 - ROTINA DESENVOLVIDA NO AMBIENTE MATLAB™ PARA A DECOMPOSIÇÃO DO TRANSPORTE DE SEDIMENTOS EM SUSPENSÃO Schettini & Kjerfve (1997 <i>apud</i> Siegle 1999)	118
ANEXO 05 - RESULTADOS DOS PARÂMETROS ANALISADOS NA ESTAÇÃO DE COLETA (MARÉ DE SIZÍGIA E MARÉ DE QUADRATURA).....	122
ANEXO 06 - RESULTADOS DAS ANÁLISES DOS SEDIMENTOS.....	125

LISTA DE FIGURAS

1.1 – Diagrama esquemático das zonas ZR, ZM e ZC de um sistema estuarino e das características da estrutura da salinidade e da circulação média. Qf representa a descarga fluvial, X é o ponto limite de influência da maré, MSL aponta o limite da influência da salinidade marinha e Xo indica o ponto superficial com salinidade 10‰ (Diagrama adaptado de Harleman, 1971).....	2
..	2
1.2 – Diagrama classificatório de estuários baseado na geomorfologia (Pritchard, 1967).....	6
.....	6
1.3 – Tipos fisiográficos de estuário reconhecidos por Fairbridge (1980).....	7
1.4 – Salinidade e circulação num estuário do tipo cunha salina. (A) perfil longitudinal e (B) visão aérea (Pritchard, 1989).	9
.....	9
1.5 – Salinidade e circulação num estuário do tipo parcialmente misturado. (A) perfil longitudinal e (B) visão aérea (Pritchard, 1989).	10
.....	10
1.6 – Salinidade e circulação num estuário do tipo verticalmente homogêneo. (A) perfil longitudinal e (B) visão aérea (Pritchard, 1989)	11
.....	11
1.7 – Salinidade e circulação num estuário do tipo lateralmente homogêneo. (A) perfil longitudinal e (B) visão aérea (Pritchard, 1989).	12
.....	12
1.8 – Diagrama de estratificação e circulação de Hansen & Rattray (1966).....	13
.....	13
1.9 – Classificação de estuários com base na salinidade. Diagramas baseados em conceitos de Emery e Stevenson (1957).....	15
.....	15
1.10 – Classificação de estuários proposta por Davies (1964) e Hayes (1975) com base na amplitude de maré.	16

.....	
1.11– Diagrama de classificação de ambientes costeiros com base na influência relativa da altura da maré e da altura das ondas (Davis & Hayes, 1984).	1
.....	7
2.1 – Localização da área de estudo.	2
.....	1
3.1. – Perfil transversal (SW-NE) do rio Piranji no local da estação de coleta e os níveis atingidos pelas marés de sizígia e quadratura.	3 6
3.2. - Representação do comportamento do pH (Potencial Hidrogeniônico) em diferentes profundidades durante a campanha de maré de sizígia (9:00 am 11/08/2002 – 9:00 am 12/08/2002).	4
.....	6
3.3. - Representação do comportamento do pH (Potencial Hidrogeniônico) em diferentes profundidades durante a campanha de maré de quadratura (11:20 am 10/11/2002 – 11:20 am 11/11/2002).	4
.....	6
3.4. - Representação do comportamento da temperatura em °C em diferentes profundidades durante a campanha de maré de sizígia (9:00 am 11/08/2002 – 9:00 am 12/08/2002).	4
.....	7
3.5. - Representação do comportamento da temperatura em °C em diferentes profundidades durante a campanha de maré de quadratura (11:20 am 10/11/2002 – 11:20 am 11/11/2002).	4
.....	7
3.6. - Representação do comportamento da concentração de sedimentos em suspensão (mg/L) em diferentes profundidades durante a campanha de maré de sizígia (9:00 am 11/08/2002 – 9:00 am 12/08/2002).	4
.....	8

3.7. - Representação do comportamento da concentração de sedimentos em suspensão (mg/L) em diferentes profundidades durante a campanha de maré de quadratura (11:20 am 10/11/2002 – 11:20 am 11/11/2002).....	4 8
3.8. - Representação do comportamento da concentração de oxigênio dissolvido (%) em diferentes profundidades durante a campanha de maré de quadratura (11:20 am 10/11/2002 – 11:20 am 11/11/2002).	4 9
3.11. - Representação do comportamento dos sólidos totais dissolvidos (ppm) em diferentes profundidades durante a campanha de maré de sizígia (9:00 am 11/08/2002 – 9:00 am 12/08/2002).	4 9
3.12. - Representação do comportamento dos sólidos totais dissolvidos (ppm) em diferentes profundidades durante a campanha de maré de quadratura (11:20 am 10/11/2002 – 11:20 am 11/11/2002).	5 0
3.13. - Representação do comportamento da salinidade em diferentes profundidades durante a campanha de maré de sizígia (9:00 am 11/08/2002 – 9:00 am 12/08/2002).	5 1
3.14. - Representação do comportamento da salinidade em diferentes profundidades durante a campanha de maré de quadratura (11:20 am 10/11/2002 – 11:20 am 11/11/2002).	5 1
4.1 – Mapa de localização dos pontos de amostragem de sedimento de fundo no rio Piranji.	6 4
4.2 – Mapa de distribuição do tamanho médio dos grãos nos sedimentos de fundo do trecho analisado do rio Piranji.	6 5

.....	
4.3 – Mapa de distribuição dos valores de assimetria nos sedimentos de fundo do trecho analisado do rio Piranji.	6
.....	6
4.4 – Mapa de distribuição dos valores de curtose nos sedimentos de fundo do trecho analisado do rio Piranji.	6
.....	7
4.5 – Mapa de distribuição dos valores do grau de seleção nos sedimentos de fundo do trecho analisado do rio Piranji.	6
.....	8
4.6 – Mapa de distribuição do teor de cascalho nos sedimentos de fundo do trecho analisado do rio Piranji.	6
.....	9
4.7 – Mapa de distribuição do teor de areia nos sedimentos de fundo do trecho analisado do rio Piranji.	7
.....	0
4.8 – Mapa de distribuição do teor de silte nos sedimentos de fundo do trecho analisado do rio Piranji.	7
.....	1
4.9 – Mapa de distribuição do teor de argila nos sedimentos de fundo do trecho analisado do rio Piranji.	7
.....	2
4.10 – Mapa de distribuição do teor de lama nos sedimentos de fundo do trecho analisado do rio Piranji.	7
.....	3
4.11 – Mapa de distribuição do teor de matéria orgânica nos sedimentos de fundo do trecho analisado do rio Piranji.	7
.....	4
4.12 – Mapa de distribuição do teor do carbonato de cálcio nos sedimentos de fundo do trecho analisado do rio Piranji.	7
.....	5

5.1 – Fotografia aérea da região estudada datada de 1975 (escala aproximada: 1:34.900) Fonte: Acervo do Laboratório de Geologia Marinha e Aplicada da UFC.	8
.....	4
5.2 – Fotografia aérea da região estudada datada de 1987 (escala aproximada: 1:34.900) Fonte: Acervo do Laboratório de Geologia Marinha e Aplicada da UFC.	8
.....	5
5.3 – Fotografia aérea tirada por satélite da região estudada datada de 1996 (escala aproximada: 1:34.900) Fonte: Acervo particular do Prof. Michel Arthaud - DEGEO/UFC.	8
.....	6
5.4 – Fotografia aérea da região estudada datada de 06/2000 (escala aproximada: 1:34.900) Fonte: AerofotoNordeste.	8
.....	7
5.5 – Mapa batimétrico em maré alta de sizígia (amplitude de 1,76 m) do trecho analisado do rio Piranji.	8
.....	9
5.6 – Mapa batimétrico em maré baixa de sizígia (amplitude de 1,76 m) do trecho analisado do rio Piranji.	9
.....	0
5.7 – Classificação do estuário do rio Piranji para as condições de maré de quadratura e de sizígia conforme o diagrama de estratificação e circulação de Hansen & Rattray (1966).	9
.....	2
5.8 – Classificação do estuário do rio Piranji com o diagrama proposto por Davis & Hayes (1984).	9
.....	3

LISTA DE GRÁFICOS

2.1- Precipitação mensal total (mm) determinada pela estação metereológica POSTO 23 – Beberibe (Fonte: FUNCEME, 2002 - Anexo 01)..	25
2.2- Temperatura mensal (°C) determinada pela estação metereológica FORTALEZA (Fonte: FUNCEME, 2002 - Anexo 01).....	25
3.1. - Representação do comportamento da área da seção molhada (m ²) durante a campanha de maré de sizígia (9:00 am 11/08/2002 – 9:00 am 12/08/2002)..	37
3.2. - Representação do comportamento da área da seção molhada (m ²) durante a campanha de maré de quadratura (11:20 am 10/11/2002 – 11:20 am 11/11/2002).	37
3.3. - Representação do comportamento da velocidade instantânea (cm/s) durante a campanha de maré de sizígia (9:00 am 11/08/2002 – 9:00 am 12/08/2002).	38
3.4. - Representação do comportamento da velocidade instantânea (cm/s) durante a campanha de maré de quadratura (11:20 am 10/11/2002 – 11:20 am 11/11/2002).	38
3.5. - Representação do comportamento da descarga hidráulica (m ³ /s) durante a campanha de maré de sizígia (9:00 am 11/08/2002 – 9:00 am 12/08/2002).	39
3.6. - Representação do comportamento da descarga hidráulica (m ³ /s) durante a campanha de maré de quadratura (11:20 am 10/11/2002 – 11:20	40

am 11/11/2002).	
3.7. - Representação do comportamento do fluxo de sedimentos (kg/s) durante a campanha de maré de sizígia (9:00 am 11/08/2002 – 9:00 am 12/08/2002).	41
3.8. - Representação do comportamento do fluxo de sedimentos (kg/s) durante a campanha de maré de quadratura (11:20 am 10/11/2002 – 11:20 am 11/11/2002)... ..	41
3.9. - Representação do comportamento da razão Cb/C durante a campanha de maré de sizígia (9:00 am 11/08/2002 – 9:00 am 12/08/2002).....	42
3.10. - Representação do comportamento da razão Cb/C durante a campanha de maré de quadratura (11:20 am 10/11/2002 – 11:20 am 11/11/2002)... ..	43
3.11. – Relação entre a concentração de sedimentos em suspensão no fundo (Cb) e a sua média na lâmina d'água (C) durante a campanha de maré de sizígia (9:00 am 11/08/2002 – 9:00 am 12/08/2002).	43
3.12. – Relação entre a concentração de sedimentos em suspensão no fundo (Cb) e a sua média na lâmina d'água (C) durante a campanha de maré de quadratura (11:20 am 10/11/2002 – 11:20 am 11/11/2002).....	44
4.1- Distribuição longitudinal dos valores do tamanho médio dos grãos (azul) e mediana (rosa) nos sedimentos de fundo analisados em função da distância à desembocadura do rio Piranji.....	57
4.2- Distribuição longitudinal dos valores de assimetria nos sedimentos de fundo analisados em função da distância à desembocadura do rio Piranji....	58
4.3- Distribuição longitudinal dos valores de curtose nos sedimentos de fundo analisados em função da distância à desembocadura do rio Piranji....	59
4.4- Distribuição longitudinal dos valores de grau de seleção nos sedimentos de fundo analisados em função da distância à desembocadura do rio Piranji.....	60
4.5- Distribuição longitudinal dos teores de cascalho nos sedimentos de fundo analisados em função da distância à desembocadura do rio Piranji....	60
4.6- Distribuição longitudinal dos teores de areia nos sedimentos de fundo analisados em função da distância à desembocadura do rio Piranji.....	61

4.7- Distribuição longitudinal dos teores de silte nos sedimentos de fundo analisados em função da distância à desembocadura do rio Piranji.....	61
4.8- Distribuição longitudinal dos teores de argila nos sedimentos de fundo analisados em função da distância à desembocadura do rio Piranji.....	62
4.9- Distribuição longitudinal dos teores de lama nos sedimentos de fundo analisados em função da distância à desembocadura do rio Piranji.....	62
4.10- Distribuição longitudinal dos teores de matéria orgânica nos sedimentos de fundo analisados em função da distância à desembocadura do rio Piranji.....	63
4.11- Distribuição longitudinal dos teores de carbonato de cálcio nos sedimentos de fundo analisados em função da distância à desembocadura do rio Piranji.....	63
4.10- Relação entre a média (ϕ) e a curtose (ϕ) nos sedimentos de fundo analisados no rio Piranji.....	76
4.11- Relação entre a média (ϕ) e a assimetria (ϕ) nos sedimentos de fundo analisados no rio Piranji.	77
4.12- Relação entre a média (ϕ) e o grau de seleção (ϕ) nos sedimentos de fundo analisados no rio Piranji..	77
4.13- Relação entre a curtose (ϕ) e a assimetria (ϕ) nos sedimentos de fundo analisados no rio Piranji...	78
4.14- Relação entre a curtose (ϕ) e o grau de seleção (ϕ) nos sedimentos de fundo analisados no rio Piranji.	79
4.15- Relação entre o grau de seleção (ϕ) e a assimetria (ϕ) nos sedimentos de fundo analisados no rio Piranji.	80

LISTA DE TABELAS

2.1 - Altura máxima, altura mínima e amplitude de maré para o ano de 2002 em condições de quadratura e sizígia de acordo com as tábuas de maré (DHN).	29
3.1. – Resolução da equação de decomposição do transporte sedimentar para as campanhas de maré de sizígia e quadratura, determinando o fluxo de sedimentos em suspensão ($\text{kg/m.s} \times 10^3$) no rio Piranji.....	44
3.2. – Valores de r^2 para tendência linear calculados para as relações entre material em suspensão (M.E.S), velocidade da corrente, salinidade, temperatura, pH, sólidos totais dissolvidos (STD) e profundidade da lâmina d'água durante a campanha de maré de sizígia.	51
3.3. – Valores de r^2 para tendência linear calculados para as relações entre material em suspensão (M.E.S), velocidade da corrente, salinidade, temperatura, pH, sólidos totais dissolvidos (STD), profundidade da lâmina d'água e oxigênio dissolvido durante a campanha de maré de quadratura.	52

RESUMO

Cerca de dois terços das maiores áreas metropolitanas mundiais estão nas proximidades dos estuários, portanto são regiões comumente sujeitas à situações de risco impostas pela pressão populacional. Instalações portuárias, efluentes diversos, uso indevido das suas margens, estão entre os riscos potenciais à grande diversidade de seus recursos naturais. A ação das marés, das ondas e o aporte fluvial interagem tornando bastante complexa a caracterização do seu funcionamento. A presente dissertação foca os seguintes aspectos: hidrodinâmica, transporte de sedimentos em suspensão, sedimentologia, morfologia e classificação do ambiente. A hidrodinâmica e o transporte de sedimentos foram estudados em duas etapas de campo em condições de maré de sizígia e de quadratura, cada qual com abrangência de dois ciclos de maré (25 hs). Estas etapas foram realizadas numa estação fixa com medições de: maré, velocidade da corrente, material em suspensão, sólidos totais dissolvidos, salinidade, pH, oxigênio dissolvido e temperatura. As características sedimentológicas foram avaliadas pela coleta de sedimentos de fundo em 24 pontos. Os aspectos morfológicos foram reconhecidos por uma batimetria detalhada e por aerofotografias. Os resultados revelaram a dominância das correntes de maré vazante em sizígia e de enchente em quadratura. O fluxo total de sedimentos por ciclo de maré na sizígia foi de 71 ton. (vazante), enquanto que na quadratura foi de 2,2 ton. (enchente). Os sedimentos de fundo variaram de areia muito grossa a silte. A profundidade máxima foi de 7,4 m (maré alta de sizígia). A comparação das aerofotografias revela a instabilidade morfológica da desembocadura. Relaciona-se este fato à influência variável da deriva litorânea e da descarga hidráulica. Este estuário foi classificado como: de frente de barreira arenosa; de circulação do tipo

parcialmente misturada e, por vezes, verticalmente homogênea; de Tipo 2b (quadratura); de tipo intermerdiário 2a e 2b (sizígia); de negativo; de mesomaré e de energia mista.

Palavras-chave: *estuário, hidrodinâmica, transporte sedimentar, sedimentologia e morfologia.*

ABSTRACT

Approximately two thirds of the largest world's metropolitan areas are near estuaries, therefore they are regions commonly submitted to risk caused imposed by population pressure. Harbor installations, various effluents and the improper use of its banks are some of the potential risks to its wide range of natural resources. The action of the tides, the waves and the river flow interact, which turns the characterization of its functioning quite complex matter. This dissertation focuses on the following aspects: hydrodynamic, transport of suspended sediments, sedimentology, morphology and classification. The hydrodynamic and sediments transport were studied in two stages in the field in spring and neap tides conditions, each one of two tide cycles' duration (25 hs). These stages were accomplished in a fixed station by taking the measurements of: tide, current speed, suspended material, dissolved total solids, salinity, pH, dissolved oxygen and temperature. The characteristic of the sediments was analyzed after collecting bottom sediments in 24 points. The morphological aspects were recognized by a detailed bathymetry and aerial photographs. The results revealed the leading of ebb currents during the spring tide and of flood currents in the neap tide. The total flow of sediments per tide cycle in the spring tide was 71 ton. (ebb), while in the neap tide it was 2,2 ton. (flood). The bottom sediments varied from very thick sand to silt. The maximum depth was 7,4 m (high spring tide). A comparison of the aerial photographs reveals the morphological instability of the outlet. This fact is linked to the variable influences of the shore drift and the hydraulic discharge. This estuary was classified as: of bar-built estuary; of partially mixed circulation and sometimes vertically homogeneous circulation estuary; of Type 2b (neap tide), of

intermediate Type 2a and 2b (spring tide); of negative; of mesotidal and of mixed energy.

Keywords: *estuary, hydrodynamic, sediment transport, sedimentology and morphology.*

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO

1.1- BASES TEÓRICAS

1.1.1. – CONCEITO DE ESTUÁRIO

A palavra estuário é originária do *aestus* latino que significa maré. Inúmeras definições têm sido propostas para os estuários de acordo com o ponto de vista imediato. O conceito mais difundido é a clássica definição de Cameron & Pritchard (1963):

“Um estuário é um ambiente costeiro semi-fechado com livre conexão com o oceano aberto e no qual a água do mar é mensuravelmente diluída com a água doce oriunda da drenagem continental”.

Kjerfve (1987) baseado na gênese e na evolução geológica desses ambientes costeiros, dependentes das elevações relativas do nível do mar e das variabilidades locais (suprimento de sedimentos, fatores climáticos, geológicos e energéticos), definiu-o como um ambiente costeiro com conexão restrita com o oceano adjacente a qual permanece aberta pelo menos intermitentemente, podendo ser dividido em três zonas distintas (Figura 1.1):

- Zona de maré do rio (ZR), correspondente à parte fluvial com salinidade praticamente igual a zero mas ainda sujeita à influência da maré;
- Zona de mistura (ZM), correspondente ao estuário propriamente dito e que se caracteriza pela mistura de massas de águas distintas (doce e salgada) e conseqüentemente por uma acentuada variação espacial e temporal de suas propriedades. Esta zona estende-se entre a ZR e a entrada do estuário (desembocadura ou boca) e, em alguns casos, esta última pode ser limitada fisicamente por uma barra de areia de maré enchente ou um delta de maré vazante;
- Zona costeira (ZC), correspondente à região costeira do mar adjacente que se caracteriza por uma maior turbidez se comparada ao ambiente vizinho; horizontalmente essa zona se estende até a chamada zona frontal.

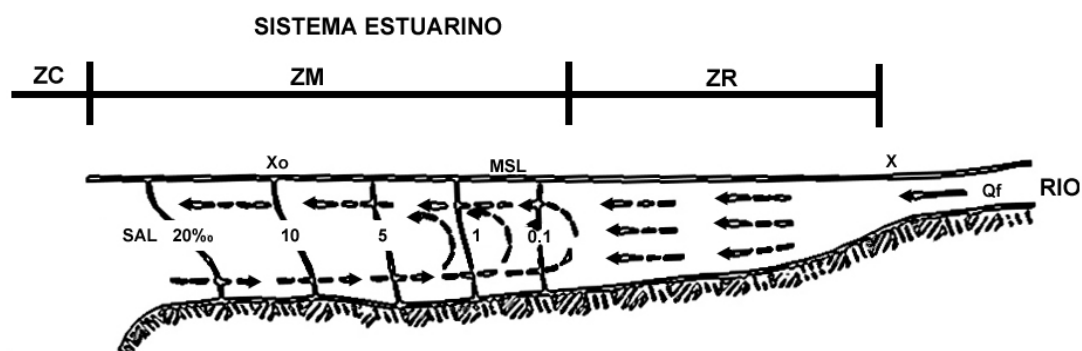


Figura 1.1 – Diagrama esquemático das zonas ZR, ZM e ZC de um sistema estuarino e das características da estrutura da salinidade e da circulação média. Q_f representa a descarga fluvial, X é o ponto limite de influência da maré, MSL aponta o limite da influência da salinidade marinha e X_0 indica o ponto superficial com salinidade 10‰ (Diagrama adaptado de Harleman, 1971).

Perillo (1995) conceitua um estuário como um corpo de água costeira semi-fechado que se estende até o limite efetivo de influência da maré, no qual a água do mar entra por uma ou mais conexões livres com o oceano aberto ou qualquer outro corpo de água salina costeiro e é mensuravelmente diluída com a água doce provinda da drenagem fluvial,

podendo conter espécies eurihalinas durante alguma parte ou em todo o seu ciclo de vida.

Dyer (1997) faz uma adaptação da definição de Cameron & Pritchard (1963), referindo-se a estuário como um corpo de água costeiro semi-fechado com livre conexão com o oceano que se estende em direção ao rio até o limite de influência da maré, onde a água salgada provinda do oceano é mensuravelmente diluída com a água doce provinda da drenagem fluvial.

1.1.2. – CLASSIFICAÇÃO DOS SISTEMAS ESTUARINOS

1.1.2.1. – CLASSIFICAÇÃO COM BASE GEOLÓGICA E GEOMORFOLÓGICA

Pritchard (1952) pioneiramente desenvolveu uma classificação dos sistemas estuarinos baseando-se nos processos geológicos e geomorfológicos responsáveis pela formação destes sistemas. Desta forma o autor conseguiu reconhecer quatro tipos de estuários (Figura 1.2).

- **Estuários de vales inundados**, conhecidos ainda como estuários de planície costeira ou ria. Esses estuários foram gerados durante a transgressão Holocênica que inundou os vales dos rios e terminou há 5000 anos atrás. O processo de inundação foi muito mais acentuado do que o de sedimentação e a topografia atual tornou-se muito semelhante ao vale do rio. Tratam-se de estuários relativamente rasos, raramente excedendo 30 metros de profundidade, onde a área de sua seção transversal aumenta em geral estuário abaixo e, às vezes de forma exponencial. A razão largura/profundidade geralmente é grande, embora ela esteja na dependência do tipo de rocha em que o vale foi erodido. Devido ao processo recente de sedimentação, o fundo é preenchido com lama e sedimentos finos na sua parte superior, sedimentos estes que tornam-se mais grossos em direção à sua entrada.

Os estuários de planície costeira estão, em geral, localizados em regiões tropicais e subtropicais. Embora nessas regiões a descarga dos rios possa ser grande, a concentração dos sedimentos em suspensão transportada é moderada. O volume de água descarregado pelos rios durante um ciclo de maré é geralmente pequeno quando comparado ao volume de água represado entre as marés alta e baixa.

De modo geral, são estuários perpendiculares à costa, de bocas largas, com bacia em forma de V, profundidade intermediária e com um ou mais rios. Exemplos: rio da Prata (Argentina), baías de Chesapeake e Delaware (Costa Atlântica e do Golfo dos Estados Unidos) e, no Brasil, as baías de Todos os Santos, de Vitória e da Guanabara.

- **Estuários do tipo Fiordes**, formaram-se em regiões que durante o Pleistoceno estavam cobertas com calotas de gelo, sendo portanto ambientes localizados em altas latitudes e regiões montanhosas. A pressão dessas calotas sobre os blocos continentais e os efeitos erosivos durante o descongelamento, aprofundaram os vales dos rios primitivos e deixaram soleiras de rocha, principalmente nas suas entradas. Essas soleiras podem ter pequena profundidade, restringindo drasticamente as trocas de água com o oceano adjacente.

Devido ao fato de serem sistemas bem mais profundos, os fiordes apresentam a razão largura/profundidade bem pequena, quando comparados àquela dos estuários de planície costeira, e a sua seção transversal é aproximadamente retangular. A sua gênese justifica o fato dos fiordes geralmente apresentarem fundo rochoso e com processos de sedimentação recente ocorrendo principalmente na desembocadura dos rios. A descarga dos rios em geral é pequena, quando comparada ao volume total do sistema, mas pode ser grande em relação ao seu prisma de maré.

De modo geral, são estuários profundos, perpendiculares ou diagonais à costa, com bacia em forma de U, acesso direto ao mar, mas apresentando na boca uma soleira de depósitos morênicos.

- **Estuários de frente de barreira arenosa** são caracterizados por bacias amplas e rasas, paralelas à costa, limitando o contato com o mar

através de uma praia de barreira ("barrier island" e "barrier spit") composta primariamente de areia. Estuários de barreira são feições desenvolvidas ao longo de planícies costeiras tectonicamente estáveis. São particularmente extensos na costa Atlântica em áreas com ativa deposição de sedimentos costeiros. São restritos aos litorais onde a amplitude de maré é menor que 4 metros. A profundidade média de lagunas típicas de estuários de barreira é usualmente menor que 5 metros e a máxima raramente excede 10 metros. Conseqüentemente a ação do vento constitui a maior força de mistura, com freqüente impedimento da estratificação vertical da coluna d'água. Devido à profundidade limitada e à estreita abertura para a costa oceânica, a ação da maré é geralmente atenuada em sistemas lagunares.

Quatro hipóteses descrevem o desenvolvimento de barreiras de praia para Kennish (1986):

- 1) Elevação de bancos costa afora, exemplo: Padre Island;
- 2) Retrabalhamento de sedimentos dos deltas de rios, exemplo: Mississipi;
- 3) Engolfamento do continente por cristas de praias, exemplo: Carolina do Sul e Georgia;
- 4) Alongamento de esporão de barreira, exemplo: Baía de Barnegat - Nova Jersey.

-Estuários com origem tectônica são característicos de costas acidentadas ou baías separadas do oceano por terras movimentadas associadas com falhamento, subsidência local, vulcanismo e desmoronamento. Estuários produzidos tectonicamente são relativamente poucos. A baía de São Francisco nos Estados Unidos é um exemplo típico. Estas baías tiveram suas estruturas completamente formadas durante a era Cenozóica. Ultimamente os geólogos têm atribuído o movimento da crosta em função de placas litosféricas. A costa do Pacífico da América do Norte, onde o soerguimento de montanhas foi ativo durante a era Cenozóica, é uma região de cadeias de jovens montanhas e estuários tectonicamente produzidos. Estes estuários estão em bacias com bocas amplas, bancos de areia entre cones rochosos e são profundos.

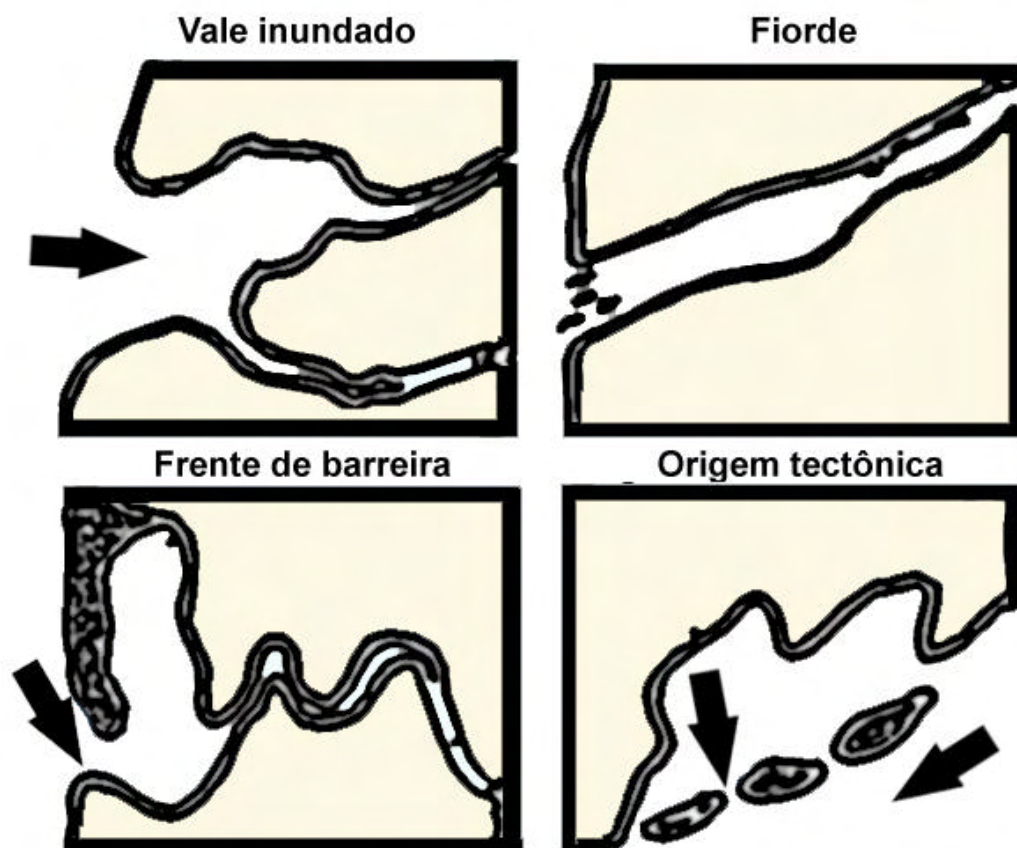


Figura 1.2 – Diagrama classificatório de estuários baseado na geomorfologia (Pritchard, 1967).

1.1.2.2. – CLASSIFICAÇÃO COM BASE FISIAGRÁFICA

Fairbridge (1980) utilizou a fisiografia como base para uma classificação dos estuários, reconhecendo 7 tipos distintos (Figura 1.3) em função das flutuações do nível marinho, fatores morfo-estruturais, fatores climáticos e suprimento de água doce e sedimento.

Fairbridge (op. cit.), também percebeu que os estuários podem ser organizados em 3 grupos de latitudes climáticas, os quais foram influenciados pela história climático-geomórfologica de seu panorama durante o período Quaternário e pelos efeitos da tectônica de placas. Zona Polar e Subpolar, Zona Temperada Ocidental e Zona Tropical Equatorial compreendem os 3 grupos latitudinal-climáticos. Eles podem ser subdivididos por critérios estruturais em: tectonicamente positivos (costas marcadamente soergidas por rochas duras e relevo elevado) e

tectonicamente negativos (costas baixas marcadas por material sedimentar macio e setores com baixo relevo).

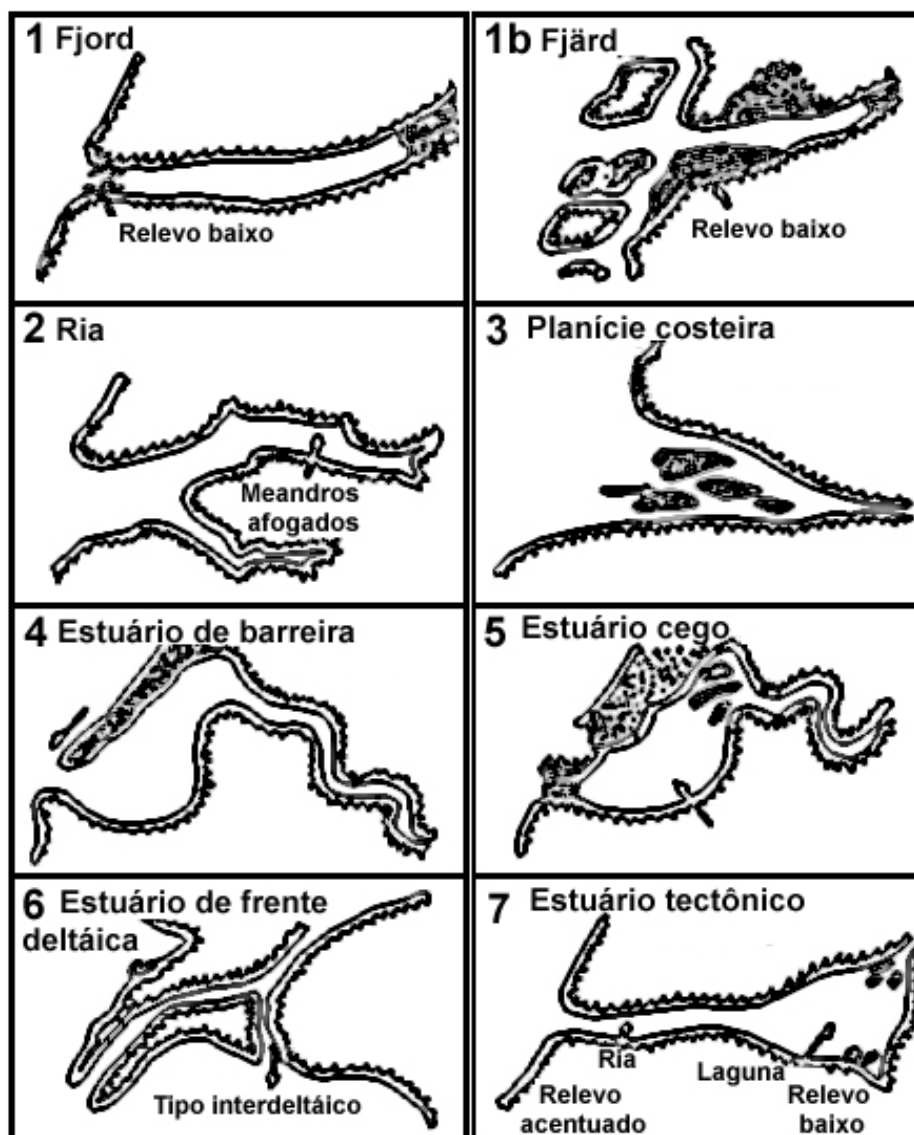


Figura 1.3 – Tipos fisiográficos de estuário reconhecidos por Fairbridge (1980)

1.1.2.3. – CLASSIFICAÇÃO COM BASE NA ESTRATIFICAÇÃO DE SALINIDADE

Pritchard (1955) e Cameron e Pritchard (1963) realizaram uma classificação baseada na equação do balanço salino ou equação de advecção/difusão do sal, inspirada no enunciado de Stommel (1951):

$$\frac{ds}{dt} = -U \frac{ds}{dx} - V \frac{ds}{dy} - W \frac{ds}{dz} + \frac{d}{dx} (K_x \frac{ds}{dx}) + \frac{d}{dy} (K_y \frac{ds}{dy}) + \frac{d}{dz} (K_z \frac{ds}{dz})$$

onde: $\frac{ds}{dt}$ representa a taxa instantânea de câmbio da salinidade e s representa a concentração de sal;

U , V e W são as componentes da velocidade;

K_x , K_y e K_z representam a difusibilidade da direção axial.

Os três primeiros termos do lado direito da equação descrevem os processos de advecção e os três últimos os de difusão. A advecção associa-se tanto ao fluxo de água quanto ao fluxo de sal e representa o padrão de circulação nata, enquanto que os processos difusivos ou não advectivos associam-se somente ao fluxo de sal representados pelo regime de fluxo turbulento ou mescla. A classificação proposta pelos autores citados tenta agrupar os estuários que possuem câmbios de salinidade produzidos pelas mesmas causas através da observação dos termos da equação de balanço salino.

1- Intensamente estratificado (cunha salina)

Este tipo de estuário caracteriza-se pelo predomínio do fluxo fluvial sobre a maré e pela estratificação bem marcada. Geralmente apresenta pequenas amplitudes de maré, pequena razão largura/profundidade e grandes vazões.

A água doce que tem densidade menor que a salgada flutua sobre a mesma na direção do mar. Já a água do mar é introduzida no estuário na forma de cunha salina, tornando-se progressivamente mais estreita em direção ao interior. Formam-se então duas camadas distintas separadas por uma interface de aguçado contraste de densidade. As velocidades diferentes desenvolvidas entre as duas massas d'água em contato, originam neste local forças internas que provocam a mistura de baixo para cima da água do mar com o fluxo de água doce. Este processo

de advecção vertical produz a entrada da água salina na camada superficial do estuário, causando o incremento da salinidade no estuário inferior (Figura 1.4).

Alguns estuários do tipo fiorde e vários estuários de planícies costeiras sofrem distúrbios interfaciais que geram uma zona de camada intermediária conhecida como haloclina. A haloclina representa uma área com um elevado gradiente de salinidade que separa as camadas de águas doce e salgada de muito pequeno gradiente.

A força de Coriolis modifica o padrão de circulação estuarina com atuação distinta para os hemisférios norte e sul. No hemisfério norte, ela produz o direcionamento da camada de água marinha para a terra no sentido da direita. No hemisfério sul, o efeito é de deflexão da massa d'água para a esquerda. O efeito desta força na circulação torna-se mais pronunciado nos estuários largos e profundos e devem ser negligenciados nos estuários estreitos e rasos.

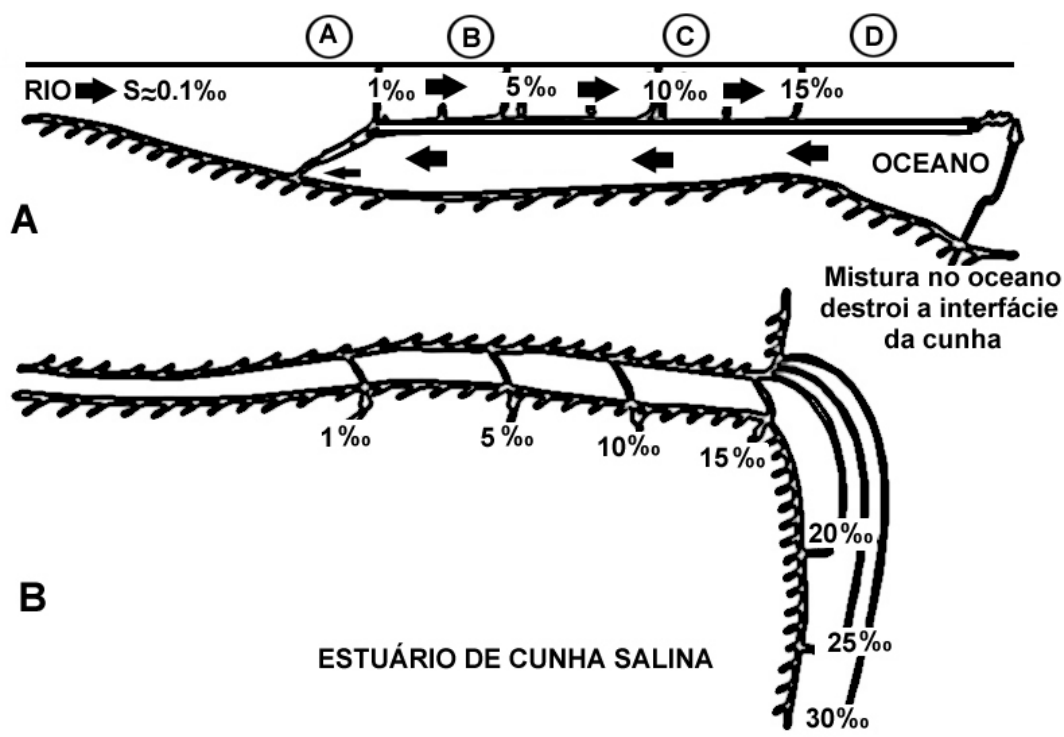


Figura 1.4 – Salinidade e circulação num estuário do tipo cunha salina. (A) perfil longitudinal e (B) visão aérea (Pritchard, 1989).

2- Parcialmente misturado

A agitação provocada pela ação da maré neste tipo de estuário é suficientemente intensa para ocasionar uma erosão mais acentuada da haloclina. Os fluxos diferenciados das duas camadas ainda existem neste tipo de estuário. O gradiente máximo de salinidade encontra-se aproximadamente a meia profundidade.

Os estuários parcialmente misturados são tipicamente rasos e largos. A proporção largura/profundidade é mais alta do que a dos estuários com cunha salina. O grau de estratificação varia consideravelmente entre os estuários parcialmente mesclados. Diferentes amplitudes de salinidade vertical, de 1% à 10%, podem ser observadas dependendo do volume da descarga fluvial e da amplitude das correntes de maré (Figura 1.5).

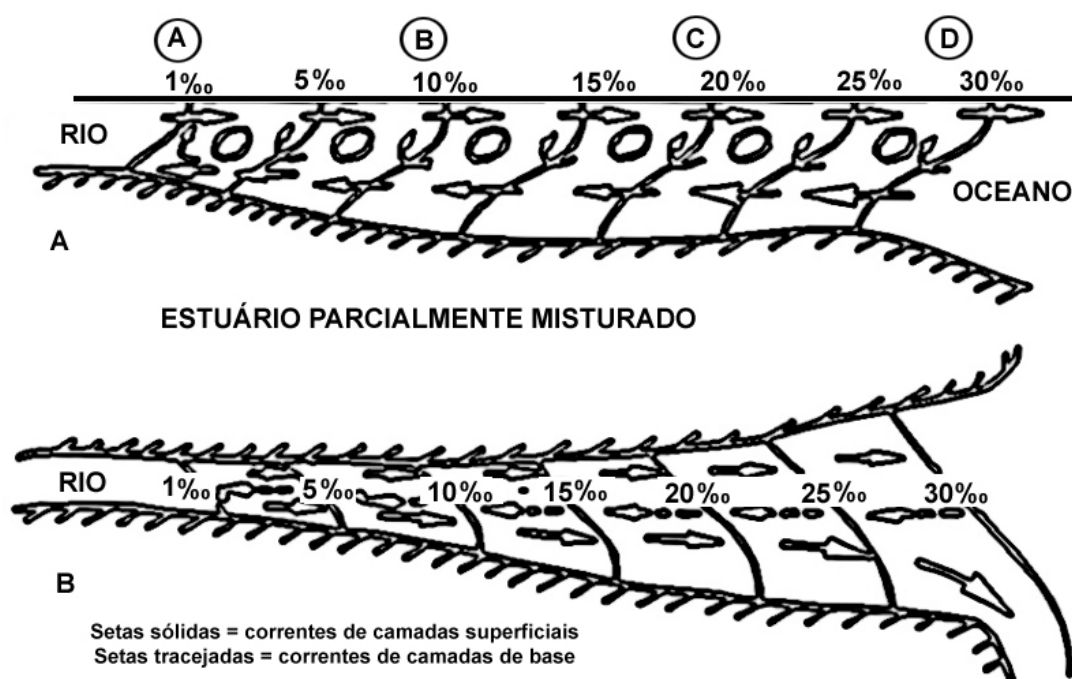


Figura 1.5 – Salinidade e circulação num estuário do tipo parcialmente misturado. (A) perfil longitudinal e (B) visão aérea (Pritchard, 1989).

3- Verticalmente homogêneo

Nesse tipo de estuário, a haloclina é completamente erodida pela ação de grandes amplitudes de maré associadas à pequenas razões de fluxo e de correntes cisalhantes no fundo. Desta forma, esses estuários tornam-se verticalmente homogêneos. Na prática, é possível observar uma ligeira estratificação vertical de salinidade. Segundo Dyer (1973), não havendo gradientes verticais de salinidade, o fluxo vertical de sal é desprezível e o processo de mistura ocorre na direção longitudinal (Figura 1.6).

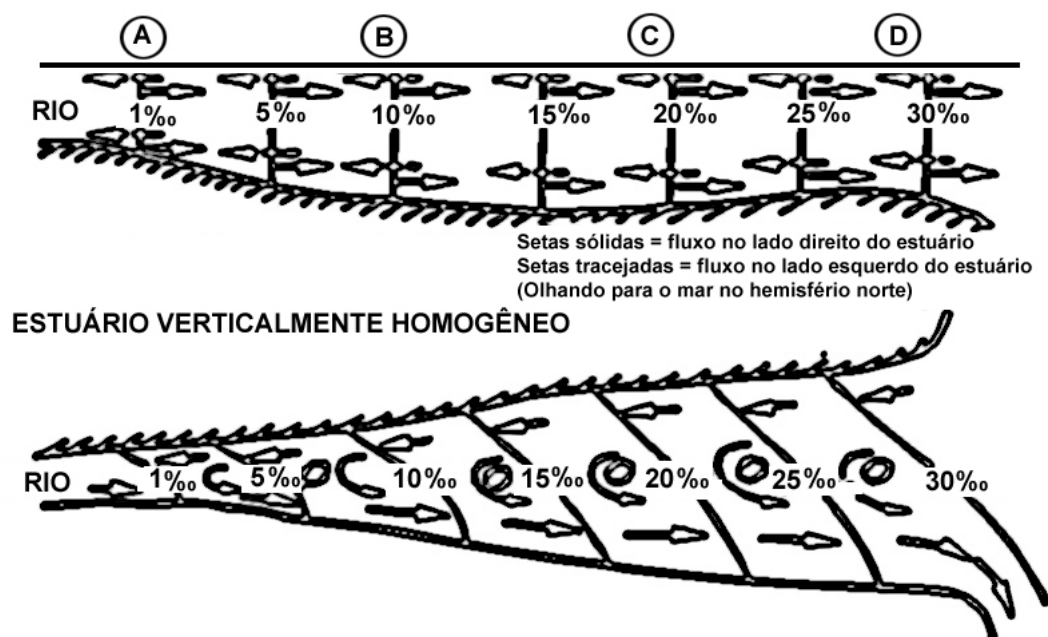


Figura 1.6 – Salinidade e circulação num estuário do tipo verticalmente homogêneo. (A) perfil longitudinal e (B) visão aérea (Pritchard, 1989).

4- Lateralmente homogêneo

Em sistemas estreitos o cisalhamento lateral poderá ser suficientemente intenso para gerar condições lateralmente homogêneas. Nestas condições, a salinidade aumenta gradativamente estuário abaixo e o movimento médio está orientado nessa direção em todas as profundidades. Embora esse movimento tenha a tendência de transportar sal para fora do estuário, o balanço de sal é feito por um transporte de sal estuário acima por difusão turbulenta associada à irregularidades topográficas e ao atrito com o fundo. A água do mar pode ser aprisionada em embaiamentos no estágio de

maré enchente, retornando na fase seguinte de maré vazante ao corpo principal do sistema (Figura 1.7).

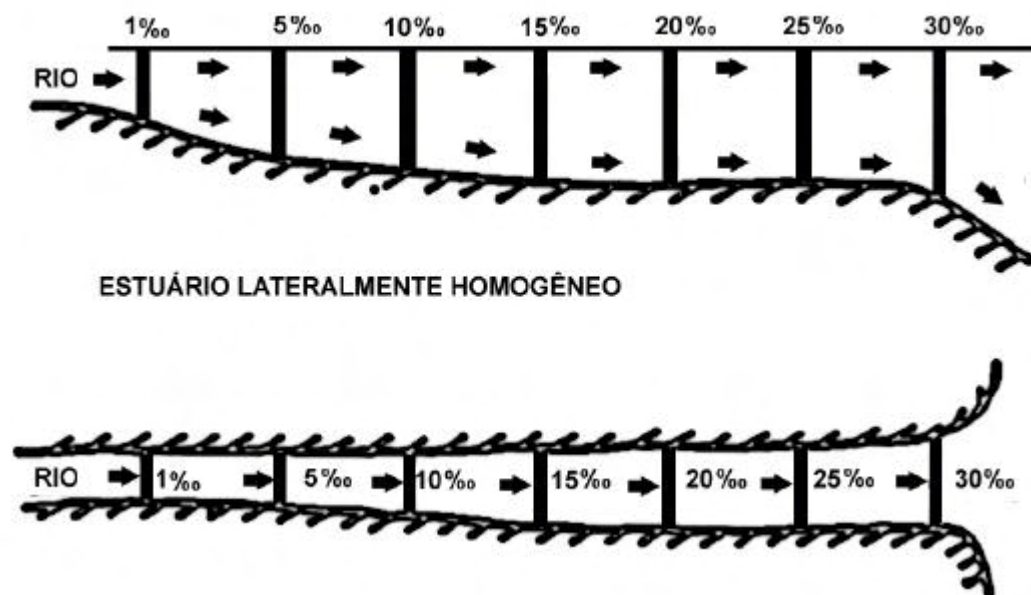


Figura 1.7 – Salinidade e circulação num estuário do tipo lateralmente homogêneo. (A) perfil longitudinal e (B) visão aérea (Pritchard, 1989).

1.1.2.4. – CLASSIFICAÇÃO COM BASE NO DIAGRAMA CIRCULAÇÃO X ESTRATIFICAÇÃO

Hansen & Rattray (1966) desenvolveram um diagrama para classificação de estuários utilizando parâmetros de estratificação e de circulação. O parâmetro de estratificação é definido como a razão entre a diferença da salinidade da superfície (S_S) e do fundo (S_B) dividida pela média vertical da salinidade (S) e o parâmetro de circulação é a razão entre a corrente resultante de superfície (U_r) e a média de corrente na seção transversal (U_T). O diagrama proposto por estes autores classifica os estuários em quatro tipos (Figura 1.8):

Tipo 1 apresenta fluxo resultante em direção ao oceano em todas as profundidades e o transporte de sal é devido somente ao processo de difusão turbulenta. Este grupo se subdivide no **tipo 1a** que possui pouca estratificação e coincide com estuários bem misturados e lateralmente

homogêneos, e no **tipo 1b**, onde existe estratificação mas não ocorre fluxo de fundo em direção ao continente.

Tipo 2 inclui os estuários parcialmente misturados e é dividido em bem misturado (**tipo 2a**) e parcialmente estratificado (**tipo 2b**). Estuários do tipo 2 são caracterizados por uma circulação gravitacional razoavelmente bem desenvolvida e transporte longitudinal por advecção e difusão turbulenta. Neste tipo enquadram-se a maioria dos estuários de planície costeira.

Tipo 3 é caracterizado por estuários com forte circulação gravitacional e estratificação de média a intensa. Os estuários do **tipo 3a** são bem misturados, enquanto que os do **tipo 3b** são parcialmente estratificados.

Tipo 4 são fortemente estratificados sem circulação gravitacional, também identificados como do tipo cunha salina.

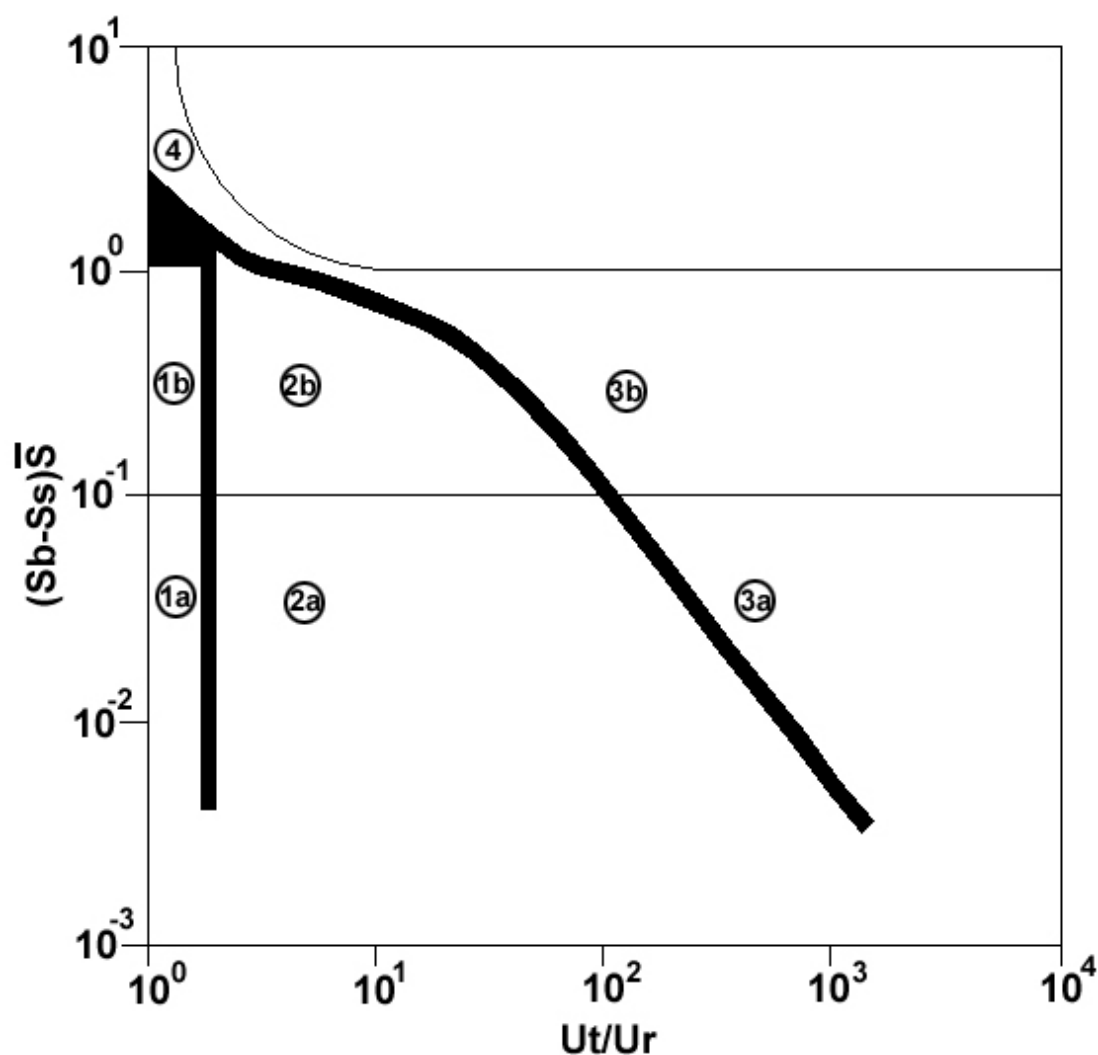


Figura 1.8 – Diagrama de estratificação e circulação de Hansen & Rattray (1966).

1.1.2.5. – CLASSIFICAÇÃO COM BASE NA SALINIDADE

Pritchard (1967 e 1952) apresenta uma classificação dos estuários quanto ao regime salino em positivo, negativo e neutro (Figura 1.9). No estuário positivo o volume do fluxo doce e a precipitação excedem a evaporação e a salinidade aumenta de montante para jusante. A água marinha penetra no estuário pelo fundo e mistura-se no sentido da água doce que flutua por cima da água salina mais densa. Day (1981), subdivide os estuários positivos em quatro categorias de acordo com o grau de estratificação ou mistura:

- Estuário salino;
- Estuário altamente estratificado;
- Estuário parcialmente misturado;
- Estuário verticalmente homogêneo.

No estuário negativo, a evaporação excede o volume do fluxo de água doce e da precipitação, tornando a salinidade do estuário maior do que a marinha. A salinidade aumenta da boca do estuário para as partes superiores, onde valores de hipersalinidade são freqüentemente encontrados. Devido à evaporação, a água de superfície aumenta a salinidade, afunda e flui ao longo do fundo para o estuário inferior. A circulação difere marcadamente do estuário positivo. Estuários negativos são mais comuns em regiões tropicais que experimentam uma pequena amplitude de maré.

Quando a evaporação iguala-se ao somatório do fluxo de água doce e da precipitação, desenvolve-se um regime salino estático. Devido à evaporação raramente ser igual ao suprimento de água doce, o estuário neutro representa um estado intermediário ou transitório entre o estuário positivo e negativo.

Referências explicativas sobre este tipo de classificação foram apresentadas em trabalhos como: Cameron & Pritchard (1963), Dyer, K. R. (1973), Officer, C. B. (1976), Bowden, K. F. (1980), Biggs & Cronin (1981), Day, J. H. (1981) e Kennish (1986).

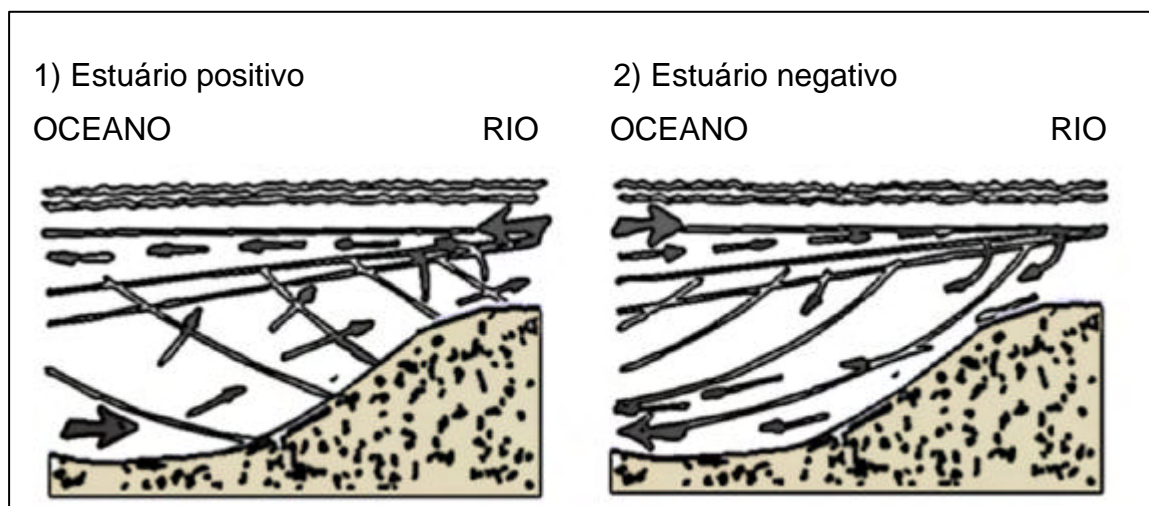


Figura 1.9 – Classificação de estuários com base na salinidade. Diagramas baseados em conceitos de Emery e Stevenson (1957).

1.1.2.6. – CLASSIFICAÇÃO COM BASE NA AMPLITUDE DE MARÉ

Davies (1964) e Hayes (1975) classificaram os estuários de acordo com as amplitudes de maré, identificando sistemas estuarinos de três tipos: microtidal, mesotidal e macrotidal (ou micromarés, mesomarés e macromarés) (Figura 1.10).

Estuários de micromarés estão sujeitos à pequenas amplitudes de maré (0 a 2 metros), contendo sedimentos arenosos na zona de marés e deltas do rio, leques de "washover" e estruturas construídas por ondas (exemplos: praias alinhadas, espigões arenosos e barras de desembocaduras). Siltes e argilas são acumulados no fundo da área central do estuário. Os ventos, ondas de tempestade e correntes são as forças dominantes no transporte de sedimentos e influenciam na morfologia dos depósitos arenosos. Correntes de maré tornam-se importantes somente na desembocadura da barra, exemplos: estuários do sul do Brasil.

Estuários de mesomarés, com amplitude de maré intermediária (2 a 4 metros), são caracterizados por sedimentos depositados primariamente por correntes de marés. Conseqüentemente, deltas de marés e canais de marés tornam-se conspícuos, com o principal depósito de areia localizado em deltas de maré. Sedimentos de silte e argila se encontram na planície de maré e em pântanos salgados (salt marshes), exemplo: Carolina do Sul e Georgia, Estados Unidos.

Estuários de macromarés, com amplitude de maré superior a 4 metros, são completamente dominados por correntes de maré. Eles usualmente aparecem em foz alargada em forma de funil, com sedimentos arenosos concentrados na porção central do estuário, freqüentemente como corpos arenosos alongados, lineares e paralelos à corrente de maré. Siltes de granulação fina e argilas acumulam-se ao largo nas planícies de marés

ou em pântanos salgados. Baía de Bristol, Alaska; estuário do Rio Ord, Austrália; Golfão Maranhense, Brasil e Patagônia, Argentina.

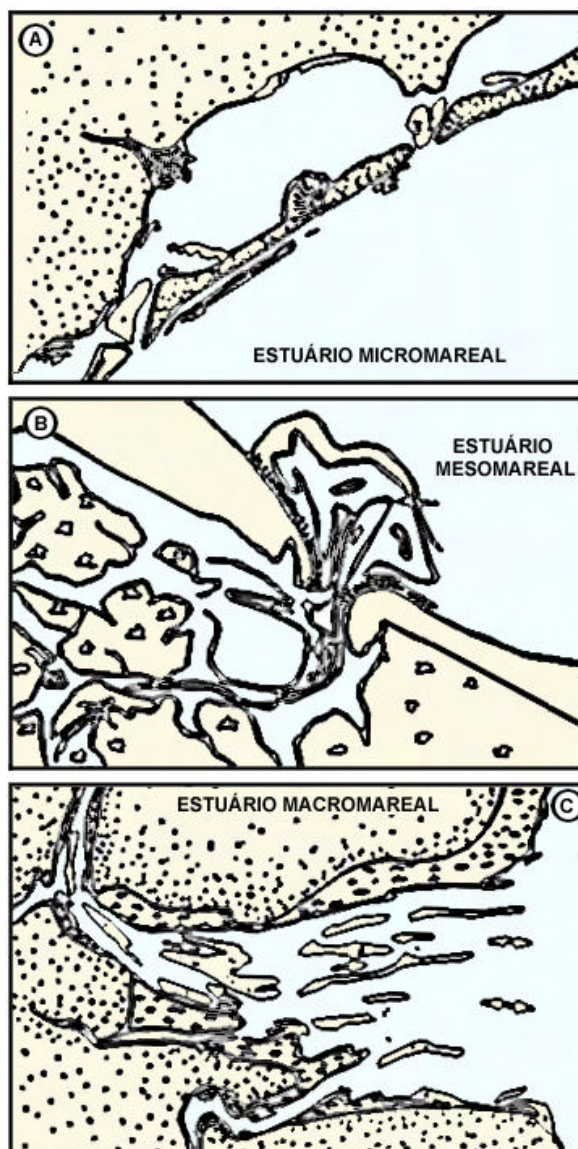


Figura 1.10 – Classificação de estuários proposta por Davies (1964) e Hayes (1975) com base na amplitude de maré.

Davis & Hayes (1984) classificaram os ambientes costeiros como os estuarinos baseando-se na atuação dominante de forças das marés e das ondas de modo a criar um diagrama (Figura 1.11).

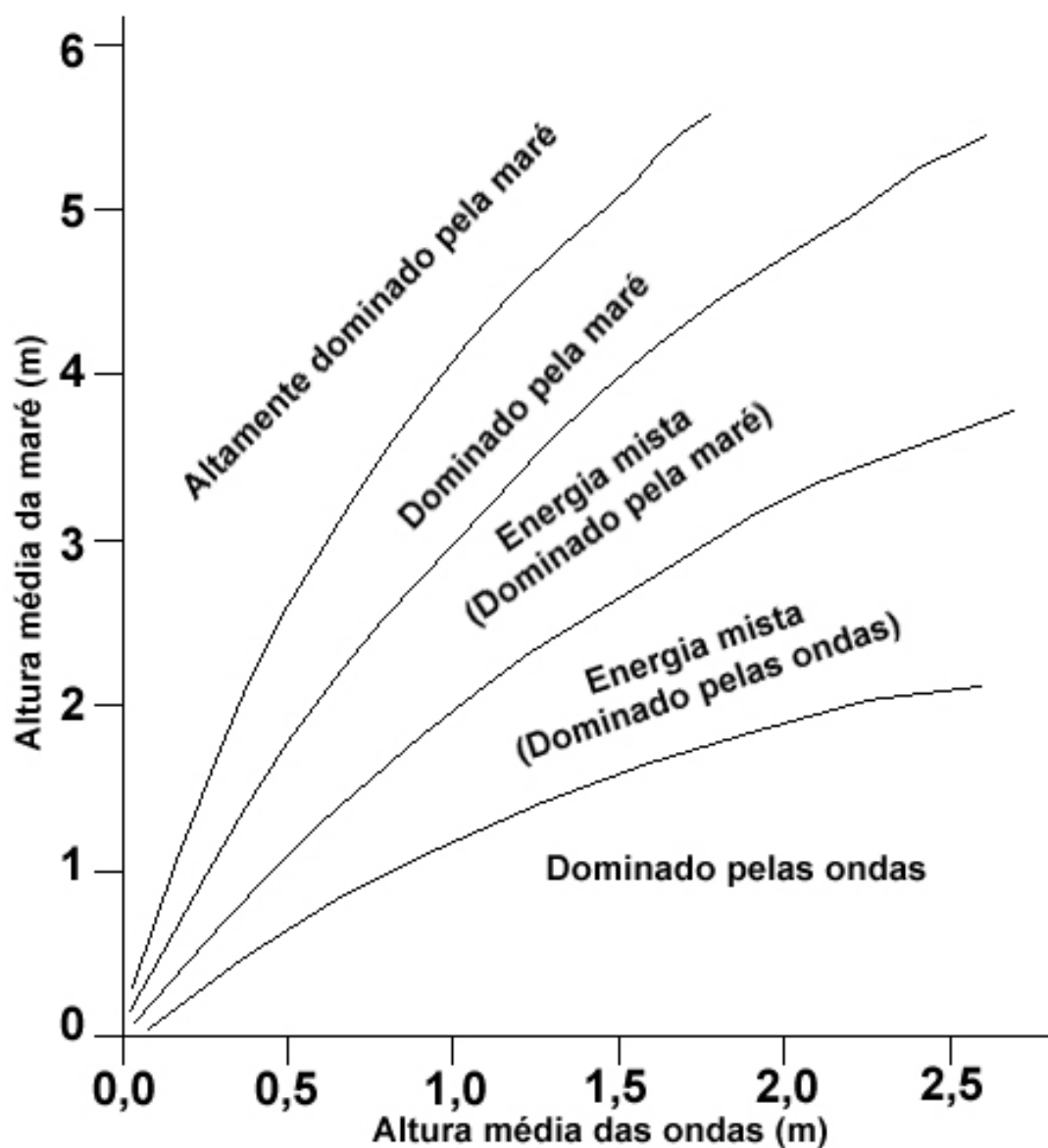


Figura 1.11– Diagrama de classificação de ambientes costeiros com base na influência relativa da altura da maré e da altura das ondas (Davis & Hayes, 1984).

1.1.2.7. – CLASSIFICAÇÃO COM BASE NA SEDIMENTAÇÃO

Rusnak (1967), incorporou critérios sedimentológicos ao sistema de classificação. De acordo com esta classificação, o nível de suprimento de sedimentos incorporados à bacia sedimentar pode ser positivo, inverso ou neutro.

-Suprimento positivo: o estuário é abastecido totalmente por sedimentos oriundos do transporte fluvial, sendo chamado de acumulador positivo ("positive filled"). Um rio com grande carga sedimentar, tanto em tração como em suspensão, tende a encher rapidamente a bacia estuarina formando uma frente deltáica progradante. Muitas bacias estuarinas de águas temperadas que recebem vazão moderada são "positive filled".

-Suprimento inverso ("inverse filled estuary"): quando a quantidade de sedimento trazido pelo sistema fluvial é baixa e a maior parte dos depósitos da bacia estuarina é oriunda das praias ou da costa oceânica introduzida através das marés enchentes, resultando numa inversão no abastecimento. Exs: estuários da costa leste dos Estados Unidos (inverse filled basins).

-Suprimento neutro: estuários sem suprimento ou num estado de equilíbrio com pouca ou nenhuma mudança perceptível no volume da bacia sedimentar são classificados como "neutral filled". Os sedimentos oriundos da margem litorânea local ou do leito do fundo da bacia são redistribuídos neste sistema mas uma pequena quantidade é derivada do fluxo de água fluvial ou marinha, exemplos: estuários profundos como os fiordes da Noruega.

1.2 – OBJETIVOS

Como objetivo geral, esse estudo destina-se a oferecer um reconhecimento inicial da região estuarina do rio Piranji focando basicamente seus processos hidrodinâmicos e sedimentológicos. E, como objetivos específicos, determina-se a:

- 1) Reconhecer o comportamento hidrodinâmico do local sob a influência de marés de quadratura e sizígia;
- 2) Avaliar a quantidade de sedimentos em suspensão transportada em condições diferentes de maré;
- 3) Determinar a variação de parâmetros físicos como: pH, salinidade, temperatura e sólidos totais dissolvidos durante o período de estudo;
- 4) Confeccionar carta batimétrica e caracterizar os sedimentos de fundo da região estudada;
- 5) Relatar mudanças na morfologia estuarina ao longo do tempo através de registros de fotografias aéreas;
- 6) Classificar o estuário do rio Piranji segundo as propostas de classificação apresentadas na literatura.

CAPÍTULO 2 - ÁREA DE ESTUDO

2.1- LOCALIZAÇÃO E ACESSO

O estuário do rio Piranji localiza-se no litoral leste do estado do Ceará, mais precisamente no distrito de Parajuru, inserido no município de Beberibe (Figura 2.1).

O local de estudo tem área aproximada de 10,9 Km² sendo limitado pelas coordenadas UTM: N=9.512.415m e N=9.515.215m e E=627.452m e E=631.361m, tendo como origem da quilometragem UTM a linha do Equador e o Meridiano Central de 39° W GR. No sistema de coordenadas geográficas seus limites estão compreendidos entre os paralelos 4°23'06" e 4°24'36,6" de latitude sul e os meridianos 37°48'57,6" e 37°51'04,2" de longitude oeste.

O acesso à região estudada fica a 120km de Fortaleza, sendo feito através da rodovia CE 040.

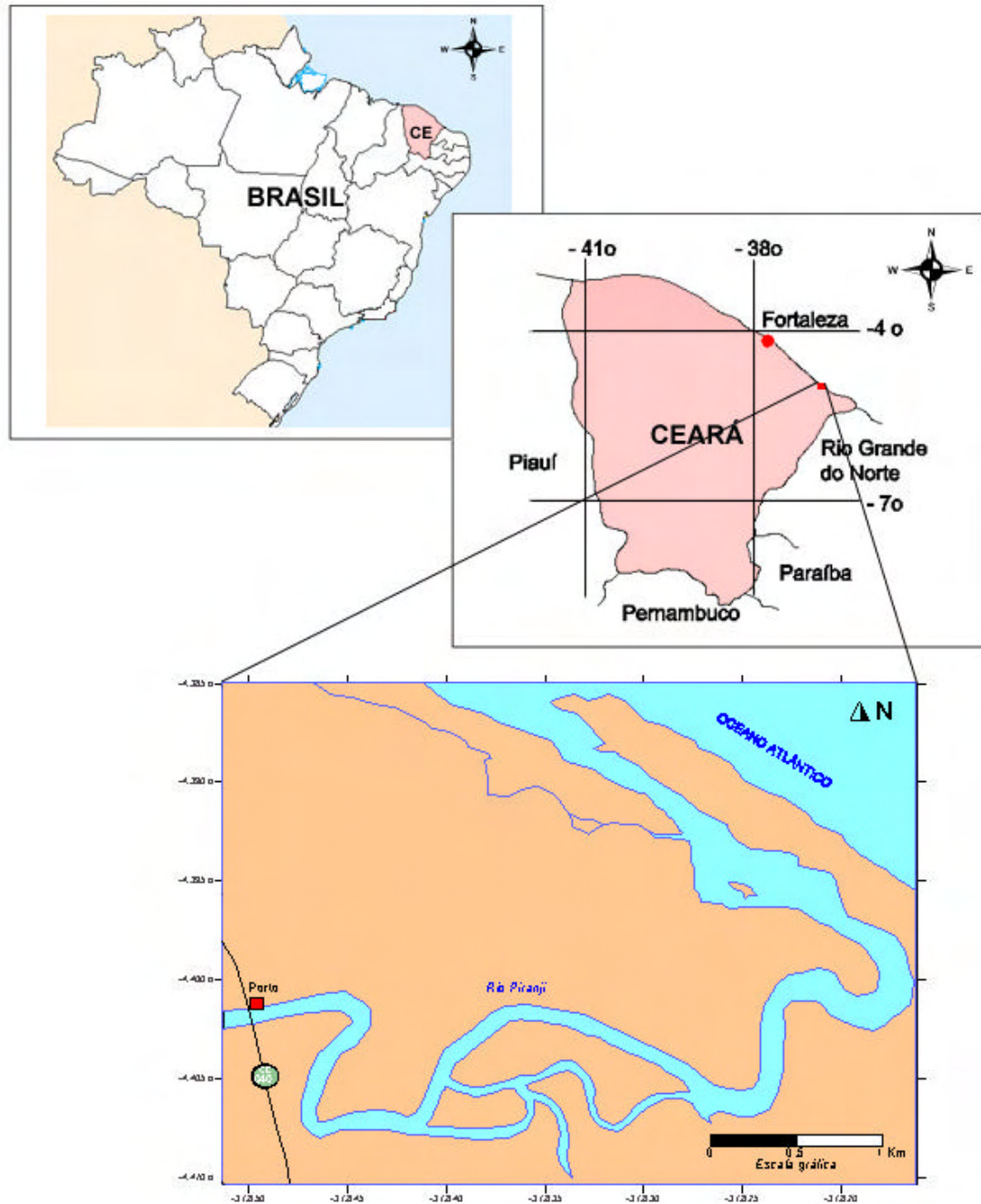


Figura 2.1 – Localização da área de estudo.

2.2 – GEOLOGIA REGIONAL

Em escala regional, o litoral leste do Estado do Ceará, caracteriza-se geologicamente por um empilhamento estratigráfico definido pelas rochas do embasamento Pré-Cambriano, sedimentos Terciários da Formação Barreiras e depósitos Quaternários.

2.2.1. PRÉ-CAMBRIANO

Segundo Caby & Arthaud (1986), o embasamento regional é representado pelo “Grupo Ceará”, sendo formado por dois conjuntos litológicos. O primeiro de idade Arqueana, constituído de xistos e gnaisses de composição tonalítica a granodiorítica em que o bandamento magmático por vezes encontra-se preservado e por alguns resquícios de anfibolitos e metasedimentos. Em áreas de formações expressivas, as relações estruturais indicam que os granitos foram intrudidos após os dioritos e tonalitos e que os anfibolitos derivam de antigas seqüências residuais de *greenstone belts*. O segundo conjunto é representado por rochas de idade Proterozóica, essencialmente constituído por metaquartzitos aluminosos e uma grande expressão de mármore e calciossilicáticas definindo horizontes mapeáveis intercalados com rochas pelíticas. Também é comum a presença de rochas alcalinas, subalcalinas e gnaisses sieníticos indicando acamamento migmatítico de pequena escala.

Trabalhos desenvolvidos por Campos *et al.* (1979 *apud* Caby & Arthaud, 1986) relatam que as estruturas norte e central cearenses exibem feições originadas por tectonismo extensional. Tal tectonismo parece afetar tanto as rochas do embasamento Arqueano quanto as unidades Proterozóicas e nappes de rochas Proterozóicas com empurrão S-SW sobre embasamento Arqueano.

2.2.2. TERCIÁRIO

A Formação Barreiras teve sua deposição iniciada ainda no Mioceno, no entanto, a maioria dos pesquisadores referem-se a esta Formação como de idade Pliocênica a Pleistocênica (Arrai *et al.*, 1988). O sistema deposicional destes sedimentos é admitido como predominantemente continental, onde os mesmos foram depositados sob condições de um clima semi-árido sujeito a chuvas esporádicas e violentas, formando amplas faixas de leques aluviais coalescentes em sopés de encostas mais ou menos íngremes.

Maia (1993) refere-se às falésias existentes na região de Aracati-CE como um conjunto de fácies de leques aluviais formado por depósitos residuais de canais e de corrida de detritos (Fácies Proximal), sobreposto por um sistema fluvial entrelaçado (Fácies Mediana/Distal).

Esta unidade distribui-se ao longo de uma faixa de largura variável acompanhando a linha de costa à retaguarda dos sedimentos eólicos antigos e atuais. Por vezes afloram na linha de praia, formando as falésias vivas. Adentram em direção continental até cerca de 30 km. Sua espessura também é bastante variável, em função do seu relacionamento com a superfície irregular do embasamento sobre o qual repousa em discordância erosiva angular, mas é estimada em torno de 25 metros. (Brandão, 1995).

2.2.3. QUATERNÁRIO

Os depósitos sedimentares quaternários continentais e transicionais são caracterizados por intensa e complexa dinâmica e inseridos nos ambientes atuais de sedimentação. Apresentam-se distribuídos em depósitos eólicos, flúvio-lacustres, aluviais e praias.

2.3 – CLIMA

Segundo a classificação de Köppen (1948), a área está contida numa zona tropical úmida do tipo “Aw”, caracterizada por um clima quente e úmido, com precipitações médias anuais irregulares e deficiência hídrica moderada a baixa.

A faixa de movimentação da zona de convergência intertropical (ZCIT) é marcada pela convergência dos ventos alísios de nordeste e de sudeste e tem grande atuação nas variações climáticas na região. Durante os meses de dezembro a abril seu deslocamento ocorre na direção sul, provocando um aumento nas precipitações. Neste período, verifica-se a presença dos alísios de NE, que também se aproximam da costa. Da mesma forma, a ocorrência de ondas provenientes de NE/NW é verificada com maior intensidade neste período. De julho a novembro a ZCIT desloca-se gradativamente para norte, afastando-se do equador. Neste período, as chuvas começam a diminuir até caracterizar-se o período de estiagem. Ao mesmo tempo, os alísios de sudeste/este tornam-se mais efetivos, aumentando sua predominância em relação aos de nordeste e as ondas de SE/E dominam a faixa costeira (RADAMBRASIL,1981).

Durante o ano de 2002, observou-se o comportamento padrão de chuvas concentradas no primeiro semestre com pico em abril e um segundo semestre bastante seco, principalmente nos meses de agosto, setembro e outubro (Gráfico 2.1). A temperatura média mensal na região de Fortaleza está representada pelo gráfico 2.2. A precipitação total anual registrada foi de 1.863 mm e a média anual de temperatura foi de 26,6 °C (Anexo 01).

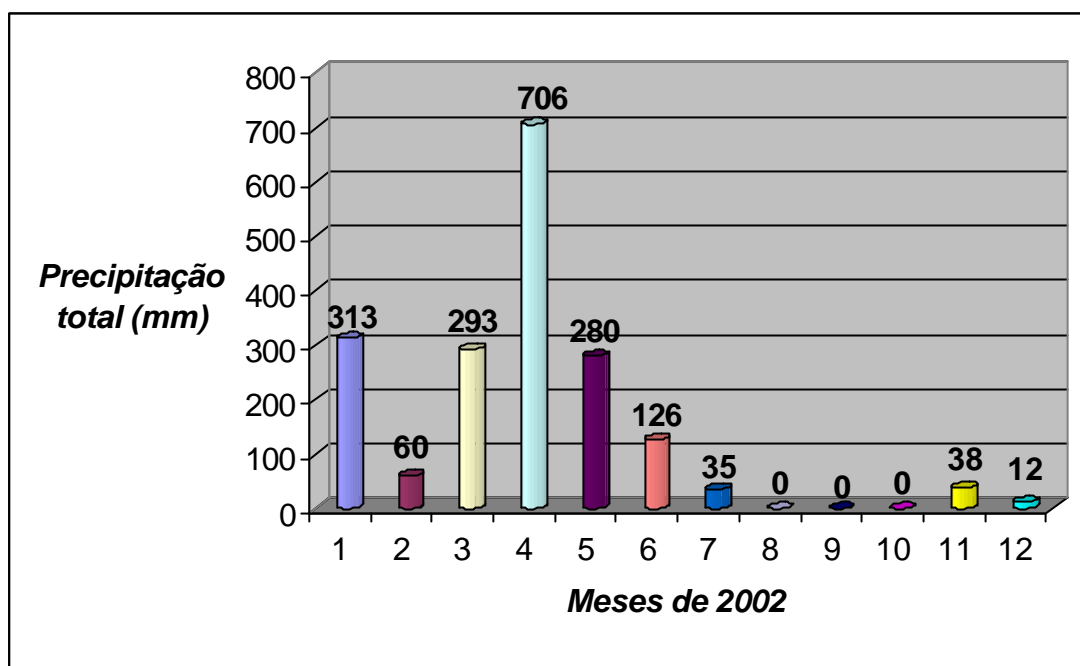


Gráfico 2.1- Precipitação mensal total (mm) determinada pela estação meteorológica POSTO 23 – Beberibe (Fonte: FUNCEME, 2002 - Anexo 01).

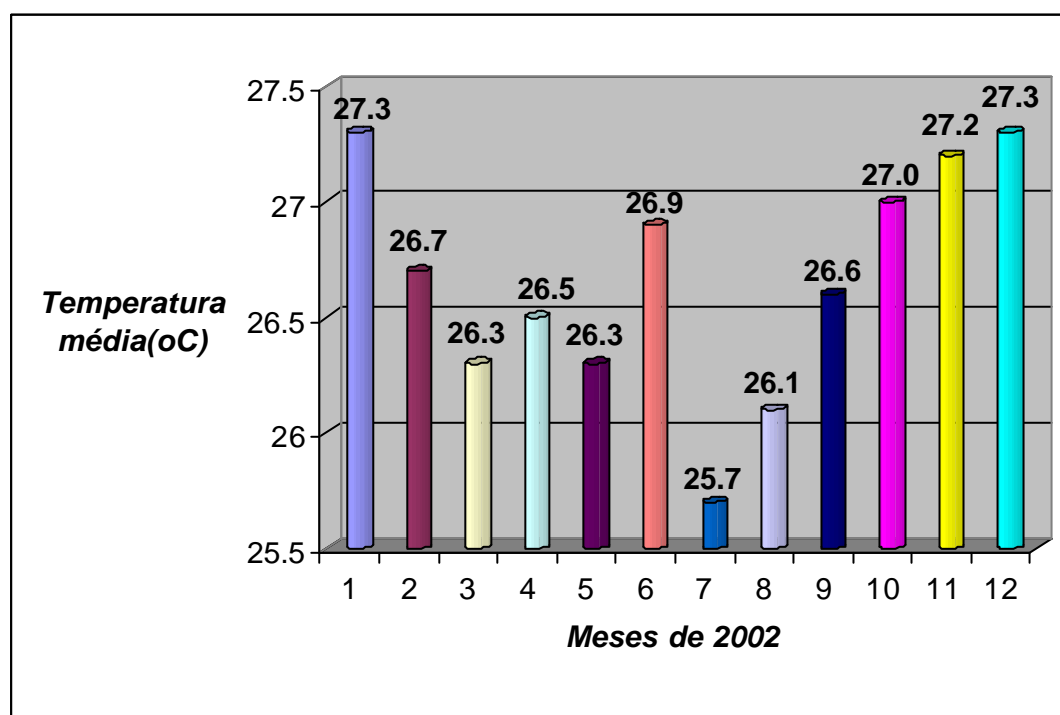


Gráfico 2.2- Temperatura mensal (°C) determinada pela estação meteorológica FORTALEZA (Fonte: FUNCEME, 2002 - Anexo 01).

2.4- SOLOS E VEGETAÇÃO

As condições climáticas e as feições topográficas da planície litorânea (dunas e tabuleiros), sob a influência do nível freático, formam o cenário abiótico determinante do tipo de vegetação ocorrente.

Regionalmente, prevalecem as formações pioneiras compreendidas numa estreita faixa, praticamente sem continuidade ao longo do litoral, recobrando os terrenos recentes do Quaternário (Holoceno) de solos quartzosos distróficos. Tais formações relacionam-se diretamente com os depósitos praias, de dunas, planícies marinhas e fluviomarinhas (RADAMBRASIL,1981).

Conforme (RADAMBRASIL,1981), as espécies que revestem essas regiões próximas ao mar são poucas e similares. Características naturais, como temperaturas elevadas e períodos de estiagem associados à ação dos ventos, influenciam na fisiologia destas plantas que desenvolvem particularidades como caules estoliníferos, rizomas e folhas suculentas. Como exemplos têm-se: salsa (*Ipomoea asarifolia*), salsa-de-praia (*Ipomoea pes-caprae*), capim-da-praia (*Paspalum vaginatum*), cipó-da-praia (*Remirea marítima*), bredo-da-praia (*Iresine portulacoides* Moq.), grinalda de noiva (*Heliotropium sp*)(*Sesuvium portulacastrum* Linn), capim-barba-de-bode (*Sporobolus virginicus*), pinheirinho da praia (*Remirea marítima* Aubl.) e cansanção (*Cnidoscylus ureus* Linn).

As matas de tabuleiro, áreas com solos autóctones desenvolvidos a partir da Formação Barreiras, foram quase completamente eliminadas pela introdução da agricultura de subsistência como as culturas de mandioca, milho, feijão e as monoculturas de caju e coco. Originalmente estas matas são compostas por: coaçu (*Coccoloba sp.*), pau-d'arco (*Tabebuia roesa-alba*), maçaranduba (*Manikara sp*), Cajuí (*Anacardium microcapum* Ducke), pau pombo (*Tapirira guianensis* Aubl), pereiro (*Aspidosperma pirifolium* Mart.), pitiá (*Aspidosperma sp.*), pau d'arco roxo (*Tabebuia impetiginosa*), pau d'arco amarelo (*Tabebuia serratifolia*), mofumbo (*Cobretum leprosum* Mart.) jatobá (*Hymenaea courbaril* Linn),

mucunã (*Dioclea sp.*), murici (*Byrsonima crassifolia*), murici pitanga (*Byrsonima gardenerana* A. Fuss), ameixa (*Ximenia sp.*), araçá (*Psidium sp.*), e a Cactaceae (*Pilosocereus hapalacanthus*). Destaca-se ainda a concentração de carnaúbas (*Copernicia cerifera*) nas áreas úmidas próximas de cursos fluviais, como árvore de importância econômica (RADAMBRASIL, 1981).

A *Rhizophora mangle L.*, a *Avicenia schauereiana* e a *Laguncularia Racemosa* ocorrem em áreas de influência das marés com solos orgânicos (mangues) (RADAMBRASIL, 1981).

2.5- HIDROGRAFIA

A principal bacia hidrográfica da área estudada é formada pelo rio Piranji, no baixo curso, localizada entre as bacias do Choró e do Jaguaribe (Gomes & Barreto, 1995).

Próximo ao litoral, o rio Piranji torna-se perene e sofre inclusive a influência das marés, apresentando um regime de salinidade eurihalino. Esse rio não apresenta afluentes importantes e sua rede hidrográfica apresenta um padrão subparalelo na região de baixo curso (Gomes & Barreto, *op. cit.*).

Além do rio Piranji, aparecem na área cursos menores como os córregos Florestas, Maceió e Barrinha. Estes córregos não alcançam diretamente o mar. Finalizam em pequenas lagoas ou são barrados por cordões de areia, só se ligando ao mar por ocasião das enxurradas (Gomes & Barreto, *op. cit.*).

2.6- OCEANOGRAFIA

2.6.1- MARÉS

Baseando-se nos dados da Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN), o estado do Ceará é atingido por mesomarés segundo a

classificação de Davies (1964) do tipo semi-diurno com amplitude média de aproximadamente 2,1 m e máxima de 3,4 m, período médio de 12,4 horas e defasagem média de 50 minutos de um dia para outro. A tabela 2.1 apresenta a altura máxima, a altura mínima e a amplitude de maré para o ano de 2002 em condições de quadratura e sizígia.

Maia (1998) indica uma influência temporal de longo prazo das forças astronômicas sobre a maré, relatando que durante os meses de junho e dezembro a amplitude das marés de quadratura e sizígia aumentam, enquanto que o inverso ocorre durante os meses de setembro e março, quando verificou diferenças temporais de amplitude de marés de sizígia de 0,30-0,40 m e de 0,40-0,50 m nas de quadratura.

MÊS/2002	MARÉ DE QUADRATURA			MARÉ DE SIZÍGIA		
	Altura máx.	Altura mín.	Amplitude	Altura máx.	Altura mín.	Amplitude
JAN	2.1	1	1.1	3.1	-0.1	3.2
FEV	2.2	1	1.2	3.1	-0.2	3.3
MAR	2.1	1.1	1	3.2	-0.2	3.4
ABR	2	1.2	0.8	3.1	-0.1	3.2
MAI	2	1.2	0.8	3.1	-0.1	3.2
JUN	2.1	1.1	1	2.9	0.2	2.7
JUL	2.1	1	1.1	2.9	0.2	2.7
AGO	2	1.1	0.9	3	-0.1	3.1
SET	2	1.1	0.9	3.1	-0.1	3.2
OUT	2.1	1.1	1	3.1	-0.1	3.2
NOV	2.1	1.1	1	3.2	-0.1	3.3
DEZ	2.1	1.1	1	3.1	0	3.1

Tabela 2.1 - Altura máxima, altura mínima e amplitude de maré para o ano de 2002 em condições de quadratura e sizígia de acordo com as tábuas de maré (DHN).

2.6.2- ONDAS

Maia (1998) analisou dados de ondas oriundos das proximidades do porto do Mucuripe (Fortaleza), obtidos pelo Instituto de Pesquisas Hidroviárias (INPH) por um período de 4 anos. Sua análise determina uma média de altura de onda de 1,15 m e moda de 1,14 m, apresentando período médio mais freqüente de 5,70 segundos (associado à altura significativa) e média de 5,89 segundos. Identificou ainda um

predomínio de ondas do tipo *sea*, representando 94,2% em relação às de *swell*, as quais correspondem a 0,28% e as restantes correspondentes a 5,52% não puderam ser definidas por estarem situadas entre os dois limites.

Maia (op. cit) ressalta a existência de um forte controle das características das ondas pela velocidade e direção do vento, determinando um domínio das ondas de E, octantes ESE e ENE e, secundariamente de NE. Estas observações confirmam as conclusões de Morais (1980) que verificou um predomínio das ondas do quadrante E-SE e uma ocorrência secundária de ondas de NE para a mesma região.

Maia et al. (2002) trabalharam com dados da região do Porto do Pecém – CE para a realização do projeto de recuperação da praia de Iracema. Estes dados provêm de observações feitas num período de um ano a partir de março de 1997 e revelaram a seguinte distribuição das ondas significativas: 16,3 % têm altura entre 1,4 e 1,5m; 16,2 % têm altura entre 1,2 e 1,3 m; 85 % têm altura entre 1,0 e 1,7 m e 1,2% têm altura entre 2,0 a 2,4 m e foram distribuídas nos meses de julho a novembro.

Segundo Maia (op. cit), na região do Pecém, as ondas consideradas do tipo *sea* (períodos entre 1 a 9 s e direção E-SE) corresponderam a 72 % das ocorrências. Deste total, 58 % dos períodos foram no intervalo de (4 a 7 s). As do tipo *swell* (períodos entre 10 a 19 s e direção N-NE) corresponderam a 28% das ocorrências.

2.6.3- CORRENTES

A Corrente Norte Brasileira, braço da Corrente Atlântica Equatorial que atinge a costa brasileira entre Natal e Recife, contém águas bastante salinas e oxigenadas que atingem todo o estado do Ceará. Essa corrente, ao se aproximar da longitude do rio Amazonas, curva-se para leste e mergulha, formando a Contra Corrente Equatorial Atlântica (Freire, 1989).

Estudos na região, realizados na plataforma externa e interna nas proximidades do delta do rio Jaguaribe (distante apenas 6,3 km à leste

da desembocadura do rio Jaguaribe), revelaram correntes com velocidade média de 0,23 m/s e direção variando entre 294° N e 333° N (Freire, 1985).

Maia (1998) determinou correntes superficiais na região em frente a Fortaleza. Durante o período de estiagem as velocidades médias encontradas variaram entre 0,22 e 0,68 m/s e o valor médio foi de 0,34 m/s, enquanto que no período de chuvas a velocidade média foi de 0,25 m/s, apresentando um maior intervalo de variação de 0,08 a 0,58 m/s. Observou ainda, uma boa correlação entre a velocidade da corrente superficial e a velocidade do vento, determinando que este tipo de corrente se dirige para WNW (paralela a costa), com variações entre WSW e NNW.

2.6.4- SALINIDADE

Sob a influência das correntes marinhas, a salinidade das águas superficiais medidas durante a operação Geomar XVII, apresentou-se em taxas elevadas de 37‰ a 38‰. Já na época de chuvas o aporte dos rios diminuiu ligeiramente a salinidade que passa a variar entre 35‰ a 37‰ (Freire, 1985), estando de acordo com os valores da ordem de 36‰ obtidos por Barreto & Summerhayes (1975) para a plataforma continental do Ceará.

2.6.5- TEMPERATURA

Durante os períodos de seca, a temperatura das águas superficiais em toda a costa é bastante homogênea, variando de 28,5°C a 29°C, com uma ligeira diminuição a 28°C em direção ao largo (Freire, 1985).

Nos períodos de chuva, a temperatura média das águas superficiais gira em torno de 27,5°C e 28°C. Tal diminuição de temperatura acontece devido a menor ação dos raios solares contidos pela nebulosidade (Freire, 1985).

2.6.6- MATERIAL EM SUSPENSÃO

As primeiras observações sobre a concentração de M.E.S. na plataforma continental do estado do Ceará foram efetuadas por Coutinho (1970) e Barreto & Summerhayes (1975). Estes autores mostram que existe uma relação direta entre a concentração de M.E.S. e as variações sazonais.

Nas proximidades da costa, a concentração média de M.E.S. foi de 1,0 mg/l, enquanto que ao largo a mesma concentração média foi de 0,12 mg/l. Freire (1985) estudando a plataforma interna e externa próximo à desembocadura do rio Jaguaribe durante o período de seca encontrou concentrações médias de 0,19 mg/l para águas superficiais e de 0,23 mg/l para águas profundas.

2.7 – ASPECTOS SÓCIO-ECONÔMICOS

Segundo IPLANCE (2001), o município de Beberibe apresenta um quadro sócio-econômico empobrecido. A população residente, em 2000, era de 42.343 habitantes, a densidade demográfica de 26,15 hab/km² e a taxa de urbanização de 46,53%. O município dispõe de abastecimento de água (CAGECE) adequado atingindo 6,6% da população, fornecimento de energia elétrica (COELCE) para 97,9%, serviço telefônico (TELEMAR) com 4.2 telefones/1000 habitantes, agência de correios e telégrafos (ECT) com 0,26 agências/1000 habitantes e serviço bancário com 0,02 bancos/1000 habitantes.

Ainda segundo IPLANCE (2001), o PIB do município representa 0,34% do PIB estadual, a receita/capita é de aproximadamente R\$ 312,00, a taxa de escolarização no ensino médio é de 100%, a mortalidade infantil é de 25,6 mortes/1000 crianças, o escoamento sanitário beneficia apenas 1,4% da população e a coleta de lixo 35,7%.

Especificamente para o distrito de Parajuru, as principais atividades econômicas são a recente criação de camarão, a pesca, o artesanato e o turismo. Secundariamente, desenvolve-se a produção de sal, a agricultura de subsistência e a fabricação de tijolos.

CAPÍTULO 3 – COMPORTAMENTO HIDRODINÂMICO E TRANSPORTE DE SEDIMENTOS EM SUSPENSÃO

3.1- INTRODUÇÃO

O capítulo descrito a seguir, aborda de forma pioneira o estudo do comportamento hidrodinâmico e do transporte de sedimentos em suspensão no rio Piranji. Tais elementos foram avaliados em duas campanhas de campo visando condições distintas de maré, por meio de uma estação de coleta de dados instalada a aproximadamente 2,3 km da desembocadura do rio.

Quantificar as trocas de água e materiais das desembocaduras estuarinas é difícil, mas de fundamental importância para a compreensão do funcionamento dos estuários e da zona costeira (Dyer et al., 1992).

Os estuários são as rotas pelas quais os sedimentos são transportados pelos rios ao mar. Rio abaixo a distribuição dos tamanhos de grãos é alterada pela contínua deposição, re-erosão e transporte. A maior parte dos sedimentos grossos acumulam-se nas planícies de inundação dos

rios, apenas sendo liberados nos períodos de enchente. As frações mais finas são transportadas ao estuário. Nele os processos estuarinos atuam como filtro à entrada de sedimentos e pode ocorrer uma mistura com os sedimentos trazidos do mar. Adicionalmente, alterações químicas no estuário podem provocar mudanças nas propriedades superficiais das partículas sedimentares, afetando seu potencial de remoção de poluentes e seu potencial de deposição (Dyer, 1995).

Fatores como a ação das marés, a ação das ondas e o aporte fluvial interagem tornando ainda mais complexa a caracterização do seu funcionamento.

O comportamento da curva de maré nos estuários é dependente da geometria de fundo deste e do modo que esta atua, dissipando a energia do fluxo por atrito. As variações da altura e fase da maré ao longo do estuário terão influência nas velocidades das correntes (Dyer, 1997).

As ondas podem atuar na erosão dos sedimentos de praias adjacentes e transportá-los até as desembocaduras estuarinas. Quando estas invadem os estuários, pode ocorrer também a erosão das margens e a ressuspensão de sedimentos que serão dispersos pelas correntes (Nichols & Biggs, 1985).

Diversos trabalhos apontam a influência da dinâmica de fluidos e o transporte de sedimentos nas alterações morfológicas observadas em ambientes costeiros como: Bruun (1966), Wright & Thom (1977), Fitzgerald (1984), Wright (1985), de Vriend (1991), Hume & Herdendorf (1992), Cowell & Thom (1994), Fitzgerald (1996), Komar (1996), van de Kreeke (1996) e Mehta (1996).

O aporte fluvial pode fornecer uma significativa quantidade de sedimentos ao estuário e reduzir a salinidade de suas águas. Este aporte mantém os gradientes verticais e horizontais de salinidade de modo a produzir uma única circulação estuarina dispersando os sedimentos. Contudo, em tempos de enchente estes efeitos podem se estender consideravelmente em direção ao mar (Gibbs, 1977).

3.2- METODOLOGIA

Os dados referentes aos processos hidrodinâmicos e de transporte de sedimentos em suspensão foram coletados em duas atividades de campo. Nos dias 10, 11 e 12 de agosto de 2002, foram obtidos os dados de maré de sizígia e em uma segunda atividade de campo, ocorrida nos dias 9, 10 e 11 de novembro de 2002, foram obtidos os dados de maré de quadratura. Uma atividade de campo também foi realizada no mês de abril, mas não houve recolhimento de dados em quantidade significativa e confiável devido ao arrasto da embarcação três horas após seu início.

O ponto de coordenadas UTM (E=631.174 e N=9.513.732) foi considerado ideal para ser a estação de coleta em razão de estar abrigado da ação dos ventos, do canal ser mais estreito e retilíneo e do substrato permitir a fixação da âncora do barco. Neste ponto foram coletados os dados de corrente, material em suspensão (M.E.S.), sólidos totais dissolvidos (STD), salinidade, pH, oxigênio dissolvido e temperatura. As atividades de campo abrangeram dois ciclos completos de maré (25 horas).

Utilizou-se para as duas campanhas o aparelho correntômetro *2DACM97 Acoustic Current Meter* da *Falmouth Scientific, INC (FSI)* o qual armazenava as informações sobre a corrente (velocidade, direção e temperatura da água) a cada 5 minutos por 25 horas em uma profundidade fixa de aproximadamente 1 metro acima do fundo. Medidas das correntes superficiais também foram feitas nestas campanhas através do lançamento de bóias. O restante dos parâmetros foram analisados através da coleta de água a cada hora por meio de uma garrafa de *Van Dorn* com coleta no fundo e em superfície. Foram realizadas medidas *in situ* da temperatura e do oxigênio dissolvido utilizando um oxímetro portátil *Alfakit ATT110*, da salinidade utilizando uma sonda *YSI 556 MPS* e do pH utilizando um pHmetro *Analyser/Orion Quickcheck-106*. As amostras encaminhadas para o laboratório foram imediatamente analisadas quanto ao teor de sólidos totais

dissolvidos (STD) com o auxílio do aparelho *Digimed DM-3* e a concentração de material em suspensão (M.E.S.) através do método da filtração (filtro com abertura menor que 2 μ m).

O acompanhamento da variação do nível da maré dentro do estuário foi possível através da medida em régua apropriada disposta próximo à estação de amostragem. Na campanha de sizígia foi adicionalmente medida a variação da maré no porto de pescadores.

Um ecobatímetro *Furuno FCV668* e um DGPS do tipo navegador *Furuno GP36* foram utilizados para a determinação da seção transversal existente durante a campanha de maré de sizígia. A correção ao nível foi realizada através de um altímetro barométrico digital calibrado em relação ao marco do IBGE mais próximo.

Em laboratório, o conjunto de dados foi manipulado através dos programas *Microsoft Excel* e *Golden Software Surfer 8.0* gerando os gráficos e figuras demonstrativos das mudanças ocorridas a cada hora nas campanhas de sizígia e quadratura. Utilizou-se ainda uma rotina em ambiente MATLAB desenvolvida por Schettini & Kjerfve (1997 *apud* Siegle 1999) para a decomposição do transporte sedimentar.

3.3- RESULTADOS

A precipitação total, desde o dia 11/07/2002 até o início da campanha de sizígia, foi de apenas 11 mm, e do dia 10/10/2002 até o início da campanha de quadratura choveu 10 mm de acordo com dados obtidos através da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME) no Posto 23/Beberibe. Os valores praticamente iguais de precipitação em ambas campanhas indicam que as condições climáticas foram semelhantes, de modo a revelar apenas a influência da amplitude de maré nos processos estuarinos do rio Piranji (Anexo 01).

Durante a coleta de dados realizada em condições de sizígia (11-12/08/2002) a amplitude de maré no oceano, segundo dados da DHN para o Porto de Mucuripe, alcançava 3 metros, enquanto que em condições

de quadratura (10-11/11/2002) a mesma alcançava 1,4 metros. De acordo com as medições realizadas na estação de coleta dentro do estuário esta variação foi de apenas 1,76 metros para a sizígia e de 1,34 metros para a quadratura, sendo esta redução em relação ao oceano naturalmente provocada pela morfologia do local. Foi realizada uma tentativa de estimar a maré vigente na região através da correlação entre as marés registradas nos portos do Mucuripe/CE e de Macau/RN, levando-se em conta a distância em linha reta da área até estes portos (Anexo 02). Desta forma, foi obtido no porto de pescadores (distante 7,9 km da desembocadura) durante maré de sizígia, um atraso de maré aproximado de 02 hs e 59 min na vazante e de 01 h 17 min na enchente do primeiro ciclo. Já para o segundo ciclo os atrasos foram de 02 hs e 21 min na vazante e de 52 min na enchente. Durante a maré de quadratura observou-se o comportamento do atraso da maré na estação de coleta (distante 2,3 km da desembocadura). No primeiro ciclo os atrasos para vazante e enchente foram respectivamente de 47 min e 28 min, enquanto no segundo ciclo os mesmos foram de 24 min e 19 min. Ficou evidenciado que para as situações de sizígia e de quadratura as marés vazantes tiveram uma duração maior que as enchentes. Justifica-se este comportamento pelo fato de que ao término das marés vazantes estuarinas a maré na região oceânica vizinha já iniciava a sua cheia, provocando a conteção das águas no estuário e conseqüentemente o atraso da maré.

A figura 3.1 mostra o perfil transversal (SW-NE) do rio Piranji no local da estação de coleta de dados os níveis atingidos pelas marés de sizígia e quadratura. A área da seção transversal ou área seção molhada (Anexo 03) teve uma variação de 155 a 392 m² (60,4 % de variação) para a maré de sizígia (Gráfico 3.1), e de 181 a 360 m² (49,7 % de variação) para a quadratura (Gráfico 3.2).

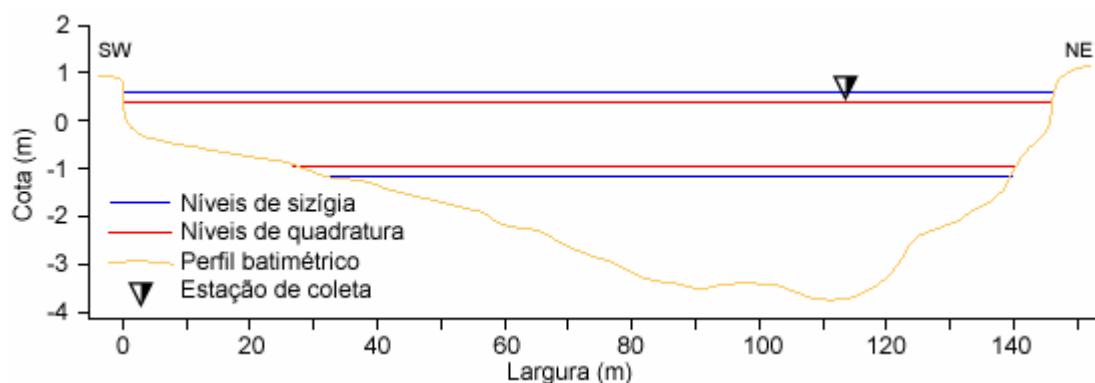


Figura 3.1. – Perfil transversal (SW-NE) do rio Piranji no local da estação de coleta e os níveis atingidos pelas marés de sizígia e quadratura.

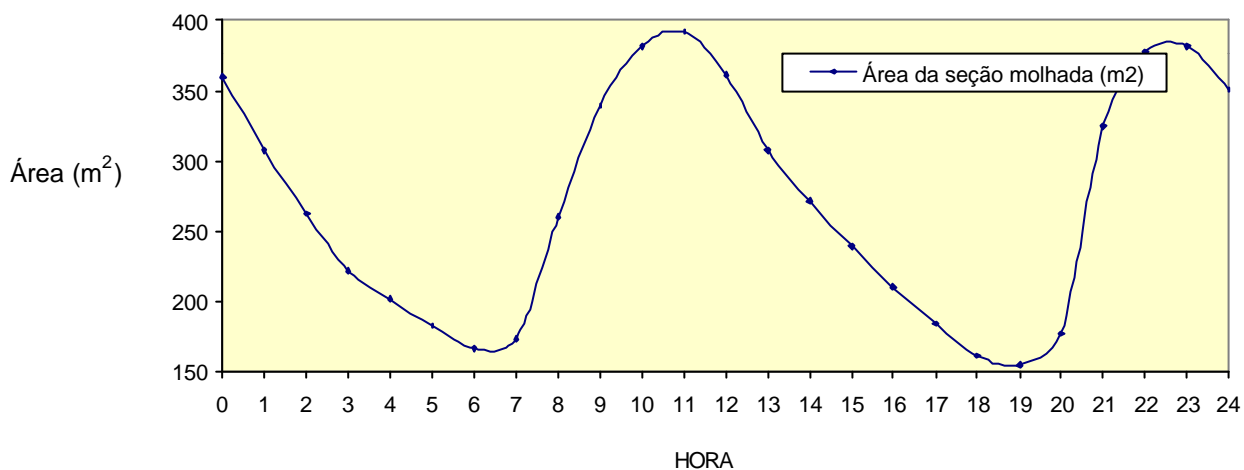


Gráfico 3.1. - Representação do comportamento da área da seção molhada (m²) durante a campanha de maré de sizígia (9:00 am 11/08/2002 – 9:00 am 12/08/2002).

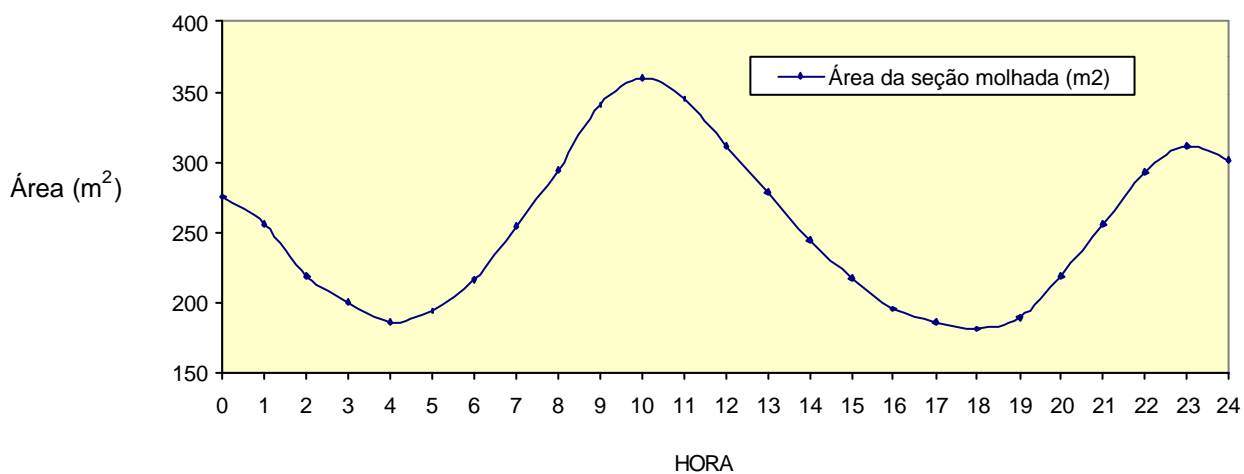


Gráfico 3.2. - Representação do comportamento da área da seção molhada (m^2) durante a campanha de maré de quadratura (11:20 am 10/11/2002 – 11:20 am 11/11/2002).

Verificou-se uma dominância das correntes de maré vazante em sizígia e de maré enchente em quadratura (Anexo 03). Sob condições de sizígia, as velocidades máximas alcançadas nas marés vazante e enchente estiveram concentradas no primeiro ciclo de maré com picos de respectivamente, -58 cm/s e 51 cm/s e média geral de 23,5 cm/s (Gráfico 3.3). Sob condições de quadratura, as velocidade máximas oscilaram entre - 21 cm/s em vazante e 25 cm/s em enchente com comportamento semelhante nos dois ciclos de maré, e a média geral da velocidade instantânea foi de 16,2 cm/s (Gráfico 3.4). Os valores positivos de corrente indicam o transporte do oceano para o estuário (enchente), enquanto que os negativos representam o inverso (vazante).

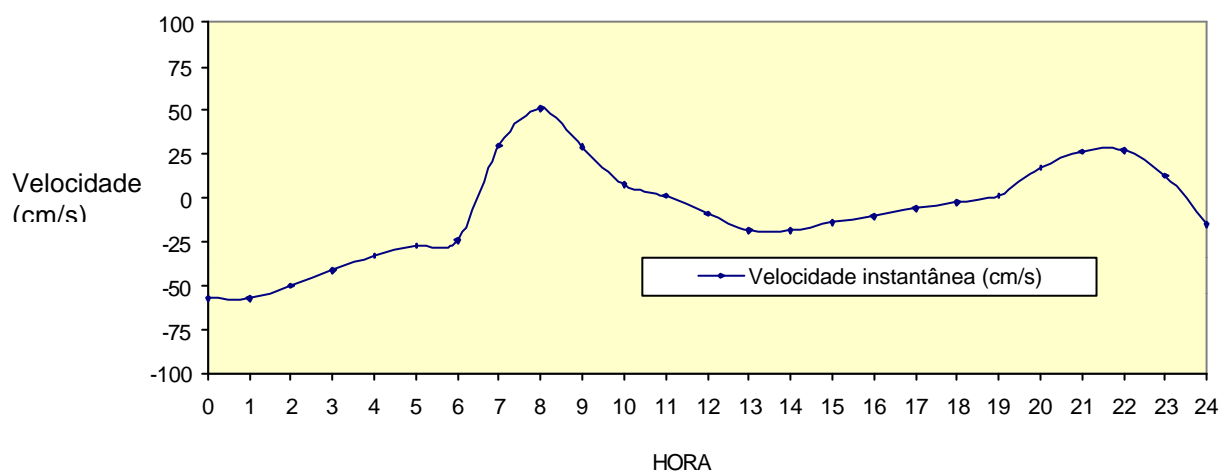


Gráfico 3.3. - Representação do comportamento da velocidade instantânea (cm/s) durante a campanha de maré de sizígia (9:00 am 11/08/2002 – 9:00 am 12/08/2002).

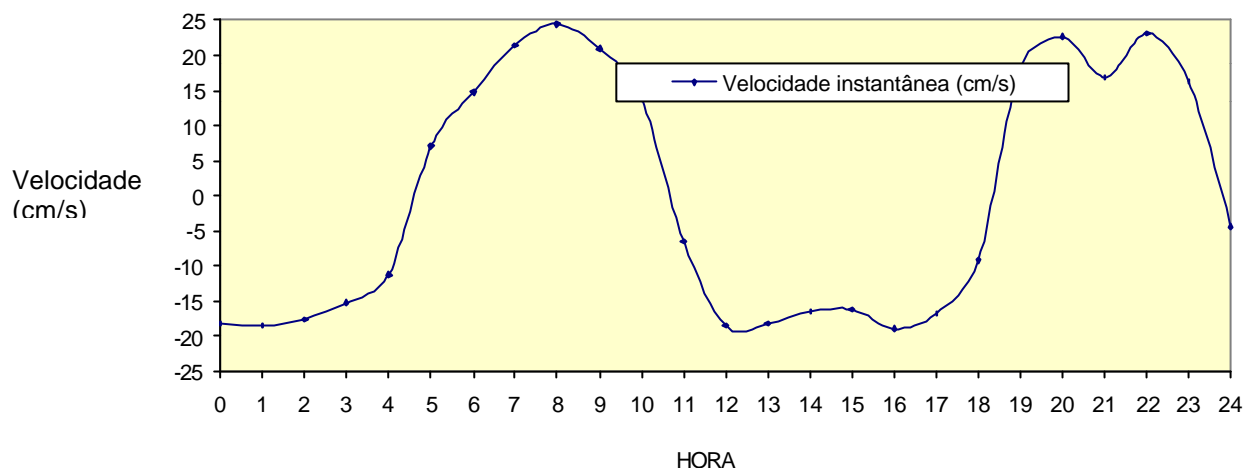


Gráfico 3.4. - Representação do comportamento da velocidade instantânea (cm/s) durante a campanha de maré de quadratura (11:20 am 10/11/2002 – 11:20 am 11/11/2002).

O fluxo instantâneo de água Q_t (m³/s) (Anexo 03) foi calculado a partir da seguinte fórmula:

$$Q_t = \bar{u} \cdot A_t$$

onde \bar{u} (m/s) representa a velocidade média normal à seção transversal e A_t (m²) é a área da seção transversal. Durante a campanha de maré de sizígia, seus valores variaram entre - 205,8 a 133,2 m³/s (Gráfico 3.5), enquanto que na campanha de quadratura observou-se uma variação entre - 57,7 a 71,6 m³/s (Gráfico 3.6). As descargas totais por ciclo de maré para a campanha de sizígia e de quadratura foram respectivamente, -788.259 e 84.801 m³/ciclo. Os valores positivos de fluxo indicam o transporte do oceano para o estuário (enchente), enquanto que os negativos representam o inverso (vazante).

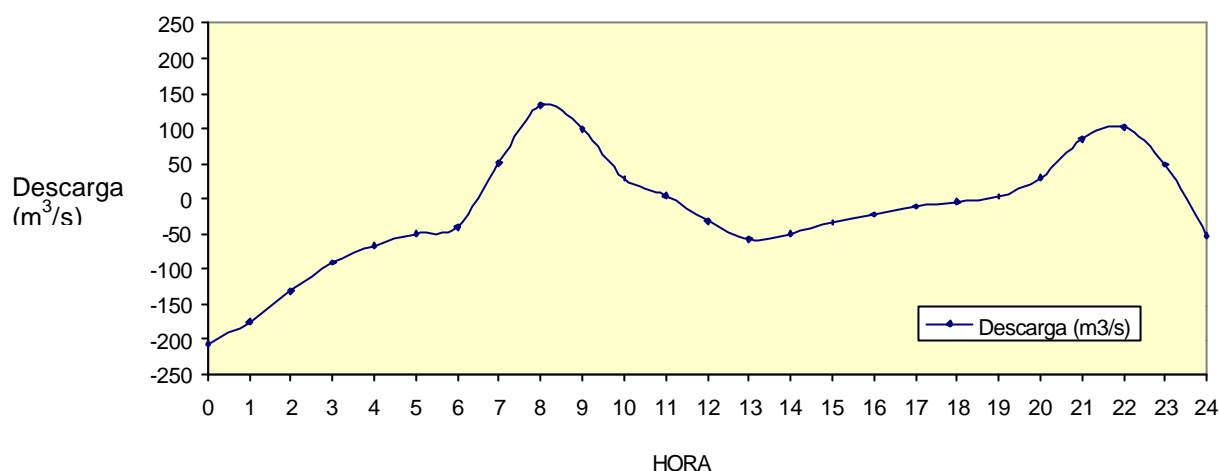


Gráfico 3.5. - Representação do comportamento da descarga hidráulica (m^3/s) durante a campanha de maré de sizígia (9:00 am 11/08/2002 – 9:00 am 12/08/2002).

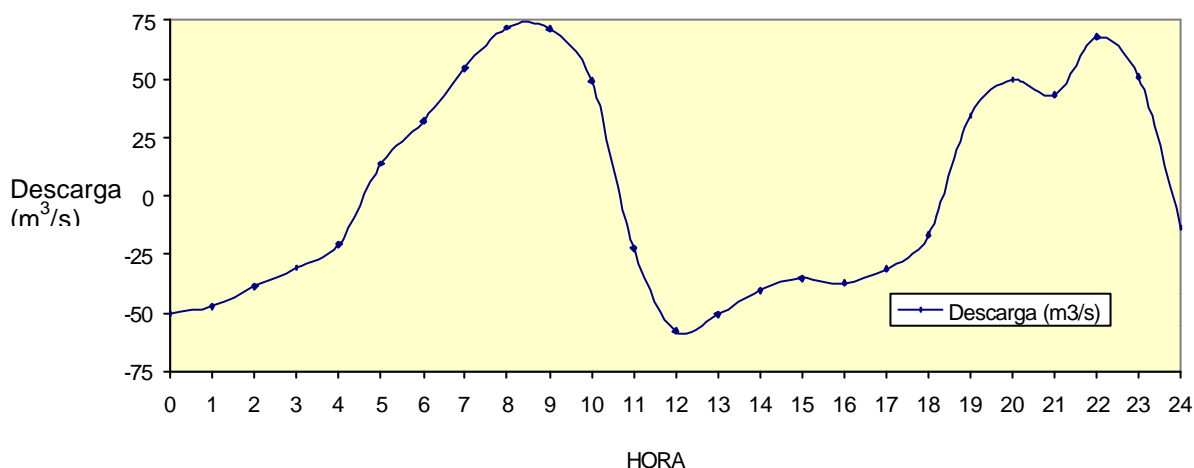


Gráfico 3.6. - Representação do comportamento da descarga hidráulica (m^3/s) durante a campanha de maré de quadratura (11:20 am 10/11/2002 – 11:20 am 11/11/2002).

O fluxo de sedimentos em suspensão F_t (kg/s) (Anexo 03) foi calculado de acordo com a fórmula abaixo:

$$F_t = 10^{-3} \cdot Q_t \cdot C_t$$

onde C_t (mg/L) representa a concentração instantânea de sedimentos em suspensão. O fluxo de sedimentos variou de $-20,2$ a $5,4$ kg/s durante a campanha de sizígia (Gráfico 3.7) e de $-0,48$ a $0,71$ kg/s para a campanha

de quadratura (Gráfico 3.8). O fluxo médio total de sedimentos por ciclo de maré de sizígia foi de -71.057 kg (fluxo superficial= -47.366 kg/ciclo, fluxo profundo= -94.794 kg/ciclo), enquanto que para a maré de quadratura foi de 2.193 Kg (fluxo superficial= 1.829 kg/ciclo, fluxo profundo= -2.557 kg/ciclo). As taxas médias de fluxo sedimentar em suspensão alcançadas em águas profundas são 50% maiores que em superfície durante a maré de sizígia e 28,5% maiores durante a maré de quadratura, permitindo concluir que a maior parte dos sedimentos são transportados próximos ao fundo do rio Piranji. Os valores positivos do fluxo de sedimentos indicam o transporte do oceano para o estuário (enchente), enquanto que os negativos representam o inverso (vazante).

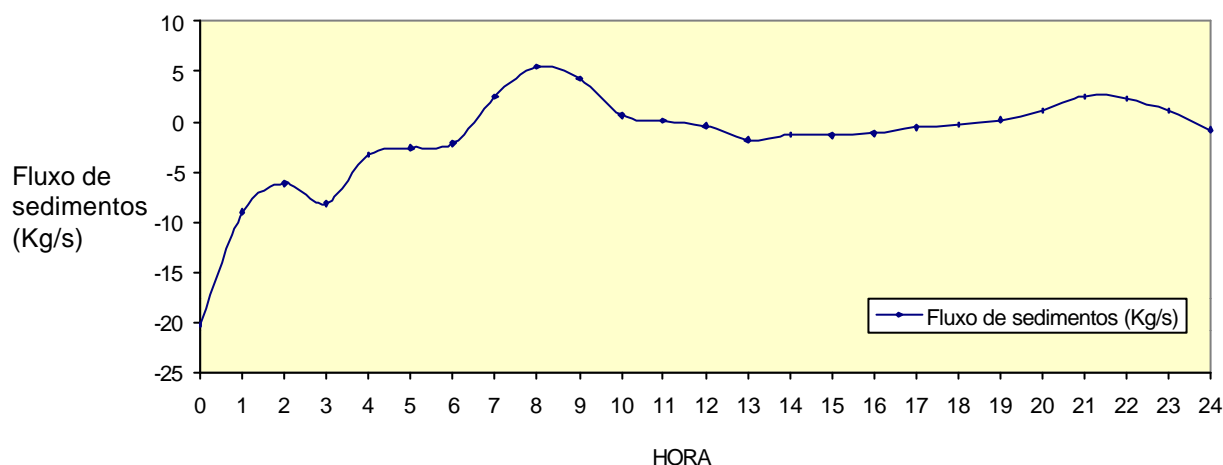


Gráfico 3.7. - Representação do comportamento do fluxo de sedimentos (kg/s) durante a campanha de maré de sizígia (9:00 am 11/08/2002 – 9:00 am 12/08/2002).

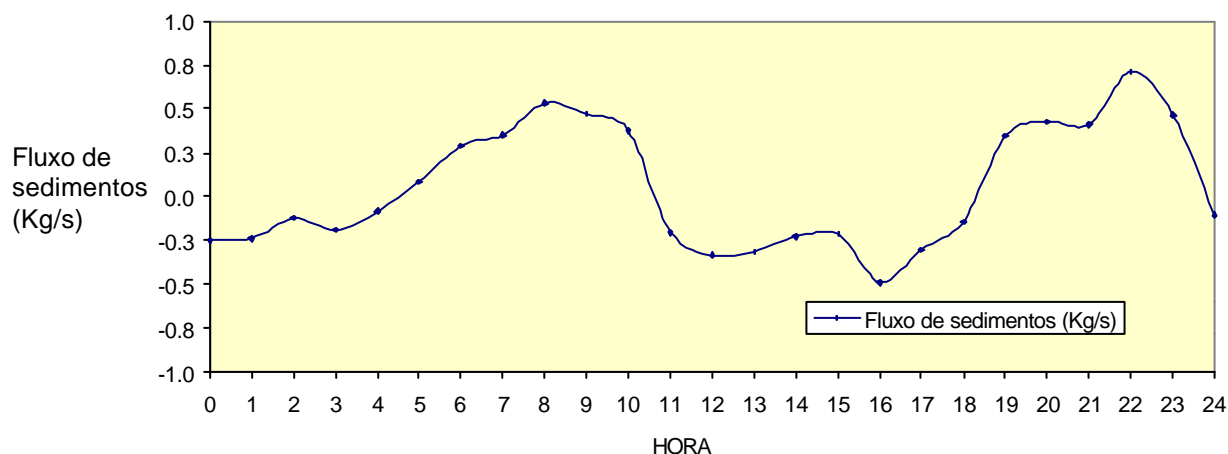


Gráfico 3.8. - Representação do comportamento do fluxo de sedimentos (kg/s) durante a campanha de maré de quadratura (11:20 am 10/11/2002 – 11:20 am 11/11/2002).

A razão entre a concentração de sedimentos em suspensão (mg/L) no fundo (C_B) e a sua média na coluna d'água (C) (Anexo 03) variou entre 0,79 e 1,46 para a campanha de maré de sizígia (Gráfico 3.9), e entre 1 e 1,62 para a maré de quadratura (Gráfico 3.10). Valores abaixo de 1 indicam que a concentração média de sedimentos em suspensão na coluna d'água supera a concentração no fundo, o valor 1 indica que a concentração é a mesma para toda coluna d'água, e os valores acima de 1 determinam que a concentração destes sedimentos no fundo supera a média na coluna d'água. Os valores máximos da razão (C_B/C) para a maré de sizígia ocorrem aproximadamente 03 horas após o momento de maior descarga enchente e maior fluxo de sedimentos em suspensão no primeiro ciclo de maré (hora 00), e aproximadamente 05 horas após a maior descarga enchente e 01 hora após o maior fluxo de sedimentos em suspensão no segundo ciclo de maré. Já os menores valores de C_B/C , correlacionados aos momentos de ressuspensão de sedimentos, são registrados entre 08, 09 e 23 horas após o início das coletas em maré de sizígia. Nestes momento o rio Piranji apresenta altas descargas de vazante e altos fluxos de sedimentos em suspensão no primeiro e no segundo ciclo de maré. Para a condição de maré de quadratura, percebe-se pelo gráfico 3.10 que o comportamento dos valores de C_B/C é bastante instável, dificultando correlações com a descarga ou o fluxo de sedimentos. Ressalta-se, no entanto, um pico registrado 12 horas após o início das leituras, quando ocorre a maior descarga enchente e um alto fluxo de sedimentos em suspensão, embora não resultando na sua ressuspensão. Por fim, a correlação entre a concentração de sedimentos em suspensão próximo ao fundo e a média na coluna d'água foi alta, atingindo valores de r^2 de 0,94 e 0,88 em tendência linear, para a maré de sizígia (Gráfico 3.11) e quadratura (Gráfico 3.12) respectivamente, refletindo certa

homogeneidade na quantidade de material transportado em suspensão em diferentes profundidades.

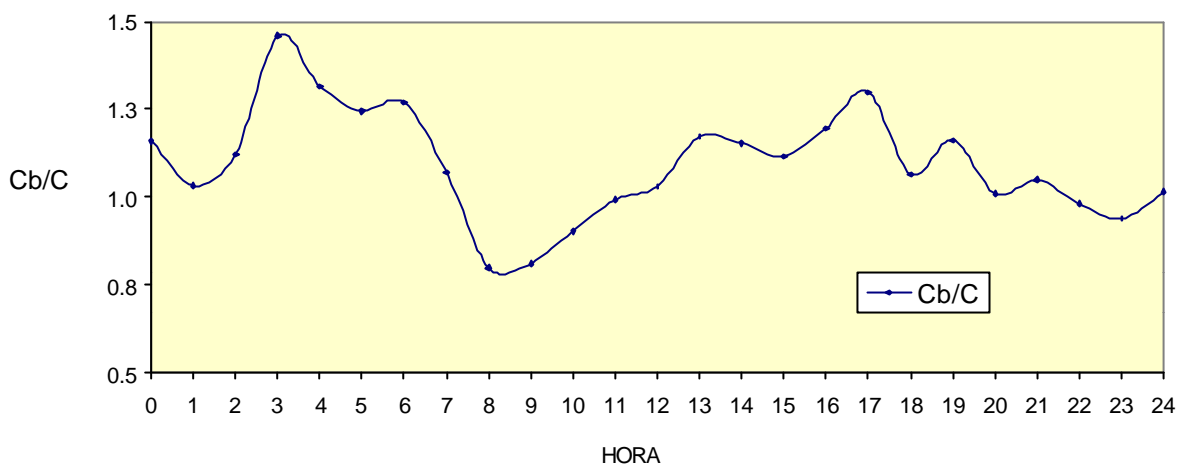


Gráfico 3.9. - Representação do comportamento da razão C_b/C durante a campanha de maré de sizígia (9:00 am 11/08/2002 – 9:00 am 12/08/2002).

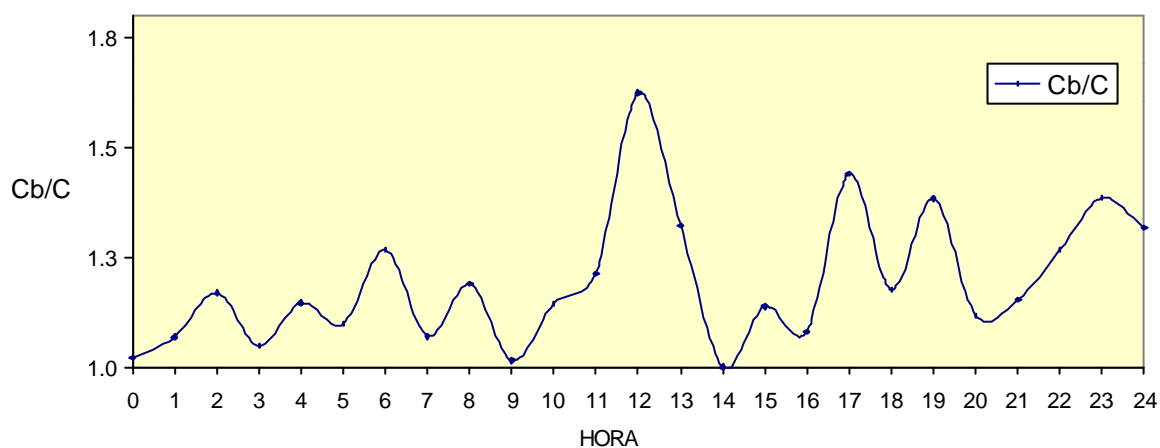


Gráfico 3.10. - Representação do comportamento da razão C_b/C durante a campanha de maré de quadratura (11:20 am 10/11/2002 – 11:20 am 11/11/2002).

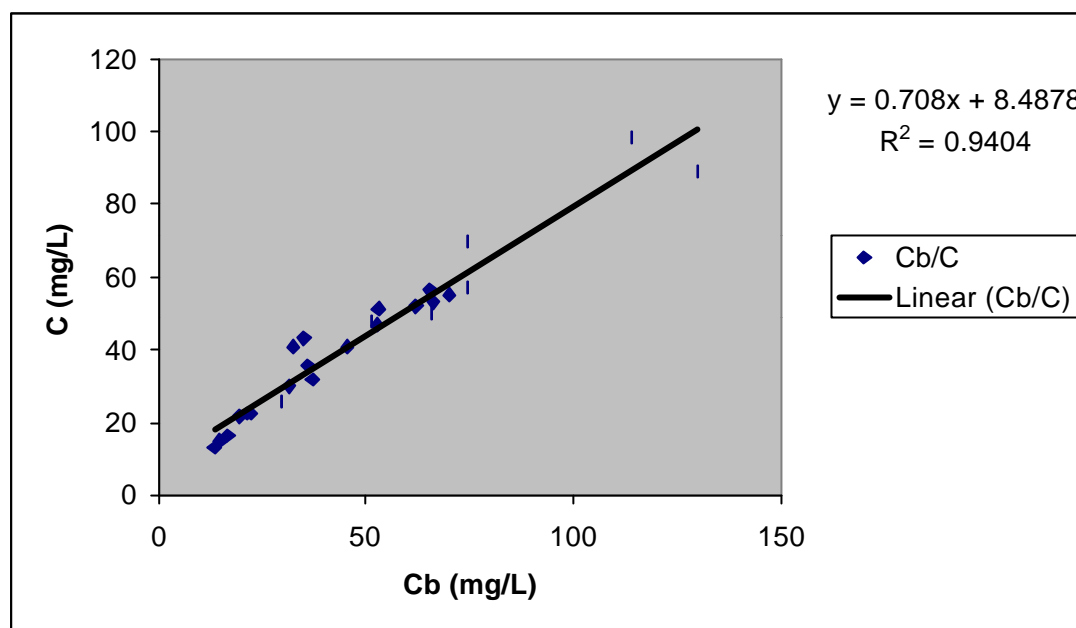


Gráfico 3.11. – Relação entre a concentração de sedimentos em suspensão no fundo (C_b) e a sua média na lâmina d'água (C) durante a campanha de maré de sizígia (9:00 am 11/08/2002 – 9:00 am 12/08/2002).

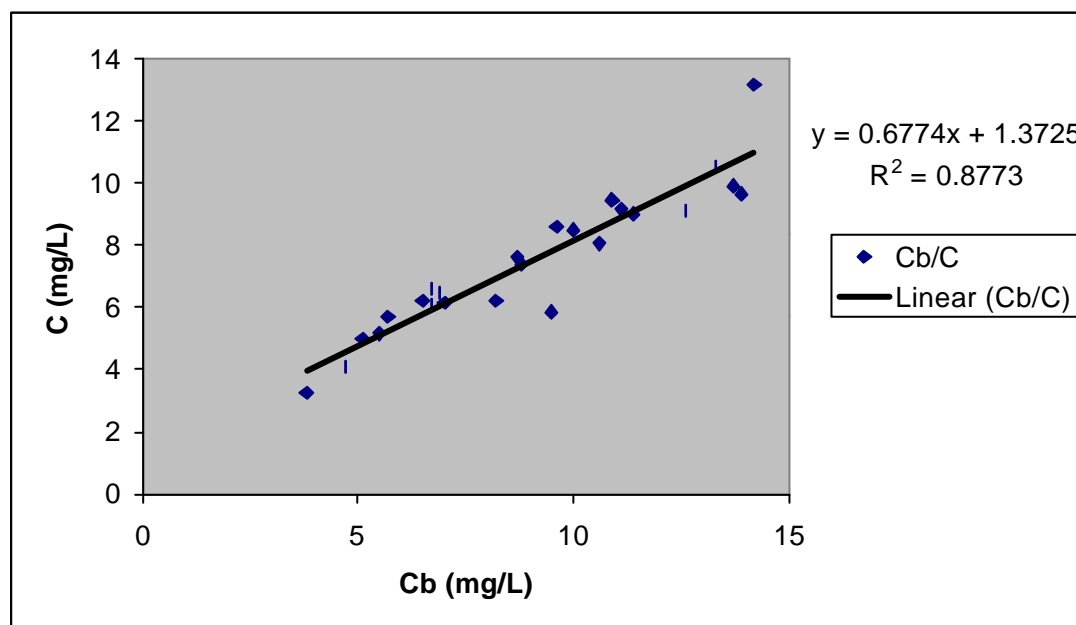


Gráfico 3.12. – Relação entre a concentração de sedimentos em suspensão no fundo (C_b) e a sua média na lâmina d'água (C) durante a campanha de maré de quadratura (11:20 am 10/11/2002 – 11:20 am 11/11/2002).

De acordo com os cálculos processados a partir da rotina de MATHLAB gerada por Schettini & Kjerfve (1997 *apud* Siegle 1999) (Anexo 04), foram encontrados para a equação de decomposição do transporte sedimentar em cada campanha os valores dispostos na tabela 3.1.

	Sizígia	Quadratura
1º termo	-3.34	0.02
2º termo	1.01	-0.02
3º termo	-0.68	-0.17
4º termo	-0.49	0.00
5º termo	-2.42	0.10
6º termo	-0.03	0.00
Total	-5.95	-0.08

Tabela 3.1. – Resolução da equação de decomposição do transporte sedimentar para as campanhas de maré de sizígia e quadratura, determinando o fluxo de sedimentos em suspensão ($\text{kg/m.s} \times 10^3$) no rio Piranji.

Cada termo encontrado na decomposição do transporte sedimentar tem um significado particular. O primeiro termo determina a importância do transporte advectivo devido à descarga fluvial; do segundo ao quarto termos estão representados os efeitos da maré; o quinto termo determina a influência do cisalhamento vertical e o sexto termo representa a turbulência do fluxo.

De acordo com os valores encontrados na tabela 3.1, durante a campanha de maré de sizígia o fluxo de sedimentos em suspensão foi promovido principalmente através da advecção fluvial (1º termo), seguido do cisalhamento vertical (5º termo) e de efeitos da maré (2º termo). Enquanto que para a maré de quadratura, os principais agentes no transporte de sedimentos em suspensão foram: o efeito da maré pela deriva de Stokes (3º termo) (Kjerfve, 1986) e o cisalhamento vertical (5º termo).

A advecção fluvial (1º termo), apresenta valor negativo para a maré de sizígia e positivo para a quadratura, indicando que as condições hidrológicas foram diferentes. Tal situação é confirmada pelos cálculos da

descarga para as duas marés, refletindo que em sizígia houve uma descarga resultante em direção ao rio (enchente) e em quadratura a mesma direcionou-se ao oceano (vazante). A mistura vertical representada pelo 5º termo, tem sinal negativo na sizígia e menor que o 1º termo, significando que esta foi insuficiente para destruir a haloclina, deste modo a estrutura salina deve ter permanecido estratificada na maior parte do tempo. Em quadratura, o 5º termo tem sinal positivo, é maior que o 1º termo e menor que o 3º termo, refletindo que os efeitos da maré e o cisalhamento vertical foram capazes de destruir a haloclina.

O pH das águas é um fator limitante à ocorrência de reações químicas no ambiente. O pH (Anexo 05) das águas superficiais variou de 7,8 a 8,4 e das águas profundas de 7,9 a 8,2 para maré de sizígia (Figura 3.2), e já para maré de quadratura (Figura 3.3) o pH das águas superficiais e profundas variou igualmente entre 8,1 e 8,4. Segundo o resultado cálculo do r^2 em tendência linear para a maré de quadratura (Tabela 3.3), há uma boa correlação ($r^2= 0.705$) entre os valores de pH e a profundidade, evidenciando a influência do regime de maré na distribuição do pH das águas do rio Piranji. Observa-se que na situação de quadratura os valores de pH tornam-se mais baixos no período de estofa após a maré vazante, momento em que há uma maior contribuição de águas continentais. Na maré de sizígia o mesmo fenômeno não está tão nítido, mas parece também ocorrer. Ressalta-se que apesar de não haver registro no posto pluviométrico, poucas horas antes do início da campanha de quadratura choveu forte por pelo menos 30 minutos, o que pode validar a hipótese da influência de águas continentais mais ácidas nos períodos de estofa de baixamar.

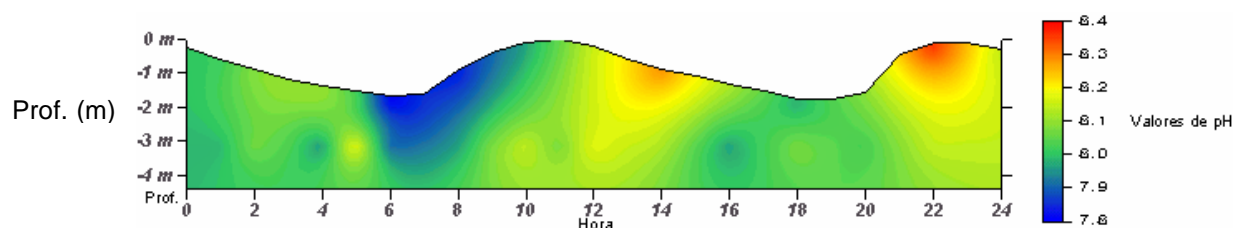
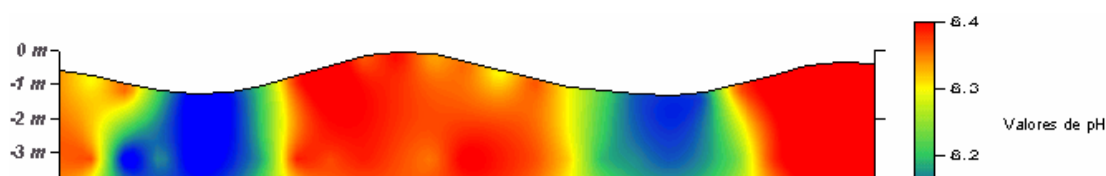


Figura 3.2. - Representação do comportamento do pH (Potencial Hidrogeniônico) em diferentes profundidades durante a campanha de maré



de sizígia (9:00 am 11/08/2002 – 9:00 am 12/08/2002).

HORA

Figura 3.3. - Representação do comportamento do pH (Potencial Prof. (m) Hidrogeniônico) em diferentes profundidades durante a campanha de maré de quadratura (11:20 am 10/11/2002 – 11:20 am 11/11/2002).

A temperatura (Anexo 05) das águas superficiais variou entre 25,2 a 29,2 °C e das águas profundas entre 25 e 27 °C para maré de sizígia (Figura 3.4). E para a maré de quadratura (Figura 3.5) a temperatura das águas superficiais esteve entre 25,4 e 28,9 °C e das águas profundas entre 26 e 28 °C. Observou-se que a temperatura das águas tem uma relação direta com a temperatura do ar, já que as temperaturas superiores foram alcançadas em superfície durante a exposição ao sol nas duas campanhas de campo. De modo geral as temperaturas foram superiores em superfície, com exceção do período noturno da campanha de maré de quadratura.

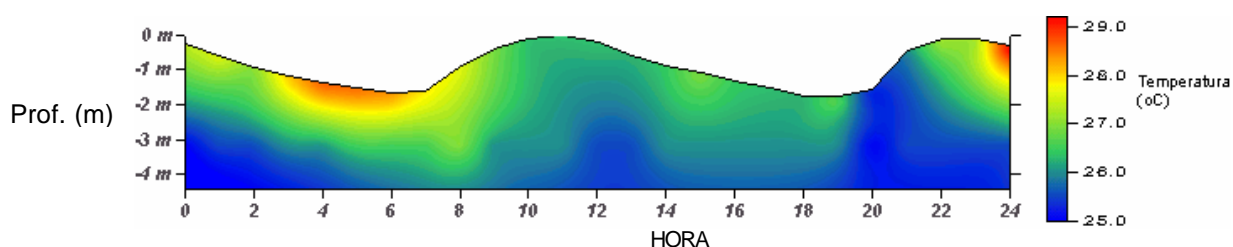


Figura 3.4. - Representação do comportamento da temperatura em °C em diferentes profundidades durante a campanha de maré de sizígia (9:00 am 11/08/2002 – 9:00 am 12/08/2002).

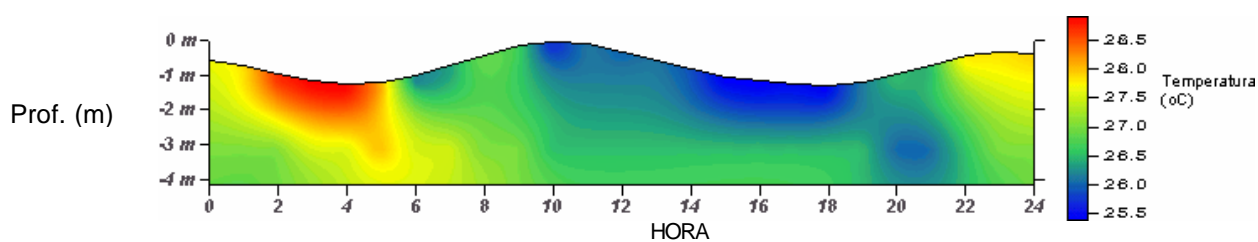


Figura 3.5. - Representação do comportamento da temperatura em °C em diferentes profundidades durante a campanha de maré de quadratura (11:20 am 10/11/2002 – 11:20 am 11/11/2002).

A concentração de material em suspensão (M.E.S.) (Anexo 05) revelou-se bastante influenciada pelo tipo de maré atuante. Durante a campanha de sizígia os valores encontrados para a concentração de M.E.S. foram bastante superiores aos da campanha realizada durante a maré de quadratura. A lavagem do material sedimentar nas margens não atingidas em marés de pequena amplitude como as de quadratura, justifica o aporte sedimentar superior em condições de sizígia. Em sizígia a concentração superficial de M.E.S. variou entre 12,6 e 82,7 mg/L e a de fundo entre 13,4 e 129,8 mg/L (Figura 3.6), enquanto que durante a maré de quadratura a concentração superficial de M.E.S. variou entre 2,2 e 12,1 mg/L e a de fundo entre 3,8 e 14,2 mg/L (Figura 3.7). Os momentos de menor e maior concentração de sedimentos em suspensão na coluna d'água foram previamente comentados quando relacionados à razão C_B/C .

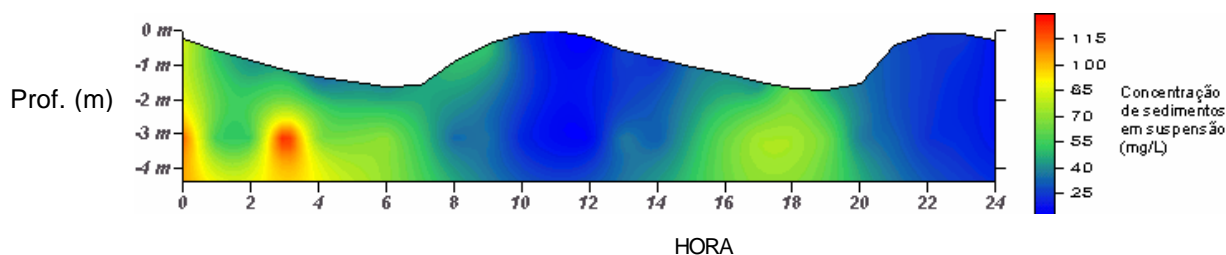


Figura 3.6. - Representação do comportamento da concentração de sedimentos em suspensão (mg/L) em diferentes profundidades durante a campanha de maré de sizígia (9:00 am 11/08/2002 – 9:00 am 12/08/2002).

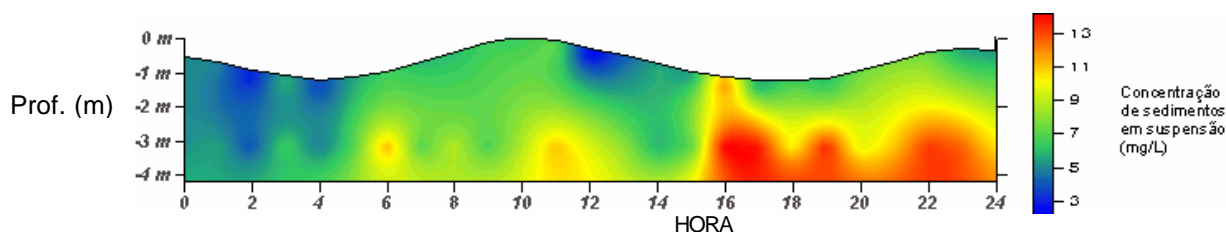
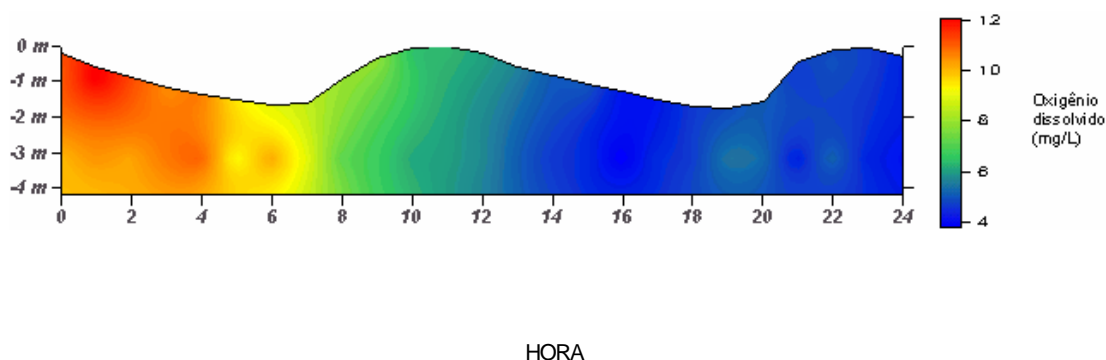


Figura 3.7. - Representação do comportamento da concentração de sedimentos em suspensão (mg/L) em diferentes profundidades durante a campanha de maré de quadratura (11:20 am 10/11/2002 – 11:20 am 11/11/2002).

O oxigênio dissolvido em águas estuarinas é controlado por processos climáticos, hidrodinâmicos e bioquímicos. A sua supersaturação pode ser associada em águas superficiais à ação do aquecimento solar e da fotossíntese. Esta situação pode ser letal para organismos aquáticos encontrados nos estuários. A concentração de oxigênio dissolvido (Anexo 05) foi obtida apenas durante a campanha feita na maré de quadratura (Figura 3.8). Os valores superficiais variaram de 4,1 a 11 mg/L e em águas profundas os mesmos estiveram entre 3,8 e 11 mg/L. De modo geral a quantidade de oxigênio encontrada nas águas superficiais foi superior à encontrada em águas profundas. Observou-se ainda uma diminuição na concentração do início da leitura até o final. Concentrações maiores de oxigênio dissolvido costumam ser associadas à atividade fotossintética da flora das regiões estuarinas.



Prof. (m) Figura 3.8. - Representação do comportamento da concentração de oxigênio dissolvido (%) em diferentes profundidades durante a campanha de maré de quadratura (11:20 am 10/11/2002 – 11:20 am 11/11/2002).

Águas com altas concentrações de sólidos dissolvidos em geral apresentam baixa palatabilidade e podem provocar reações fisiológicas indesejáveis a quem consumi-las. Por esta razão, um limite de 500 mg de sólidos dissolvidos/L ou 0,5 ppm é desejável em águas potáveis. Águas altamente mineralizadas também são consideradas inúteis para aplicações industriais. Sólidos totais é o termo empregado ao material residual deixado num recipiente após a evaporação de uma amostra e submetido a secagem em uma estufa a uma temperatura definida. Sólidos totais incluem os sólidos

totais em suspensão (M.E.S), a porção dos sólidos totais retidos por um filtro de abertura igual à 2 m μ ou menor e sólidos totais dissolvidos, que é a parte que atravessa o mesmo filtro. Os sólidos totais dissolvidos (STD) (Anexo 05) apresentaram uma concentração, durante a maré de sizígia em águas superficiais variando entre 19.422 e 19.763 ppm, enquanto que em águas profundas estes valores oscilaram entre 19.567 e 19.871 ppm (Figura 3.11). Durante a maré de quadratura, as águas superficiais tinham uma concentração de (STD) entre 18.667 e 19.942 ppm e as águas profundas entre 18.779 e 19.993 ppm (Figura 3.12).

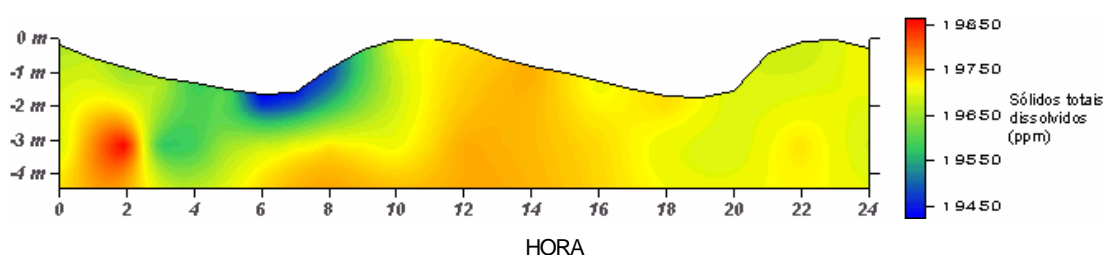
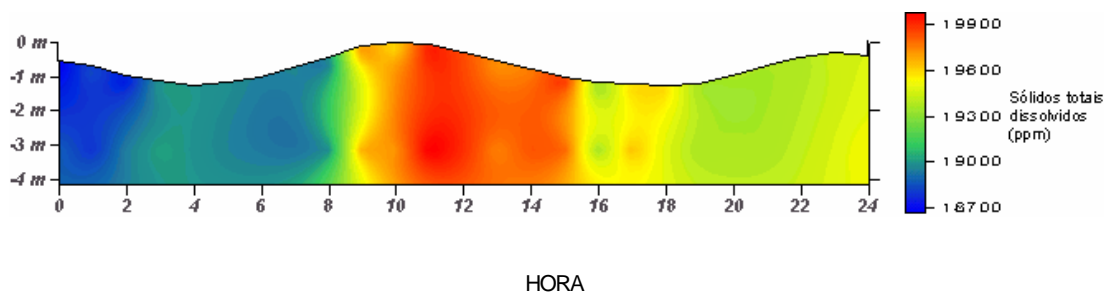


Figura 3.11. - Representação do comportamento dos sólidos totais dissolvidos (ppm) em diferentes profundidades durante a campanha de maré de sizígia (9:00 am 11/08/2002 – 9:00 am 12/08/2002).



Prof. (m) Figura 3.12. - Representação do comportamento dos sólidos totais dissolvidos (ppm) em diferentes profundidades durante a campanha de maré de quadratura (11:20 am 10/11/2002 – 11:20 am 11/11/2002).

A salinidade é um parâmetro fundamental no estudo estuarino devido ao controle que esta exerce nos gradientes de densidade entre as massas d'água. Desta forma, a salinidade é capaz de interferir no padrão de circulação e no transporte sedimentar de fundo e em suspensão. A salinidade (Anexo 05) para a maré de sizígia variou em águas superficiais

entre 22.33 e 34.50, enquanto que em profundidade, estes valores oscilaram entre 31.96 e 36.70 (Figura 3.13). Para a maré de quadratura a salinidade alcançou em superfície valores entre 32.09 e 38.38 e em profundidade variou entre 36.03 e 38.76 (Figura 3.14). Verificou-se nas campanhas de sizígia e de quadratura que a formação de uma estrutura de estratificação da salinidade fica melhor definida nos momentos de maré alta. As águas mais salgadas ocuparam o fundo, como esperado devido à sua maior densidade. A maior salinidade foi registrada nas estofas de baixamar, como evidenciado na maré de quadratura e pode ter relação com a descarga de águas supersalinas provenientes das fazendas de camarão existentes ao longo do rio. No geral, os altos valores de salinidade encontrados tem relação direta com o período de estiagem vigente durante as campanhas de campo. Neste período é comum a todos os rios da região a influência da salinidade marinha que pode ser percebida a vários quilômetros da desembocadura. Maia (1998) determinou para o rio Pacoti – CE uma penetração máxima da salinidade marinha de 19 Km.

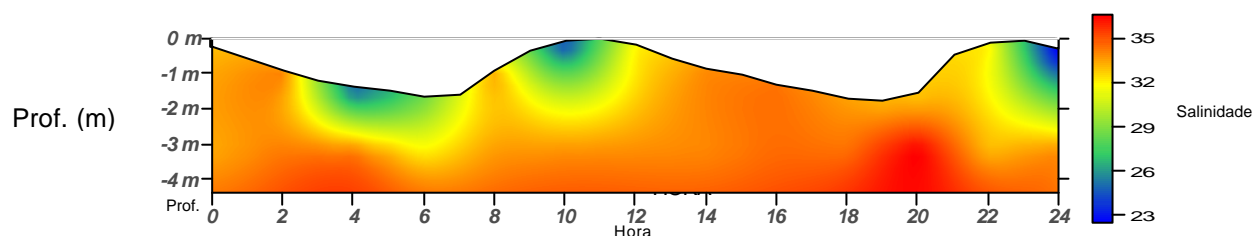


Figura 3.13. - Representação do comportamento da salinidade em diferentes profundidades durante a campanha de maré de sizígia (9:00 am 11/08/2002 – 9:00 am 12/08/2002).

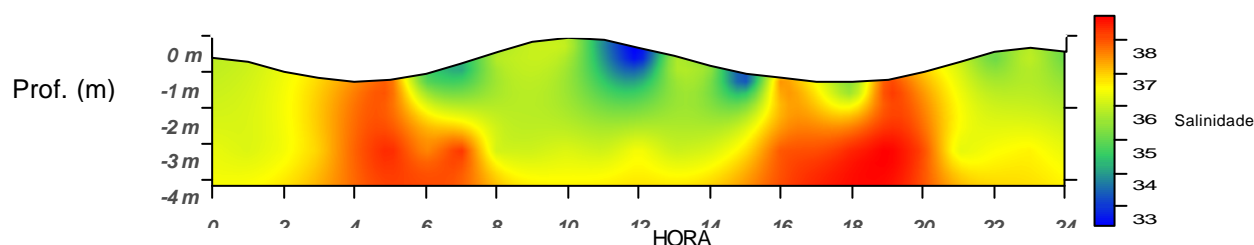


Figura 3.14. - Representação do comportamento da salinidade em diferentes profundidades durante a campanha de maré de quadratura (11:20 am 10/11/2002 – 11:20 am 11/11/2002).

A tabela 3.2. apresenta os valores de r^2 para tendência linear calculados para as relações entre os principais parâmetros analisados durante a campanha de maré de sizígia. Conforme os resultados, não são destacadas correlações significativas, o que deve ser efeito da complexidade de interação deste parâmetros com os diversos processos estuarinos vigentes. Ressaltam-se apenas duas correlações razoáveis, como: temperatura x STD ($r^2= 0.501$) e pH x STD ($r^2= 0.428$).

Parâmetro	M.E.S	VELOC	SALIN	TEMP	PH	STD
M.E.S	X	X	X	X	X	X
VELOC	0.195	X	X	X	X	X
SALIN	0.058	0.003	X	X	X	X
TEMP	0.044	0.095	0.350	X	X	X
PH	0.274	0.097	0.001	0.162	X	X
STD	0.128	0.118	0.216	0.501	0.428	X
PROF	0.256	0.008	0.087	0.061	0.226	0.141

Tabela 3.2. – Valores de r^2 para tendência linear calculados para as relações entre material em suspensão (M.E.S), velocidade da corrente, salinidade, temperatura, pH, sólidos totais dissolvidos (STD) e profundidade da lâmina d'água durante a campanha de maré de sizígia.

A tabela 3.3. revela os valores de r^2 para tendência linear calculados para as relações entre os principais parâmetros analisados durante a campanha de maré de quadratura. Destaca-se apenas uma boa correlação entre o pH e a profundidade ($r^2= 0.705$) (já comentada anteriormente) e algumas correlações razoáveis como: oxigênio dissolvido x M.E.S ($r^2= 0.458$), salinidade x pH ($r^2= 0.487$), salinidade x profundidade ($r^2= 0.448$) temperatura x STD ($r^2= 0.461$), temperatura x oxigênio dissolvido ($r^2= 0.541$) e STD x oxigênio dissolvido ($r^2= 0.589$).

Parâmetro	M.E.S	VELOC	SALIN	TEMP	PH	STD	PROF
M.E.S	X	X	X	X	X	X	X
VELOC	0.004	X	X	X	X	X	X
SALIN	0.049	0.077	X	X	X	X	X
TEMP	0.259	0.034	0.046	X	X	X	X
PH	0.002	0.118	0.487	0.037	X	X	X
STD	0.086	0.028	0.176	0.461	0.083	X	X
PROF	0.001	0.006	0.448	0.009	0.705	0.132	X

OD	0.458	0.000	0.012	0.541	0.081	0.589	0.018
----	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Tabela 3.3. – Valores de r^2 para tendência linear, calculados para as relações entre material em suspensão (M.E.S), velocidade da corrente, salinidade, temperatura, pH, sólidos totais dissolvidos (STD), profundidade da lâmina d'água e oxigênio dissolvido durante a campanha de maré de quadratura.

CAPÍTULO 4 – SEDIMENTOLOGIA

4.1- INTRODUÇÃO

Este capítulo aborda o estudo sedimentológico realizado na área. As características sedimentológicas foram avaliadas por meio de uma malha amostral formada por 24 estações de coleta ao longo do rio Piranji. As amostras foram analisadas granulometricamente, bem como quanto ao teor de carbono e matéria orgânica e de seus parâmetros estatísticos correspondentes.

O movimento dos sedimentos estuarinos consiste num ciclo de quatro processos:

- 1) Erosão do leito;
- 2) Transporte;
- 3) Deposição no leito;
- 4) Consolidação do sedimento depositado.

Estes processos são fortemente dependentes da dinâmica do fluxo e das propriedades das partículas, em especial, seu tamanho, forma, densidade e composição. Para sedimentos coesivos são de fundamental

importância as propriedades de massa, comportamento físico-químico das partículas e suas ligações. Estes aspectos fazem os sedimentos coesivos responderem de forma muito diferente às forças hidrodinâmicas quando comparados aos sedimentos não coesivos (Nichols & Biggs, 1985).

A caracterização dos sedimentos de fundo ajuda a reconhecer como estão atuando os processos de erosão, transporte, deposição e consolidação, sob a influência da dinâmica estuarina atual em sua distribuição.

4.2- METODOLOGIA

A metodologia aplicada ao estudo sedimentológico desenvolvido divide-se em três etapas: coleta de amostras, análise em laboratório e tratamento dos dados.

Coleta de Amostras

Esta etapa ocorreu nos dias 08 de abril e 09 de novembro de 2002, sendo efetuadas um total de 24 coletas de material sedimentar com uma draga do tipo *Van Veen* ao longo da área estudada em locais marcados por um DGPS *Furuno* (Figura 4.1).

Análise em Laboratório

As amostras de sedimento obtidas em campo foram submetidas em laboratório ao registro fotográfico, à análise granulométrica e à determinação dos teores de matéria orgânica e carbonato de cálcio.

Conforme metodologia usual considerando intervalos sugeridos por Wentworth (1922), a análise granulométrica foi realizada para todas as amostras e envolveu inicialmente a secagem (estufa a 60°C) e peneiramento úmido. Dessa forma dividiu-se a fração grossa (diâmetro superior a 0,062 mm) da fração fina (diâmetro inferior a 0,062 mm). Para o material da fração grossa, efetuou-se a análise mecânica através de dois jogos de peneiras com malhas de 2,00 a 4,00 phi (onde $\phi = -\log_2 d$, sendo “d” o diâmetro em milímetros dos grãos) submetidos a um agitador mecânico (*ROT UP*) por 10 minutos cada. O material fino foi analisado pelo método de Robson ou

método de pipetagem, baseado nas mudanças de concentração das partículas em uma suspensão aquosa de acordo com sua velocidade de decantação ou Lei de Stokes.

Com a fração não utilizada na análise granulométrica de cada uma das amostras, efetuou-se a análise dos teores de matéria orgânica e de carbonato de cálcio. O método de Walkey-Black (1947), adaptado e modificado por Jackson (1958), foi utilizado para a determinação dos teores de matéria orgânica nos sedimentos. Este método diferencia material humus proveniente de diferentes fontes de carbono orgânico na forma de grafite e carvão. Para a determinação dos teores de carbonato de cálcio, utilizou-se o método conhecido por calcímetro de Bernard que consiste na medição do volume de dióxido de carbono liberado, devido à decomposição dos carbonatos, quando a amostra de sedimento é tratada com ácido sulfúrico 10% Póvoas & Barral (1992).

Tratamento dos dados

Os resultados das análises granulométricas foram submetidos ao programa de análise granulométrica *ANASED 5.0G Plus*, o qual realizou os cálculos dos principais parâmetros estatísticos. O conjunto de informações das amostras de sedimento (análise granulométrica + análise dos teores de matéria orgânica e carbonato de cálcio) foi exportado para o programa *Microsoft Excel*, para a construção de gráficos e para o *Surfer 8.0*, onde foram elaborados os mapas de distribuição dos parâmetros estatísticos na região estudada.

4.3- RESULTADOS

A análise granulométrica de todas as amostras coletadas forneceu dados suficientes ao reconhecimento da distribuição sedimentar encontrada ao longo do trecho analisado no rio Piranji (Anexo 6).

Conforme o mapa de distribuição do tamanho médio de grão (Figura 4.2), foram reconhecidos grãos de tamanho variando de areia muito

grossa até silte. Há um claro predomínio de areia média (10 amostras: 01, 02, 03, 04, 07, 09, 15, 16, 17 e 18) distribuída principalmente na desembocadura, nas proximidades da primeira curva acentuada (sentido mar-continente) e na porção intermediária. Em seguida, prevalece a areia fina (06 amostras: 06, 11, 14, 20, 21 e 23) encontrada na porção mediana do primeiro trecho reto, na segunda e terceira curva do rio e no trecho terminal estudado. A areia muito fina (03 amostras: 08, 12 e 19) ocorre na porção mediana do primeiro trecho reto, na segunda curva do rio e no trecho terminal. Já o silte (03 amostras: 05, 22 e 24) concentra-se apenas na porção mediana do primeiro trecho reto e no trecho terminal. A areia grossa (amostra: 13) encontra-se na segunda curva do rio e sua ocorrência na primeira curva é efeito da *krigeagem*, não havendo confirmação do fato. A areia muito grossa (amostra: 10) está presente na primeira curva do rio, associada às maiores profundidades registradas no rio Piranji (7,3 metros) (Figura 5.5). Ao longo dos aproximadamente 7,96 km submetidos à amostragem sedimentar, os valores do tamanho médio dos grãos e da mediana são apresentados no gráfico 4.1.

Ressalta-se que a região dominada por sedimentos classificados como areia grossa e areia muito grossa está associada à uma grande concentração de material bioclástico. Este local conforme será visto no capítulo a seguir, parece ser alvo de correntes que promoveram uma erosão acentuada, fato sustentado pela alta profundidade do local, fazendo aflorar este material que pode indicar a presença de um paleo-mangue. Já o material mais fino, classificado como silte, está associado à região próxima ao porto de pescadores, onde sua presença é justificada pela baixa energia do meio, e à uma grande área no meio do canal principal da desembocadura estuarina que pode estar associada ao desenvolvimento pretérito de um mangue naquele local e/ou ao transporte de sedimentos finos através de um pequeno córrego que ali deságua.

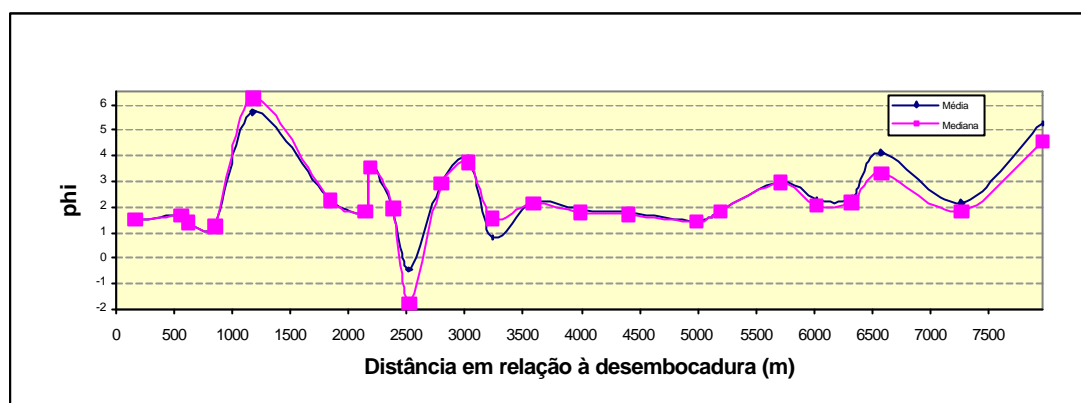


Gráfico 4.1- Distribuição longitudinal dos valores do tamanho médio dos grãos (azul) e mediana (rosa) nos sedimentos de fundo analisados em função da distância à desembocadura do rio Piranji.

A distribuição dos valores de assimetria (Figura 4.3) revela uma faixa de negativa a muito positiva. As amostras com assimetria negativa encontram-se dispostas próximas à desembocadura e na segunda curva do rio. As com assimetria aproximadamente simétrica estão localizadas na primeira e segunda curva do rio, na sua porção intermediária e na desembocadura. A assimetria positiva é encontrada nas amostras do trecho próximo à primeira curva, na primeira e segunda curva, além do trecho terminal. A assimetria muito positiva está presente na primeira e segunda curva e no trecho terminal. A assimetria positiva indica o excesso de material fino, enquanto que a negativa revela o excesso de material grosso. Quando se compara a distribuição do tamanho médio dos grãos com a distribuição dos valores de assimetria, percebe-se que a assimetria nem sempre apresenta a correlação esperada. Este fato se justifica pela presença de amostras bimodais que não são ideais aos cálculos estatísticos. O gráfico 4.2 mostra a distribuição longitudinal dos valores de assimetria.

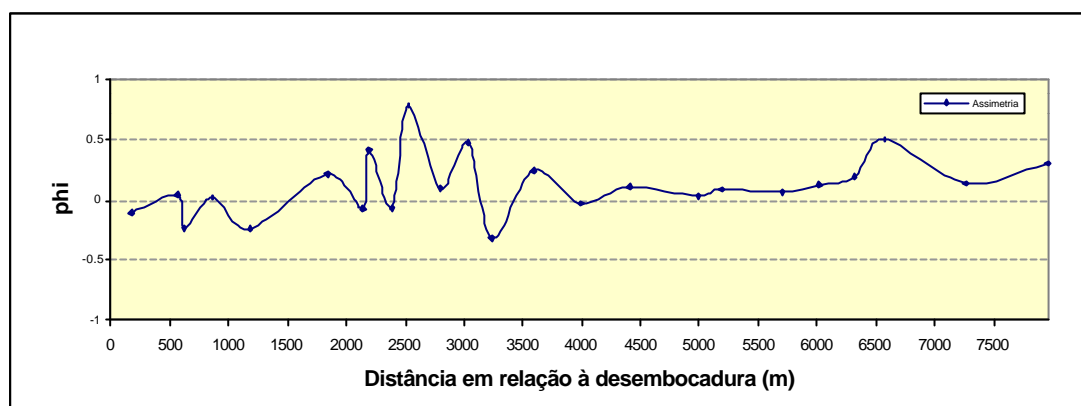


Gráfico 4.2- Distribuição longitudinal dos valores de assimetria nos sedimentos de fundo analisados em função da distância à desembocadura do rio Piranji.

Os valores de curtose (Figura 4.4) encontrados nas amostras estudadas variam de muito platicúrtica a muito leptocúrtica. A região mais externa da primeira curva do rio concentra os sedimentos classificados como muito platicúrticos. Os sedimentos platicúrticos ocorrem na porção central da primeira curva e em um ponto do trecho terminal. Vários pontos com pequena extensão apresentam-se dominados por sedimentos mesocúrticos, como: próximo à desembocadura, na primeira e segunda curva do rio e no seu trecho terminal. Os sedimentos leptocúrticos encontram-se bem distribuídos em faixas extensas em praticamente toda região estudada. Por fim, os sedimentos muito leptocúrticos também estão distribuídos em áreas extensas com predomínio na porção intermediária do trecho reto inicial, na segunda e terceira curva do rio, no trecho intermediário e terminal. O gráfico 4.3 revela o comportamento da curtose nos sedimentos em relação à distância da desembocadura do rio.

Sob o ponto de vista sedimentológico, valores de curtose muito altos ou muito baixos podem sugerir que o tipo de material analisado foi selecionado em ambiente de alta energia, sendo então transportado sem mudanças das características para um outro ambiente, onde o mesmo se misturou com outro sedimento selecionado em diferentes condições. Os sedimentos localizados na primeira curva acentuada do rio, onde temos

areia grossa bioclástica, são classificados quanto à curtose como muito platicúrticos, o que invalida a possibilidade de seleção em ambiente de alta energia, já que as dimensões do material bioclástico estão relacionadas aos indivíduos e não à energia do meio.

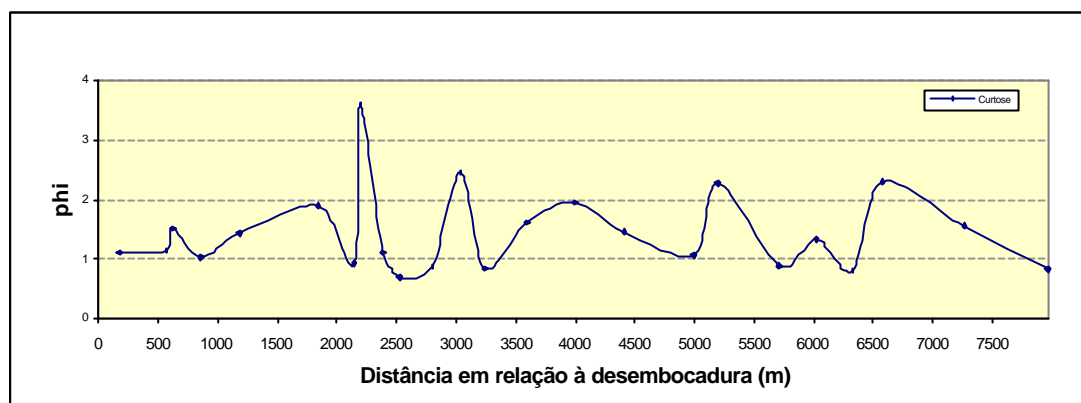


Gráfico 4.3- Distribuição longitudinal dos valores de curtose nos sedimentos de fundo analisados em função da distância à desembocadura do rio Piranji.

A distribuição dos valores de grau de seleção (Figura 4.5) nos sedimentos analisados revela um espectro que varia desde bem selecionado a muito pobremente selecionado. Sedimentos bem selecionados ocorrem apenas no fim do primeiro trecho reto do rio e em um ponto na sua curva mais suave (quarta curva). Os sedimentos considerados moderadamente selecionados estão distribuídos no início e no fim do primeiro trecho reto do rio, na primeira e na segunda curva em pontos pequenos e em boa parte da área abrangida pela quarta curva. Os sedimentos pobremente selecionados ocorrem na porção intermediária do primeiro trecho reto, dominando também a primeira, segunda, terceira e quinta curva, além de uma pequena região no trecho final estudado. Finalmente, os sedimentos muito pobremente selecionados estão distribuídos no meio do primeiro trecho reto do rio, em dois pontos na primeira e segunda curva do rio e em boa parte do seu trecho final. O gráfico 4.4 mostra como se comportam longitudinalmente os valores do grau de seleção nos sedimentos de fundo.

A presença de sedimentos bem selecionados na porção terminal do canal da desembocadura pode ser explicada porque neste ponto o canal passa de profundo a raso e a margem do rio torna-se alargada. Estas mudanças na morfologia favorecem o transporte dos sedimentos finos e a contenção dos mais grossos, selecionando-os melhor.

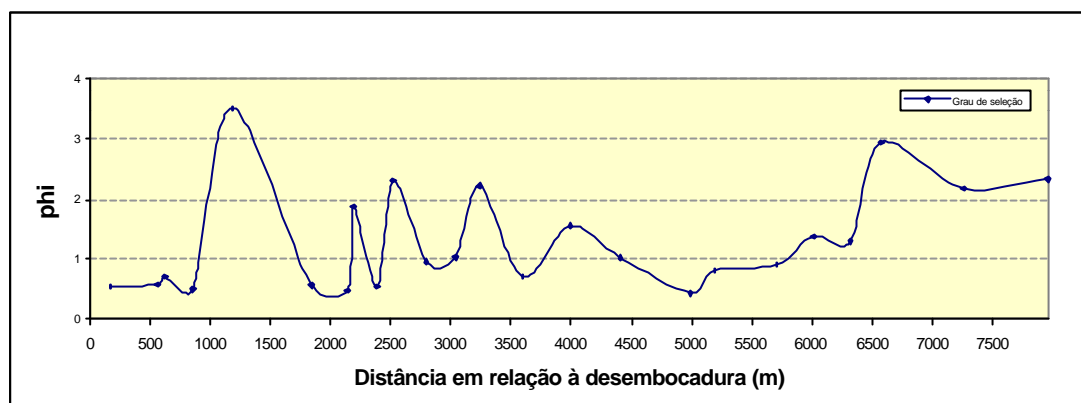


Gráfico 4.4- Distribuição longitudinal dos valores de grau de seleção nos sedimentos de fundo analisados em função da distância à desembocadura do rio Piranji.

Quanto à distribuição dos teores de cascalho (Figura 4.6), percebe-se que sua ocorrência está apenas restrita à primeira e à segunda curva do rio, onde os teores alcançam 62 e 24% respectivamente. O gráfico 4.5 apresenta detalhes da evolução dos teores de cascalho em relação à distância da desembocadura.



Gráfico 4.5- Distribuição longitudinal dos teores de cascalho nos sedimentos de fundo analisados em função da distância à desembocadura do rio Piranji.

O mapa de distribuição dos teores de areia (Figura 4.7) revela o predomínio deste tamanho de grão na região estudada do rio Piranji. A média do teor de areia nas amostras é de quase 81%. O primeiro trecho reto, em sua porção inicial e final, concentra sedimentos que possuem praticamente apenas a fração areia, assim como boa parte do trecho intermediário. Os teores de areia apresentam uma variabilidade longitudinal representada através do gráfico 4.6.

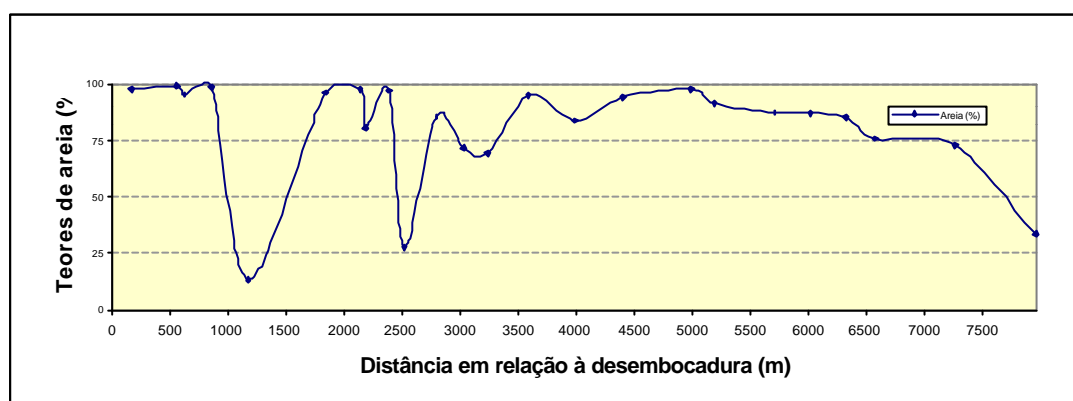


Gráfico 4.6- Distribuição longitudinal dos teores de areia nos sedimentos de fundo analisados em função da distância à desembocadura do rio Piranji.

Os teores de silte (Figura 4.8) são maiores na parte mediana do trecho reto inicial do rio, onde alcançam 54% na segunda curva e no trecho final. O gráfico 4.7 ilustra os diferentes teores de silte encontrados ao longo do rio Piranji.

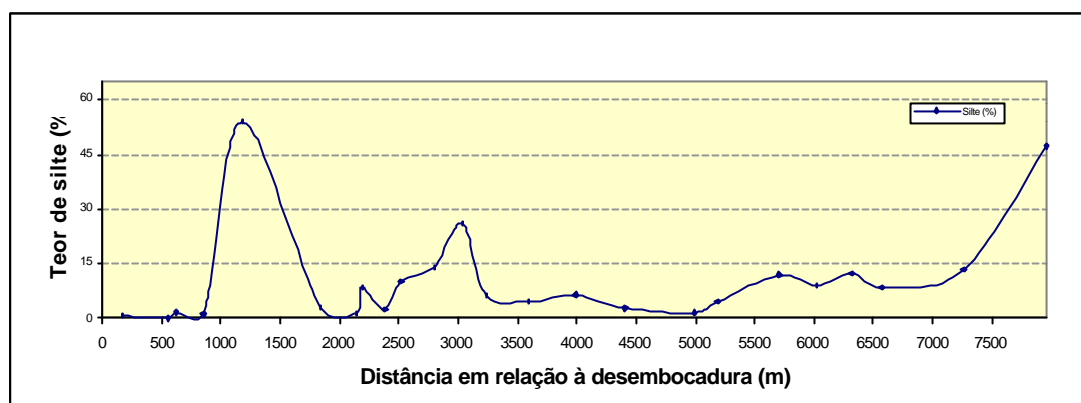


Gráfico 4.7- Distribuição longitudinal dos teores de silte nos sedimentos de fundo analisados em função da distância à desembocadura do rio Piranji.

O mapa de distribuição dos teores de argila (Figura 4.9) destaca que os maiores teores desta fração sedimentar estão associados aos mesmos locais onde se concentra o silte. O gráfico 4.8 define o modo de distribuição longitudinal dos teores de argila no trecho estudado.

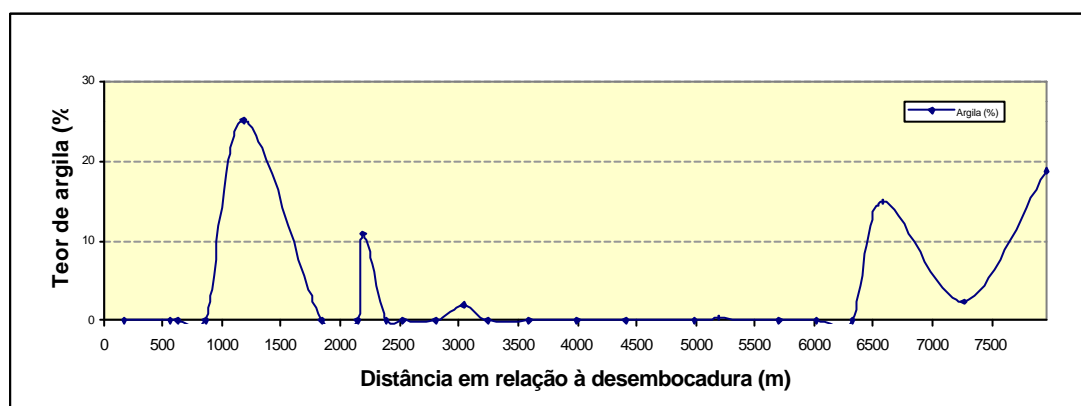


Gráfico 4.8- Distribuição longitudinal dos teores de argila nos sedimentos de fundo analisados em função da distância à desembocadura do rio Piranji.

Os teores de lama (Figura 4.10) são logicamente maiores nos locais de predomínio do silte e da argila. Na parte mediana do trecho reto inicial do rio seu teor alcança 79% e nas proximidades do porto 66%. O gráfico 4.8 determina a variação dos teores de lama na região da desembocadura ao porto.

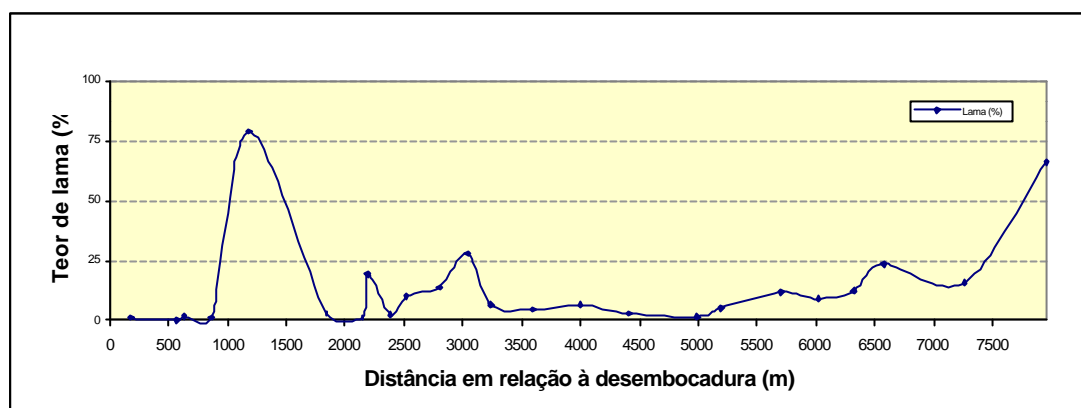


Gráfico 4.9- Distribuição longitudinal dos teores de lama nos sedimentos de fundo analisados em função da distância à desembocadura do rio Piranji.

A distribuição dos teores de matéria orgânica (Figura 4.11) revela que suas maiores concentrações ocorrem associadas ao predomínio de lama. Na região com maior teor de lama as concentrações de matéria orgânica alcançam 5,5%. O gráfico 4.10 mostra a variação dos teores de matéria orgânica de acordo com a distância à desembocadura.

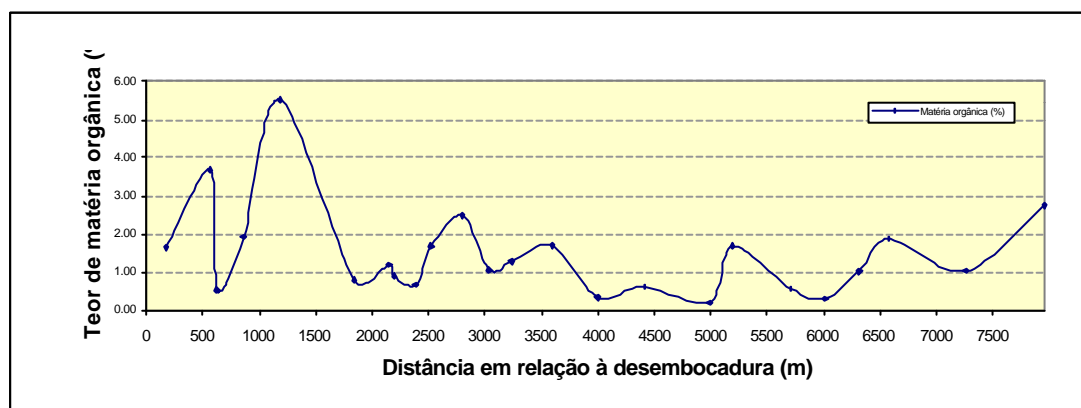


Gráfico 4.10- Distribuição longitudinal dos teores de matéria orgânica nos sedimentos de fundo analisados em função da distância à desembocadura do rio Piranji.

As concentrações de carbonato de cálcio (Figura 4.12) parecem ter estreita relação com o teor de cascalho. Este fato evidencia que o carbonato de cálcio é proveniente do cascalho biodetrítico (conchas) existentes principalmente na primeira curva do rio (sentido mar-continente) O

gráfico 4.11 mostra a variação dos teores de carbonato de cálcio de acordo com a distância à desembocadura.

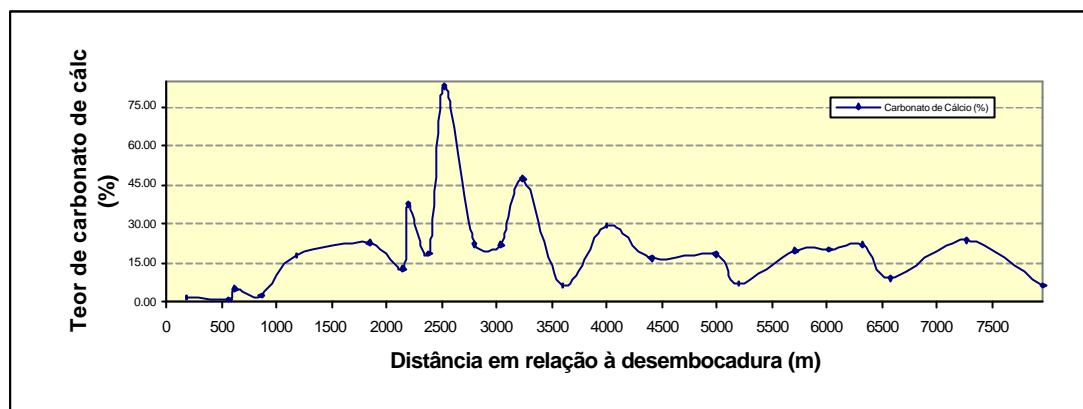
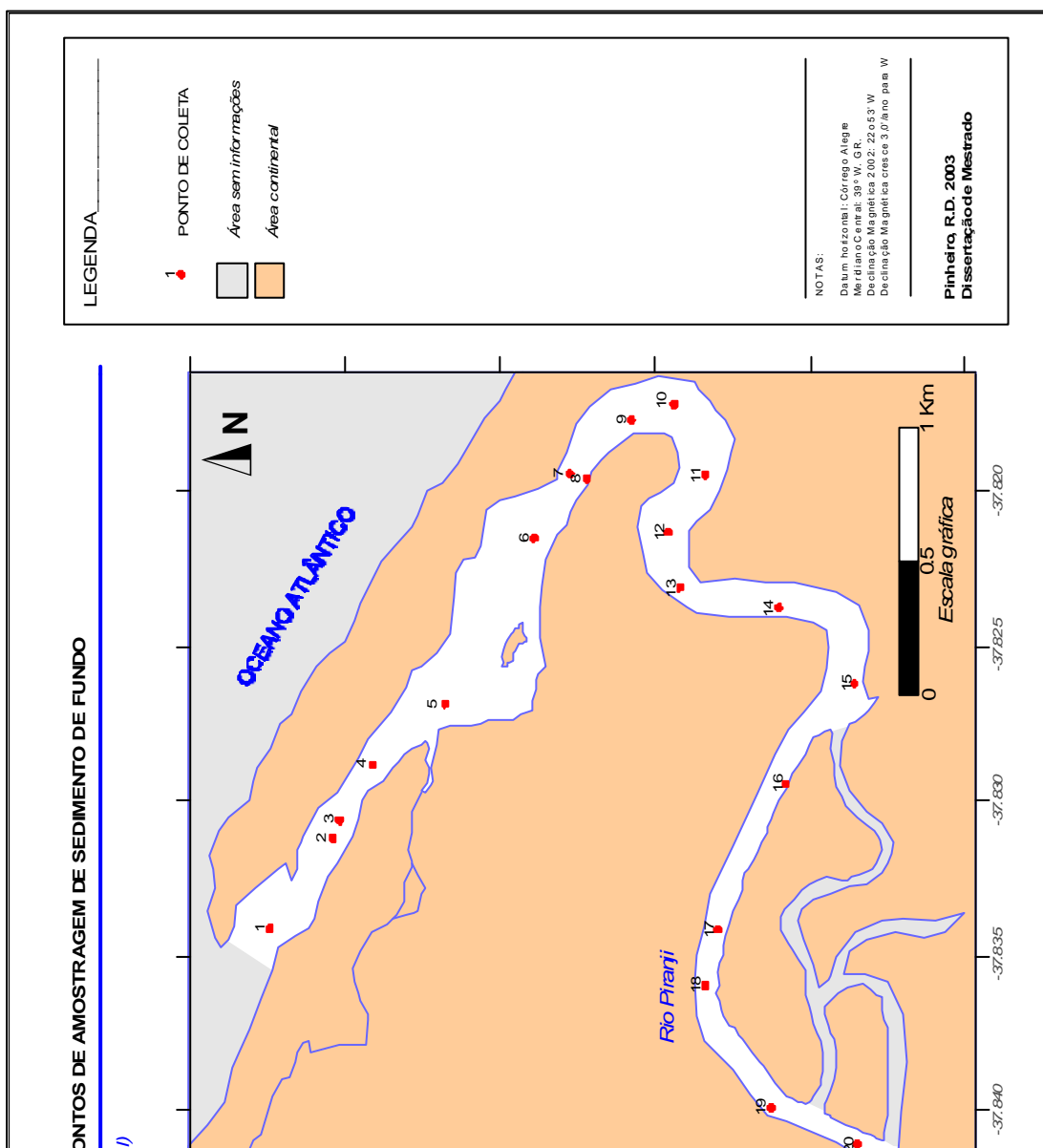


Gráfico 4.11- Distribuição longitudinal dos teores de carbonato de cálcio nos sedimentos de fundo analisados em função da distância à desembocadura do rio Piraraji.



627452,9515215

627452,9512415

631361,9512415

Figura 4.1 – Mapa de localização dos pontos de amostragem de sedimento de fundo no rio Piranji.

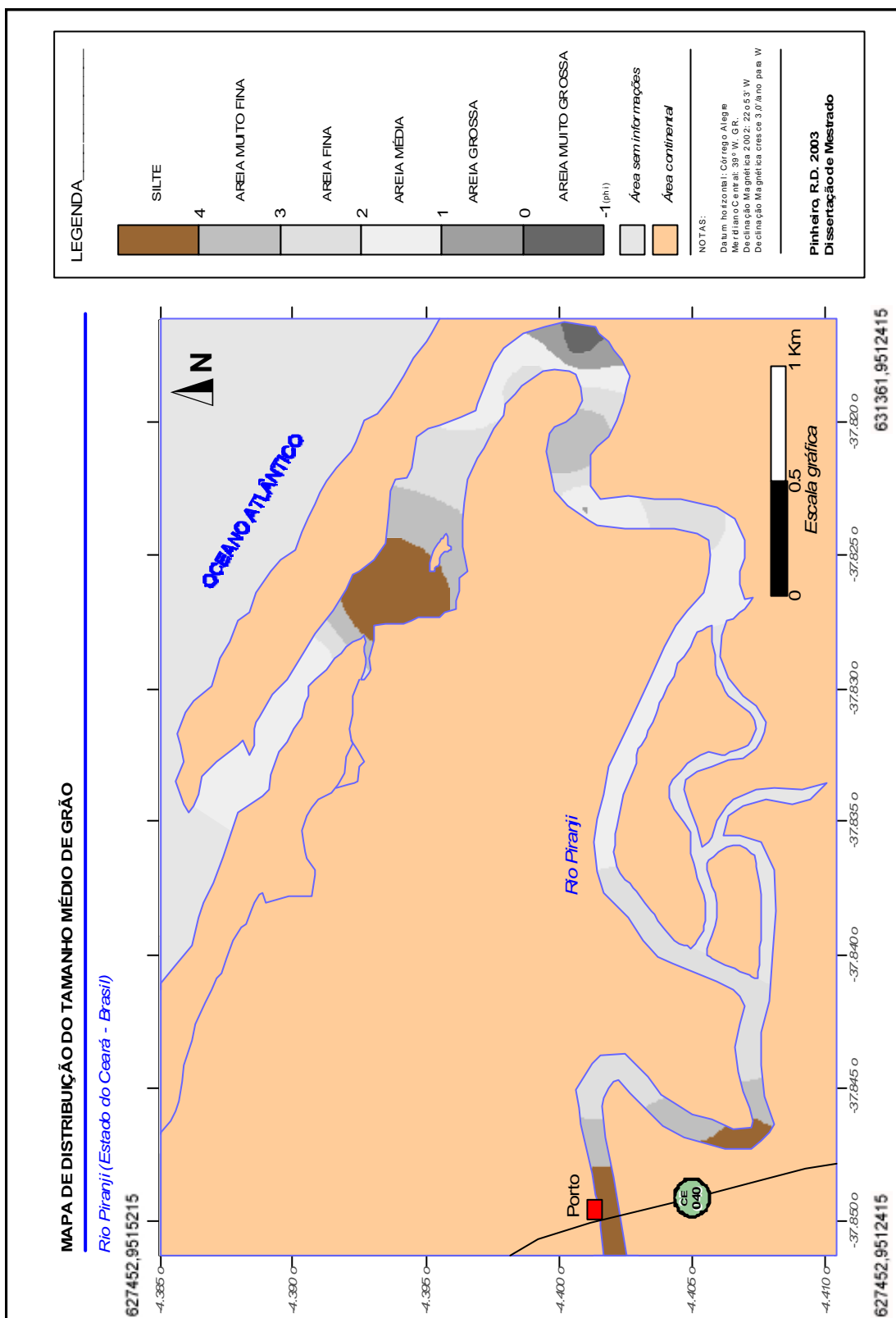


Figura 4.2 – Mapa de distribuição do tamanho médio dos grãos nos sedimentos de fundo do trecho analisado do rio Piranji.

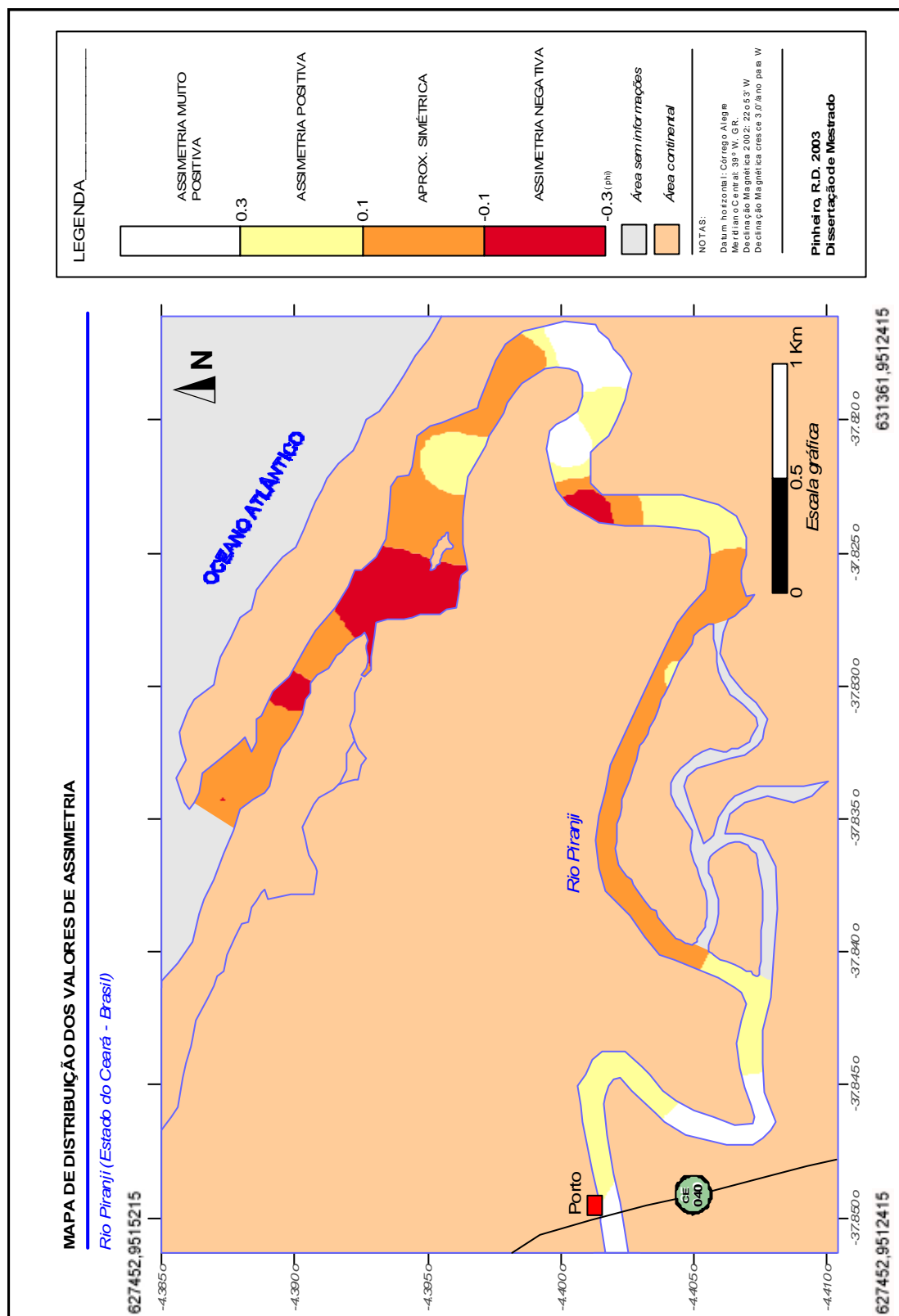


Figura 4.3 – Mapa de distribuição dos valores de assimetria nos sedimentos de fundo do trecho analisado do rio Piranji.

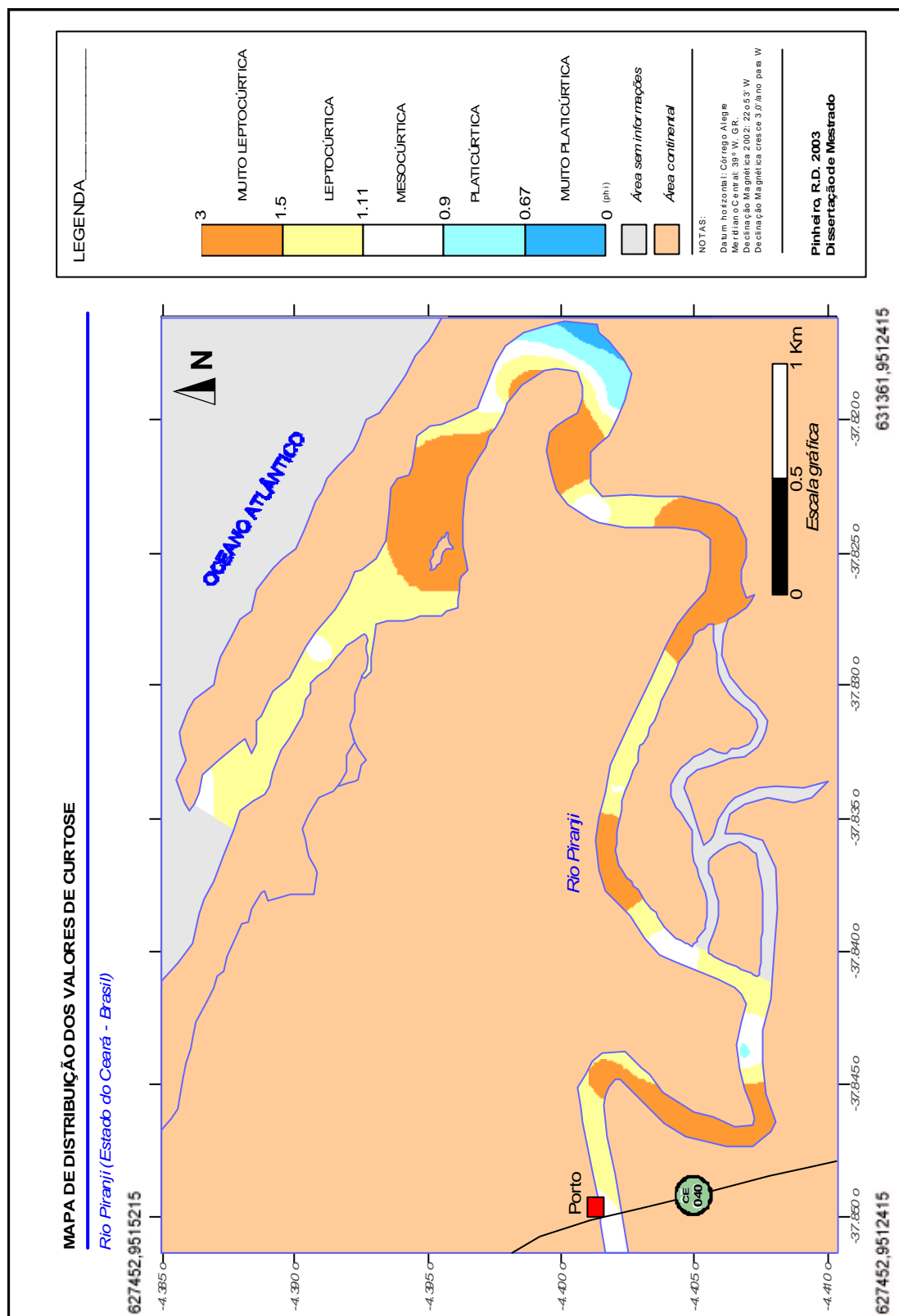


Figura 4.4 – Mapa de distribuição dos valores de curtose nos sedimentos de fundo do trecho analisado do rio Piranji.

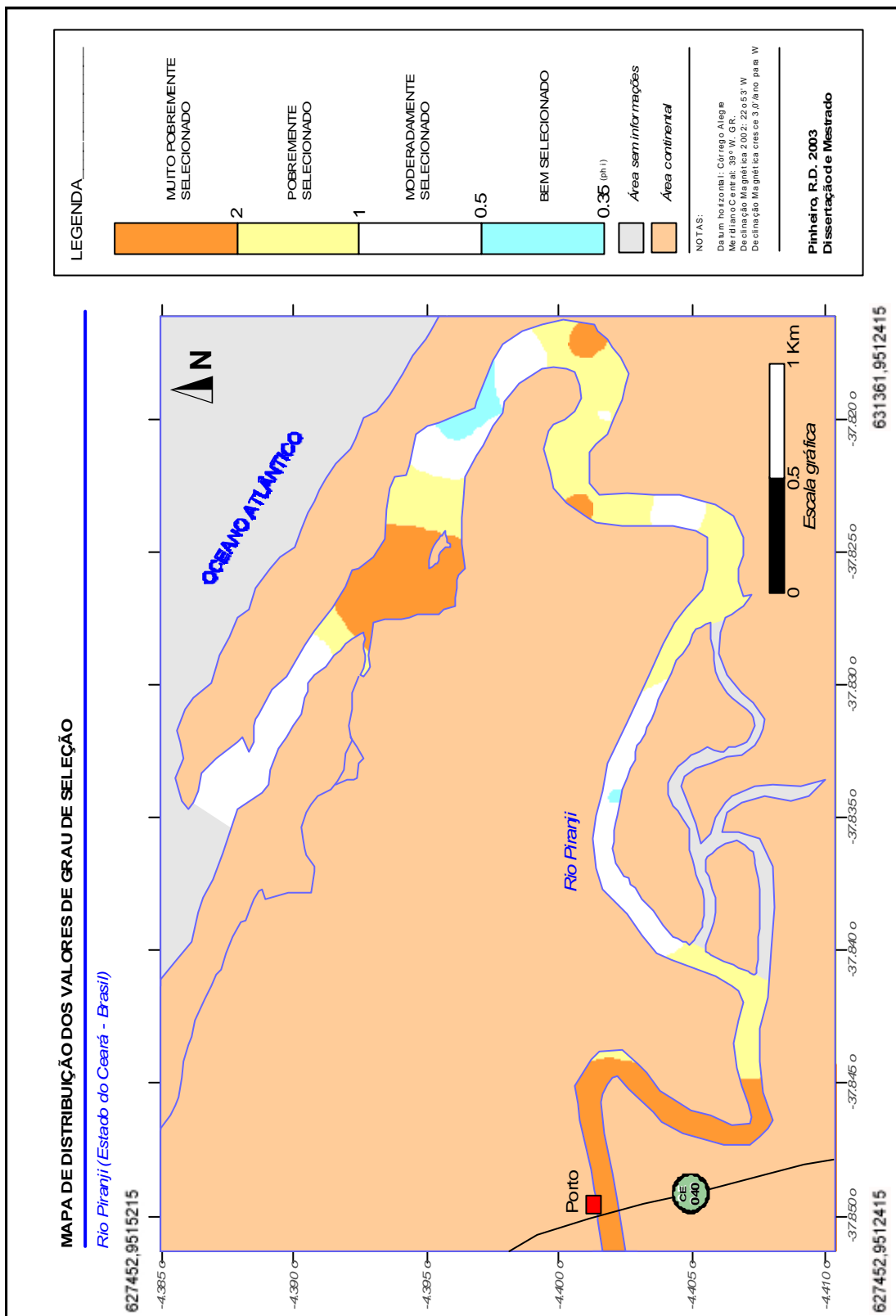


Figura 4.5 – Mapa de distribuição dos valores do grau de seleção nos sedimentos de fundo do trecho analisado do rio Piranji.

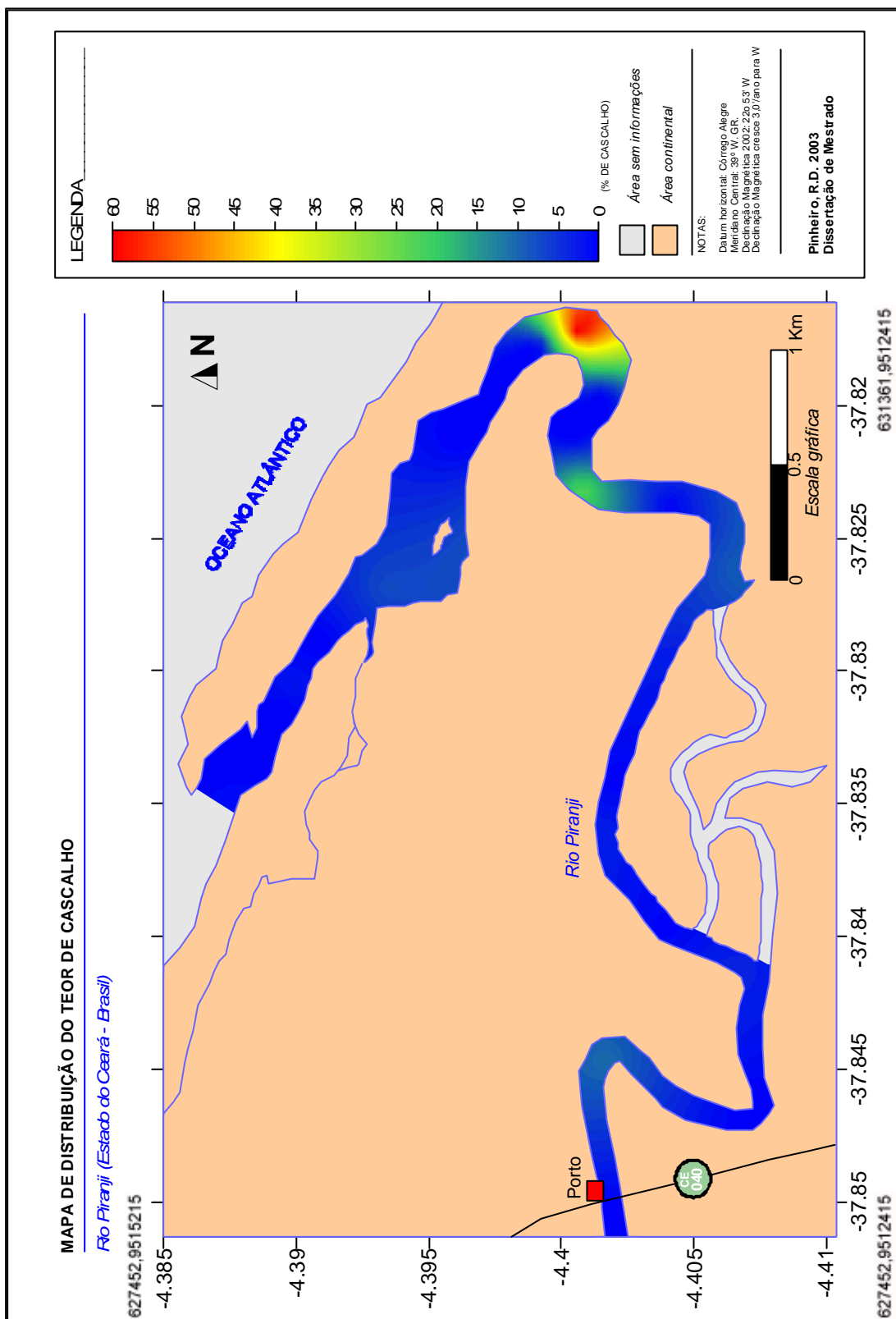


Figura 4.6 – Mapa de distribuição do teor de cascalho nos sedimentos de fundo do trecho analisado do rio Piranji.

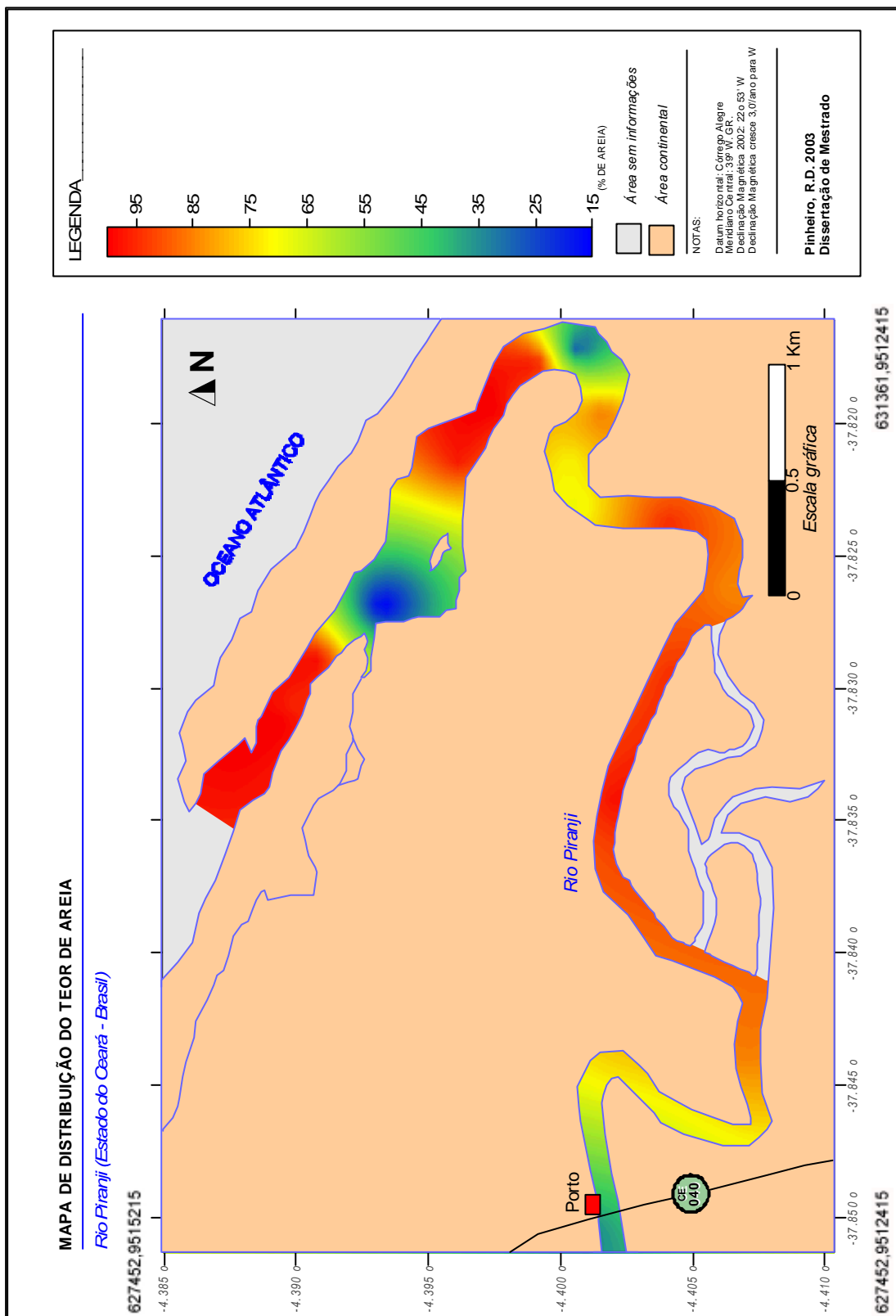


Figura 4.7 – Mapa de distribuição do teor de areia nos sedimentos de fundo do trecho analisado do rio Piranji.

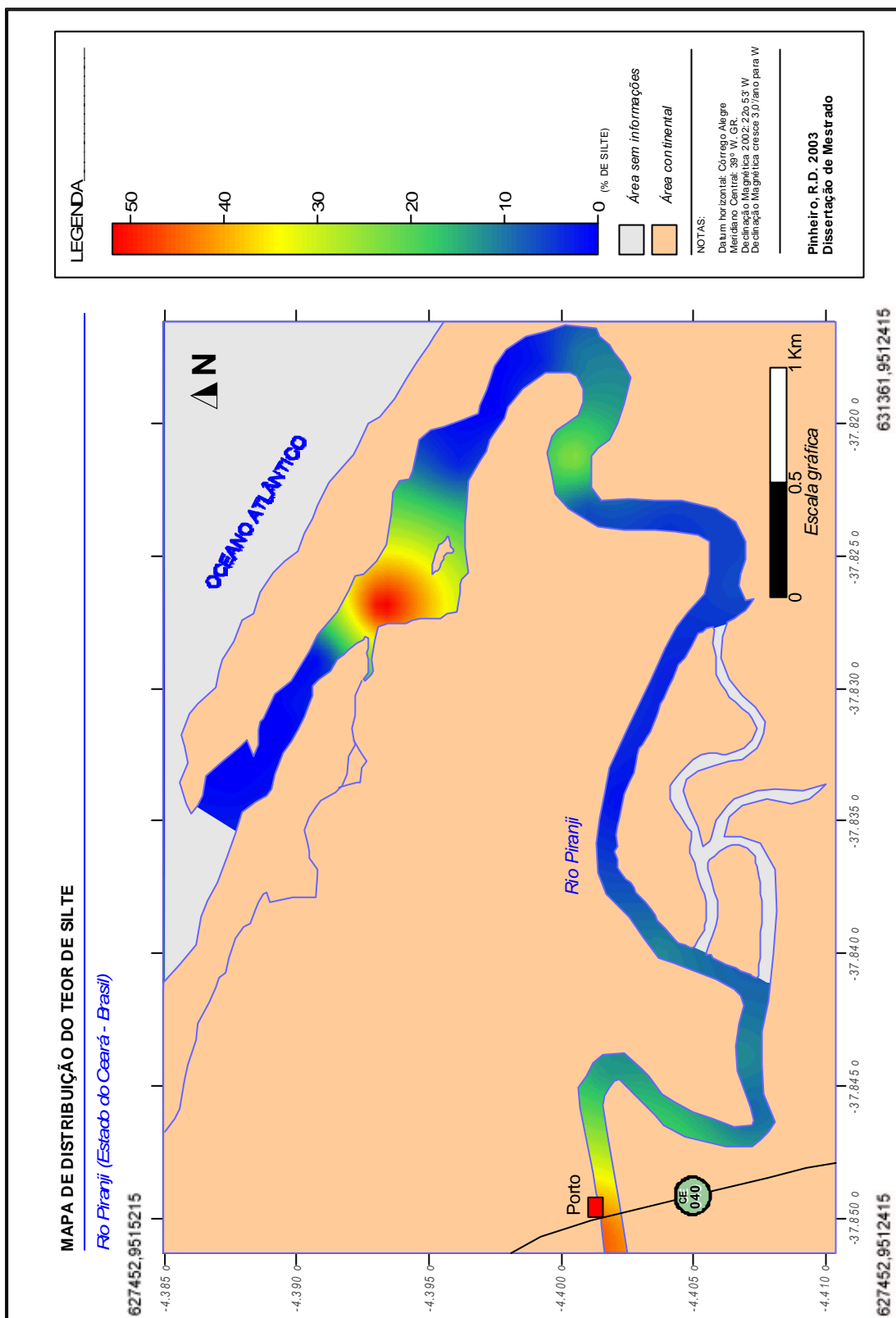


Figura 4.8 – Mapa de distribuição do teor de silte nos sedimentos de fundo do trecho analisado do rio Piranji.

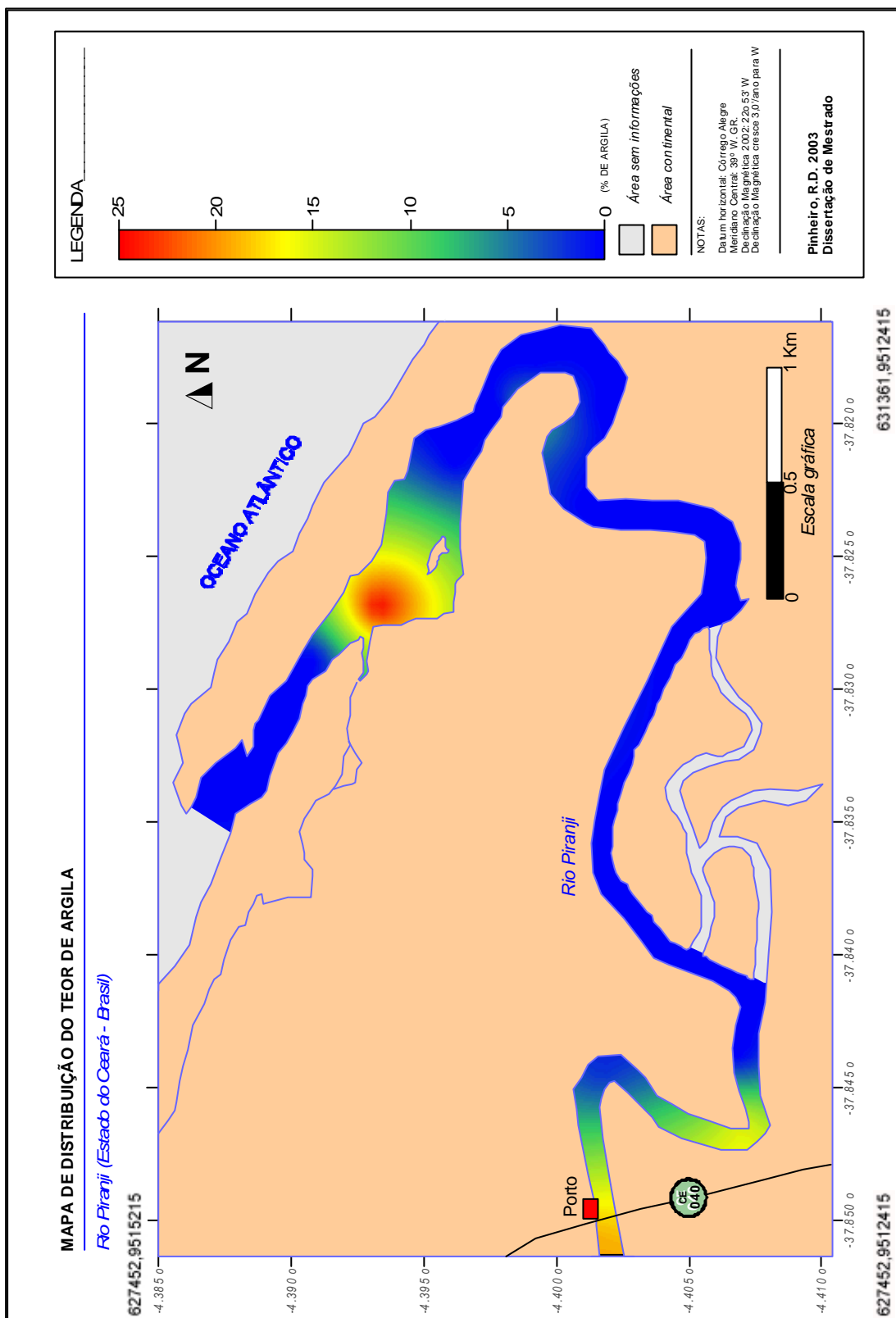


Figura 4.9 – Mapa de distribuição do teor de argila nos sedimentos de fundo do trecho analisado do rio Piranji.

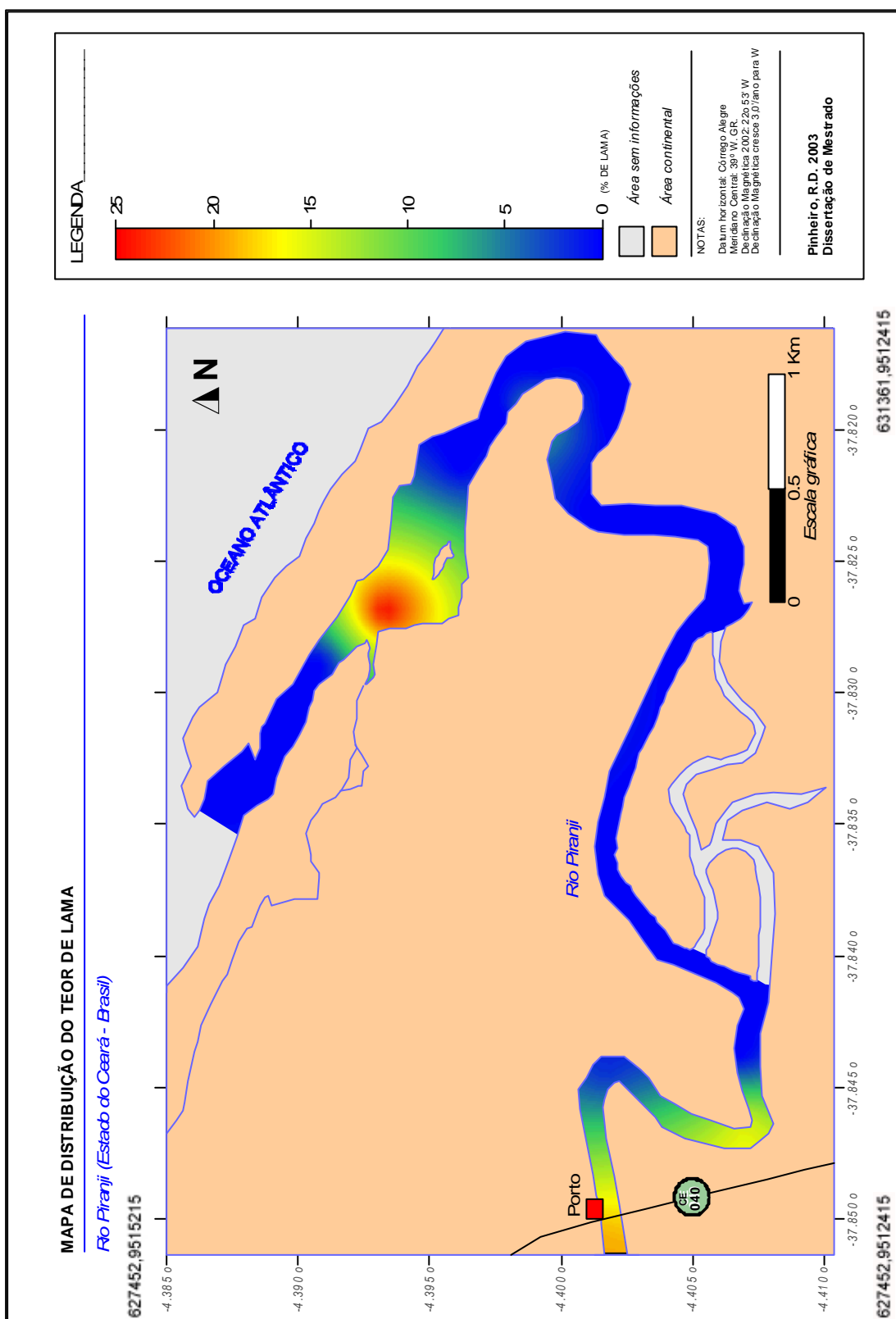


Figura 4.10 – Mapa de distribuição do teor de lama nos sedimentos de fundo do trecho analisado do rio Piranji.

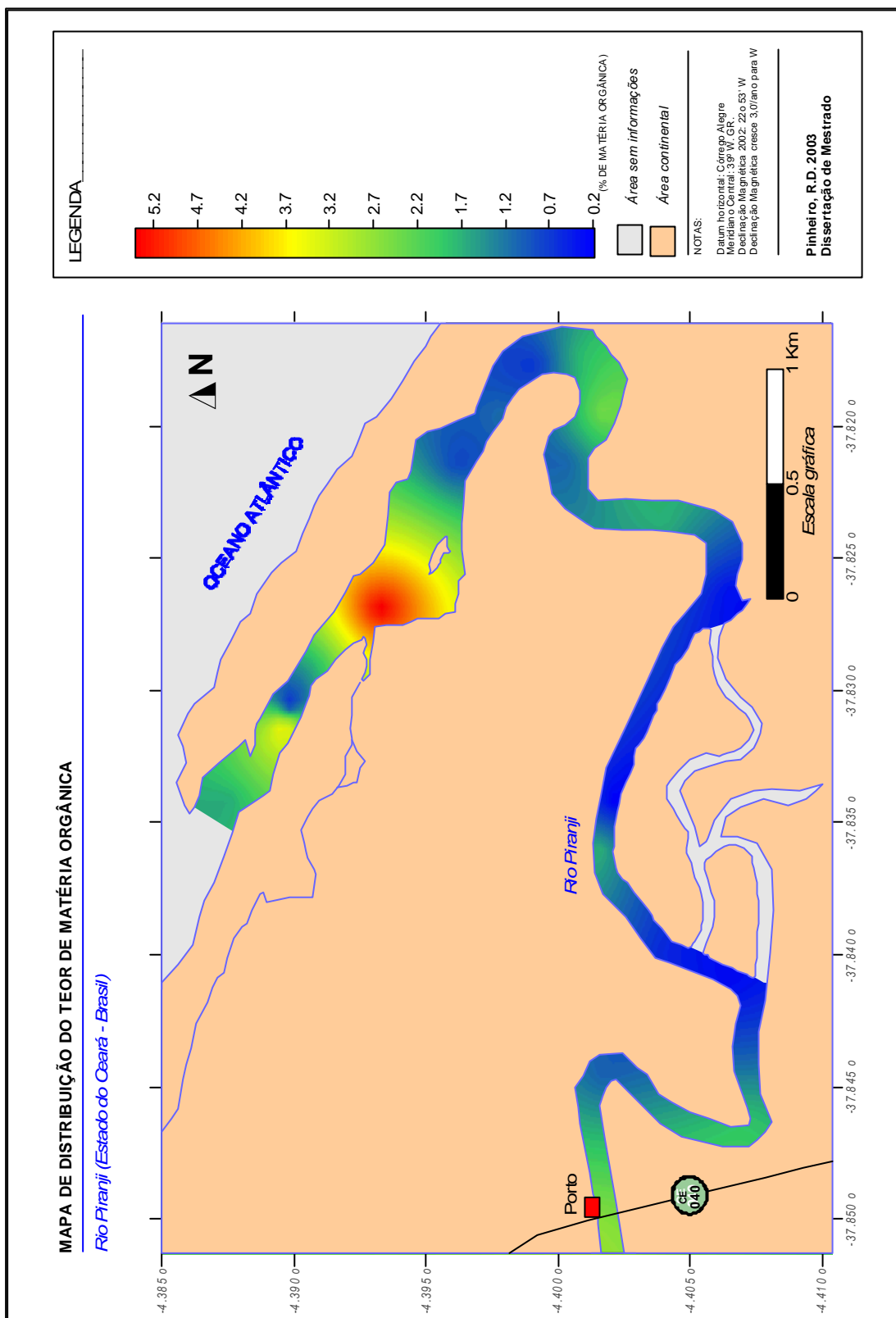


Figura 4.11 – Mapa de distribuição do teor de matéria orgânica nos sedimentos de fundo do trecho analisado do rio Piranji.

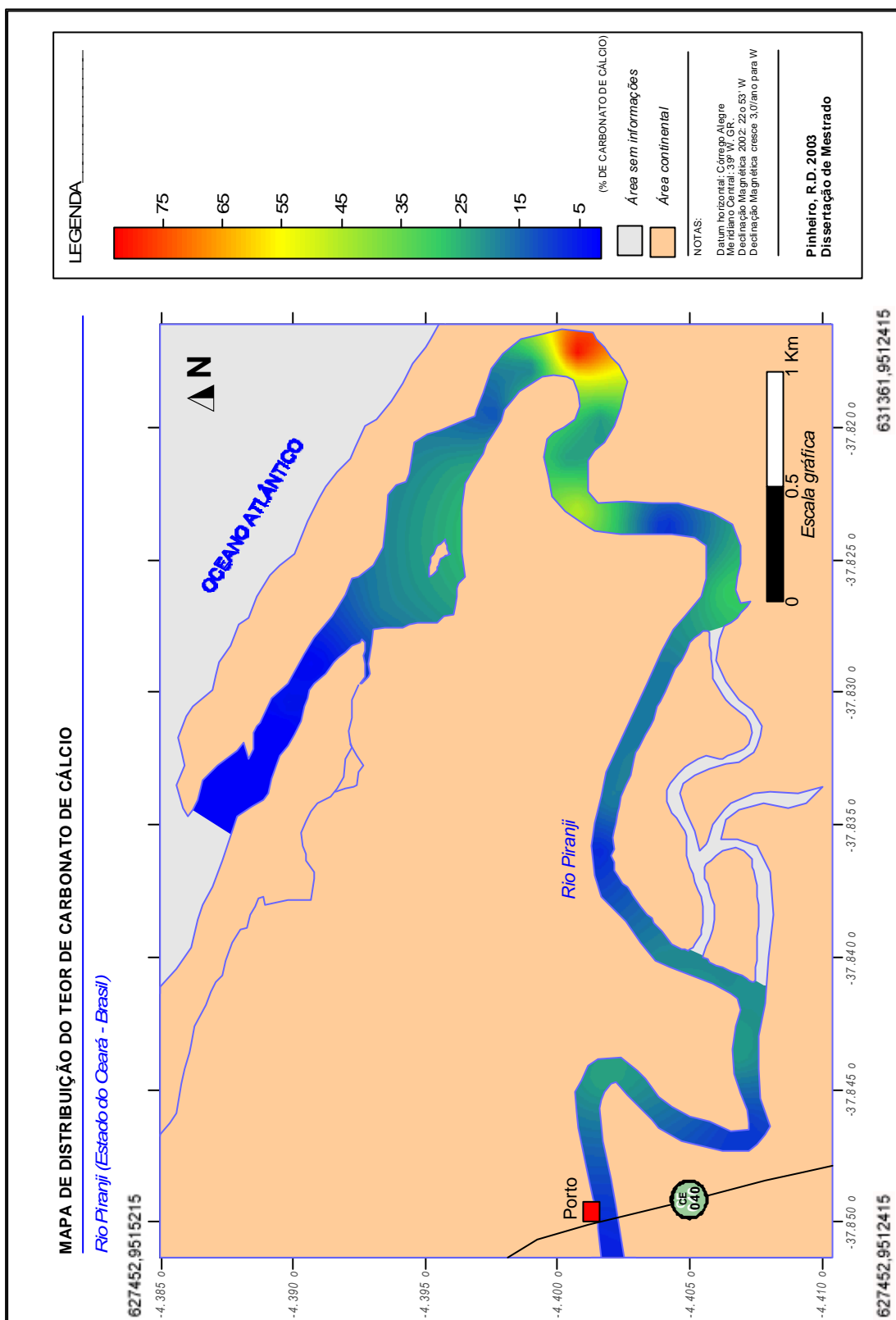


Figura 4.12 – Mapa de distribuição do teor do carbonato de cálcio nos sedimentos de fundo do trecho analisado do rio Piranji.

O gráfico 4.10 retrata a relação existente entre a média e a curtose nos sedimentos analisados. Conforme o baixo valor de R-quadrado para a tendência de regressão linear, não é possível ser estabelecida uma correlação entre os dois parâmetros. Destaca-se a formação de aglomerados de pontos que indicam o compartilhamento de semelhanças como os conjuntos: (01, 02, 04 e 17), (14, 23) e (11,19). Já as amostras mais isoladas no gráfico representam ambientes com características discrepantes em relação ao geral.

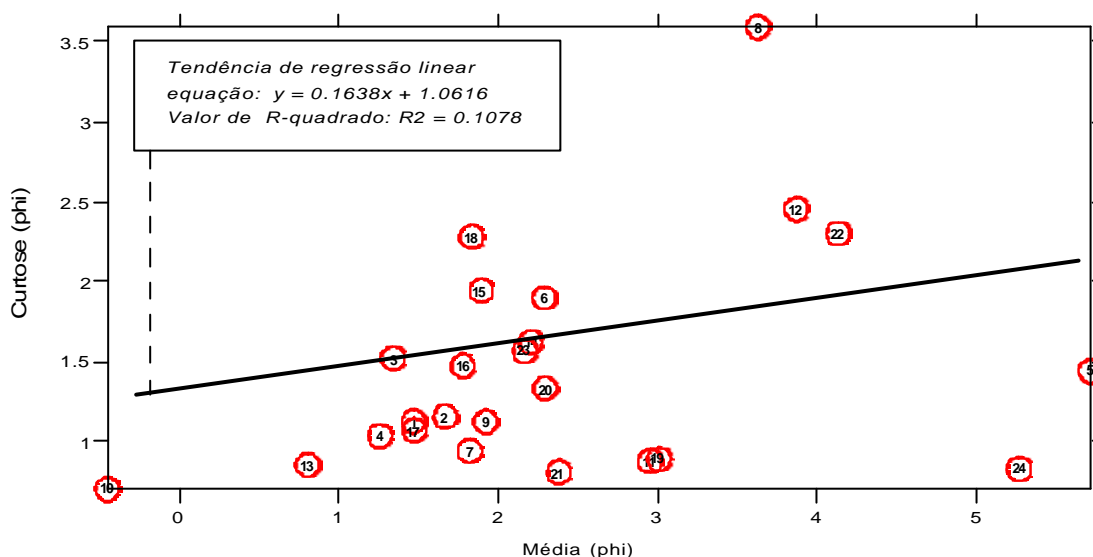


Gráfico 4.10- Relação entre a média (phi) e a curtose (phi) nos sedimentos de fundo analisados no rio Piranji.

A relação entre a média e a assimetria nos sedimentos analisados está apresentada no gráfico 4.11. O baixo valor de R-quadrado para a tendência de regressão linear, retrata a não correlação entre os parâmetros em questão. Aglomerados de pontos indicando o compartilhamento de semelhanças são percebidos em conjuntos como: (02, 07, 09, 15, 16,18), e (11,19).

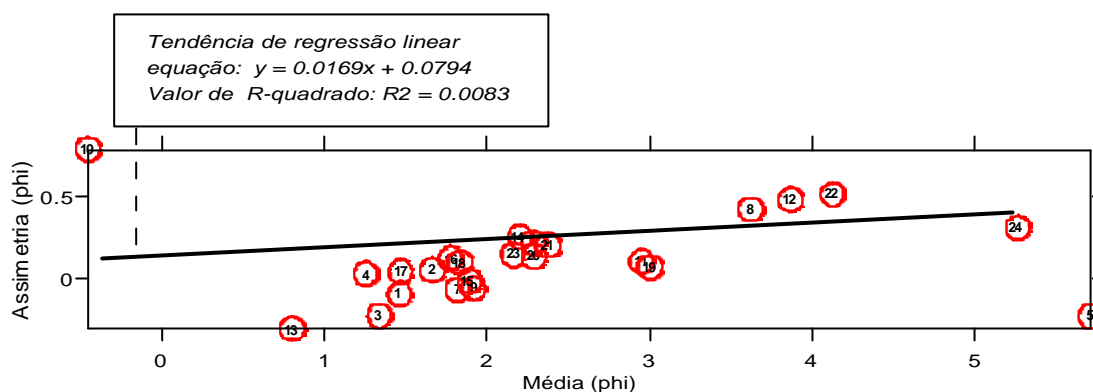


Gráfico 4.11- Relação entre a média (phi) e a assimetria (phi) nos sedimentos de fundo analisados no rio Piranji.

O gráfico 4.12. apresenta a relação entre a média e o grau de seleção nos sedimentos analisados. Assim como os outros valores de R-quadrado para a tendência de regressão linear, o valor de 0,237 encontrado para esta relação é muito baixo, porém é a melhor das correlações entre os parâmetros estatísticos observados. Aglomerados de pontos que indicam o compartilhamento de semelhanças estão presentes nos conjuntos: (01, 02, 03, 04, 07, 09, 07, 17), (11,19) e (20,21).

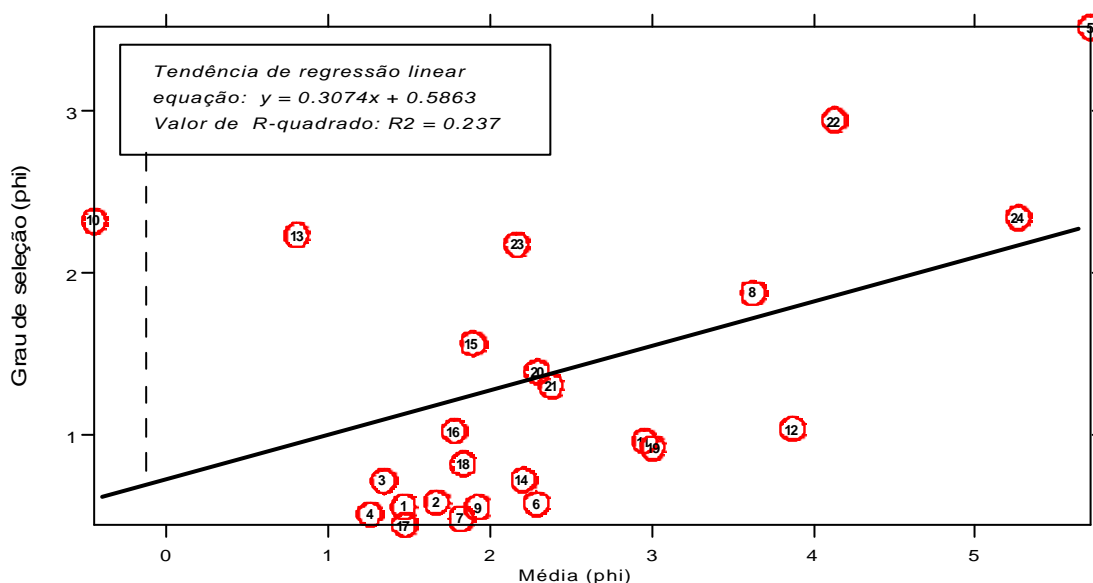


Gráfico 4.12- Relação entre a média (phi) e o grau de seleção (phi) nos sedimentos de fundo analisados no rio Piranji.

A relação entre a curtose e a assimetria nos sedimentos analisados está apresentada no gráfico 4.13. O baixo valor de R-quadrado para a tendência de regressão linear é ínfimo, o que retrata a total falta de correlação entre estes parâmetros. Aglomerados de pontos indicando o compartilhamento de semelhanças são notados nos conjuntos como: (02, 04, 07, 09, 17), (03, 14), (10, 13, 24) e (11,19).

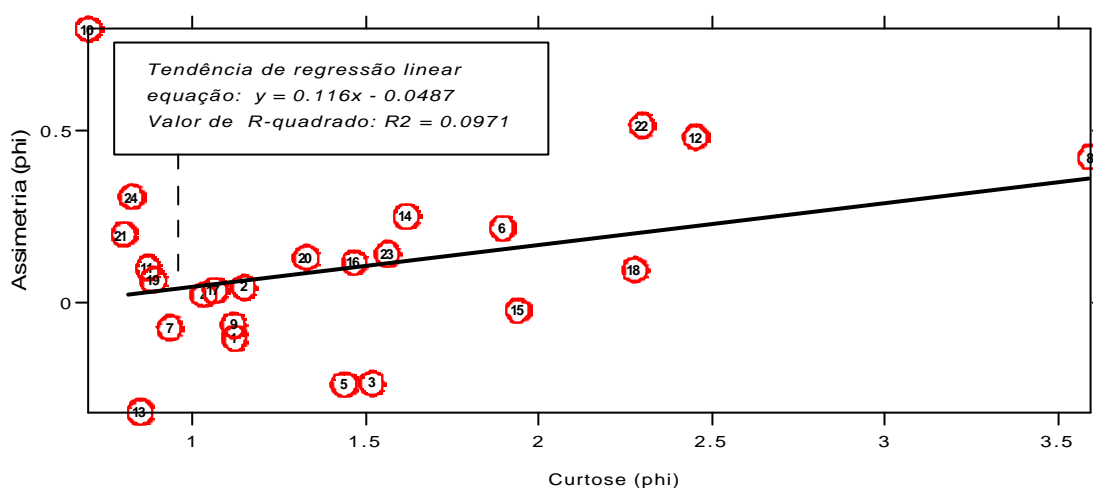


Gráfico 4.13- Relação entre a curtose (phi) e a assimetria (phi) nos sedimentos de fundo analisados no rio Piranji.

O gráfico 4.14. apresenta a relação entre a curtose e o grau de seleção nos sedimentos analisados. O R-quadrado para a tendência de regressão linear assume um valor muito baixo (0,237), porém é a melhor das correlações entre os parâmetros estatísticos observados. Aglomerados de pontos que indicam o compartilhamento de semelhanças estão presentes nos conjuntos: (01, 02, 03, 04, 07, 09, 07, 17), (11,19) e (20,21).

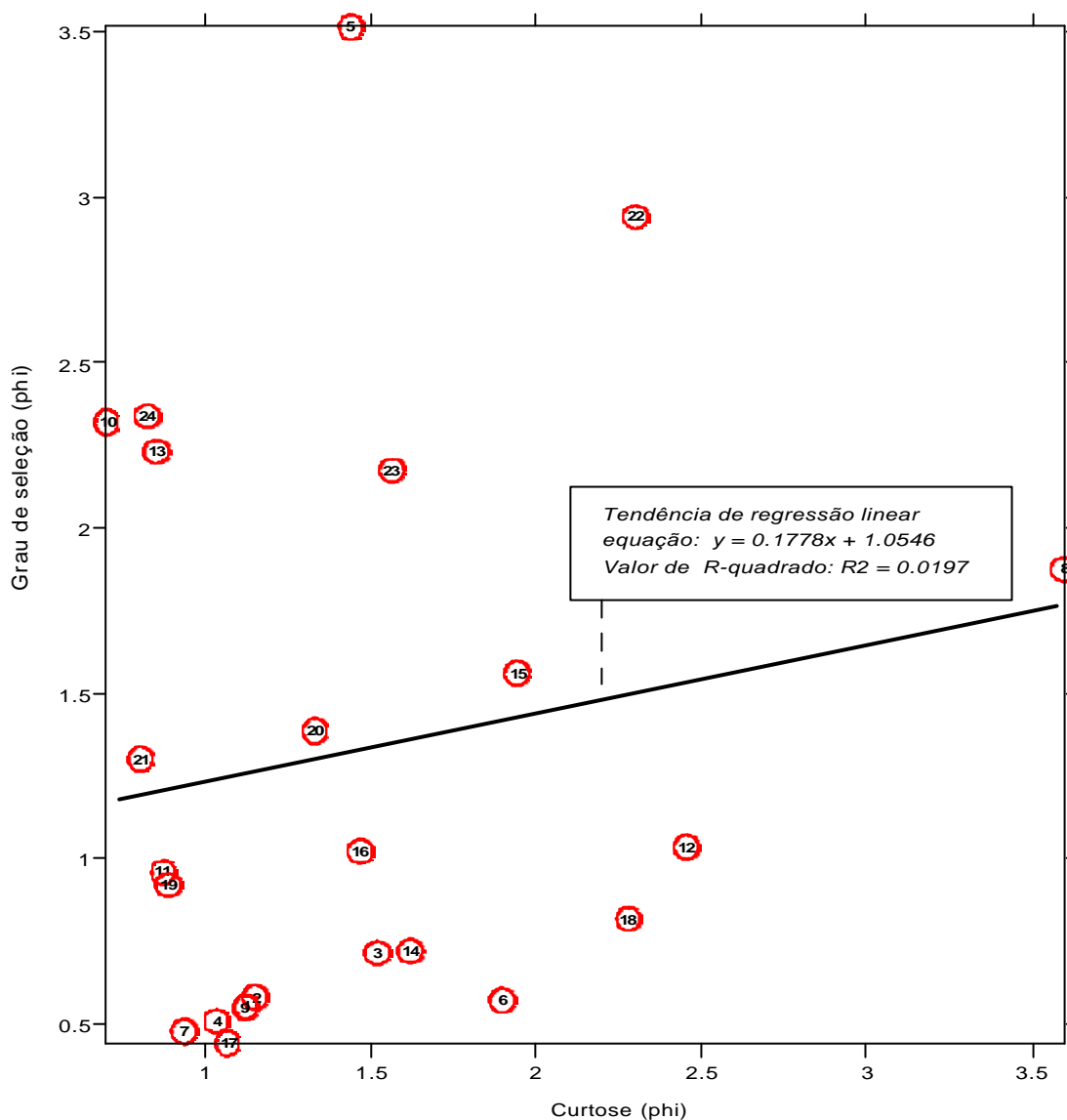


Gráfico 4.14- Relação entre a curtose (phi) e o grau de seleção (phi) nos sedimentos de fundo analisados no rio Piranji.

A relação entre o grau de seleção e a assimetria nos sedimentos analisados está apresentada no gráfico 4.15. A exemplo dos outros casos, este gráfico também tem um baixo valor de R-quadrado resultado da falta de correlação entre estes parâmetros. Aglomerados de pontos indicando o compartilhamento de semelhanças são notados nos seguintes conjuntos: (02, 04, 17), (01, 09, 07), e (11, 16, 19).

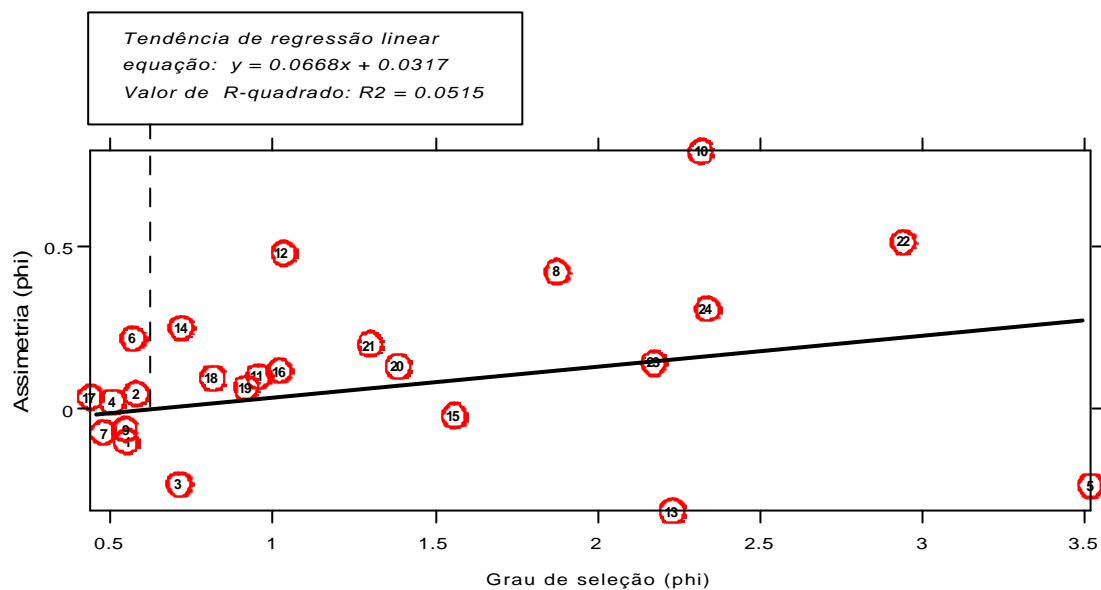


Gráfico 4.15- Relação entre o grau de seleção (phi) e a assimetria (phi) nos sedimentos de fundo analisados no rio Piranji.

CAPÍTULO 5 – MORFOLOGIA E CLASSIFICAÇÃO

5.1- INTRODUÇÃO

O presente capítulo aborda o estudo morfológico realizado na área e o enquadramento do estuário do rio Piranji em esquemas classificatórios.

As características morfológicas foram avaliadas por meio de uma batimetria de detalhe ao longo do rio Piranji, além da observação de sua forma através de fotografias aéreas.

A batimetria estuarina tem estreita relação com o comportamento hidrodinâmico, transporte de sedimentos e tipo de sedimento de fundo. A carta batimétrica, apresentada como resultado do estudo morfológico do rio Piranji, representa uma ferramenta importante para a correlação dos processos estuarinos e como base à navegação.

A observação de fotografias aéreas de diversas datas permite que seja montado um esquema evolutivo da morfologia estuarina e permite também, determinar a influência do aporte fluvial, da energia das ondas e das marés, em sua desembocadura.

Diversos são os estudos que abordaram a morfologia das desembocaduras estuarinas e suas relações de estabilidade: O'Brien

(1931,1969), Escoffier (1940), Bruun & Gerritsen (1960), Walton & Adams (1976), van de Kreeke (1992), Hume (1991), Hume & Herdendorf (1992,1993), Friedrichs (1995), Rossman (1995) e Goodwin (1996).

A classificação do ambiente estuarino do rio Piranji se baseou nos sistemas classificatórios pré-existentes descritos no capítulo 01 desta dissertação. Classificar este ambiente, em particular, facilita a comparação com outros estuários estudados no mundo.

5.2- METODOLOGIA

Metodologia aplicada ao estudo morfológico

O levantamento batimétrico foi realizado em regime de maré de sizígia. O trabalho envolveu a realização de perfis batimétricos de alta precisão dispostos em *transects*. Esse levantamento foi conduzido a bordo de embarcação motorizada com emprego de ecobatímetro portátil da marca *Furuno* e um DGPS também *Furuno*. Os dados de profundidade e as coordenadas obtidas pelos respectivos aparelhos foram gravados a cada 2 segundos na memória de um *notebook*.

O conjunto de dados batimétricos foi submetido à correção da maré vigente no momento do levantamento e da distância entre a sonda e o nível da água, através do seu tratamento no programa *Microsoft Excel*. Posteriormente, o mesmo foi enviado ao programa *Surfer 8.0* possibilitando a confecção das cartas batimétricas da região estudada, representativas para as condições de maré alta e baixa de sizígia.

Quatro fotografias aéreas datadas de 1975, 1987, 1996 e 2000 foram trabalhadas em meio digital, usando o programa *Adobe Photoshop*, onde foi possível alterar a escala original de cada uma delas, determinando uma nova escala padrão igual para todas e atribuindo os mesmos limites. Assim, o conjunto de fotografias tornou-se ideal para a observação de todas as mudanças morfológicas, em planta, da região estudada.

Metodologia aplicada à classificação do estuário do rio Piranji

Efetuando-se a leitura do vasto conteúdo relacionado à classificação de ambientes estuarinos, assunto brevemente abordado como base teórica no capítulo 01 desta dissertação, procurou-se enquadrar o estuário do rio Piranji nos principais sistemas classificatórios de acordo com as informações coletadas sobre as suas características.

5.3- RESULTADOS

Observando-se a Figura 5.1 percebe-se que em 1975 a desembocadura do rio Piranji (A) se encontrava bastante afastada para leste em relação à posição atual e desenvolvendo um aparente delta de maré vazante. Tal fato possivelmente se relaciona a um período de maior descarga fluvial que fez romper o pontal arenoso que costuma ocorrer na região motivado este por correntes de deriva litorânea, de leste para oeste. Existe uma vasta área inundada que trata-se de uma gamboa (B) e alguns canais indicando a posição de uma antiga desembocadura estuarina certamente associada a um grande pontal arenoso (C). No ponto (D) percebe-se a intervenção humana no curso do rio através da construção de canal.



Figura 5.1 – Fotografia aérea da região estudada datada de 1975 (escala aproximada: 1:34.900) Fonte: Acervo do Laboratório de Geologia Marinha e Aplicada da UFC.

Após 12 anos, a fotografia aérea mostrada na figura 5.2. retrata o desenvolvimento do pontal arenoso, fazendo a desembocadura (A) se deslocar para oeste, como a antiga desembocadura evidenciada pelos canais no ponto (C) da figura anterior, possivelmente forçada por uma perda da competência da descarga fluvial. Em (B) nota-se uma morfologia bem diferente da observada em 1975. O canal passa a ser bem mais largo e, muito provavelmente, raso como nos dias atuais. No ponto (C), onde houve a construção de um canal artificial, agora a largura parece aumentada indicando que o fluxo estuarino passou a usá-lo como corredor preferencial. A área inundada mencionada na figura anterior parece bem menos expressiva neste momento. São apontados como possíveis responsáveis

por esta alteração, o abandono do antigo curso e o assoreamento por transporte eólico.



Figura 5.2 – Fotografia aérea da região estudada datada de 1987 (escala aproximada: 1:34.900) Fonte: Acervo do Laboratório de Geologia Marinha e Aplicada da UFC.

Conforme a figura 5.3, datada de 1996, não houve mudanças significativas na morfologia do rio, em planta, e a desembocadura (A) praticamente não se deslocou. O surgimento de uma pequena ilha de areia alongada (banco que fazia parte da antiga flexa arenosa) próximo a desembocadura sugere que a descarga do rio Piranji estava sendo canalizada ao longo da costa, ajudando assim a aumentar ainda mais a estrutura do pontal arenoso.



Figura 5.3 – Fotografia aérea tirada por satélite da região estudada datada de 1996 (escala aproximada: 1:34.900) Fonte: Acervo particular do Prof. Michel Arthaud - DEGEO/UFC.

A figura 5.4 trata-se de uma fotografia aérea recente, obtida no ano de 2000, que mostra o deslocamento da desembocadura (A) para leste, o aparecimento de pelo menos três pequenas ilhas de areia (partes da antiga flexa arenosa), sendo a mais a oeste localizada no ponto (B) e em (C) destaca-se a diminuição na largura do canal, fato que pode comprovar a perda de competência da descarga fluvial.



Figura 5.4 – Fotografia aérea da região estudada datada de 06/2000 (escala aproximada: 1:34.900) Fonte: AerofotoNordeste.

Um estudo conduzido por Gomes & Barreto (1995) enquadram o fenômeno migração da desembocadura do rio Piranji, segundo o esquema proposto por Komar (1973), baseado na influência da deriva litorânea e da descarga hidráulica. As mudanças morfológicas observadas na seqüência de fotografias aéreas disponíveis da região corroboram com o esquema apontado por Gomes & Barreto (op. cit.).

A figura 5.5 mostra a batimetria da região em maré alta de sizígia (amplitude de 1,76 m) e a figura 5.6 revela a sua configuração em maré baixa de sizígia. Através da análise das duas figuras citadas, confirma-se que a navegabilidade, mesmo em maré alta de sizígia, é dificultada pelas baixas profundidades no trecho estudado. Na maré baixa de sizígia

(Figura 5.6), boa parte do canal da desembocadura próximo ao pontal arenoso tem profundidades inferiores a 1 metro, assim como a segunda curva do rio (sentido mar-continente) e a região próxima ao porto. Este fato inviabiliza a navegação da maioria das embarcações de porte médio, como as utilizadas pelos pescadores da região. Relatos da população local confirmam que a navegação através do rio Piranji sempre foi realizada em marés altas. Os mapas batimétricos gerados apontam que as partes externas das curvas do rio são mais profundas, como na primeira curva e na terceira curva, onde em marés altas de sizígia é alcançada a profundidade máxima de 7,4 metros. Este fato é justificado por estas regiões estarem sujeitas às correntes mais fortes com maior poder de erosão.

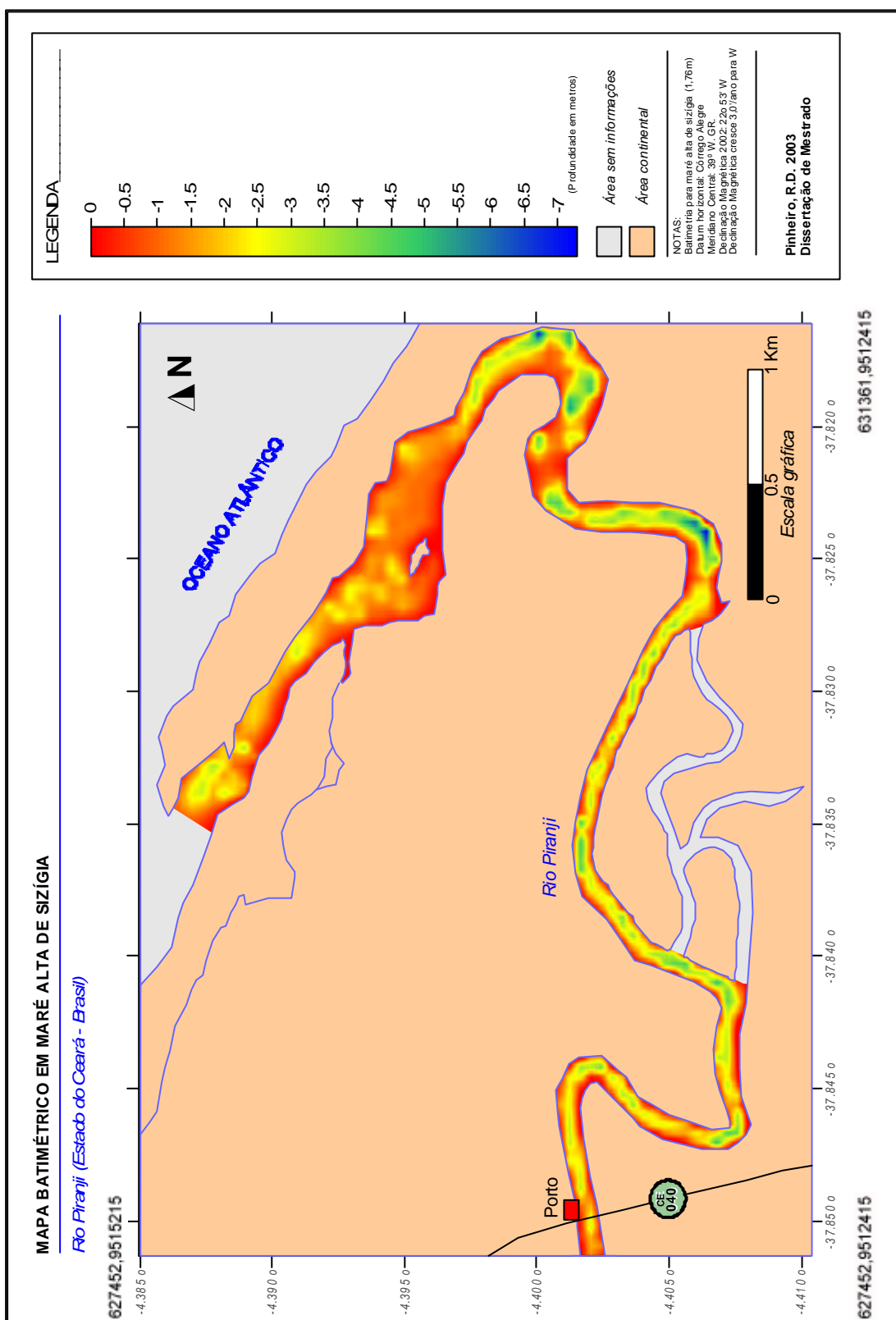


Figura 5.5 – Mapa batimétrico em maré alta de sizígia (amplitude de 1,76 m) do trecho analisado do rio Piranji.

627452,9515215

631361,9512415

627452,9512415

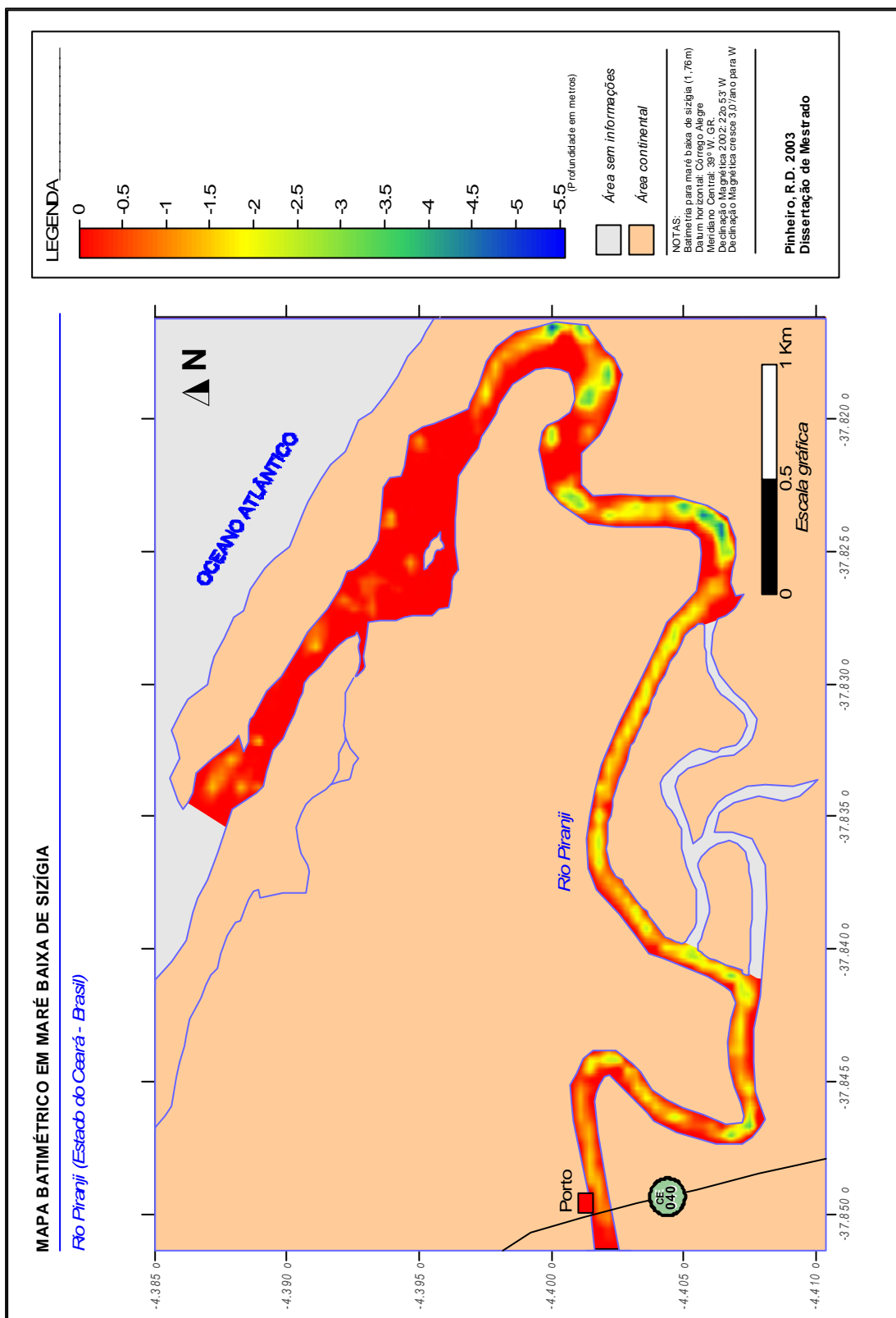


Figura 5.6 – Mapa batimétrico em maré baixa de sizígia (amplitude de 1,76 m) do trecho analisado do rio Piranji.

O sistema estuarino do rio Piranji pode ser classificado segundo o esquema elaborado por Pritchard (1952) ou pelo de Fairbridge (1980), como um estuário de frente de barreira arenosa gerado pelo alongamento do esporão de barreira. A ocorrência de um pontal arenoso, menos ou mais desenvolvido, em todos os registros de fotografia aéreas, determina a importância da deriva litorânea dos sedimentos praias, direcionada de leste para oeste, no local. Como na região nordeste não há um regime regular e intenso de precipitações, a maioria dos rios, como o Piranji, não apresentam um fluxo expressivo capaz de gerar um molhe hidráulico que impeça o crescimento do pontal arenoso.

Segundo a classificação proposta por Pritchard (1989), o rio Piranji se enquadra basicamente como um estuário parcialmente misturado e por vezes como verticalmente homogêneo.

Conforme a classificação obtida através do diagrama de estratificação e circulação de Hansen & Rattray (1966) (Figura 5.7), foram consideradas as médias temporais ao longo dos ciclos analisados para as marés de sizígia e de quadratura. Desta forma, em sizígia o estuário foi classificado exatamente numa situação limite entre bem misturado (2a) e parcialmente estratificado (2b) e em quadratura, foi classificado como parcialmente estratificado (2b). Assim o estuário do rio Piranji esteve melhor misturado durante as condições de sizígia, como o previsto pelos cálculos da equação de decomposição do transporte sedimentar (Capítulo 3) que apontaram um cisalhamento vertical (5° termo) insuficiente para destruir a haloclina. O parâmetro de estratificação, razão entre as diferenças das salinidades obtidas no fundo e na superfície pela média vertical da salinidade ($S_b - S_s / S$), teve valor médio de 0,1 em sizígia e de 0,03 em quadratura. O parâmetro de circulação, razão entre a corrente resultante de superfície e a média da corrente na seção transversal (U_t / U_r), teve valor médio de 13 em sizígia e de 7 em quadratura.

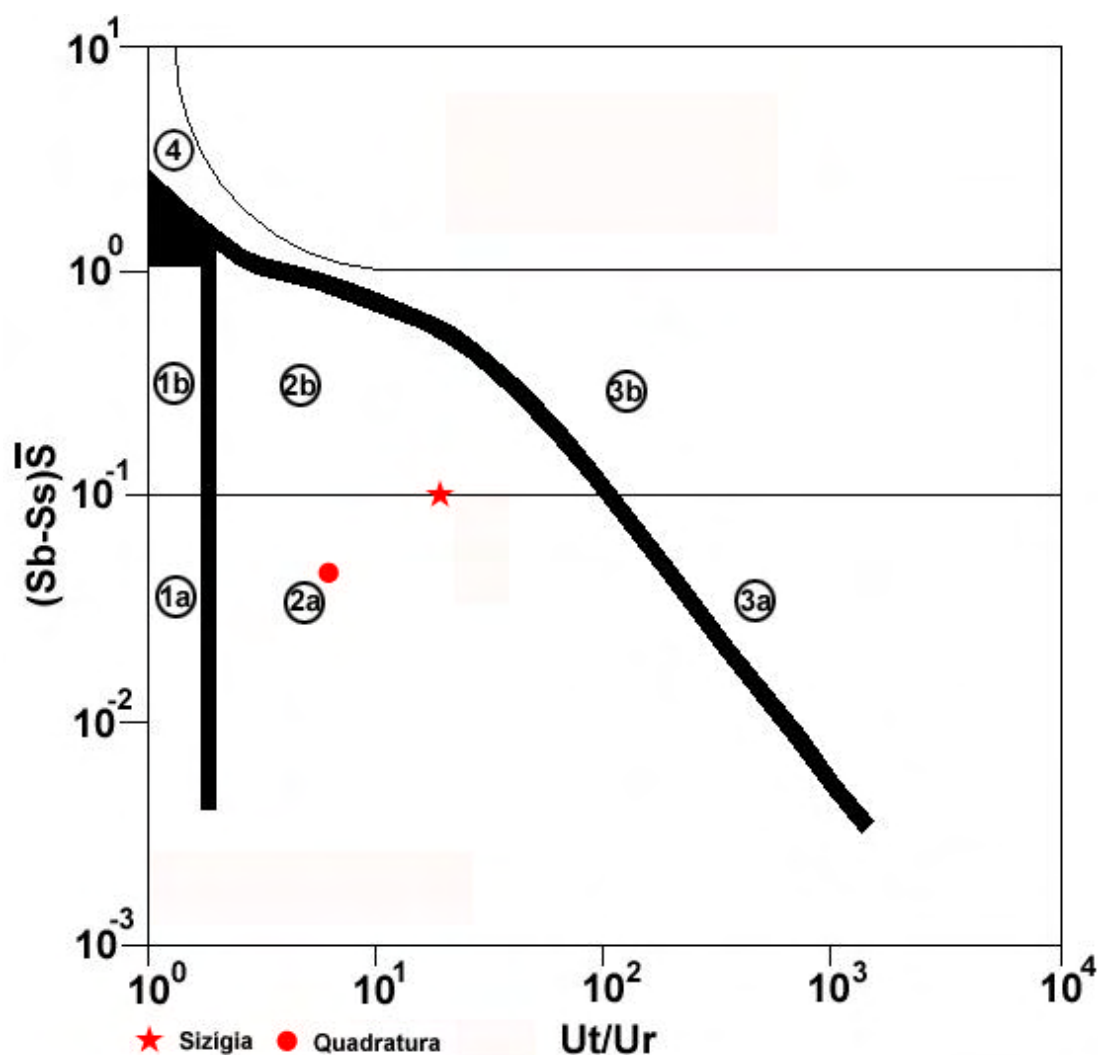


Figura 5.7 – Classificação do estuário do rio Piranji para as condições de maré de quadratura e de sizígia conforme o diagrama de estratificação e circulação de Hansen & Rattray (1966).

Pela classificação quanto ao regime de salinidade, conforme descrito por Pritchard (1967 e , 1952), o estuário do rio Piranji pode ser enquadrado como negativo, ou seja, a evaporação excede o volume do fluxo de água doce e da precipitação, tornando a salinidade do estuário maior do que a marinha. A salinidade aumenta da boca do estuário para as partes superiores, onde valores de hipersalinidade são freqüentemente encontrados. O fato que comprova este comportamento é que as maiores salinidades foram em geral registradas nas estofas de baixamar, momento

em que o estuário recebe as águas continentais (Capítulo 3- Figuras 3.13 e 3.14).

Levando em consideração a classificação adotada por Davies (1964) e Hayes (1975) que se baseia na amplitude de maré, o estuário do rio Piranji é classificado como de mesomaré (2-4 metros), já que a amplitude média de maré para a região é de 2,1 m.

Avaliando o ambiente estuarino sob a metodologia de classificação proposta por Davis & Hayes (1984) baseada na atuação dominante de forças das marés e das ondas, o estuário do rio está incluído em um ambiente de energia mista dominado pela maré, porém bem próximo ao campo de domínio das ondas indicando a atuação em conjunto destes dois elementos (Figura 5.8). Isto considerando os dados apresentados no capítulo 2 sobre maré e ondas, onde temos que a altura média da maré é de 2,1 m e da altura média das ondas 1,15 m.

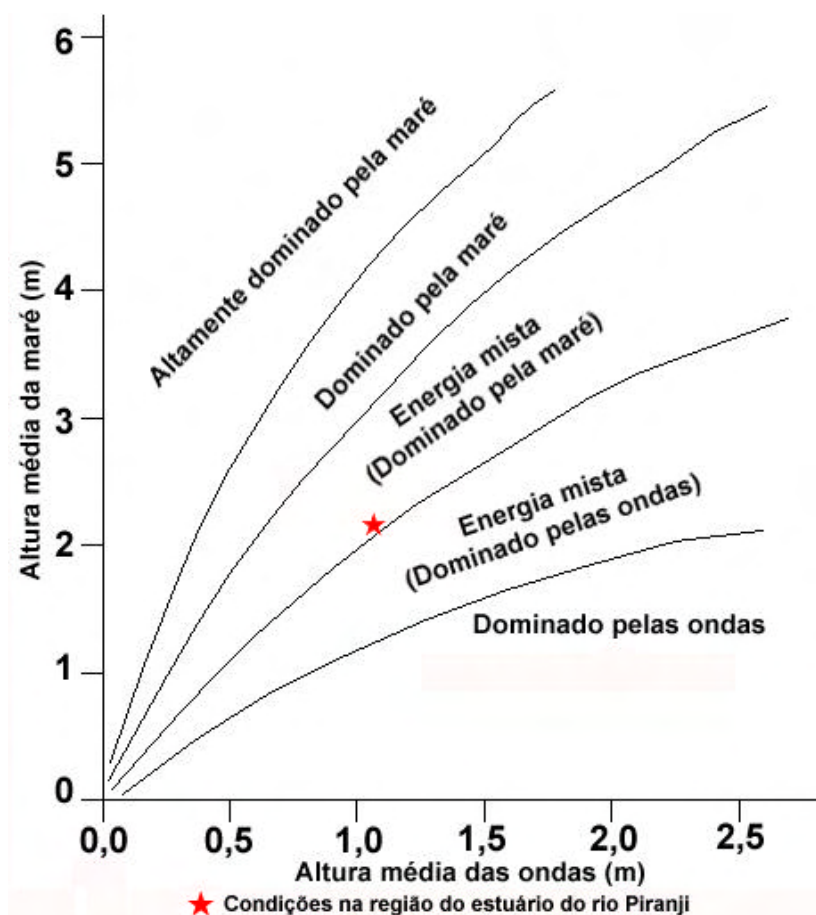


Figura 5.8 – Classificação do estuário do rio Piranji com o diagrama proposto por Davis & Hayes (1984).

De acordo com Rusnak (1967), o estuário do rio Piranji pode ser classificado como inverso em sizígia e neutro durante a campanha de quadratura. Um estuário inverso é aquele em que a quantidade de sedimentos trazidos pelo sistema fluvial é baixa e a maior parte dos depósitos da bacia estuarina é oriunda das praias ou da costa oceânica e é introduzida através das marés enchentes, resultando numa inversão no abastecimento, ou seja, o estuário apresenta suprimento inverso (*inverse filled estuary*). Em quadratura, o fluxo de sedimentos foi tão reduzido que o estuário pode ser classificado como neutro, indicando a instalação de uma situação de equilíbrio.

CAPÍTULO 6 – CONCLUSÕES

6.1- Comportamento hidrodinâmico

Observa-se uma dominância das correntes de maré vazante em sizígia e de maré enchente em quadratura. Sob condições de sizígia, a velocidade máxima alcançada foi de 58 cm/s (vazante) e a média geral de 23,5 cm/s (enchente), enquanto que sob condições de quadratura, a velocidade máxima registrada foi de 25 cm/s (enchente) e a média geral de 16,2 cm/s (enchente). Comparativamente, houve um acréscimo de 39,6% na velocidade máxima e de 31% na velocidade média registradas em sizígia em relação à maré de quadratura.

Durante a campanha de maré de sizígia, os valores do fluxo instantâneo de água variaram entre 205,8 m³/s (vazante) e 133,2 m³/s (enchente), enquanto que na campanha de quadratura observou-se uma variação entre 57,7 m³/s (vazante) e 71,6 m³/s (enchente). As descargas totais por ciclo de maré para a campanha de sizígia e de quadratura foram respectivamente, 788.259 m³/ciclo (vazante) e 84.801 m³/ciclo (enchente).

6.2- Transporte de sedimentos em suspensão

O fluxo de sedimentos variou de 20,2 kg/s (vazante) a 5,4 kg/s (enchente) durante a campanha de sizígia e de 0,48 kg/s (vazante) a 0,71 kg/s (enchente) para a campanha de quadratura. O fluxo médio total de sedimentos por ciclo de maré de sizígia foi de 71.057 kg (vazante), enquanto que para a maré de quadratura foi de 2.193 kg (enchente). As taxas médias de fluxo sedimentar em suspensão alcançadas em águas profundas são 50% maiores que em superfície durante a maré de sizígia e 28,5% maiores durante a maré de quadratura, permitindo concluir que a maior parte do sedimentos são transportados próximos ao fundo do rio Piranji.

Conforme o resultado da equação de desmembramento do transporte de sedimentos em suspensão, a advecção fluvial (1^o termo), apresenta valor negativo para a maré de sizígia e positivo para a quadratura, indicando que as condições hidrológicas foram diferentes. Tal situação é confirmada pelos cálculos da descarga para as duas marés, refletindo que em sizígia houve uma descarga resultante em direção ao o rio (enchente) e em quadratura a mesma se direcionou ao oceano (vazante). A mistura vertical representada pelo 5^o termo tem sinal negativo na sizígia e menor que o 1^o termo, significando que esta foi insuficiente para destruir a haloclina e, portanto, a estrutura salina deve ter permanecido estratificada na maior parte do tempo. Em quadratura, o 5^o termo tem sinal positivo, é maior que o 1^o termo e menor que o 3^o termo, refletindo que os efeitos da maré e o cisalhamento vertical foram capazes de destruir a haloclina.

6.3- Sedimentologia

A distribuição do tamanho médio de grão no fundo do rio Piranji foi avaliada de forma a serem reconhecidos grãos de tamanho variando de areia muito grossa até silte.

A região dominada por sedimentos classificados como areia grossa e areia muito grossa está associada à uma grande concentração de

material bioclástico. Este local parece ser alvo de correntes que promoveram uma erosão acentuada, fato sustentado pela alta profundidade do local, fazendo aflorar este material que pode indicar a presença de um paleomangue. Já o material mais fino, classificado como silte está associado à região próxima ao porto de pescadores, onde sua presença é justificada pela baixa profundidade e energia do meio, e à uma grande área no meio do canal principal da desembocadura estuarina que pode estar associada ao desenvolvimento pretérito de um mangue naquele local e/ou ao transporte de sedimentos finos através de um pequeno córrego que ali deságua.

Não foi possível a determinação de correlações consistentes entre os principais parâmetros sedimentológicos avaliados.

Observou-se que as maiores concentrações de matéria orgânica (5,5%) estão associadas aos locais de ocorrência de lama, enquanto que as maiores concentrações de carbonato de cálcio (83%) parecem ter estreita relação com a presença de cascalho. Este fato evidencia que o carbono orgânico é proveniente das do cascalho biodetrítico (conchas).

6.4- Morfologia

A análise de fotografias aéreas multi-temporais, confirma a dinâmica de migração da desembocadura do estuário do rio Piranji. Este fenômeno parece ser influenciado diretamente pelos processos de deriva litorânea e de descarga hidráulica. Nos períodos de estiagem, as baixas descargas hidráulicas associadas ao movimento de deriva litorânea, promoveriam a construção de um longo pontal arenoso. Já nos períodos de chuva, as altas descargas hidráulicas seriam capazes de romper o pontal formado e gerar uma estrutura de molhe hidráulico, impedindo o seu crescimento.

Observando-se os mapas batimétricos representativos da marés alta e baixa de sizígia confirma-se que a navegabilidade, mesmo em maré alta de sizígia, é dificultada pelas baixas profundidades no trecho do

porto à desembocadura. Na maré baixa de sizígia boa parte do canal da desembocadura ao do pontal arenoso, tem profundidades inferiores a 1 metro, inviabilizando a navegação da maioria das embarcações de médio porte, como as utilizadas pelos pescadores da região. Os mapas batimétricos destacam que as partes externas das curvas do rio são mais profundas, como na primeira curva e na terceira curva, onde em marés altas de sizígia é alcançada a profundidade máxima de 7,4 metros.

6.5- Classificação estuarina

Conforme os diversos esquemas classificatórios existentes e através dos dados observados nos levantamentos de campo, a partir deste trabalho, o sistema estuarino do rio Piranji pode ser classificado como:

- Estuário de frente de barreira arenosa - Pritchard (1952) e Fairbridge (1980);
- Estuário parcialmente misturado e por vezes como verticalmente homogêneo. – Pritchard (1989) ;
- Estuário do Tipo 2b em quadratura, e entre o Tipo 2a e 2b em sizígia - Hansen & Rattray (1966);
- Estuário negativo - Pritchard (1967 e 1952);
- Estuário de mesomaré - Davies (1964) e Hayes (1975);
- Estuário em ambiente de energia mista dominado pela maré - Davis & Hayes (1984);
- Estuário inverso em sizígia e neutro em quadratura - Rusnak (1967).

6.6- Recomendações

Apesar da ampla abrangência tomada pelos estudos nesta dissertação, é recomendável que sejam elaborados estudos adicionais na área para o melhor reconhecimento dos mecanismos de funcionamento.

Especificamente são citadas as seguintes necessidades:

- Reconhecer o comportamento hidrodinâmico em intervalos de tempo menores e contemplando também o período chuvoso;
- Calcular o volume do prisma de maré;
- Estudar as interações mar x estuário de modo a avaliar a influência das ondas e da deriva litorânea;
- Quantificar o transporte de sedimentos de fundo;
- Determinar o comportamento hidrodinâmico e de outros parâmetros como a salinidade, pH, oxigênio dissolvido... através de várias estações de coleta de dados dispostas ao longo do rio Piranji;
- Avaliar possíveis contaminações no ambiente, provocadas pela atividade portuária e/ou pela carcinocultura e buscar soluções para atenuá-las caso existam.

CAPÍTULO 7 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arai, M., Uesugui, N., Rossetti, D.F E Góes, A.M., 1988: Considerações sobre a idade do Grupo Barreiras no Nordeste do estado do Pará. Anais XXXV Cong. Bras. Geol., 2: 738- 745.

Barreto, H.T. & Summerhayes, C.P. 1975. Oceanography and Suspended Matter of Northeastern Brazil, Journal sedimentologie petrologie. 45pp, 822p.

Biggs R.B. & Cronin L.E. 1981. Special characteristics of estuaries. In: NEILSON, B.J., CRONIN, L.E..(eds.). Estuaries and Nutrients. Clifton: Humana Press. p.3.

Bowden, K. F. 1980. Physical factors: salinity, temperature, circulations, and mixing processes. In: OLAUSSON, E., CATO, I. (eds). Chemistry and Biogeochemistry of Estuaries. Chichester: John Wiley & Sons. 37p.

- Brandão, R.L. 1995 - CPRM - Diagnóstico Geo-ambientais e os Principais Problemas de Ocupação do Meio Físico da Região Metropolitana de Fortaleza (Projeto Sinfor) Série: Ordenamento Territorial, Volume 01, Fortaleza, 87p.
- Bruun, P. & Gerritsen, F. 1960. *Stability of Coastal Inlets*. Amsterdam: North Holland. 123 p.
- Bruun, P. 1966. *Stability of Coastal Inlets: tidal inlets and littoral drift* (Vol. 2). Universitetsforlaget, Oslo, Norway. 193 p.
- Caby, R. & Arthaud, M.H., 1986: Major Precambrian nappes of the Brazilian belt, Ceara, Northeast Brasil. Geology V.14, : 871-874.
- Cameron, W.M. & Pritchard, D.W. 1963. Estuaries. *In*: M.N. Hill (ed.). *The Sea* (Vol. I 2). Wiley, New York. pp. 306-324.
- Coutinho, P.N., 1970: Sedimentation at the mouth of the São Francisco river (Brazil). Trab. Oceanogr. UFPE. 9(11): 41-50.
- Cowell, P.J. & Thom, B.G. 1994. Morphodynamics of coastal evolution. *In*: R.W.G. Carter & C.D. Woodroffe (eds.). *Coastal Evolution*. Cambridge University Press. pp. 33-86.
- Davies, J.L. 1964. A morphogenetic approach to world shorelines. Z Geomorph. n.8 , p.127.
- Davis, R.A. & Hayes, M.O. 1984. What is a wave dominated coast? *Marine Geology*, 60: 313-329.
- Day Jr. , J.H. 1981. Estuarine currents, salinities, and temperatures. *In*: DAY, J.H. (ed.). Estuarine ecology: with particular reference to Southern Africa. Rotterdam : A.A.) Balkema. 27p.

De Vriend, H. J. 1991: Mathematical modelling and large-scale coastal behavior -Physical processes and Predictive Models. *Journal of Hydraulic Research*, Vol. 29, No. 6, 1991.

DHN. Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN). Tábuas de maré . Disponível em: < <http://www.dhn.mar.mil.br/chm/tabuas/index.htm> > Acesso em: 20 jan. 2003.

Dyer, K.R. 1995. Sediment transport processes in estuaries. *In: G.M.E. Perillo (ed.). Geomorphology and Sedimentology of Estuaries*. Elsevier Science, Oxford. pp. 423-449.

Dyer, K.R. 1997. *Estuaries: a Physical Introduction*. John Wiley & Sons. 140 p.

Dyer, K.R., 1973. Estuaries: A Physical Introduction. New York : Wiley-Interscience. 140p.

Dyer, K.R., Gong, W.K. & Ong, J.E. 1992. The Cross Sectional Salt Balance in a Tropical Estuary during a Lunar Tide and a Discharge Event. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 34: 579-591.

Emery, K.O., Stevenson, R.E. 1957. Estuaries and lagoons. I. physical and chemical characteristics. *In: HEDGPETH, J.W. (ed.) Treatise on Marine Ecology and Palaeology* p.673- 750 (Geol. Soc. Am. Mem., v.1, n.67).

Escoffier, F.F. 1940. The stability of tidal inlets. *Shore and Beach*, October. pp. 114-115.

- Fairbridge, R. W. 1980. The estuary: its definition and geodynamic cycle. *In*: E. Olausson & I. Cato (eds.). *Chemistry and Biogeochemistry of Estuarine*, Wiley, New York. pp. 1-35.
- FitzGerald, D.M. 1984. Interactions between the ebb-tidal delta and landward shoreline: Price Inlet, South Carolina. *Journal of Sedimentary Petrology*, 54(4): 1303-1318.
- FitzGerald, D.M. 1996. Geomorphic variability and morphologic and sedimentologic controls on tidal inlets. *Journal of Coastal Research*, SI 23: 47- 71.
- Freire, G. S. S. - 1989 - Etude hydrodinamique et sedimentologique de l'estuaire du Rio Pacoti (Fortaleza-Ceará -Brésil). These de Doctorat, 230p.
- Freire, G.S.S., 1985: Geologia Marinha da plataforma continental do estado do Ceará. Dissertação de mestrado UFPE. 132p. Recife.
- Gibbs, R.J. 1977. Transport Phases of Transition Metals in the Amazon and Yukon Rivers. Geological Society of America Bulletin, v. 88 p. 829-843.
- Gomes, D.F & Barreto, F.M.S. - 1995 - Mapeamento Geológico e Geoambiental do Distrito de Parajuru, Município de Beberibe-CE. Relatório de Graduação, UFC, Fortaleza-CE, 65p.
- Goodwin, P. 1996. Predicting the stability of tidal inlets for wetland and estuary management. *Journal of Coastal Research*, SI 23: 83-101.
- Hansen, D. V. & Rattray Jr, M. 1966. New Dimensions on Estuarine Classification. *Limnology and Oceanography*, 11:319-326.

- Harleman, D.R.F. 1971. One-Dimensional Models. In: Estuarine Modelling: An Assessment. Ed. Wad. Jr., G.H. & Espey Jr., W.H., Water Quality Office. Environment Protection Agency. pp. 34-89.
- Hayes, M.O. 1975. Morphology of sand accumulations in estuaries: an introduction to the symposium. In: L.E. Cronin (ed), *Estuarine Research*. Vol. 2. Academic Press, New York, N;Y. pp. 3-22.
- Hume, T .M. 1991. Empirical stability relationships for estuarine waterways and equations for stable channel design. *Journal of Coastal Research*, 7(4), 1097-1111.
- Hume, T.M. & Herdendorf, C.E., 1992. Factors controlling tidal inlet characteristics on low drift coasts. *Journal of Coastal Research*, 8(2),355-375.
- Hume, T.M. & Herdendorf, C.E., 1993. On the use of empirical stability relationships for characterizing estuaries. *Journal of Coastal Research*, 9(2), 413-420.
- IPLANCE 2001. Anuário Estatístico do Ceará (2001). Edições IPLANCE, Fortaleza, 2001.
- Kennish M.J. 1986. Ecology of estuaries, physical and chemical aspects. Florida: CRC Press. v.1.
- Kjerfve, B. 1986. Circulation and salt flux in a well mixed estuary. In: J. van de Kreeke (ed.), *Physics of Shallow Estuaries and Bays*. Springer Verlag, New York. pp. 22-29.

- Kjerfve, B. 1987. Estuarine geomorphology and physical oceanography. In: Day Jr., J.W., Hall., C.H.A.S., KEMP, W.M., Yanez-Arancibia, A. (eds.) Estuarine Ecology. New York: Wiley-Interscience. 500p
- Komar, P.D. 1996. Tidal-inlet processes and morphology related to the transport of sediments. *Journal of Coastal Research*. SI 23: 23-45.
- Köppen W. 1948. Climatologia. México: Fundo de Cultura Econômica. 380p.
- Maia, L.P., Carvalho, A.M. & Monteiro, L.H.U. 2002: Projeto de recuperação da praia de Iracema-CE. XLI Anais XLI Cong. Bras. Geol., 1: 103-104p.
- Maia, L .P., Jimenez, J.A., Serra, J. & Morais, J.O., 1998: The Fortaleza (NE Brazil) waterfront. Port versus coastal management. Journal of Coastal Research.
- Maia, L.P, 1993: Controle tectônico e evolução geológica/sedimentar da região da desembocadura do Rio Jaguaribe. Dissertação de Mestrado, UFPE, 144.
- Mehta, A.J. 1996. A perspective on process related research needs for sandy inlets. *Journal of Coastal Research*. SI 26: 3-21.
- Morais, J.O. - 1980 - Aspectos do transporte de sedimentos no litoral do município de Fortaleza, Estado do Ceará, Brasil. *Arq. Ciên. Mar*, Vol. XX, Dez. NII I e 2. p 71 - 100.
- Nichols, M.M. & Biggs, R.B. 1985. Estuaries. In: R.A. Davis (ed.), *Coastal Sedimentary Environments*. Springer Verlag, New York. pp. 77-186.
- O'Brien, M.P. 1931. Estuary tidal prisms related to entrance areas. *Civil Engineering*, 1: 738-739.

- O'Brien, M.P. 1969. "Equilibrium Flow Areas of Inlets on Sandy Coasts," *Journal of the Waterways and Harbors Division, ASCE*, Vol 95, 43-52. 1969.
- Officer, C. B. 1976. Physical Oceanography of Estuaries and Associated Coastal Waters. New York : J. Wiley. 465p.
- Perillo, O.M.E. 1995. Definitions and geomorphologic classifications of estuaries. *In: O.M.E. Perillo (ed.), Geomorphology and Sedimentology of Estuaries*. Elsevier, Arnsterdam. pp. 17-47.
- Póvoas, I & Barral, M.F. 1992. Métodos de Análises do Solo, IICT, Lisboa.
- Pritchard, D.W. 1952. Estuarine Hydrography. Advances in Geophysics. v.1. p.143-280.
- Pritchard, D.W. 1955. Estuarine circulation patterns. *Proceedings, American Society of Civil Engineering*. 81(717).
- Pritchard, D.W. 1967. Observations of circulation in coastal plain estuaries. *In: G.H. Lauff (ed.), Estuaries*. American Association for Advancement of Science.
- Pritchard, D.W. 1989. Estuarine Classification – A help or a Hindrance. *In: Estuarine Circulation*, (eds. Neilson, A. Kuo and J. Brubaker.) pp. 1037. (Springer: New York.)
- RADAMBRASIL, Ministério das Minas e Energia. Secretaria Geral - 1981 - Projeto RADAMBRASIL - Folha AS. S1 Fortaleza: Geologia, Geomorfologia, Pedologia, Vegetação e Uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 483p.

Rossmann, P. C. 1995. Hidráulica de canais de maré. *In: COPPETEC-ET - 170173. COPPE/UFRJ. Rio de Janeiro, RJ.*

Rusnak G.A. 1967. Rates of sediment accumulation in modern estuaries. In: LAUFF, G.H.(ed.) Estuaries. Washington D.C. : Am. Assoc. Adv. Sc., v.83, 180p.

Siegle, E. 1999: Morfodinâmica da Desembocadura do Rio Camboriú, Balneário Camboriú-SC. Dissertação de Mestrado, UFRGS, 115p.

Stommel, H. 1951. Recent development in the study of tidal estuaries. Woods Hole, Mass.: Woods Hole Institution (Reference, n.51-33).

van de Kreeke, J. 1992. Stability of tidal inlets; Escoffier's Analysis. *Shore and Beach, January. pp. 9-12.*

van de Kreeke, J. 1996. Morphological changes on a decadal time scale in tidal inlets: modeling approaches. *Journal of Coastal Research*, SI 23: 73-81.

Walkey-Black, A. 1947 "A critical examination of a rapid method for determining organic carbon in soil". In: "Soil Sciences". Volume 63, 251-263 pp. Amsterdam, Holanda. 1947.

Walton, T.L. & Adams, W.D. 1976. Capacity of inlet outers bars to store sand. *Proceedings, 15th Conference on Coastal and Ocean Engineering (ASCE).* pp. 1919-1937.

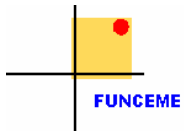
Wentworth C.K. 1922. A scale of grade and class terms for clastic sediments. Journal of Geology. Chicago, v.30, p377 -392 .

Wright, L.D. & Thom, B.G. 1977. Coastal depositional landforms: a morphodynamic approach. *Progress in Physical Geography*, 1: 412-459.

Wright, L.D. 1985. River deltas. *In: R.A. Davis (ed.), Coastal Sedimentary Environments*. Springer Verlag, New York. pp. 1-76.

ANEXO 01

**RELATÓRIO DE CONDIÇÕES CLIMÁTICAS PARA A REGIÃO ESTUDADA
FUNCEME (2002)**



SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS
Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos – FUNCEME
www.funceme.br

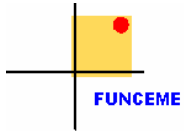
FUNCEME - FUNDAÇÃO CEARENSE DE METEOROLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS

Relatório Anual/Diário de Pluviometria Posto: 23 - BEBERIBE

Ano: 2002

DIA	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
01	3.0	0.0	0.0	10.0	35.0	53.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
02	2.0	0.0	0.0	4.0	15.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0
03	1.0	0.0	9.0	0.0	7.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	0.0
04	0.0	5.0	8.0	73.0	4.0	0.0	15.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
05	0.0	0.0	1.0	23.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
06	0.0	0.0	1.4	13.0	87.0	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.0	0.0
07	4.0	0.0	5.0	8.0	27.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.0
08	34.0	0.0	16.0	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
09	54.0	0.0	23.0	9.0	0.0	13.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0
10	0.0	0.0	16.0	13.0	0.0	0.0	9.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0
11	0.0	0.0	0.0	47.0	0.0	0.0	6.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12	0.0	0.0	0.0	137.8	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
13	19.0	22.0	0.0	20.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
14	0.0	5.0	0.0	21.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
15	0.0	15.0	0.0	125.0	8.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
16	0.0	2.0	4.0	15.0	0.0	8.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
17	1.0	0.0	12.0	0.0	0.0	5.2	0.0	0.0	0.0	0.0	21.0	0.0
18	50.0	0.0	5.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	0.0
19	0.0	2.0	40.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
20	0.0	7.0	7.0	0.0	0.0	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	0.0
21	0.0	0.0	1.0	18.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
22	35.0	0.0	0.0	0.0	8.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
23	16.0	0.0	42.0	18.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
24	2.0	0.0	23.0	0.0	6.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	0.0
25	8.0	0.0	21.0	25.0	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
26	25.0	2.0	7.0	87.0	39.0	8.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
27	21.0	0.0	8.0	13.0	22.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
28	3.0	0.0	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
29	35.0		39.0	16.0	0.0	30.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
30	0.0		0.0	0.0	12.0	0.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
31	0.0		0.0		0.0		0.0	0.0		0.0		0.0
TOTAL	313.0	60.0	292.8	705.8	280.0	126.2	35.0	0.0	0.0	0.0	38.0	12.0
MEDIA	10.1	2.1	9.4	23.5	9.0	4.2	1.1	0.0	0.0	0.0	1.3	0.4
DESVIO	16.0	5.1	12.5	35.8	18.0	11.1	3.2	0.0	0.0	0.0	4.0	1.1
MAX	54.0	22.0	42.0	137.8	87.0	53.0	15.0	0.0	0.0	0.0	21.0	5.0
MIN	1.0	2.0	1.0	4.0	4.0	4.0	2.0	-	-	-	2.0	-

TOTAL DO ANO : 1850.8



SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS
Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos – FUNCEME
www.funceme.br

NORMAIS CLIMATOLÓGICAS (1961-1990) Publicação do Instituto Nacional de Meteorologia - INMET (1992)

Observações: As médias mensais e anuais de pressão atmosférica, temperatura do ar, nebulosidade e umidade relativa foram obtidas a partir das médias mensais e anuais dos valores diários. Da mesma forma calcularam-se os totais mensais e anuais de precipitação, evaporação e insolação.

Para avaliação dos valores de temperatura média e umidade relativa, usaram-se as seguintes fórmulas:

$$T = (T12 + 2T00 + Tmax + Tmin) / 5$$

$$U = (U12 + U18 + 2U00) / 4$$

Os índices indicam as horas das observações: 12:00, 18:00 e 00:00 TMG (Tempo Médio de Greenwich)

Município	Lat. (S)			Long. (W. Grw.)				HP	HZ	PERÍODO			
Fortaleza	03.46			38.36				26.45	26.95	61/90			
DADOS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	ANO
Temp. Média (oC)	27.3	26.7	26.3	26.5	26.3	26.9	25.7	26.1	26.6	27	27.2	27.3	26.6
Temp. Max. (oC)	30.5	30.1	29.7	29.7	29.1	29.6	29.5	29.1	29.2	30.5	30.7	30.7	29.9
Temp. Min. (oC)	24.7	23.2	23.8	23.4	23.4	22.1	21.8	22.6	23.4	24.5	24.4	24.6	23.5
Prec. Total (mm)	129.6	215.6	338.6	348.1	226.1	160.1	91.4	31.2	22.8	15.6	13.4	49.8	1642.3
Evap. Total (mm)	120.1	95.5	72.4	68.1	84.6	94.7	118.3	151.8	167.8	173.5	168.1	154.3	1469.2
Umidade Rel. (%)	78.0	79.0	84.0	85.0	82.0	80.0	80.0	75.0	74.0	73.0	74.0	76.0	78.3
Insol. Total (hs)	216.2	175.8	148.9	152.8	209.1	239.6	263.4	168.9	282.9	296.1	283.2	257.4	2694.3
Nebulos. (0-10)	6.0	6.0	7.0	7.0	7.0	6.0	5.0	4.0	4.0	4.0	5.0	5.0	5.3

ANEXO 02

DADOS DE MARÉ PARA A REGIÃO ESTUDADA

Campanha de maré de sizígia (9:00 am 11/08/2002 – 9:00 am 12/08/2002)

MARÉ DE SIZÍGIA						
	FORTALEZA		MACAU		PIRANJI*	
Dia	Hora	Alt.(m)	Hora	Alt.(m)	Hora	Alt.(m)
DOM 11/08/02	06:19	3	06:19	2.8	06:19	2.92
	12:38	0	12:58	0.1	12:46	0.04
	18:53	2.9	18:56	2.6	18:54	2.79
SEG 12/08/02	00:56	0.2	01:09	0.2	01:01	0.20
	07:08	2.9	07:09	2.6	07:08	2.79
	13:23	0.2	13:49	0.2	13:33	0.20

* Maré estimada em função da distância da desembocadura do estuário do rio Piranji aos portos do Mucuripe (Fortaleza/CE) e de Macau (Macau/RN).

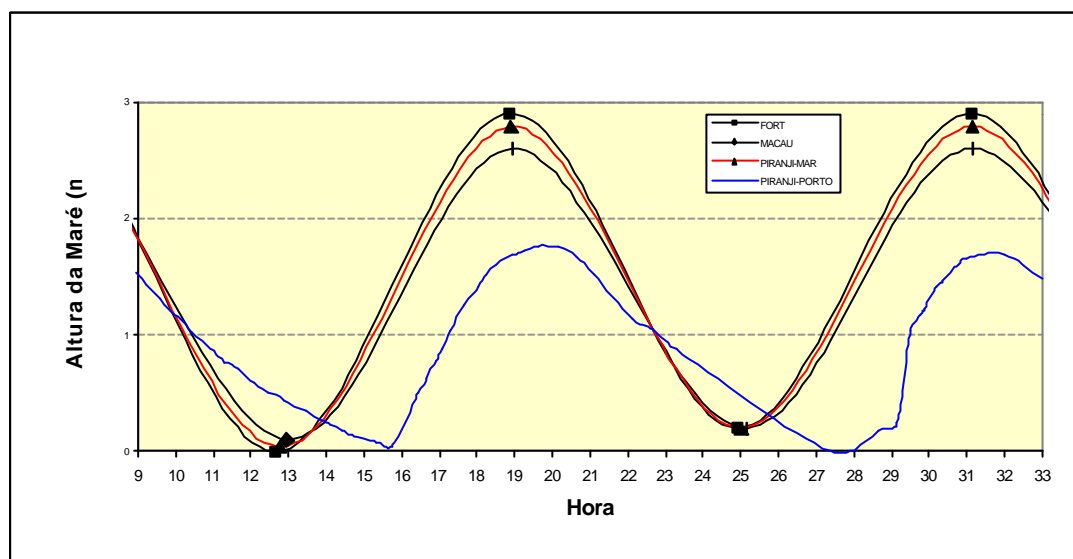


Gráfico representativo das marés no porto do Mucuripe (Fortaleza/CE), porto de Macau (Macau/RN), no mar próximo à desembocadura do estuário do rio Piranji e no porto de pescadores (7,9 km da desembocadura) durante a campanha de maré de sizígia (9:00 am 11/08/2002 – 9:00 am 12/08/2002).

Campanha de maré de quadratura (11:20 am 10/11/2002 – 11:20 am 11/11/2002)

MARÉ DE QUADRATURA						
	FORTALEZA		MACAU		PIRANJI*	
Dia	Hora	Alt.(m)	Hora	Alt.(m)	Hora	Alt.(m)
DOM 10/11/02	08:56	2.2	09:08	1.8	08:57	2.05
	14:43	1	15:11	1	14:53	1.00
	20:58	2.4	21:11	1.9	21:03	2.21
SEG 11/11/02	03:43	0.7	04:06	0.8	03:52	0.74
	10:08	2.1	10:19	1.9	10:12	2.02
	15:54	1.1	16:23	1.1	16:05	1.10

* Maré estimada em função da distância da desembocadura do estuário do rio Piranji aos portos do Mucuripe (Fortaleza/CE) e de Macau (Macau/RN).

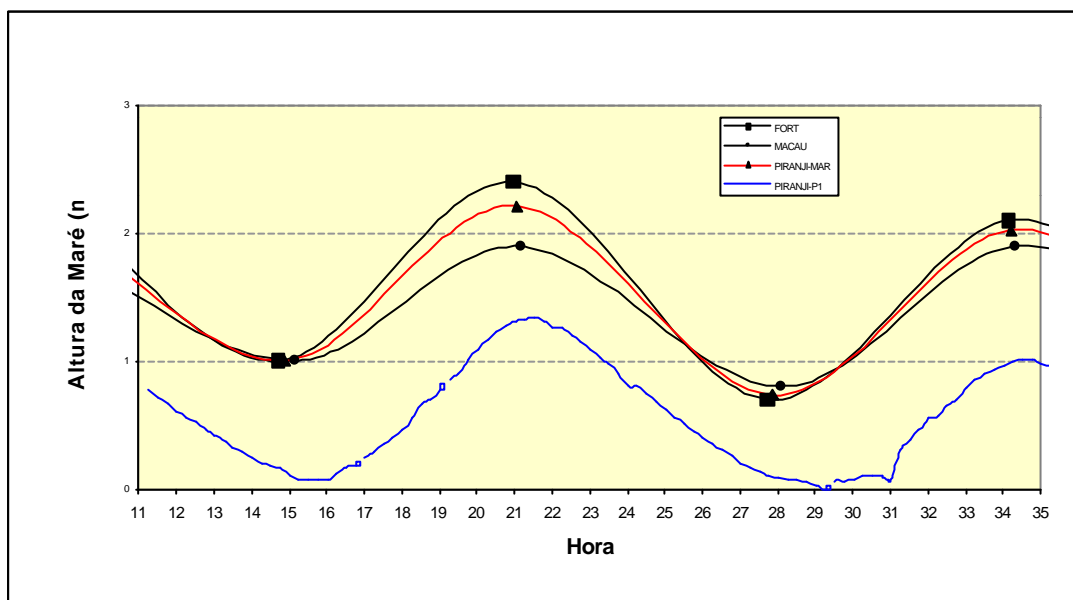


Gráfico representativo das marés no porto do Mucuripe (Fortaleza/CE), porto de Macau (Macau/RN), no mar próximo à desembocadura do estuário do rio Piranji e na estação de coleta (2,3 km da desembocadura) durante a campanha de maré de quadratura (11:20 am 10/11/2002 – 11:20 am 11/11/2002).

ANEXO 03

RESULTADOS DOS PARÂMETROS HIDRODINÂMICOS (MARÉ DE SIZÍGIA E MARÉ DE QUADRATURA)

MARÉ DE SIZÍGIA		Localização da estação de coleta em UTM: E 631.174, N 9.513.732													
	Horário (coleta)	Veloc.	Área S.M.	M.E.S S	M.E.S F	M.E.S M	CB/C	Desc. H.	Desc. H.	Flux. Sed.	Flux. Sed.	Flux. Sed. S	Flux. Sed. F	Flux. Sed. S	Flux. Sed. F
	dd/mm/aa hh:mm	m/s	m ²	mg/L	mg/L	mg/L	*	m ³ /s	m ³ /h	Kg/s	Kg/h	Kg/h	Kg/h	Kg/s	Kg/s
0	11/8/02 9:00 AM	-0.572	359.66	82.7	113.9	98.3	1.16	-205.8	-740740	-20.226	-72815	-61259	-84370	-17.016	-23.436
1	11/8/02 10:00 AM	-0.571	307.38	49.6	53.0	51.3	1.03	-175.6	-632176	-9.009	-32431	-31356	-33505	-8.710	-9.307
2	11/8/02 11:00 AM	-0.500	262.07	41.2	52.6	46.9	1.12	-131.0	-471765	-6.146	-22126	-19437	-24815	-5.399	-6.893
3	11/8/02 12:00 PM	-0.413	221.49	48.0	129.8	88.9	1.46	-91.4	-329064	-8.126	-29254	-15795	-42713	-4.388	-11.865
4	11/8/02 1:00 PM	-0.329	201.34	34.2	65.8	50.0	1.32	-66.3	-238658	-3.315	-11933	-8162	-15704	-2.267	-4.362
5	11/8/02 2:00 PM	-0.273	182.42	40.0	66.0	53.0	1.25	-49.8	-179223	-2.639	-9499	-7169	-11829	-1.991	-3.286
6	11/8/02 3:00 PM	-0.241	166.63	40.2	70.0	55.1	1.27	-40.1	-144368	-2.210	-7955	-5804	-10106	-1.612	-2.807
7	11/8/02 4:00 PM	0.296	173.33	44.6	51.3	48.0	1.07	51.4	184896	2.463	8866	8246	9485	2.291	2.635
8	11/8/02 5:00 PM	0.512	259.94	49.0	32.6	40.8	0.80	133.2	479551	5.435	19566	23498	15633	6.527	4.343
9	11/8/02 6:00 PM	0.293	339.29	51.4	35.0	43.2	0.81	99.5	358066	4.297	15468	18405	12532	5.112	3.481
10	11/8/02 7:00 PM	0.077	381.54	23.8	19.6	21.7	0.90	29.5	106174	0.640	2304	2527	2081	0.702	0.578
11	11/8/02 8:00 PM	0.012	391.76	15.0	14.8	14.9	0.99	4.6	16684	0.069	249	250	247	0.070	0.069
12	11/8/02 9:00 PM	-0.088	361.12	12.6	13.4	13.0	1.03	-31.9	-114714	-0.414	-1491	-1445	-1537	-0.401	-0.427
13	11/8/02 10:00 PM	-0.188	307.38	26.2	37.1	31.7	1.17	-57.7	-207756	-1.827	-6575	-5443	-7708	-1.512	-2.141
14	11/8/02 11:00 PM	-0.187	271.34	21.7	29.6	25.7	1.15	-50.6	-182214	-1.298	-4674	-3954	-5394	-1.098	-1.498
15	12/8/02 12:00 AM	-0.140	238.86	36.1	45.6	40.9	1.12	-33.4	-120085	-1.363	-4905	-4335	-5476	-1.204	-1.521
16	12/8/02 1:00 AM	-0.107	210.01	41.8	62.1	52.0	1.20	-22.6	-81265	-1.173	-4222	-3397	-5047	-0.944	-1.402
17	12/8/02 2:00 AM	-0.058	183.57	40.0	74.2	57.1	1.30	-10.7	-38487	-0.610	-2198	-1539	-2856	-0.428	-0.793
18	12/8/02 3:00 AM	-0.027	161.11	65.4	74.2	69.8	1.06	-4.3	-15422	-0.299	-1076	-1009	-1144	-0.280	-0.318
19	12/8/02 4:00 AM	0.016	154.62	47.2	65.4	56.3	1.16	2.5	8850	0.138	498	418	579	0.116	0.161
20	12/8/02 5:00 AM	0.170	176.72	35.2	35.9	35.6	1.01	30.1	108254	1.069	3848	3811	3886	1.058	1.080
21	12/8/02 6:00 AM	0.261	324.77	28.5	31.5	30.0	1.05	84.9	305668	2.547	9170	8712	9629	2.420	2.675
22	12/8/02 7:00 AM	0.270	377.16	22.9	22.1	22.5	0.98	101.8	366420	2.290	8244	8391	8098	2.331	2.249
23	12/8/02 8:00 AM	0.127	381.54	23.9	21.1	22.5	0.94	48.4	174342	1.090	3923	4167	3679	1.157	1.022
24	12/8/02 9:00 AM	-0.150	350.92	16.1	16.6	16.4	1.02	-52.6	-189486	-0.861	-3098	-3051	-3145	-0.847	-0.874
			Média	Média	Média	Média	Média	Soma	Soma	Soma	Soma	Soma	Soma	Soma	Soma
			269.84	37.5	49.3	43.4	1.09	-437.9	-1576517	-39	-142115	-94731	-189499	-26.314	-52.639
										FluxSed/CM	FluxSedS/CM	FluxSedF/CM			
										-71057	-47366	-94749			

INFORMAÇÕES

Veloc. = Velocidade instantânea;

Área S.M. = Área da seção molhada no local da estação de coleta;

M.E.S S = Concentração de material em suspensão na superfície;

M.E.S F ou CB = Concentração de material em suspensão no fundo;

M.E.S M ou C = Concentração média de material em suspensão na coluna d'água;

CB/C = Concentração de sedimentos em suspensão no fundo (CB) / concentração média na coluna d'água (C);

* = parâmetro adimensional;

Desc. H = Descarga hidráulica;

Flux. Sed. = Fluxo de sedimentos em suspensão;

Flux. Sed. S = Fluxo de sedimentos em suspensão na superfície;

Flux. Sed. F = Fluxo de sedimentos em suspensão no fundo;

FluxSed/CM = Fluxo médio de sedimentos em suspensão na coluna d'água/ciclo de maré;

FluxSedS/CM = Fluxo médio de sedimentos em suspensão na superfície/ciclo de maré;

FluxSedF/CM = Fluxo médio de sedimentos em suspensão no fundo/ciclo de maré.

Valor (+) enchente

Valor (-) vazante

MARÉ DE QUADRATURA		Localização da estação de coleta em UTM: E 631.174, N 9.513.732													
	Horário (coleta)	Veloc.	Área S.M.	M.E.S S	M.E.S F	M.E.S M	CB/C	Desc. H.	Desc. H.	Flux. Sed.	Flux. Sed.	Flux. Sed. S	Flux. Sed. F	Flux. Sed. S	Flux. Sed. F
	dd/mm/aa hh:mm	m/s	m ²	mg/L	mg/L	mg/L	*	m ³ /s	m ³ /h	Kg/s	Kg/h	Kg/h	Kg/h	Kg/s	Kg/s
0	10/11/02 11:20 AM	-0.182	275.63	4.9	5.1	5	1.02	-50.3	-181059	-0.251	-905	-887	-923	-0.246	-0.257
1	10/11/02 12:20 PM	-0.184	255.69	4.8	5.5	5.15	1.07	-47.0	-169316	-0.242	-872	-813	-931	-0.226	-0.259
2	10/11/02 1:20 PM	-0.176	218.90	2.7	3.8	3.25	1.17	-38.5	-138690	-0.125	-451	-374	-527	-0.104	-0.146
3	10/11/02 2:20 PM	-0.153	200.12	5.9	6.5	6.2	1.05	-30.6	-109994	-0.189	-682	-649	-715	-0.180	-0.199
4	10/11/02 3:20 PM	-0.112	185.88	3.5	4.7	4.1	1.15	-20.8	-74881	-0.085	-307	-262	-352	-0.073	-0.098
5	10/11/02 4:20 PM	0.070	194.10	5.5	6.7	6.1	1.10	13.6	49099	0.083	300	270	329	0.075	0.091
6	10/11/02 5:20 PM	0.148	216.34	6.6	11.4	9	1.27	32.0	115167	0.288	1037	760	1313	0.211	0.365
7	10/11/02 6:20 PM	0.215	254.27	6	6.9	6.45	1.07	54.6	196522	0.352	1268	1179	1356	0.328	0.377
8	10/11/02 7:20 PM	0.245	294.36	6	8.8	7.4	1.19	72.0	259272	0.533	1919	1556	2282	0.432	0.634
9	10/11/02 8:20 PM	0.210	340.74	6.5	6.7	6.6	1.02	71.6	257590	0.472	1700	1674	1726	0.465	0.479
10	10/11/02 9:20 PM	0.137	359.66	6.5	8.7	7.6	1.14	49.2	177235	0.374	1347	1152	1542	0.320	0.428
11	10/11/02 10:20 PM	-0.065	345.10	7.2	11.1	9.15	1.21	-22.3	-80456	-0.204	-736	-579	-893	-0.161	-0.248
12	10/11/02 11:20 PM	-0.185	311.72	2.2	9.5	5.85	1.62	-57.7	-207747	-0.338	-1215	-457	-1974	-0.127	-0.548
13	11/11/02 12:20 AM	-0.182	278.50	4.2	8.2	6.2	1.32	-50.7	-182512	-0.314	-1132	-767	-1497	-0.213	-0.416
14	11/11/02 1:20 AM	-0.165	244.40	5.7	5.7	5.7	1.00	-40.3	-145097	-0.230	-827	-827	-827	-0.230	-0.230
15	11/11/02 2:20 AM	-0.162	217.62	5.3	7	6.15	1.14	-35.2	-126696	-0.216	-779	-671	-887	-0.187	-0.246
16	11/11/02 3:20 AM	-0.190	195.30	12.1	14.2	13.15	1.08	-37.1	-133700	-0.488	-1758	-1618	-1899	-0.449	-0.527
17	11/11/02 4:20 AM	-0.168	185.88	5.4	13.9	9.65	1.44	-31.3	-112508	-0.302	-1086	-608	-1564	-0.169	-0.434
18	11/11/02 5:20 AM	-0.093	181.27	7	10	8.5	1.18	-16.8	-60371	-0.143	-513	-423	-604	-0.117	-0.168
19	11/11/02 6:20 AM	0.182	189.37	6.1	13.7	9.9	1.38	34.5	124128	0.341	1229	757	1701	0.210	0.472
20	11/11/02 7:20 AM	0.226	218.90	7.6	9.6	8.6	1.12	49.5	178286	0.426	1533	1355	1712	0.376	0.475
21	11/11/02 8:20 AM	0.169	255.69	8	10.9	9.45	1.15	43.3	155730	0.409	1472	1246	1697	0.346	0.472
22	11/11/02 9:20 AM	0.231	292.91	7.7	13.3	10.5	1.27	67.8	244016	0.712	2562	1879	3245	0.522	0.902
23	11/11/02 10:20 AM	0.164	311.72	5.6	12.6	9.1	1.38	51.0	183513	0.464	1670	1028	2312	0.285	0.642
24	11/11/02 11:20 AM	-0.044	301.59	5.5	10.6	8.05	1.32	-13.3	-47929	-0.107	-386	-264	-508	-0.073	-0.141
			Média	Média	Média	Média	Média	Soma	Soma	Soma	Soma	Soma	Soma	Soma	Soma
			253.03	5.94	9.00	7.47	1.19	47	169603	1	4386	3658	5115	1.016	1.421
										FluxSed/CM	FluxSedS/CM	FluxSedF/CM			
										2193	1829	2557			

INFORMAÇÕES:

Veloc. = Velocidade instantânea;

Área S.M. = Área da seção molhada no local da estação de coleta;

M.E.S S = Concentração de material em suspensão na superfície;

M.E.S F ou CB = Concentração de material em suspensão no fundo;

M.E.S M ou C = Concentração média de material em suspensão na coluna d'água;

CB/C = Concentração de sedimentos em suspensão no fundo (CB) / concentração média na coluna d'água (C);

* = parâmetro adimensional;

Desc. H = Descarga hidráulica;

Flux. Sed. = Fluxo de sedimentos em suspensão;

Flux. Sed. S = Fluxo de sedimentos em suspensão na superfície;

Flux. Sed. F = Fluxo de sedimentos em suspensão no fundo;

FluxSed/CM = Fluxo médio de sedimentos em suspensão na coluna d'água/ciclo de maré;

FluxSedS/CM = Fluxo médio de sedimentos em suspensão na superfície/ciclo de maré;

FluxSedF/CM = Fluxo médio de sedimentos em suspensão no fundo/ciclo de maré.

Valor (+) enchente

Valor (-) vazante

ANEXO 04

ROTINA DESENVOLVIDA NO AMBIENTE MATHLAB™ PARA A DECOMPOSIÇÃO DO TRANSPORTE DE SEDIMENTOS EM SUSPENSÃO
Schettini & Kjerfve (1997 *apud* Siegle 1999)


```

número
%de amostras ao longo da coluna de água.
s = reshape(s,lp,lt);
c= reshape(c,lp,lt);
%transforma as colunas de dados de css e corrente em uma
matriz
%do tamanho profundidade de coleta (lp) x (lt) tempo
amostral

smv = mean(s);
cmv = mean(c);
%cria uma matriz linha com as médias da coluna de água em
cada hora.

sm = mean(mean (s));
cm = mean(mean(c));
pm = mean(p);
%acha a média total de CSS, corrente e profundidade

for i=1:lp
    sdm (i,:) = s (i,:)-smv;
    cdm (i,:) = c (i,:)-cmv;
end
%cria uma matriz com as dimensões (lp) x (lt) com os
valores da diferença
%entre o valor da amostra de cada nível e o valor médio da
coluna
%de cada hora

ppm=p-pm;
ssm=smv-sm;
ccm=cmv-cm;

%acha a diferença da média da coluna de água a cada hora
com a média total

t1 = pm*sm*cm;
%termo de advecção fluvial e mudança de armazenamento
%durante o ciclo de maré

t2 = mean(ppm .* ssm .* ccm);
%termo de dispersão devido à maré

t3 = sm * mean(p .* ccm);

%termo da deriva de Stoke

t4 = cm * mean(p .* ssm);
%termo de advecção residual devido à amplitude da maré

t5 = pm * mean(ssm .* ccm);

```

```
%termo de adveção residual devido às correntes de maré

for i=1:lp
    for j=1:1t
        scdm(i,j)=sdm(i,j)*cdm(i,j);
        flux(i,j)=s(i,j)*c(i,j);
    end
end

t6 = mean(p .* mean(scdm));
%termo de dispersão de css devido ao cisalhamento vertical
e circulação
%gravitacional

tt = mean(p .* mean(flux));
%determinação do fluxo geral

r=[tt t1 t2 t3 t4 t5 t6]'

teste=tt-t1-t2-t3-t4-t5-t6
```

ANEXO 05

RESULTADOS DOS PARÂMETROS ANALISADOS NA ESTAÇÃO DE COLETA (MARÉ DE SIZÍGIA E MARÉ DE QUADRATURA)

MARÉ DE SIZÍGIA		Localização da estação de coleta em UTM: E 631.174, N 9.513.732)															
	Horário (coleta)	PH S	PH F	PH M	STD S	STD F	STD M	TEMP S	TEMP F	TEMP M	SAL S	SAL F	SAL M	M.E.S S	M.E.S F	M.E.S M	DISCO
	dd/mm/aa hh:mm				ppm	ppm	ppm	°C	°C	°C	% _o	% _o	% _o	mg/L	mg/L	mg/L	cm
1	11/8/02 9:00 AM	8.00	7.98	7.99	19662	19684	19673	27.30	25.00	26.15	33.11	33.42	33.27	82.70	113.90	98.30	80
2	11/8/02 10:00 AM	8.01	7.98	8.00	19679	19778	19728	27.50	25.50	26.50	33.65	33.84	33.74	49.60	53.00	51.30	68
3	11/8/02 11:00 AM	8.08	8.06	8.07	19642	19871	19757	26.90	25.50	26.20	34.19	34.25	34.22	41.20	52.60	46.90	63
4	11/8/02 12:00 PM	8.10	8.03	8.07	19669	19567	19618	28.00	26.00	27.00	29.50	34.26	31.88	48.00	129.80	88.90	54
5	11/8/02 1:00 PM	8.10	7.95	8.03	19580	19580	19580	28.60	26.00	27.30	24.81	34.26	29.54	34.20	65.80	50.00	43
6	11/8/02 2:00 PM	8.03	8.18	8.11	19609	19654	19632	28.50	26.50	27.50	26.77	33.11	29.94	40.00	66.00	53.00	42
7	11/8/02 3:00 PM	7.80	7.91	7.86	19422	19684	19553	28.30	26.50	27.40	28.73	31.96	30.35	40.20	70.00	55.10	42
8	11/8/02 4:00 PM	7.85	7.92	7.89	19450	19707	19579	27.80	26.50	27.15	31.09	32.80	31.94	44.60	51.30	47.95	49
9	11/8/02 5:00 PM	7.83	7.96	7.90	19470	19730	19600	27.60	27.00	27.30	33.44	33.64	33.54	49.00	32.60	40.80	56
10	11/8/02 6:00 PM	7.90	8.07	7.99	19584	19718	19651	26.90	26.00	26.45	28.82	33.75	31.29	51.40	35.00	43.20	x
11	11/8/02 7:00 PM	7.96	8.14	8.05	19698	19705	19702	26.30	26.00	26.15	24.20	33.86	29.03	23.80	19.60	21.70	x
12	11/8/02 8:00 PM	8.05	8.07	8.06	19715	19734	19724	26.30	26.00	26.15	28.16	33.90	31.03	15.00	14.80	14.90	x
13	11/8/02 9:00 PM	8.15	8.17	8.16	19731	19763	19747	26.30	25.50	25.90	32.11	33.93	33.02	12.60	13.40	13.00	x
14	11/8/02 10:00 PM	8.22	8.15	8.18	19747	19759	19753	26.20	25.50	25.85	33.07	34.00	33.53	26.20	37.10	31.65	x
15	11/8/02 11:00 PM	8.28	8.12	8.20	19763	19754	19759	26.40	26.00	26.20	34.03	34.06	34.05	21.70	29.60	25.65	x
16	12/8/02 12:00 AM	8.20	8.04	8.12	19735	19745	19740	26.90	26.00	26.45	34.27	34.33	34.30	36.10	45.60	40.85	x
17	12/8/02 1:00 AM	8.12	7.96	8.04	19706	19736	19721	26.40	26.00	26.20	34.50	34.59	34.55	41.80	62.10	51.95	x
18	12/8/02 2:00 AM	8.05	8.02	8.03	19721	19719	19720	26.30	26.00	26.15	34.08	34.53	34.31	40.00	74.20	57.10	x
19	12/8/02 3:00 AM	7.97	8.07	8.02	19736	19702	19719	26.20	26.00	26.10	33.66	34.47	34.07	65.40	74.20	69.80	x
20	12/8/02 4:00 AM	8.03	8.05	8.04	19715	19696	19705	26.70	26.00	26.35	33.33	35.59	34.46	47.20	65.40	56.30	x
21	12/8/02 5:00 AM	8.08	8.02	8.05	19693	19689	19691	25.20	25.00	25.10	32.99	36.70	34.85	35.20	35.90	35.55	x
22	12/8/02 6:00 AM	8.22	8.08	8.15	19686	19709	19697	25.80	25.50	25.65	32.56	34.90	33.73	28.50	31.50	30.00	x
23	12/8/02 7:00 AM	8.36	8.14	8.25	19678	19729	19704	27.10	25.50	26.30	32.13	33.09	32.61	22.90	22.10	22.50	96
24	12/8/02 8:00 AM	8.25	8.14	8.20	19694	19708	19701	27.10	25.50	26.30	27.23	33.53	30.38	23.90	21.10	22.50	96
25	12/8/02 9:00 AM	8.14	8.14	8.14	19710	19687	19699	29.20	25.50	27.35	22.33	33.96	28.15	16.10	16.60	16.35	117
	Média	8.07	8.05	8.06	19660	19712	19686	27.03	25.86	26.45	30.91	34.03	32.47	37.49	49.33	43.41	67

INFORMAÇÕES:

PH S = pH ou potencial hidrogeniônico na superfície;

PH F = pH ou potencial hidrogeniônico no fundo;

PH M = Média do pH ou potencial hidrogeniônico na coluna d'água;

STD S = Sólidos totais dissolvidos na superfície;

STD F = Sólidos totais dissolvidos no fundo;

STD M = Média dos sólidos totais dissolvidos na coluna d'água;

TEMP S = Temperatura da água na superfície;

TEMP F = Temperatura da água no fundo;

TEMP M = Média da temperatura na coluna d'água;

SAL S = Salinidade da água na superfície;

SAL F = Salinidade da água no fundo;

SAL M = Média da salinidade na coluna d'água;

M.E.S S = Concentração de material em suspensão na superfície;

M.E.S F ou CB = Concentração de material em suspensão no fundo;

M.E.S M ou C = Concentração média de material em suspensão na coluna d'água;

DISCO = Profundidade da limite para a visibilidade do Disco de Secchi;

x = Não amostrado.

MARÉ DE QUADRATURA		Localização da estação de coleta em UTM: E 631.174, N 9.513.732																		
	Horário (coleta)	PH S	PH F	PH M	STD S	STD F	STD M	TEMP S	TEMP F	TEMP M	SAL S	SAL F	SAL M	M.E.S S	M.E.S F	M.E.S M	OD S	OD F	OD M	
	dd/mm/aa hh:mm				ppm	ppm	ppm	°C	°C	°C	‰	‰	‰	mg/L	mg/L	mg/L	%	%	%	
1	10/11/02 11:20 AM	8.34	8.36	8.35	18667	18873	18770	27.60	27.00	27.30	36.37	36.14	36.26	4.90	5.10	5.00	11.00	10.00	10.50	
2	10/11/02 12:20 PM	8.29	8.37	8.33	18836	18779	18808	27.80	27.00	27.40	36.22	36.15	36.18	4.80	5.50	5.15	12.20	10.40	11.30	
3	10/11/02 1:20 PM	8.37	8.06	8.22	18714	18939	18827	28.70	27.00	27.85	36.47	36.46	36.46	2.70	3.80	3.25	11.20	10.20	10.70	
4	10/11/02 2:20 PM	8.20	8.18	8.19	18999	19017	19008	28.90	27.50	28.20	36.95	36.94	36.95	5.90	6.50	6.20	10.50	10.70	10.60	
5	10/11/02 3:20 PM	8.07	8.07	8.07	18994	18985	18990	28.90	27.50	28.20	37.90	37.75	37.82	3.50	4.70	4.10	10.70	11.00	10.85	
6	10/11/02 4:20 PM	8.10	8.11	8.11	18975	18951	18963	28.20	28.00	28.10	38.42	38.25	38.34	5.50	6.70	6.10	9.40	9.20	9.30	
7	10/11/02 5:20 PM	8.21	8.18	8.20	18943	18931	18937	26.10	27.50	26.80	37.55	36.09	36.82	6.60	11.40	9.00	8.70	10.20	9.45	
8	10/11/02 6:20 PM	8.39	8.39	8.39	18958	18918	18938	26.30	27.50	26.90	38.34	36.18	37.26	6.00	6.90	6.45	8.50	9.00	8.75	
9	10/11/02 7:20 PM	8.44	8.37	8.41	18913	18967	18940	26.90	27.00	26.95	36.11	35.99	36.05	6.00	8.80	7.40	8.00	7.20	7.60	
10	10/11/02 8:20 PM	8.36	8.39	8.38	19730	19679	19705	26.70	27.00	26.85	36.08	36.05	36.07	6.50	6.70	6.60	8.00	6.70	7.35	
11	10/11/02 9:20 PM	8.40	8.37	8.39	19581	19709	19645	25.60	26.50	26.05	36.24	36.16	36.20	6.50	8.70	7.60	6.40	6.10	6.25	
12	10/11/02 10:20 PM	8.33	8.35	8.34	19942	19993	19968	26.10	26.50	26.30	36.08	34.95	35.52	7.20	11.10	9.15	6.30	6.00	6.15	
13	10/11/02 11:20 PM	8.36	8.41	8.39	19848	19899	19874	26.00	26.50	26.25	36.54	34.32	35.43	2.20	9.50	5.85	6.00	5.70	5.85	
14	11/11/02 12:20 AM	8.29	8.39	8.34	19717	19746	19732	26.10	26.50	26.30	36.03	35.97	36.00	4.20	8.20	6.20	5.60	5.10	5.35	
15	11/11/02 1:20 AM	8.37	8.37	8.37	19758	19832	19795	25.90	26.50	26.20	36.19	35.88	36.03	5.70	5.70	5.70	5.00	4.60	4.80	
16	11/11/02 2:20 AM	8.30	8.32	8.31	19901	19806	19854	25.40	26.50	25.95	36.79	34.75	35.77	5.30	7.00	6.15	5.00	4.40	4.70	
17	11/11/02 3:20 AM	8.22	8.19	8.21	19310	19354	19332	25.40	26.50	25.95	37.99	37.82	37.91	12.10	14.20	13.15	4.10	3.80	3.95	
18	11/11/02 4:20 AM	8.14	8.17	8.16	19595	19641	19618	25.50	26.50	26.00	38.07	37.36	37.71	5.40	13.90	9.65	4.10	4.40	4.25	
19	11/11/02 5:20 AM	8.12	8.14	8.13	19594	19471	19533	25.40	26.50	25.95	38.42	36.78	37.60	7.00	10.00	8.50	4.60	4.60	4.60	
20	11/11/02 6:20 AM	8.13	8.17	8.15	19347	19360	19354	26.10	26.50	26.30	38.76	38.57	38.67	6.10	13.70	9.90	4.70	5.40	5.05	
21	11/11/02 7:20 AM	8.37	8.23	8.30	19358	19373	19366	26.50	26.00	26.25	38.16	37.65	37.91	7.60	9.60	8.60	5.20	5.30	5.25	
22	11/11/02 8:20 AM	8.42	8.38	8.40	19356	19364	19360	26.40	26.00	26.20	36.30	36.26	36.28	8.00	10.90	9.45	4.60	4.20	4.40	
23	11/11/02 9:20 AM	8.44	8.43	8.44	19364	19411	19388	27.80	26.50	27.15	36.55	35.79	36.17	7.70	13.30	10.50	4.90	5.20	5.05	
24	11/11/02 10:20 AM	8.42	8.43	8.43	19440	19462	19451	27.80	27.00	27.40	36.68	36.36	36.52	5.60	12.60	9.10	4.70	4.30	4.50	
25	11/11/02 11:20 AM	8.41	8.42	8.42	19460	19521	19491	27.90	27.00	27.45	36.37	35.70	36.03	5.50	10.60	8.05	4.30	4.10	4.20	
	Média	8.30	8.29	8.29	19332	19359	19346	26.80	26.82	26.81	37.02	36.41	36.72	5.94	9.00	7.47	6.95	6.71	6.83	

INFORMAÇÕES:

PH S = pH ou potencial hidrogeniônico na superfície;

PH F = pH ou potencial hidrogeniônico no fundo;

PH M = Média do pH ou potencial hidrogeniônico na coluna d'água;

STD S = Sólidos totais dissolvidos na superfície;

STD F = Sólidos totais dissolvidos no fundo;

STD M = Média dos sólidos totais dissolvidos na coluna d'água;

TEMP S = Temperatura da água na superfície;

TEMP F = Temperatura da água no fundo;

TEMP M = Média da temperatura na coluna d'água;

SAL S = Salinidade da água na superfície;

SAL F = Salinidade da água no fundo;

SAL M = Média da salinidade na coluna d'água;

M.E.S S = Concentração de material em suspensão na superfície;

M.E.S F ou CB = Concentração de material em suspensão no fundo;

M.E.S M ou C = Concentração média de material em suspensão na coluna d'água;

OD S = Concentração de oxigênio dissolvido na superfície;

OD F = Concentração de oxigênio dissolvido no fundo;

OD M = Média da concentração de oxigênio dissolvido na coluna d'água.

ANEXO 06

RESULTADOS DAS ANÁLISES DOS SEDIMENTOS

ANÁLISE DOS SEDIMENTOS															
Amostra	Coord.(X)	Coord.(Y)	Dist.	Media	Mediana	Curtose	Assimetria	Seleção	Cascalho	Areia	Lama	Silte	Argila	CaCO ₃	MO
	graus	graus	(m)	(σ)	(σ)	(σ)	(σ)	(σ)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
1	-37.8341	-4.3876	172	1.4667	1.4997	1.1221	-0.1029	0.5511	1.01	98.04	0.95	0.95	0.00	1.97	1.66
2	-37.8312	-4.3896	564	1.6666	1.6510	1.1489	0.0446	0.5798	0.44	99.56	0.00	0.00	0.00	1.31	3.68
3	-37.8306	-4.3898	624	1.3399	1.3984	1.5192	-0.2329	0.7130	2.74	95.48	1.78	1.78	0.00	5.25	0.54
4	-37.8288	-4.3909	858	1.2556	1.2537	1.0326	0.0222	0.5060	0.11	98.74	1.15	1.15	0.00	2.62	1.92
5	-37.8269	-4.3932	1181	5.7079	6.2387	1.4392	-0.2365	3.5170	7.60	13.24	79.16	54.00	25.16	18.24	5.52
6	-37.8215	-4.3961	1841	2.2857	2.2459	1.8963	0.2157	0.5701	0.37	96.66	2.97	2.97	0.00	23.01	0.80
7	-37.8196	-4.3980	2143	1.8197	1.8316	0.9350	-0.0737	0.4768	0.64	97.99	1.37	1.37	0.00	13.11	1.20
8	-37.8196	-4.3986	2191	3.6238	3.5337	3.5963	0.4193	1.8747	0.06	80.54	19.40	8.50	10.90	37.80	0.90
9	-37.8177	-4.3992	2386	1.9204	1.9625	1.1189	-0.0646	0.5467	0.51	97.04	2.45	2.45	0.00	19.02	0.67
10	-37.8172	-4.4006	2523	-0.4498	-1.7619	0.6988	0.7905	2.3191	61.91	27.93	10.16	10.16	0.00	83.35	1.70
11	-37.8195	-4.4016	2798	2.9516	2.8958	0.8717	0.0994	0.9570	0.08	85.91	14.01	14.01	0.00	22.52	2.50
12	-37.8213	-4.4004	3036	3.8683	3.7378	2.4547	0.4780	1.0345	0.10	72.01	27.89	25.97	1.92	22.29	1.08
13	-37.8231	-4.4008	3238	0.8048	1.5402	0.8495	-0.3162	2.2307	24.14	69.50	6.36	6.36	0.00	47.57	1.30
14	-37.8238	-4.4040	3591	2.2029	2.1385	1.6191	0.2489	0.7187	0.26	95.25	4.49	4.49	0.00	6.62	1.70
15	-37.8262	-4.4064	3994	1.8930	1.7861	1.9409	-0.0229	1.5591	9.34	84.12	6.54	6.54	0.00	29.61	0.36
16	-37.8294	-4.4042	4409	1.7781	1.7027	1.4676	0.1161	1.0211	2.69	94.45	2.86	2.86	0.00	17.04	0.63
17	-37.8342	-4.4020	4991	1.4711	1.4552	1.0648	0.0353	0.4394	0.53	97.88	1.59	1.59	0.00	18.41	0.22
18	-37.8360	-4.4016	5192	1.8337	1.8358	2.2792	0.0940	0.8161	3.30	91.67	5.03	4.68	0.35	7.20	1.69
19	-37.8399	-4.4038	5706	3.0035	2.9553	0.8873	0.0647	0.9188	0.49	87.64	11.87	11.87	0.00	19.90	0.58
20	-37.8412	-4.4064	6019	2.2908	2.0540	1.3290	0.1298	1.3863	3.75	87.26	8.99	8.99	0.00	20.34	0.31
21	-37.8439	-4.4069	6321	2.3777	2.1824	0.8013	0.1971	1.3000	2.35	85.44	12.21	12.21	0.00	22.20	1.03
22	-37.8462	-4.4069	6574	4.1258	3.2971	2.3006	0.5120	2.9413	0.25	76.25	23.50	8.50	15.00	9.29	1.87
23	-37.8447	-4.4017	7263	2.1630	1.8252	1.5638	0.1400	2.1741	11.08	73.13	15.79	13.41	2.38	23.89	1.04
24	-37.8504	-4.4011	7959	5.2635	4.5416	0.8242	0.3054	2.3382	0.10	33.77	66.13	47.28	18.85	6.54	2.76

INFORMAÇÕES:

Dist. = Distância do ponto de amostragem à desembocadura;

MO = Matéria orgânica.

Imprimir amostra
Voltar
Imprimir

ANASED 5.0J

Programa de Análise Sedimentológica

Piranji - Piranji-01

D(mm)	F _i	Peso	%	%Acum.
5.660	-2.5	0	0	0
4.000	-2.0	0.29	0.29	0.29
2.830	-1.5	0.33	0.33	0.62
2.000	-1.0	0.39	0.39	1.01
1.400	-0.5	0.47	0.47	1.48
1.000	0.0	0.86	0.86	2.34
0.710	0.5	3.24	3.24	5.58
0.500	1.0	11.74	11.74	17.32
0.350	1.5	32.7	32.7	50.02
0.250	2.0	37.22	37.22	87.24
0.177	2.5	10.3	10.3	97.54
0.125	3.0	0.69	0.69	98.23
0.088	3.5	0.12	0.12	98.35
0.064	4.0	0.7	0.7	99.05
0.031	5.0	0.95	0.95	100
0.016	6.0	0	0	100
0.008	7.0	0	0	100
0.004	8.0	0	0	100
0.002	9.0	0	0	100
0.001	10.0	0	0	100
0.0005	11.0	0	0	100
0.0003	12.0	0	0	100

Pesos e Teores

Peso total da Amostra	100
Peso total de Grossos	99.05
Peso total de Finos	0.95
Teor de Cascalho (%)	1.01
Teor de Areia (%)	98.04
Teor de Silte (%)	0.95
Teor de Argila (%)	0
Teor de Carbonato (%)	

Parâmetros estatísticos

Média	1.4667
Mediana	1.4997
Curtose	1.122
Assimetria	-0.1029
Desvio Padrão	0.5511

Percentis

ø01	-1.0128	ø50	1.4997
ø05	0.4105	ø75	1.8356
ø16	0.9438	ø84	1.9565
ø25	1.1174	ø95	2.3767

Localização da amostra

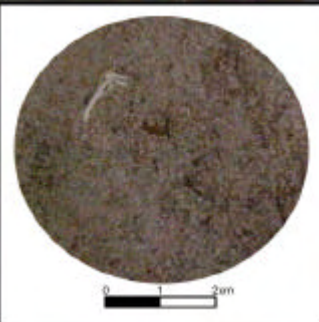
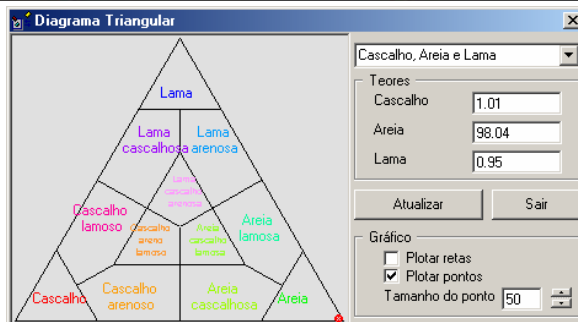
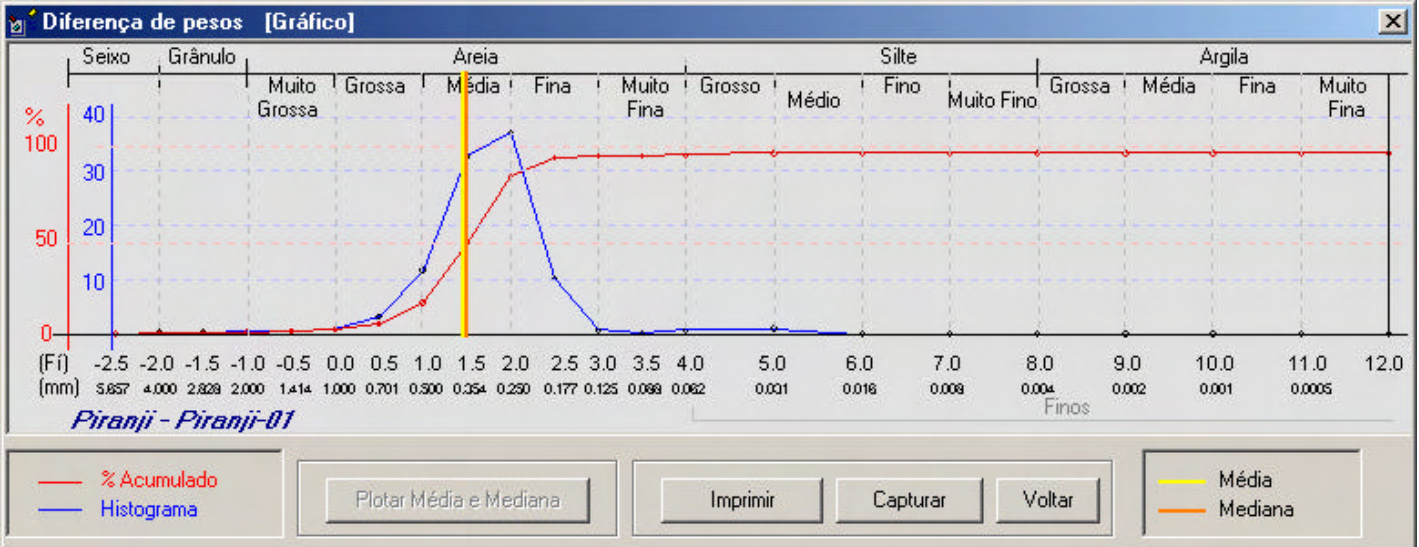
Coordenadas: Profundidade:

Folk e Ward

Média:
 Mediana:
 Gr. Seleção:

Diagrama Triangular

Larsonneur



Imprimir amostra
ANASED 5.0J
Piranji - Piranji-02

Voltar

Imprimir

Programa de Análise Sedimentológica

Software

ANASED

D(mm)	F _i	Peso	%	%Acum.
5.660	-2.5	0	0	0
4.000	-2.0	0.06	0.06	0.06
2.830	-1.5	0.22	0.22	0.28
2.000	-1.0	0.16	0.16	0.44
1.400	-0.5	0.33	0.33	0.77
1.000	0.0	0.3	0.3	1.07
0.710	0.5	1.53	1.53	2.6
0.500	1.0	6.1	6.1	8.7
0.350	1.5	30.02	30.02	38.72
0.250	2.0	37.34	37.34	76.06
0.177	2.5	17.47	17.47	93.53
0.125	3.0	3.69	3.69	97.22
0.088	3.5	2.25	2.25	99.47
0.064	4.0	0.53	0.53	100
0.031	5.0	0	0	100
0.016	6.0	0	0	100
0.008	7.0	0	0	100
0.004	8.0	0	0	100
0.002	9.0	0	0	100
0.001	10.0	0	0	100
0.0005	11.0	0	0	100
0.0003	12.0	0	0	100

Pesos e Teores

Peso total da Amostra: 100

Peso total de Grossos: 100

Peso total de Finos: 0

Teor de Cascalho (%): 0.44

Teor de Areia (%): 99.56

Teor de Silte (%): 0

Teor de Argila (%): 0

Teor de Carbonato (%):

Parâmetros estatísticos

Média: 1.6666

Mediana: 1.651

Curtose: 1.149

Assimetria: 0.0446

Desvio Padrão: 0.5798

Percentis

ø01	-0.1167	ø50	1.651
ø05	0.6967	ø75	1.9858
ø16	1.1216	ø84	2.2272
ø25	1.2715	ø95	2.6992

Localização da amostra

Coordenadas: -37.8312 Profundidade: 2.5

-4.3896

Folk e Ward

Média: Areia Média

Mediana: Areia Média

Gr. Seleção: Moderadamente selecionado

Diagrama Triangular

Areia

Larsonneur

Areia Litoclástica Média - AL1d

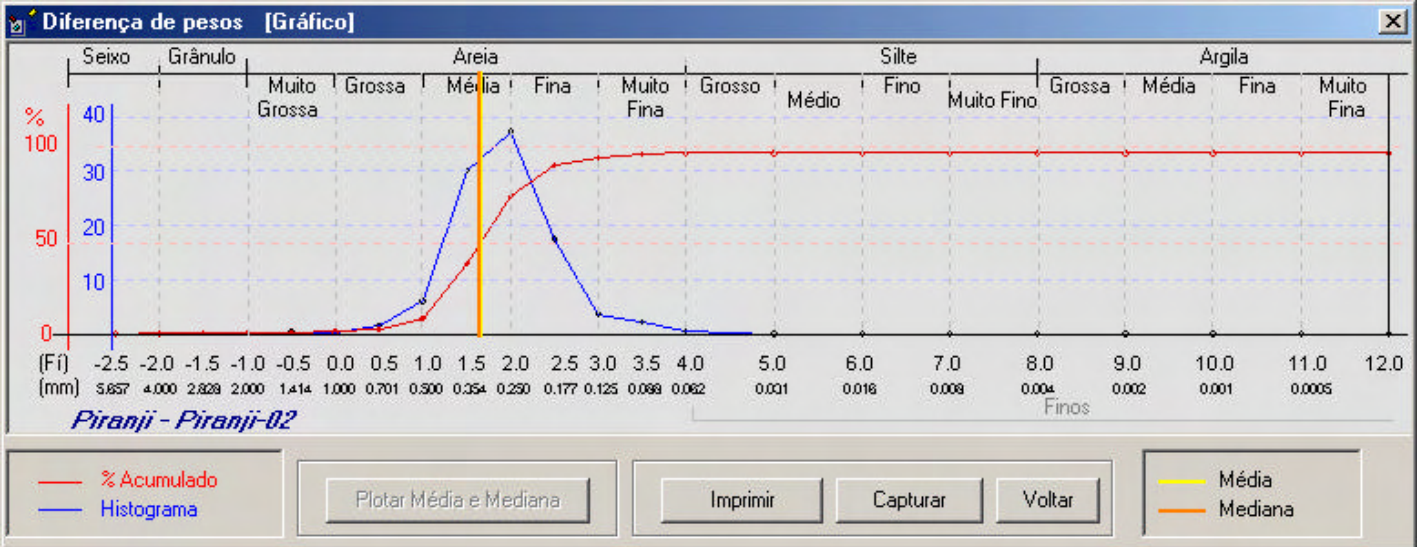


Diagrama Triangular

Cascalho, Areia e Lama

Teores

Cascalho: 0.44

Areia: 99.56

Lama: 0

Atualizar Sair

Gráfico

Plotar retas

Plotar pontos

Tamanho do ponto: 50

0 1 2cm

Imprimir amostra
ANASED 5.0J
Piranji - Piranji-03

Voltar

Imprimir

Programa de Análise Sedimentológica

D(mm)	F _i	Peso	%	%Acum.
5.660	-2.5	0	0	0
4.000	-2.0	0.24	0.24	0.24
2.830	-1.5	0.79	0.79	1.03
2.000	-1.0	1.71	1.71	2.74
1.400	-0.5	1.94	1.94	4.68
1.000	0.0	1.75	1.75	6.43
0.710	0.5	4.39	4.39	10.82
0.500	1.0	12.03	12.03	22.85
0.350	1.5	34.07	34.07	56.92
0.250	2.0	33.35	33.35	90.27
0.177	2.5	7.11	7.11	97.38
0.125	3.0	0.21	0.21	97.59
0.088	3.5	0.37	0.37	97.96
0.064	4.0	0.26	0.26	98.22
0.031	5.0	1.78	1.78	100
0.016	6.0	0	0	100
0.008	7.0	0	0	100
0.004	8.0	0	0	100
0.002	9.0	0	0	100
0.001	10.0	0	0	100
0.0005	11.0	0	0	100
0.0003	12.0	0	0	100

Pesos e Teores

Peso total da Amostra: 100

Peso total de Grossos: 98.22

Peso total de Finos: 1.78

Teor de Cascalho (%): 2.74

Teor de Areia (%): 95.48

Teor de Silte (%): 1.78

Teor de Argila (%): 0

Teor de Carbonato (%):

Parâmetros estatísticos

Média: 1.3399

Mediana: 1.3984

Curtose: 1.5192

Assimetria: -0.2329

Desvio Padrão: 0.713

Percentis

ø01	-1.519	ø50	1.3984
ø05	-0.4086	ø75	1.7711
ø16	0.7153	ø84	1.906
ø25	1.0316	ø95	2.3326

Localização da amostra

Coordenadas: -37.8306 Profundidade: 2.1

-4.3898

Folk e Ward

Média: Areia Média

Mediana: Areia Média

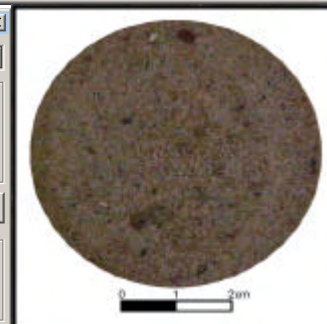
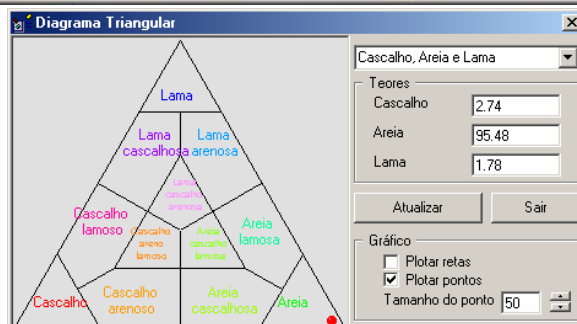
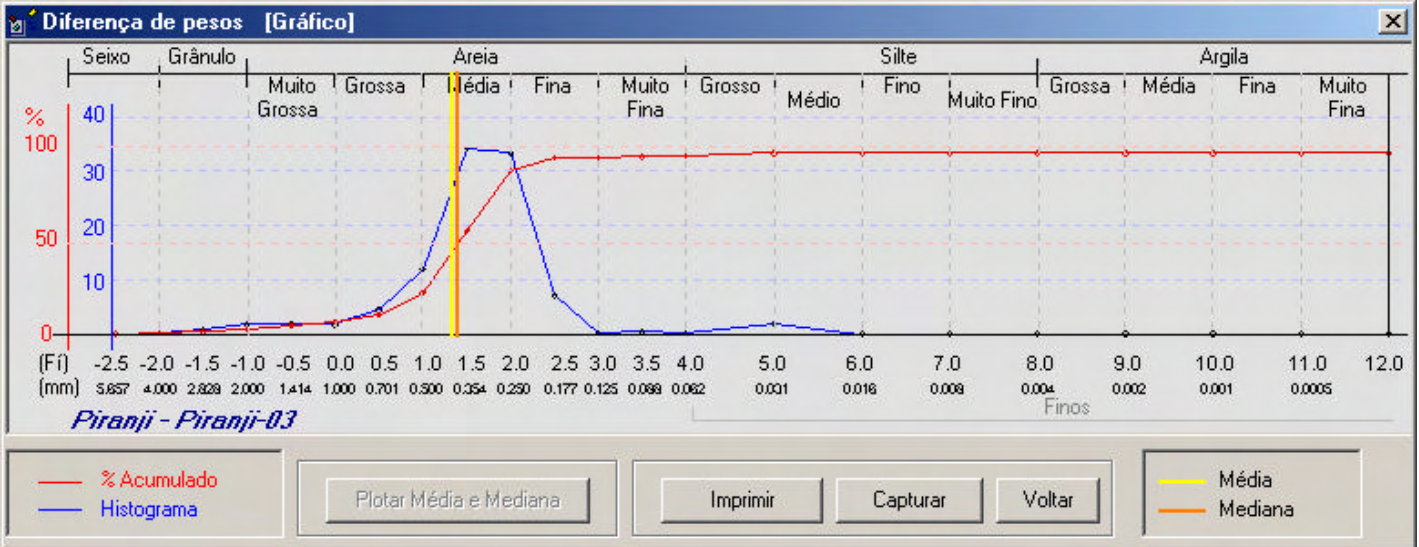
Gr. Seleção: Moderadamente selecionado

Diagrama Triangular

Areia

Larsonneur

Areia Litoclástica Média - AL1d



Imprimir amostra
X

Voltar
Imprimir

ANASED 5.0J

Programa de Análise Sedimentológica

Piranji - Piranji-04

D(mm)	F _i	Peso	%	%Acum.
5.660	-2.5	0	0	0
4.000	-2.0	0	0	0
2.830	-1.5	0	0	0
2.000	-1.0	0.11	0.11	0.11
1.400	-0.5	0.26	0.26	0.37
1.000	0.0	0.73	0.73	1.1
0.710	0.5	4.12	4.12	5.22
0.500	1.0	22.76	22.76	27.98
0.350	1.5	43.39	43.39	71.37
0.250	2.0	22.87	22.87	94.24
0.177	2.5	3.88	3.88	98.12
0.125	3.0	0.4	0.4	98.52
0.088	3.5	0.02	0.02	98.54
0.064	4.0	0.31	0.31	98.85
0.031	5.0	1.15	1.15	100
0.016	6.0	0	0	100
0.008	7.0	0	0	100
0.004	8.0	0	0	100
0.002	9.0	0	0	100
0.001	10.0	0	0	100
0.0005	11.0	0	0	100
0.0003	12.0	0	0	100

Pesos e Teores

Peso total da Amostra	100
Peso total de Grossos	98.85
Peso total de Finos	1.15
Teor de Cascalho (%)	0.11
Teor de Areia (%)	98.74
Teor de Silte (%)	1.15
Teor de Argila (%)	0
Teor de Carbonato (%)	

Parâmetros estatísticos

Média	1.2555
Mediana	1.2537
Curtose	1.0324
Assimetria	0.0223
Desvio Padrão	0.506

Percentis

ø01	-0.0685	ø50	1.2537
ø05	0.4733	ø75	1.5794
ø16	0.7368	ø84	1.7761
ø25	0.9345	ø95	2.0979

Localização da amostra

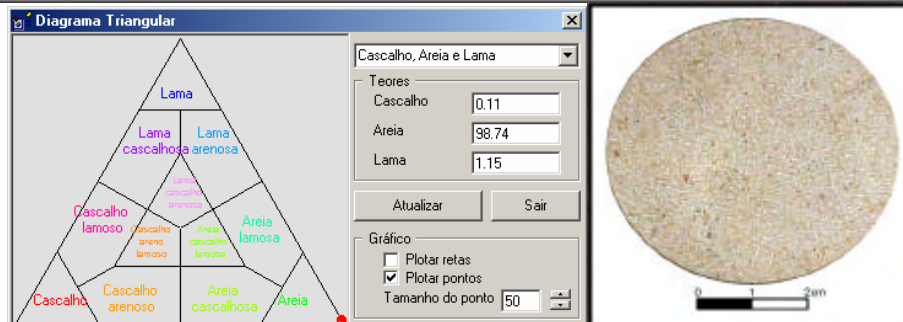
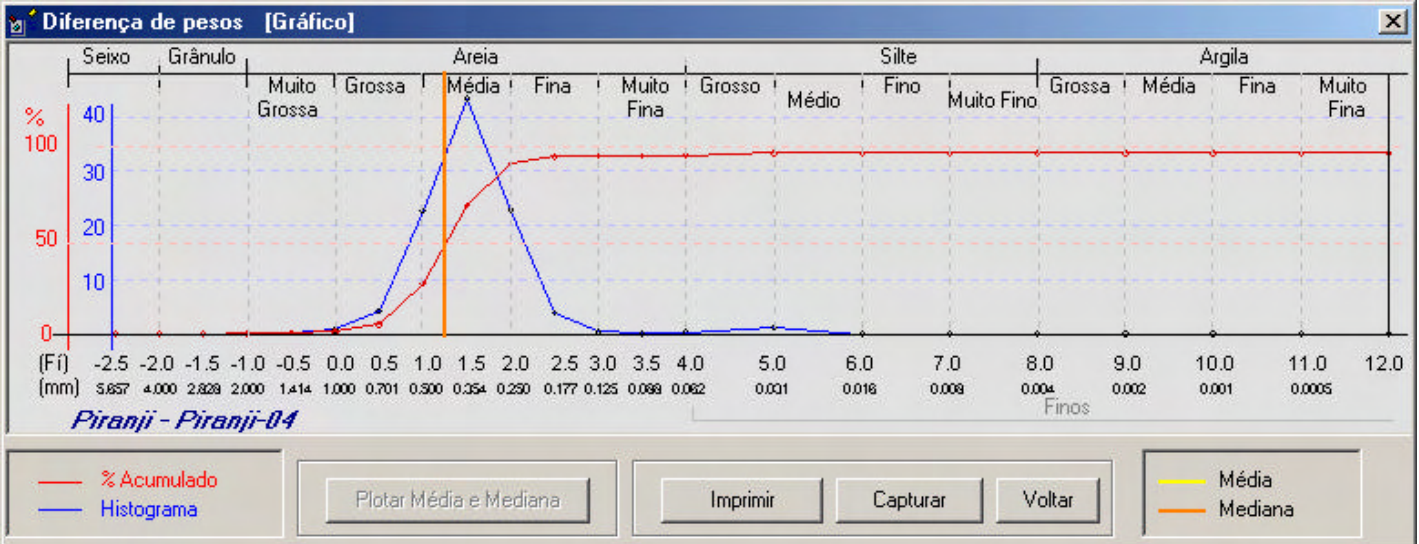
Coordenadas: Profundidade:

Folk e Ward

Média:
 Mediana:
 Gr. Seleção:

Diagrama Triangular

Larsonneur



Imprimir amostra
ANASED 5.0J
Piranji - Piranji-05

D(mm)	F _i	Peso	%	%Acum.
5.660	-2.5	0	0	0
4.000	-2.0	0.66	2.64	2.64
2.830	-1.5	0.92	3.68	6.32
2.000	-1.0	0.32	1.28	7.6
1.400	-0.5	0.23	0.92	8.52
1.000	0.0	0.13	0.52	9.04
0.710	0.5	0.23	0.92	9.96
0.500	1.0	0.25	1	10.96
0.350	1.5	0.4	1.6	12.56
0.250	2.0	0.48	1.92	14.48
0.177	2.5	0.53	2.12	16.6
0.125	3.0	0.25	1	17.6
0.088	3.5	0.1	0.4	18
0.064	4.0	0.71	2.84	20.84
0.031	5.0	3.5	14	34.84
0.016	6.0	2	8	42.84
0.008	7.0	7.5	30	72.84
0.004	8.0	0.5	2	74.84
0.002	9.0	4.35	17.4	92.24
0.001	10.0	0	0	92.24
0.0005	11.0	0	0	92.24
0.0003	12.0	1.94	7.76	100

Pesos e Teores

Peso total da Amostra: 25

Peso total de Grossos: 5.21

Peso total de Finos: 19.79

Teor de Cascalho (%): 7.6

Teor de Areia (%): 13.24

Teor de Silte (%): 54

Teor de Argila (%): 25.16

Teor de Carbonato (%):

Localização da amostra

Coordenadas: -37.8269 Profundidade: 2.5

-4.3932

Parâmetros estatísticos

Média: 5.7079

Mediana: 6.2387

Curtose: 1.4391

Assimetria: -0.2365

Desvio Padrão: 3.517

Folk e Ward

Média: Silte Médio

Mediana: Silte Fino

Gr. Seleção: Muito pobremente selecionado

Diagrama Triangular

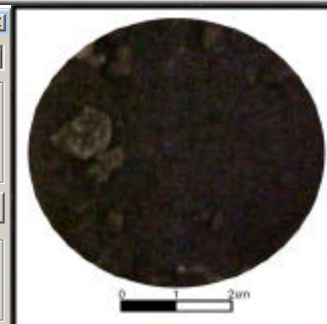
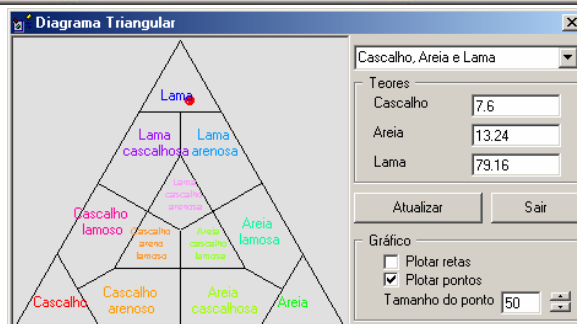
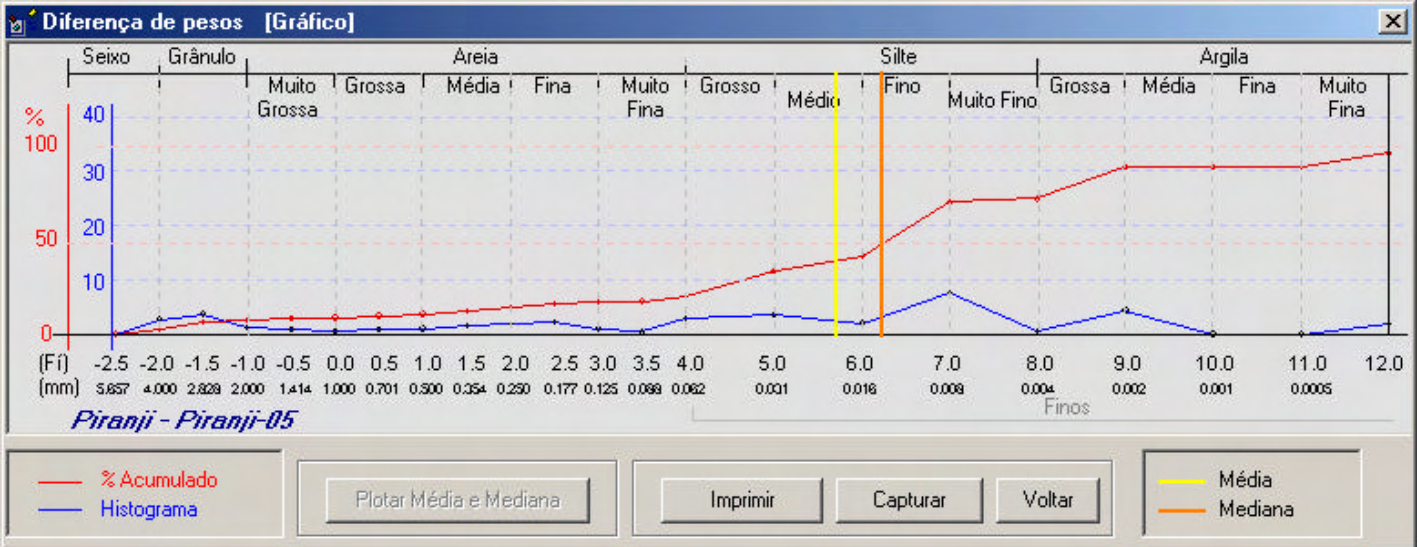
Lama

Larsonneur

Lama Terrígena - LL1c

Percentis

ø01	-2.3106	ø50	6.2387
ø05	-1.6793	ø75	8.0092
ø16	2.3585	ø84	8.5264
ø25	4.2971	ø95	11.3557



Imprimir amostra
ANASED 5.0J
Piranji - Piranji-06

D(mm)	F _i	Peso	%	%Acum.
5.660	-2.5	0	0	0
4.000	-2.0	0	0	0
2.830	-1.5	0.22	0.22	0.22
2.000	-1.0	0.15	0.15	0.37
1.400	-0.5	0.09	0.09	0.46
1.000	0.0	0.1	0.1	0.56
0.710	0.5	0.26	0.26	0.82
0.500	1.0	0.82	0.82	1.64
0.350	1.5	2.78	2.78	4.42
0.250	2.0	18.77	18.77	23.19
0.177	2.5	54.51	54.51	77.7
0.125	3.0	10.41	10.41	88.11
0.088	3.5	6.12	6.12	94.23
0.064	4.0	2.8	2.8	97.03
0.031	5.0	2.97	2.97	100
0.016	6.0	0	0	100
0.008	7.0	0	0	100
0.004	8.0	0	0	100
0.002	9.0	0	0	100
0.001	10.0	0	0	100
0.0005	11.0	0	0	100
0.0003	12.0	0	0	100

Pesos e Teores

Peso total da Amostra: 100

Peso total de Grossos: 97.03

Peso total de Finos: 2.97

Teor de Cascalho (%): 0.37

Teor de Areia (%): 96.66

Teor de Silte (%): 2.97

Teor de Argila (%): 0

Teor de Carbonato (%):

Localização da amostra

Coordenadas: -37.8215 Profundidade: 1.7

-4.3961

Parâmetros estatísticos

Média: 2.2857

Mediana: 2.2459

Curtose: 1.8964

Assimetria: 0.2158

Desvio Padrão: 0.57

Percentis

ø01	0.6098	ø50	2.2459
ø05	1.5155	ø75	2.4752
ø16	1.8085	ø84	2.8026
ø25	2.0166	ø95	3.6375

Folk e Ward

Média: Areia Fina

Mediana: Areia Fina

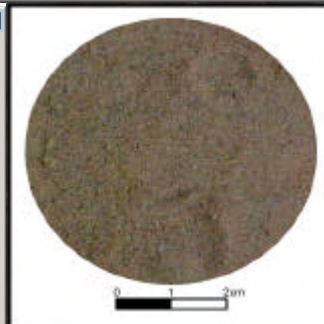
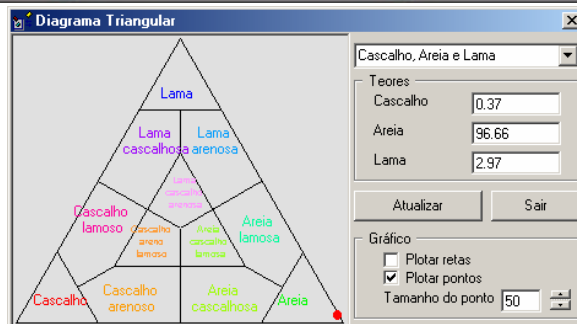
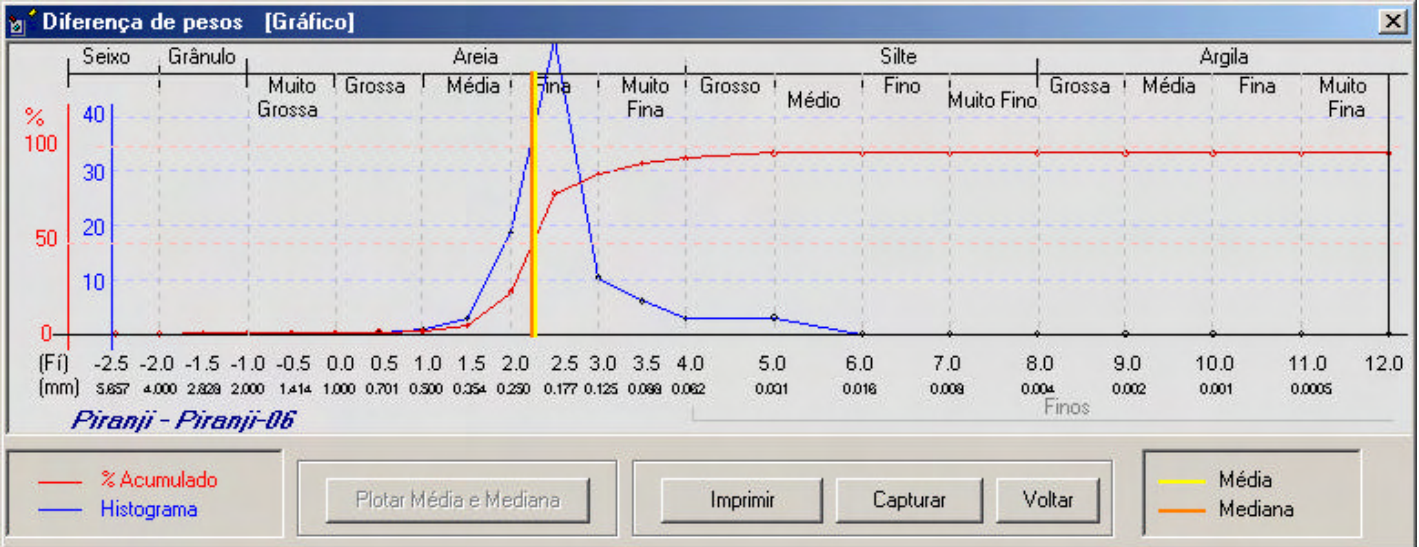
Gr. Seleção: Moderadamente selecionado

Diagrama Triangular

Areia

Larsonneur

Areia Litoclástica Fina a muito Fina - AL1e



Imprimir amostra
X

ANASED 5.0J

Programa de Análise Sedimentológica

Piranji - Piranji-07

D(mm)	F _i	Peso	%	%Acum.
5.660	-2.5	0	0	0
4.000	-2.0	0.41	0.41	0.41
2.830	-1.5	0.07	0.07	0.48
2.000	-1.0	0.16	0.16	0.64
1.400	-0.5	0.16	0.16	0.8
1.000	0.0	0.2	0.2	1
0.710	0.5	0.57	0.57	1.57
0.500	1.0	3.2	3.2	4.77
0.350	1.5	18.12	18.12	22.89
0.250	2.0	40.88	40.88	63.77
0.177	2.5	31.84	31.84	95.61
0.125	3.0	2.41	2.41	98.02
0.088	3.5	0.01	0.01	98.03
0.064	4.0	0.6	0.6	98.63
0.031	5.0	1.37	1.37	100
0.016	6.0	0	0	100
0.008	7.0	0	0	100
0.004	8.0	0	0	100
0.002	9.0	0	0	100
0.001	10.0	0	0	100
0.0005	11.0	0	0	100
0.0003	12.0	0	0	100

Pesos e Teores

Peso total da Amostra: 100

Peso total de Grossos: 98.63

Peso total de Finos: 1.37

Teor de Cascalho (%): 0.64

Teor de Areia (%): 97.99

Teor de Silte (%): 1.37

Teor de Argila (%): 0

Teor de Carbonato (%):

Localização da amostra

Coordenadas: -37.8196 Profundidade: 3.2

-4.398

Parâmetros estatísticos

Média: 1.8197

Mediana: 1.8316

Curtose: 0.9349

Assimetria: -0.0738

Desvio Padrão: 0.4768

Percentis

ø01: 0	ø50: 1.8316
ø05: 1.0063	ø75: 2.1764
ø16: 1.3099	ø84: 2.3177
ø25: 1.5258	ø95: 2.4904

Folk e Ward

Média: Areia Média

Mediana: Areia Média

Gr. Seleção: Bem selecionado

Diagrama Triangular

Areia

Larsonneur

Areia Litoclástica Média - AL1d

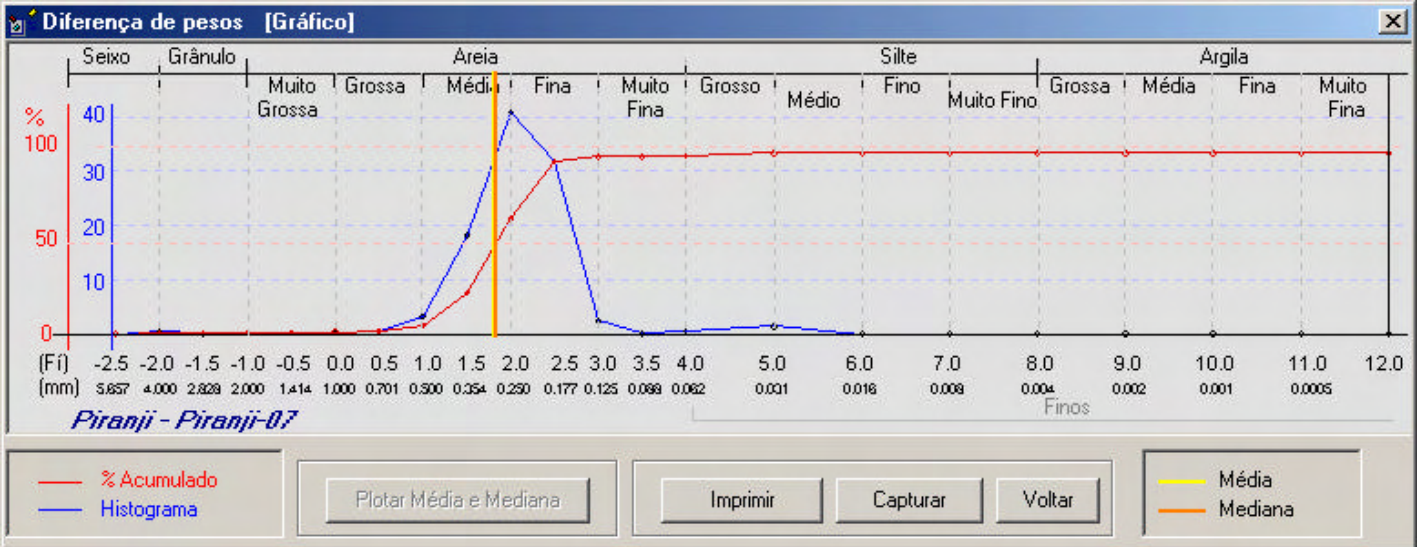


Diagrama Triangular
X

Cascalho, Areia e Lama

Teores

Cascalho: 0.64

Areia: 97.99

Lama: 1.37

Atualizar Sair

Gráfico

Plotar retas

Plotar pontos

Tamanho do ponto: 50

Imprimir amostra
ANASED 5.0J
Piranji - Piranji-08

Voltar

Imprimir

Programa de Análise Sedimentológica

D(mm)	Fi	Peso	%	%Acum.
5.660	-2.5	0	0	0
4.000	-2.0	0	0	0
2.830	-1.5	0.04	0.04	0.04
2.000	-1.0	0.02	0.02	0.06
1.400	-0.5	0.02	0.02	0.08
1.000	0.0	0.03	0.03	0.11
0.710	0.5	0.1	0.1	0.21
0.500	1.0	0.1	0.1	0.31
0.350	1.5	1.19	1.19	1.5
0.250	2.0	0.32	0.32	1.82
0.177	2.5	7.93	7.93	9.75
0.125	3.0	19.81	19.81	29.56
0.088	3.5	18.23	18.23	47.79
0.064	4.0	32.81	32.81	80.6
0.031	5.0	5	5	85.6
0.016	6.0	0	0	85.6
0.008	7.0	1	1	86.6
0.004	8.0	2.5	2.5	89.1
0.002	9.0	4.35	4.35	93.45
0.001	10.0	0	0	93.45
0.0005	11.0	0	0	93.45
0.0003	12.0	6.55	6.55	100

Pesos e Teores

Peso total da Amostra: 100

Peso total de Grossos: 80.6

Peso total de Finos: 19.4

Teor de Cascalho (%): 0.06

Teor de Areia (%): 80.54

Teor de Silte (%): 8.5

Teor de Argila (%): 10.9

Teor de Carbonato (%):

Parâmetros estatísticos

Média: 3.6238

Mediana: 3.5337

Curtose: 3.5962

Assimetria: 0.4193

Desvio Padrão: 1.8747

Percentis

ø01: 1.2899	ø50: 3.5337
ø05: 2.2005	ø75: 3.9147
ø16: 2.6577	ø84: 4.68
ø25: 2.8849	ø95: 11.2366

Localização da amostra

Coordenadas: -37.8196 Profundidade: 1.7

-4.3986

Folk e Ward

Média: Areia Muito Fina

Mediana: Areia Muito Fina

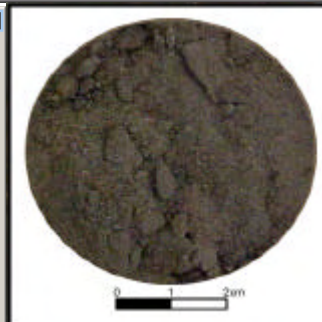
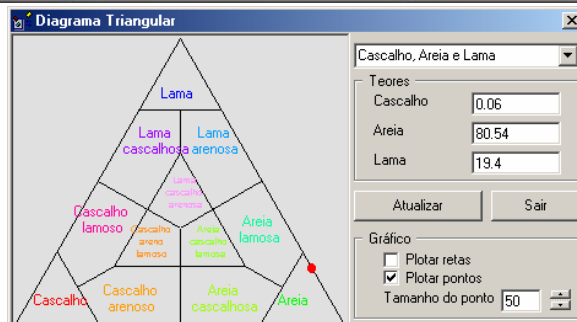
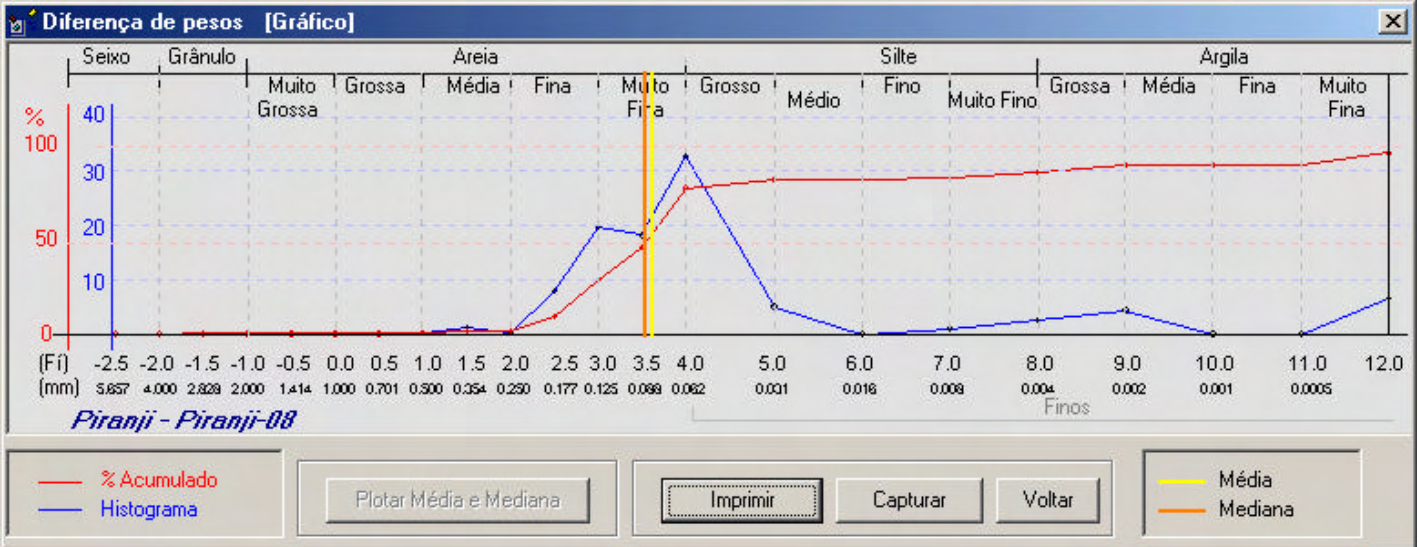
Gr. Seleção: Pobremente selecionado

Diagrama Triangular

Areia

Larsonneur

Lama Terrígena Arenosa - LL1a



Imprimir amostra
ANASED 5.0J
Piranji - Piranji-09

Voltar

Imprimir

Programa de Análise Sedimentológica

ANASED

D(mm)	Fi	Peso	%	%Acum.
5.660	-2.5	0	0	0
4.000	-2.0	0	0	0
2.830	-1.5	0.22	0.22	0.22
2.000	-1.0	0.29	0.29	0.51
1.400	-0.5	0.2	0.2	0.71
1.000	0.0	0.25	0.25	0.96
0.710	0.5	0.8	0.8	1.76
0.500	1.0	3.27	3.27	5.03
0.350	1.5	14.1	14.1	19.13
0.250	2.0	33.37	33.37	52.5
0.177	2.5	38.44	38.44	90.94
0.125	3.0	4.84	4.84	95.78
0.088	3.5	0.06	0.06	95.84
0.064	4.0	1.71	1.71	97.55
0.031	5.0	2.45	2.45	100
0.016	6.0	0	0	100
0.008	7.0	0	0	100
0.004	8.0	0	0	100
0.002	9.0	0	0	100
0.001	10.0	0	0	100
0.0005	11.0	0	0	100
0.0003	12.0	0	0	100

Pesos e Teores

Peso total da Amostra	100
Peso total de Grossos	97.55
Peso total de Finos	2.45
Teor de Cascalho (%)	0.51
Teor de Areia (%)	97.04
Teor de Silte (%)	2.45
Teor de Argila (%)	0
Teor de Carbonato (%)	

Parâmetros estatísticos

Média	1.9204
Mediana	1.9625
Curtose	1.119
Assimetria	-0.0645
Desvio Padrão	0.5467

Percentis

ø01	0.025	ø50	1.9625
ø05	0.9954	ø75	2.2927
ø16	1.389	ø84	2.4097
ø25	1.588	ø95	2.9194

Localização da amostra

Coordenadas: Profundidade:

Folk e Ward

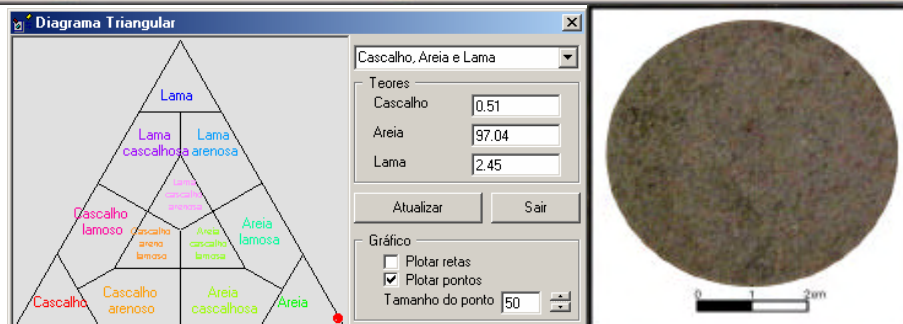
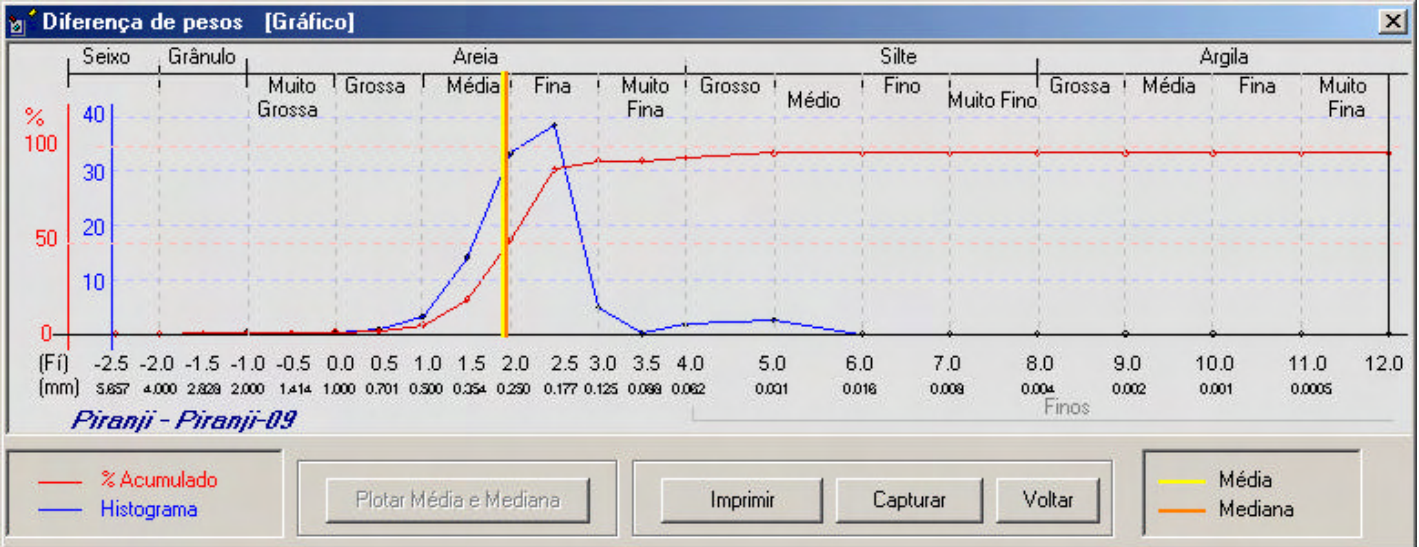
Média:

Mediana:

Gr. Seleção:

Diagrama Triangular

Larsonneur



Imprimir amostra
ANASED 5.0J
Piranji - Piranji-10

Voltar
Imprimir

Programa de Análise Sedimentológica

D(mm)	F _i	Peso	%	%Acum.
5.660	-2.5	0	0	0
4.000	-2.0	45.69	45.69	45.69
2.830	-1.5	9.05	9.05	54.74
2.000	-1.0	7.17	7.17	61.91
1.400	-0.5	3.65	3.65	65.56
1.000	0.0	2.16	2.16	67.72
0.710	0.5	2.48	2.48	70.2
0.500	1.0	1.48	1.48	71.68
0.350	1.5	1.62	1.62	73.3
0.250	2.0	2.42	2.42	75.72
0.177	2.5	7.14	7.14	82.86
0.125	3.0	2.4	2.4	85.26
0.088	3.5	0.31	0.31	85.57
0.064	4.0	4.27	4.27	89.84
0.031	5.0	10.16	10.16	100
0.016	6.0	0	0	100
0.008	7.0	0	0	100
0.004	8.0	0	0	100
0.002	9.0	0	0	100
0.001	10.0	0	0	100
0.0005	11.0	0	0	100
0.0003	12.0	0	0	100

Pesos e Teores

Peso total da Amostra: 100

Peso total de Grossos: 89.84

Peso total de Finos: 10.16

Teor de Cascalho (%): 61.91

Teor de Areia (%): 27.93

Teor de Silte (%): 10.16

Teor de Argila (%): 0

Teor de Carbonato (%):

Parâmetros estatísticos

Média: -0.4498

Mediana: -1.7619

Curtose: 0.6989

Assimetria: 0.7905

Desvio Padrão: 2.3191

Percentis

ø01	-2.4891	ø50	-1.7619
ø05	-2.4453	ø75	1.8512
ø16	-2.3249	ø84	2.7375
ø25	-2.2264	ø95	4.5079

Localização da amostra

Coordenadas: -37.8172

Profundidade: 1.3

Folk e Ward

Média: Areia Muito Grossa

Mediana: Grânulo

Gr. Seleção: Muito pobremente selecionado

Diagrama Triangular

Cascalho Arenoso

Larsonneur

Grânulos Litoclásticos com Cascalho - GL1a

Diferença de pesos [Gráfico]

Piranji - Piranji-10

— % Acumulado
— Histograma

Plotar Média e Mediana

Imprimir

Capturar

Voltar

— Média
— Mediana

Diagrama Triangular

Cascalho, Areia e Lama

Teores

Cascalho: 61.91

Areia: 27.93

Lama: 10.16

Atualizar Sair

Gráfico

Plotar retas

Plotar pontos

Tamanho do ponto: 50

0 1 2cm

Imprimir amostra
ANASED 5.0J
Piranji - Piranji-11

D(mm)	F _i	Peso	%	%Acum.
5.660	-2.5	0	0	0
4.000	-2.0	0	0	0
2.830	-1.5	0.01	0.01	0.01
2.000	-1.0	0.07	0.07	0.08
1.400	-0.5	0.11	0.11	0.19
1.000	0.0	0.13	0.13	0.32
0.710	0.5	0.29	0.29	0.61
0.500	1.0	0.89	0.89	1.5
0.350	1.5	3.5	3.5	5
0.250	2.0	10.1	10.1	15.1
0.177	2.5	25.21	25.21	40.31
0.125	3.0	12.24	12.24	52.55
0.088	3.5	16.58	16.58	69.13
0.064	4.0	16.86	16.86	85.99
0.031	5.0	14.01	14.01	100
0.016	6.0	0	0	100
0.008	7.0	0	0	100
0.004	8.0	0	0	100
0.002	9.0	0	0	100
0.001	10.0	0	0	100
0.0005	11.0	0	0	100
0.0003	12.0	0	0	100

Pesos e Teores

Peso total da Amostra: 100

Peso total de Grossos: 85.99

Peso total de Finos: 14.01

Teor de Cascalho (%): 0.08

Teor de Areia (%): 85.91

Teor de Silte (%): 14.01

Teor de Argila (%): 0

Teor de Carbonato (%):

Parâmetros estatísticos

Média: 2.9516

Mediana: 2.8958

Curtose: 0.8717

Assimetria: 0.0994

Desvio Padrão: 0.957

Percentis

ø01	0.7191	ø50	2.8958
ø05	1.5	ø75	3.6741
ø16	2.0179	ø84	3.941
ø25	2.1964	ø95	4.6431

Localização da amostra

Coordenadas: -37.8195 Profundidade: 4

-4.4016

Folk e Ward

Média: Areia Fina

Mediana: Areia Fina

Gr. Seleção: Moderadamente selecionado

Diagrama Triangular

Areia

Larsonneur

Areia Litoclástica Fina a muito Fina - AL1e

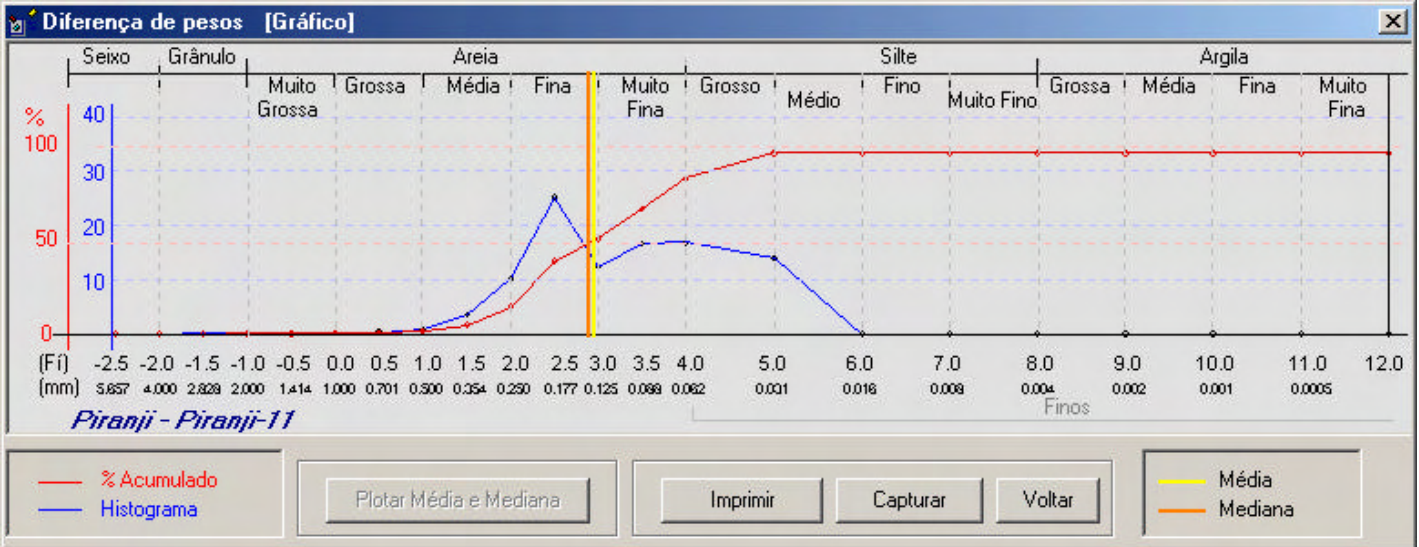


Diagrama Triangular

Cascalho, Areia e Lama

Teores

Cascalho: 0.08

Areia: 85.91

Lama: 14.01

Atualizar Sair

0 1 2cm

Imprimir amostra
Voltar
Imprimir

ANASED 5.0J

Programa de Análise Sedimentológica

Piranji - Piranji-12

D(mm)	Fi	Peso	%	%Acum.
5.660	-2.5	0	0	0
4.000	-2.0	0	0	0
2.830	-1.5	0.03	0.03	0.03
2.000	-1.0	0.07	0.07	0.1
1.400	-0.5	0.1	0.1	0.2
1.000	0.0	0.08	0.08	0.28
0.710	0.5	0.08	0.08	0.36
0.500	1.0	0.07	0.07	0.43
0.350	1.5	0.12	0.12	0.55
0.250	2.0	0.3	0.3	0.85
0.177	2.5	1.02	1.02	1.87
0.125	3.0	2.4	2.4	4.27
0.088	3.5	25.67	25.67	29.94
0.064	4.0	42.17	42.17	72.11
0.031	5.0	18.62	18.62	90.73
0.016	6.0	0.5	0.5	91.23
0.008	7.0	0.5	0.5	91.73
0.004	8.0	6.35	6.35	98.08
0.002	9.0	0	0	98.08
0.001	10.0	0	0	98.08
0.0005	11.0	0	0	98.08
0.0003	12.0	1.92	1.92	100

Pesos e Teores

Peso total da Amostra	100
Peso total de Grossos	72.11
Peso total de Finos	27.89
Teor de Cascalho (%)	0.1
Teor de Areia (%)	72.01
Teor de Silte (%)	25.97
Teor de Argila (%)	1.92
Teor de Carbonato (%)	

Parâmetros estatísticos

Média	3.8683
Mediana	3.7378
Curtose	2.4549
Assimetria	0.478
Desvio Padrão	1.0345

Percentis

ø01	2.0735	ø50	3.7378
ø05	3.0142	ø75	4.1552
ø16	3.2285	ø84	4.6386
ø25	3.4038	ø95	7.515

Localização da amostra

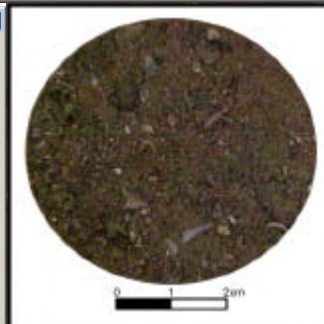
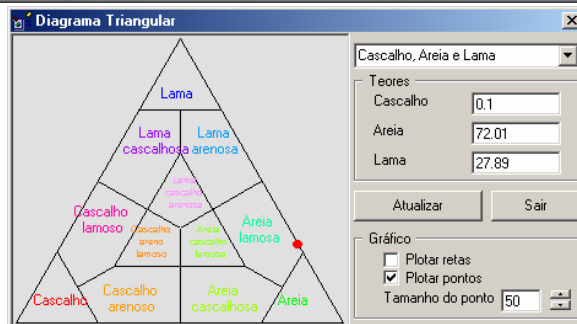
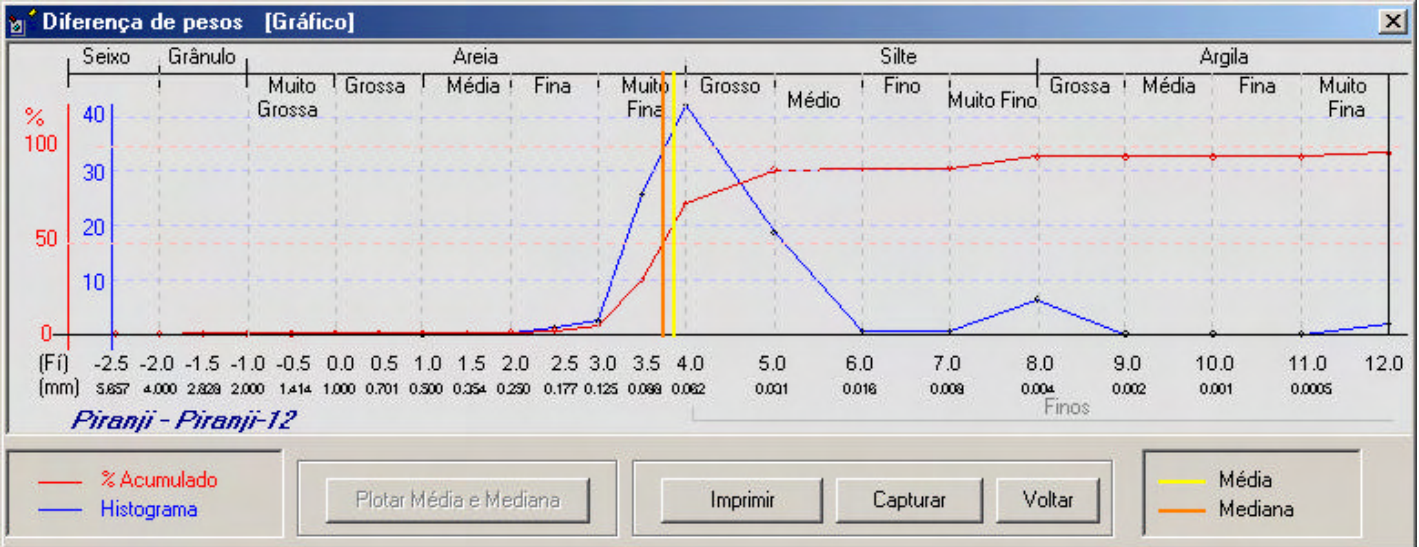
Coordenadas: Profundidade:

Folk e Ward

Média:
 Mediana:
 Gr. Seleção:

Diagrama Triangular

Larsonneur



Imprimir amostra
ANASED 5.0J
Piranji - Piranji-13

Voltar

Imprimir

Programa de Análise Sedimentológica

Software

ANASED[®]

D(mm)	F _i	Peso	%	%Acum.
5.660	-2.5	0	0	0
4.000	-2.0	17.17	17.17	17.17
2.830	-1.5	3.02	3.02	20.19
2.000	-1.0	3.95	3.95	24.14
1.400	-0.5	2.72	2.72	26.86
1.000	0.0	2.07	2.07	28.93
0.710	0.5	3.23	3.23	32.16
0.500	1.0	5.64	5.64	37.8
0.350	1.5	10.92	10.92	48.72
0.250	2.0	15.92	15.92	64.64
0.177	2.5	15.85	15.85	80.49
0.125	3.0	4.3	4.3	84.79
0.088	3.5	0.23	0.23	85.02
0.064	4.0	8.62	8.62	93.64
0.031	5.0	6.36	6.36	100
0.016	6.0	0	0	100
0.008	7.0	0	0	100
0.004	8.0	0	0	100
0.002	9.0	0	0	100
0.001	10.0	0	0	100
0.0005	11.0	0	0	100
0.0003	12.0	0	0	100

Pesos e Teores

Peso total da Amostra: 100

Peso total de Grossos: 93.64

Peso total de Finos: 6.36

Teor de Cascalho (%): 24.14

Teor de Areia (%): 69.5

Teor de Silte (%): 6.36

Teor de Argila (%): 0

Teor de Carbonato (%):

Parâmetros estatísticos

Média: 0.8047

Mediana: 1.5402

Curtose: 0.8495

Assimetria: -0.3162

Desvio Padrão: 2.2307

Percentis

ø01	-2.4709	ø50	1.5402
ø05	-2.3544	ø75	2.3268
ø16	-2.0341	ø84	2.9081
ø25	-0.8419	ø95	4.2138

Localização da amostra

Coordenadas: -37.8231 Profundidade: 3

-4.4008

Folk e Ward

Média: Areia Grossa

Mediana: Areia Média

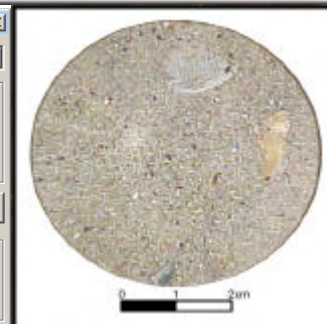
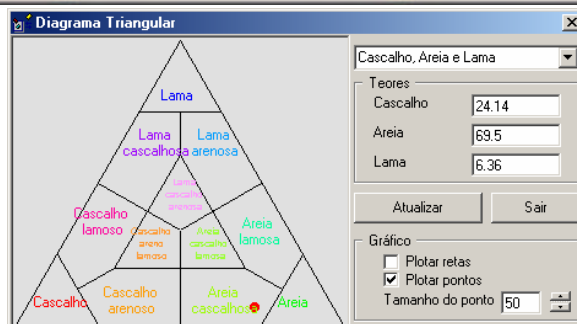
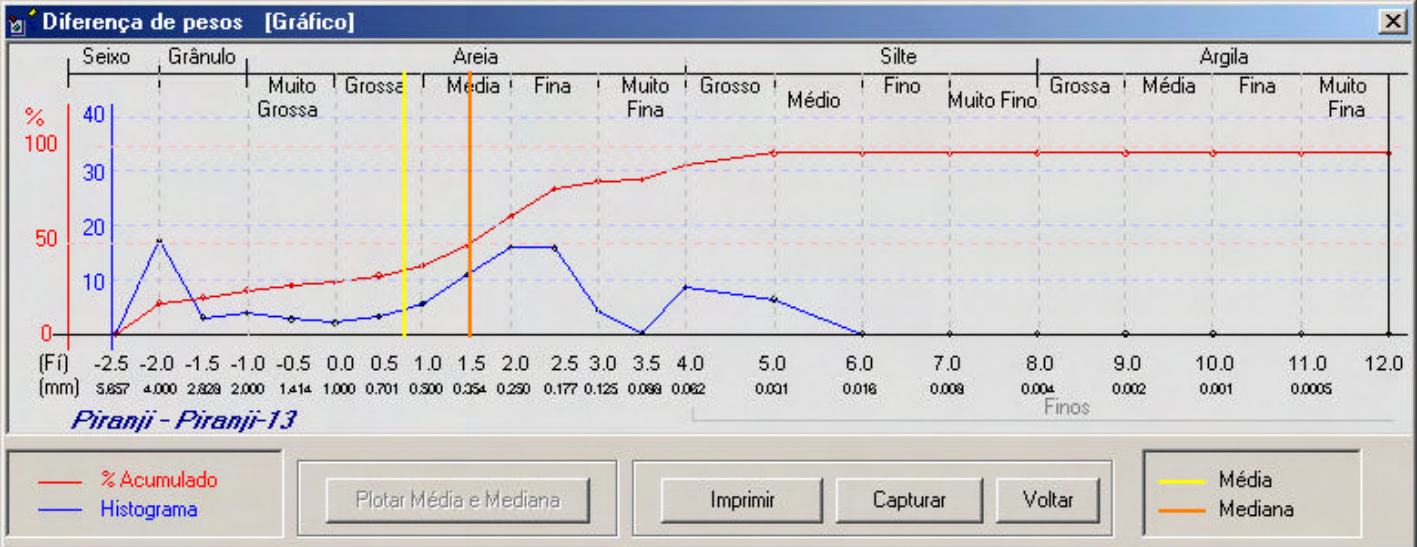
Gr. Seleção: Muito pobremente selecionado

Diagrama Triangular

Areia Cascalhosa

Larsonneur

Areia Litoclástica com Cascalho - AL1a - AL1a



Imprimir amostra
ANASED 5.0J
Piranji - Piranji-14

D(mm)	Fi	Peso	%	%Acum.
5.660	-2.5	0	0	0
4.000	-2.0	0	0	0
2.830	-1.5	0.07	0.07	0.07
2.000	-1.0	0.19	0.19	0.26
1.400	-0.5	0.17	0.17	0.43
1.000	0.0	0.2	0.2	0.63
0.710	0.5	0.48	0.48	1.11
0.500	1.0	1.16	1.16	2.27
0.350	1.5	5.82	5.82	8.09
0.250	2.0	31.24	31.24	39.33
0.177	2.5	38.52	38.52	77.85
0.125	3.0	8.95	8.95	86.8
0.088	3.5	0.25	0.25	87.05
0.064	4.0	8.46	8.46	95.51
0.031	5.0	4.49	4.49	100
0.016	6.0	0	0	100
0.008	7.0	0	0	100
0.004	8.0	0	0	100
0.002	9.0	0	0	100
0.001	10.0	0	0	100
0.0005	11.0	0	0	100
0.0003	12.0	0	0	100

Pesos e Teores

Peso total da Amostra: 100

Peso total de Grossos: 95.51

Peso total de Finos: 4.49

Teor de Cascalho (%): 0.26

Teor de Areia (%): 95.25

Teor de Silte (%): 4.49

Teor de Argila (%): 0

Teor de Carbonato (%):

Parâmetros estatísticos

Média: 2.2029

Mediana: 2.1385

Curtose: 1.6191

Assimetria: 0.2489

Desvio Padrão: 0.7187

Percentis

ø01	0.3854	ø50	2.1385
ø05	1.2345	ø75	2.463
ø16	1.6266	ø84	2.8436
ø25	1.7706	ø95	3.9699

Localização da amostra

Coordenadas: -37.8238 Profundidade: 2.2

-4.404

Folk e Ward

Média: Areia Fina

Mediana: Areia Fina

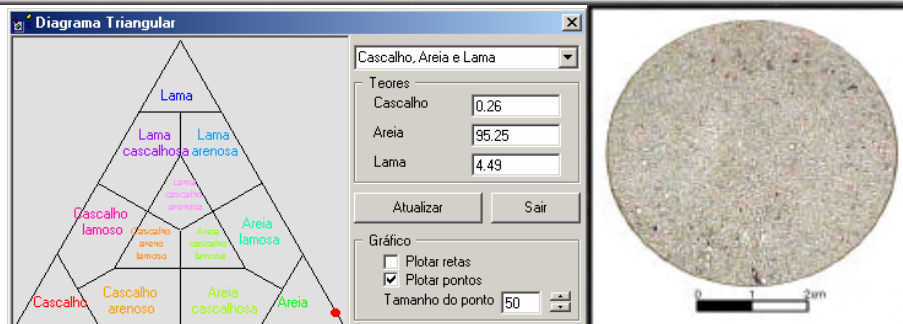
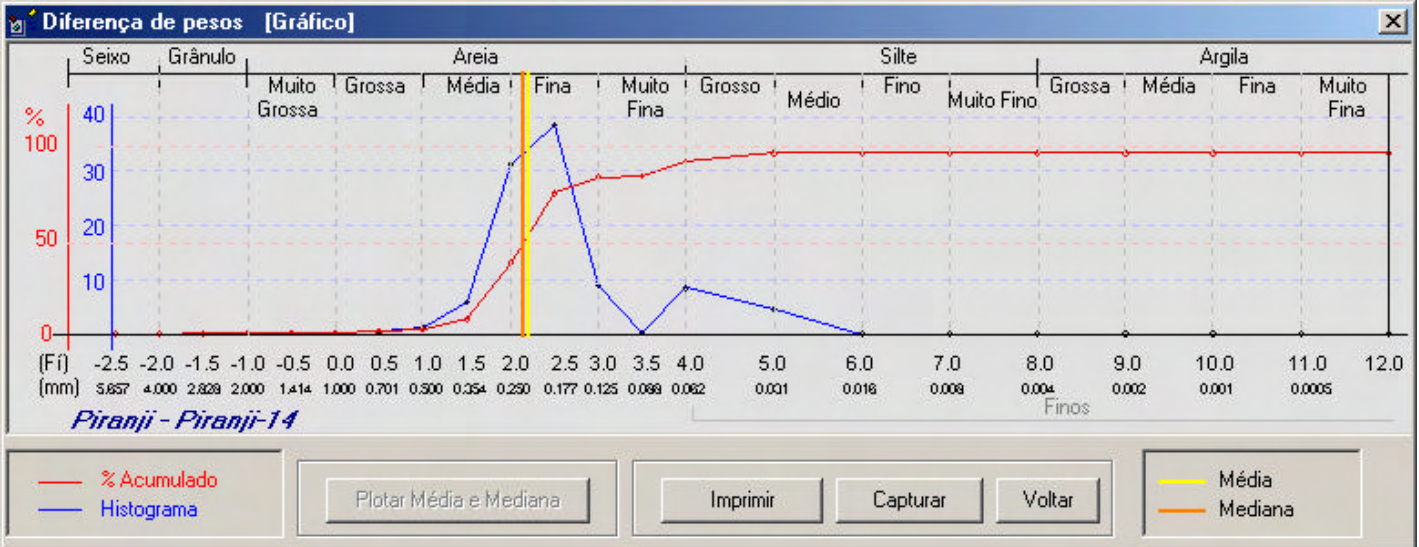
Gr. Seleção: Moderadamente selecionado

Diagrama Triangular

Areia

Larsonneur

Areia Litoclástica Fina a muito Fina - AL1e



Imprimir amostra
Voltar
Imprimir

ANASED 5.0J

Programa de Análise Sedimentológica

Piranji - Piranji-15

D(mm)	Fi	Peso	%	%Acum.
5.660	-2.5	0	0	0
4.000	-2.0	2.84	2.84	2.84
2.830	-1.5	2.96	2.96	5.8
2.000	-1.0	3.54	3.54	9.34
1.400	-0.5	1.61	1.61	10.95
1.000	0.0	1.42	1.42	12.37
0.710	0.5	2.33	2.33	14.7
0.500	1.0	6.06	6.06	20.76
0.350	1.5	15.73	15.73	36.49
0.250	2.0	23.61	23.61	60.1
0.177	2.5	19.9	19.9	80
0.125	3.0	3.88	3.88	83.88
0.088	3.5	0.21	0.21	84.09
0.064	4.0	9.37	9.37	93.46
0.031	5.0	6.54	6.54	100
0.016	6.0	0	0	100
0.008	7.0	0	0	100
0.004	8.0	0	0	100
0.002	9.0	0	0	100
0.001	10.0	0	0	100
0.0005	11.0	0	0	100
0.0003	12.0	0	0	100

Pesos e Teores

Peso total da Amostra	100
Peso total de Grossos	93.46
Peso total de Finos	6.54
Teor de Cascalho (%)	9.34
Teor de Areia (%)	84.12
Teor de Silte (%)	6.54
Teor de Argila (%)	0
Teor de Carbonato (%)	

Parâmetros estatísticos

Média	1.893
Mediana	1.7861
Curtose	1.9409
Assimetria	-0.0229
Desvio Padrão	1.5591

Percentis

ø01	-2.3239	ø50	1.7861
ø05	-1.6351	ø75	2.3744
ø16	0.6073	ø84	3.2857
ø25	1.1348	ø95	4.2355

Localização da amostra

Coordenadas: Profundidade:

Folk e Ward

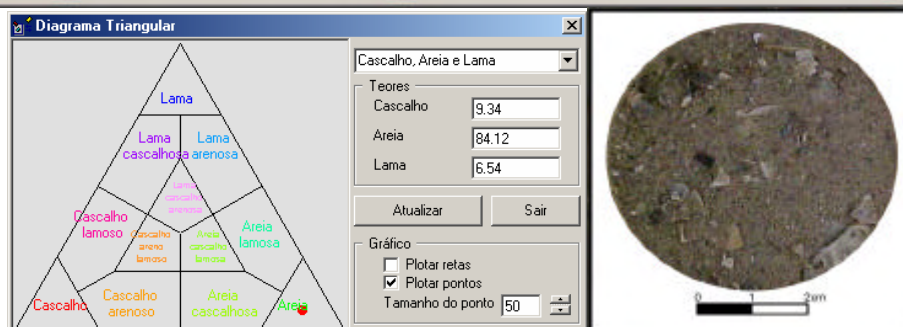
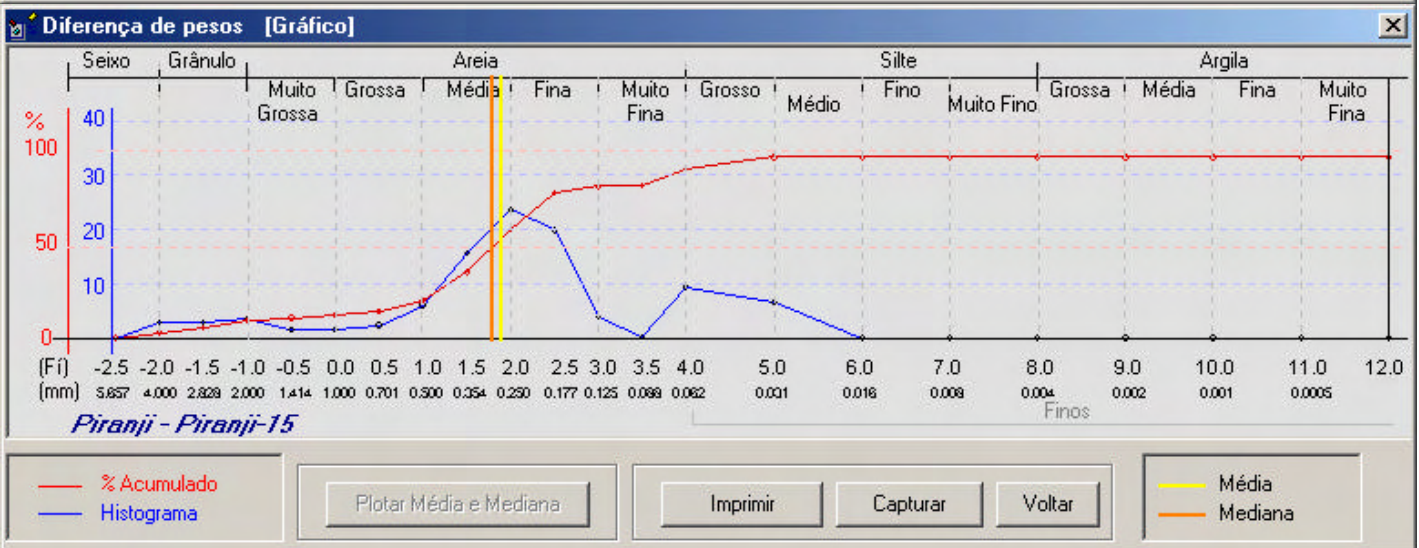
Média:

Mediana:

Gr. Seleção:

Diagrama Triangular

Larsonneur



Imprimir amostra
ANASED 5.0J
Piranji - Piranji-16

D(mm)	F _i	Peso	%	%Acum.
5.660	-2.5	0	0	0
4.000	-2.0	0.23	0.23	0.23
2.830	-1.5	1.01	1.01	1.24
2.000	-1.0	1.45	1.45	2.69
1.400	-0.5	1.24	1.24	3.93
1.000	0.0	1.29	1.29	5.22
0.710	0.5	3.28	3.28	8.5
0.500	1.0	7.9	7.9	16.4
0.350	1.5	23.31	23.31	39.71
0.250	2.0	25.38	25.38	65.09
0.177	2.5	17.01	17.01	82.1
0.125	3.0	6.06	6.06	88.16
0.088	3.5	0.19	0.19	88.35
0.064	4.0	8.79	8.79	97.14
0.031	5.0	2.86	2.86	100
0.016	6.0	0	0	100
0.008	7.0	0	0	100
0.004	8.0	0	0	100
0.002	9.0	0	0	100
0.001	10.0	0	0	100
0.0005	11.0	0	0	100
0.0003	12.0	0	0	100

Pesos e Teores

Peso total da Amostra: 100

Peso total de Grossos: 97.14

Peso total de Finos: 2.86

Teor de Cascalho (%): 2.69

Teor de Areia (%): 94.45

Teor de Silte (%): 2.86

Teor de Argila (%): 0

Teor de Carbonato (%):

Software ANASED

Localização da amostra

Coordenadas: -37.8294 Profundidade: 3.1

-4.4042

Folk e Ward

Média: Areia Média

Mediana: Areia Média

Gr. Seleção: Pobremente selecionado

Diagrama Triangular: Areia

Larsonneur: Areia Litoclástica Média - AL1d

Parâmetros estatísticos

Média: 1.7781

Mediana: 1.7027

Curtose: 1.4677

Assimetria: 0.1161

Desvio Padrão: 1.0211

Percentis

ø01: -1.6188	ø50: 1.7027
ø05: -0.0853	ø75: 2.2913
ø16: 0.9747	ø84: 2.6568
ø25: 1.1845	ø95: 3.8783

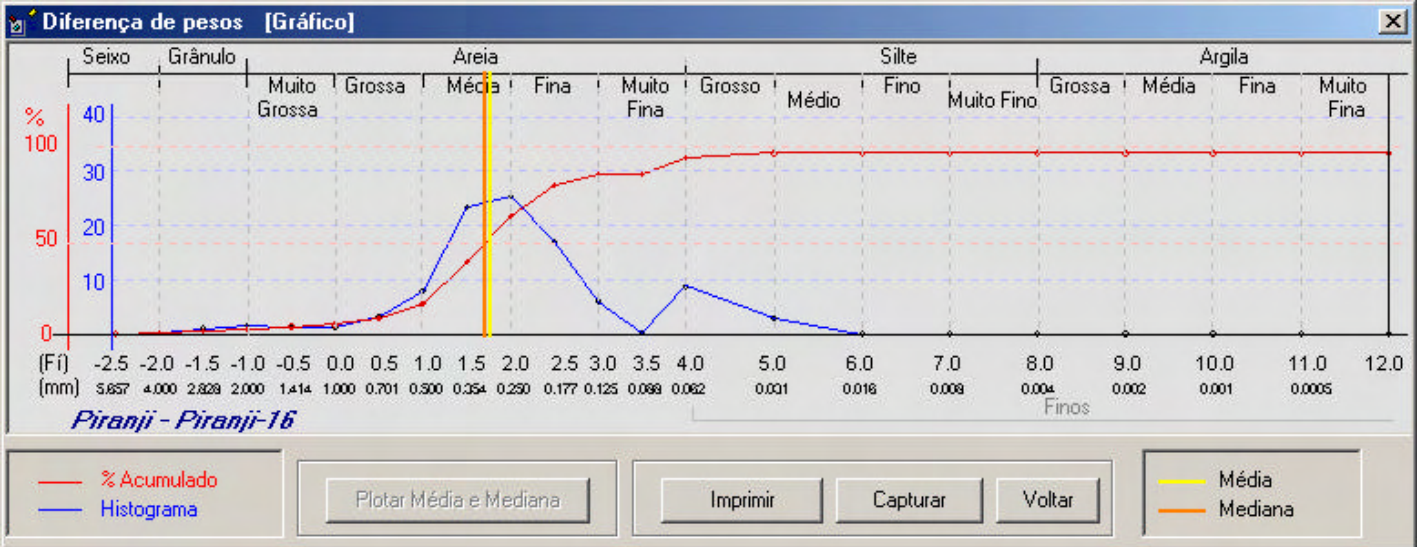


Diagrama Triangular

Cascalho, Areia e Lama

Teores

Cascalho: 2.69

Areia: 94.45

Lama: 2.86

Atualizar Sair

Gráfico

Plotar retas

Plotar pontos

Tamanho do ponto: 50

0 1 2cm

Imprimir amostra
ANASED 5.0J
Piranji - Piranji-17

Voltar

Imprimir

Programa de Análise Sedimentológica

ANASED

D(mm)	F _i	Peso	%	%Acum.
5.660	-2.5	0	0	0
4.000	-2.0	0.21	0.21	0.21
2.830	-1.5	0.12	0.12	0.33
2.000	-1.0	0.2	0.2	0.53
1.400	-0.5	0.2	0.2	0.73
1.000	0.0	0.3	0.3	1.03
0.710	0.5	1.16	1.16	2.19
0.500	1.0	7.5	7.5	9.69
0.350	1.5	44.28	44.28	53.97
0.250	2.0	38.8	38.8	92.77
0.177	2.5	4.62	4.62	97.39
0.125	3.0	0.54	0.54	97.93
0.088	3.5	0.01	0.01	97.94
0.064	4.0	0.47	0.47	98.41
0.031	5.0	1.59	1.59	100
0.016	6.0	0	0	100
0.008	7.0	0	0	100
0.004	8.0	0	0	100
0.002	9.0	0	0	100
0.001	10.0	0	0	100
0.0005	11.0	0	0	100
0.0003	12.0	0	0	100

Pesos e Teores

Peso total da Amostra	100
Peso total de Grossos	98.41
Peso total de Finos	1.59
Teor de Cascalho (%)	0.53
Teor de Areia (%)	97.88
Teor de Silte (%)	1.59
Teor de Argila (%)	0
Teor de Carbonato (%)	

Parâmetros estatísticos

Média	1.4712
Mediana	1.4552
Curtose	1.0648
Assimetria	0.0352
Desvio Padrão	0.4394

Percentis

ø01	-0.05	ø50	1.4552
ø05	0.6873	ø75	1.771
ø16	1.0713	ø84	1.887
ø25	1.1729	ø95	2.2413

Localização da amostra

Coordenadas: Profundidade:

Folk e Ward

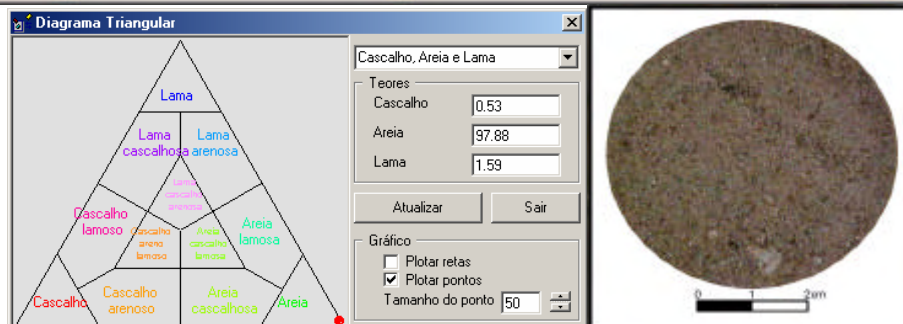
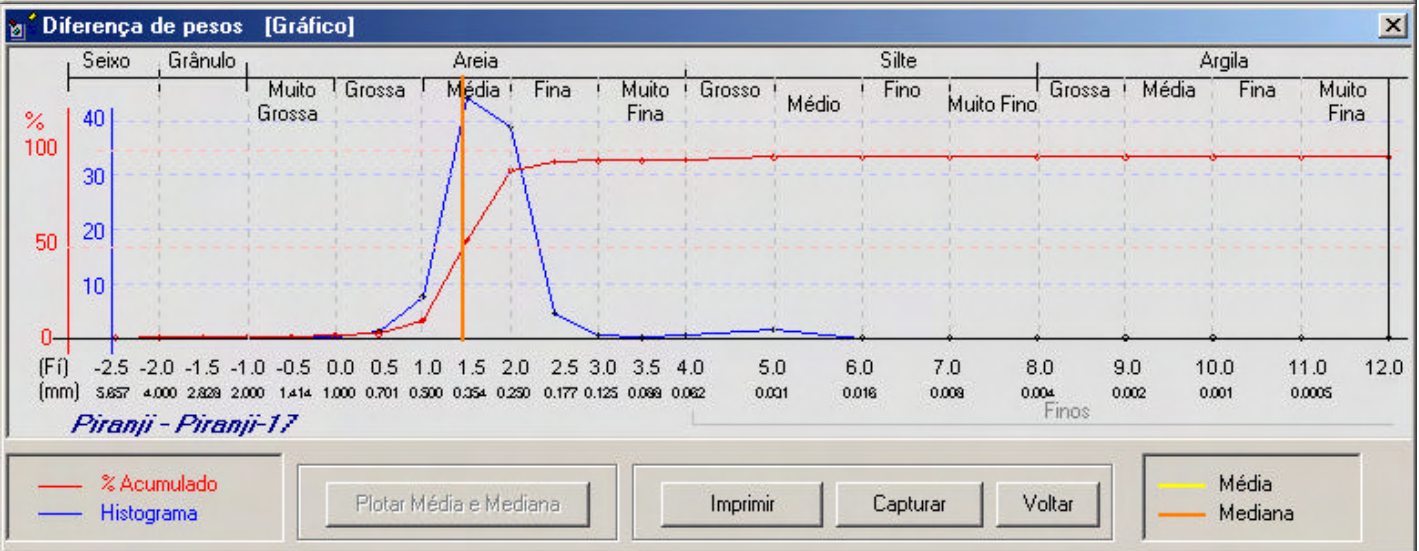
Média:

Mediana:

Gr. Seleção:

Diagrama Triangular

Larsonneur



Imprimir amostra
ANASED 5.0J
Piranji - Piranji-18

Voltar

Imprimir

Programa de Análise Sedimentológica

Software

ANASED

D(mm)	F _i	Peso	%	%Acum.
5.660	-2.5	1.45	1.45	1.45
4.000	-2.0	0.44	0.44	1.89
2.830	-1.5	0.64	0.64	2.53
2.000	-1.0	0.77	0.77	3.3
1.400	-0.5	0.48	0.48	3.78
1.000	0.0	0.45	0.45	4.23
0.710	0.5	1.04	1.04	5.27
0.500	1.0	2.85	2.85	8.12
0.350	1.5	13.03	13.03	21.15
0.250	2.0	42.96	42.96	64.11
0.177	2.5	27.41	27.41	91.52
0.125	3.0	1.67	1.67	93.19
0.088	3.5	0.99	0.99	94.18
0.064	4.0	0.79	0.79	94.97
0.031	5.0	4.68	4.68	99.65
0.016	6.0	0	0	99.65
0.008	7.0	0	0	99.65
0.004	8.0	0	0	99.65
0.002	9.0	0.35	0.35	100
0.001	10.0	0	0	100
0.0005	11.0	0	0	100
0.0003	12.0	0	0	100

Pesos e Teores

Peso total da Amostra: 100

Peso total de Grossos: 94.97

Peso total de Finos: 5.03

Teor de Cascalho (%): 3.3

Teor de Areia (%): 91.67

Teor de Silte (%): 4.68

Teor de Argila (%): 0.35

Teor de Carbonato (%):

Parâmetros estatísticos

Média: 1.8337

Mediana: 1.8358

Curtose: 2.279

Assimetria: 0.0939

Desvio Padrão: 0.816

Percentis

ø01	-2.6552	ø50	1.8358
ø05	0.3702	ø75	2.1987
ø16	1.3024	ø84	2.3628
ø25	1.5448	ø95	4.0064

Localização da amostra

Coordenadas: -37.836 Profundidade: 3.1

-4.4016

Folk e Ward

Média: Areia Média

Mediana: Areia Média

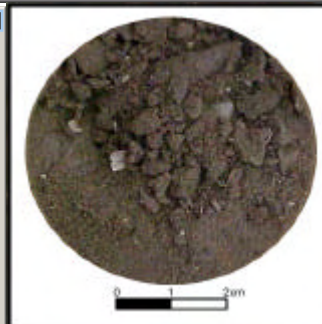
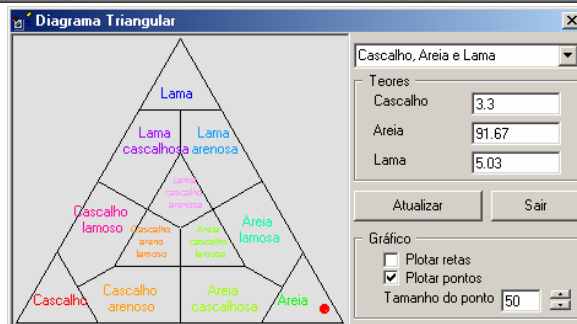
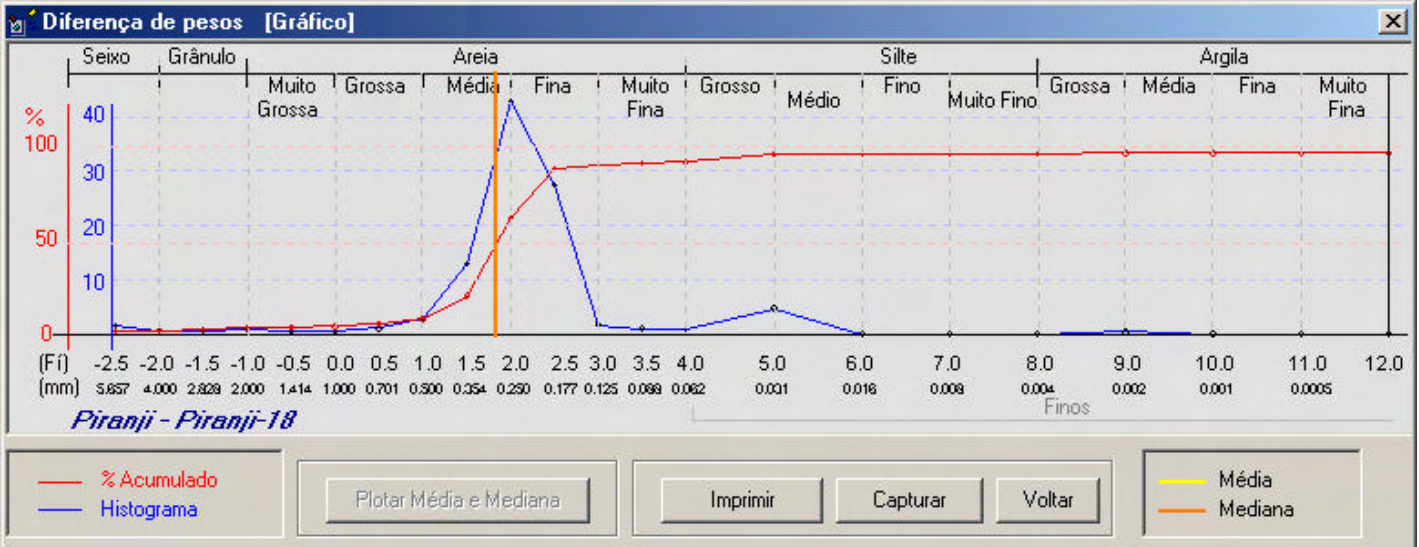
Gr. Seleção: Moderadamente selecionado

Diagrama Triangular

Areia

Larsonneur

Areia Litoclástica Média - AL1d



Imprimir amostra
ANASED 5.0J
Piranji - Piranji-19

D(mm)	Fi	Peso	%	%Acum.
5.660	-2.5	0	0	0
4.000	-2.0	0	0	0
2.830	-1.5	0.23	0.23	0.23
2.000	-1.0	0.26	0.26	0.49
1.400	-0.5	0.27	0.27	0.76
1.000	0.0	0.25	0.25	1.01
0.710	0.5	0.42	0.42	1.43
0.500	1.0	0.96	0.96	2.39
0.350	1.5	2.7	2.7	5.09
0.250	2.0	5.44	5.44	10.53
0.177	2.5	21.35	21.35	31.88
0.125	3.0	19.9	19.9	51.78
0.088	3.5	7.97	7.97	59.75
0.064	4.0	28.38	28.38	88.13
0.031	5.0	11.87	11.87	100
0.016	6.0	0	0	100
0.008	7.0	0	0	100
0.004	8.0	0	0	100
0.002	9.0	0	0	100
0.001	10.0	0	0	100
0.0005	11.0	0	0	100
0.0003	12.0	0	0	100

Pesos e Teores

Peso total da Amostra: 100

Peso total de Grossos: 88.13

Peso total de Finos: 11.87

Teor de Cascalho (%): 0.49

Teor de Areia (%): 87.64

Teor de Silte (%): 11.87

Teor de Argila (%): 0

Teor de Carbonato (%):

Parâmetros estatísticos

Média: 3.0035

Mediana: 2.9553

Curtose: 0.8873

Assimetria: 0.0647

Desvio Padrão: 0.9188

Percentis

ø01	-0.02	ø50	2.9553
ø05	1.4833	ø75	3.7687
ø16	2.1281	ø84	3.9272
ø25	2.3389	ø95	4.5788

Localização da amostra

Coordenadas: -37.8399 Profundidade: 4

-4.4038

Folk e Ward

Média: Areia Muito Fina

Mediana: Areia Fina

Gr. Seleção: Moderadamente selecionado

Diagrama Triangular

Areia

Larsonneur

Areia Litoclástica Fina a muito Fina - AL1e

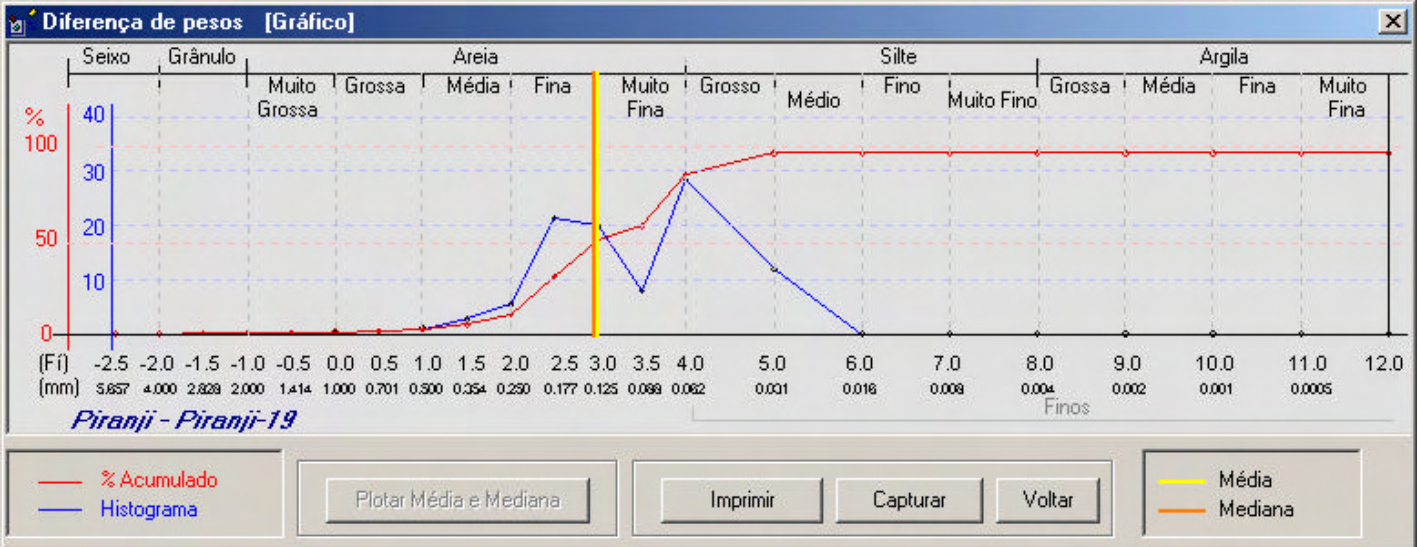


Diagrama Triangular

Cascalho, Areia e Lama

Teores

Cascalho: 0.49

Areia: 87.64

Lama: 11.87

Atualizar Sair

Gráfico

Plotar retas

Plotar pontos

Tamanho do ponto: 50

0 1 2cm

Imprimir amostra
✕

Voltar
Imprimir

ANASED 5.0J

Programa de Análise Sedimentológica

Piranji - Piranji-20

D(mm)	Fi	Peso	%	%Acum.
5.660	-2.5	0	0	0
4.000	-2.0	1.86	1.86	1.86
2.830	-1.5	0.92	0.92	2.78
2.000	-1.0	0.97	0.97	3.75
1.400	-0.5	1	1	4.75
1.000	0.0	1.19	1.19	5.94
0.710	0.5	2.5	2.5	8.44
0.500	1.0	4.91	4.91	13.35
0.350	1.5	12.9	12.9	26.25
0.250	2.0	21.38	21.38	47.63
0.177	2.5	21.93	21.93	69.56
0.125	3.0	6.13	6.13	75.69
0.088	3.5	3	3	78.69
0.064	4.0	12.32	12.32	91.01
0.031	5.0	8.99	8.99	100
0.016	6.0	0	0	100
0.008	7.0	0	0	100
0.004	8.0	0	0	100
0.002	9.0	0	0	100
0.001	10.0	0	0	100
0.0005	11.0	0	0	100
0.0003	12.0	0	0	100

Pesos e Teores

Peso total da Amostra	100
Peso total de Grossos	91.01
Peso total de Finos	8.99
Teor de Cascalho (%)	3.75
Teor de Areia (%)	87.26
Teor de Silte (%)	8.99
Teor de Argila (%)	0
Teor de Carbonato (%)	

Parâmetros estatísticos

Média	2.2907
Mediana	2.054
Curtose	1.3291
Assimetria	0.1298
Desvio Padrão	1.3864

Percentis

ø01	-2.2312	ø50	2.054
ø05	-0.395	ø75	2.9437
ø16	1.1027	ø84	3.7155
ø25	1.4516	ø95	4.4438

Localização da amostra

Coordenadas Profundidade

Folk e Ward

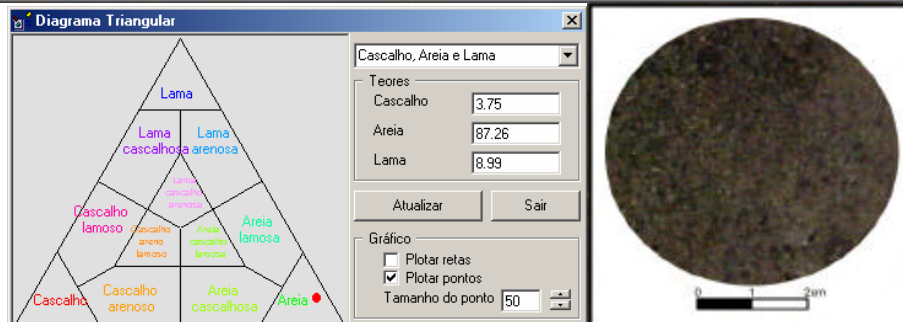
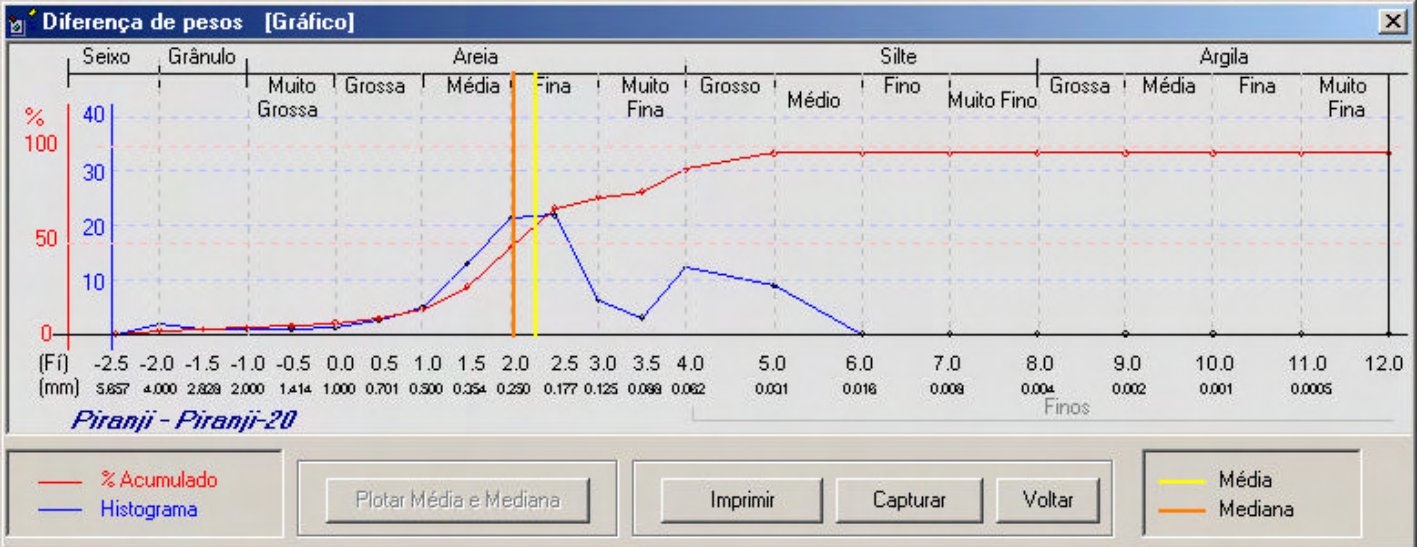
Média

Mediana

Gr. Seleção

Diagrama Triangular

Larsonneur



Imprimir amostra [X]

Voltar Imprimir

ANASED 5.0J

Programa de Análise Sedimentológica

Piranji - Piranji-21

D(mm)	F _i	Peso	%	%Acum.
5.660	-2.5	1.73	1.73	1.73
4.000	-2.0	0.17	0.17	1.9
2.830	-1.5	0.09	0.09	1.99
2.000	-1.0	0.36	0.36	2.35
1.400	-0.5	0.36	0.36	2.71
1.000	0.0	0.4	0.4	3.11
0.710	0.5	1.8	1.8	4.91
0.500	1.0	7.14	7.14	12.05
0.350	1.5	17.48	17.48	29.53
0.250	2.0	16.45	16.45	45.98
0.177	2.5	11.02	11.02	57
0.125	3.0	5.31	5.31	62.31
0.088	3.5	13.81	13.81	76.12
0.064	4.0	11.67	11.67	87.79
0.031	5.0	12.21	12.21	100
0.016	6.0	0	0	100
0.008	7.0	0	0	100
0.004	8.0	0	0	100
0.002	9.0	0	0	100
0.001	10.0	0	0	100
0.0005	11.0	0	0	100
0.0003	12.0	0	0	100

Pesos e Teores

Peso total da Amostra: 100

Peso total de Grossos: 87.79

Peso total de Finos: 12.21

Teor de Cascalho (%): 2.35

Teor de Areia (%): 85.44

Teor de Silte (%): 12.21

Teor de Argila (%): 0

Teor de Carbonato (%):

Localização da amostra

Coordenadas: -37.8439 Profundidade: 1.9

-4.4069

Parâmetros estatísticos

Média: 2.3777

Mediana: 2.1824

Curtose: 0.8013

Assimetria: 0.1971

Desvio Padrão: 1.3

Percentis

ø01	2.711	ø50	2.1824
ø05	0.5063	ø75	3.4594
ø16	1.113	ø84	3.8376
ø25	1.3704	ø95	4.5905

Folk e Ward

Média: Areia Fina

Mediana: Areia Fina

Gr. Seleção: Pobrememente selecionado

Diagrama Triangular

Areia

Larsonneur

Areia Litoclástica Fina a muito Fina - AL1e

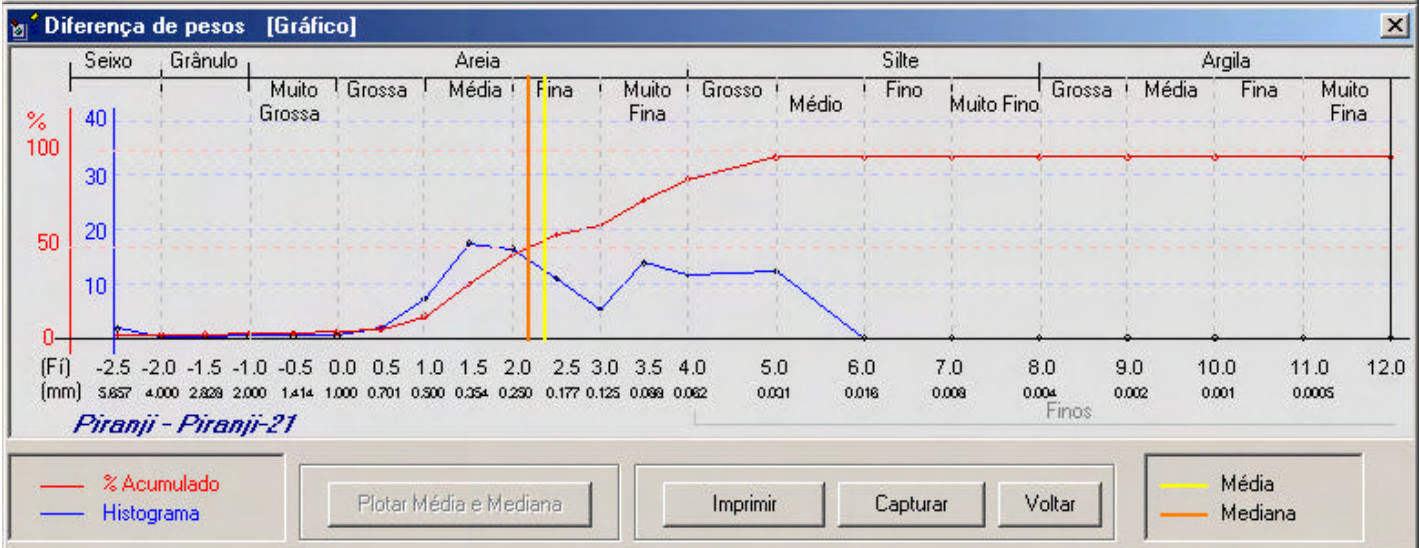


Diagrama Triangular [X]

Cascalho, Areia e Lama

Teores

Cascalho: 2.35

Areia: 85.44

Lama: 12.21

Atualizar Sair

Gráfico

Plotar retas

Plotar pontos

Tamanho do ponto: 50



Imprimir amostra
ANASED 5.0J
Piranji - Piranji-22

D(mm)	F _i	Peso	%	%Acum.
5.660	-2.5	0	0	0
4.000	-2.0	0	0	0
2.830	-1.5	0.05	0.05	0.05
2.000	-1.0	0.2	0.2	0.25
1.400	-0.5	0.19	0.19	0.44
1.000	0.0	0.22	0.22	0.66
0.710	0.5	0.59	0.59	1.25
0.500	1.0	1.69	1.69	2.94
0.350	1.5	6.79	6.79	9.73
0.250	2.0	12.7	12.7	22.43
0.177	2.5	9.22	9.22	31.65
0.125	3.0	4.23	4.23	35.88
0.088	3.5	23.76	23.76	59.64
0.064	4.0	16.86	16.86	76.5
0.031	5.0	3	3	79.5
0.016	6.0	0.5	0.5	80
0.008	7.0	3.5	3.5	83.5
0.004	8.0	1.5	1.5	85
0.002	9.0	7.35	7.35	92.35
0.001	10.0	0	0	92.35
0.0005	11.0	0	0	92.35
0.0003	12.0	7.65	7.65	100

Pesos e Teores

Peso total da Amostra: 100

Peso total de Grossos: 76.5

Peso total de Finos: 23.5

Teor de Cascalho (%): 0.25

Teor de Areia (%): 76.25

Teor de Silte (%): 8.5

Teor de Argila (%): 15

Teor de Carbonato (%):

Parâmetros estatísticos

Média: 4.1258

Mediana: 3.2971

Curtose: 2.3006

Assimetria: 0.5121

Desvio Padrão: 2.9413

Percentis

ø01: 0.2881	ø50: 3.2971
ø05: 1.1517	ø75: 3.9555
ø16: 1.7469	ø84: 7.3333
ø25: 2.1394	ø95: 11.3464

Localização da amostra

Coordenadas: -37.8462 Profundidade: 2.2

-4.4069

Folk e Ward

Média: Silte Grossa

Mediana: Areia Muito Fina

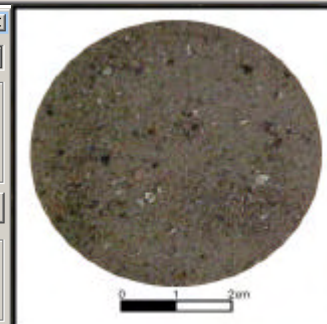
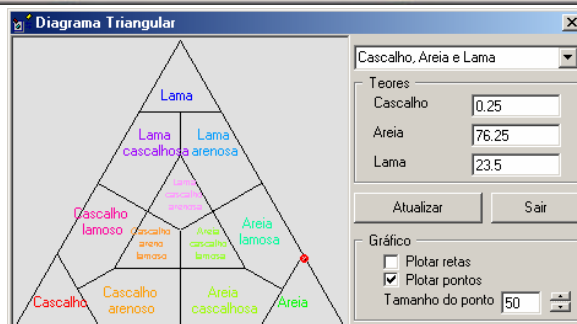
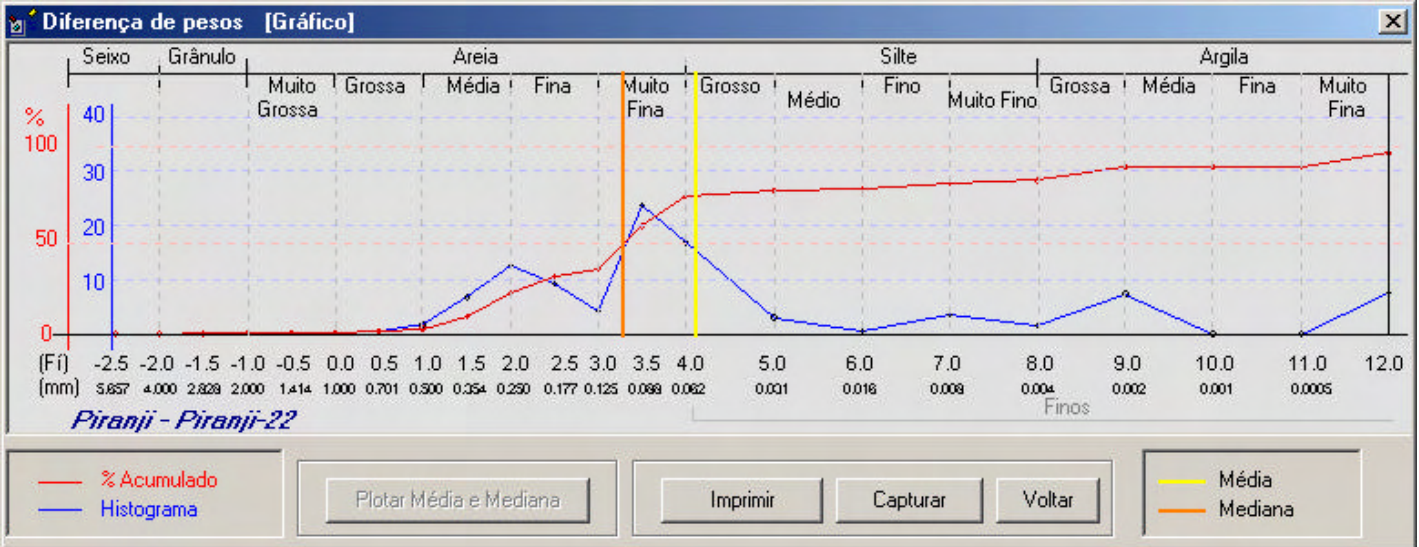
Gr. Seleção: Muito pobremente selecionado

Diagrama Triangular

Areia

Larsonneur

Lama Terrígena Arenosa - LL1a



Imprimir amostra
Voltar
Imprimir

ANASED 5.0J

Programa de Análise Sedimentológica

Piranji - Piranji-23

D(mm)	F _i	Peso	%	%Acum.
5.660	-2.5	9.36	9.36	9.36
4.000	-2.0	0.29	0.29	9.65
2.830	-1.5	0.5	0.5	10.15
2.000	-1.0	0.93	0.93	11.08
1.400	-0.5	0.44	0.44	11.52
1.000	0.0	0.32	0.32	11.84
0.710	0.5	1.76	1.76	13.6
0.500	1.0	6.81	6.81	20.41
0.350	1.5	18.02	18.02	38.43
0.250	2.0	17.79	17.79	56.22
0.177	2.5	7.66	7.66	63.88
0.125	3.0	4.29	4.29	68.17
0.088	3.5	7.49	7.49	75.66
0.064	4.0	8.55	8.55	84.21
0.031	5.0	7.91	7.91	92.12
0.016	6.0	2.5	2.5	94.62
0.008	7.0	2.5	2.5	97.12
0.004	8.0	0.5	0.5	97.62
0.002	9.0	2.35	2.35	99.97
0.001	10.0	0	0	99.97
0.0005	11.0	0	0	99.97
0.0003	12.0	0.03	0.03	100

Pesos e Teores

Peso total da Amostra	100
Peso total de Grossos	84.21
Peso total de Finos	15.79
Teor de Cascalho (%)	11.08
Teor de Areia (%)	73.13
Teor de Silte (%)	13.41
Teor de Argila (%)	2.38
Teor de Carbonato (%)	

Parâmetros estatísticos

Média	2.163
Mediana	1.8252
Curtose	1.5638
Assimetria	0.14
Desvio Padrão	2.1741

Percentis

ø01	-2.9466	ø50	1.8252
ø05	-2.7329	ø75	3.4559
ø16	0.6762	ø84	3.9877
ø25	1.1274	ø95	6.152

Localização da amostra

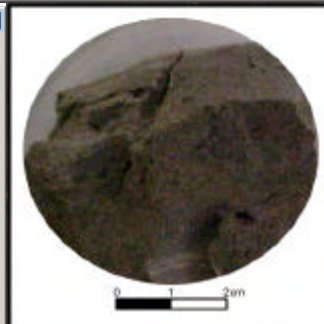
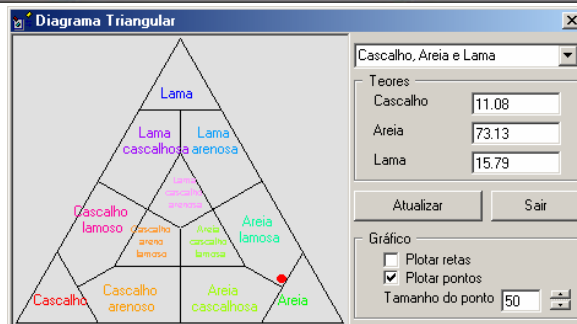
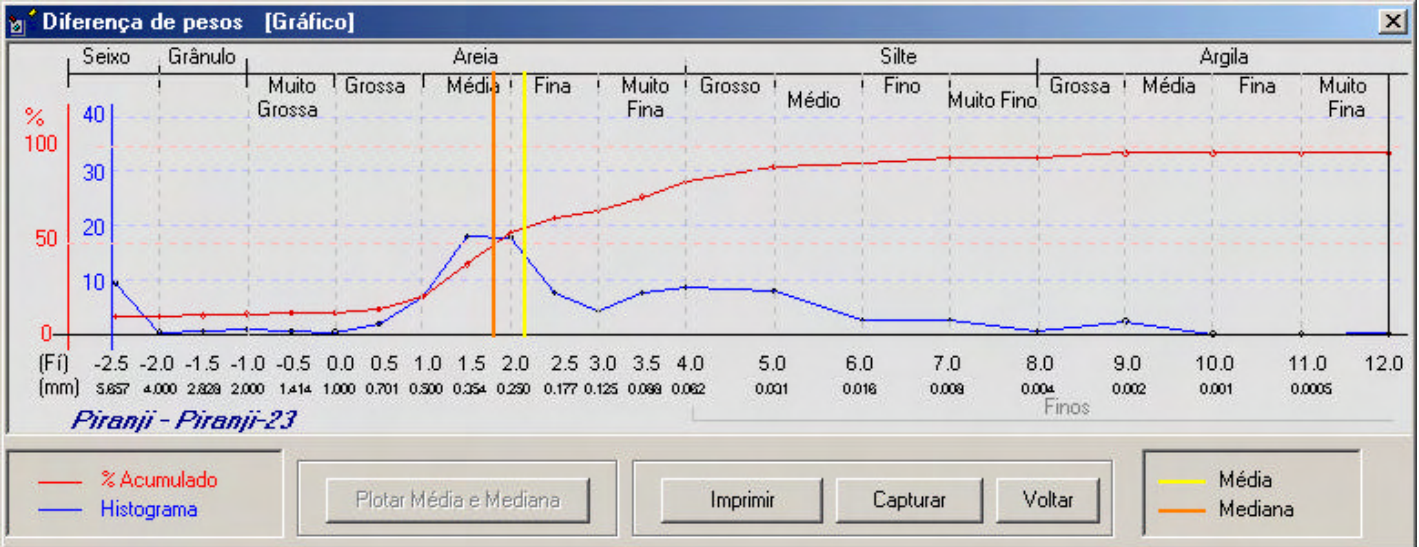
Coordenadas: Profundidade:

Folk e Ward

Média:
 Mediana:
 Gr. Seleção:

Diagrama Triangular

Larsonneur



Imprimir amostra
ANASED 5.0J
Piranji - Piranji-24

D(mm)	Fi	Peso	%	%Acum.
5.660	-2.5	0	0	0
4.000	-2.0	0	0	0
2.830	-1.5	0.07	0.07	0.07
2.000	-1.0	0.03	0.03	0.1
1.400	-0.5	0.04	0.04	0.14
1.000	0.0	0.07	0.07	0.21
0.710	0.5	0.23	0.23	0.44
0.500	1.0	0.44	0.44	0.88
0.350	1.5	2.56	2.56	3.44
0.250	2.0	5.53	5.53	8.97
0.177	2.5	4.41	4.41	13.38
0.125	3.0	1.38	1.38	14.76
0.088	3.5	6.34	6.34	21.1
0.064	4.0	12.77	12.77	33.87
0.031	5.0	29.78	29.78	63.65
0.016	6.0	4.5	4.5	68.15
0.008	7.0	5.5	5.5	73.65
0.004	8.0	7.5	7.5	81.15
0.002	9.0	18.85	18.85	100
0.001	10.0	0	0	100
0.0005	11.0	0	0	100
0.0003	12.0	0	0	100

Pesos e Teores

Peso total da Amostra: 100

Peso total de Grossos: 33.87

Peso total de Finos: 66.13

Teor de Cascalho (%): 0.1

Teor de Areia (%): 33.77

Teor de Silte (%): 47.28

Teor de Argila (%): 18.85

Teor de Carbonato (%):

Localização da amostra

Coordenadas: -37.8504 Profundidade: 1.1

-4.4011

Parâmetros estatísticos

Média: 5.2635

Mediana: 4.5416

Curtose: 0.8242

Assimetria: 0.3054

Desvio Padrão: 2.3382

Folk e Ward

Média: Silte Médio

Mediana: Silte Grossa

Gr. Seleção: Muito pobremente selecionado

Diagrama Triangular

Lama Arenosa

Larsonneur

Lama Terrígena Arenosa - LL1b

Percentis

ø01	1.0234	ø50	4.5416
ø05	1.641	ø75	7.18
ø16	3.0978	ø84	8.1512
ø25	3.6527	ø95	8.7347

