

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA JÚLIO DE MESQUITA FILHO

UNESP - CAMPUS EXPERIMENTAL DO LITORAL PAULISTA

UNIDADE DO LITORAL PAULISTA

Parâmetros geo-físico-químicos do Rio Verde, Iguape-SP

Gustavo Vilela Rosário

São Vicente – SP

2012

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA JÚLIO DE MESQUITA FILHO

UNESP - CAMPUS EXPERIMENTAL DO LITORAL PAULISTA

UNIDADE DO LITORAL PAULISTA

Parâmetros geo-físico-químicos do Rio Verde, Iguape-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 Biologia Marinha

São Vicente – SP

2012

Rosário, Gustavo Vilela

Parâmetros geo-físico-químicos do Rio Verde, Iguape-SP / Gustavo Vilela
Rosário. - São Vicente, 2012.

37 p.

Trabalho de conclusão (Bacharelado - Ciências Biológicas, com
habilitação em Biologia Marinha) - 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: Rio Verde, Juréia, estuário, georreferenciamento, Cunha
Salina, sedimentologia, unidade de conservação.

Dedico este trabalho aos seres que amo, em especial aos amigos que me fazem tanta falta. Afinal a felicidade só é verdadeira quando partilhada.

“Os conhecimentos podem ser transmitidos, mas nunca a sabedoria. Podemos achá-la; podemos vivê-la; podemos consentir em que ela nos norteie; podemos fazer milagres através dela. Mas não nos é dado pronunciá-la e ensiná-la.”

Herman Hesse

AGRADECIMENTOS

Pessoas especiais, lugares fascinantes e momentos inesquecíveis rechearam meu trabalho. Assim, minha dedicatória vai para aqueles que estiveram e sempre estarão presentes em minha vida.

Com sinceridade, agradeço:

a minha mãe, por seu amor incondicional;
ao meu pai, pelo que significa para mim;
as minhas irmãs, Gau e Grá, por constituírem os pilares do meu ser;
aos demais familiares, que procuro ter próximos a mim;
ao Chico, por expressar de forma categórica o significado da amizade;
ao Zebú, por estar presente;
ao Afrínio, por me energizar;
a Poeta, por dar rima ao meu verso;
a Fabi, por tornar tudo mais sonoro;
ao Tropeço, pela perseverança;
ao Erick, por ser íntegro, fiel ao seus ideais e um amigo para vida toda;
a Malária e Cecê, por me proporcionarem um ano sensacional;
aos parceiros de aventura: Seu Leopoldo, Seu Plínio, Wilson, Pezão, Cabeça, Bojo, Mormaço, Sokete e Sinha, por todo o apoio e dedicação;
ao Beto, por convidar e me permitir estar em um local mágico;
aos amigos: Bicudo, Bodeia, Geléia, Sequela, Elena, Pizza, Boça, Cota, Catota, Macú, Batuta e muitos outros, por preencherem minha memória com tão boas lembranças;
ao professor Bob, pelo amor e dedicação ao que faz;
ao professor Denis, por ser ético e ponderado;
ao Marcão e a Tânia, por me proporcionarem tão boas conversas;
a Conceição, por fazer a diferença;
aos técnicos de laboratório: Lú, Márcia e Wagner, pela assistência;
e aos escritores, por me fortalecerem com seus livros.

Por fim, dedico minhas energias a todos aqueles que buscam o “ser biólogo”, com todos os anseios que os apaixonados pela natureza o fazem.

Sumário

AGRADECIMENTOS.....	6
Lista de Figuras.....	8
Lista de Tabelas.....	9
1. RESUMO.....	10
2. ABSTRACT	11
3. INTRODUÇÃO	12
4. MATERIAL E MÉTODOS	14
4.1 - Área de estudo	14
4.2 - Trabalho de campo e análise dos dados	17
4.2.1 - Pontos de coleta	17
4.2.2 - Sedimentologia	18
4.2.3 - Georreferenciamento	18
4.2.4 - Batimetria	19
4.2.5 - Salinidade (S), Temperatura (T) e Transparência (Ts)	20
4.2.6 - Registro fotográfico	20
5. RESULTADOS	21
5.1 - Sedimentologia	21
5.2 - Georreferenciamento	23
5.3 - Batimetria	24
5.4 - Salinidade, Temperatura e Transparência.....	24
5.5 - Registro fotográfico.....	30
6. DISCUSSÃO	30
6.1 - Sedimentologia	30
6.2 - Georreferenciamento	31
6.3 - Batimetria	31
6.4 - Salinidade, Temperatura e Transparência	32
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	34
8. BIBLIOGRAFIA	35

Lista de Figuras

Figura 1. Relevo da área de estudo, com destaque para o Rio Verde.....	15
Figura 2. Topografia da área de estudo, com transecto passando pelo Maciço do Imperador, Juréia-Itatins.....	16
Figura 3. Localização do Rio Verde, na Estação Ecológica Juréia-Itatins, Iguape-SP (Fonte: CARVALHAES, 1997).....	16
Figura 4. Localização dos pontos de coleta de dados (Fonte: <i>Google Earth</i>).....	17
Figura 5. Localização dos pontos para aquisição dos valores batimétricos (Fonte: <i>Google Earth</i>).....	19
Figura 6. Classificação e composição percentual das amostras de sedimento.....	21
Figura 7. Composição percentual dos sedimentos arenosos para os intervalos granulométricos.....	21
Figura 8. Curva de frequência acumulada em mm-phi, segundo Inman (1952), onde o silte e a argila são descritos por lama.....	22
Figura 9. Malha amostral do georreferenciamento sobreposta em imagem de satélite (<i>Google Earth</i>), com destaques para as regiões que apresentaram maior erro.....	23
Figura 10. Valores de profundidade para os pontos de coleta, situados ao longo do rio.....	24
Figura 11. Comportamento das curvas de S e T ao longo da coluna d'água, amostrado no mês de fevereiro.....	25
Figura 12. Comportamento das curvas de S e T ao longo da coluna d'água, amostrado no mês de março.....	26
Figura 13. Comportamento das curvas de S e T ao longo da coluna d'água, amostrado no mês de abril.....	27
Figura 14. Comportamento das curvas de S e T ao longo da coluna d'água, amostrado no mês de maio.....	28
Figura 15. Comportamento das curvas de profundidade e transparência no curso do rio, para as 4 coletas.....	29
Figura 16. Fotografias no interior do rio, bem como na praia.....	30
Figura 17. Classificação dos estuários quanto à estrutura salina (PRITCHARD, 1989).....	33

Lista de Tabelas

Tabela 1: Coordenadas dos pontos de coleta de dados.....	17
Tabela 2: Horário de coleta dos dados de S, T e Ts.....	20
Tabela 3: Dados meteorológicos e tábua de marés dos dias de coleta (INPE).....	20
Tabela 4: Análise e classificação estatística dos dados granulométricos.....	22

1. RESUMO

O Estuário do Rio Verde (Juréia-Itatins, Iguape-SP), inserido na Estação Ecológica de Juréia-Itatins (EEJI), compõe uma das maiores áreas protegidas no domínio da Mata Atlântica. Essa inserção permite a preservação da paisagem local, uma vez que as observações *in situ* verificaram ecossistemas potencialmente preservados, com elevada diversidade de fauna e de flora. O presente trabalho buscou determinar os parâmetros geo-físico-químicos do estuário, através da aquisição e da análise de dados batimétricos, sedimentológicos, termohalinos e estéticos (transparência). O Estuário do Rio Verde pode ser considerado como do Tipo A (Cunha Salina), quando analisada e enquadrada a zona de contato entre as águas fluviais e marinhas, essas que avançam até a zona de maré do rio. Geomorfologicamente pode ser classificado como Construído por Barra, devido às suas baixas profundidades e alterações sazonais na geometria da foz.

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

2. ABSTRACT

The Green River Estuary (Juréia-Itatins, Iguape-SP), inserted in the Ecology Station of Juréia-Itatins (EEJI), composes one of the largest protected areas in the Atlantic Forest domain. This positioning allows the preservation of the local landscape, since situ observations found potentially preserved ecosystems with high diversity of fauna and flora. This study has determinated the geo-physical-chemical parameters of the estuary, through analysis of a bathymetrical, sedimentological, thermohaline and aesthetical (transparency) dataset. The Green River Estuary may be considered as A Type (Salt-Wedge), when analyzed and framed the contact zone between fresh and marine waters, those who advance to the river tidal zone. Geomorphological may be classified as Built by Bar, due to low depths and sazonal changes in mouth geometry.

Keywords: Rio Verde, Estuary, Georeference, Saline Wedge, Sedimentology, Conservation Unit

3. INTRODUÇÃO

Os estuários geralmente apresentam-se como ambientes sujeitos a diárias variações temporais e espaciais de suas características geo-físico-químicas. Dessa forma, os organismos presentes nesse local são condicionados a apresentar uma extensa quantidade de adaptações às variações de salinidade e temperatura. Essa complexidade nas relações bióticas-abióticas necessita de estudos que busquem a compreensão desses fenômenos, considerando primordial o conhecimento basal da área em questão. Pois o potencial produtivo desse ecossistema é um reflexo da diversidade de fatores climáticos que orientam suas respectivas geomorfologias, como a descarga de água doce, maré, salinidade, circulação da região oceânica adjacente, vento que atua remota ou diretamente sobre a sua superfície e sua geometria (PRITCHARD, 1967). Odum (1971) classificou os estuários como um dos sistemas com maior potencial produtivo do planeta, tornando seu gerenciamento sustentável essencial para a manutenção dessa região potencialmente produtiva e que é caracterizada por berços naturais (LANA *et al.*, 2006).

Em contrapartida, existe uma série de atividades que impactam direta ou indiretamente a região costeira e seus ecossistemas associados, com alterações como aterros, barragens e dragagens que modificam os padrões hidrodinâmicos dos rios (Nascimento, 2008), provocando alterações na direção e quantidade de transporte de sedimentos, conferindo acresção ou erosão em diferentes regiões.

Estudos são realizados em estuários que apresentam caráter estratificado, buscando entender a intrusão salina que ocorre nos mesmos (FORD *et al.*, 1990; JAY & SMITH, 1990; KURUP *et al.*, 1998; WANG & KRAVITZ, 1980; WANG, 1998). Os sedimentos podem adsorver contaminantes em águas que apresentam uma zona de turbidez intensa (DYER, 1997), que juntamente com os efeitos da estratificação sobre a estabilidade da coluna d'água, estimulam estes estudos, pois esses fatores atuam sobre a qualidade da água e podem levar a anoxia das águas de fundo (KURUP *et al.*, 1998). 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) também influenciam na quantidade de estudos realizados nessas regiões.

Uma definição amplamente aceita de estuários é a de Pritchard (1967): *“Estuário é um corpo de água costeiro semi-fechado, com uma livre ligação com o oceano aberto, no interior do qual a água do oceano é mensuravelmente diluída pela água doce oriunda da drenagem continental”*.

A definição acima exclui baías (que não são ambientes semi-fechados), lagoas costeiras e mares salobros (que não possuem ligação com o oceano adjacente) e lagoas salinas (cuja água provém da chuva e não da drenagem continental). Também segundo essa definição, o estuário acaba quando a água do oceano para de ser mensuravelmente diluída pela água da drenagem continental. Entretanto, a influência da maré sobre o estuário, sobretudo nos não modificados pelo homem, vai sempre além desse limite. Assim, Fairbridge (1980) ampliou a definição de estuário, englobando a parte fluvial do estuário, que possui salinidade zero, mas sofre influencia direta da maré: *“Estuário é uma reentrância do mar em um vale de rio que se estende até o limite superior da maré, e pode ser usualmente dividido em três setores: a) marinho ou baixo estuário - com livre ligação com o oceano; b) estuário médio - sujeito à fortes processos de mistura de água doce com água salgada e c) estuário fluvial ou superior - caracterizado por água doce, mas sujeito a ações da maré”*.

Muitos estuários, particularmente os tropicais (Miranda *et al.* 2002) tem a sua entrada selada por uma barra de areia construída pelo oceano adjacente. Esses estuários são chamados de estuários cegos, e não tem uma livre ligação com o oceano (que só ocorre quando a barra se rompe, geralmente no período das chuvas). Para incluir esses ambientes na definição de estuário, Day (1980) incluiu o parâmetro “permanentemente ou periodicamente ligado ao oceano adjacente”. A definição de Day, entretanto, não levava em consideração a parte fluvial do estuário. Ou seja, para ele, assim com para Pritchard, a água marinha tinha que ser mensuravelmente diluída na água doce.

Em 1987, Kjerfve redefiniu o estuário, incorporando na sua definição a parte fluvial do estuário e os estuários cegos: *“Estuário é um ambiente costeiro que apresenta conexão restrita com o oceano adjacente. Tal conexão permanece aberta pelo menos intermitentemente. Esse ambiente pode ser subdivididos em três zonas distintas: Zona de maré do Rio ZR – Parte fluvial com salinidade praticamente zero, mas inda sujeita a influencia da maré. Zona*

de mistura ZM – região onde ocorre a mistura da água doce da drenagem continental com a água do mar. Zona costeira ZC – região costeira adjacente que se estende até a frente da pluma estuarina que delimita a camada limite costeira”.

Independentemente da terminologia, estuário é um ecótono de transição entre o ambiente flúvio-continental e o ambiente marinho (Odum 1971, Henry 2002). Como é peculiar dos ecótonos, muitas das suas características mais importantes não são transicionais e sim exclusivas.

O presente trabalho teve como objetivo geral descrever o Estuário do Rio Verde, 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.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 - Área de estudo

O trabalho foi realizado com autorização do Instituto Florestal (COTEC) SMA 260108 – 003.184/2011, no Estuário do Rio Verde, inserido na Estação Ecológica de Juréia-Itatins (EEJI) e que compõe parte dos aproximadamente 80.000 hectares de área, situando-se no município de Iguape, litoral sul do Estado de São Paulo (Fig. 3). A EEJI é uma das maiores áreas protegidas no domínio da Mata Atlântica, pois apresenta uma grande diversidade de vegetação, como Floresta Ombrófila Densa de encosta, formações pioneiras de influência fluvial, Manguezais e Florestas de Restinga, essas que compõem 37,5% dos oitenta mil hectares. O Estuário do Rio Verde circunda parte do maciço da Juréia e estabelece um *continuum* bem preservado entre os ecossistemas costeiros e a floresta de encosta com a Serra do Mar (NUNES, 2003).

Obtiveram-se com os dados de topografia digital (SRTM), plotados no programa *Global Mapper*, duas imagens que mostram o relevo (Fig. 1) e a topografia (Fig. 2) da região em que o estudo foi realizado.

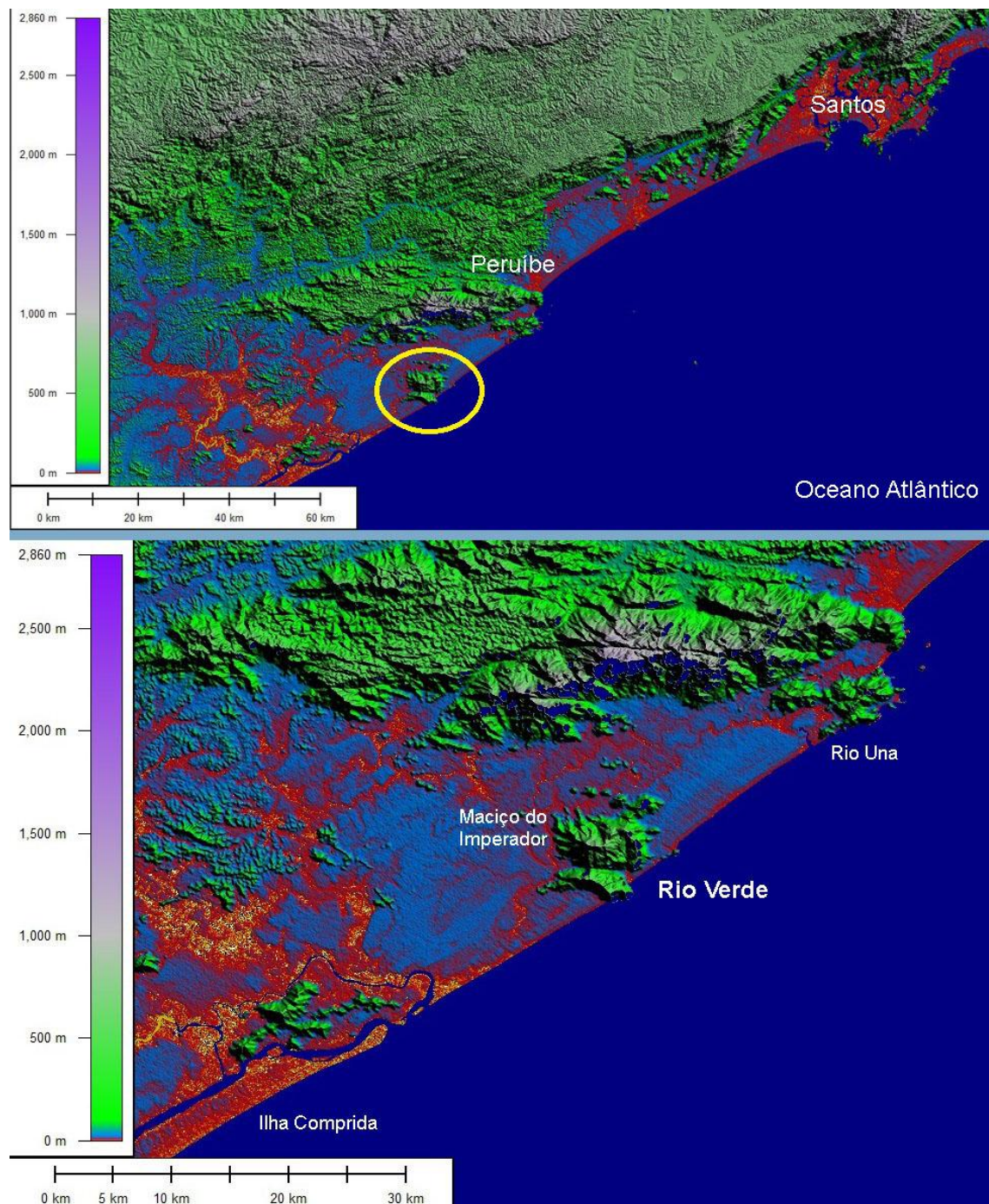
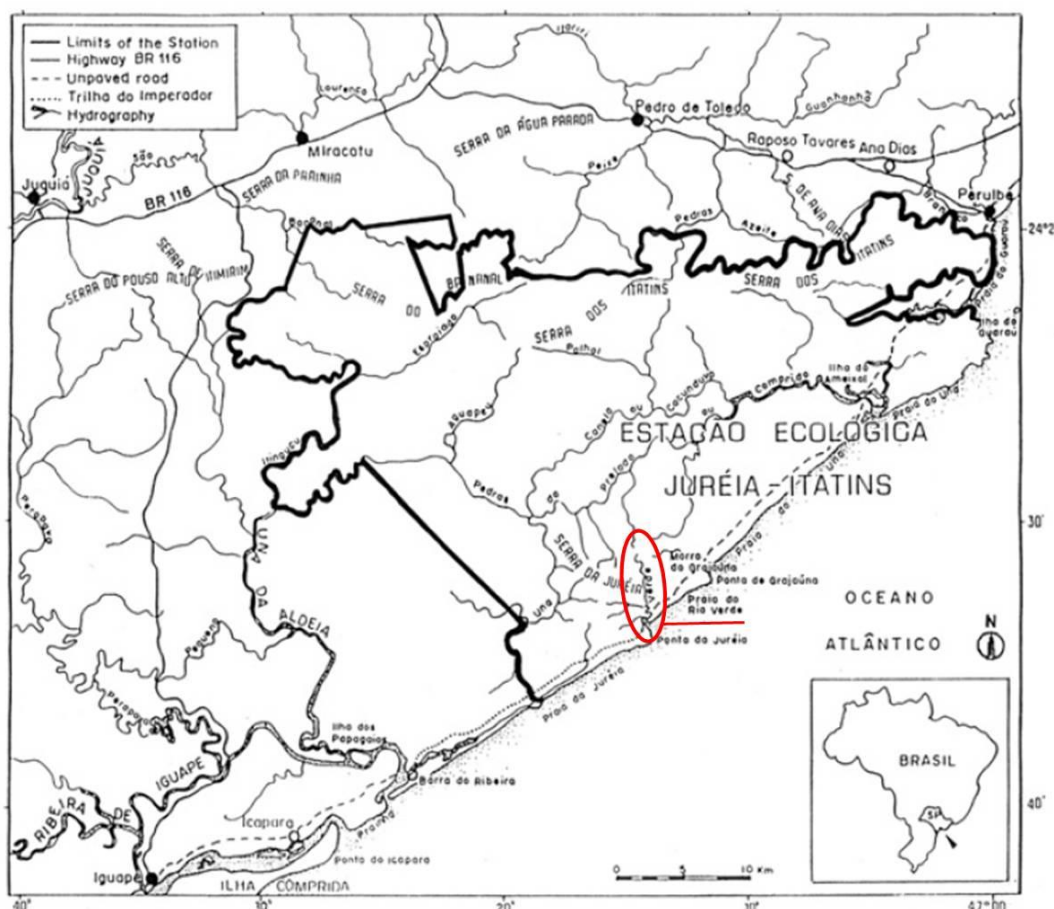
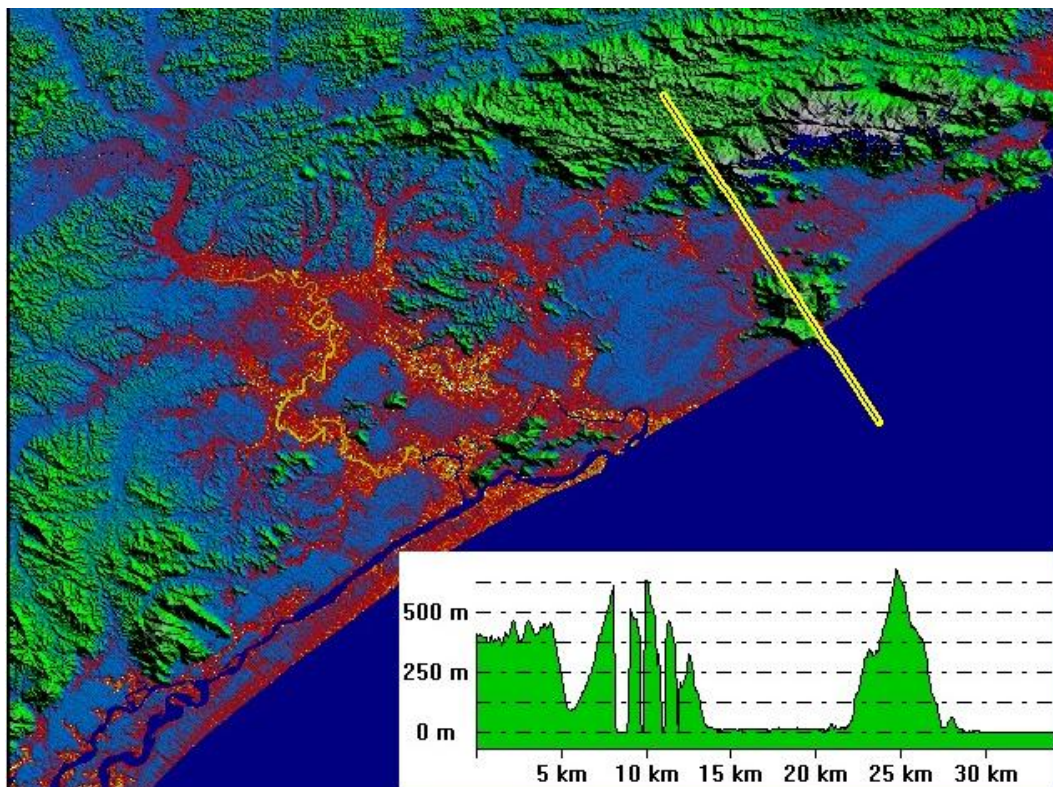


Figura 1 – Relevo da área de estudo, com destaque para o Rio Verde (fonte: SRTM).



4.2 – Trabalho de campo e análise dos dados

4.2.1 – Pontos de coleta

A coleta de dados foi feita em 9 pontos (Fig. 4), localizados e adquiridos com um GPS (*Garmin*, modelo *Etrex Legend H*). Posteriormente, foram plotados no programa Trackmaker-13.3 e visualizados no programa *Google Earth*.

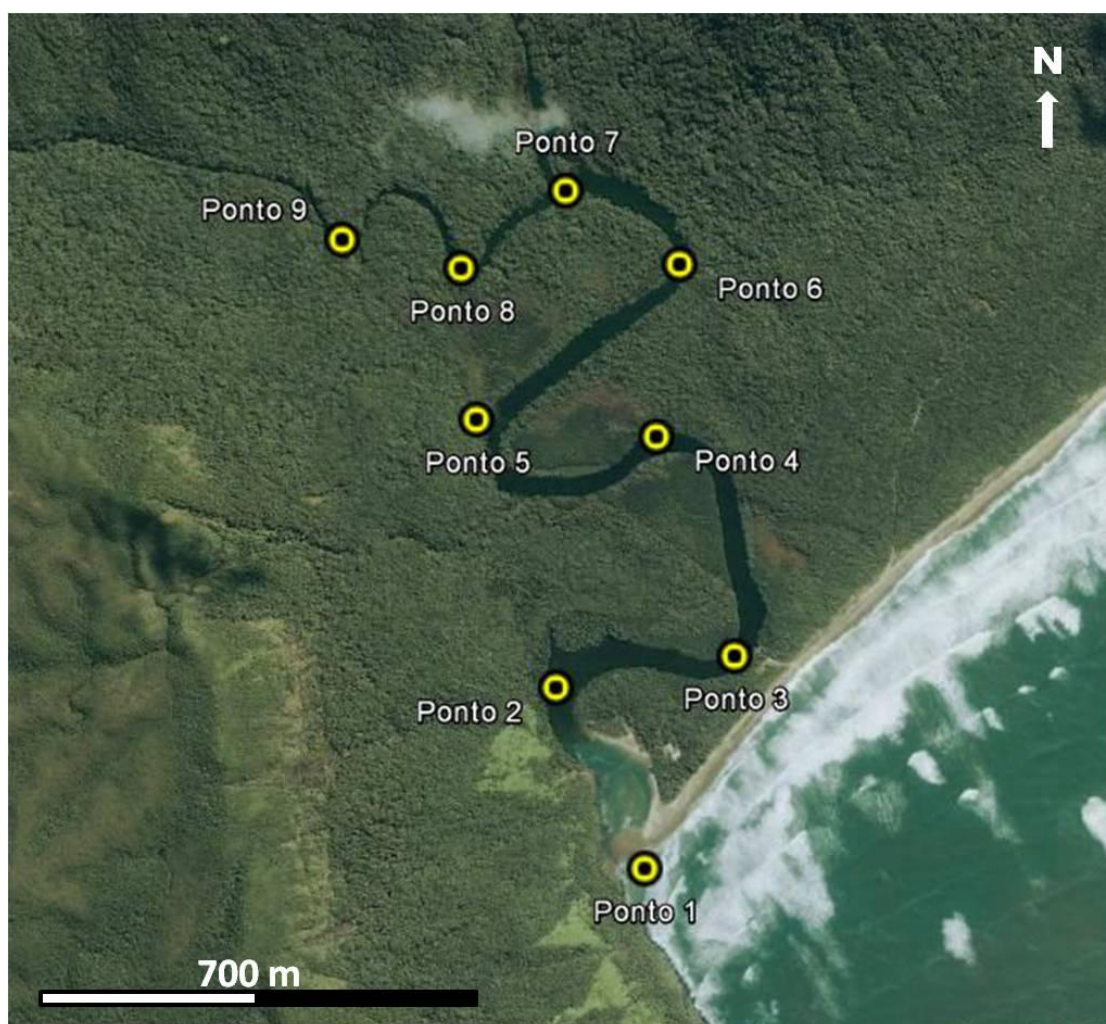


Figura 4 – Localização dos pontos de coleta de dados (Fonte: *Google Earth*).

As coordenadas (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)	
	(23 J)					(23 J)			
Ponto 1	274380.556	7281934.018	Ponto 6	274428.451	7283068.137				
Ponto 2	274208.402	7282270.912	Ponto 7	274211.416	7283202.699				
Ponto 3	274542.947	7282335.074	Ponto 8	274017.368	7283053.595				
Ponto 4	274389.73	7282744.376	Ponto 9	273795.227	7283102.371				
Ponto 5	274052.901	7282770.301							

4.2.2 – Sedimentologia

As amostras de sedimento foram coletadas nas profundidades máximas de cada ponto utilizando-se equipamento de mergulho autônomo, no dia 14 de abril de 2011. As profundidades foram adquiridas com um sonar (*Garmin Fishfinder 120*).

O tratamento dos sedimentos consistiu em lavagem para remoção dos sais e secagem em estufa (Odontobrás, modelo 1.3) a 60°C; ácido clorídrico (10%) foi utilizado para eliminação dos carbonatos; a elutriação, em peneira de malha 0,063mm, eliminou o silte e a argila; a retirada da matéria orgânica deu-se com uma mufla (Quimis, modelo Q-318M24) a 500°C, durante 4 horas; um conjunto de peneiras com malhas de 1, 0,5, 0,25, 0,125 e 0,063mm foi utilizado na granulometria; todas as pesagens, durante o procedimento, foram feitas em balança analítica (Marte, modelo AS500c) com 0,01g de precisão. Com o programa Microsoft *Excel* 2007, gráficos de classe e intervalos granulométricos foram plotados, bem como o de curva de frequência acumulada.

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. A metodologia de Wentworth (1922) foi utilizada para avaliar a distribuição dos sedimentos.

4.2.3 – Georreferenciamento

O contorno do rio foi feito com um caiaque e os dados foram adquiridos com GPS (*Garmin*, modelo *Etrex Legend*), ao longo do dia 15 de fevereiro de 2011. O procedimento na locomoção consistiu em buscar a nascente pela margem direita e retornar à foz pela margem esquerda. Utilizaram-se os programas *Trackmaker-13.3* e *Google Earth* para respectivas plotagem e visualização dos dados.

4.2.4 – Batimetria

No dia 19 de março de 2011, um sonar (*Garmin*, modelo *Fishfinder 120*), com precisão igual a 10cm e frequência de 200kHz para região submersa, foi usado para a aquisição dos valores de profundidade, ao longo do rio. O deslocamento foi feito ao longo do curso principal do rio com auxílio de um caiaque, coletando-se 272 pontos (Fig. 5), sendo o primeiro as 10h15' e o último as 14h18'. A tábua de maré (Santos-SP) para esse dia mostrou estofa de vazante (0,2m) às 9h04min e estofa de enchente (1,6m) às 14h47min. 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)

Os dados de salinidade, temperatura e transparência foram coletados em 4 saídas a campo (Tab. 2). Com o uso de uma sonda termo-salinométrica (SYI, modelo 550A), obtiveram-se os valores de T e S a cada 20 cm ao longo da coluna d'água e a transparência foi medida por meio de um disco de Secchi com 10 metros de cabo, graduado a cada 20 cm.

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

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

	16-fev-11	19-mar-11	13-abr-11	24-mai-11
Ponto 1	11:05	18:08	14:57	16:50
Ponto 2	10:42	18:00	14:42	16:36
Ponto 3	10:25	17:53	14:31	16:24
Ponto 4	10:04	17:40	14:20	16:11
Ponto 5	9:39	17:33	14:12	16:00
Ponto 6	9:21	17:24	13:56	15:50
Ponto 7	9:04	17:07	13:43	15:35
Ponto 8	8:44	17:01	13:34	15:26
Ponto 9	8:22	16:53	13:23	15:15

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

Tabela 3 - Dados meteorológicos e tábua de marés dos dias de coleta (INPE).

Data	Temp. (°C) Min/Max	Tábua de Maré	Velocidade e Direção do Vento	Lua	Precipitação em mm/dia (últimas 24h)
16-fev-11	20,0 / 29,0	08h08 - 0.3 / 14h11 - 1.4	9,0 km/h - ESE	Crescente	8,0 mm
19-mar-11	19,0 / 31,0	14h47 - 1.6 / 21h23 - 0.1	9,0 km/h - SSE	Cheia	2,0 mm
13-abr-11	21,0 / 27,0	12h04 - 1.3 / 18h08 - 0.4	9,0 km/h - NNW	Crescente	0,0 mm
24-mai-11	15,0 / 24,0	14h17 - 0.4 / 19h28 - 1.1	6,0 km/h - SE	Minguante	0,0 mm

4.2.6 – Registro fotográfico

O registro fotográfico foi adquirido com uma câmera Samsung (ES28), com 12.2 megapixels.

5. RESULTADOS

5.1 – Sedimentologia

Os gráficos de classes (Fig. 6), intervalos granulométricos (Fig. 7) e curva de frequência acumulada (Fig. 8), foram elaborados a partir das análises dos sedimentos.

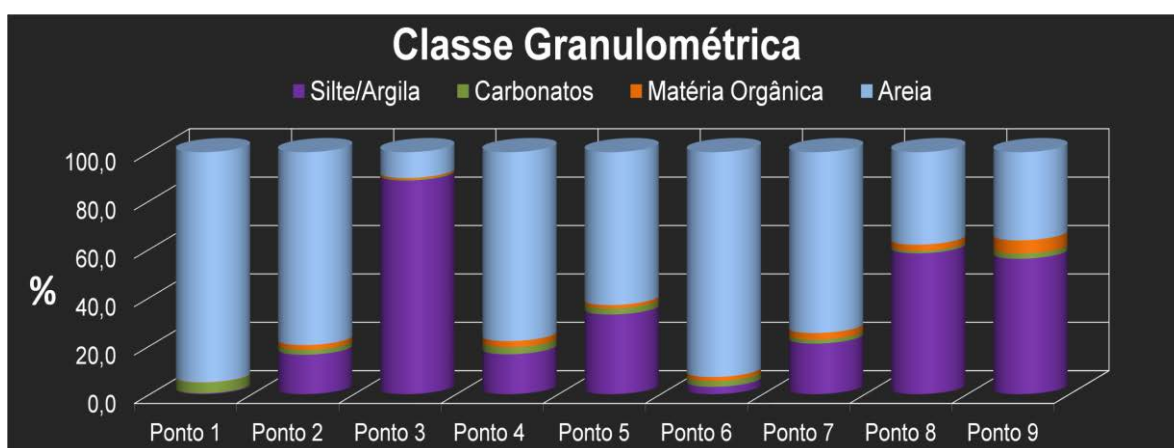


Figura 6 – Classificação e composição percentual das amostras de sedimento.

Os pontos 1 e 6 apresentaram forte dominância de sedimentos arenosos, enquanto os pontos 2, 4, 5 e 7 apresentaram discretamente essa dominância. A dominância de silte e argila foi moderada para os pontos 8 e 9, e acentuada no ponto 3. Por fim, a matéria orgânica destacou-se no ponto 9, quando comparado aos outros pontos.

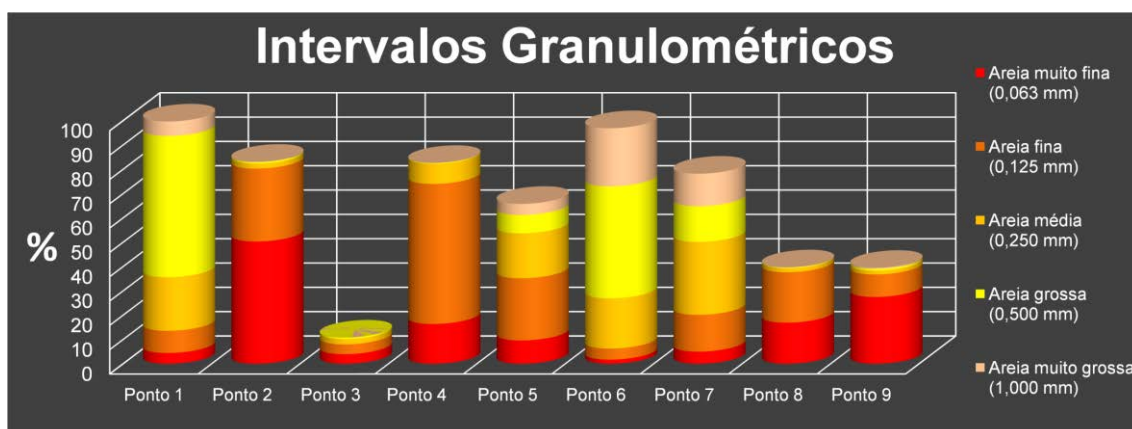


Figura 7 – Composição percentual dos sedimentos arenosos para os intervalos granulométricos.

Os pontos 2, 4, 8 e 9 apresentaram dominância de 2 tamanhos na composição arenosa. Já os pontos 1, 3, 5, 6, e 7 forneceram, qualitativamente, uma distribuição equilibrada para os intervalos granulométricos.

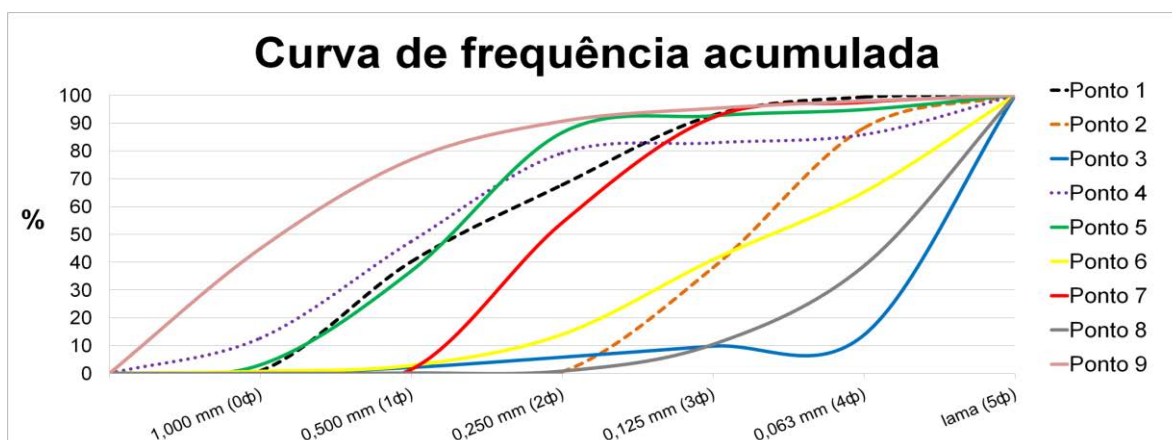


Figura 8 – Curva de frequência acumulada em mm-phi, segundo Inman (1952), onde silte e a argila são descritos por lama.

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)	
Ponto 1	0,5	0,98 ϕ	0,94	Moderadamente Selecionado (MS)	0,37	Assimetria Muito Positiva (AMP)	0,76	Platicúrtica (P)
Ponto 2	2,7	3,33 ϕ	0,79	MS	-0,02	Aproximadamente Simétrica (AS)	0,62	Muito Platicúrtica
Ponto 3	3,9	4,32 ϕ	0,56	MS	-0,28	Assimetria Negativa (AN)	0,45	MP
Ponto 4	3,5	2,92 ϕ	0,93	MS	0,34	AMP	0,65	MP
Ponto 5	3,9	2,82 ϕ	1,58	Pobrememente Selecionado (PS)	-0,03	AS	0,47	MP
Ponto 6	3,7	0,70 ϕ	1,10	PS	0,18	Assimetria Positiva (AP)	0,76	P
Ponto 7	2,7	1,99 ϕ	1,73	PS	0,18	AP	0,55	MP
Ponto 8	3,7	3,86 ϕ	0,90	MS	-0,46	Assimetria muito Negativa (AMN)	0,46	MP
Ponto 9	2	3,96 ϕ	0,78	MS	-0,37	AMN	0,46	MP

As análises estatísticas dos dados granulométricos (Tab. 4) indicaram que os valores de diâmetro médio dos sedimentos, ao longo do rio, não apresentaram um padrão. O grau de seleção foi moderado na foz e reduziu até a bifurcação do rio, no ponto 7. Os pontos 8 e 9 voltaram a apresentar um grau de seleção moderado. Os graus de assimetria forneceram uma cauda com tendência a sedimentos mais grosseiros para os pontos 2, 3, 5, 8 e 9. Enquanto para os pontos restantes essa tendência foi para sedimentos mais finos. 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 para os pontos 1 e 6, ou muito platicúrticos para os demais pontos.

5.2 – Georreferenciamento

A malha amostral do georreferenciamento (Fig. 9) não se manteve fiel à imagem de satélite (*Google Earth*). As margens do rio adquiridas com o GPS apresentaram-se sobre a vegetação, quando sobrepostas à imagem de satélite.

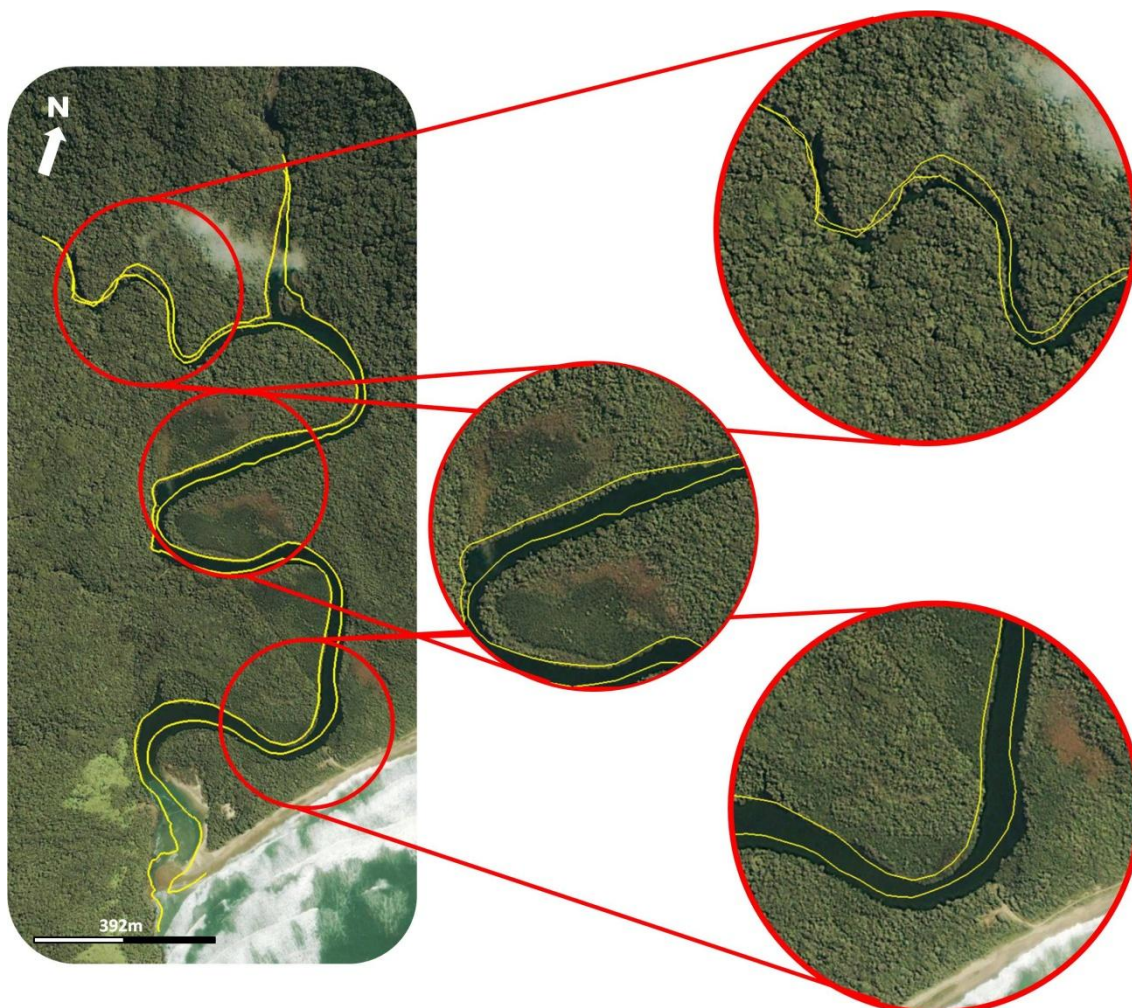


Figura 9 – Malha amostral do georreferenciamento sobreposta em imagem de satélite (*Google Earth*), com destaques para as regiões que apresentaram maior erro.

5.3 – Batimetria

Os dados de profundidade apresentaram bastante variação ao longo do rio (Fig. 10). Nos pontos localizados próximos a foz, os valores foram predominantemente mais profundos quando comparados com os pontos localizados na porção central e na nascente do rio. O menor valor de profundidade foi de 20 centímetros e o maior de 4,2 metros.

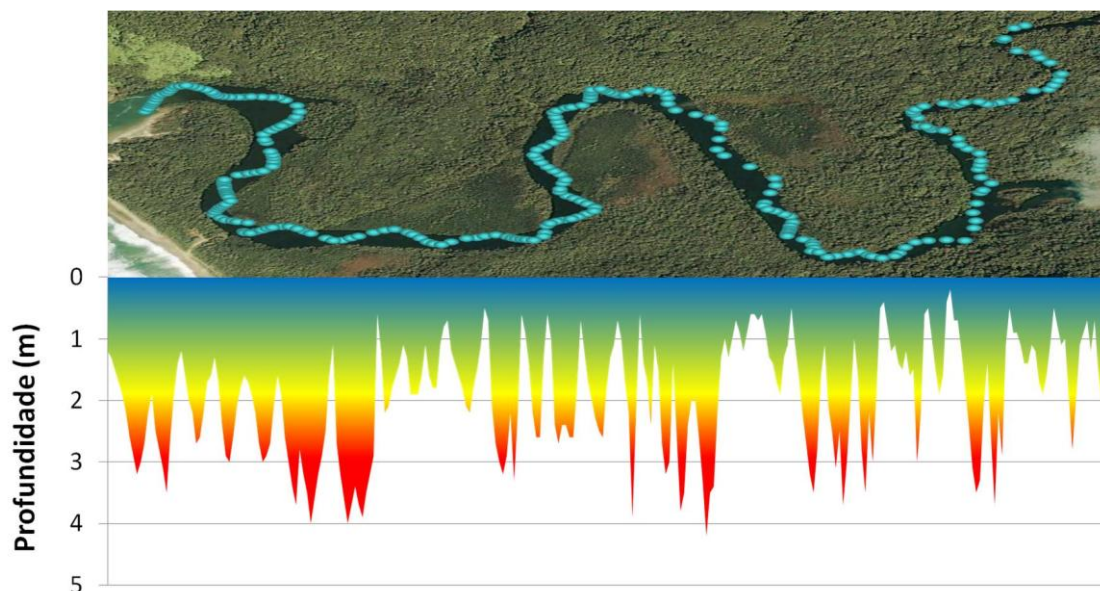


Figura 10 – Valores de profundidade para os pontos situados ao longo do rio.

5.4 – Salinidade, Temperatura e Transparência

Nas 4 coletas foram adquiridos perfis verticais, ao longo da coluna d'água, contendo os valores de S e T (Fig. 11, 12, 13 e 14).

As termo-haloclinas mostraram-se bastante acentuadas em todos os perfis, próximos a profundidade igual a 50 cm. Os pontos próximos a foz apresentaram exceção a esse padrão, durante a coleta no mês de março, uma vez que a termo-haloclina mostrou-se mais suave ao longo do primeiro metro da coluna d'água.

16-fev-2011

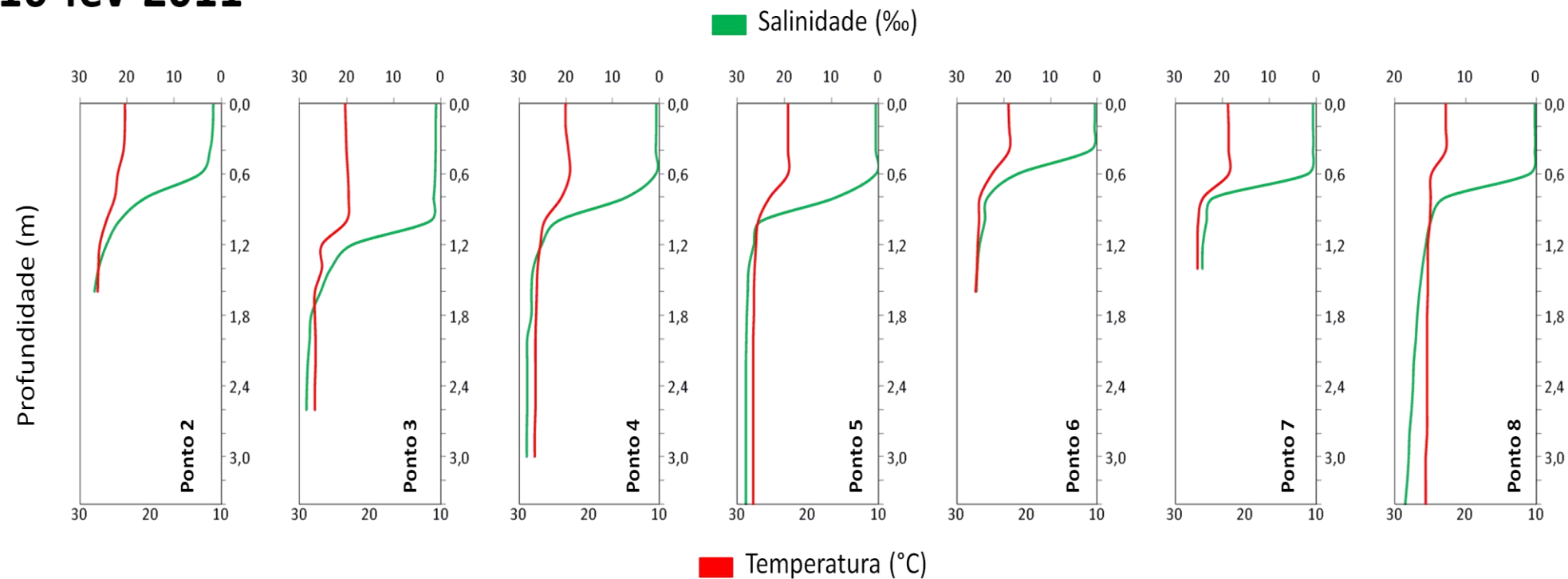


Figura 11 – Comportamento das curvas de S e T ao longo da coluna d'água, amostrado no mês de fevereiro.

19-mar-2011

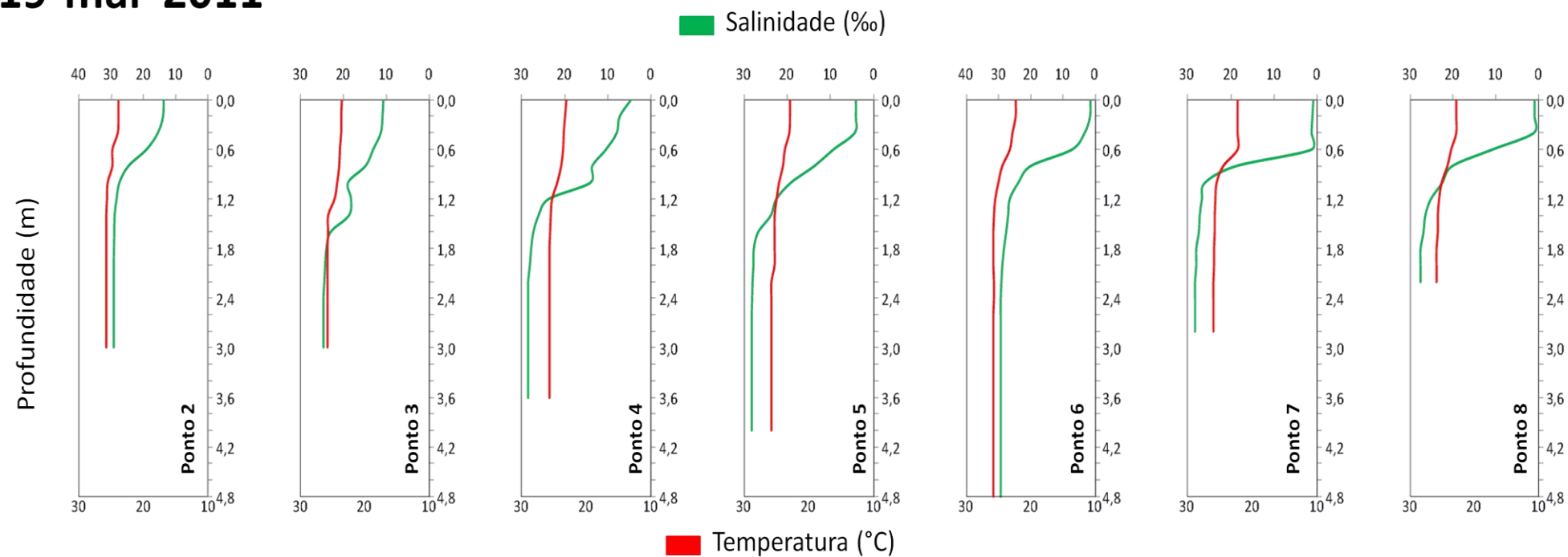


Figura 12 – Comportamento das curvas de S e T ao longo da coluna d'água, amostrado no mês de março.

13-abr-2011

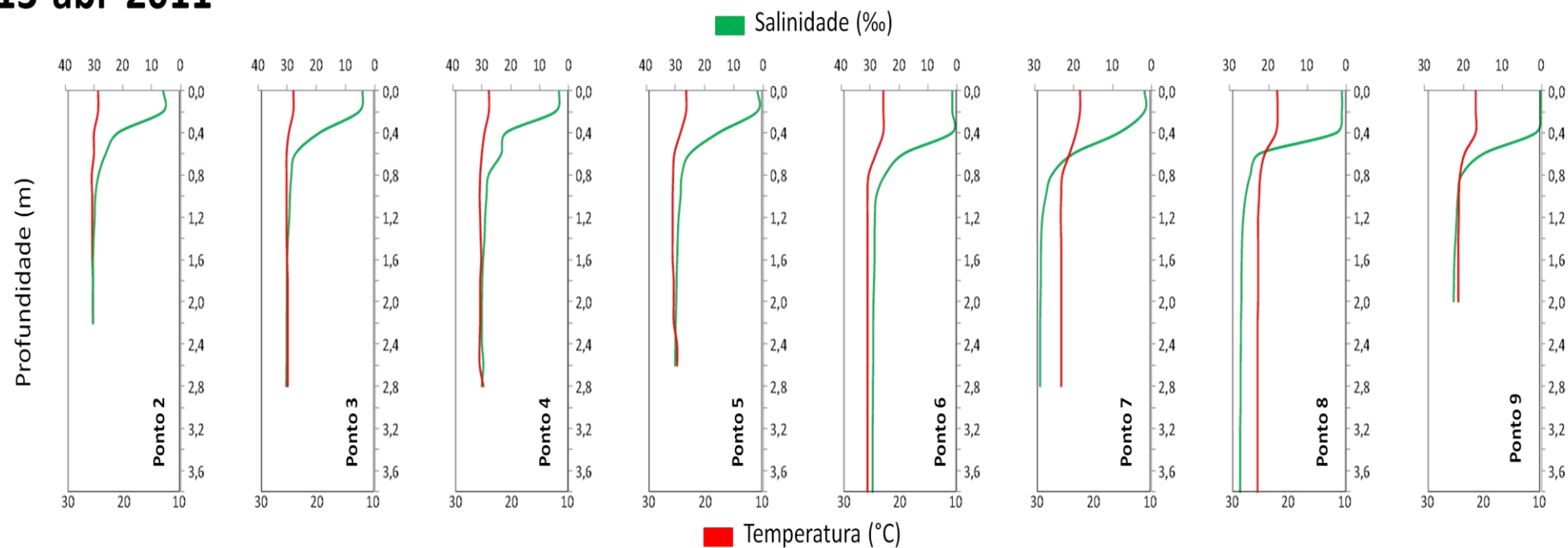


Figura 13 – Comportamento das curvas de S e T ao longo da coluna d'água, amostrado no mês de abril.

24-mai-2011

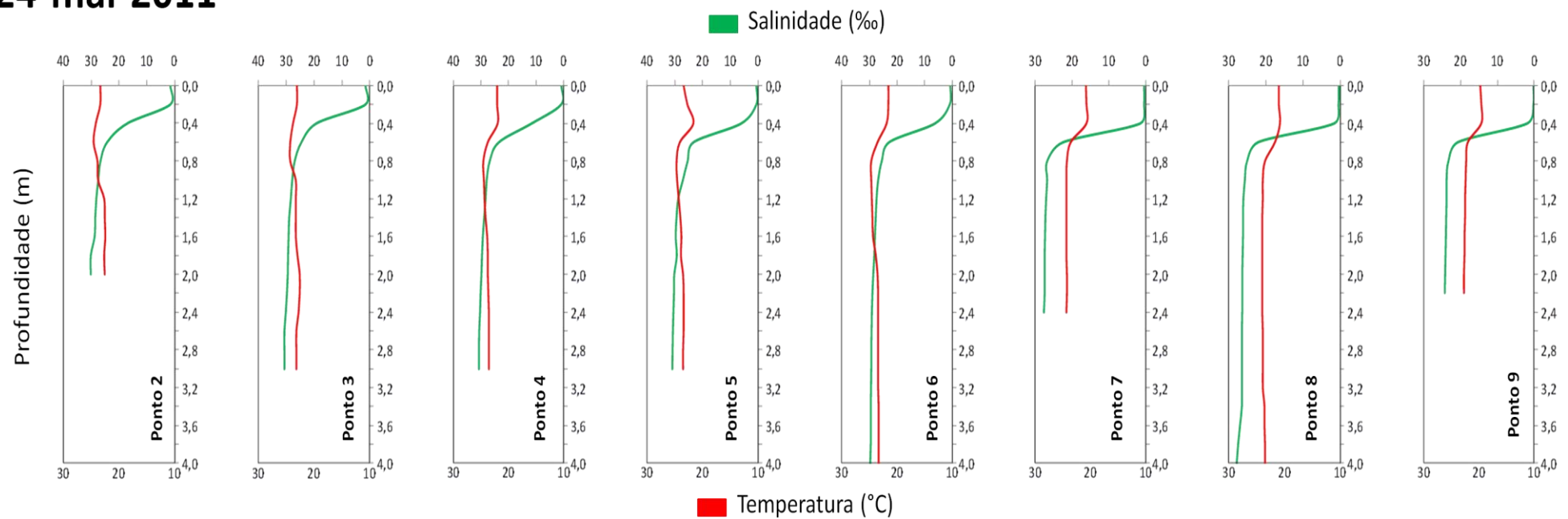


Figura 14 – Comportamento das curvas de S e T ao longo da coluna d'água, amostrado no mês de maio.

Durante os 4 dias de coleta, os valores de visibilidade e profundidade (Fig. 15) foram equivalentes da foz a porção central do rio. As coletas de abril e maio apresentaram visibilidade maior da região central do rio a nascente. O ponto 6 mostrou-se menos profundo na coleta de fevereiro, ao passo que essa diminuição da profundidade no ponto 8 ocorreu na coleta de março.

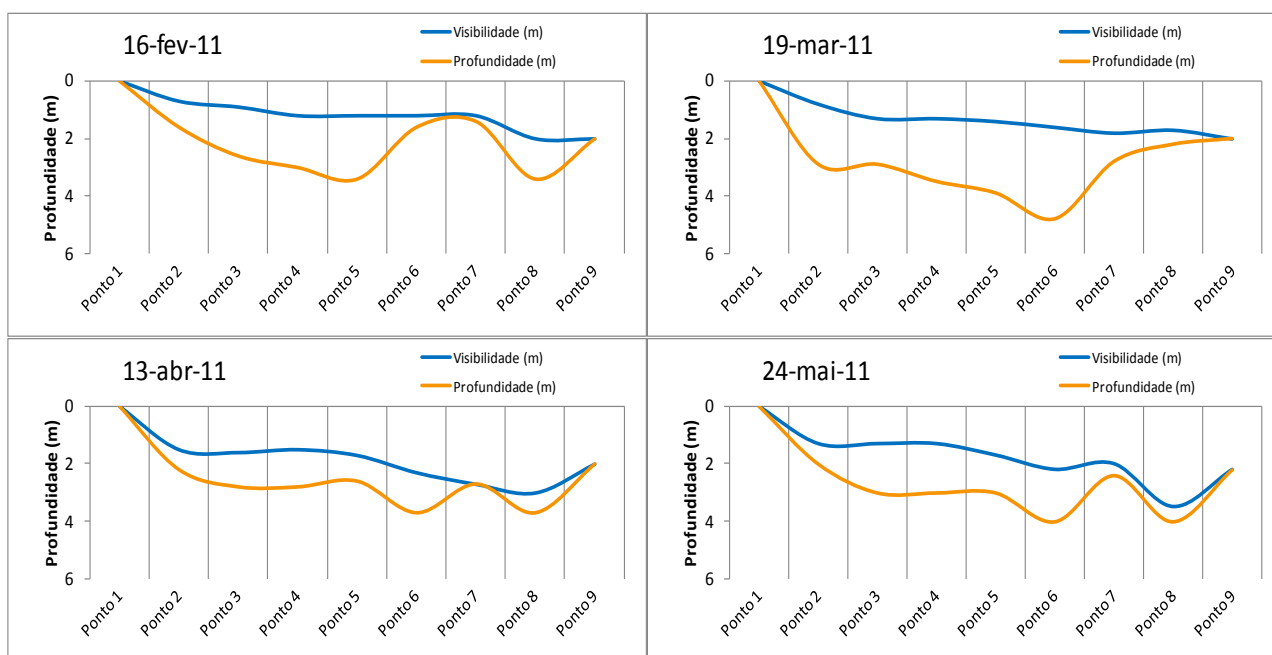


Figura 15 – Comportamento das curvas de profundidade e transparência no curso do rio, para as 4 coletas.

5.5 – Registro fotográfico

Fotografias foram selecionadas para caracterização e visualização da fauna, da flora e dos instrumentos empregados na região de estudo (Fig. 16).

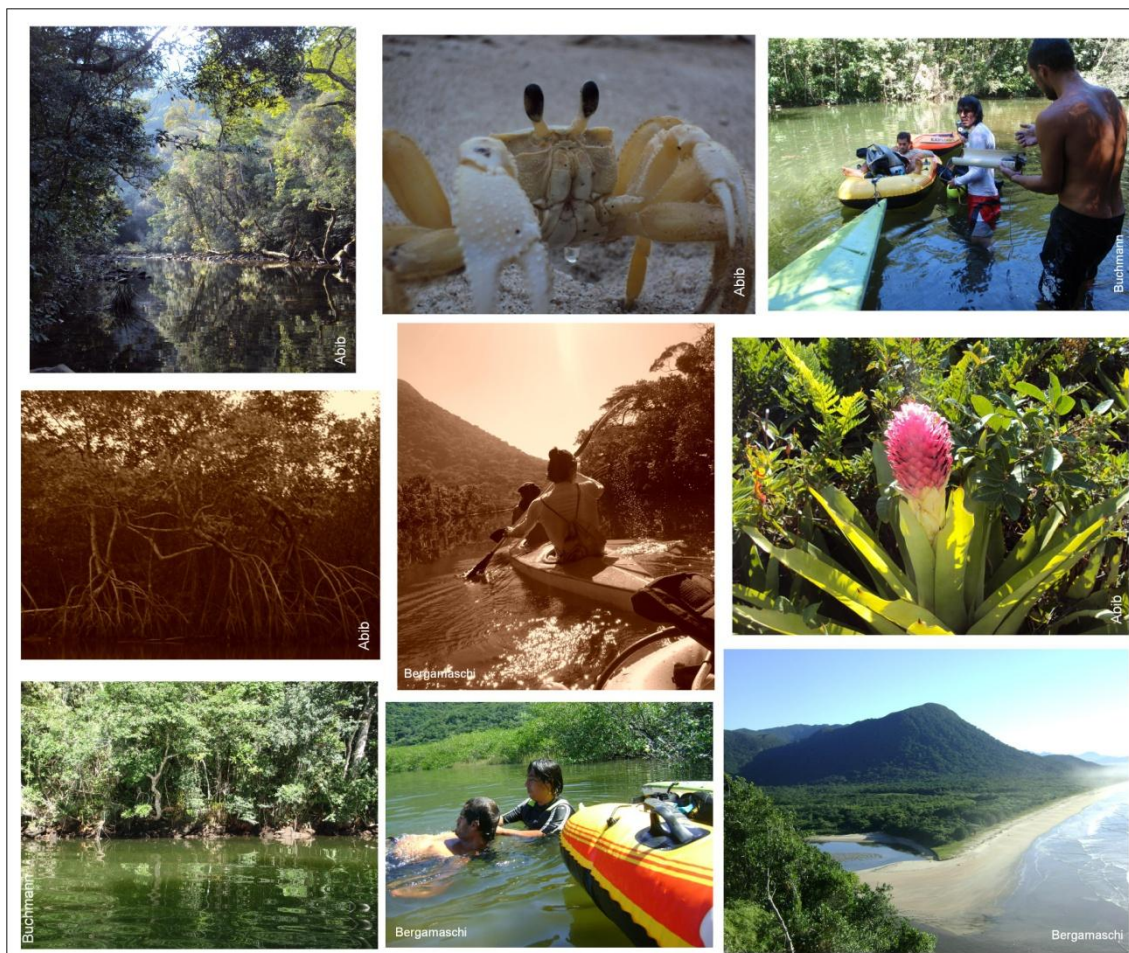


Figura 16 – Fotografias no interior do rio, bem como na praia.

6 – DISCUSSÃO

6.1 – Sedimentologia

A zona de mistura, ou seja, onde a descarga fluvial encontra-se com a maré de enchente foi identificada no ponto 3, explicando a dominância de silte e argila nessa região, pois esse encontro diminui o fluxo hidrodinâmico e favorece a floculação e deposição de sedimentos lamosos (argilo-minerais). Com exceção do ponto 3, a predominância de sedimentos arenosos do ponto 7 a foz do rio, pode ser explicado pela influência das águas oriundas na nascente que está situada no curso esquerdo da bifurcação do rio. Esse fluxo de água

transporta sedimentos imaturos, que foram erodidos recentemente da rocha mãe, depositando-os ao longo do rio. Nos pontos 8 e 9, o incremento de sedimentos lamosos volta a aparecer, uma vez que o curso direito da bifurcação do rio é mais extenso e distante da nascente, apresentando um menor fluxo hidrodinâmico e permitindo que sedimentos mais finos tenham tempo de decantar. Os fatores apresentados acima também explicam os graus de seleção dos sedimentos, que se dividiram entre pobre e moderadamente selecionados.

As assimetrias negativa (Ponto 3) e muito negativas (Pontos 8 e 9) devem-se a influência hidrodinâmica de ambiente estuarino-praial, enquanto as assimetrias positivas (Pontos 6 e 7) e muito positivas (Pontos 1 e 4) devem-se a influência fluvial (MARTINS, 2003).

Quanto aos valores de curtose, o significado ambiental das distribuições platicúrticas e muito platicúrticas está relacionado à hidrodinâmica que pode ser intensa ou baixa, respectivamente. Classificando a área de estudo como de moderada energia e menor grau de seleção (SUGUIO, 1973).

6.2 – Georreferenciamento

As possíveis explicações para o deslocamento que ocorreu na sobreposição da malha amostral com a imagem de satélite podem ser duas. A primeira pode estar na precisão do GPS, que atua na faixa de 3 a 10 metros de erro, sendo o maior erro associado ao adensamento da vegetação e respectiva diminuição do sinal. A segunda pode estar relacionada com a data da imagem de satélite (dia 01 de setembro de 2002) usada para a sobreposição dos dados, pois a vegetação de mangue e restinga pode ter se modificado ao longo dos aproximados 9 anos.

6.3 – Batimetria

A predominância de profundidades maiores na foz deve-se ao efeito turbulento gerado pelo intenso fluxo hidrodinâmico na região, resuspendendo o sedimento e permitindo que esse seja transportado para outras porções estuarinas. Relacionado com a maior profundidade, localizada na porção

central, está o efeito hidráulico dos canais de maré no transporte de sedimentos, que é mais elevado nessa região do rio. Em contraponto, a resposta para a menor profundidade pode ser dada pelo efeito da zona de mistura, que consiste no encontro das águas de origem oceânica com as de origem fluvial. Esse processo favorece na deposição de sedimentos, uma vez que o fluxo hidrodinâmico torna-se menos intenso.

6.4 – Salinidade, Temperatura e Transparência

A classificação do Estuário do Rio Verde foi feita baseada em três autores. Um deles foi Kjerfve, que em 1987 dividiu os estuários em 3 zonas:

- 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 segundo foi Pritchard, que em 1989 estruturou os estuários, quanto a salinidade (Fig. 17), nos tipos:

- 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.

Por fim, a classificação de Davies (1964) quanto as diferentes forçantes dos estuários, causadas por diferentes tipos de maré e respectivas alturas máximas que essas alcançam:

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

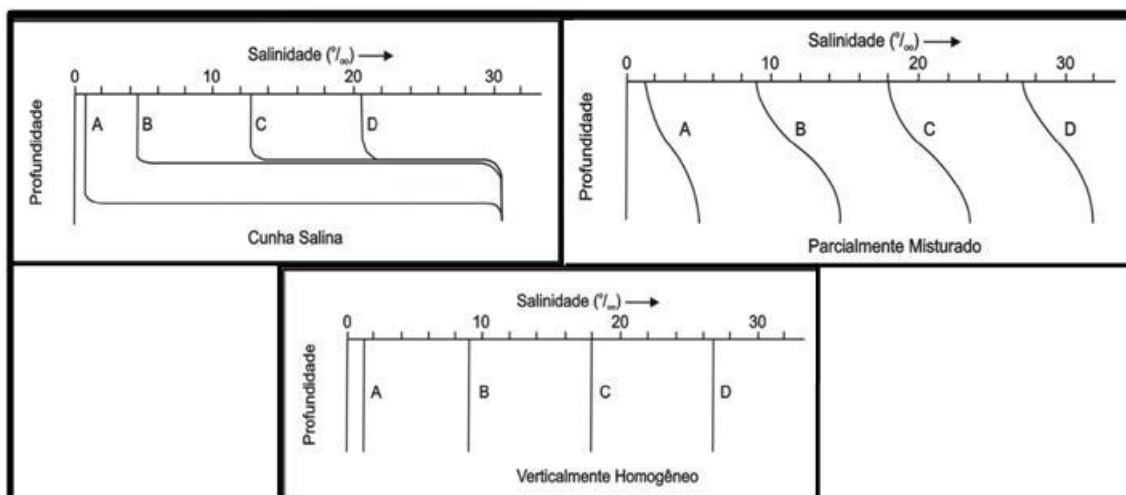


Figura 17 - Classificação dos estuários quanto à estrutura salina (PRITCHARD, 1989).

O Estuário do Rio Verde pode ser classificado como Tipo A (Cunha Salina), devido à variação predominantemente brusca nos valores de salinidade e temperatura, ao longo da coluna d'água. Os pontos que apresentaram suavidade na termo-haloclina, comportaram-se como estuário Tipo B (Parcialmente Misturado), devido à mistura por fluxo turbulento, oriunda das elevações na pluviosidade e na intensidade da descarga fluvial. A salinidade é considerada a variável predominante, quando comparada com a temperatura, fornecendo uma maior densidade à massa d'água que apresenta maiores temperaturas.

O Estuário do Rio Verde apresenta um regime de micromarés, devido à variação nas tábuas de maré (Tab. 3) não exceder 2 metros. A força associada a esse regime mostrou forte influência no que diz respeito à intrusão da cunha salina ao longo do estuário, que alcançou os limites da zona de maré do rio.

A diminuição da profundidade durante os meses de fevereiro e março, respectivamente nos pontos 6 e 8, pode estar relacionada com eventos de tempestade (ventos e ondas, conjuntamente) que transportam grandes quantidades de sedimentos da região costeira para o estuário de mistura (CAPEL & BUCHMANN, 2009).

O Estuário do Rio Verde pode ter seu tipo geomorfológico classificado como Construído por Barra (MIRANDA *et al.*, 2002). As características que permitem tal afirmação são o transporte de grande concentração de

sedimentos em suspensão, que ocasionam alterações sazonais na geometria da foz (ABIB, 2011) e a baixa profundidade ao longo do rio.

7 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

O tipo geomorfológico do estuário de Rio Verde é classificado como Construído por Barra. Os dados de salinidade e temperatura enquadram o estuário como Tipo A (Cunha Salina) e a entrada das águas oceânicas estendem-se até a nascente, estratificando o rio na sua totalidade e reduzindo drasticamente a zona de maré do rio e a abundância de organismos bentônicos estritamente dulcícolas.

A zona de mistura situa-se na porção central do rio, onde ocorre predominância de sedimentos siltico-argilosos. O regime de micromaré condiciona a região de estudo, submetendo-a a um controle de energias moderadas.

A necessidade de se consolidar áreas como Unidades de Conservação (UCs) é constatada com o presente estudo. O Estuário do Rio Verde está situado na Estação Ecológica Juréia-Itatins, permitindo a preservação da paisagem local, bem como da fauna e flora associadas. As observações *in situ* permitiu a verificação de ecossistemas potencialmente preservados, com elevada diversidade de fauna e de flora. Esse trabalho contribui para o plano de manejo da unidade, com informações relevantes e criteriosamente analisadas, baseando-se nos princípios do Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro.

8 – BIBLIOGRAFIA

- ABIB, M. C. S. **Estudo da morfodinâmica da Praia de Itaguapé, Bertioga-SP, entre outubro de 2009 e junho de 2011.** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) – Campus Experimental do Litoral Paulista, Universidade Estadual Paulista, São Vicente, 2011. 51 p.
- 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.
- CARVALHAES, M. A.
 , **Iguapé, SP.** Dissertação (Mestrado em Ecologia Geral) - Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, SP. 1997.
- 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.
- FAIRBRIDGE, R. W. The estuary: its definition and geodynamic cycle. In: Olausson, E., and Cato. **Chemistry and biogeochemistry of estuaries**, 1980. 36 p.
- 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.
- 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.

- HENRY, R. Os ecótonos nas interfaces dos ecossistemas aquáticos: conceitos, tipos, processos e importância – estudo de aplicação em marginais ao rio Paranapanema na zona de desembocadura na Represa Jurumirim. In: Henry, R. **Ecótonos nas interfaces dos ecossistemas aquáticos**. São Carlos: RiMa, 2003. p. 1-28
- 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, 2006. 156 p. (Série Livros, 22).
- 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.

- NUNES, M. **Do passado ao futuro dos moradores tradicionais da estação Ecológica Juréia-Itatins/SP**. Dissertação (Mestrado em Geografia Física) – Departamento de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, 2003. 168 p.
- ODUM, E. P. **Fundamentos de ecologia**. 4. ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbekian, 1971. 927 p.
- 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
- SUGUIO, K. **Introdução a sedimentologia**. São Paulo: EDUSP, 1973. 312 p.
- 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.