

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA JÚLIO DE MESQUITA FILHO

UNESP - CAMPUS EXPERIMENTAL DO LITORAL PAULISTA

UNIDADE DO LITORAL PAULISTA

Parâmetros geo-físico-químicos do Rio Itaguapé, Bertioga-SP

Gustavo Vilela Rosário

São Vicente – SP

2010

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA JÚLIO DE MESQUITA FILHO
UNESP - CAMPUS EXPERIMENTAL DO LITORAL PAULISTA
UNIDADE DO LITORAL PAULISTA

Parâmetros geo-físico-químicos do Rio Itaguapé, Bertioga-SP

Gustavo Vilela Rosário

Orientador: Prof. Dr. Francisco Sekiguchi de Carvalho e Buchmann

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Campus do Litoral
Paulista - UNESP, como parte dos
requisitos para a obtenção do título de
Bacharel em Ciências Biológicas,
modalidade Gerenciamento Costeiro

São Vicente – SP
2010

Rosário, Gustavo Vilela

Parâmetros geo-físico-químicos do Rio Itaguapé, Bertioga-SP / Gustavo Vilela Rosário – São Vicente, 2010.

46 p.

Trabalho de conclusão (Bacharelado - Ciências Biológicas) - Universidade Estadual Paulista, Campus Experimental do Litoral Paulista - Unidade São Vicente.

Orientador: Francisco Sekiguchi de Carvalho e Buchmann

1. Oceanografia física 2. Oceanografia geológica 3. Conservação

CDD 551.46

Palavras-chaves: Itaguapé, Estuário, Georreferenciamento, Cunha Salina, Sedimentologia, Unidade de Conservação.

Dedico este trabalho aos seres que amo,
especialmente à memória de meu Padrinho.

“Um cientista é um homem tão débil e humano como qualquer outro; no entanto, a busca científica pode enobrecê-lo, inclusive na contramão de sua vontade. E esse é o aspecto mais triste da vida atual: a ciência ganha em conhecimento mais rapidamente do que a sociedade em sabedoria.”

Isaac Asimov

AGRADECIMENTOS

Com carinho dedico esse trabalho aos seres que amo. Listarei de forma caótica alguns agradecimentos, pois são muitos e eu não conseguiria atribuir escalas de prioridade.

Agradeço sinceramente,

a minha mãe, por existir;

ao meu pai, pelos ensinamentos e por possuir no interior da sua personalidade impassível, um frágil coração;

as minhas irmãs, Gau e Grá, por constituir meu porto seguro;

aos demais familiares, que procuro ter próximos a mim;

ao Chico, por ser um bom amigo e por me acompanhar nessa jornada de aventuras e desventuras, ensinando e orientando;

ao Zebuzinho, por ser fiel, leal e um verdadeiro companheiro;

ao Afrínio, por ser puro e dividir bons momentos comigo;

a Catotê, por saber fazer um exímio cappuccino;

ao Macú, pelos chimas e pelos sorrisos;

a Barmytsva, por me instigar esse trabalho e pelos belos olhos azuis;

aos parceiros de Itaguapé: Sokete, Flinck, Cc, Margarida, Yudi, Haron, Bisnaga, Sekuela, Porvinhas e Mutucas, por presenciarem comigo um pedaço do paraíso;

aos amigos: Bicudo, Navala, Farofeiro, Moçoila, Elena, Cyro, No-way, Glauco, Poeta, Pizza, Boça, Cota, Tixa, Dakú, Mimos, Lixão, Tieta, Boto e muitos outros, por preencherem minha memória com tão boas lembranças;

ao Cabeça, por me manter vivo e ser o motorista da turma.

ao professor Bob, pelos conselhos e pelo exemplo de dedicação;

ao professor Denis, por me ajudar nos momentos de dúvida;

a Conceição, por me auxiliar com imensa simpatia em vários momentos.

aos técnicos de laboratório: Lú, Márcia, Beto e Wagner, pela força;

e a todas as pessoas que contribuíram para que eu cursasse uma universidade pública, mesmo sem notarem.

Por fim, sou grato aos deuses, aos imortais e aos passarinhos. E a todos os entes da natureza que conspiram a favor da justiça e do equilíbrio.

Sumário

AGRADECIMENTOS	6
Lista de Figuras	8
Lista de Tabelas	10
1. RESUMO.....	11
2. ABSTRACT	12
3. INTRODUÇÃO	13
3.1 - Ação antrópica na região.....	14
4. MATERIAL E MÉTODOS	18
4.1 - Área de estudo	18
4.2 - Trabalho de campo e análise dos dados	19
4.2.1 - Pontos de coleta	19
4.2.2 - Sedimentologia	20
4.2.3 - Georreferenciamento	21
4.2.4 - Batimetria.....	21
4.2.5 - Salinidade (S), Temperatura (T) e Transparência (Ts)	22
4.2.6 - Registro fotográfico	24
5. RESULTADOS	25
5.1 - Sedimentologia.....	25
5.2 - Georreferenciamento.....	28
5.3 - Batimetria	28
5.4 - Salinidade, Temperatura e Transparência.....	29
5.5 - Registro fotográfico.....	35
6. DISCUSSÃO	38
6.1 - Sedimentologia.....	38
6.2 - Georreferenciamento	38
6.3 - Batimetria	39
6.4 - Salinidade, Temperatura e Transparência	39
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	42
8. BIBLIOGRAFIA	43

Lista de Figuras

Figura 1. Imagens aéreas da região de Itaguapé, Bertioga-SP (USP).....	16
Figura 2. Representação gráfica dos limites da APA Marinha do litoral Centro-setor Guaíbe (Decreto Estadual 53.526), com destaque para a Bacia do Rio Itaguapé.....	18
Figura 3. Localização dos pontos de coleta de dados (Fonte: <i>Google Earth</i>)..	19
Figura 4. Localização dos pontos de coleta de sedimentos (Fonte: <i>Google Earth</i>).....	20
Figura 5. Localização dos pontos para aquisição dos valores batimétricos (Fonte: <i>Google Earth</i>).....	22
Figura 6. Localização dos pontos para aquisição dos valores de S, T e Ts (Fonte: <i>Google Earth</i>).....	23
Figura 7. Classificação e composição percentual das amostras de sedimento.....	25
Figura 8. Composição percentual dos sedimentos arenosos para os intervalos granulométricos.....	25
Figura 9. Curva de frequência acumulada em mm-phi, segundo Inman (1952), onde silte e a argila são descritos por lama.....	26
Figura 10. Fotografias dos grãos arenosos do ponto Extra 1, com destaque para composição mineralógica.....	27
Figura 11. Fotografias dos grãos arenosos do Ponto 5 e Praia.....	27
Figura 12. Malha amostral do georreferenciamento sobreposta em imagem de satélite (<i>Google Earth</i>), com destaque para a região noroeste.....	28
Figura 13. Valores de profundidade nos pontos ao longo do rio.....	29
Figura 14. Comportamento sazonal da curva de salinidade no ponto Meandro, com seus desvios-padrão.....	29
Figura 15. Comportamento da curva de salinidade nos pontos extras do rio.....	30
Figura 16. Comportamento da curva de salinidade no Inverno e na Primavera, com seus desvios-padrão.....	31
Figura 17. Comportamento da curva de salinidade no Verão e no Outono, com seus desvios-padrão.....	32
Figura 18. Comportamento das curvas de S e T ao longo da coluna d'água, amostrado no Outono.....	33

Figura 19. Comportamento das curvas de S e T ao longo da coluna d'água, amostrado no Inverno.....	34
Figura 20. Comportamento sazonal das curvas de profundidade e transparência, no curso do rio.....	35
Figura 21. Fotografias da fauna no interior do rio, bem como na praia.....	36
Figura 22. Fotografias da flora no interior do rio, bem como na praia.....	36
Figura 23. Fotografias obtidas durante a realização das coletas, contemplando alguns dos instrumentos empregados no trabalho.....	37
Figura 24. Imagem de satélite, com destaque para os erros de georreferenciamento no mosaico de imagens do programa <i>Google Earth</i>	39
Figura 25. Classificação dos estuários quanto à estrutura salina (PRITCHARD, 1989).....	40

Lista de Tabelas

Tabela 1: Coordenadas dos pontos de coleta de dados.....	19
Tabela 2: Horário de coleta dos dados de S, T e Ts.....	23
Tabela 3: Dados oceanográficos dos dias de coleta (INPE).....	24
Tabela 4: Análise e classificação estatística dos dados granulométricos.....	26

1. RESUMO

O Estuário do Rio Itaguapé (Bertioga, SP) é integrante da bacia de mesmo nome, a qual está em processo de consolidação como Unidade de Conservação. A região é o último corredor ecológico da Baixada Santista, ligando a vegetação litorânea com a Serra do Mar. Nesse sentido, o presente trabalho determinou os parâmetros geo-físico-químicos do estuário, através da aquisição e da análise de dados batimétricos, sedimentológicos, termohalinos e estéticos (transparência). O enquadramento da zona de contato entre as águas fluviais e marinhas permitiu classificar o ambiente. O Estuário do Rio Itaguapé pode ser classificado como do Tipo A (Cunha Salina), durante o verão, primavera e inverno 2009. Durante o outono de 2009, o estuário foi classificado como do Tipo B (parcialmente misturado). Devido às suas baixas profundidades e alterações sazonais na geometria da foz, geomorfologicamente o estuário pode ser classificado como Construído por Barra. Estes resultados pretendem suportar a elaboração de um futuro Plano de Manejo para essa Unidade de Conservação.

Palavras-chaves: Itaguapé, Estuário, Georreferenciamento, Cunha Salina, Sedimentologia, Unidade de Conservação

2. ABSTRACT

The Estuary of Itaguapé River (Bertioga, SP) belongs to the basin with the same name, which is becoming a Conservation Unit. The region represents the last ecological corridor, at Baixada Santista, connecting the vegetation of the beach with Serra do Mar. Likewise, this study has determined the geo-physical-chemical parameters of the estuary, through analysis of a bathymetrical, sedimentological, thermohaline and aesthetical (transparency) dataset. The match of the contact zone between fresh and marine water, allowed to classifying the environment. The Estuary of Itaguapé River may be classified as A Type (Salt-Wedge), during summer, spring and winter of 2009. During autumn of 2009, the estuary was classified as B Type (partially mixed). Due to low depths found along the estuary and sazonal changes in mouth geometry, the estuary can be geomorphological classified as Built by Bar. These results intend to contribute with the possible Management Plan to this Conservation Unit.

Keywords: Itaguapé, Estuary, Georeference, Saline Wedge, Sedimentology, Conservation Unit

3. INTRODUÇÃO

A importância de estudos em regiões estuarinas caracteriza-se pelo potencial ecológico e produtivo que apresentam esses ambientes, como berçário natural de diversas espécies animais e áreas climaticamente adequadas ao desenvolvimento de marismas e manguezais. A exploração acelerada de ecossistemas costeiros, para construção de portos de navegação bem como para o turismo e outras atividades, contribui para um eminente colapso dos recursos vivos e não-vivos, afetando diretamente na dinâmica ecológica e alterando prejudicialmente os sistemas de abrigo e proteção (LANA *et al.*, 2006).

O conhecimento dos processos que ocorrem nos estuários deve ser utilizado como uma ferramenta para o gerenciamento deste ambiente, orientando as tomadas de decisões sobre um recurso natural de indiscutível relevância, visando à utilização sensata e sustentável.

A cobertura sedimentar litorânea da Baixada Santista possui idade Quaternária (Pleistoceno e Holoceno), sendo constituída por sedimentos terrígenos não litificados, com grãos soltos ou frouxamente ligados entre si, como areias, siltes e argilas (RODRIGUES, 1965; FONTES *et al.*, 2008). O processo de sedimentação marinha fez com que se formassem cordões arenosos que foram sendo depositados pelo mar ao longo da linha de costa, sendo posteriormente recobertos por sedimentos trazidos pelas águas e pelos ventos do continente, e atrás dos cordões, seguem-se imediatamente as planícies pantanosas (FIERZ & ROSA, 1999). As regiões arenosas apresentam grãos constituídos na sua maior parte por quartzo, acompanhado de quantidades variáveis de mica e feldspato.

Os parâmetros geomorfológicos, químicos, biológicos e físicos permitem classificar o sistema estuarino. Um exemplo é dado pela pluviosidade local, que modifica a salinidade e a temperatura da água, a granulometria do sedimento e os fluxos de água doce e salgada dos ambientes estuarinos (FONTES *et al.* 2008). A definição de estuário utilizada neste trabalho foi proposta por Cameron & Pritchard (1963) e adaptada por Dyer (1997). Este último, sobre um ponto de vista sedimentológico, abordou o estuário como um corpo de água costeiro semifechado, com interligação livre com o oceano aberto, estendendo-

se rio acima até o limite da influência da maré, sendo que em seu interior a água do mar é mensuravelmente diluída pela água doce oriunda da drenagem continental.

No mundo todo se estuda a intrusão salina em estuários, principalmente para aqueles que apresentam caráter estratificado (FORD *et al.*, 1990; JAY & SMITH, 1990; KURUP *et al.*, 1998; WANG & KRAVITZ, 1980; WANG, 1998). A presença da zona de turbidez (alta concentração de sedimentos em suspensão), que favorece a adsorção de contaminantes pelos sedimentos (DYER, 1997), e os efeitos da estratificação sobre a estabilidade da coluna d'água, que atua sobre a qualidade da água e pode levar a anoxia das águas de fundo (KURUP *et al.*, 1998), são fatores que estimulam estes estudos. Esse estímulo pode também estar associado a outros fatores, como o avanço da intrusão salina, que pode afetar o abastecimento de cidades situadas às margens (McANALLY & PRITCHARD, 1997), ou as captações de água doce para utilização industrial (MEDEIROS & VINZON, 2000).

O presente trabalho teve como objetivo geral descrever o Estuário do Rio Itaguaré, através dos seus parâmetros geo-físico-químicos.

Como objetivos específicos:

- Determinar a posição e a influência de cunha salina, através dos dados de salinidade e temperatura;
- Georreferenciar o contorno do rio para monitorar suas alterações;
- Realizar a batimetria ao longo do estuário;
- Caracterizar as fácies sedimentares do fundo estuarino, inferindo prováveis origens e distribuição dos sedimentos, através de parâmetros granulométricos e estatísticos.

3.1 – Ação antrópica na região

A implantação de políticas e ações que auxiliem no uso sustentável das regiões costeiras, tornou-se uma preocupação crescente no Brasil, principalmente para os sistemas estuarinos. Essa necessidade surge a partir

de conflitos contínuos, gerando debates políticos que comumente envolvem interesses industriais e comerciais (MIRANDA *et al.*, 2002).

A Baixada Santista é caracterizada por uma região costeira que representa uma zona de transição terra-oceano, expressa pela interação destas com os parâmetros climáticos associados (AB'SÁBER, 2006). Além dos fatores como pluviosidade e variações no nível do mar, a morfologia dessa região é alterada por influências antrópicas (VILLWOCK, 1994; CROSSLAND *et al.*, 2005; FLORENZANO, 2008).

Em consequência do aumento do turismo, iniciou-se uma crescente procura das áreas situadas sobre os cordões arenosos, que foram valorizadas pela especulação imobiliária, em função da proximidade da praia. Em contrapartida, as terras situadas no sopé da serra tiveram uma recuperação em área de vegetação 7% maior, quando comparadas as décadas de 60 a 90. No período de 1962 a 1994, houve uma perda de 69% da vegetação sobre os cordões arenosos, ficando os remanescentes restritos à Praia de Itaguapé, que representa a última área de planície litorânea com restinga bem preservada (GIRARDI *et al.*, 2005).

A análise das modificações ocorridas no uso e ocupação do solo em Bertioga, através de fotografias aéreas de anos diferentes (1962, 1977, 1986 e 1994), foi usada para concluir que as áreas de maiores alterações foram localizadas na planície, mais próximas das praias, sofrendo a pressão dos loteamentos, da expansão urbana e da especulação imobiliária (FIERZ & ROSA, 1999). As fotografias de 1962, 1973 e 1994 (Fig. 1), adquiridas com o Departamento de Geografia da Universidade de São Paulo (USP), ilustram a ação antrópica na região.

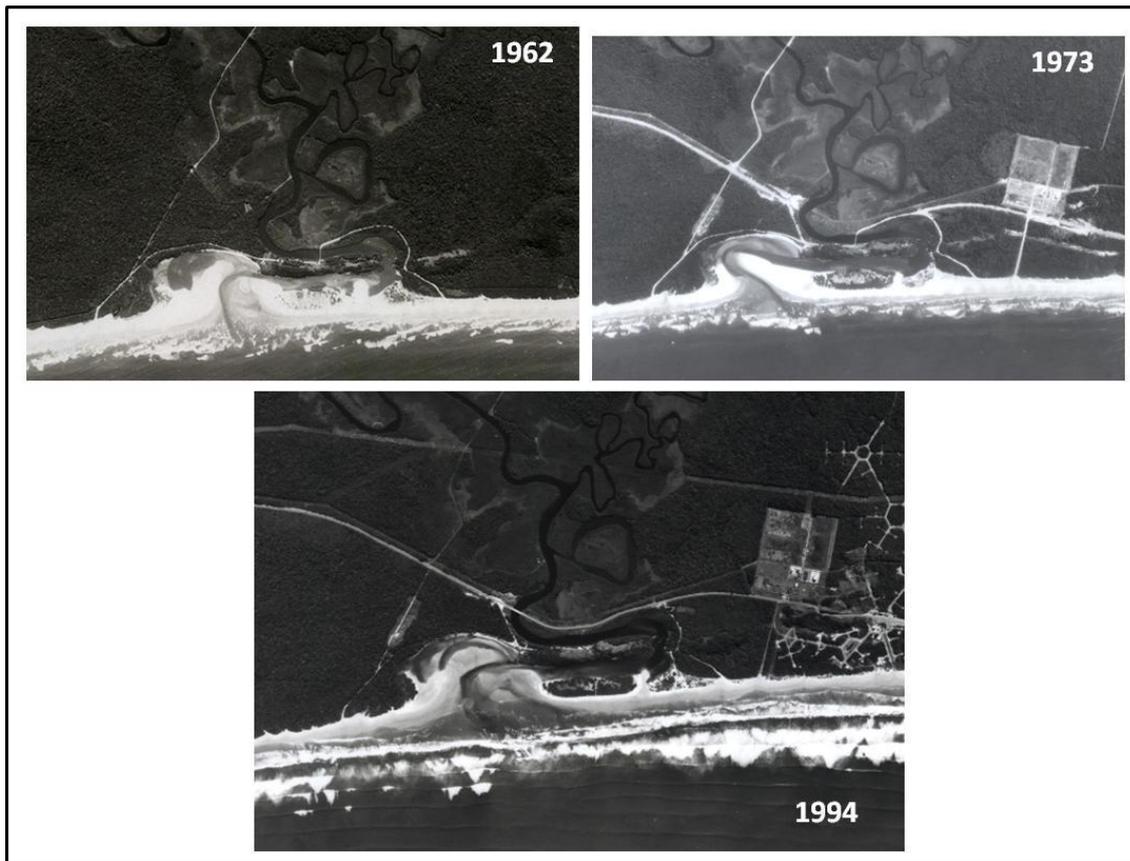


Figura 1 - Imagens aéreas da região de Itaguapé, Bertioga-SP (USP).

Em 1962 ocorreram loteamentos e desmatamentos, devido à inclusão de estradas que cortavam a vegetação. A intensificação desse processo ocorreu na década de 80 com a construção de novas vias de acesso, como a rodovia Rio-Santos (SP-55). Nessa mesma década ocorreu a implantação de grandes condomínios, que ocuparam a Enseada de São Lourenço. Empreendimentos, como Costa do Sol e Guaratuba (praia de Guaratuba), Morada da Praia (Boracéia), Boungainville e Maitinga (praia da Enseada), iniciaram-se no ano de 1986 e foram continuados na década de 90. Essa continuidade se deu com a instalação de novos loteamentos, como Jardim Albatroz, Centerville e Hanga-Hoa, onde toda a vegetação foi retirada para a construção de casas de alto padrão (FIERZ & ROSA, 1999).

A Bacia do Rio Itaguapé ainda não se encontra como uma Unidade de Conservação, apesar de representar um *continuum* de restinga que não é identificado em nenhum outro local da Baixada Santista (GIRARDI *et al.*, 2005). Este corredor começa na Rodovia Moji-Bertioga e segue até a Rodovia dos Tamoios, em São Sebastião, no sentido Norte-Sul. No sentido Leste-Oeste tem

seus limites pelo trecho do litoral de Bertioga e São Sebastião, e no trecho de Planalto pelos municípios de Salesópolis, Mogi das Cruzes e Biritiba Mirim.

A importância desse corredor, como habitat das espécies que ocorrem no Parque Estadual da Serra do Mar, fica evidente quando outros estudos são analisados, como o estudo dos Núcleos Cubatão e Curucutu, que perderam suas matas de planície e muitas espécies representativas, ao ficarem isoladas nas áreas de altitude do Parque Estadual da Serra do Mar. Estas espécies acabaram se extinguindo por falta de espaço e/ou por consanguinidade (BELLATO & MENDES, 2002).

Este trabalho busca subsidiar o futuro Plano de Manejo, a fim de consolidar a Bacia do Rio Itaguapé como uma Unidade de Conservação (UC). O embasamento para este objetivo encontra-se na instrumentação legal associada à zona costeira, que a define como o espaço geográfico da interação do ar, do mar e da terra, incluindo os recursos naturais e abrangendo uma faixa marítima e outra terrestre. Esta definição compõe o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC), instituído pela Lei nº 7.661, de 16 de maio de 1998, que fornece as diretrizes para a criação do GERCO (Gerenciamento Costeiro). Este programa permite aos estados que desenvolvam seus próprios planos de gerenciamento costeiro, como o plano do Estado de São Paulo (Lei nº 10.019) que subdivide a Zona Costeira paulista em quatro zonas, dentre elas o setor da Baixada Santista. Os princípios que norteiam esse plano buscam proteger a qualidade de vida da população local e dos ecossistemas associados, bem como adequar a utilização dos recursos naturais, visando o cumprimento do Zoneamento Ecológico Econômico (ZEE).

A descrição do ZEE está no Capítulo 1 do Decreto 4297, parágrafo único: *“O ZEE, na distribuição espacial das atividades econômicas, levará em conta a importância ecológica, as limitações e as fragilidades dos ecossistemas, estabelecendo vedações, restrições e alternativas de exploração do território e determinando, quando for o caso, inclusive a realocação de atividades incompatíveis com suas diretrizes gerais.”*

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 - Área de estudo

O trabalho foi realizado no Estuário do Rio Itaguapé, pertencente à bacia de mesmo nome, localizado no município de Bertioga-SP, região metropolitana da Baixada Santista. Este estuário compõe os 85% das Áreas de Preservação Permanente do território municipal (LICHTI, 2002). Nesta área, o interesse por estudos deve-se ao grau de preservação da fauna e da flora, bem como a crescente especulação imobiliária no local, uma vez situada entre 2 grandes condomínios (Riviera de São Lourenço e Guaratuba). Outro fator deve-se ao enquadramento da região como o último corredor ecológico da Baixada Santista, conectando a vegetação de praia a Serra-do-Mar (CAPEL & BUCHMANN, 2009; ROSÁRIO & BUCHMANN, 2010). A zona marinha da Bacia do Rio Itaguapé (Fig. 2) está consolidada como Área de Proteção Ambiental (APA Marinha do litoral Centro – setor Guaíbe), segundo o Decreto Estadual 53.526.

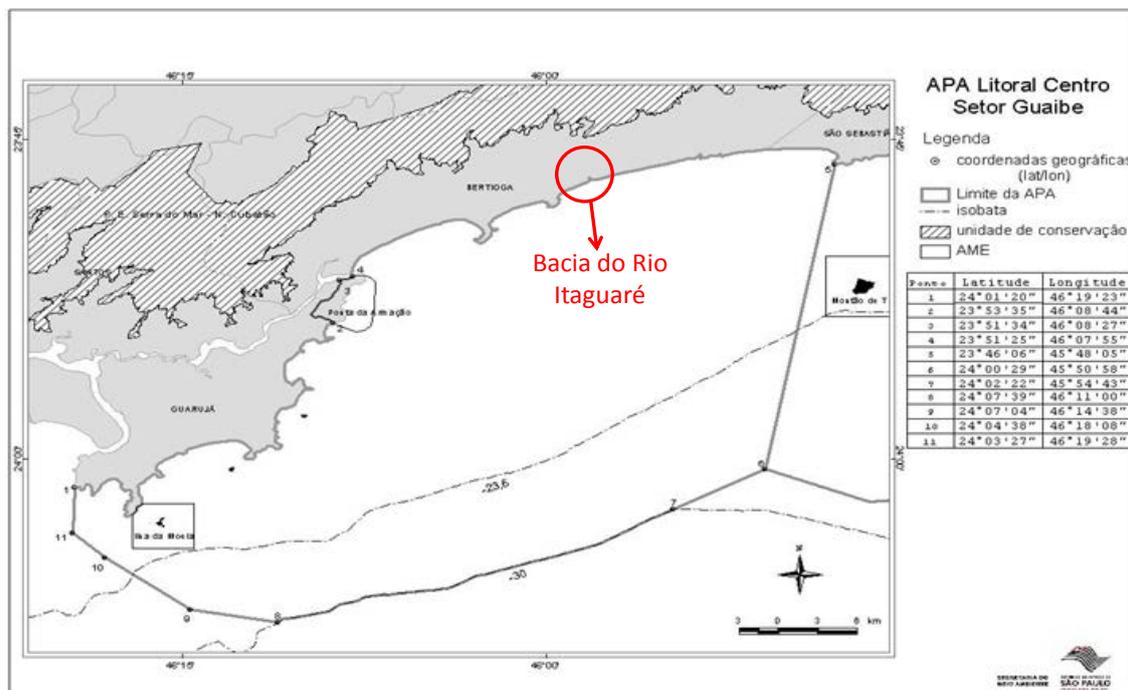


Figura 2 – Representação gráfica dos limites da APA Marinha do litoral Centro–setor Guaíbe (Decreto Estadual 53.526), com destaque para a Bacia do Rio Itaguapé.

4.2 – Trabalho de campo e análise dos dados

4.2.1 – Pontos de coleta

A localização dos pontos para a coleta de dados (Fig. 3) foi adquirida com um GPS (*Garmin*, modelo *Etrex Legend*), plotada no programa *Trackmaker-13.3* e visualizada no programa *Google Earth*.

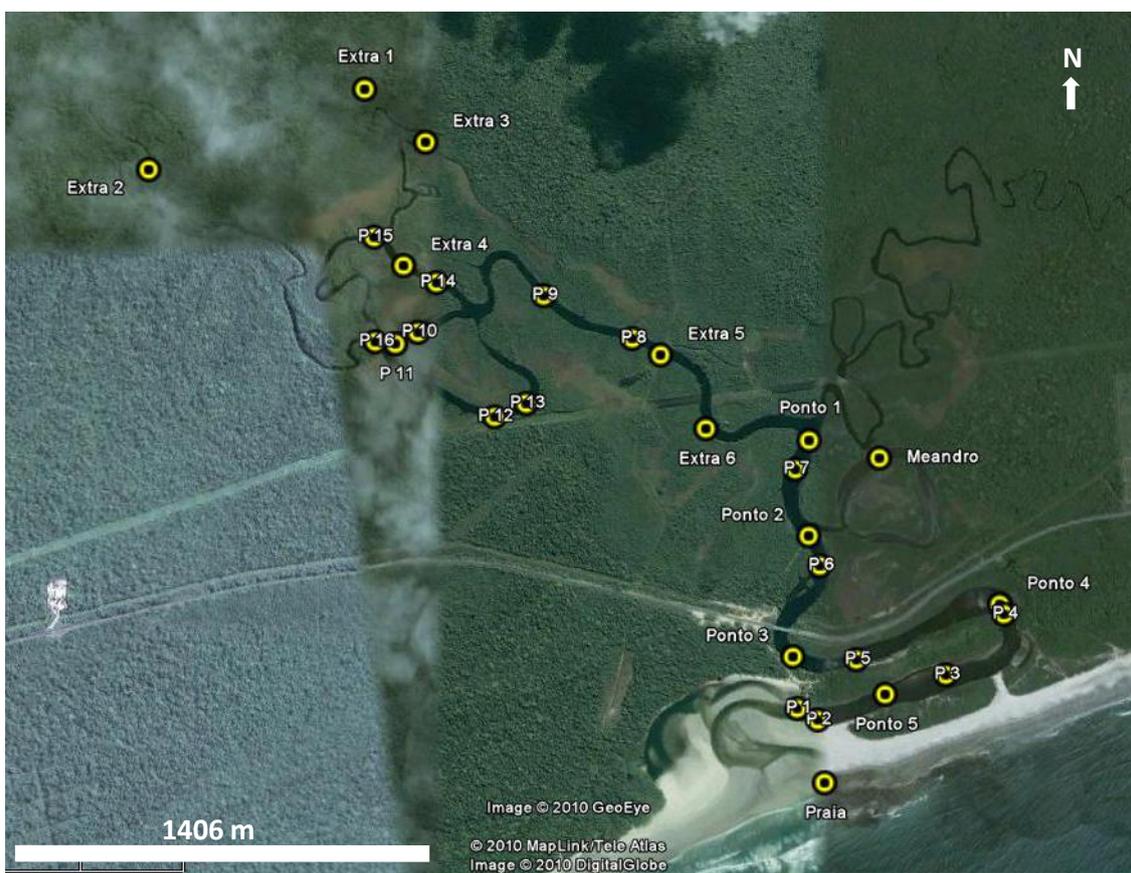


Figura 3 – Localização dos pontos de coleta de dados (Fonte: *Google Earth*).

As coordenadas dos pontos (Tab. 1) foram plotadas no *Microsoft Excel/2007*.

Tabela 1 – Coordenadas dos pontos de coleta de dados.

	UTM (W)	UTM (N)		UTM (W)	UTM (N)		UTM (W)	UTM (N)
	(23 K)			(23 K)			(23 K)	
P 1	401273	7369797	P 11	399890	7371038	Extra 5	400797	7371006
P 2	401343	7369759	P 12	400231	7370789	Extra 6	400954	7370754
P 3	401779	7369916	P 13	400339	7370836	Ponto 1	401307	7370716
P 4	401974	7370126	P 14	400030	7371248	Ponto 2	401308	7370389
P 5	401472	7369967	P 15	399815	7371402	Ponto 3	401256	7369975
P 6	401346	7370287	P 16	399822	7371044	Ponto 4	401961	7370160
P 7	401260	7370617	Extra 1	399780	7371907	Ponto 5	401573	7369848
P 8	400700	7371061	Extra 2	399045	7371627	Meandro	401547	7370657
P 9	400396	7371206	Extra 3	399989	7371728	Praia	401369	7369543
P 10	399967	7371077	Extra 4	399917	7371306			

4.2.2 – Sedimentologia

Foram realizadas 2 saídas a campo, nos dias 6 e 23 de março de 2010, onde se utilizaram 2 caiaques e 1 bote inflável, para o deslocamento ao longo do rio, e equipamento de mergulho autônomo para a coleta, em 9 pontos, dos sedimentos de fundo (Fig. 4). As profundidades foram adquiridas com um sonar (*Garmin Fishfinder*).



Figura 4 - Localização dos pontos de coleta de sedimentos (Fonte: *Google Earth*).

Os sedimentos foram lavados para remoção dos sais e secos em estufa (Odontobrás, modelo 1.3) a 60°C; foram submetidos a ácido clorídrico (10%) para eliminação dos carbonatos, novamente lavados e colocados em estufa;

posteriormente foram pesados em balança analítica (Marte, modelo AS500c) com 0,01g de precisão; foram elutriados em peneira de malha 0,063mm, para eliminação do silte e da argila; para a eliminação da matéria orgânica utilizou-se uma mufla (Quimis, modelo Q-318M24) a 500°C, durante 4 horas; a seguir foram separados em um conjunto de peneiras com malhas de 1, 0,5, 0,25, 0,125 e 0,063mm. Por fim, através do programa Microsoft *Excel* 2007, os valores obtidos nas pesagens foram utilizados para a plotagem dos gráficos de classe e intervalos granulométricos, bem como o de curva de frequência acumulada.

As amostras foram observadas em lupa binocular (*Leica* MZ 75), acoplada a uma máquina digital (*Leica* DFC 290). A análise dos parâmetros granulométricos de Folk & Ward (1957) e Wentworth (1922) foram utilizados para avaliar a distribuição dos sedimentos. As análises estatísticas dos dados granulométricos foram feitas com base no gráfico de curva de frequência acumulada, seguindo o método sugerido por Suguio (1973) para os cálculos de diâmetro médio e grau de seleção, e por Folk & Ward (1957) para os cálculos de grau de assimetria e curtose.

4.2.3 – Georreferenciamento

A malha amostral do georreferenciamento foi adquirida em 2 saídas, datadas em 27 de outubro de 2009 e 11 de fevereiro de 2010. Os dados foram obtidos utilizando-se 2 GPSs (*Garmin*, modelo *Etrex Legend*), através do deslocamento ao longo do rio. Este foi feito com caiaques, subindo pela margem direita no sentido foz-nascente e descendo pela margem esquerda no sentido nascente-foz. A inacessibilidade dos caiaques, devido ao adensamento da vegetação, impossibilitou o alcance das nascentes. Os dados foram plotados no programa *Trackmaker-13.3* e visualizados no *Google Earth*.

4.2.4 – Batimetria

Os perfis batimétricos foram adquiridos no dia 25 de março de 2009, tendo sido o ponto P1 coletado às 8h13min, o ponto P16 às 11h33min e os

demais pontos no respectivo intervalo. A tábua de maré (Santos-SP) para esse dia mostrou estofa de vazante (0,4m) às 8h21min e estofa de enchente (1,6m) às 14h45min. Os valores de profundidade foram adquiridos a partir de um sonar (*Garmin*, modelo *Fishfinder 120*), com precisão igual a 10cm e frequência de 200kHz, para região submersa. Foram georreferenciados 16 perfis para coleta (Fig. 5), selecionando-se os maiores valores de profundidade para cada ponto. Os dados foram plotados no Microsoft *Excel* 2007 para obtenção de um gráfico.



Figura 5 – Localização dos pontos para aquisição dos valores batimétricos (Fonte: *Google Earth*).

4.2.5 – Salinidade (S), Temperatura (T) e Transparência (Ts)

Foram realizadas 12 saídas a campo (Tab. 2), no período de 10 de novembro de 2009 a 28 de julho de 2010, para coleta dos dados de salinidade, temperatura e transparência, em 13 pontos do rio (Fig. 6). Com exceção dos

pontos extras, que tiveram apenas uma coleta, os demais pontos forneceram dados para todas as saídas.

Tabela 2 – Horário de coleta dos dados de S, T e Ts.

	10-nov-09	27-nov-09	11-fev-10	24-fev-10	6-mar-10	23-mar-10	27-abr-10	12-mai-10	31-mai-10	15-jun-10	7-jul-10	28-jul-10
Ponto 1	-	-	-	8:35	9:13	8:17	9:15	9:45	7:05	8:00	8:14	7:41
Ponto 2	9:27	8:31	10:55	10:10	9:38	8:45	10:15	10:32	8:35	8:52	8:48	8:25
Ponto 3	9:48	8:54	11:25	11:09	10:16	9:10	10:33	10:45	8:50	9:05	9:00	8:41
Ponto 4	10:03	9:11	11:47	11:43	10:37	9:44	10:55	11:27	9:20	9:26	9:14	8:57
Ponto 5	10:21	9:33	11:59	12:22	10:48	10:17	11:15	11:50	9:40	9:41	9:35	9:16
Meandro	9:04	8:05	11:10	9:48	9:29	8:32	9:25	10:05	8:05	8:26	8:37	8:08

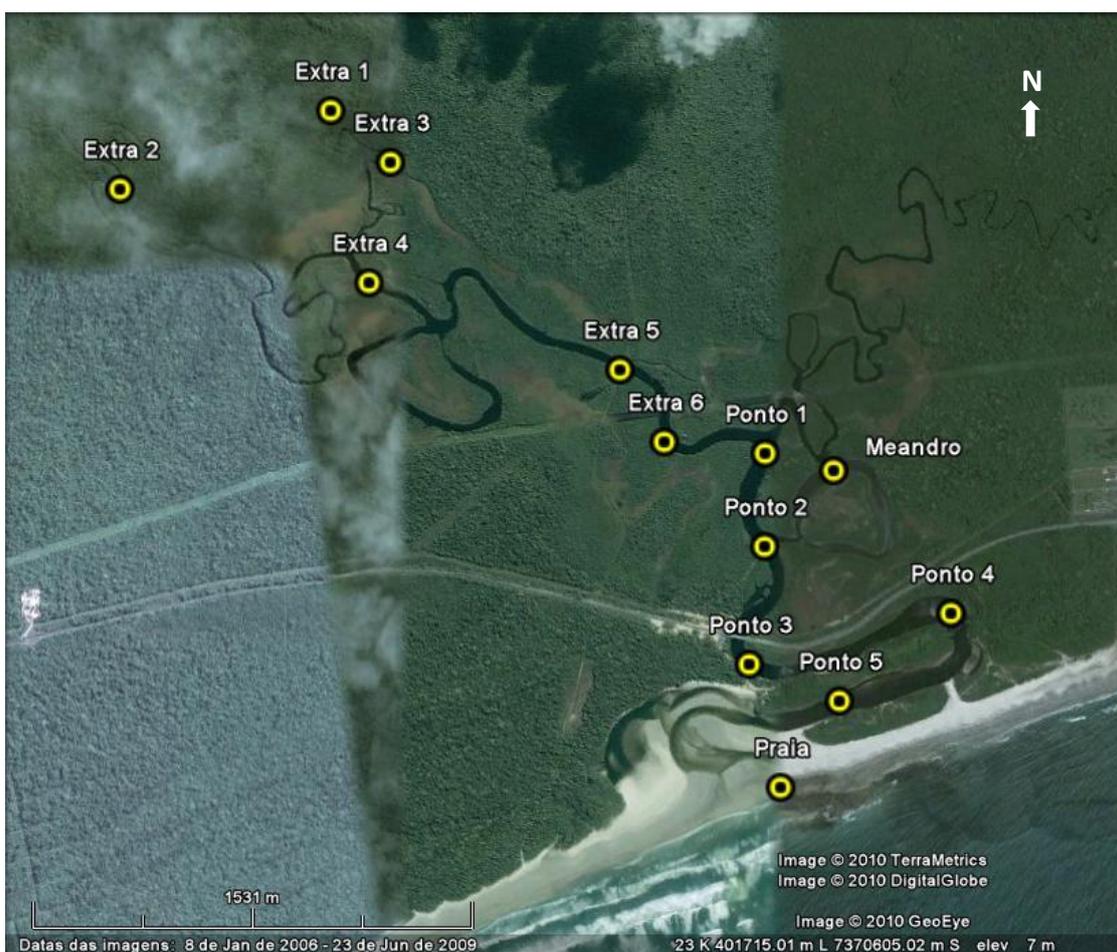


Figura 6 - Localização dos pontos para aquisição dos valores de S, T e Ts (Fonte: Google Earth).

Foram coletados os dados oceanográficos (INPE), respectivos aos dias das saídas de campo (Tab. 3), para posterior discussão dos resultados.

Tabela 3 - Dados oceanográficos dos dias de coleta (INPE).

	Data	Altura Ondas (m)	Período Ondas (s)	Temp. (°C) Min/Max	Tábua de Maré altura (m)	Velocidade e Direção do Vento	Velocidade do Vento (Máxima das últimas 24 horas)	Lua	Precipitação em mm/dia (últimas 24h)
Primavera	10-nov-09	1,0 a 1,3	7,2 a 7,4	25,0 / 28,0	02h58 - 0.3 11h30 - 1.1	6,0 Km/h - SE	-	Minguante	-
	27-nov-09	1,1 a 1,3	11,0 a 12,0	23,0 / 29,0	04h51 - 0.2 11h21 - 1.0	16 Km/h - NNW	-	Crescente	2,0
Verão	11-fev-10	-	-	27,0 / 28,5	07h34 - 0.6 14h00 - 1.3	-	-	Minguante	0,0
	24-fev-10	1,0 a 1,5	11 a 12	25,0 / 33,0	06h54 - 0.6 13h02 - 1.1	17 Km/h - WNW	-	Crescente	0,0
	6-mar-10	1,1 a 1,3	9,0 a 10,0	21,4 / 27,5	04h30 - 1.1 12h54 - 0.5	12 Km/h - ESSE	-	Cheia	36,58 (16h07)
	23-mar-10	0,8 a 1,0	7,0 a 8,0	22,0 / 33,0	07h32 - 0.9 10h53 - 0.9	4,8 km/h - SSW	27,5 km/h (11h31)	Crescente	0,0 (15h20)
Outono	27-abr-10	1,2 a 2,2	4,0 a 8,0	24,7 / 26,1	08h00 - 0.3 13h58 - 1.5	34,1 km/h - SSW	38,0 km/h (15h00)	Crescente	-
	28-abr-10	1,8 a 1,9	7,7 a 8,9	23,8 / 24,0	08h39 - 0.2 14h30 - 1.5	12,0 km/h - ESE	14,9 km/h (15h07)	Cheia	6,6 (15h00)
	12-mai-10	1,4 a 1,8	8,5 a 9,5	14,0 / 24,0	07h39 - 0.3 14h24 - 1.6	18 km/h - WNW	43,4 km/h (15h46)	Minguante	0,0 (16h35)
	31-mai-10	1,5 a 3,5	5,0 a 9,0	16,0 / 22,0	03h21 - 1.3 11h23 - 0.2	23,0 km/h - WSW	56,3 km/h (5h09)	Cheia	2,55 (16h00)
	15-jun-10	1,9 a 2,7	10,0 a 11,0	11,0 / 24,9	03h53 - 1.3 11h30 - 0.2	12,0 km/h - NW	14,6 km/h (16h07)	Nova	0,0 (14h55)
Inverno	7-jul-10	0,9 a 1,1	5,0 a 6,0	13,0 / 25,0	06h15 - 0.5 12h39 - 1.2	16,0 km/h - NNW	-	Crescente	0,52 (15h10)
	28-jul-10	1,1 a 1,3	6,0 a 12,0	16,0 / 22,0	03h32 - 1.4 10h30 - 0.0	12,0 km/h - ESSE	14,6 km/h (14h45)	Cheia	21,84 (27/07) 5,09 (14h45)

Utilizaram-se 2 métodos para a coleta dos dados de S, T e Ts. O primeiro foi aplicado nas 8 saídas iniciais, com o auxílio de micro-tubos de 1,5 ml para coleta de água em 4 pontos de cada perfil: margens e centro da superfície, e no fundo do rio. Para coleta de fundo utilizou-se equipamento de mergulho autônomo. Os valores de salinidade foram obtidos por meio de um refratômetro manual (modelo 06) e as temperaturas foram adquiridas com termômetro de mercúrio, graduado de 0 a 60°C.

O segundo método foi utilizado nas últimas 4 saídas, que empregava o uso de uma sonda termo-salinométrica (SYI, modelo 550A), a fim de fornecer valores de T e S a cada 20 cm ao longo da coluna d'água.

A transparência da água foi medida no centro de cada perfil, por meio de um disco de Secchi com 10 metros de cabo e graduado a cada 20 cm.

A análise dos dados foi feita com o programa Microsoft *Excel* 2007.

4.2.6 – Registro fotográfico

As fotografias da região foram obtidas por meio de uma câmera *Cyber Shot* (Sony H5), com 7.2 megapixel.

5. RESULTADOS

5.1 – Sedimentologia

Os valores obtidos nas análises foram utilizados para a plotagem dos gráficos de classes e intervalos granulométricos (Fig. 7 e 8), bem como o de curva de frequência acumulada (Fig. 9).

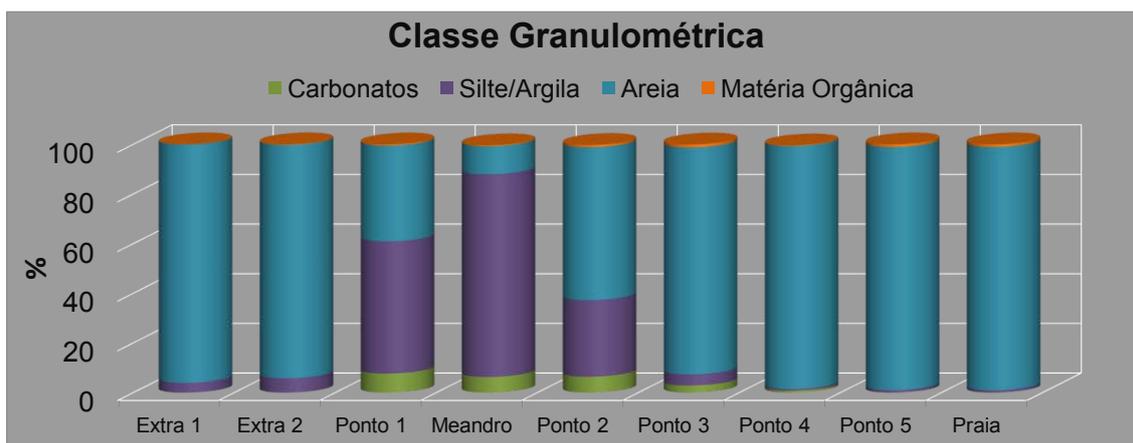


Figura 7 – Classificação e composição percentual das amostras de sedimento.

Ocorreu dominância de sedimentos arenosos na nascente e foz do rio, diferenciando-se da porção central que apresentou uma mistura de sedimentos arenosos e lamosos. O ponto Meandro destacou-se das demais regiões por apresentar dominância de silte e argila.



Figura 8 – Composição percentual dos sedimentos arenosos para os intervalos granulométricos.

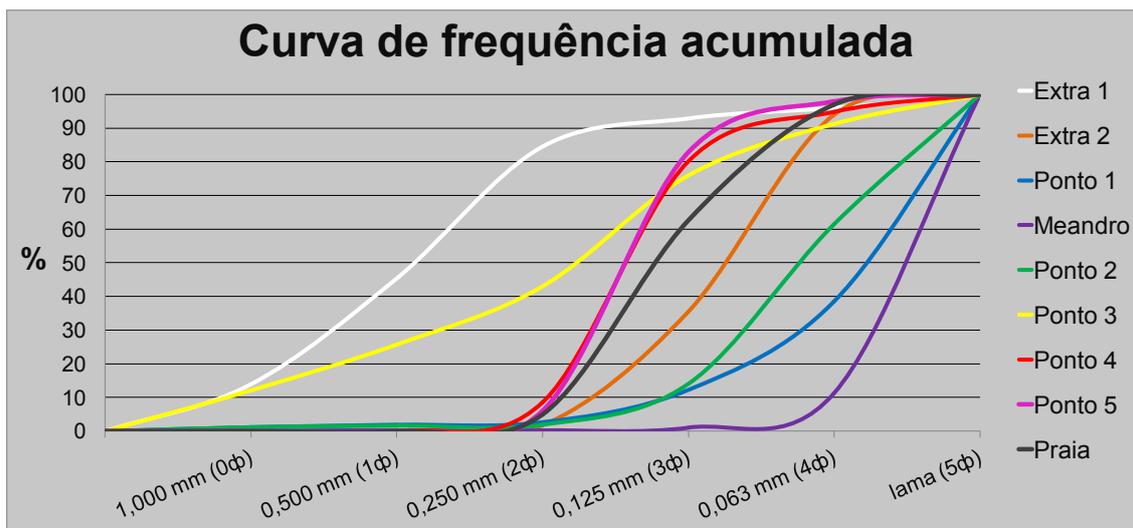


Figura 9 – Curva de frequência acumulada em mm-phi, segundo Inman (1952), onde silte e a argila são descritos por lama.

Tabela 4 - Análise e classificação estatística dos dados granulométricos.

	Profundidade (m)	Diâmetro Médio (Mz)	Desvio-Padrão ou grau de seleção (σ)		Grau de Assimetria (Sk)		Curtose (KG)	
Extra 1	1,1	1,16 ϕ	1,19	Pobrememente Selecionado (PS)	0,03	Aproximadamente Simétrica (AS)	0,74	Platicúrtica (P)
Extra 2	2,5	3,19 ϕ	0,67	Moderadamente Selecionado (MS)	-0,15	Assimetria Negativa (AN)	0,54	Muito Platicúrtica (MP)
Ponto 1	9	3,98 ϕ	0,78	MS	-0,40	Assimetria muito Negativa	0,45	MP
Meandro	0,5	4,38 ϕ	0,42	Bem Selecionado	-0,13	AN	0,46	MP
Ponto 2	6	3,74 ϕ	0,77	MS	-0,02	AS	0,50	MP
Ponto 3	6,5	2,02 ϕ	1,51	PS	-0,16	AN	0,57	MP
Ponto 4	4	2,65 ϕ	0,65	MS	0,15	Assimetria Positiva (AP)	0,76	P
Ponto 5	2,5	2,64 ϕ	0,57	MS	0,16	AP	0,75	P
Praia	0,5	2,86 ϕ	0,67	MS	0,17	AP	0,59	MP

As análises estatísticas dos dados granulométricos (Tab. 4) indicaram que os valores de diâmetro médio dos sedimentos apresentaram um padrão granodecrescente, no sentido foz-nascente, com exceção do ponto Meandro, que apresentou sedimentos bem selecionados com dominância de silte médio. Outra exceção para este padrão está no ponto mais próximo a Serra do Mar (Extra 1), que mostrou sedimentos mais grossos e pobrememente selecionados. Diferentemente dos sedimentos amostrados no Ponto 3, Extra 1 e Meandro, os demais apresentaram seleção moderada. As assimetrias negativas caracterizaram o Ponto 3, Extra 2 e Meandro, enquanto que o Ponto 1 ofereceu assimetria muito negativa e o Ponto 4, 5 e Praia ofereceram assimetrias

positivas. O Ponto 2 e Extra 1 apresentaram-se aproximadamente simétricos, com influência fluvio-praial similares. A razão de espalhamento médio das caudas da distribuição em relação ao desvio padrão, indicados pelos valores de curtose, foram baixos em todos os pontos e classificados como platicúrticos (Ponto 4, 5 e Extra 1) ou muito platicúrticos (Ponto 1, 2, 3, Extra 2, Meandro e Praia). Os dados mostraram que os grãos arenosos do ponto Extra 1 (Fig. 10), coletados na nascente do rio, são compostos por grãos angulosos e mal selecionados, sendo sua composição de quartzo e minerais instáveis com baixa maturidade mineralógica, como o feldspato e mica. Em contrapartida, o Ponto 5 e Praia (Fig. 11), localizados na foz do rio, apresentaram grãos de quartzo arredondados e bem selecionados, sendo este mineral estável e com alta maturidade mineralógica.

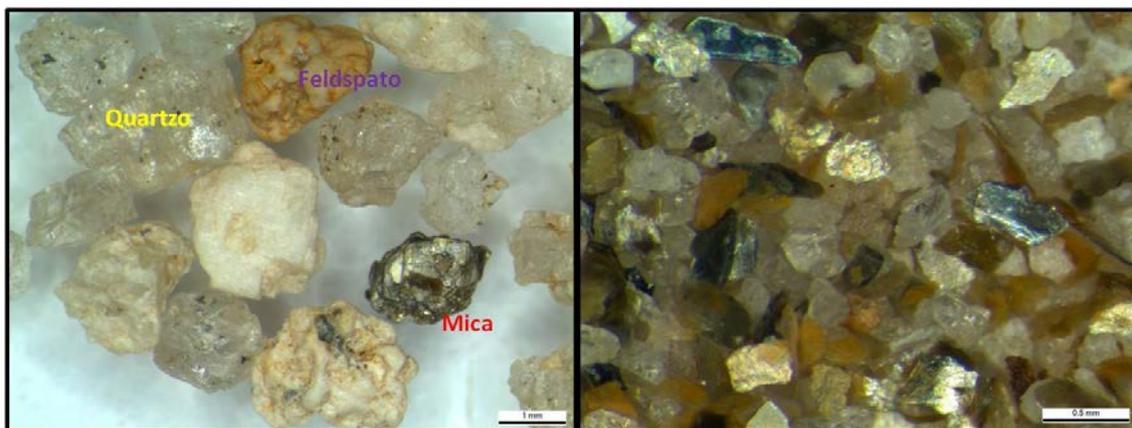


Figura 10 – Fotografias dos grãos arenosos do ponto Extra 1, com destaque para composição mineralógica.

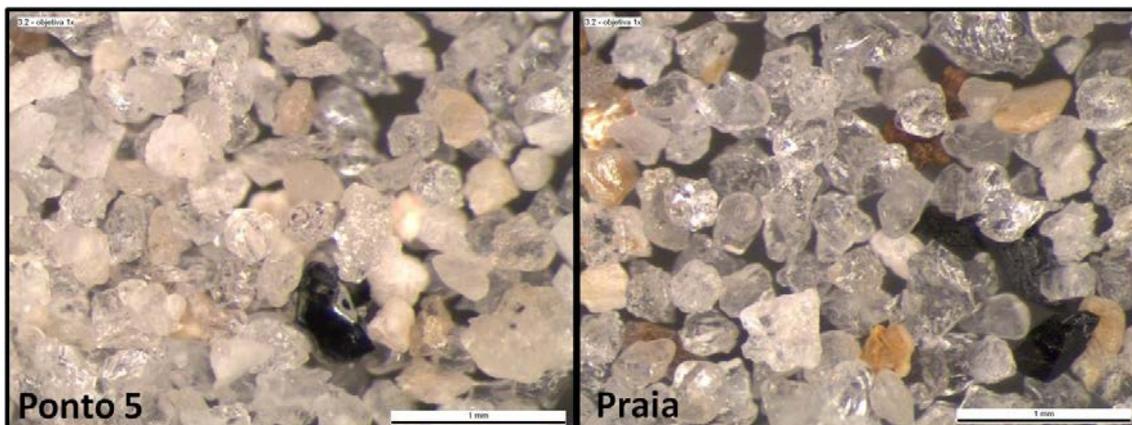


Figura 11 – Fotografias dos grãos arenosos do Ponto 5 e Praia.

5.2 – Georreferenciamento

A malha amostral do georreferenciamento (Fig. 12) apresentou alta precisão quando sobreposta à imagem de satélite (*Google Earth*). Contudo a região situada a noroeste da imagem mostrou um erro na sobreposição.



Figura 12 – Malha amostral do georreferenciamento sobreposta em imagem de satélite (*Google Earth*), com destaque para a região noroeste.

5.3 – Batimetria

As profundidades ao longo do rio se mostraram variáveis (Fig. 13), tendo valores menores (20cm a 2m) nos pontos localizados na foz (exceto o ponto P4), quando comparados com os valores de profundidade da porção central e próximas a nascente. Os pontos P7 (6,5m) e P13 (5,5m) ofereceram as maiores profundidades.

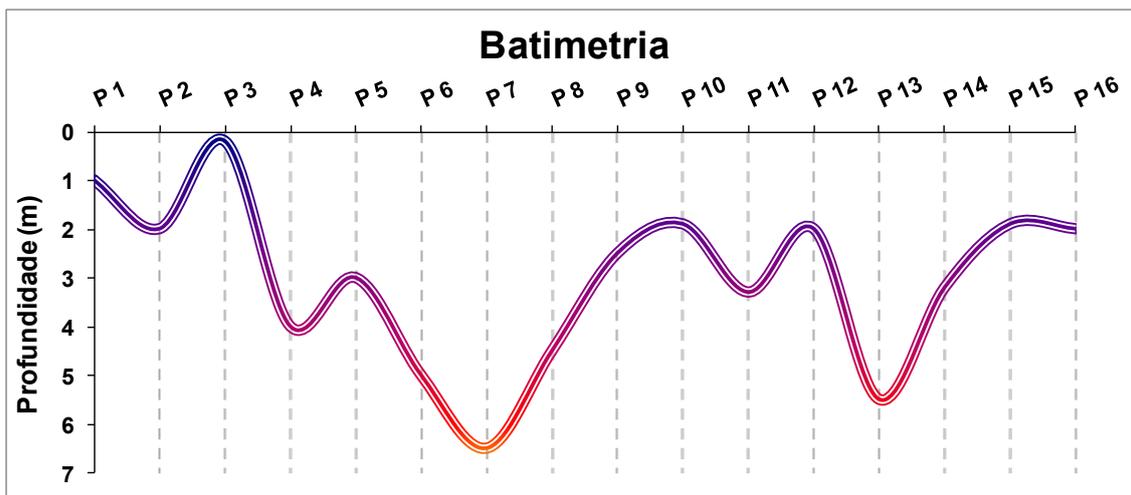


Figura 13 – Valores de profundidade nos pontos ao longo do rio.

5.4 – Salinidade, Temperatura e Transparência

Os valores de salinidade para as águas de fundo foram relacionados com a média dos valores de superfície (centro e margens) e separados sazonalmente, seguindo as estações climáticas. Os dados referentes ao ponto Meandro (Fig. 14), bem como aos pontos extras (Fig. 15), foram destacados dos demais para uma melhor visualização no comportamento da cunha salina.

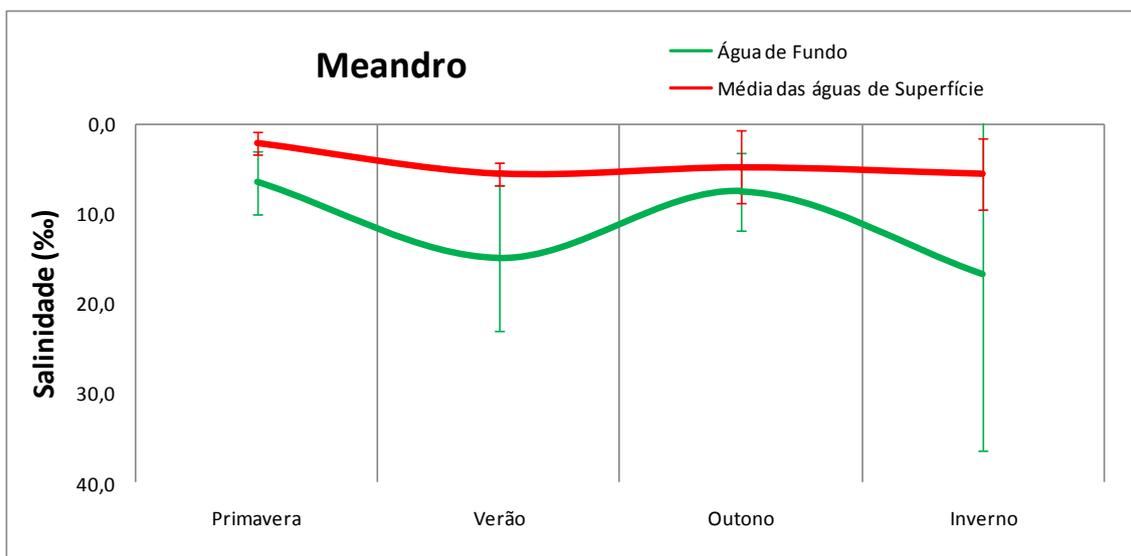


Figura 14 – Comportamento sazonal da curva de salinidade no ponto Meandro, com seus desvios-padrão.

O ponto Meandro apresentou uma pequena variação de salinidade, quando comparadas as águas de fundo e superfície. Nas estações Primavera e Outono essa variação foi inferior as encontradas para Verão e Inverno.

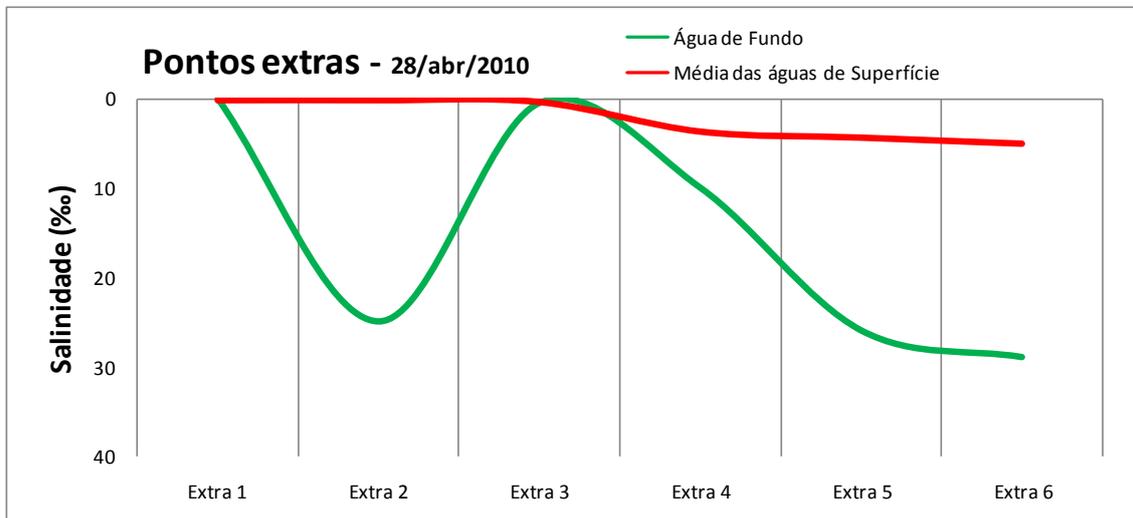


Figura 15 - Comportamento da curva de salinidade nos pontos extras do rio.

Os pontos Extra 1 e 3 não apresentaram variações na salinidade das águas de fundo e superfície, ao passo que nos pontos Extra 2, 5 e 6, a variação foi muito acentuada. O ponto Extra 4 comportou-se com variação moderada.

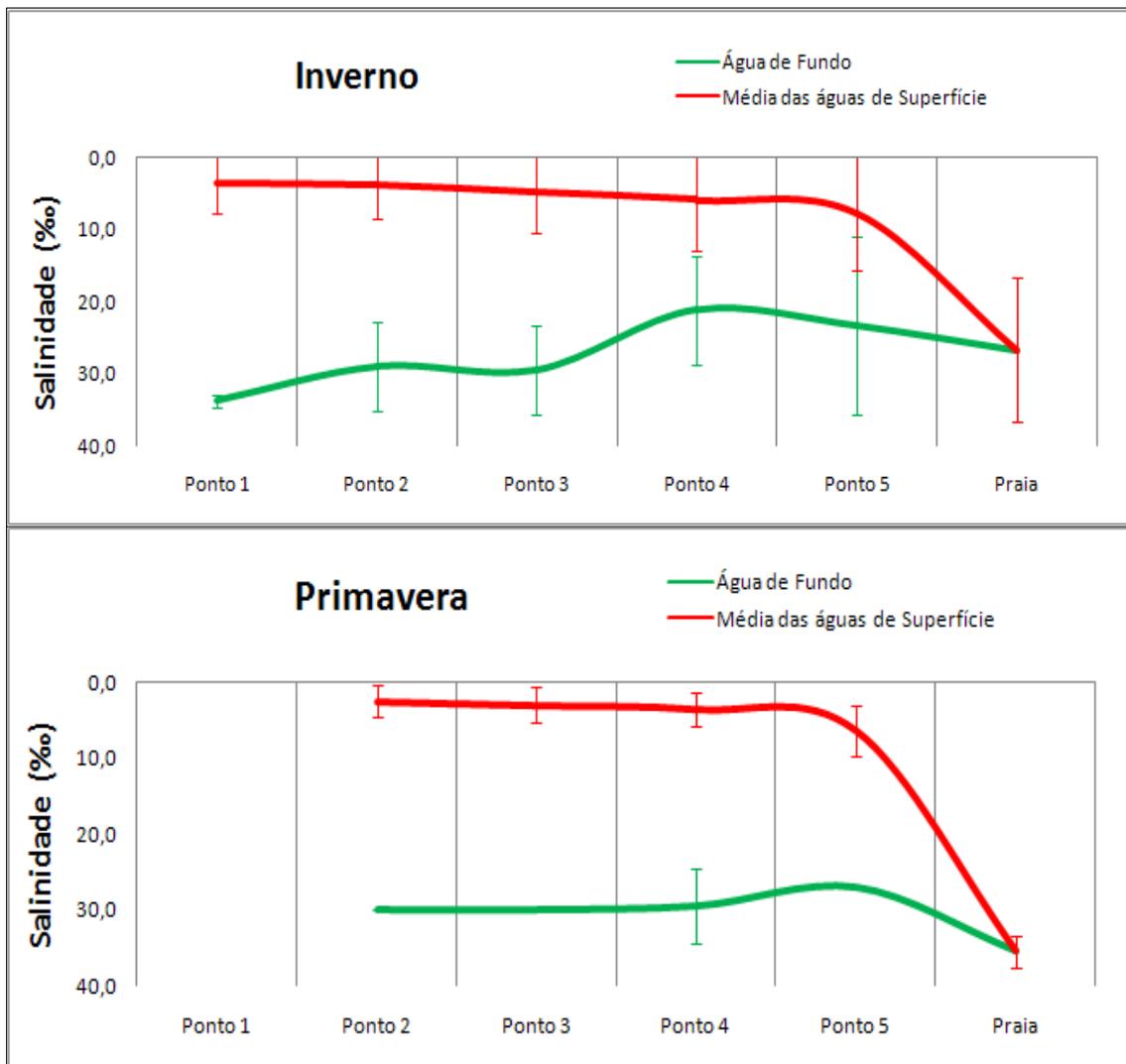


Figura 16 - Comportamento da curva de salinidade no Inverno e na Primavera, com seus desvios-padrão.

Observou-se (Fig.16) que no Inverno as águas de fundo se mostraram menos salobras em direção a foz do rio, diferentemente da Primavera, onde estas águas buscaram uma constância relativa.

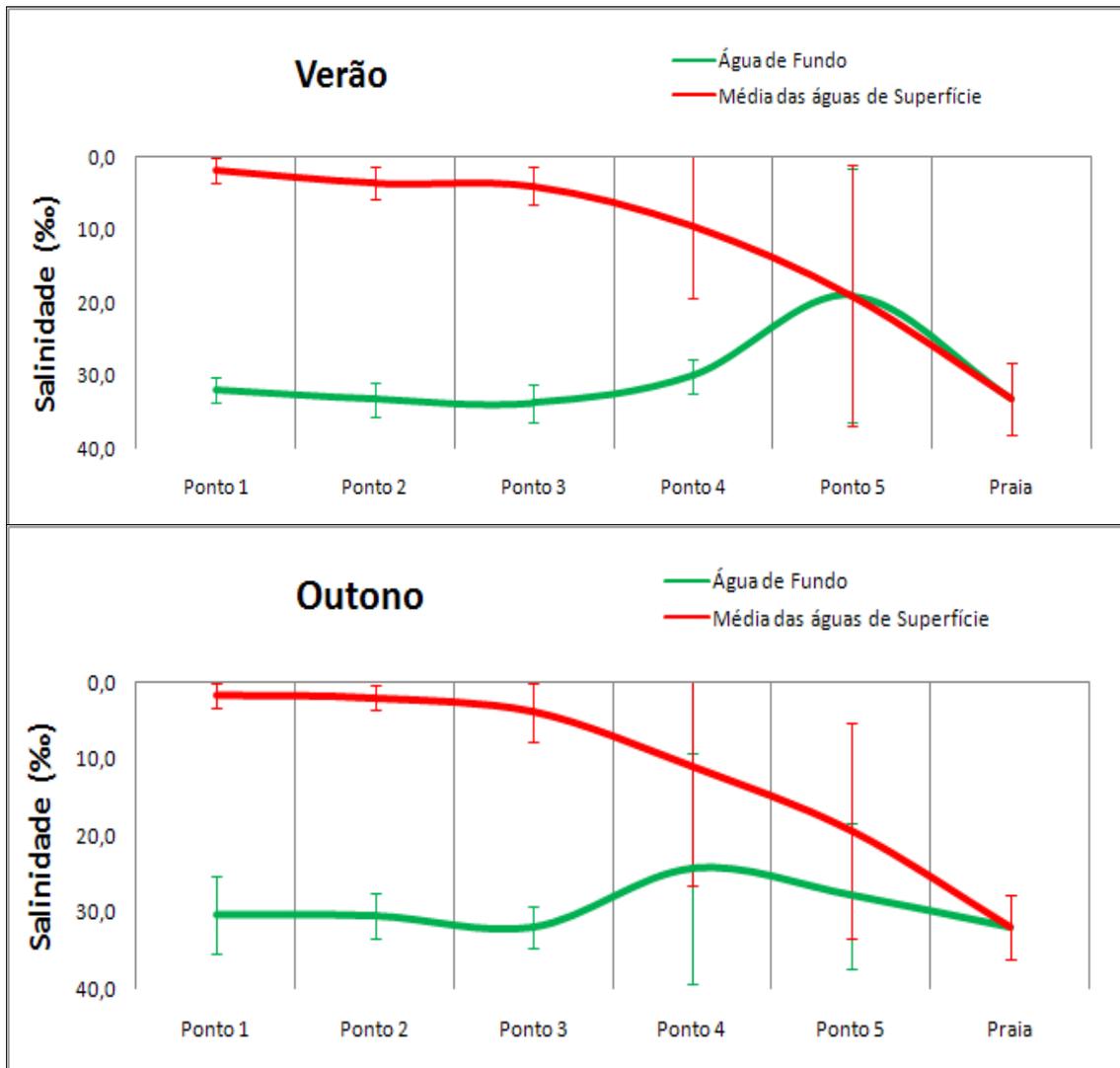


Figura 17 - Comportamento da curva de salinidade no Verão e no Outono, com seus desvios-padrão.

Para as 2 estações, Verão e Outono (Fig. 17), as águas de superfície tenderam, a partir do Ponto 4, ao valor de salinidade observado na praia. No Verão, o Ponto 5 apresentou uma completa mistura das águas de superfície e fundo, uma vez que os valores de salinidade foram os mesmos.

No Outono (Fig. 18) e no Inverno (Fig. 19) foram adquiridos perfis ao longo da coluna d'água, através dos valores de S e T.

Outono

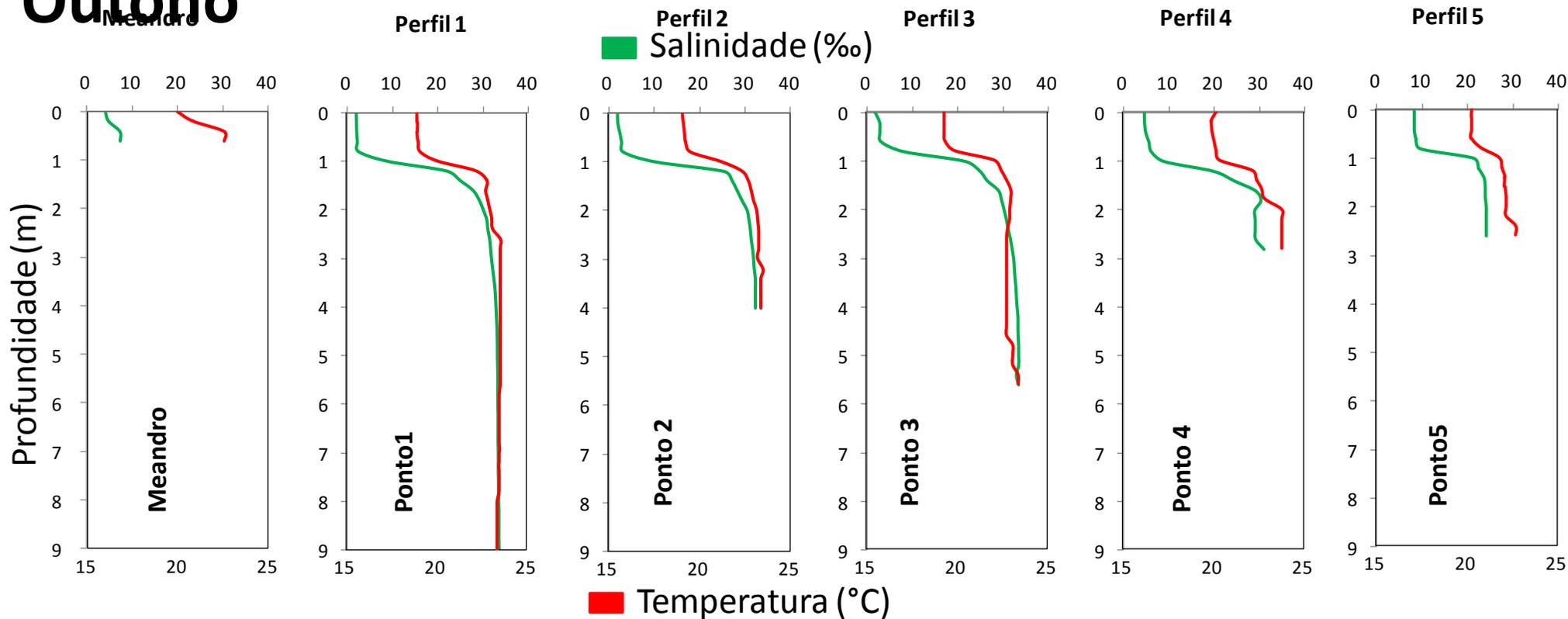


Figura 18 – Comportamento das curvas de S e T ao longo da coluna d'água, amostrado no Outono.

Inverno

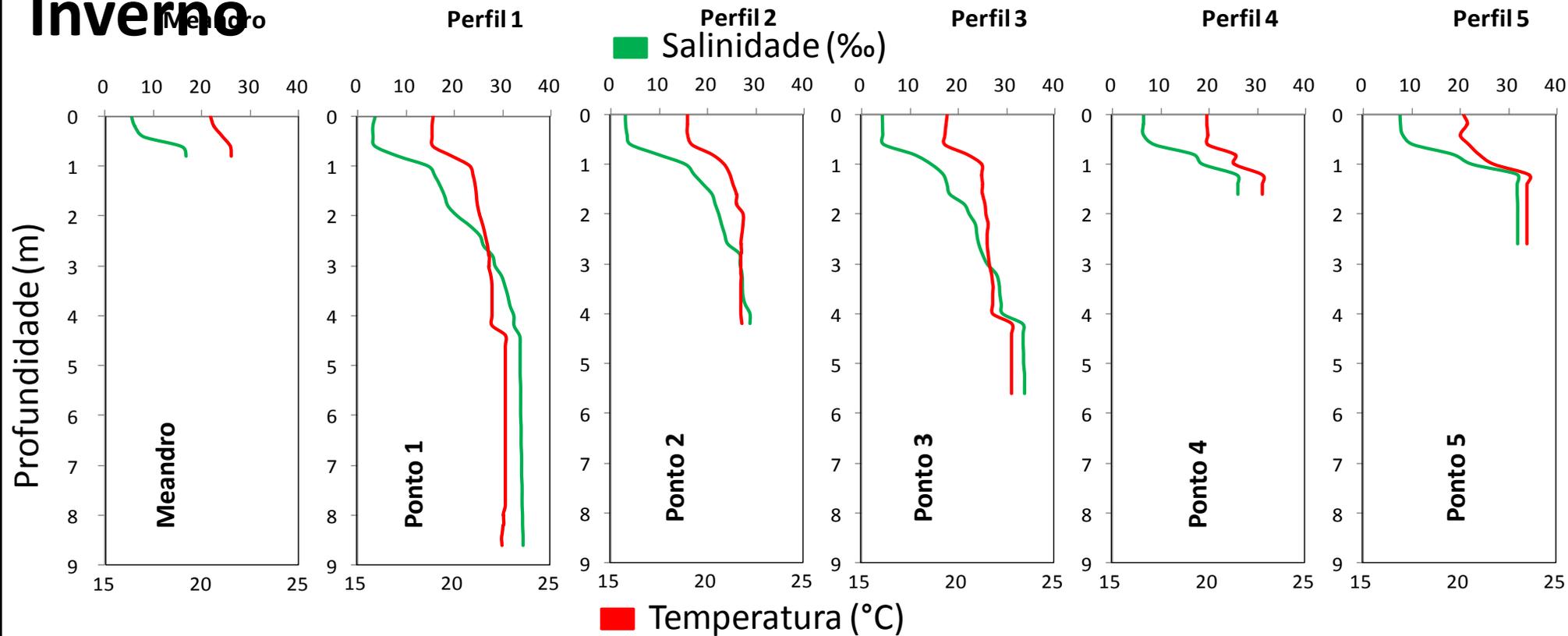


Figura 19 – Comportamento das curvas de S e T ao longo da coluna d'água, amostrado no Inverno.

Excetuando-se o ponto Meandro, no Outono os demais apresentaram termo-haloclinas bastante acentuadas, próximas ao primeiro metro da coluna d'água. Já no Inverno, os mesmos pontos apresentaram termo-haloclinas mais suavizadas, iniciando-se antes do primeiro metro da coluna d'água e alongando-se, como nos casos do Ponto 1 e 3, até 4,5 metros de profundidade.

Os valores de profundidade e transparência, para cada ponto coletado no rio, foram relacionados sazonalmente (Fig. 20). Em todos os pontos de coleta, ao longo das 4 estações, foi observado um padrão nesses valores, com exceção do Ponto 4, que no Inverno teve a profundidade variando de 4 para 2 metros, aproximadamente.

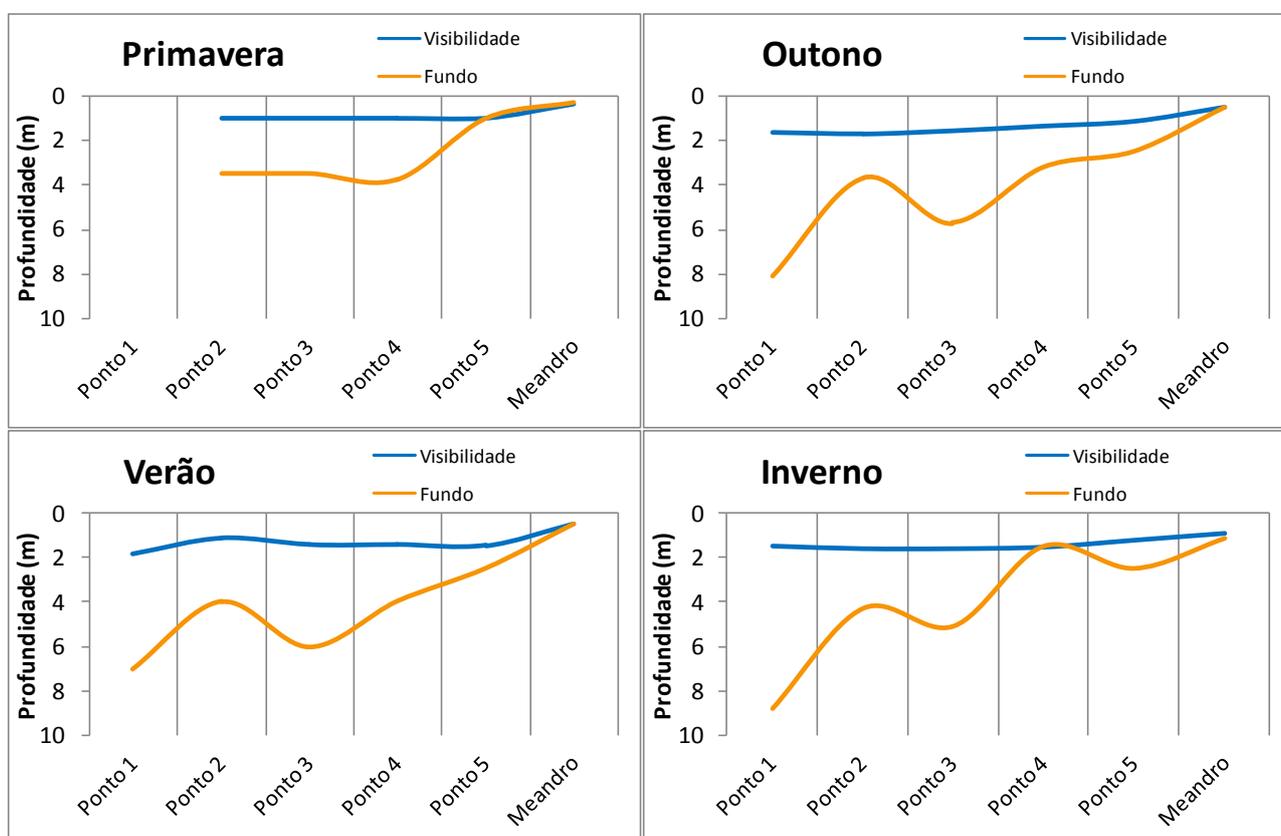


Figura 20 – Comportamento sazonal das curvas de profundidade e transparência, no curso do rio.

5.5 – Registro fotográfico

Foram selecionadas as melhores fotografias para caracterizar a fauna (Fig. 21) e a flora (Fig. 22) presentes na região de estudo, bem como as que captaram os momentos de coleta (Fig. 23), permitindo a visualização dos instrumentos empregados e suas respectivas manipulações.

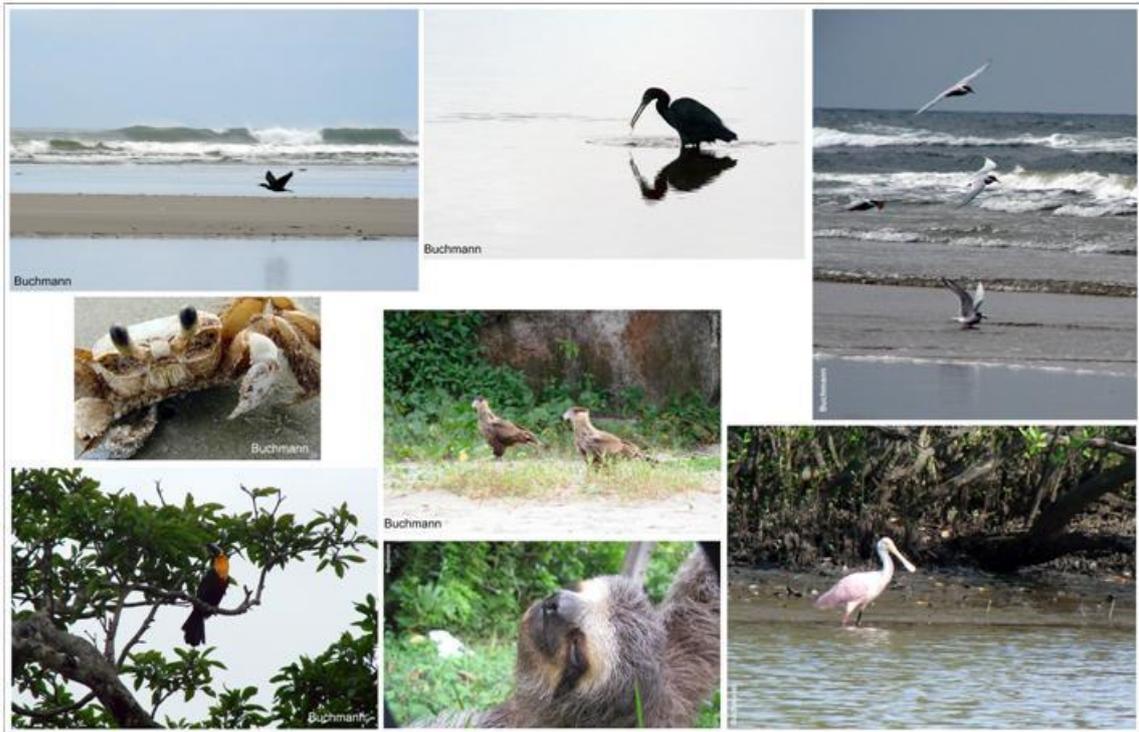


Figura 21 – Fotografias da fauna no interior do rio, bem como na praia.



Figura 22 - Fotografias da flora no interior do rio, bem como na praia.

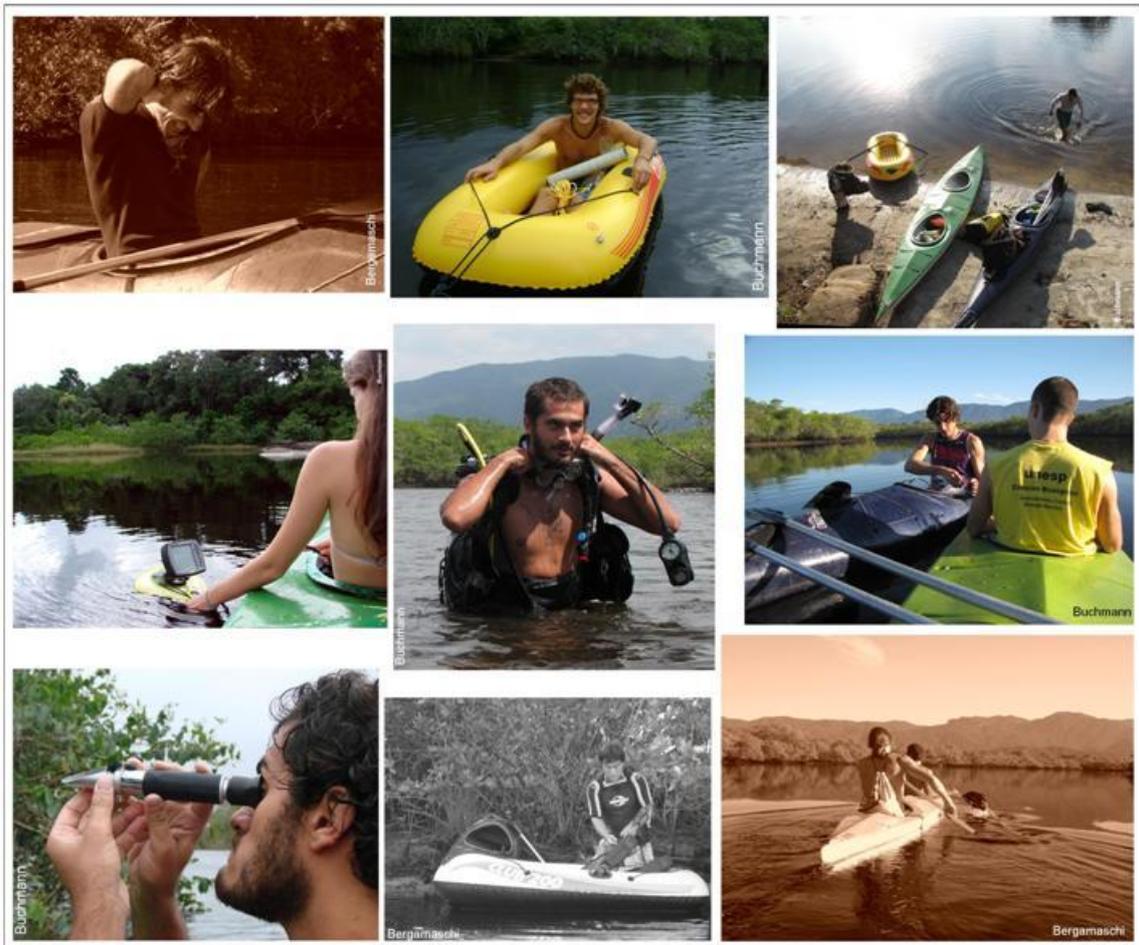


Figura 23 - Fotografias obtidas durante a realização das coletas, contemplando alguns dos instrumentos empregados no trabalho.

6 – DISCUSSÃO

6.1 – Sedimentologia

O encontro na porção central do rio, da descarga fluvial com a maré de enchente, favorece a floculação e deposição de sedimentos lamosos. Estes, por sua vez, se misturam com os sedimentos arenosos dessa região. O ponto Meandro apresentou sedimentos bem selecionados com dominância de silte, devido ao baixo fluxo hidrodinâmico, uma vez que o curso principal do rio não o influencia. Esse fluxo se deve ao regime de micromarés, que mantêm o meandro inundado por condicionantes extremamente estáveis, permitindo assim a estratificação na sua reduzida coluna d'água.

O ponto mais próximo da Serra do Mar (Extra 1) apresentou sedimentos mais grossos e pobremente selecionados, devido à contribuição oriunda da erosão de rochas graníticas pertencentes a Serra do Mar.

O baixo selecionamento no Ponto 3, próximo a SP-55 (Rio-Santos), pode estar ligado à contribuição de sedimentos oriundos da erosão de rochas graníticas situadas nas respectivas margens do rio.

As assimetrias negativas (Ponto 3, Extra 2 e Meandro) e a muito negativa (Ponto 1) devem-se a influência hidrodinâmica de ambiente estuarino-praial, enquanto as assimetrias positivas (Ponto 4, 5 e Praia) devem-se a influência fluvial (MARTINS, 2003).

Segundo Suguio (1973), o significado ambiental das distribuições leptocúrticas e muito leptocúrticas e das platicúrticas e muito platicúrticas está relacionado à hidrodinâmica que pode ser intensa ou baixa, respectivamente. Assim, a área de estudo é classificada como de moderada energia e menor grau de seleção, uma vez que os valores encontrados situam-se entre platicúrticos e muito platicúrticos.

6.2 – Georreferenciamento

O adensamento da vegetação, que impossibilita a precisão do GPS na faixa de 3 metros de erro, passando a captar dados com precisão de 10 metros, não justifica a falha na sobreposição dos dados.

O deslocamento que ocorreu na sobreposição da malha amostral com a imagem de satélite, referindo-se ao destaque na porção noroeste, deve-se ao erro de georreferenciamento do mosaico de imagens no programa *Google Earth* (Fig. 24).

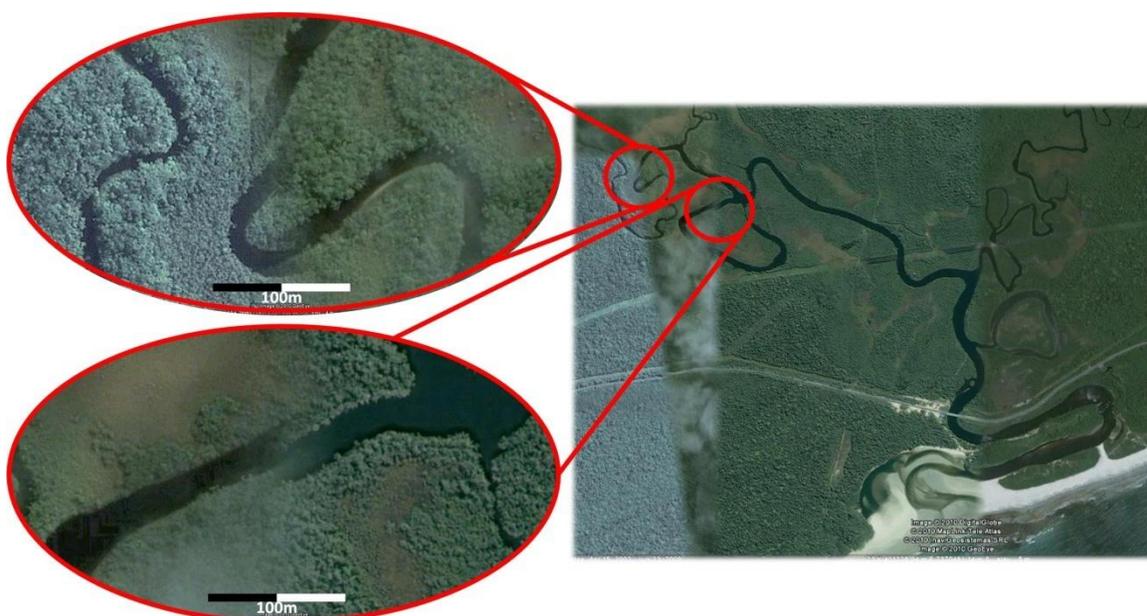


Figura 24 - Imagem de satélite, com destaque para os erros de georreferenciamento do mosaico de imagens no programa *Google Earth*.

6.3 – Batimetria

Relacionado com a profundidade do ponto P4 encontram-se afloramentos de rochas, presentes em outras regiões da foz do rio, que em conjunto com o fluxo hidrodinâmico permitem uma maior escavação de sedimentos. Os pontos centrais (P6 à P9), que mostram as profundidades mais elevadas, respondem ao maior efeito hidráulico dos canais de maré no transporte de sedimentos, provavelmente devido ao meandramento menos intenso do rio (THE OPEN UNIVERSITY, 2006). Como exceção o ponto P13, que também possui profundidade elevada e provavelmente representa um meandro abandonado formado em condições hidrodinâmicas passadas.

6.4 – Salinidade, Temperatura e Transparência

Dentre as diversas classificações de estuários, destaca-se a classificação quanto à estrutura salina (Fig. 25) de Pritchard (1989):

- a) Tipo A (Cunha Salina): Há uma interface distinta entre a água da descarga fluvial e a água do mar. Grande diferença entre a salinidade da superfície e do fundo.
- b) Tipo B (Parcialmente Misturado): A estratificação de salinidade é moderada, com a haloclina menos pronunciada. A diferença entre a salinidade de fundo e da superfície é de poucas unidades.
- c) Tipo D (Verticalmente Homogêneo): Não há diferença entre a salinidade do fundo e a da superfície, caracterizando ausência de haloclina.

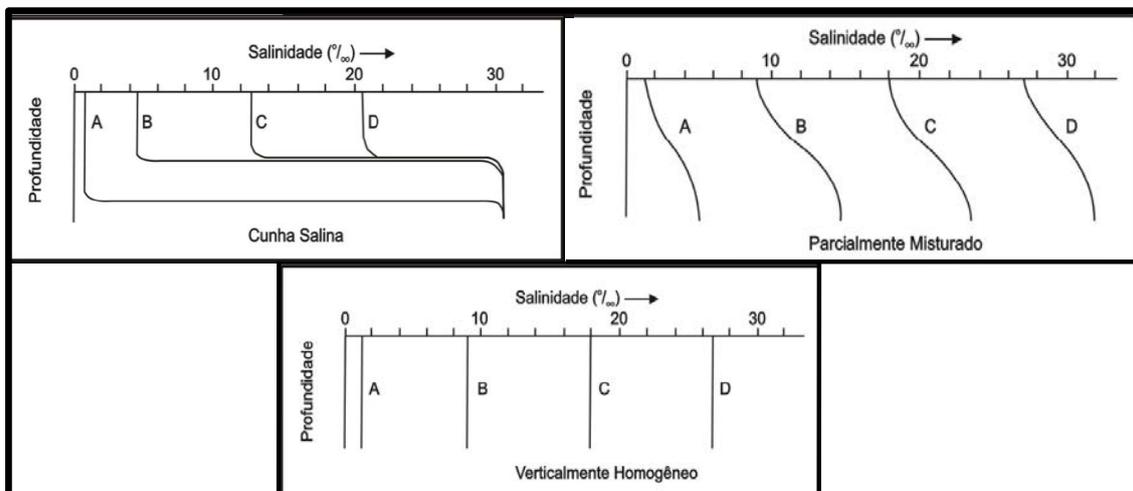


Figura 25 - Classificação dos estuários quanto à estrutura salina (PRITCHARD, 1989).

A divisão dos estuários em 3 zonas, segundo Kjerfve (1987), são:

- a) costeira: região costeira adjacente que se estende até a frente da pluma estuarina;
- b) de mistura: onde ocorre a mistura da água doce da drenagem continental com a água do mar;
- c) de maré do rio: parte fluvial com salinidade praticamente igual a zero, mas sujeita à influência da maré;

O Estuário do Rio Itaguapé pode ser classificado como Tipo A (Cunha Salina) durante o Outono, considerando que no Inverno este se comporta como Tipo B (Parcialmente Misturado), devido à mistura por fluxo turbulento, oriunda das elevações na pluviosidade e na intensidade da descarga fluvial.

Apesar do aumento na temperatura, juntamente com o aumento da profundidade, as águas de fundo permanecem mais densas, devido à ação da salinidade como variável determinante.

Segundo Davies (1964), os estuários podem ser forçados por diferentes tipos de maré, variando de acordo com a máxima altura (H_{MAX}) que estas alcançam:

- Micromaré: $H_{MAX} < 2$ m;
- Mesomaré: $2 < H_{MAX} < 6$ m;
- Macromaré: $4 < H_{MAX} < 6$ m;
- Hipermaré: $H_{MAX} > 6$ m.

As tábuas de maré (Tab. 3) mostraram que o estuário de Itaguapé apresenta altura máxima inferior a 2 metros, podendo ser classificado como forçado por micromaré.

O limite de intrusão da cunha salina não foi observado para o sentido da nascente (Extra 2), onde as águas de fundo apresentavam salinidade elevada. No sentido da nascente (Extra 1) pode ser observado a ausência da cunha. Esses dados mostram a dominante influência do regime de micromaré no interior do estuário.

A completa mistura das águas no Ponto 5, ocorrida no Verão, deveu-se a união de três fatores, sendo eles a baixa profundidade, a elevada precipitação no dia 06 de março de 2010 e a variação da maré (0,6m).

As chuvas, os ventos e as variações da micromaré (0 - 1,4 m) foram responsáveis, no Inverno, por reduzir a salinidade das águas de fundo (mistura por turbulência) no sentido estuário de mistura / estuário costeiro.

A variação da profundidade no Ponto 4, durante o Inverno, está associada aos eventos de tempestade (ação conjunta de ventos e ondas) que transportam grandes quantidades de sedimentos da região costeira para o estuário de mistura (CAPEL & BUCHMANN, 2009).

O transporte de grande concentração de sedimentos em suspensão, ocasionando alterações sazonais na geometria da foz (CAPEL & BUCHMANN, 2009), e a baixa profundidade ao longo do rio, são características que permitem classificar o tipo geomorfológico do estuário como Construído por Barra (MIRANDA *et al.*, 2002).

7 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

O comportamento do rio durante o Outono, permite classificá-lo como estuário Tipo A (Cunha salina), enquanto o comportamento no Inverno o assemelha à classificação de estuário Tipo B (Parcialmente Misturado). A entrada de águas oceânicas estende-se a partir da foz do estuário (Zona de Maré), alcançando distâncias maiores que 5 km, rumo a Zona do Rio. A Zona de Mistura é relativamente complexa, principalmente devido às intensas variações geomorfológicas e batimétricas.

A região é condicionada por um regime de micromaré, sendo controlada por energias moderadas. Esse fator é dominante para o selecionamento moderado dos sedimentos encontrados no fundo do rio. O tipo geomorfológico do estuário de Itaguapé é classificado como Construído por Barra.

A partir de observações *in situ* verificou-se uma aparente diversidade de fauna e de flora, evidenciando ecossistemas potencialmente preservados. Nesse critério, fica evidente a necessidade de se consolidar a Bacia do Rio Itaguapé como uma Unidade de Conservação, uma vez que a área caracteriza o último corredor ecológico da Baixada Santista. Esse trabalho contribui para a elaboração do futuro plano de manejo, com informações relevantes e criteriosamente analisadas, baseando-se nos princípios do Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro e do Gerco.

8 - BIBLIOGRAFIA

- AB'SÁBER, A. N. **Brasil: paisagens de exceção: o litoral e o pantanal Mato-Grossense: patrimônios básicos**. Cotia, SP: Ateliê Editorial, 2006. 182 p.
- BELLATO, S.; MENDES, I. Análise da susceptibilidade ambiental no Núcleo Curucutu do Parque Estadual da Serra do Mar (SP – Brasil). In: GERARDI, L.; MENDES, I. (Org.). **Do natural, do social e suas interações: visões geográficas**. Rio Claro: AGETEO, 2002. p. 93-108.
- CAMERON, W. M.; PRITCHARD, D. W. Estuaries. In: HILL, M. N. (Ed.) **The Sea, 2**. New York: John Wiley & Sons, p. 306-324, 1963.
- CAPEL, K. C. C. **Estudo morfodinâmico da praia de Itaguapé, Bertioga-SP entre fevereiro e setembro de 2009**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) – Campus Experimental do Litoral Paulista, Universidade Estadual Paulista, São Vicente, 2009. 49 p.
- CROSSLAND, C. L.; BAIRD, D.; DUCROTOY, J. P.; LINDEBOOM, H. J. The Coastal zone: a domain of global interactions. In: CROSSLAND, C. L. et al. **Coastal fluxes in the anthropocene: the land-ocean interactions in the coastal zone project of the international geosphere-biosphere programme**. New York: Springer, 2005. p. 1-34.
- DAVIES, J. H. A morphogenic approach of world shorelines. **Z. Geomorphology**, v. 8, p. 127-142, 1964.
- DYER, K. R. **Estuaries: a physical introduction**. 2. ed. Chichester: John Wiley, 1997. 195 p.
- FIERZ, M. S. M.; ROSA, F. S. A paisagem x evolução do uso e ocupação do solo em Bertioga, litoral paulista. **Revista do Departamento de Geografia**, v. 13, p. 259-287, 1999.
- FOLK, R. L.; WARD, W. C. Brazos river bar: a study in the significance of grain size parameters. **Journal of Sedimentary Petrology**, v. 27, n. 1, p. 3-27, 1957.

- FONTES, R. F. C.; OLIVEIRA, A. J. F. C.; PINHEIRO, M. A. A. **Visão didática sobre o meio ambiente na Baixada Santista**. São Vicente: Universidade Estadual Paulista, Campus Experimental do Litoral Paulista, 2008. 182 p.
- FORD, M.; WANG, J.; CHENG, R. T. Predicting the vertical structure of tidal current and salinity in San Francisco Bay, California. **Water Resources Research**, v. 26, n. 5, p. 1027-1045, 1990.
- GIRARDI, A. C. S.; SANTOS, R. F.; MANTOVANI, W. Subsídios metodológicos para o planejamento e gestão de restingas: estudo de caso - Bertioga, SP. In: MANTOVANI, W. (Org.) **Caminhos de uma ciência ambiental**. São Paulo: Annablume, p. 321-344, 2005.
- JAY, D. A.; SMITH, J. D. Residual circulation in shallow estuaries – 1. Highly stratified, narrow estuaries. **Journal of Geophysical Research**, v. 95, n. C1, p. 711-731, 1990.
- KJERFVE, B. Estuarine geomorphology and physical oceanography. In: DAY JR., J. W.; HALL, C. H. A. S.; KEMP, W. M.; YÁÑEZ-ARANCIBA, A. (eds) **Estuarine ecology**. New York: Wiley, 1987. p. 47-48.
- KURUP, G. R.; HAMILTON, D. P.; PATTERSON, J. C. Modelling the effect of seasonal flow variations on the position of salt wedge in a microtidal estuary. **Estuarine Coastal and Shelf Science**. v. 47, p. 191-208, 1998.
- LANA, P. F. C.; BIANCHINI, A.; RIBEIRO, C. A. O.; NIENCHESKI, L. P. F. H.; FILLMANN, G.; SANTOS, C. S. G. (Org). **Avaliação ambiental de estuários brasileiros: diretrizes metodológicas**. Rio de Janeiro: Museu Nacional. 156 p. 2006. (Série Livros, 22).
- LICHTI, F. M. Aspectos físicos e geográficos. In: LICHTI, F. M. (Ed.) **Bertioga Poliantéia 1531-2002, da Colonização ao Século XXI**. Instituto Histórico e Geográfico de São Vicente, 2002. p. 153-166
- MARTINS, L. R. Recent sediments and grain-size analysis. **Gravel**, CECO, Instituto de Geociências, UFRGS, v. 1, p. 90-105, 2003.

- McANALLY, W. H.; PRITCHARD, D. W. Salinity control in Mississippi river under drought flows. **Journal of Waterway, Port, Coastal, and Ocean Engineering**, v. 123, n. 1, p. 34-40, 1997.
- MEDEIROS, A. D.; VINZON, S. B. Dinâmica da intrusão salina no Canal de São Francisco, RJ. In: Congresso sobre Aproveitamentos e Gestão de Recursos Hídricos em Países de Idioma Português, 1. 2000. Rio de Janeiro, I-019.
- MIRANDA, L. B.; CASTRO, B. M.; KJERFVE, B. **Princípios de oceanografia física de estuários**. São Paulo: EDUSP, 2002. 417 p.
- OPEN UNIVERSITY COURSE TEAM. **Waves, tides and shallow-water processes**. 2. ed. Oxford: Butterworth-Heinemann, 2006. p. 155-169
- PRITCHARD, D. W. Estuarine classification: a help or a hindrance. In: NEILSON, B. J.; KUO, A.; BRUBAKA, J. (Eds) **Estuarine circulation**. Clifton: Human Press, 1989. p. 1-38
- RODRIGUES, J. C. **As bases geológicas**. In: A Baixada Santista - aspectos geográficos, v. 1: as bases físicas. São Paulo: EDUSP, 1965. p. 23-48.
- ROSÁRIO, G. V.; BUCHMANN, F. S. C. Parâmetros geo-físico-químicos do Estuário do Rio Itaguapé, Bertioga-SP. In: Congresso Brasileiro de Oceanografia, 4., 2010. Rio Grande, RS. **Anais...** n. 1018. CD-ROM
- ROSSETTI, D. F. Ambientes costeiros. In: FLORENZANO, T. G. (Org.) **Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. p. 247-283
- SÃO PAULO (Estado). Decreto Estadual nº. 53.526, de 08 de outubro de 2008, do Governo do Estado de São Paulo. Disponível em: http://www.fflorestal.sp.gov.br/hotsites/APA_Marinha_do_Litoral_Centro/docs/decretoN53526.doc Acesso em: 25 de outubro de 2010.
- SUGUIO, K. **Introdução a sedimentologia**. São Paulo: EDUSP, 1973. 312 p.
- VILLWOCK, J. A. A costa brasileira: geologia e evolução. **Notas Técnicas**, UFRGS, v. 7, p. 38-49, 1994.

- WANG, D. P.; KRAVITZ, D. W. A semi-implicit two-dimensional model of estuarine circulation. **Journal of Physical Oceanography**. v. 10, p. 441-451, 1980.
- WANG, J. A two-channel laterally averaged estuarine circulation model (LAECIM). **Journal of Geophysical Research**. v. 103, n. C9, p. 18.381-18.391, 1998.
- WENTWORTH, C. K. A scale of grade and class terms for clastic sediments. **Journal Sedimentary Petrology**, v. 30, p. 377-39, 1922.