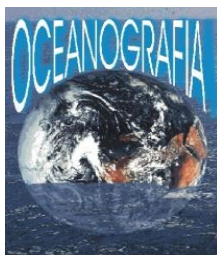




Universidade Federal do Pará



Faculdade de Oceanografia



Instituto de Geociências

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

BRENDA CRÍSTINA PINTO DE SENA

OCEANOGRAFIA DE ESTUÁRIOS AMAZÔNICOS: RIO DO BOMBOM (VISEU-PA)

GEOCIÊNCIAS
U F P A

BELÉM-PARÁ

OUTUBRO-2013

BRENDA CRÍSTINA PINTO DE SENA

OCEANOGRAFIA DE ESTUÁRIOS AMAZÔNICOS:
RIO DO BOMBOM (VISEU-PA)

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Faculdade de Oceanografia do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Pará – UFPA, em cumprimento às exigências para obtenção do grau em Bacharel em Oceanografia.

Orientador: Prof. Msc. Marcelo Augusto Moreno da Silva Alves.

Belém

2013

BRENDA CRÍSTINA PINTO DE SENA

OCEANOGRAFIA DE ESTUÁRIOS AMAZÔNICOS:
RIO DO BOMBOM (VISEU-PA)

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Faculdade de Oceanografia do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Pará – UFPA, em cumprimento às exigências para obtenção do grau em Bacharel em Oceanografia.

Data de aprovação: ____/____/____

Conceito: _____

Banca examinadora:

Prof. Marcelo Augusto Moreno Alves da Silva – Orientador
Mestrado em Geologia e Geoquímica
Universidade Federal Rural da Amazônia

Prof. Igor Charles Castor Alves – Membro
Mestrado em Geologia e Geoquímica
Universidade Federal do Pará

Profa. Gilmara Maureline Teles da Silva de Oliveira – Membro
Mestrado em Aquicultura e Recursos Aquáticos Tropicais
Universidade Federal Rural da Amazônia

Dedico este trabalho a minha avó e
a minha mãe.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por permitir a realização de mais um sonho.

À Universidade Federal do Pará e ao Instituto de Geociências pela ajuda recebida.

Ao Prof. Msc. Marcelo Augusto Moreno Alves da Silva pela orientação, oportunidade de aprendizagem, confiança e estímulo durante o desenvolvimento deste trabalho.

Aos professores do curso de graduação em Oceanografia do Instituto de Geociências pelos ensinamentos transmitidos ao longo do período do curso.

Aos colegas do Laboratório de Geologia de Ambientes Aquáticos (LGAA): Érika Teixeira, Elthon Fontes, Rosa Mendes, Arnon Costa, Marillyse Vieira, Renato Nunes, Masharu Kawamoto, Ana Carolina Rabelo, Paula Bentes e Leonardo Falesi pela ajuda durante a realização da coleta e tratamento dos dados em laboratório.

A Adriana Ribeiro pela ajuda durante o desenvolvimento do trabalho.

Aos amigos que fiz ao longo da graduação: Ana Flávia Moraes, Camila Santos, Daniele Ratis, Helanir Furtado, Rafael Fernando Aquino, Rafaela Barros, Thais Borba e Yuri Porto, pela colaboração e descontração durante o curso.

À professora Lucinice Belúcio e ao Biólogo Alberto Farias pelo ensinamento durante meu estágio no Laboratório de Biologia Aquática.

A minha mãe Rosa Maria Pinto de Sena e avó Amália Pinto de Sena, por todo apoio e compreensão que elas me deram.

Aos meus familiares pela confiança e apoio durante a vida acadêmica.

A todos que contribuíram direta ou indiretamente para que fosse possível a realização deste trabalho.

“Os cientistas tentaram entender a felicidade. Pesquisaram-na, fizeram estatísticas, mas ela os confundiu, falando-lhes: A lógica numérica jamais compreenderá a lógica da emoção!. Perturbados, descobriram que o mundo da emoção é indecifrável pelo mundo das idéias. Por isso, os cientistas que viveram uma vida exclusivamente lógica e rígida foram infelizes”

Augusto Cury

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo caracterizar e avaliar o estuário do rio do Bombom (Município de Viseu-PA) através dos parâmetros físicos, químicos, sedimentar e batimétrico. O estuário do Bombom situa-se na porção Oeste do município de Viseu, localizado na região nordeste do estado do Pará, possui um clima considerado muito úmido com temperatura média variando em torno de 27°C, apresentando dois períodos sazonais diferentes (seco que ocorre do mês de julho a dezembro e chuvoso que vai de dezembro a junho) com uma pluviosidade variando em 2.500mm/ano; apresentando macromarés semi-diurnas com amplitudes de 5,7m. A realização da coleta ocorreu no período chuvoso (fevereiro/2012), em dois pontos fixos estratégicos, onde foi observada a variação da maré, análise das correntes superficiais de marés e as características físico-químicas, além do levantamento batimétrico e sedimentar ao longo do estuário. Os resultados obtidos no estuário do rio do Bombom mostraram que durante o período de observação o comportamento da curva de maré do rio do Bombom mostrou que a mesma se configura como maré do tipo macromaré semidiurna apresentando valores entre 5,01m à -0,35m. A corrente superficial apresentou valores de 1,57m/s na maré vazante e 0,04m/s no estófo de maré baixa, sendo que a média foi de 0,63m/s. Para as medidas de vazão o valor encontrado para o perfil 1 foi de 1.790,87m³.s⁻¹ com nível maregráfico de maré vazante e talvegue de 4,32m em uma área de 2.842,64m². No perfil 2 encontrou-se um valor de vazão de 1.631,36m³.s⁻¹ com nível maregráfico de vazante e talvegue de 3,81m apresentando uma área de 2.589,45m². Já o perfil 3 apresentou vazão de 866,86m³.s⁻¹ com nível maregráfico de vazante e talvegue de 6,72m em uma área de 1.375,97m². A batimetria foi dividida em 3 trechos, onde o primeiro trecho representado pelo perfil 1 apresenta a parte inferior do estuário do rio do Bombom apresentando uma profundidade média de 2,59m, caracterizado com um único talvegue de 4,32m de profundidade e 500m de largura. O trecho médio representado pelo perfil 2 apresenta uma profundidade média de 2,68m, este perfil apresenta um canal de talvegue único com 3,815m de profundidade e 350m de largura. O trecho 3 representado pelo perfil 3 representa o perfil superior com profundidade média de 3,25m e apresenta um canal de talvegue único de 6,72m de profundidade e 150m de largura. Os sedimentos superficiais apresentaram na sua composição textural sedimentos do tipo argilo-arenosos. A média apresentou como fração granulométrica predominante o silte médio, o selecionamento foi classificado em muito pobremente selecionado, a assimetria foi positiva e a curtose variou entre mesocúrtica, platicúrtica, muito leptocúrtica e muito platicúrtica. De acordo com o diagrama de Shepard os sedimentos foram classificados em silte arenoso e de acordo com o diagrama de Pejrup o ambiente possui uma hidrodinâmica alta. Os valores observados nos parâmetros físico-químicos foram: temperatura de 28,36°C; pH entre 7,3 à 7,9; oxigênio dissolvido entre 4,7 à 5,4mg/L, condutividade elétrica entre 50200 e 50900µs/cm, sólidos totais dissolvidos entre 25100 e 25400ppm e salinidade entre 32,8 e 33,2.

Palavras-chave: Estuário-Viseu (PA). Oceanografia de Estuários Amazônicos-Viseu (PA). Geologia-Viseu (PA)

ABSTRACT

This study aimed to characterize and evaluate the Bombom River estuary (Viseu city -PA) through physical, chemical, bathymetric and sedimentological parameters. The Bombom's estuary is located in the western portion of Viseu city, located in the northeastern Pará's state. It has very humid climate with temperatures ranging around 27°C, with two different seasonal periods (dry period occurring between July to December and rainy period from December to June) with a rainfall ranging in 2.500mm/year; presenting 5,7m semidiurnal macrotides. The sample were collected during the rainy period (February/2012), where two fixed strategic points were observed for measure the change of the tides, analysis of tides surface currents and physic-chemical properties, bathymetric survey and sediment samples along the estuary. The results obtained in the estuary of the Bombom River during observation period showed macrotides semidiurnal with values between 5,01 to -0,35m in tide curve of Bombom River. The surface current showed values of maximum 1,57m/s at low tide and minimum 0,04m/s in the low tide, being the average 0,63m/s. For the discharge values the profile 1 was $1.790.87\text{m}^3.\text{s}^{-1}$ with ebb tide level and channel line of 4,32m in an $2.842,64\text{m}^2$ area. In profile 2 was $1.631,36\text{m}^3.\text{s}^{-1}$ with ebb tide level and channel line 3,81m in an $2.589,45\text{m}^2$ area. In profile 3 was $866,86\text{m}^3.\text{s}^{-1}$ with ebb tide level and channel line 6,72m in an $1.375,97\text{m}^2$ area. The bathymetry was divided into three sections, where the first section is represented by profile 1 presents the lower estuary sector of Bombom River with an 2,59m average depth, characterized with a single 4,32m deep channel line and 500m wide. The middle section is represented by profile 2 with an 2,68m average depth, this profile provides a single 3,81m deep channel line and 350m wide. The third section is represented by profile 1 represents the upper estuary with 3,25m average depth and a single 6,72m deep channel line and 150m wide. The superficial sediments showed in their textural composition sandy clays sediment type. The average particle size fraction presented predominant medium silt in granulometric fraction, the sorting was very poorly selected, the skewness was positive and the kurtosis varies between mesokurtic, platykurtic, very leptokurtic and very platykurtic. According to the Shepard's diagram the sediments were classified as sandy silt and according to the Pejrup diagram the environment has a high hydrodynamics. The physic-chemical parameters values observed were: temperature of 28,36°C; pH between 7,3 and 7,9; dissolved oxigen between 4,7 and 5,4mg/L, eletric conductivity between 50200 and 50900 $\mu\text{s}/\text{cm}$; total dissolved solids between 25100 and 25400ppm and salinity between 32,8 and 33,2.

Keywords: Estuary-Viseu (PA). Estuarine Oceanography-Viseu (PA). Geology-Viseu (PA)

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01 - Mapa com a localização da área de estudo.....	18
Figura 02 - Mapa de localização das regiões fisiográficas na Zona Costeira do Estado do Pará.....	19
Figura 03 - Mapa geológico da Costa Atlântica do Salgado Paraense	21
Figura 04 - Coluna estratigráfica da Região Nordeste do estado do Pará	22
Figura 05 - Configuração tectônica simplificada do Norte do Brasil com a localização da Bacia Bragança-Viseu	23
Figura 06 - Mapa geomorfológico da Costa Atlântica do Salgado Paraense ...	26
Figura 07 - Mapa pedológico da Costa Atlântica do Salgado Paraense	33
Figura 08 - Temperatura média Anual do Ar (°c)	36
Figura 09 - Médias mensais de temperatura para a estação climática de Salinópolis	36
Figura 10 - Precipitação Total Anual (mm)	37
Figura 11 - Médias pluviométricas mensais para estação climática de Salinópolis	38
Figura 12 - Predominância da direção de vento para a mesorregião bragantina	39
Figura 13 - Relacionamento da maré com a corrente de maré em uma maré idealizada, consistindo de uma onda de maré progressiva simples	40
Figura 14 - Velocidades médias mensais para estação Meteorológica de Bragança	42
Figura 15 - Compartimentação dos setores de um estuário segundo os fatores hidrodinâmicos	45
Figura 16 - Tipos fisiográficos esquemáticos estuarinos	46
Figura 17 - Representação esquemática dos tipos de estuários de acordo com o grau de estratificação salina	49
Figura 18 - Descrição de um estuário proposta por Pritchard (1967) e por Dalrymple et al., (1992)	51
Figura 19 - Padrão morfológico definido para os estuários do norte da Austrália	52
Figura 20 - Embarcação utilizada na coleta das coletas de dados oceanográficos	59
Figura 21 - Mapa de localização dos pontos de coletas de dados abióticos no estuário do rio do Bombom (Viseu-PA)	60
Figura 22 - Seção Tábuas de Marés para consultas via internet	61
Figura 23- Régua graduada instalada em trapiche para leitura e medição de dados maregráficos	62
Figura 24 - Molinete Fluviométrico JCTM Modelo MLN-7	63
Figura 25 - Levantamento batimétrico com Ecossonda Humminbird Piranha Max 180	66
Figura 26 - Malha batimétrica levantada no rio do Bombom	67
Figura 27 - Coleta de sedimentos superficiais utilizando o amostrador de Ekman-Birge	68
Figura 28 - Mapa de localização dos pontos de coletas de sedimentos no estuário do rio do Bombom	69
Figura 29 - Diagrama Triangular para sedimentos finos (areia, silte e argila) ..	71
Figura 30 - Célula ativa do programa Sysgran.....	72

Figura 31 - Procedimentos de análise de amostras de sedimentos	74
Figura 32 - Sonda Multiparâmetros Hanna HI 9828	75
Figura 33 - Célula ativa do software Hanna HI 929828. Modelo de salvamento de lotes armazenados	76
Figura 34 - Condições de maré no rio do Bombom no dia 11. Vista do meio do rio do Bombom	77
Figura 35 - Condições de maré no rio do Bombom. Vista do trapiche do rio do Bombom	78
Figura 36 - Registro de maré no rio do Bombom no dia 11/02/2012	79
Figura 37 - Variações de velocidade nas correntes de maré durante um ciclo de maré de sizígia no rio do Bombom no período chuvoso	81
Figura 38 - Imagem, Mapa Batimétrico e Modelo Digital de Terreno do rio do Bombom no trecho estudado	83
Figura 39 - Perfil batimétrico levantado no rio do Bombom. Perfil 1 – Linha batimétrica 588-602	84
Figura 40 - Mapa Batimétrico do setor I representado pelo estuário inferior do rio do Bombom	85
Figura 41 - Perfil batimétrico levantado no rio do Bombom. Perfil 2 – Linha batimétrica 490-504	86
Figura 42 - Mapa Batimétrico do setor II representado pelo estuário médio do rio do Bombom	87
Figura 43 - Perfil batimétrico levantado no rio do Bombom. Perfil 3 – Linha batimétrica 242-250	88
Figura 44 - Mapa Batimétrico do setor III representado pelo estuário do rio do Bombom	89
Figura 45 - Percentual das frações granulométricas no estuário do rio do Bombom	91
Figura 46 - Diagrama de Shepard (1954), quanto à classificação sedimentar das amostras analisadas	92
Figura 47 - Diagrama de Perjurp para os sedimentos analisados	93
Figura 48 - Parâmetro Média das amostras coletadas no rio do Bombom	94
Figura 49 - Parâmetro selecionamento das amostras coletadas no rio do Bombom	95
Figura 50 - Parâmetro assimetria das amostras coletadas no rio do Bombom	95
Figura 51 - Parâmetro curtose das amostras coletadas no rio do Bombom	96
Figura 52 - Valores de Temperatura (°C) no rio do Bombom	97
Figura 53 - Valores de pH no rio do Bombom	99
Figura 54 - Valores de Oxigênio Dissolvido (mg/L) no rio do Bombom	100
Figura 55 - Valores de Condutividade Elétrica ($\mu\text{s}/\text{cm}$) no rio do Bombom	102
Figura 56 - Valores de Sólidos Totais Dissolvidos (ppm) no rio do Bombom ...	103
Figura 57 - Valores de Salinidade (psu) no rio do Bombom	104

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ATA	- Anticiclone Tropical Atlântico
ATAN	- Anticiclone Tropical Atlântico Norte
AM2	- Clima tropical monçônico
AWA'A'	- Clima tropical (chuvas no verão)
CLC	- Camada Limite Costeira
CTC	- Capacidade de troca Catiônica
E	- Leste
ENE	- Leste-nordeste
LA	- Latossolo Amarelo
MHWN	- Altura Média das Preamares de Quadratura
MHWS	- Altura Média das Preamares de Sizígia
MLWN	- Altura Média das Baixa-mares de Quadratura
MLWS	- Altura Média das Baixa-mares de Sizígia
N	- Norte
NE	- Nordeste
NW	- Noroeste
PT	- Plintossolos
PV	- Podzólico Vermelho-amarelado
S	- Sul
SE	- Sudeste
SW	- Sudoeste
W	- Oeste
WNW	- Oeste-noroeste
WSW	- Oeste-sudoeste
ZCEP	- Zona Costeira e Estuarina
ZCIT	- Zona de Convergência Intertropical
ZM	- Zona de Mistura

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	OBJETIVOS	17
2.1	GERAL	17
2.2	ESPECÍFICOS	17
3	CARACTERIZAÇÃO GERAIS DA ÁREA DE ESTUDO	18
3.1	LOCALIZAÇÃO E ACESSO	18
3.2	ASPECTOS GEOLÓGICOS	20
3.3	ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS	24
3.3.1	Planalto Rebaixado da Amazônia (Planalto Costeiro)	25
3.3.2	Planície Flúvio-Marinha	27
3.4	SOLOS	31
3.5	VEGETAÇÃO	34
3.6	ASPECTOS CLIMÁTICOS E CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS ...	35
3.6.1	Clima	35
3.6.2	Ventos	38
3.7	CONDIÇÕES OCEANOGRÁFICAS	40
3.7.1	Marés e Correntes Associadas	40
4	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	43
4.1	ESTUÁRIOS	43
4.1.1	Classificação	46
4.1.1.1	Classificação Segundo a Geomorfologia	46
4.1.1.2	Classificação Segundo a Estratificação Salina	49
4.2	PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS	53
4.2.1	Temperatura	53
4.2.2	Potencial Hidrogeniônico	54
4.2.3	Condutividade Elétrica	55
4.2.4	Salinidade	55
4.2.5	Oxigênio Dissolvido	57
4.2.6	Sólidos Totais Dissolvidos	58
5	MATÉRIAS E MÉTODOS	59
5.1	METODOLOGIA	59
5.1.1	Marés	61
5.1.2	Correntes e Vazão	63
5.1.3	Batimetria	65
5.1.4	Sedimentos Superficiais	68
5.1.5	Parâmetros Físico-Químicos	74
6	RESULTADOS E DISCURSSÃO	77
6.1	MARÉ	77
6.1.1	Correntes	80
6.1.1.1	Batimetria	82
6.1.1.2	Sedimentos Superficiais	90
6.2	PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS	98
6.2.1	Temperatura	97
6.2.2	pH	97
6.2.3	Oxigênio Dissolvido	100
6.2.4	Condutividade Elétrica	101
6.2.5	Sólidos Totais Dissolvidos	102
6.2.6	Salinidade	103

7	CONCLUSÃO	105
	REFERÊNCIAS	107

1 INTRODUÇÃO

Recortada por uma imensa e complexa rede hidrográfica a costa norte do Brasil possui diversos rios que desembocam no Oceano Atlântico, originando-se os estuários. Os estuários são frequentemente definidos como corpo de água semifechado de livre conexão com o oceano aberto, ligando-se rio acima até o limite da influência da maré, ocorrendo em seu interior à diluição da água do mar pela água doce continental (PRITCHARD, 1981).

Por ser tratar de um ambiente transicional os estuários são considerados biologicamente mais produtivos do que o oceano e rio adjacente, apresentando uma hidrodinâmica em sua circulação que proporciona o aprisionamento de nutrientes, algas e outras plantas estimulando assim a produtividade desses corpos de água (MIRANDA; CASTRO; KJERFVE, 2002).

Os estuários apresentam uma hidrodinâmica fundamental para o aprendizado dos processos ecológicos, físico-químicos, geológicos e para o gerenciamento da qualidade de água, devido à distribuição e transporte de materiais no ambiente (KJERFVE, 1990; KJERFVE et al., 1982). Por localizarem-se próximos à costa, os estuários estão sendo intensamente povoado e influenciado pelo ser humano direta ou indiretamente (KENNISH, 1986; KNOX, 1986).

A região costeira norte brasileira possui uma morfologia tipicamente estuarina com associação de manguezais e planícies de maré (MARTINS apud PINHEIRO, 1987). A região norte apresenta um regime de maré bastante dinâmico sendo dominado por meso/macromarés semidiurnas. No litoral paraense o regime de correntes de marés age durante todo ano, predominando na circulação da plataforma continental até próximo do litoral onde são encontradas as correntes de maré reversas. Além das correntes de marés o litoral paraense sofre influência das ondas, que são geradas a partir dos ventos alísios.

A Zona Costeira do Estado do Pará caracteriza-se por apresentar um sistema complexo e bastante dinâmico, situando-se em uma área de aproximadamente 600 km de extensão, desde a foz do rio Pará até a foz do rio Gurupi (FRANZINELLI 1992, apud ALVES, 2001), cujos ambientes sofrem transformações temporais de curto, médio ou longo períodos, em função da atuação de vários processos o que acarreta na variação de suas características.

Nesse contexto os ambientes costeiros amazônicos apresentam estuários de macromaré como ambientes muito importantes. Sendo ambientes considerados extremamente dinâmicos devido à ação das marés, que possuem uma imensa variabilidade tanto morfológica quanto sedimentar, além de serem considerados importantes, para o lazer, para o turismo e como fonte de renda. A Zona Costeira Paraense apresenta três regiões com características fisiográficas bem diferenciadas em Costa Atlântica do Salgado Paraense (Setor 1); Insular Estuarino (Setor 2) e Continental Estuarino (Setor 3).

Na porção noroeste do município de Viseu encontra-se o estuário do rio do Bombom, que apresenta diferenças nas comunidades de flora, fauna e peixes nessa região. O sistema estuarino do rio do Bombom faz parte da bacia hidrográfica do rio Piriá, que por sua vez faz parte da bacia hidrográfica do rio Gurupi, rio principal da bacia hidrográfica da região do Gurupi. O rio do Bombom possui, para a população do município de Viseu, e em especial, para a Comunidade do Bombom, uma grande importância econômica e de fonte alimentar.

No entanto, como qualquer outro sistema estuarino é bastante frágil às perturbações causadas pelo homem, não resistindo aos grandes impactos causados pelo desmatamento, poluição e a exploração sem controle de seus recursos naturais (DELFINO, 2006).

O estuário do rio do Bombom apesar de sua importância ambiental e socioeconômica para região da Costa Atlântica do Salgado Paraense, possui ausência de trabalhos científicos ao seu respeito. Dessa forma, o presente trabalho objetiva contribuir para o conhecimento científico local, através da determinação de alguns parâmetros oceanográficos durante o período chuvoso da região.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Determinar aspectos oceanográficos do estuário do rio do Bombom (Visou-PA) com base em dados oceanográficos abióticos (sedimentos, batimetria, marés e correntes) e parâmetros físico-químicos de qualidade de água.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar a morfologia de fundo do estuário do rio do Bombom;
- Identificar o material sedimentar de fundo coletado em trechos do estuário do rio do Bombom;
- Descrever o comportamento da maré no estuário do rio do Bombom;
- Descrever o comportamento de alguns parâmetros físico-químicos (Temperatura, pH, Oxigênio Dissolvido, Condutividade Elétrica, Sólidos Totais Dissolvidos e Salinidade) relacionados à qualidade de água do estuário do rio do Bombom em um ciclo de maré;
- Descrever o comportamento das correntes superficiais do rio do Bombom.

3 CARACTERÍSTICAS GERAIS DA ÁREA DE ESTUDO

3.1 LOCALIZAÇÃO E ACESSO

O município de Viseu pertencente à Mesorregião do Nordeste Paraense e a Microrregião Guamá, esta limitada pelas coordenadas geográficas 00°11'49"S e 46°08'24"W (IBGE, 2010) encontrando-se a uma altitude de 15 metros, localizando-se ao norte com o Oceano Atlântico e a leste com o município de Cachoeira do Piriá e estado do Maranhão, ao sul com o município de nova esperança do Piriá e a oeste com os municípios de Bragança, Augusto Corrêa e Santa Luzia do Pará (ALVES et. al., 2009). Atualmente sua população está estimada em 56.716 habitantes, distribuídos em uma área de aproximadamente 4.915km² (IBGE, 2010).

A área de estudo é o estuário do rio do Bombom que se localiza na porção noroeste do município de Viseu ocupando uma área de aproximadamente 4.904km² (IBGE 2009). No município de Viseu, onde se localiza a comunidade do Bombom, há a colônia de pescadores Z-21, com aproximadamente 840 pescadores, (ALVES et al., 2009) (Figura 1).

O município de Viseu está inserido no Setor 1 – Costa Atlântica do Salgado Paraense, segundo as características da chamada Zona Costeira e Estuarina Paraense (ZCEP) (BRASIL, 1996). Este setor exibe um clima tropical chuvoso úmido dominado por macromarés semidiurnas, os quais impõem os padrões de substituições da produção primária, pesca artesanal, navegação e manguezais (ALVES et. al., 2011) (Figura 2).

O acesso à área saindo de Belém pode ser feito pela rodovia federal BR-316 até chegar-se ao município de Castanhal, seguindo-se a partir daí pela rodovia estadual PA-242 passando pelos municípios de Capanema, Bragança e Augusto Corrêa.

Figura 1 - Mapa de localização da área de estudo.

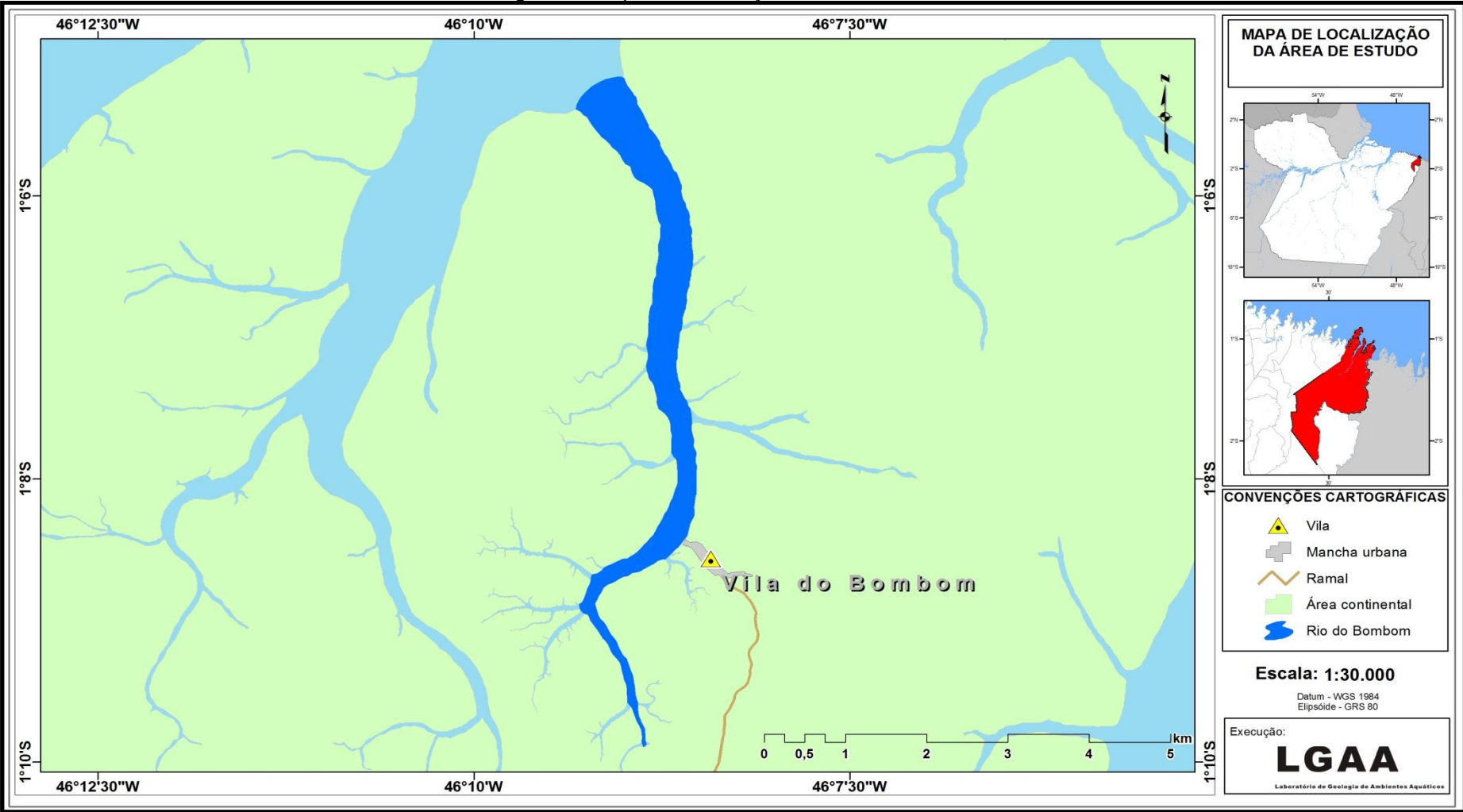
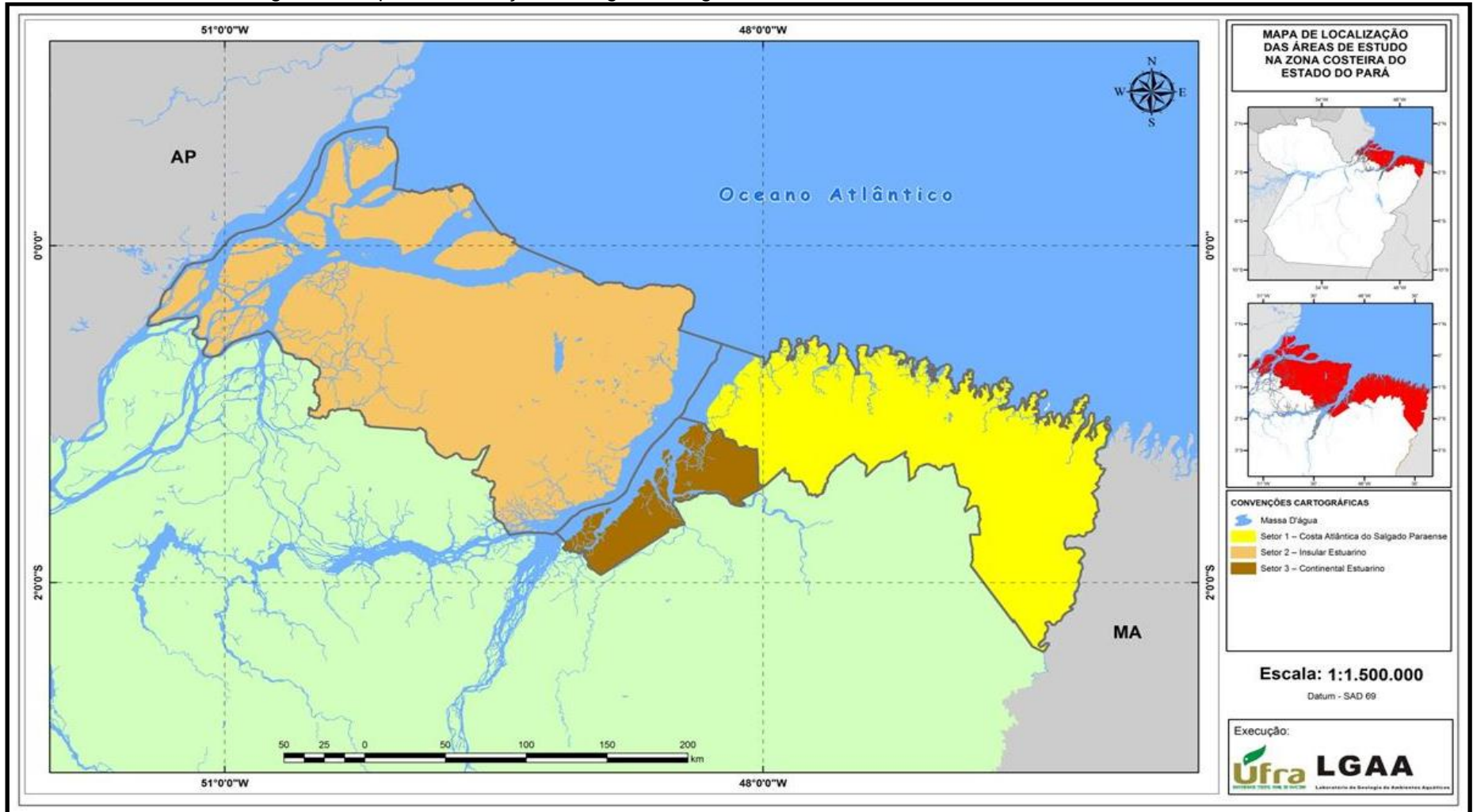


Figura 2 - Mapa de localização das regiões fisiográficas na Zona Costeira do Estado do Pará.



3.2 ASPECTOS GEOLÓGICOS

A região da Costa Atlântica do Salgado Paraense apresenta unidades correspondentes ao Pré-Cambriano, Eo-Paleozóico e Cenozóico (ARAI et al., 1988; ROSSETTI et al., 1989; COSTA et al., 1991), onde o Pré-Cambriano é formado por rochas do complexo do Maracaçumé, Formações Santa Luiza, Tromai, Gurupi, Viseu e Igarapé de Areia e Granito Cantão, seguindo-se a Formação Piriá localizada no Eo-Paleozóico. O Cenozóico é constituído pela Formação Pirabas (Oligo-Mioceno) e do Grupo Barreiras (Mio-Plioceno).

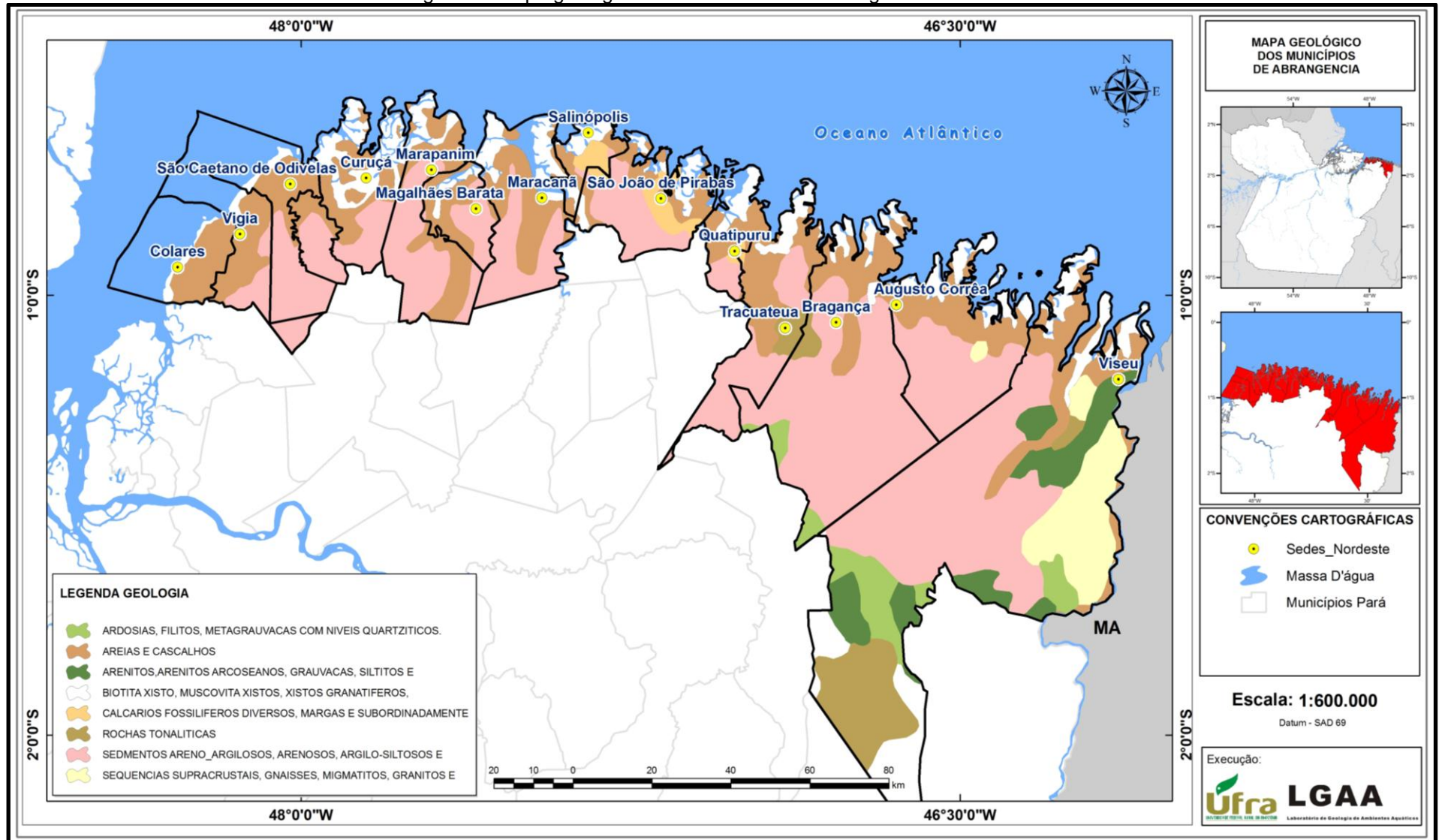
A litoestratigrafia cenozoica na região do nordeste do estado do Pará apresenta em sua composição rochas ígneas, metamórficas e sedimentares, com idades que variam do pré-cambriano até o recente. As rochas pré-cambrianas se restringem a porção continental adjacente, localizando-se sua ocorrência na zona costeira do estado do Pará (Figura 3).

O município de Viseu faz parte da Bacia costeira Bragança-Viseu, que é assoalhada por rochas pré-cambrianas exclusivas as áreas continentais contíguas, ocorrendo assim nas zonas costeiras do estado do Pará, sobressaindo-se os sedimentos dos cenozoicos do Terciário e do Quaternário.

O cenozoico Terciário é marcado primeiramente pela sedimentação da formação Pirabas do Mioceno inferior, formadas por deposições em sua maioria transgressivas, constituídas por calcários marinhos, bioclastitos, dolocrimitos, biohermitos e margas que se interpõem com folhetos cinza esverdeados a negros, sendo encontrados arenitos nas camadas superficiais (MAURY, 1925). No entanto, Góes et al. (1990) definiram sete fácies: biocalcirudito, biocalcarenito não estratificado, biocalcarenito estratificado, marga, folhelho, biohermito e calcirudito, onde os mesmos foram depositados em uma plataforma carbonática marinha de águas rasa e secundariamente em lagunas e mangues em uma fase transgressiva.

Após a deposição dominante transgressiva imediatamente ocorreu a fase regressiva causando o processo de instalação do grupo Barreiras, que pode ser subdividido em treze litofácies abrangendo o grupo Barreiras e Pós-Barreiras no nordeste do estado do Pará (ROSSETTI et al., 1989), segundo Góes e Truckenbrodt (1980), Góes (1981) e Rossetti et al. (1989), essas litofácies são constituídas pelo modelo deposicional de leques aluviais, planícies de areia e planície de lama de influência marinha com rápidas inundações em clima árido e semi-árido.

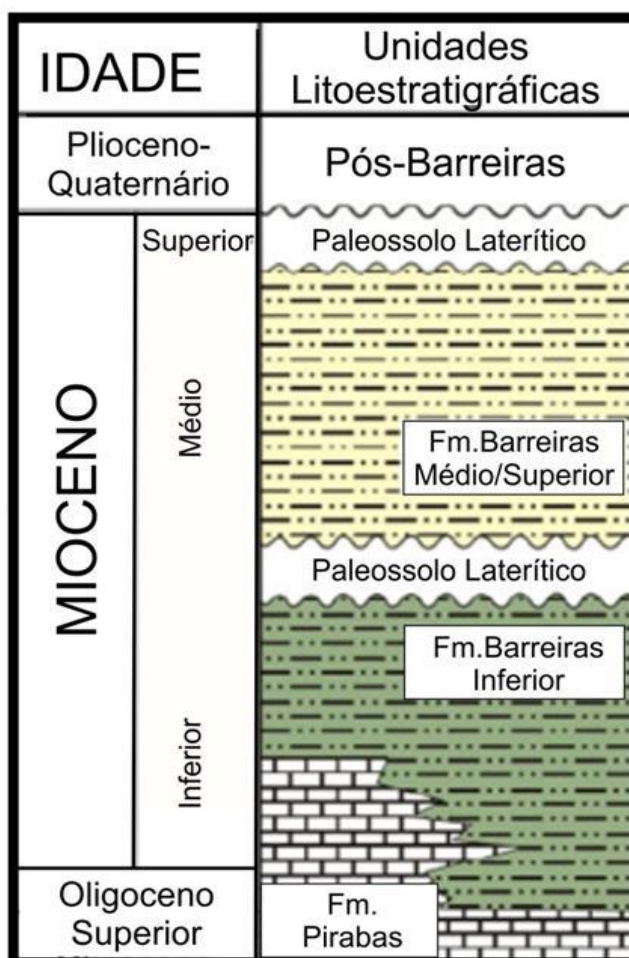
Figura 3 - Mapa geológico da Costa Atlântica do Salgado Paraense.



O Pós-Barreiras depositam-se sobre o sedimento do grupo Barreiras sendo separados por uma discordância erosiva (SÁ, 1969). Apesar de sua idade ser motivo de divergências, o grupo Pós-Barreiras é considerado frequentemente como sendo pertencente ao Pleistoceno, tendo parte de seus sedimentos holocênicos constituindo-se de sedimentos areno argilosos, mal selecionados, depositados a partir de movimentos gravitacionais (ROSSETTI et al., 1989). Segundo Costa et al. (1992), os depósitos pleistocênicos incluem juntamente com o Arenito Pilões, fácies cujas estruturas sugerem a presença de um paleolitoral, com barras arenosas, planícies de maré e pântanos de supramaré.

O Cenozoico Quaternário é constituído por areias e argilas pleistocênicas do Pós-Barreiras e pelos depósitos da planície aluvionar, estuarina e costeira dos sedimentos recentes (Figura 4).

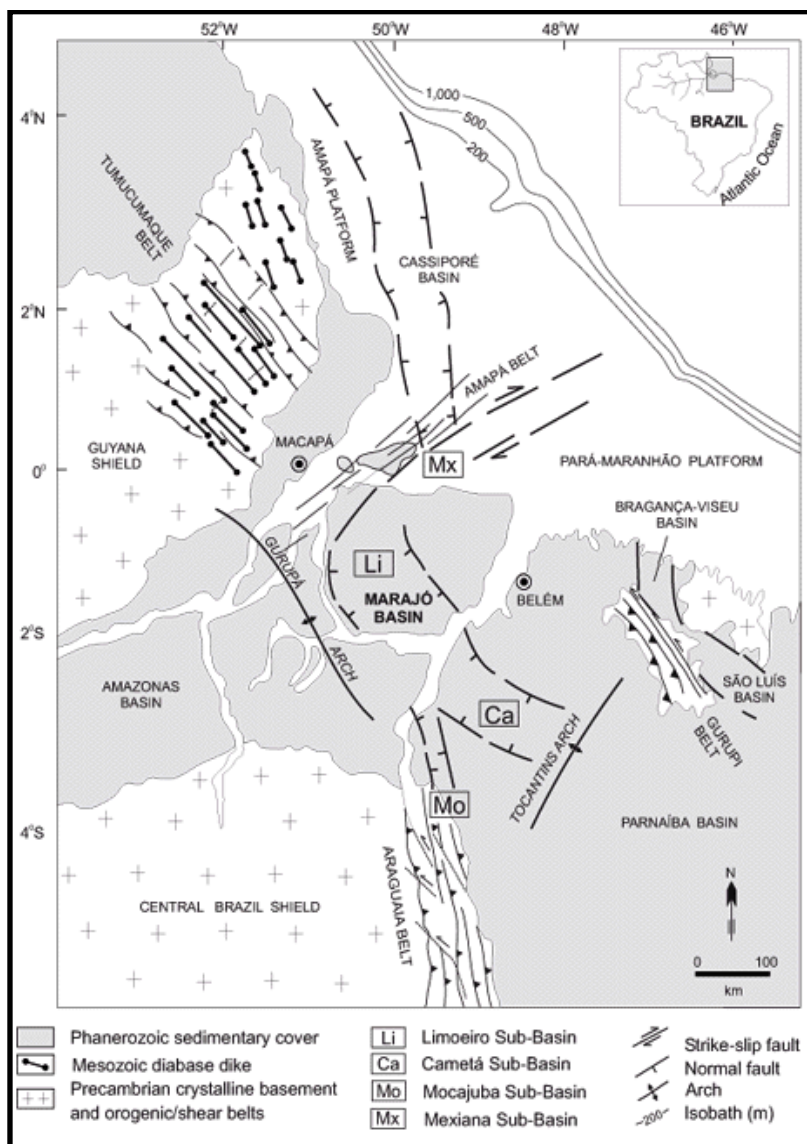
Figura 4 – Coluna estratigráfica da Região Nordeste do Estado do Pará.



Fonte: Modificado de Carvalho (2007)

A Bacia Bragança-Viseu (Figura 5) é representada por uma cavidade tectônica alongando-se por falhas normais de direção NW – SE (ARANHA et al., 1990). Uma das principais características da Bacia é a ocorrência de direções preferências WNW – ESE das rochas pré-cambrianas, formando o cinturão de cisalhamento de Gurupi e, NW – SE a tira cisalhamento Tentugal (COSTA et al., 1988). A Bacia Bragança-Viseu durante o período paleozoico esteve sujeita a uma tectônica distensiva de direção NW- SE, criando falhas de direção N- S e NE- SW e falhas transferentes de direção NW- SE relacionadas à abertura do Oceano Atlântico (COSTA et al., 1991).

Figura 5 - Configuração tectônica simplificada do norte do Brasil com a localização da Bacia Bragança-Viseu.



Fonte: Costa et al. (2002)

A partir do Jurássico com a abertura do Atlântico Equatorial ocorreu à formação do mesozoico com o aparecimento de falhas normais NW- SE e falhas transferentes de direção NE- SW, com o alongamento do eixo NE – SW de acordo com Costa et al (1991). O controle da tectônica cenozóica é estabelecido pela placa Sul Americana para W, onde ocorre a formação das falhas transcorrentes de direção E – W com movimentos dextrais e falhas normais NW- SE (COSTA et al., 1991).

3.3 ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

Segundo Franzinelli (1982), o litoral do nordeste do estado paraense apresenta cerca de dois tipos de costa conhecidas como: (1) costa transgressiva alta e (2) costa transgressiva baixa, conhecida também como costa de submersão, que vem sofrendo um processo de subsidência que provavelmente está relacionado a eventos neotectônicos de reativação de falhamentos normais.

A costa de submersão é referida no presente trabalho como uma costa com embaiamentos, transgressiva e dominada por marés. Franzinelli (1992) compartimenta a costa em dois setores:

1) **a oeste da Baía de Pirabas:** onde as baías costeiras recortam as falésias ativas do planalto costeiro;

2) **a leste da Baía de Pirabas:** onde o planalto costeiro recua em direção ao sul, formando falésias mortas e as baías recortam a planície costeira.

Segundo Costa et al (1977), o relevo da Zona Costeira Estuarina Paraense, com exceção da ilha de Marajó, apresenta três unidades geomorfológicas diferentes divididas em: 1) maciço residual, apresentando inselbergs devido apresentar as maiores alturas com cerca de 200m, desenvolvidos sobre metassedimentos do Grupo Gurupi; 2) Zona de Platôs, encontrada no Grupo Barreiras apresentando uma sequência de Platôs de margens escarpadas e ravinadas e; 3) Planalto Rebaixado da Zona Bragantina, que é caracterizado pela geomorfologia do Baixo Planalto Costeiro sustentada por um conglomerado do Grupo Barreiras, apresentando baixa altitude (BARBOSA; PINTO, 1973).

A Bacia Bragança-Viseu assim como toda ZCEP contem uma topografia suave, não apresentando valores altimétricos consideráveis, possuindo os maiores valores entre 30 a 60 metros em relação ao nível do mar. Assim a geomorfologia paraense que apresenta em seu relevo de litoral “falsas rias”, conhecido também como Planície Flúvio-Marinha vem sendo mantida sua terminologia de Planalto Rebaixado da Amazônia, caracterizando o Planalto Costeiro (COSTA et al., 1991), onde se situa o município de Bragança.

Por meio de análise de mapas geomorfológicos foi possível observar as unidades geomorfológicas como: 1) Planalto Rebaixado da Amazônia (Planalto Costeiro); 2) Planície Flúvio-Marinha (Planície Aluvial, Planície Estuarina e Planície Costeira e seus subambientes associados) (Figura 6).

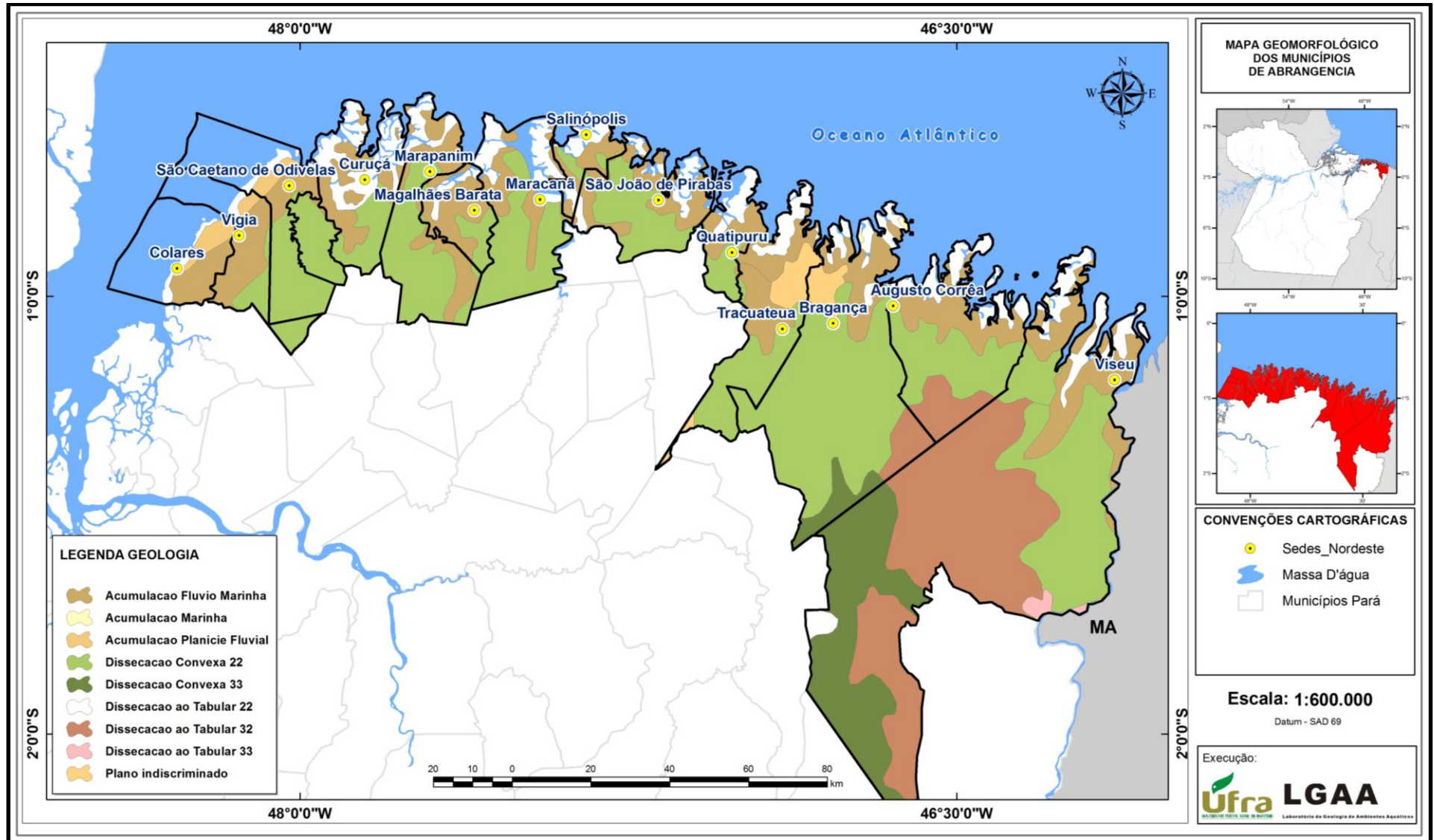
3.3.1 Planalto Rebaixado da Amazônia (Planalto Costeiro)

O Planalto Rebaixado da Amazônia, também conhecido como Planalto do Baixo Amazonas apresenta uma superfície plana e arrasada (formando níveis de baixos platôs) correspondendo a relevos considerados ondulados, cuja topografia é bastante modesta com ausência de valores altimétricos expressivos (COSTA et al., 1991). No nordeste do estado do Pará o planalto costeiro está disposto na direção E-W e ENE-WSW. Formando um relevo aplainado com suaves ondulações, referindo-se ao mais baixo dos níveis regionais de terras-firmes da Amazônia brasileira (AB' SABER, 1967).

Segundo Alves et al (2005) e Alves et al (2011) os efeitos da erosão costeira no litoral do estado paraense mostram a relação entre as falésias do planalto costeiro e a sedimentologia das praias adjacentes. Tanto as falésias ativas e inativas ocorrem nos tabuleiros das formações cretáceas e terciárias da parte oriental da costa do Pará e constituem as bordas do planalto costeiro.

Está unidade ocorre em maior parte nos municípios de Salinópolis, Marapanim e Viseu, na forma de relevo ondulado, apresentando uma superfície plana e arrasada, suavemente ondulada e intensamente dissecada. Fazendo parte do domínio morfoclimático dos planaltos amazônicos rebaixados ou dissecados, constituídos por sedimentos do Grupo Barreiras/Pós-Barreiras areno-argilosos onde a cobertura vegetal é do tipo floresta secundária (SILVA Jr, 1998).

Figura 6 – Mapa geomorfológico da Costa Atlântica do Salgado Paraense.



3.3.2 Planície Flúvio-Marinha

A Planície Flúvio-Marinha na faixa oceânica NE do estado do Pará atinge cerca de 40km para Bragança (EL-ROBRINI, 2001; FRANÇA, 2003). Sendo dividida em três unidades geomorfológicas: (a) Planície Aluvial; (b) Planície Estuarina e; (c) Planície Costeira.

a) Planície Aluvial

Estende-se ao limite de maré na planície estuarina contendo três unidades conhecidas como: canal fluvial, diques marginais e planície de inundação.

- **Canal Fluvial:** apresenta canais meandranes e retilíneos com anomalias em caixa e cotovelo, com presença de depósitos de barras longitudinais e barras em pontal, localizado no planalto costeiro;
- **Planície de Inundação:** apresenta seu limite por diques marginais (levees) e pelo planalto costeiro, colonizadas por campos herbáceos, tendo como principal vegetação a de *Eleuchariassp.* inundados somente no período de grandes cheias, quando há o transbordamento dos canais e os sedimentos mais finos são depositados nessa área;
- **Diques Marginais:** são considerados elevações longitudinais construídas a aproximadamente 50cm acima da planície de inundação adjacente ao canal fluvial, sendo vegetados por mangue e *Eleucharias sp.* rompidos durante o período de grandes cheias, no momento do transbordamento.

b) Planície Estuarina

Apresenta seu limite ao sul pela planície aluvial no limite superior a influência de marés e a norte pela zona onde a o domínio dos processos marinhos. Sendo margeada pela planície costeira em sua porção distal e pelo planalto costeiro. Apresenta três unidades morfológicas:

- **Canal Estuarino:** varia da porção distal para a proximal, refletindo progressivamente a influência das marés ao longo do canal estuarino. É dividido em quatro padrões morfológicos distintos:

- **Funil Estuarino:** representa a foz do estuário apresentando um alargamento em direção ao mar. É rodeado por depósitos de ambientes de manguezais, pela planície arenosa e localmente pelo planalto costeiro;
 - **Segmento Retilíneo:** bordejado por terraços de abrasão localizados nos depósitos de manguezais, submersos durante a maré cheia, sendo dominado por fortes correntes de marés onde seus sedimentos acabam sendo transportados em direção a montante;
 - **Segmento Meandrante:** Apresenta limites com falésias formadas em sedimentos do planalto costeiro, no qual se desenvolve a planície de inundação, podendo ser habitada por manguezais e gramíneas. Desenvolvendo superfícies erosivas nas margens côncavas dos meandros, no entanto, nas margens convexas ocorrem depósitos arenosos de barras em pontal;
 - **Canal de Curso Superior:** localiza-se no planalto costeiro, apresentando alternância de segmentos retos e sinuosos. Franjas de manguezal podem rodear o canal, onde em pontal e longitudinal são frequentes.
- **Canais de Maré:** recortam a planície costeira apresentando formado meandrante. Sendo bifurcados, rasos, estreitos e com substrato lamoso, já em sua porção mais em direção ao mar os mesmos são mais largos com substrato arenoso, onde em suas margens podem ocorrer frequentes barras em pontal;
- **Planície de Inundação:** Está distribuída ao longo de todos os segmentos, onde são observados depósitos areno-lamosos e lamosos. No canal do curso superior, a planície de inundação é formada por sedimentos pelíticos fitotubardos ricos em matéria orgânica. Às margens desse segmento podem ocorrer estreitas franjas de manguezal, seguidas por gramíneas e palmeiras que habitam a planície de inundação e desaparecendo ao entrar em contato com o planalto costeiro.

c) Planície Costeira

A região da Planície costeira apresenta uma imensa extensão na Zona Costeira Estuarina Paraense, ocorrendo desde planícies de maré até os cordões duna-praia influenciada pelos processos oceanográficos. Fazem parte desta: (a) os subambientes de manguezais; (b) planícies arenosas, dunas costeiras ativas e inativas, deltas de maré enchente e vazante, praias-barreiras e; (c) *cheniers* (SOUZA FILHO, 1995).

- **Manguezais:** Este ecossistema preenche uma área de 9.000km² distribuídos nos estados do Amapá, Maranhão e Pará, que corresponde cerca de 70% da totalidade dos manguezais do Brasil. Os manguezais possuem uma imensa produtividade primária, servindo de berçário natural para várias espécies, sendo que a Costa Atlântica do Salgado Paraense apresenta uma extensa região de florestas de manguezais. Ocorrem na planície costeira desde o nível médio de maré alta de sizígia até as porções mais inferiores que ficam embaixo d'água, podem ser divididos em: manguezais de supamaré, intermaré e inframaré (SOUZA FILHO, 1995). Esse ecossistema é rodeado por praias, estando presentes na parte interna dos *cheniers* e dos depósitos arenosos das praias-barreiras, apresentam sedimentos lamosos que ocorrem de forma distinta na região, apresentando-se como área densamente recobertas por vegetações características desse ecossistema, que constituem cerca de 20km de largura, a baía de Pirabas até a baía do Gurupi apresenta uma planície costeira de 30km² de largura com os manguezais abrangendo um total de 1.333,97km².

- **Dunas Costeiras:** As dunas são o resultado do retrabalhamento dos sedimentos arenosos da zona de intermaré, que são transportados pela ação dos ventos no período de maré baixa em direção aos manguezais. Estão distribuídas em toda linha de costa separando as praias dos manguezais, sendo constituídas por areias que variam de selecionadas a bem selecionadas, com ocorrência de minerais pesados em sua porção inferior, tendo estratificação cruzada tabular (ALVES, 2001). Esses depósitos possuem formato linear predominantemente, podendo apresentar formato piramidal. Sua direção é transversal a do vento estando cobertas parcialmente ou totalmente pelos vegetais.
- **Deltas de Maré:** Os deltas de maré são formados por barras arenosas coalescentes, normais à costa, ficando expostas durante o período de maré baixa sendo recortadas por canais de maré rasos. Este sistema possui diversas formas de leito, estando entre elas marcas onduladas em várias escalas e sandwaves, sua constituição é formada por sedimentos bem selecionados (areia), podendo apresentar fragmentos de rocha. Essas barras arenosas ocorrem nos limites de canais de maré configurando correntes de maré vazantes mais energéticas do que as correntes de maré enchente (ALVES, 2001).
- **Praias (Barreiras):** O sistema praia-barreira é constituído principalmente por cordões arenosos lineares (SOUZA FILHO, 1995; 2001). São áreas com maior dinâmica da planície costeira, caracterizam-se por apresentar elevações arenosas estendendo-se desde o cordão de dunas vegetais até a linha média de maré baixa de sizígia, sendo dominadas por processos de macromaré semidiurna.
- **Cheniers:** São antigos cordões duna-praia isoladas dentro da planície lamosa, e constituem-se de depósitos arenosos finos, esbranquiçados, de geometria linear e curvada em contato com os manguezais. Segundo Souza Filho (1995), sua formação é condicionada às oscilações do nível do mar, com o recuo da linha de costa, em regime de transgressão, associada à programação dos depósitos lamosos.

3.4 SOLOS

A região nordeste paraense apresenta cerca de seis diferentes tipos de solos: Latossolo Amarelo, Podzólico Amarelo, Planossolo Solódico, Solonchak; Glei Pouco Úmido e Areias Quartzosas (SILVA et al., 1992). Sendo que na região de estudo os solos estão representados nas formas de: (a) solos de Terra Firme; (b) Solos localizados em áreas litorâneas e; (c) solos de várzea. Todos com baixo nível de fertilidade e parcialmente lixiviados, no entanto, apresentando características físicas boas, de acordo com GERCO (1996) (Figura 7).

a) Solo de Terra Firme

É constituído pelos Podzólico Vermelho-Amarelo, Concrecionário, Laterítico, Plintossolo e Latossolo Amarelo. Os Podzólico Vermelho-Amarelado (PV), é facilmente encontrado no território brasileiro (OLIVEIRA et al., 1992; RESENDE et al., 1995) encontrando-se bem distribuídos pelo Brasil, havendo uma certa ordenação já que os eutróficos são ligados aos climas mais secos e os distróficos sendo encontrados em climas mais úmidos como o da Amazônia e na região costeira do país (OLIVEIRA et al., 1992). O PV origina-se predominantemente nas zonas úmidas costeiras e na Amazônia. Como a Costa Atlântica do Salgado Paraense apresenta ambientes de suave ondulação, relevo plano, depressões, terraços e áreas de várzea, são encontrados os Plintossolos (PT) que se apresentam em lugares de escoamento lento e encharcamento periódico.

São solos caracterizados por serem distróficos, ácidos e com baixa capacidade de troca catiônica (CTC), sua drenagem gira em torno de moderada a imperfeita devido ao grau de coesão e capacidade do horizonte plíntico e petroplintita.

O latossolo amarelo (LA) é considerado solos de grandes profundidades, ácidos, porosos e permeáveis com uma textura variando de média a muito argilosa. Apresentam boa agregação com baixa ou nenhuma acumulação de argila iluvial. Os solos classificados como latossolos de modo geral apresentam baixa suscetibilidade ao processo de erosão (VIEIRA, 1988; OLIVEIRA et al., 1992; RESENDE et al., 1995).

b) Solos localizados em Áreas Litorâneas

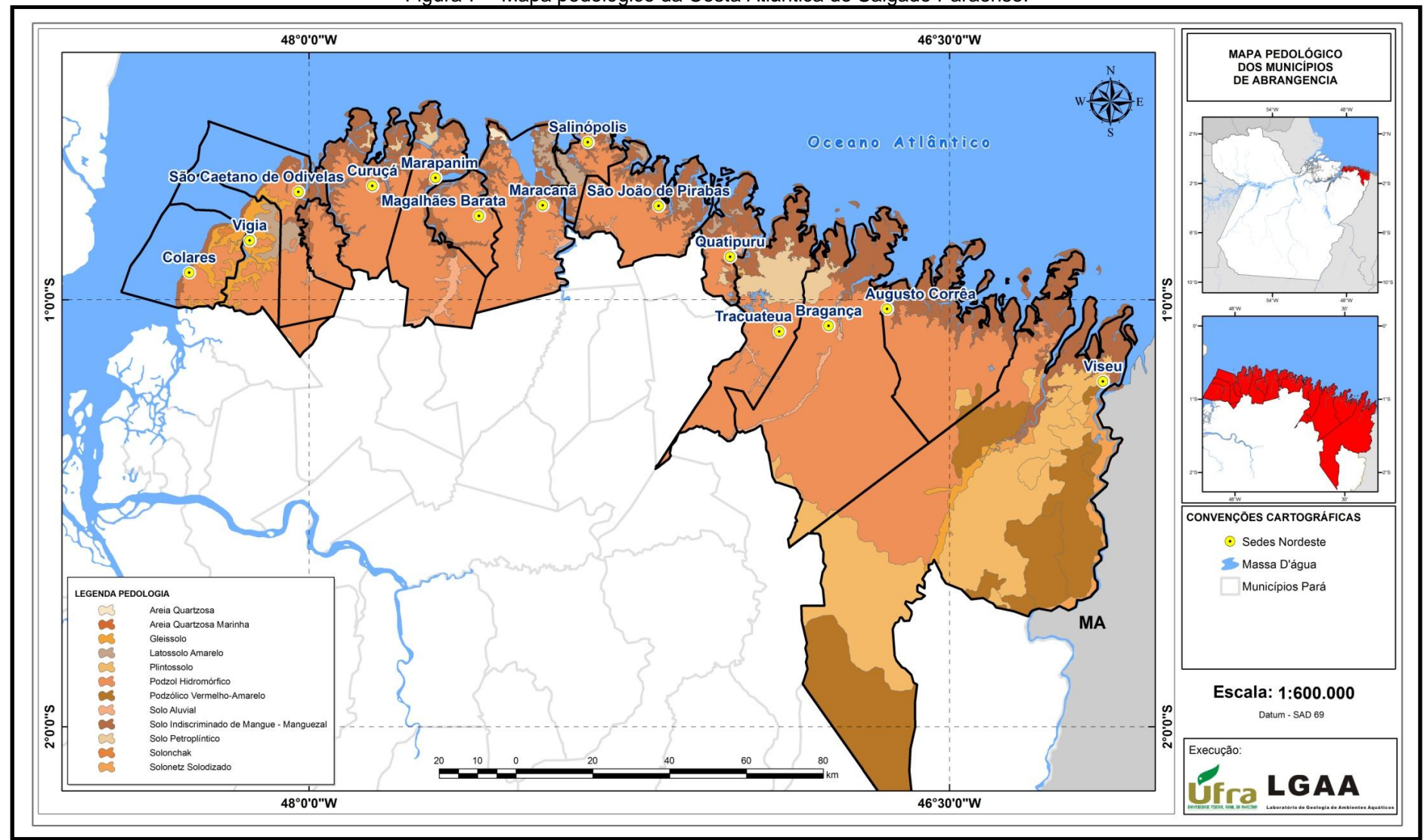
São constituídos por solos indiscriminados do ecossistema de manguezal apresentando baixa profundidade com estruturas predominantemente maciças, além de estarem ligadas as péssimas condições de drenagem.

c) Solos de Várzea

São formados pelos solos Aluviais e solos Hidromórficos indiscriminados. O solo Aluvial está presentes nas margens dos rios, várzeas, terraços e deltas aparecendo com predomínio na Planície Amazônica, na Planície do rio Paraguai, no oeste do Mato Grosso, nos deltas dos rios Paraíba do Sul, Doce e São Francisco, segundo a EMBRAPA (1981).

São considerados solos de baixa evolução sendo formados a partir de depósitos aluviais, possuem cores que variam de amarelada a acinzentadas com texturas argilosas, sendo considerados bem drenados. O solo Aluvial de maneira geral não apresentam altos riscos de erosão por fazerem parte de uma topografia plana.

Figura 7 – Mapa pedológico da Costa Atlântica do Salgado Paraense.



3.5 VEGETAÇÃO

Na região nordeste paraense por causa dos desmatamentos a vegetação original de Terra Firme foi substituída pela Floresta Secundária, passando por vários estágios de regeneração. Representada pela vegetação de capoeira a floresta secundária (GÓES FILHO et al., 1973), apresenta vegetação de mangue, campos naturais, praias e dunas.

A vegetação de manguezal está distribuída em toda área costeira se estendendo em direção ao continente ao longo dos canais do ecossistema estuarino. Confinado em ambiente estuarino a vegetação do mangue não resiste a baixas temperaturas, sendo que seu desenvolvimento está ligado à dinâmica das águas costeiras e a baixa salinidade, que ocorrem através da dissolução da água oceânica com a do rio (HERZ, 1991), sendo formada apenas por comunidades típicas. Os gêneros que dominam este tipo de ecossistema são: *Rhizophora mangle*, *Avicenia germinans* e *Laguncularia racemosa*.

Sendo dominante na área de estudo a vegetação de *Rhizophora mangle* é conhecida vulgarmente como mangue vermelho ou mangal, apresentando árvores de pequeno e médio porte sendo encontradas com maior desenvolvimento em direção ao continente, suas raízes são entrelaçadas e subaéreas, o que possibilita a essa espécie fixarem-se em ambientes de sedimentos lamosos e encharcados. São encontradas predominantemente no funil estuarino.

A vegetação de *Avicenia germinans* é conhecida popularmente como mangue preto ou siriúba, caracteriza-se por apresentar dois tipos de raízes: sendo uma posicionada horizontalmente e ramificada responsável pela sustentação do vegetal e várias outras verticais responsáveis pela filtração dos nutrientes (SCHAERFER-NOVELLI; CINTRON, 1986), por não apresentar resistência a grandes salinidades são encontradas apenas em ambientes que apresentam baixa salinidade.

A *Laguncularia racemosa* é conhecida como mangue branco ou tinteiro é encontrado basicamente em setores cobertos pela maré, sua principal característica é a ausência de raízes aéreas e presença de raízes do tipo nucleicas com pneumatóforos (SCHAERFER-NOVELLI; CINTRON, 1986). Fazendo parte de quase todo o litoral a vegetação de restinga, apresenta-se em locais de grandes quantidades de sais misturados ao solo, possuem como características principais dessas áreas as vegetações de herbáceas e arbustivas que podem ficar em baixo d'água durante o período de maré cheia. A vegetação herbácea é representada pelas ervas que suportam viver em áreas alagadas periodicamente suportando assim a variação entre águas doces e salobras, a exemplo temos os pântanos salinos. As áreas arbustivas se originam em dunas e “cheniers”, sendo exemplos *Chrysobaanusicaco* L. (ajiru), *Anacardiumoccidental* L. (caju) e *Brysonmacrassifolia* H. B. K. (muruci).

3.6 ASPECTOS CLIMÁTICOS E CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS

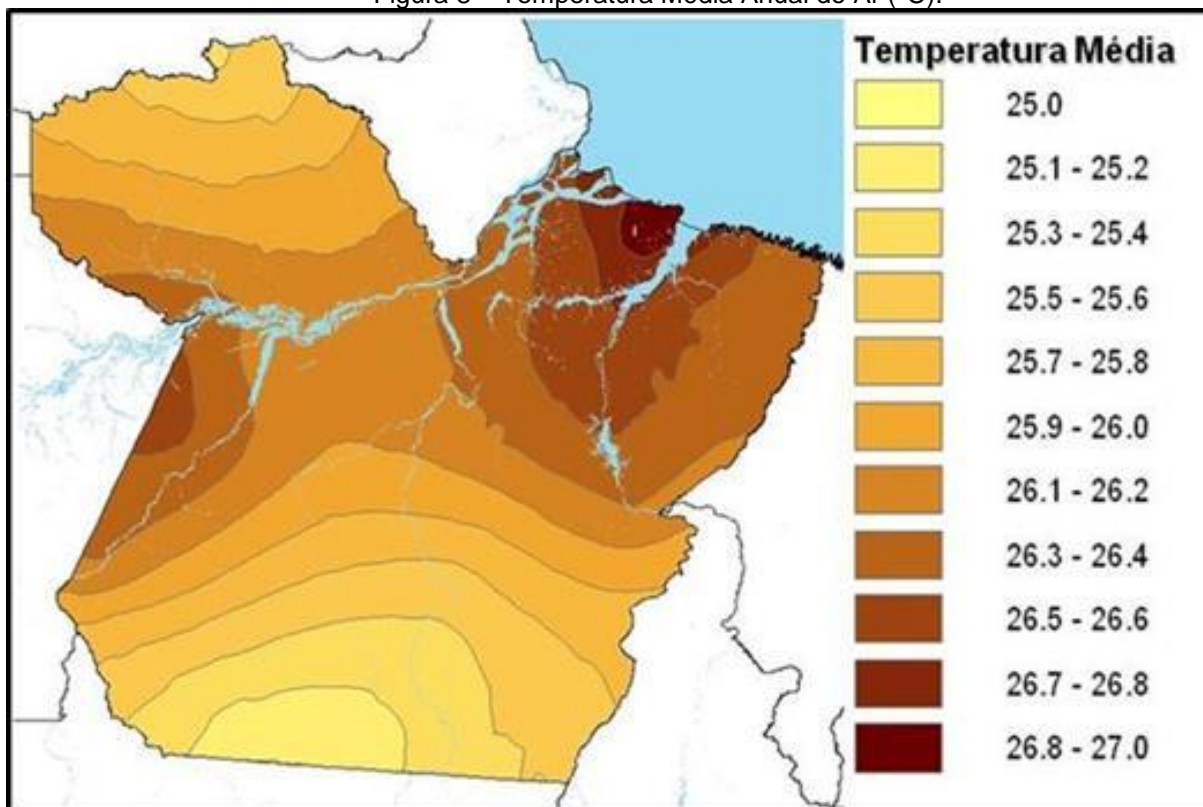
3.6.1 Clima

Os principais aspectos climáticos do nordeste do estado do Pará não possuem muitas diferenças se comparados aos de outros pontos da região amazônica. O município de Viseu é influenciado por um clima muito úmido, megatérmico com insuficiência de água durante os períodos de julho a dezembro, pertencendo a um clima do tipo AWA'A' (COSTA et al., 1996).

De acordo Köppen nessa região o clima é considerado equatorial quente úmido do tipo Am2, com evidência para dois períodos distintos: o menos chuvoso que se entende durante os meses de julho a dezembro, e o chuvoso que abrange os meses de dezembro a junho. Essa distribuição se dá devido a Zona de Convergência Intertropical sobre a região.

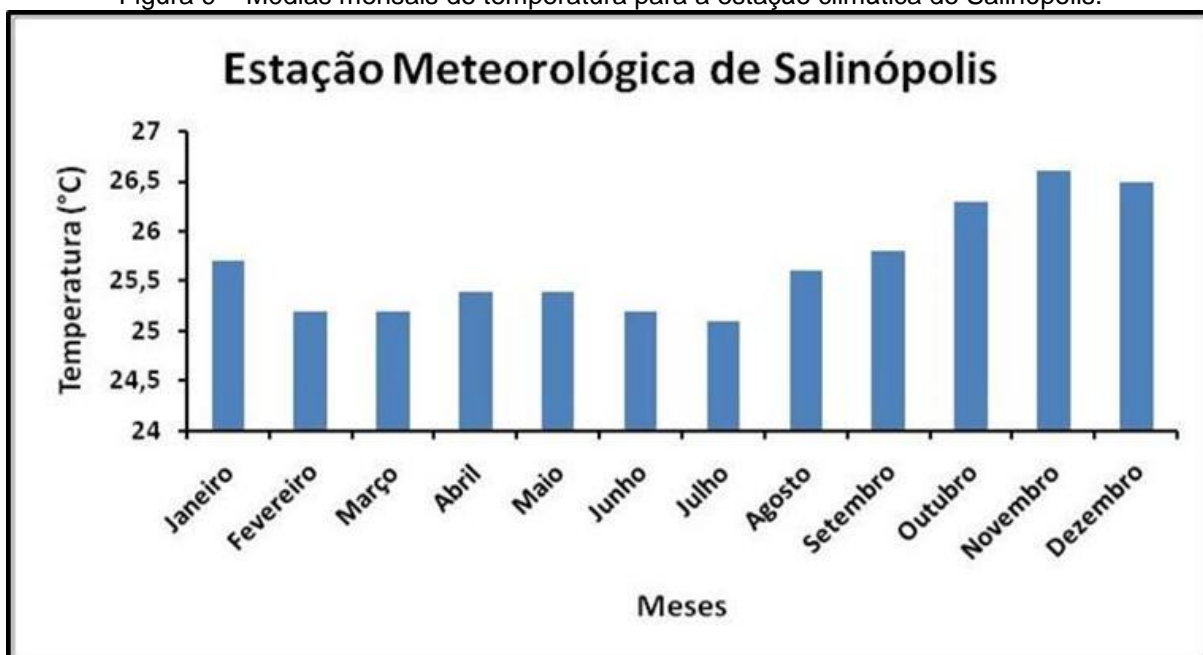
Ocorre uma baixa variação anual de temperatura, onde a média durante o ano é calculada na região gira em torno de 27°C, com a média mínima entre 18°C e a média máxima entre 33°C, sendo os maiores valores, observados nos meses de agosto a outubro com valores que giram em torno de 42°C (Figura 8 e 9).

Figura 8 – Temperatura Média Anual do Ar (°C).



Fonte: Rocha et al. (2010)

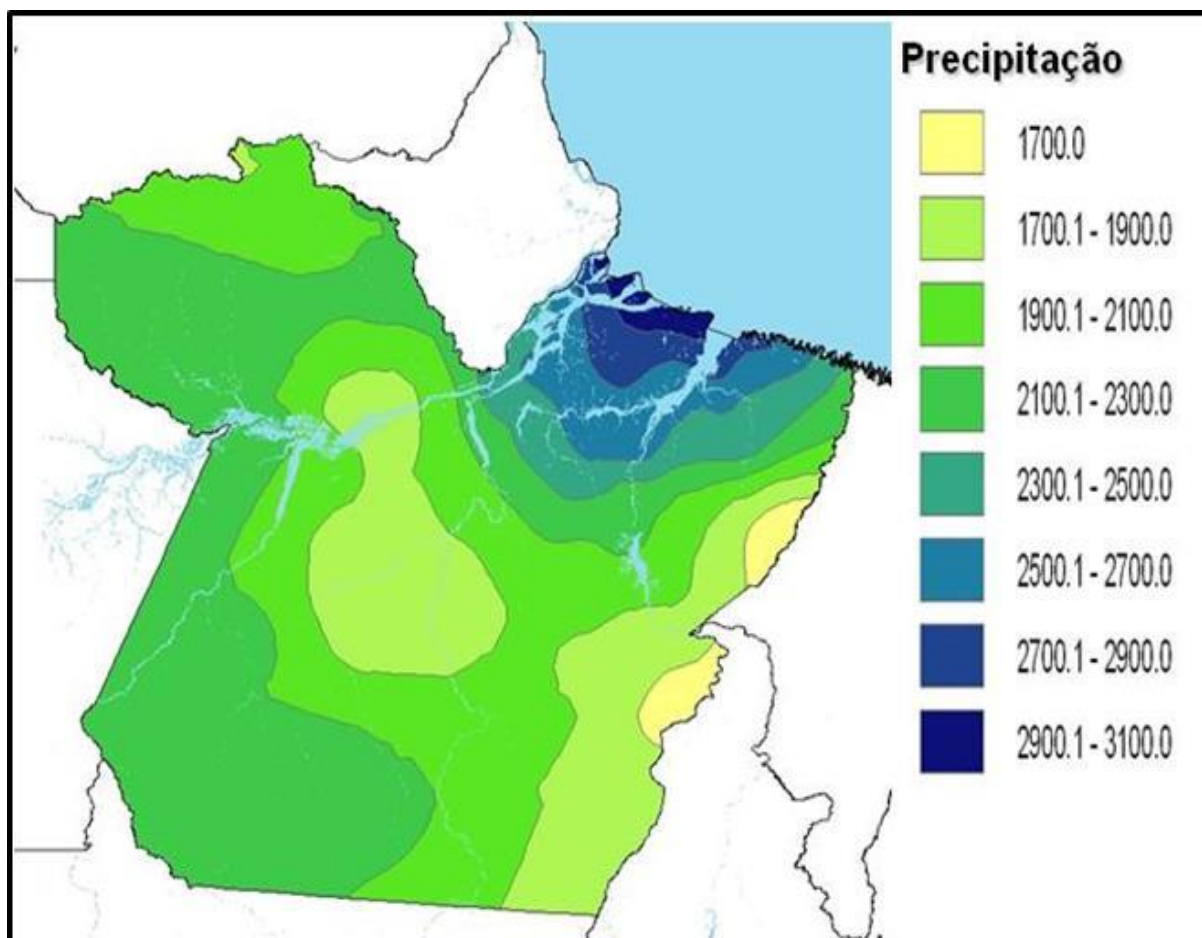
Figura 9 – Médias mensais de temperatura para a estação climática de Salinópolis.



Fonte: INMET (1992); Santos et al. (1992)

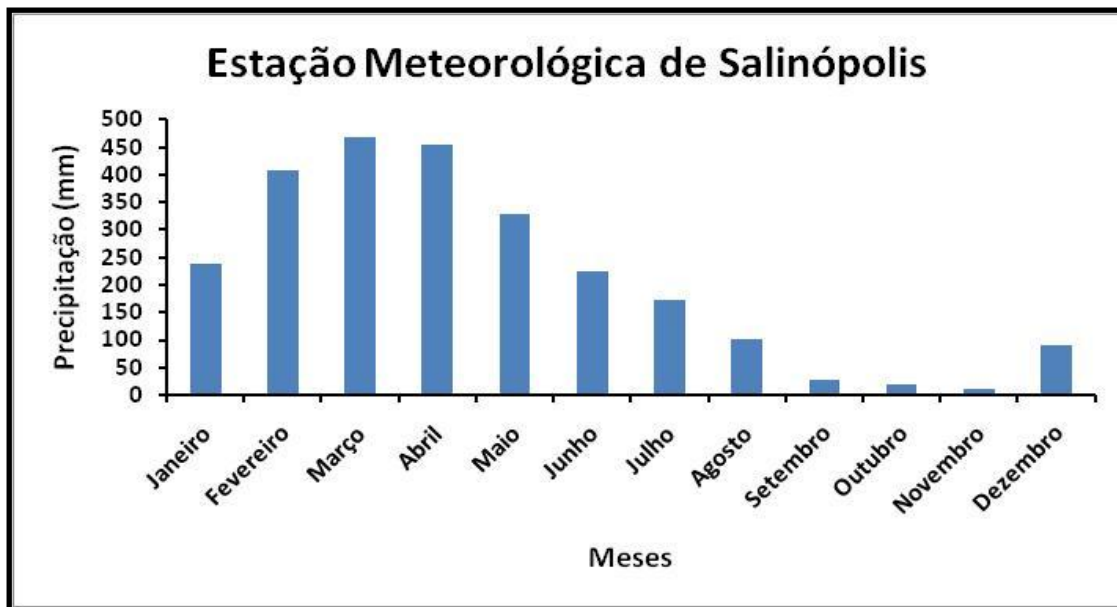
Esta região apresenta uma umidade relativa do ar que varia entre 86 a 91%, enquanto, que a precipitação pluviométrica gira em torno de 2.400 a 3.000mm/ano (COSTA; COHEN, 2001). Tal distribuição deve-se principalmente, ao deslocamento sazonal da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) sobre a região (Figura 10 e 11).

Figura 10 – Precipitação Total Anual (mm).



Fonte: Rocha et al. (2010)

Figura 11 – Médias pluviométricas mensais para a estação climática de Salinópolis.



Fonte: INMET (1992); Santos et al., (1992)

3.6.2 Ventos

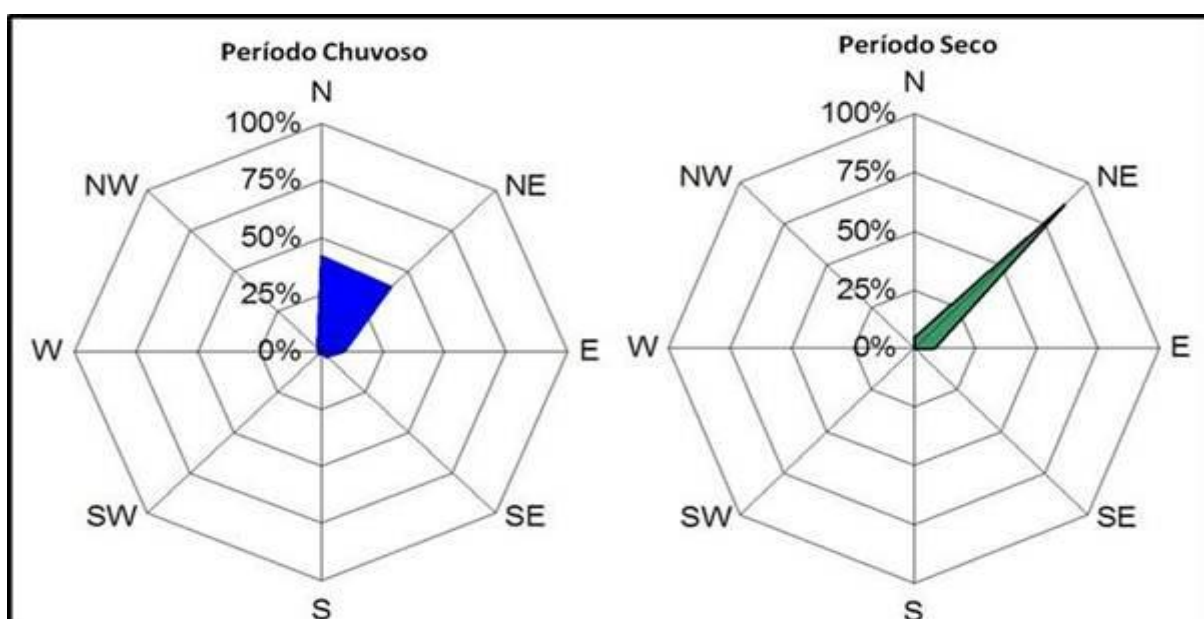
Os ventos exercem papel fundamental na dinâmica dos ecossistemas costeiros, já que os mesmos têm origem as ondas, que ao atingirem a linha de costa acabam misturando os sedimentos depositados nas zonas de intermaré. A velocidade apresentada em torno da superfície é de aproximadamente 7km/h (MÁCOLA; EL-ROBRINI, 2004).

Os principais ventos que atingem a Costa Atlântica do Salgado Paraense são os ventos denominados alísios, com direção preferencial NE, variando para N e E. Estes ventos são formados através de dois anticiclones subtropicais: o Anticiclone Tropical Atlântico (ATA) e o Anticiclone Tropical Atlântico Norte (ATAN).

Ao se encontrarem na linha do Equador os ventos alísios formam a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), apresentando uma área de extensão variável, com baixas pressões e poucos contrastes, ventos fracos de direções diferentes.

Segundo a Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN, 1986), esta zona sofre movimentação sazonal atingindo diretamente o litoral paraense no período chuvoso com velocidade de 7,9m/s. Os valores de velocidade dos ventos circundam entre 6,56 a 5,03m/s, apresentando uma velocidade média de 5,92m/s(REDECELPA, 1998).A direção predominante do vento durante o período chuvoso é de NNE com 82% dos registros, sendo 42% de direção N e 40% de direção NE. No período seco a direção predominante do vento é de direção NE com 87% dos registros (Figura 12).

Figura 12 – Predominância da direção de vento para a mesorregião bragantina.



Fonte: Silva Jr. et al. (2004)

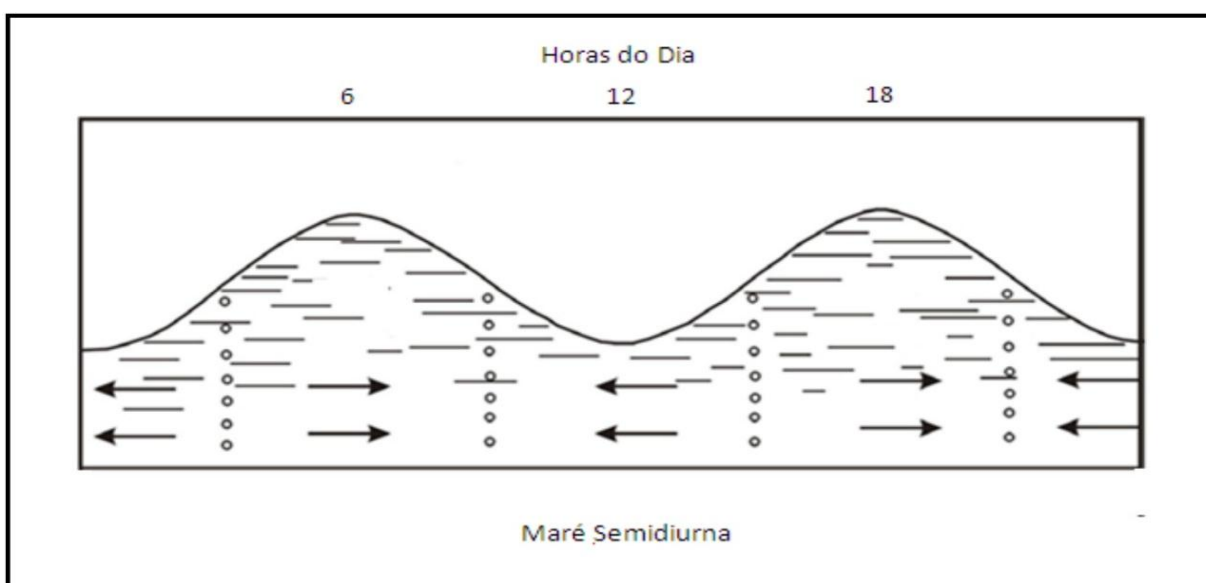
3.7 CONDIÇÕES OCEANOGRÁFICAS

3.7.1 Marés e Correntes de Maré

Grande parte dos estuários do mundo sofrem influência das correntes de marés, que atua como mecanismo de diluição entre o corpo de água doce procedente dos rios e o corpo de água salgada proveniente do ambiente marinho, além de transporta e depositar sedimentos. Segundo Corrêa (2005), a amplitude, duração e intensidade das correntes de maré estão diretamente ligadas à quantidade de chuva, intensidade dos ventos e as variações de direções das correntes das marés nos igarapés, canais, rios e bancos.

A região Costeira Norte Brasileira possui uma dinâmica atual caracterizada pelas ações incisivas das descargas dos rios e das correntes de maré, gerando uma morfologia tipicamente estuarina com associação de manguezais e planícies de maré (MARTINS apud PINHEIRO, 1987). A região norte apresenta um regime de marés bastante dinâmico, sendo denominado um regime de meso/macromarés por causa de suas amplitudes. Devido aos seus dois ciclos diários as marés acabam sendo denominadas como marés semidiurnas, que é o principal elemento hidrodinâmico da região norte (DHN, 2011a) (Figura 13).

Figura 13 – Relacionamento da maré com a corrente de maré em uma maré idealizada, consistindo de uma onda de maré progressiva simples.



Fonte: Modificado de Gross (1987)

O litoral paraense tem como principal corrente a de maré e secundariamente as correntes litorâneas que são resultantes da chegada das ondas na costa, sendo responsável pelo transporte sedimentar da plataforma continental para o litoral.

No litoral do Pará as correntes de maré agem durante todo ano, predominando na circulação da plataforma continental, até próximo ao litoral, onde encontramos as correntes de maré reversas que agem perpendicularmente a linha de costa com velocidades máximas superiores a 1,5 nós.

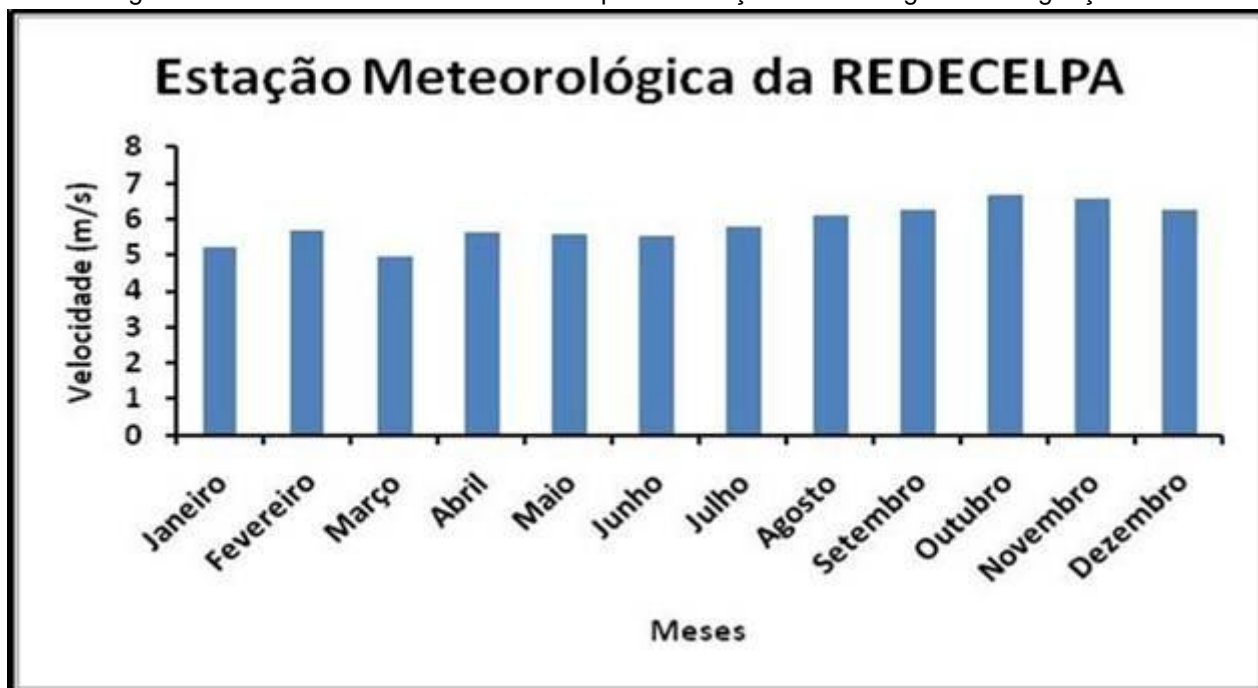
A velocidade das correntes de maré pode alcançar máximas de 2,1nós (6 horas antes da preamar nas marés de sizígia) e 1,9 nós (4 horas após a preamar, nas marés de quadratura).

No município de Viseu, a média das preamares de sizígia (MHWS) e de quadratura (MHWN) varia em torno dos valores máximos de 4,96m e 3,9m (FEMAR, 1997), sendo que a média das baixamares de sizígia (MLWS) e quadratura (MLWN) gira em torno de 0,43m e 1,49m.

Além das correntes de marés o litoral norte apresenta influência das ondas, que são geradas a partir dos ventos alísios possuindo uma amplitude máxima de 1,5m em mar aberto, no entanto, segundo Mácolae El-Robrini (2004), mostram em trabalhos técnicos a presença episódica de ondas oceânicas formadas por Ciclones Tropicais do Atlântico Norte que atingiram períodos de 20s e amplitude de 3m no litoral norte.

Os ventos alísios de NE atingem uma velocidade média de 5,92m/s com velocidade máxima de 6,56m/s e mínima de 5,03m/s (REDECELPA, 1998), contudo, há uma maior concentração de 7m/s com direção preferencial NE (Figura 14).

Figura 14 – Velocidades médias mensais para a estação Meteorológica de Bragança.



Fonte: Rede Celpa (1998)

4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1 ESTUÁRIOS

A palavra estuário deriva do latim *aestuarium*, referindo-se a um meio fortemente dinâmico com constantes mudanças naturais. Os estuários podem ser encontrados em todo o planeta e em qualquer condição de maré e clima, apresentando melhores condições de desenvolvimento nas planícies costeiras, em latitudes médias.

Os ecossistemas estuarinos por apresentarem grandes diversidades em suas propriedades dinâmicas e uma imensa importância biológica e socioeconômica, acabaram tornando-se motivo para estudos em todo o planeta. Os diversos estudos realizados em torno dos estuários implicaram em uma série de modificações em relação a sua definição e classificação. Os estuários são geralmente classificados de acordo com as características geomorfológicas, distribuição de densidade, processos físicos como marés e/ ou ondas, formação da bacia e os mecanismos físicos deposicionais dominantes.

Os estuários podem receber várias definições de acordo com o ponto de vista de cada autor. Entretanto, uma das definições mais utilizadas atualmente é a de Pritchard (1981), que define um estuário como sendo um “corpo de água semifechado, com livre ligação 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”.

Segundo Miranda e Castro (2002), a elevação e/ ou redução do nível dos oceanos podem causar grandes alterações no comportamento hidrodinâmico dos estuários. Os estuários possuem limites variáveis no qual as propriedades hidroquímicas tendem a valores extremos, marinhos a jusante e fluvial a montante, nas zonas sujeitas a maré as delimitações se tornam mais difíceis de serem delimitadas devido ao escoamento na fronteira com o mar ser alternado.

Os estuários são subdivididos em três partes: estuário inferior ou de comunicação com o mar aberto; estuário intermediário, ocorrendo fortes misturas de água doce e salgada; e estuário superior ou fluvial, onde ocorre o predomínio de água doce, estando sujeito diariamente às variações de marés, de acordo com Fairbridge (1980).

Kjerfve (1987) ao definir estuário como sendo “um ambiente costeiro que apresenta conexão restrita com o oceano adjacente”, levou em consideração que o estuário pode ser subdividido em três zonas distintas:

Zona de maré do rio (ZR) – que corresponde à parte fluvial praticamente igual a zero, estando, entretanto sujeita à influência de maré;

Zona de Mistura (ZM) - região correspondente à mistura da água doce continental de drenagem com a água do mar;

Zona Costeira (ZC) – região costeira adjacente que é delimitada pela pluma estuarina delimitando a camada limite costeira (CLC).

Os estuários são considerados ecossistemas altamente produtivos devido suas altas concentrações de nutrientes, estimulando assim sua produção primária. Sua vulnerabilidade e complexidade estão relacionadas às alterações de qualidade de água, já que as trocas das mesmas e filtragem de corpos estranhos estão ligadas a uma série de processos de natureza físico-química, biológica e geológica. Os estuários são considerados ambientes naturais de mamíferos, aves e peixes, caracterizados como berçário de milhares de animais, além de terem um papel importante na migração de peixes comerciais (KETCHUM, 1983);

Possuem interações entre correntes fluviais, marés e ondas, que recebe sedimentos das descargas flúvio-marinha com etapas sedimentares que são geradas pelas ondas, marés e processos fluviais (DARLYMPLE et al., 1992). Ainda segundo esses autores os estuários ocupam uma área que vai desde a desembocadura do rio, com uma salinidade girando em torno de 35 até a parte interna onde a salinidade apresenta um valor de 0,1.

Esse modelo foi dividido em (Figura 15): (a) Estuário Inferior; (b) Estuário Médio e; (c) Estuário Superior.

a) **Estuário Inferior (Setor Marinho)**

Caracterizam-se por apresentar barras arenosas causando a dissipação das ondas oceânicas, resultando com que a energia destas decresça para o interior estuarino. Apresenta um formado afunilado com predomínio dos processos marinhos.

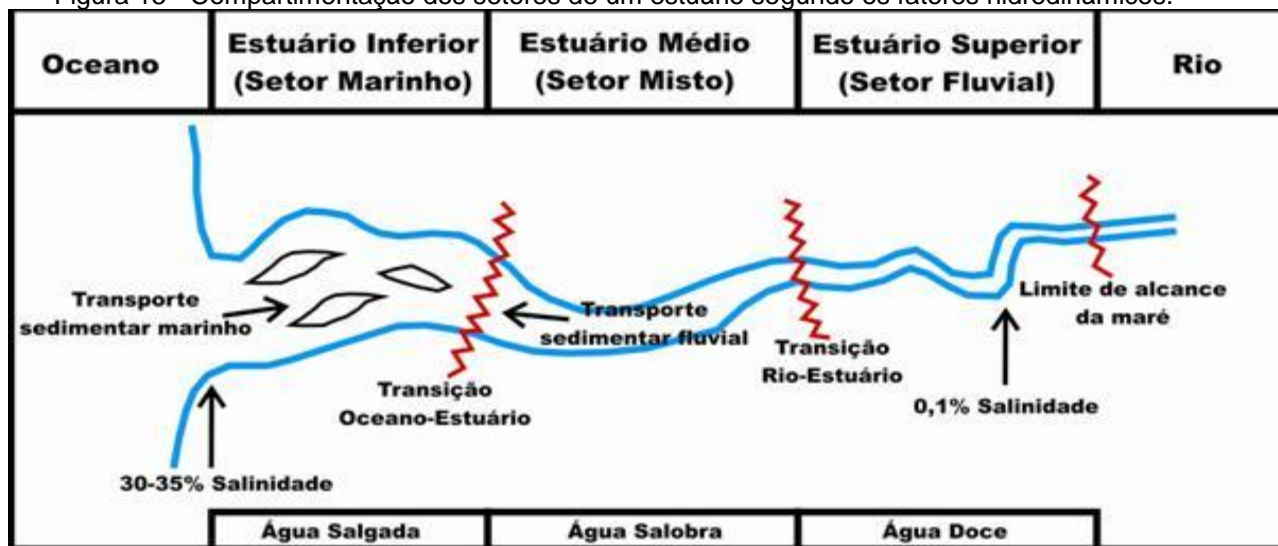
b) Estuário Médio (Setor Misto)

Apresentam um formato “reto-meandrante-reto” (WOODROFFE et al., 1989), com interações ocorrendo entre a energia oceânica e as correntes dos rios. A porção reta externa é dominada por maré, onde os sedimentos são transportados para o interior do estuário quando a maré esta cheia, sendo responsáveis pela formação das barras. Já a porção reta interna é tomada por correntes fluviais, apresentando barras similares aos da reta externa. O meandro é caracterizado por apresentar barras em pontal.

c) Estuário Superior (Setor Fluvial)

Caracteriza-se por apresentar predomínio das correntes dos rios com decréscimo de energia em direção ao oceano.

Figura 15 - Compartimentação dos setores de um estuário segundo os fatores hidrodinâmicos.



Fonte: Modificado de Darlympleet al. (1992 apud ALVES, 2012)

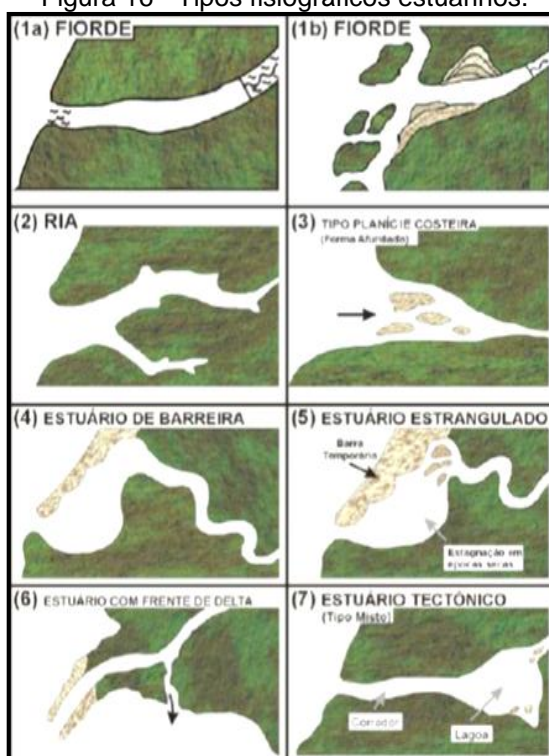
4.1.1 Classificação

Os estuários por serem considerados ambientes de transição entre o oceano e o continente, possuem variações nas condições topográficas, climáticas e hidrográficas diversificadas, no qual foi necessário criar critérios, que tornam possível a previsão das principais características de circulação e processo de mistura desses ambientes com a finalidade de comparar os diferentes tipos de estuários. Segundo Miranda e Castro(2002), as classificações mais usadas atualmente estão baseadas na geomorfologia e na estratificação salina.

4.1.1.1 Classificação Segundo a Geomorfologia

As características dos estuários estão ligadas a sua localização e origem no planeta. Pritchard (1967) de acordo com essas características classificou os estuários segundo sua geomorfologia em: 1) Estuários de Planície Costeira; 2) Estuários do tipo Fjord; 3) Estuários constituídos por Barra; e 4) Estuários produzidos por processos tectônicos (Figura 16).

Figura 16 - Tipos fisiográficos estuarinos.



Fonte: Modificado de Fairbridge(1980)

1) Estuários de Planície Costeira

Esses estuários possuem um formato geométrico em forma de V, sendo formados a partir da transgressão do mar no Holoceno, onde ocorreu a inundação dos vales dos rios.

O processo de inundação foi maior do que o de sedimentação, tornando-se a topografia atual muito semelhante ao vale do rio. Esses estuários são comuns na costa leste da América do Norte, sendo localizados geralmente em regiões tropicais e subtropicais. A razão entre a largura e a profundidade deste estuário é grande embora ela esteja associada ao tipo de rocha em que o vale do rio foi escavado, o fluxo hídrico depende da quantidade da descarga fluvial e da altura de maré.

Estes estuários possuem uma profundidade de aproximadamente 30m, sendo que sua área de seção transversal geralmente aumenta estuário abaixo. Devido ao processo de sedimentação recente o fundo do estuário está sendo preenchido por lama e sedimentos de granulometria fina em sua parte superior, tornando-se mais grossos em direção à entrada.

Podemos ter como exemplos de estuários de planície costeira: Delaware e Chesapeake, nos Estados Unidos; e nos litoral leste e nordeste brasileiro os estuários dos rios São Francisco, das Contas e Potengi, segundo Miranda e Castro (2002).

2) Estuário do Tipo Fiorde

Este tipo de estuário formou-se durante o Pleistoceno em regiões que estavam cobertas pelas geleiras, que devido às escavações e os efeitos erosivos durante o descongelamento acabaram aprofundando os vales dos rios primitivos deixando-os com alto fundo rochoso em sua entrada denominada de soleira, que delimita suas trocas com o oceano fazendo com que a descarga fluvial e a circulação fiquem confinadas em uma camada muito rasa, e é através do processo de estranhamento que o estuário recebe uma quantidade de água do mar razoável da camada profunda.

Os fiordes apresentam a razão em relação à largura e profundidade pequena possuindo a seção transversal aproximadamente retangular, apresentado forma de leito em U (MIRANDA; CASTRO, 2002). Os fiordes apresentam um fundo geralmente rochoso com processos de sedimentação recente principalmente na desembocadura do rio. Sua descarga fluvial é geralmente pequena quando comparada ao volume total do sistema, no entanto, pode ser grande se comparado ao prisma de maré. Temos como exemplos de fiordes: Loch Etive (Escócia), Sagne Fjord (Noruega); Milforal Soud (Nova Zelândia).

3) Estuários Construídos por Barras

Esses estuários formaram-se durante a transgressão do Holoceno com a inundação de vales dos rios, cuja sedimentação provocou a formação de barras na boca. São associados às regiões costeiras que podem sofrer processos erosivos com facilidade, servindo de barreira contra a ação das ondas nas praias.

Estes estuários são considerados rasos visto que não ultrapassam 30m de profundidade, podendo apresentar canais e lagunas extensas no seu interior, são encontrados geralmente em regiões tropicais ou em áreas com depósitos de sedimento ativos. Segundo Miranda e Castro (2002), são exemplos desse tipo de estuário: Estuário Vellar (Índia), complexo estuarino-lagunar de Cananéia-Iguape.

4) Estuários Produzidos por Processos Tectônicos

Fazem parte desses estuários aqueles que foram formados através de falhas tectônicas, erupções vulcânicas, tremores e deslizamentos de terra, dando destaque as rias e deltas.

O estuário do tipo ria tem sua origem tectônica, formada devido à elevação da parte continental onde se localizava a parte interior do rio, quando está foi inundada devido à elevação eustática do nível do mar, sendo este estuário típico de regiões montanhosas de altas latitudes. A ria possui geralmente morfologia irregular com uma geometria entrecortando regiões montanhosas e afuniladas com aumento da profundidade em relação ao mar, que podem causar a ampliação da oscilação da maré.

Os estuários do tipo delta ocorrem em regiões de hipermaré e macromaré com ação moderada ou grande de ondas, com transporte fluvial com alta concentração de sedimentos em suspensão que favorece o crescimento de ilhas na parte interior do estuário.

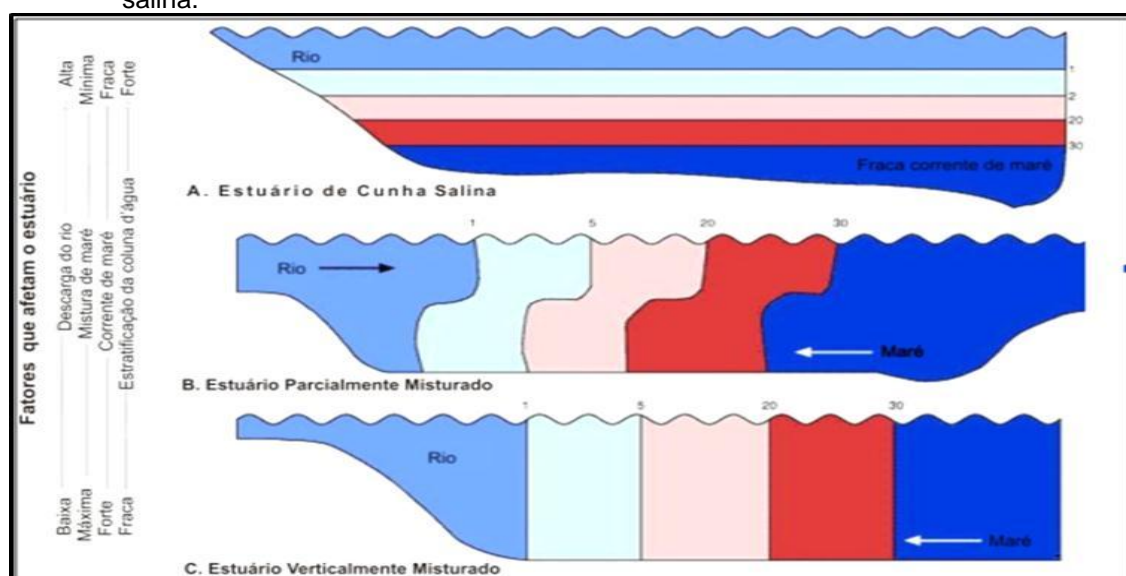
São exemplos desses estuários: baía de São Francisco (Califórnia-EUA); delta do rio Mississipi, no golfo do México; e o delta tropical do rio Amazonas, no litoral norte brasileiro.

4.1.1.2 Classificação de Acordo com a Estratificação Salina

A salinidade nos estuários varia de $<0,5 - 40$, sendo importante para o conceito de estuário devido às misturas de massas d' águas que ocorrem com diferentes graus de salinidade, permitindo estabelecer qualitativamente as principais características da circulação na zona de mistura (ZM). Nos estuários os fatores que determinam o grau de salinidade são: amplitude de maré, geomorfologia e o aporte de água doce.

De acordo com Pritchard (1955), os estuários geomorfológicos podem ser subdivididos de acordo com a estratificação salina em: (A) Cunha salina; (B) moderadamente ou parcialmente misturado e; (C) verticalmente bem misturado e lateralmente estratificado e (D) bem misturado (Figura 17).

Figura 17 - Representação esquemática dos tipos de estuário de acordo com o grau de estratificação salina.



Fonte: Adaptado de OzCoasts (2008)

A) Estuário em Cunha Salina

Nesse tipo de estuário a circulação é dominada pela descarga fluvial, devido sua razão de fluxo e pela razão da largura/profundidade. Possui uma corrente de água doce em sua superfície e uma corrente de água salgada em sua profundidade, não ocorrendo mistura de suas águas. Os estuários de cunha salina são típicos das regiões de micromarés e regiões de lugares que predominam condições de grande descarga fluvial. São exemplos: estuário Vellar (Índia); estuário do rio Duwamish (EUA); e os estuários Fraser (Canadá).

B) Moderadamente ou Parcialmente Misturado

Esses estuários são identificados por apresentarem uma corrente de água de características intermediárias entre a corrente de superfície predominantemente de água doce e a corrente de fundo com água salgada, possuindo assim uma haloclina bem definida.

Durante as fases das marés de quadratura e sizígia esses estuários submetem-se a processos cíclicos de intensificação e relaxamento da estratificação vertical de salinidade. É exemplos a maioria dos fiordes.

C) Verticalmente bem Misturado e Lateralmente Estratificado

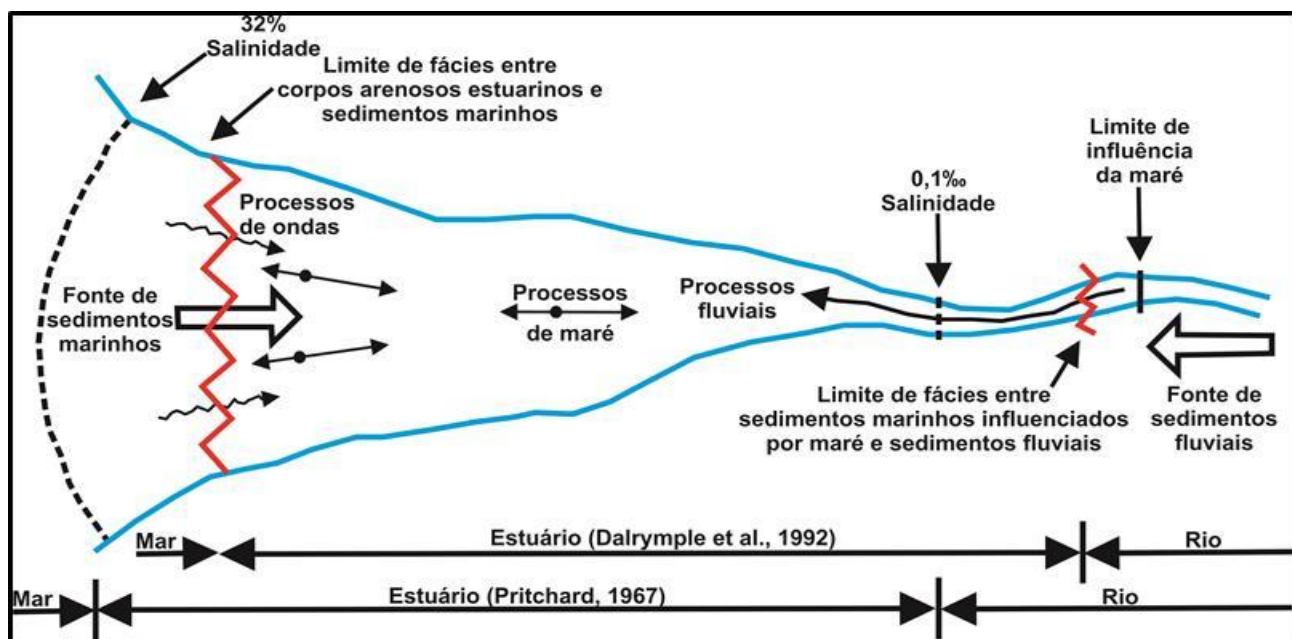
São caracterizados por apresentar a razão entre a largura e profundidade razoavelmente grande, onde a força de Coriolis é responsável por gerar a estratificação lateral, além de apresentar uma salinidade decrescente na direção da jusante para montante. Sua coluna d' água é homogênea devido à mistura das águas que ocorre em estuários de pequenas profundidades, sendo influenciadas pelas correntes de marés.

D) Bem Misturado

Nesse tipo de estuário a salinidade aumenta gradativamente para a jusante do estuário estando o movimento médio orientado nesta direção em todas as profundidades, possuindo sentidos opostos nas direções das correntes.

Segundo Dalrymple et al. (1992), para uma definição de sistema estuarino é necessário considerar não apenas fatores restritos como salinidade e influência de maré, já que esta zona é uma interação entre correntes fluviais, marés e ondas. Desta forma, definir estuário como sendo uma porção litorânea de um sistema drenado por um vale, que recebe sedimentos de origem marinha e fluvial e que contém fácies sedimentares influenciados por marés, ondas e processos fluviais. Defendem ainda que o estuário ocuparia uma área desde a desembocadura do rio com salinidade em torno de 32 até a parte interna onde a salinidade fosse em torno de 0,1, e que sua terminologia e distribuição das fácies sedimentares está diretamente ligada aos fatores hidrodinâmicos, observando-se que há uma compartimentação nos setores, onde ocorre o predomínio de um ou interrelação entre eles (Figura 18).

Figura 18 – Descrição de um estuário proposta por Pritchard (1967) e por Dalrymple et al., (1992).

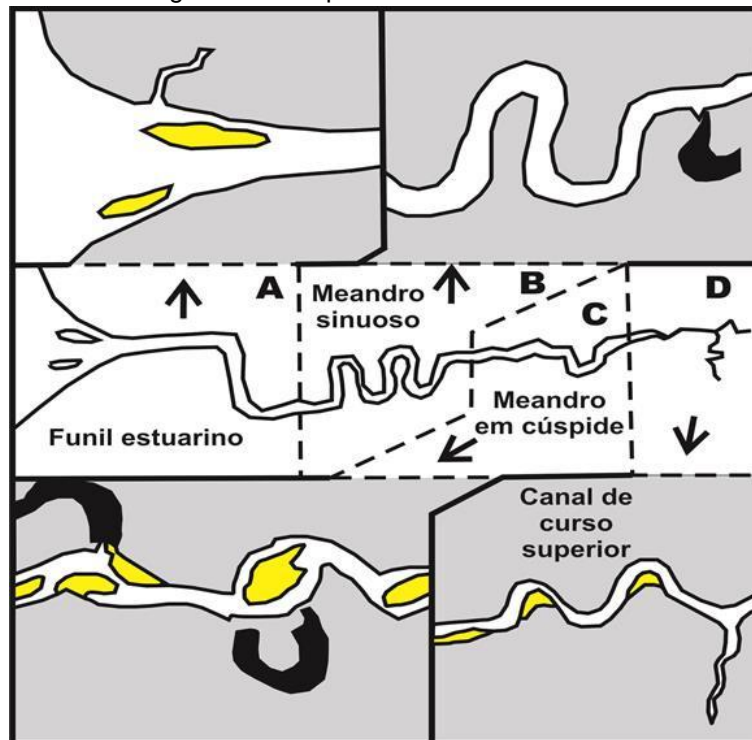


Fonte: Modificado de Perillo (1995) (Alves, 2012)

Woodroffe et al. (1986) definiram um padrão morfológico para os estuários que se localizam ao norte da Austrália dominados por maré, onde quatro zonas foram definidas com seus respectivos fácies sedimentares. Os canais estuarinos do nordeste do estado do Pará são agrupados em quatro padrões morfológicos distintos, similares ao proposto para o rio *South Alligator* na Austrália (Figura 19).

- **Funil estuarino:** relacionado à zona distal, com ampla abertura (8km de largura) afunilando-se em direção ao continente, ocorrendo depósitos de planície de maré lamosa e barra de maré arenosa e lamosa vegetada por manguezais;
- **Segmento meandrante sinuoso:** apresenta meandros sinuosos regulares de aproximadamente 2km de diâmetro;
- **Segmento meandrante em cúspide:** com formas angulosas de 800m de diâmetro;
- **Canal de curso superior:** segmento mais proximal do canal estuarino, apresentando forma retilínea com curvas localizadas (meandros abandonados).

Figura 19 – Padrão morfológico definido para os estuários do norte da Austrália.



Fonte: Modificado de Woodroffe et al., (1986)

4.2 PARÂMETROS DE QUALIDADE DE ÁGUA

4.2.1 Temperatura

A temperatura é considerada um parâmetro físico de elevada importância no processo de qualificação da água, devido refletir bem as variações sazonais no ambiente (BAUMGARTEN; POZZA, 2001), apesar de a mesma não ter referência de valores na resolução CONAMA n. 357/2005.

Atuando como agente controlador no ambiente aquático, condicionando as influências de uma série de parâmetros físico-químicos. As variações de temperatura são integrantes do regime climático regular, sendo que as variações sazonais e diurnas são observadas em corpos d'água naturais, podendo exibir estratificação vertical. A temperatura relacionada a fatores como: radiação disponível, latitude, altitude, estação do ano, período do dia, taxa de fluxo e profundidade (ZUMACH, 2003).

Os valores de temperatura dependem do transporte de calor através da condução, convecção e radiação, por isso para se obter resultados corretos é necessário que as análises desse parâmetro sejam realizadas em um menor tempo possível após a coleta de água (BAUMGARTEN et al., 2010).

No ecossistema estuarino a temperatura está ligada a profundidade e as condições meteorológicas, sendo considerado um fator limitante nos processos de reprodução, crescimento e distribuição dos organismos, influenciando também na dissolução dos gases entre a água intersticial e a coluna d'água, influenciando tanto a interface oceano-atmosfera quanto sedimento-água. (CUNHA, 1982). Nas regiões oceânicas de poucas latitudes ocorre uma variação na temperatura em torno de 26°C a 30°C na coluna d'água superficial (PEREIRA; GOMES, 2002).

Nos ecossistemas estuarinos o intercâmbio térmico é processado entre a água que penetra no estuário na preamar e a descarga de água doce do rio. As variações de temperatura neste ambiente transicional dependem diretamente da temperatura da água do rio, do fluxo de água salgada, da profundidade do estuário, da taxa pluviométrica na bacia e da latitude local (LIRA, 1978).

4.2.2 Potencial Hidrogeniônico (pH)

O pH consiste na atividade de prótons (íons H⁺) livres na água, provenientes tanto de fontes antrópicas quanto naturais (BAUMGARTEN et al., 2001). O pH se sofrer modificações é capaz de alterar o estado químico de uma espécie.

O pH é considerado uma das variáveis presentes no ecossistema terrestre de maior importância e dificuldade de interpretação devido a grande quantidade de fatores que podem influenciá-lo (ESTEVES, 1998).

Os diferentes valores do pH em ambientes estuarinos estão relacionados a fotossíntese de organismos como fitoplânctons, dispersão das rochas, oxidação da matéria orgânica, incorporação dos gases atmosféricos e as diferenças de maré (BAUMGARTEN; POZZA, 2001).

Segundo Santos (1986), o pH é considerado um fator desfavorável para reprodução de microrganismos em meios no qual ocorrem ações provocadas pelo homem, onde o pH tende a ficar mais ácido. As águas superficiais do ecossistema amazônico são consideradas ácidas, na maioria das vezes (DIAS, 1995), estando essa acidez em sua maioria relacionada diretamente as altas taxas de ácidos orgânicos dissolvidos, podendo ser de natureza alóctone ou autóctone (ESTEVES, 1988).

A Resolução CONAMA n.357/2005 diz que, em geral, a água para se caracterizarem doces devem conter pH variando de 6 a 9; já para as águas serem consideradas salinas, salobras e efluentes devem apresentar valores que giram em torno de 5 a 9. De acordo Schaver (1985) as águas naturais possuem seu pH em torno de 4 a 9 sendo consideradas com porcentagem baixa de alcalinidade devido a presença de carboidratos, bicarbonatos, metais alcalinos e alcalinos terrosos.

Vale ressaltar também que os argilominerais, ricos em matéria orgânica, podem produzir aumento da acidez em águas onde se encontra em grande concentração (DREVER, 1988; LEVINSON, 1974).

4.2.3 Condutividade Elétrica

A condutividade elétrica é a capacidade que uma solução aquosa tem de levar corrente elétrica, estando ligada a quantidade de íons presentes dissolvidos na solução, sendo que quanto maior a quantidade de íons dissolvidos maior será sua capacidade de conduzir eletricidade estando estreitamente relacionada com a salinidade. Segundo Baumgarten et al., (2001) esse fator hidroquímico pode auxiliar em avaliações de possíveis impactos como despejo de efluentes.

Os valores da condutividade elétrica estão ligados à temperatura e a totalidade de substâncias ionizáveis dissolvidas. Em corpos de água onde o pH encontra-se com valores extremos ($\text{pH} > 9$ ou $\text{pH} < 5$), a condutividade se deve às elevadas concentrações dos poucos íons em solução, sendo os mais frequentes H^+ ou OH^- . No ecossistema estuarino esse parâmetro está diretamente relacionado com a salinidade tendo como responsáveis pela condutividade os elementos maiores.

Segundo Hutchinson (1975), a Condutividade Elétrica é controlada pela geologia local e pelo acumulo de chuvas, sendo que em regiões que possuem períodos menos chuvosos a condutividade elétrica é determinada pelo processo de erosão das rochas magmáticas presentes, no entanto, em regiões com alto valor pluviométrico com predomínio de rochas sedimentares a condutividade elétrica estará sendo determinada pela geologia da bacia de drenagem. De acordo com Custódio e Llamas (1976), dizem que a 18°C a condutividade elétrica gira em torno de 100 a $2000\mu\text{S}/\text{cm}$ em águas doces e gira em torno de $45000\mu\text{S}/\text{cm}$ em águas oceânicas.

4.2.4 Salinidade

A salinidade é a quantidade de sais minerais dissolvidos na água do mar, correspondentes a 1000g de água (ESTEVEZ, 1998). Estão presentes na formação das águas marinhas os cátions cálcio, magnésio, potássio, sódio e os ânions cloreto, sulfato e bicarbonato.

No ecossistema estuarino a salinidade apresenta uma imensa importância na distribuição da fauna, além de delimitar este ecossistema. A interação entre o oceano e o rio acaba estabelecendo diversos processos de mistura, seja sob o ponto de vista físico ou sob uma perspectiva ecológica (FEITOSA, 1988).

Grande parte da energia e intensidade da mistura das diferentes massas de água nos estuários é gerada pelas correntes de maré, correnteza, ação dos ventos e vazão do rio (KETCHUM, 1983 apud MOREIRA, 1994).

Durante o ano as águas interiores sofrem variações de salinidade, apresentando alta amplitude de valores variando de 0,5‰ (águas doces) a 35‰ (águas hipersalinas) (ESTEVES, 1998).

Segundo Smayda (1983 apud Moura, 1992) os ambientes estuarinos, as condições locais de chuva, evaporação, drenagem e o grau de mistura entre o corpo de água fluvial e costeira, acabam influenciando na amplitude de maré e no gradiente salino.

De acordo com a Resolução CONAMA n.357/2005, a salinidade é levada como critério para se classificar os meios aquáticos, sendo os ecossistemas aquáticos classificados de acordo com a quantidade de sal presente na água em:

- a) **águas doces**: com salinidade igual ou menor que 0,5‰;
- b) **águas salobras**: com salinidade girando em torno de 0,5‰ a 30‰;
- c) **águas salinas**: com valores igual ou maior que 30‰.

4.2.5 Oxigênio Dissolvido

O oxigênio é proveniente principalmente do dióxido de carbono e do oxigênio molecular, onde ambos estão presentes tanto na atmosfera quanto na água, geralmente na forma dissolvida (BAUMGARTEN et al., 2010).

O oxigênio é considerado um dos gases mais importantes dissolvidos na dinâmica e caracterização dos ambientes aquáticos, sendo que sua solubilidade esta ligada a pressão e temperatura da região (ESTEVES, 1998). No meio estuarino o oxigênio dissolvido é um importante parâmetro químico com participação nos processos biológicos e bioquímicos, como os processos metabólicos celulares, respiração e oxidação da matéria orgânica e compostos químicos (FLORES MONTES, 1996).

O oxigênio dissolvido varia na água de acordo com o volume consumido por bactérias no processo de oxidação da matéria orgânica e pelo volume produzido pela comunidade fitoplanctônica. A poluição de um corpo d' água por matéria orgânica pode ser estudada pela diminuição do oxigênio dissolvido ou pela concentração de matéria orgânica comparada com o volume de oxigênio disponível para oxidá-la (VALENTE et al., 1997). O baixo nível de oxigênio dissolvido em um corpo d'água causa o aumento populacional de bactérias provocando forte odor causado pela morte dos organismos aquáticos.

Segundo Baumgarten et al. (1996), a quantidade de oxigênio na superfície é maior pelo fato de estar mais próxima da mesma, onde acontece a fotossíntese e os processos físicos que ocorrem no meio. De acordo com a Resolução CONAMA n.357/2005, os corpos de água naturais doces e salinas devem apresentar valores de concentrações maiores que 2mg.L^{-1} visto que as águas salobras devem conter concentrações maiores que 3mg.L^{-1} .

4.2.6 Sólidos Totais Dissolvidos

Os sólidos totais dissolvidos são originados a partir das partículas inorgânicas e orgânicas transportadas pela coluna d'água apresentando seu diâmetro superior a $0,45\mu\text{m}$, sendo considerado material dissolvido, partículas com diâmetro inferior (CHESHIRE et al., 1985).

De acordo com Cheshire et al. (1985) os sólidos totais dissolvidos são diretamente proporcionais à condutividade elétrica e à salinidade; podendo ser definidos como a soma dos teores de todos os constituintes minerais presentes na água por unidade de volume.

De acordo com Esteves (1988) essa variável possui uma elevada importância para as comunidades lóticás, devido este tipo de material ser considerado um dos maiores transportadores de poluentes e nutrientes através da adsorção, além de interferir na penetração dos raios solares no ambiente.

As substâncias dissolvidas envolvem o carbonato, bicarbonato, cloreto, sulfato, fosfato, nitrato, cálcio, magnésio, sódio, e íons orgânicos, entre outros íons necessários para a vida aquática, sendo que, em elevadas concentrações, podem ser prejudiciais.

A análise dos sólidos é considerada importante no ecossistema estuarino devido seu volume, que dependendo da sua quantidade podemos avaliar o quanto a luz pode penetrar na coluna d'água, além de nos fornecer dados a respeito da quantidade de materiais não dissolvidos transportados pela água podendo sedimentar-se no estuário (SABRI, 1977; CHESHIRE et al., 1985).

5 MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia realizada neste trabalho foi subdividida nas seguintes etapas: pesquisa bibliográfica, logística de campo, trabalho de campo, trabalho em laboratório e trabalho em escritório, que consistiu de organização e tratamentos de dados, integração dos resultados e redação final.

5.1 METODOLOGIA

Foram feitas coletas de dados físico-químicos de qualidade de água, e análises que incluíram: batimetria, coleta de sedimentos em perfis transversais, utilizando-se como meio flutuante um barco a motor (Figura 20), que deu apoio para coletase medições de dados de amplitude de maré e correntes associadas. Estes dados foram coletados numa etapa de campo que englobou o período chuvoso, no dia 11/02/2012, ao longo do estuário do rio do Bombom (Viseu-PA), onde foram coletados dados de maré e dos parâmetros físico-químicos (Temperatura, pH, Salinidade, Condutividade Elétrica, Oxigênio Dissolvido e Sólidos Totais Dissolvidos), além de coletas de amostras de sedimentos (Figura 21).

Figura 20 - Embarcação utilizada na coleta de dados oceanográficos.



Figura 21 - Mapa de localização dos pontos de coleta de dados abióticos no estuário do rio do Bombom (Viseu-PA).



5.1.1 Marés

A coleta dos dados de maré foi realizada em um ponto fixo estratégico localizado no trapiche do porto do Bombom, localizado na porção média do estuário. Para conhecimento dos horários, tipos e amplitudes de marés no estuário foi utilizada como base a sessão Tábuas de Marés (DHN, 2011 a), que é o documento oficial de consulta impressa e via web emitida pela Diretoria de Hidrografia e Navegação da Marinha do Brasil do Fundeadouro de Salinópolis (Figura 22, Tabela1).

Figura 22 - Seção Tábuas de Marés para consultas via internet.

DIRETORIA DE HIDROGRAFIA E NAVEGAÇÃO (DHN)
CENTRO DE HIDROGRAFIA DA MARINHA (CHM)
BANCO NACIONAL DE DADOS OCEANOGRÁFICOS (BNDO)



PREVISÕES DE MARÉS (Máximas e Mínimas diárias)

A previsão horária da maré pode ser obtida através de solicitação ao Banco Nacional de Dados Oceanográficos (BNDO), informações sobre custo podem ser obtidas no telefone (21) 2189-3115 ou email bnndo@chm.mar.mil.br




As horas listadas não são corrigidas para o horário de verão

O documento oficial de consulta é a Tábuas de Marés impressa pela Diretoria de Hidrografia e Navegação

Informações sobre Tábuas ([Clique aqui para maiores informações e explicações sobre Tábuas de Marés](#))

FUNDEADOURO DE SALINÓPOLIS (ESTADO DO PARÁ) ▼

MESES ANOS

As informações disponibilizadas nesta página são fornecidas pela Seção de Maré do CHM.

Fonte: DHN (2012).

Tabela 1 – Coordenadas geográficas das estações maregráficas.

Local das estação maregráfica	Latitude	Longitude
Fundeadoiro de Salinópolis	00°34,6'S	47°54,5'W

Fonte: DHN (2012)

O monitoramento semi-detalhado da amplitude de maré foi realizado com o auxílio de uma régua graduada de metal de 5m de comprimento, instalada no trapiche do porto do rio do Bombom (Figura 23) com o auxílio de cordas, devido a forte influência das correntes de marés. As coletas dos dados ocorreram de forma manual, em formato de planilhas, onde a amplitude de maré era observada, sendo anotadas em um banco de dados manual.

Nesse local ocorreram as medições de altura de maré em intervalos de 15 minutos, durante um ciclo de maré de 12 horas, para o monitoramento do comportamento da maré durante o período de coleta de dados. Após o período de campo, os dados foram digitalizados sendo transformados em planilhas para a construção das curvas de maré e também para auxiliar na correção dos dados batimétricos.

Para a obtenção das curvas de maré do local estudado a partir da correlação dos dados de maré da Sessão Tábuas de Maré da DNH, foi usado o software Excel Versão 2007. Sendo posteriormente ambas comparadas e corrigidas.

Figura 23 - Régua graduada instalada em trapiche para leitura e medição de dados maregráficos.



Fonte: Alves (2012)

5.1.2 Correntes e Vazão

A velocidade das correntes apresentam distintas variações em sua intensidade e direção, se tornando assim um dos parâmetros mais difíceis de determinar. As correntes são provocadas pela movimentação horizontal do corpo d' água, através dos processos de enchente e vazante produzidos na superfície do mar.

Os dados para verificação do comportamento das correntes de maré foram obtidos através de medições das correntes em um ponto localizado na porção média do estuário ($1^{\circ}08'36,43''S$ e $46^{\circ}08'57,07''W$), em um intervalo de meia hora, durante um ciclo de maré de 12 horas. O equipamento utilizado foi um Molinete Fluviométrico JCTM modelo MLN-7 (Figura 24)

Figura 24 - Molinete Fluviométrico JCTM modelo MLN-7.



Fonte: Autora

Colocado em uma determinada profundidade ele registra a velocidade do ponto de coleta a cada cinco segundos em um espaço de um minuto. Posteriormente os dados coletados foram digitados e transformados em planilha, a fim de se calcular matematicamente a velocidade média das correntes através da equação:

$$V = -k_1 + k_2 \cdot N$$

Onde:

V= Velocidade da corrente

K1= 0,01203489

K2= 0,29051199

N= Número de rotações por segundo

De acordo com Alves (2007) a vazão é o volume de água que passa por uma determinada seção de um rio dividido por um intervalo de tempo. Desse modo, se o volume é fornecido em litros, e o tempo é medido em segundos, a vazão pode ser calculada em unidades de litros por segundo (l.s^{-1}). No entanto, no caso de vazão de rios geralmente se usa a unidade da vazão em metros cúbicos por segundo ($\text{m}^3.\text{s}^{-1}$), sendo que $1\text{m}^3.\text{s}^{-1}$ corresponde a 1000l.s^{-1} (COLLISCHONN; TASSI, 2011).

O cálculo da vazão em um canal pode ser feito pelo produto da velocidade média vezes a área de escoamento, ou seja:

$$Q = A \cdot V$$

Onde:

Q= Vazão

A= Área da seção transversal do rio (largura x profundidade)

V= Velocidade da corrente

Nota-se que a hidrologia dos rios também é uma resposta direta ao regime pluviométrico regional. Estas variações que levam a aumentos ou diminuições dos níveis e das vazões dos rios é resultado das variações de marés e dos índices de precipitação na região.

Lembrando que a hidrologia dos rios é diretamente proporcional ao regime pluviométrico regional. As variações que proporcionam aumentos ou diminuições dos níveis e das vazões dos rios é resultado das variações de marés e dos índices de precipitação na região.

5.1.3 Batimetria

Os dados batimétricos consistem de duas variáveis: posição e profundidade. Sendo utilizadas embarcações equipadas com receptores GPS ou DGPS, com o objetivo de medir a posição geográfica (latitude/longitude ou UTM), e os ecobatímetros que medem a profundidade. Em dados obtidos por sondagens através de ecobatímetros adotam-se linhas de sondagem paralelas, sendo perpendiculares às isóbatas e ao talvegue, gerando dessa maneira o correto delineamento das feições de fundo.

Devido à falta de dados batimétricos no estuário do rio do Bombom, foram realizados neste trabalho levantamentos batimétricos de semidetalhe, durante a maré de sizígia, através de linhas transversais e longitudinais, em trechos selecionados do estuário que tivessem melhores condições de profundidade e largura. O levantamento desses perfis foi utilizado para definir as características do canal e para a geração de perfis e mapas batimétricos.

A coleta dos dados batimétricos foi realizada através de uma Ecosonda Humminbird Piranha Max 180 Plotter/Sonar (Figura 25) com 800 watts de potência e frequência de transmissão de som de 200kHz, capaz de atingir profundidades de até 200 metros.

Figura 25 - Levantamento batimétrico com EcoSSondaHumminbird Piranha Max 180

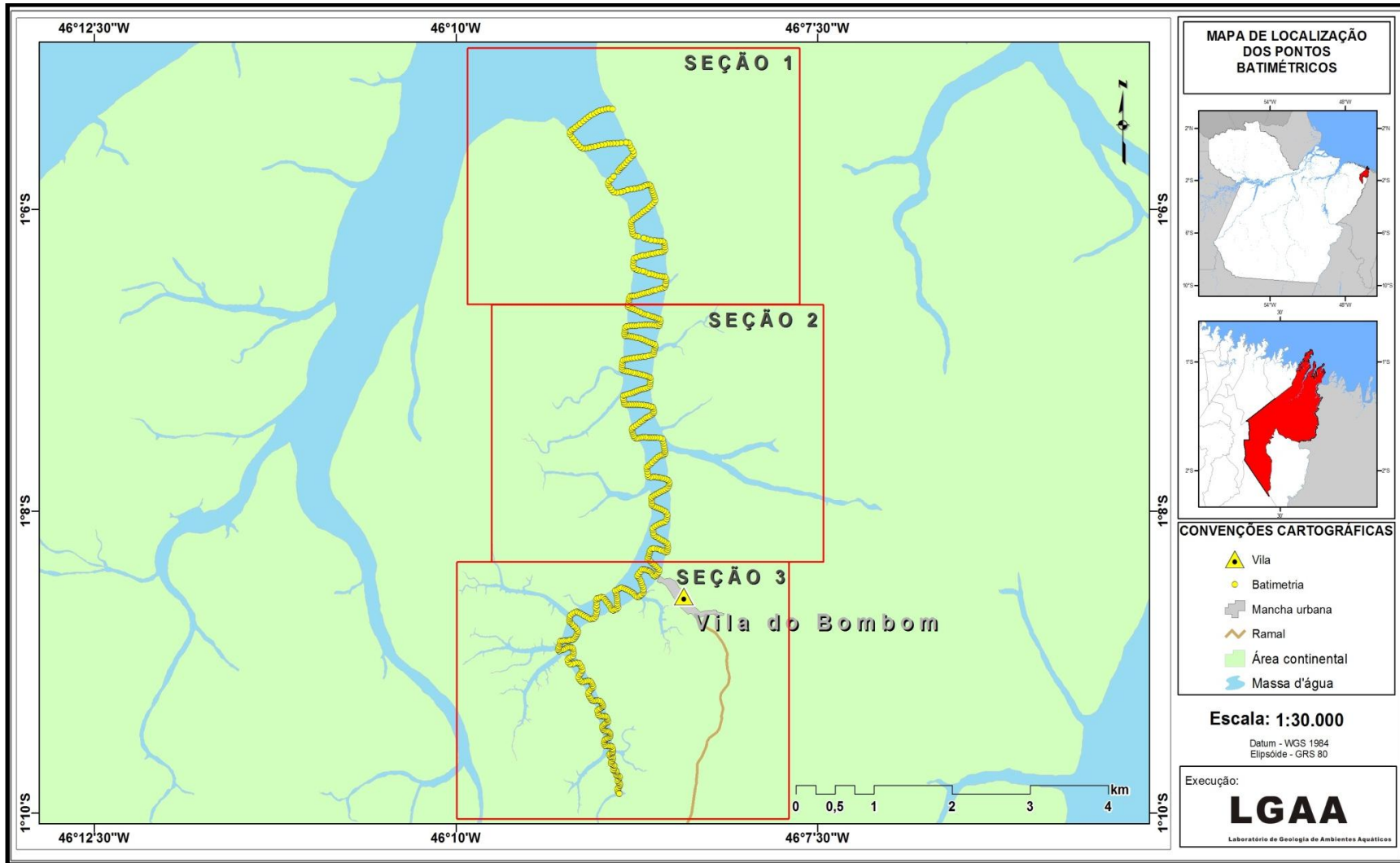


Fonte: Alves (2012)

As informações de pontos de coletas e dados de profundidade foram armazenadas através de conexão com um notebook. O sensor do ecobatímetro foi instalado a 0,5m abaixo do calado da embarcação em um GPS preso na parte superior. Além disso, os dados batimétricos foram corrigidos pelos dados da maré.

As profundidades representadas nos mapas batimétricos são sempre reduzidas. Isto significa dizer que as profundidades tem origem no plano de referência conhecido como nível de redução (NR) e não na superfície da água. Desta forma, as variações do nível das águas por influência das marés ou em decorrência dos períodos de cheias e vazantes dos rios são subtraídas (Figura 26).

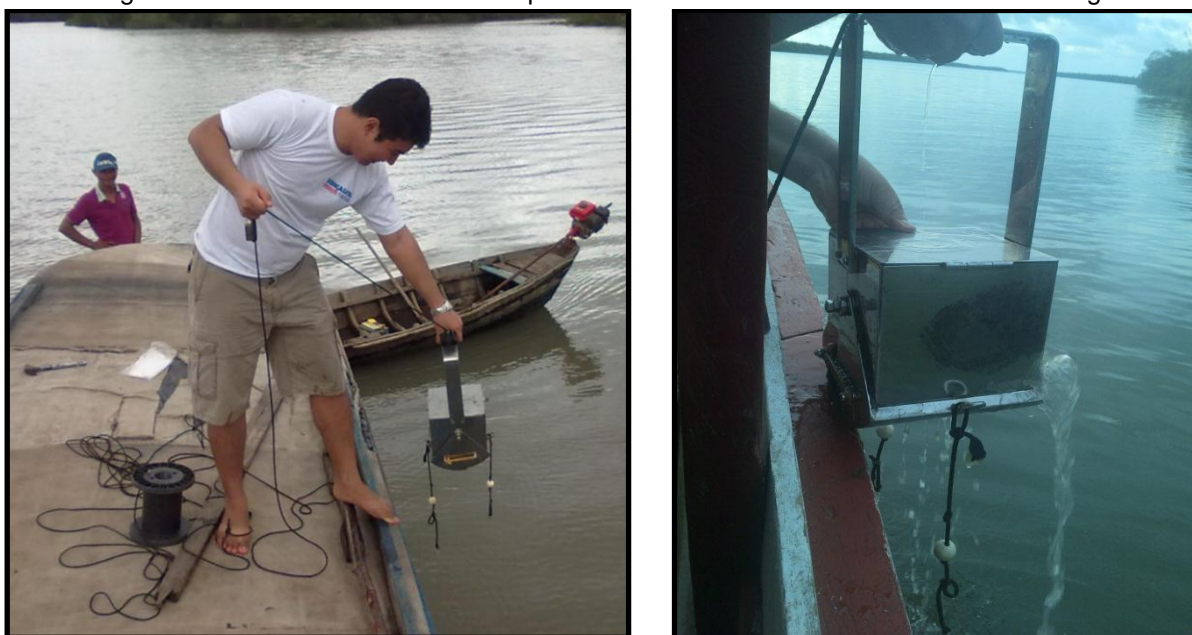
Figura 26 - Malha batimétrica nas seções levantada no rio do Bombom.



5.1.4 Sedimentos Superficiais

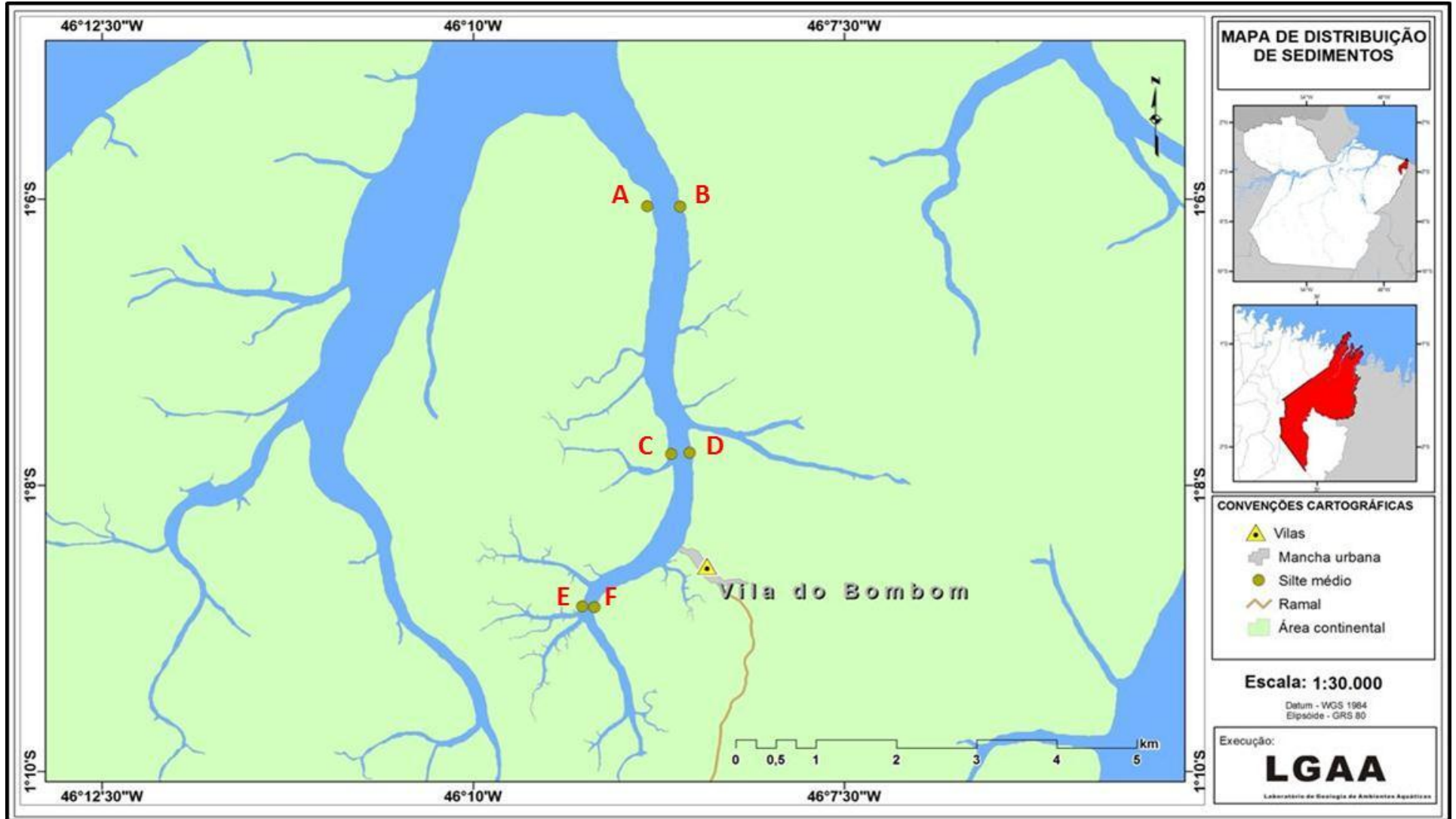
As coletas de sedimentos foram realizadas através de um amostrador pontual de Ekman-Birge, que é um equipamento de manuseio simples, que possui diversos tamanhos, utilizado quando há o interesse em amostrar quantidades médias de material sedimentar. É formado por uma caixa metálica articulada por duas pás laterais cruzadas que estão presas a uma trava na parte superior, e que são destravadas quando o mensageiro desliza através do cabo condutor tocando a trava, disparando o seu fechamento, destravando o equipamento no fundo, e efetuando-se a coleta quando as pás fecham no fundo da caixa metálica, mantendo-se o mesmo próximo à embarcação (Figura 27 e 28). Este tipo de equipamento pode ser usado em fundos arenosos e lamosos, no entanto, não é o equipamento ideal para ser utilizado em fundos rochosos.

Figura 27 - Coleta de sedimentos superficiais utilizando o amostrador de Ekman-Birge.



Fonte: Autora

Figura 28 – Mapa de localização dos pontos de coletas de sedimentos no estuário do rio do Bombom (Viseu-PA).



Para a caracterização do tipo de sedimento foi realizada a análise de textura do mesmo. A textura do sedimento é o tamanho relativo dos grãos que constituem o mesmo, onde sua medida é chamada de granulométrica.

O tamanho dos grãos do sedimento é bastante variável, sendo divididas em classe de acordo com seu diâmetro médio (Tabela 2), suas classes são:

- a) **Matacão:** Sedimento cujos grãos possuem diâmetro maior que 256mm.
- b) **Bloco:** Sedimento cujos grãos variam no seu diâmetro de 256 e 64mm.
- c) **Seixos:** Sedimento cujos grãos variam no seu diâmetro entre 64 e 4mm.
- d) **Grânulos:** Sedimento cujos grãos variam no seu diâmetro de 4 e 2mm.
- e) **Areia:** Sedimento cujos grãos possuem diâmetro de 2 e 0,0625mm.
- f) **Silte:** Sedimento cujos grãos possuem diâmetro de 0,0625 e 0,004mm.
- g) **Argila:** Sedimento cujos grãos possuem diâmetro de 0,004 e 0,0004mm.

Tabela 2- Classificação de uma amostra baseada no tamanho médio do grão. Modificado de Wentworth (1922).

DIÂMETRO (MM)	ϕ (PHI)	NOME
>256	-8	Matacão
256-128	-7	Bloco Grosso
128-64	-6	Bloco
64-32	-5	Seixo Muito Grosso
32-16	-4	Seixo Grosso
16-8	-3	Seixo Médio
8-4	-2	Seixo Fino
4-2	-1	Grânulo
2-1	0	Areia Muito Grossa
1-1/2	1	Areia Grossa
1/2-1/4	2	Areia Média
1/4-1/8	3	Areia Fina
1/8-1/16	4	Areia Muito Fina
1/16-1/32	5	Silte Grosso
1/32-1/64	6	Silte Médio
1/64-1/128	7	Silte Fino
1/128-1/256	8	Silte Muito Fino
1/256-1/512	9	Argila Grossa
1/512-1/1024	10	Argila Média
1/1024-2048	11	Argila Fina

Fonte: Alves (2012)

Para a análise descritiva do tipo de sedimento foi utilizada a classificação proposta por Folk (1954), que se baseia, essencialmente, em dois diagramas triangulares, sendo um para sedimentos grosseiros e outro para sedimentos finos, onde são representados proporcionalmente os percentuais em cascalho (>2mm), areia(2mm a 63 μ m), silte e argila(ambos <63 μ m) (Figura 29).

Figura 30 – Célula ativa do Programa SysGran (CAMARGO, 2006).

The screenshot shows the SysGran 3.0 software interface. The main window displays a spreadsheet with columns labeled A through U and rows numbered 1 through 35. The data in the spreadsheet represents sediment samples and their analysis results. A dialog box titled 'Multi-análise' is open in the foreground, allowing the user to select samples for analysis and choose the analysis method.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U
1	Amostras	-1,5	-1	-0,5	0	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	5	6	7	8	9			
2	Sed.09	0	0,214	0,823	5,665	20,764	56,328	12,481	3,098	0,232	0,108	0,063	0,021	0,024	0	0	0	0			
3	Sed.12	0	0,049	0,33	1,137	3,749	26,379	18,833	36,373	10,916	1,834	0,207	0,065	0,024	0	0	0	0			
4	Sed.13	0	0,062	0,2	0,688	1,509	11,053	12,674	41,073	27,601	4,709	0,224	0,058	0,063	0	0	0	0			
5	Sed.14	0	0	0,11	0,791	3,247	28,974	27,976	33,904	4,116	0,445	0,058	0,008	0,002	0	0	0	0			
6	Sed.15	0	0,306	0,367	1,598	4,19	17,015	13,2	31,912	20,571	9,708	0,825	0,07	0,026	0	0	0	0			
7	Sed.16	0	0,012	0,237	1,515	3,508	15,86	13,618	32,454	22,7	8,611	1,055	0,119	0,037	0	0	0	0			
8	Sed.18	0	2,353	2,722	8,506										0	0	0	0			

The 'Multi-análise' dialog box contains the following information:

- Selezione as amostras a serem analisadas: Sed.09, Sed.12, Sed.13, Sed.14, Sed.15, Sed.16, Sed.18
- Método: Folk & Ward
- Incluir classificação verbal
- Incluir percentis
- Somente dados da curva acumulada
- Buttons: OK, Cancelar

Fonte: Autora

Além desses procedimentos será efetuado um levantamento das unidades geomorfológicas costeiras a fim de indicar as condições ambientais de maneira a informar os processos de alteração das formas de relevo costeiro.

Após a realização de cada coleta as amostras de sedimentos foram armazenadas em potes plásticos devidamente etiquetados e transportados para o Laboratório de Geologia e Ambientes Aquáticos (LGAA) pertencentes à Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA).

No laboratório foram realizados os procedimentos analíticos das amostras, onde as mesmas foram inicialmente lavadas 3 vezes com água destilada por um tempo de 5 minutos, com o objetivo de retirar os sais solúveis evitando assim a floculação da argila. A amostra ficou em repouso durante 2 dias para que ocorresse a decantação das partículas finas, após esse período a coluna d'água foi retirada com o auxílio de uma seringa, em seguida, as amostras foram levadas para secar em estufa a aproximadamente 60°C. Após a secagem, as amostras foram desagregadas e pesadas em balança analítica para que em seguida fosse realizado o quarteamento da amostra total, sendo realizado de acordo com Wentworth (1922) para realização do processo de separação das frações areia/silte/argila.

O processo de determinação da granulométrica das amostras de sedimento no trecho estudado foi realizado mediante o uso da metodologia de peneiramento úmido para fração fina (menor que 0,062mm) segundo a escala de Wentworth, além da pesagem, classificação e identificação dos parâmetros estatísticos dos sedimentos.

Após o quarteamento, das amostras contendo sedimentos mistos foram retiradas 40g para separação por via úmida. Para tal, os sedimentos foram colocados em uma peneira de abertura 0,062mm, onde foi feita a lavagem com água destilada para separação da fração grosseira (areia) e da fração fina (silte/argila).

Uma vez completa a separação o material grosseiro que ficou retido na peneira de 0,062mm foi levado para estufa para secagem e peneiramento a seco. Com a proveta em repouso, deu-se início ao procedimento de separação das frações silte/argila. Após a decantação do material, a água foi retirada colocando-se o material para secar em estufa a 60°C, sendo, em seguida, pesado.

O material que passou pela peneira seguiu para o procedimento de pipetagem, no qual, em uma proveta contendo sedimentos e 1 litro de água destilada, foi adicionado 0,67g de oxalato de sódio para evitar a floculação do sedimento, sendo subtraído no final este valor do peso do resíduo de cada Becker após a separação (Figura 31).

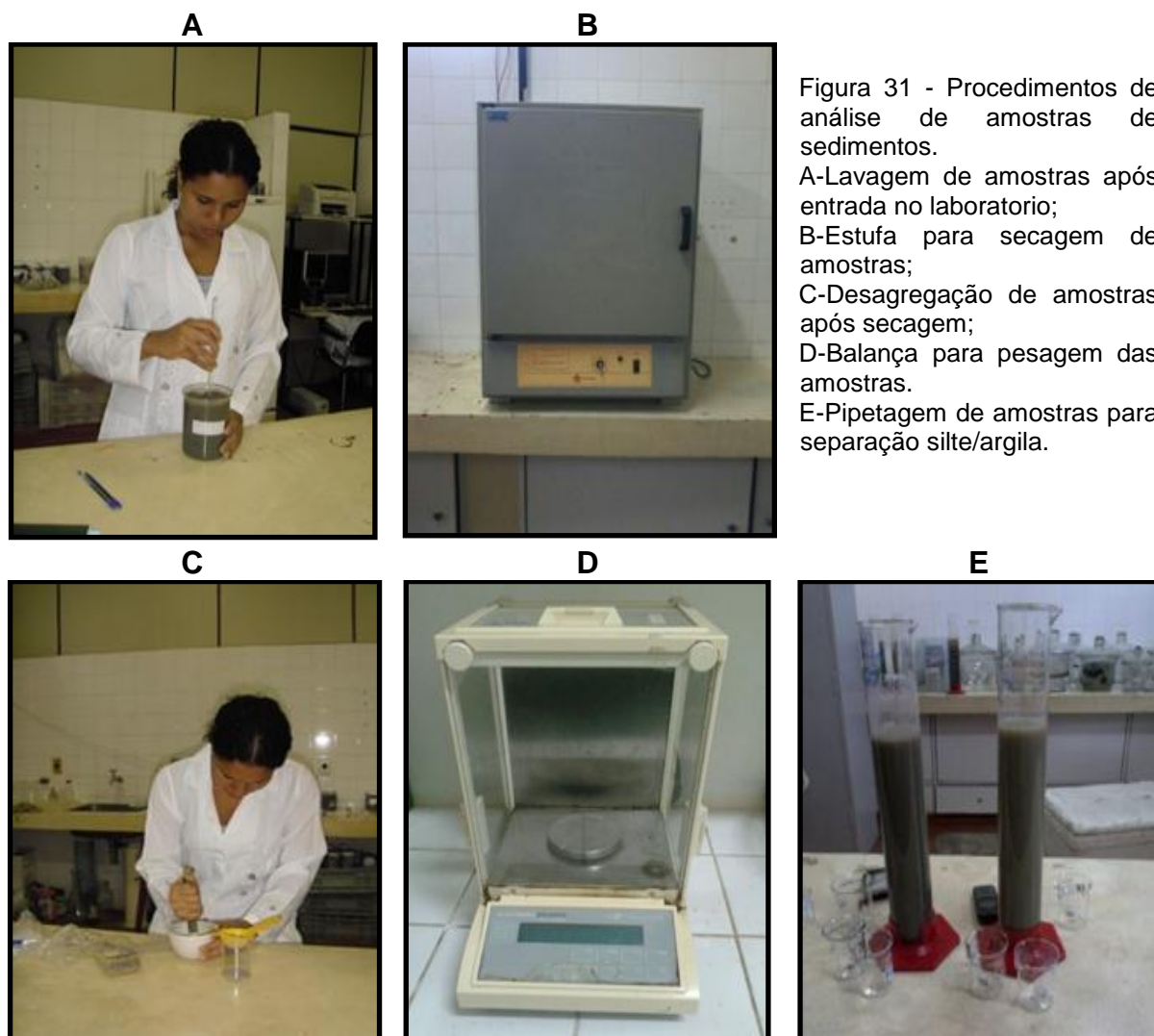


Figura 31 - Procedimentos de análise de amostras de sedimentos.

A-Lavagem de amostras após entrada no laboratório;
B-Estufa para secagem de amostras;
C-Desagregação de amostras após secagem;
D-Balança para pesagem das amostras.
E-Pipetagem de amostras para separação silte/argila.

Fonte: Autora

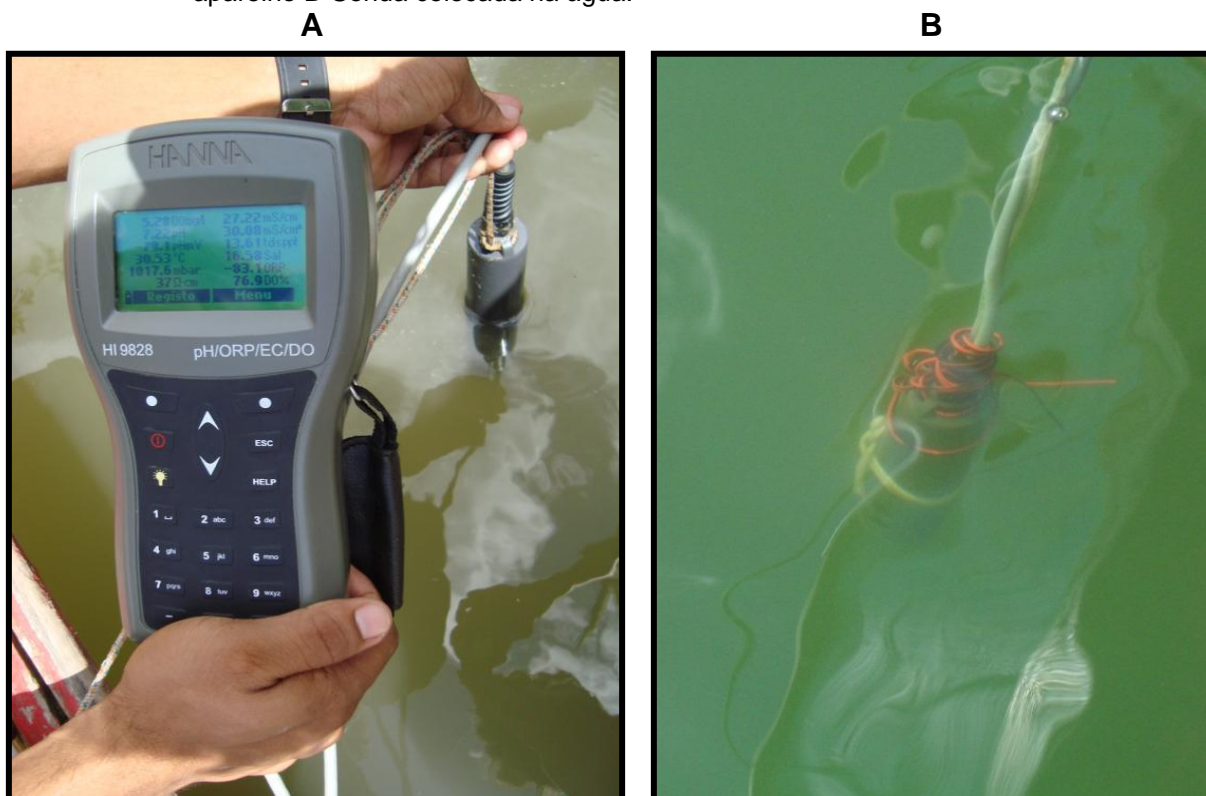
5.1.5 Parâmetros Físico-Químicos

De acordo com Pereira (2006) as características físico-químicas de cada corpo d'água possuem um padrão individual, com estes padrões determinados pelas condições climáticas, geomorfológicas e geoquímicas, e são consideradas importantes para o zoneamento ambiental, uma vez que o mesmo além de permitir a determinação da reserva nutricional dos corpos d'água e por extensão de suas potencialidades em termos de produção, fornece subsídios à correta utilização destes recursos naturais.

A execução correta dos procedimentos de coleta dão aos resultados uma interpretação adequada e uma confiabilidade, desta forma, foram feitas análises dos parâmetros físico-químicos na superfície da coluna d'água utilizando um aparelho Sonda Multiparâmetros HANNA HI modelo 9828. Os dados para análise dos parâmetros físico-químicos da água foram medidos in situ, onde foram determinados: Temperatura, Salinidade, pH, Condutividade Elétrica, Oxigênio Dissolvido e Sólidos Totais Dissolvidos (Figura 32; tabela 4).

Para monitorar e gravar os dados, o equipamento é equipado com sistema de identificação e gravação de vários locais de amostragem. No local de realização das coletas, os sensores do equipamento foram colocados na água durante 1 minuto, onde as informações dos parâmetros eram gravadas em intervalos de 5 segundos, sendo armazenadas no banco de dados do próprio equipamento. O monitoramento deu-se em intervalos de 1 hora em um período total de 12 horas.

Figura 32 – Sonda Multiparâmetros Hanna HI 9828. A-Operação de aquisição de dados com o aparelho B-Sonda colocada na água.



Fonte: Lima (2011).

Tabela 4 – Parâmetros analisados no ponto da coleta

Parâmetros	pH	Oxigênio Dissolvido	Temperatura	Salinidade	Condutividade Elétrica	Sólidos Totais Dissolvidos
Unidade	-	mg/L	°C	-	µs/cm	ppm

Fonte: Autora

Após a chegada do campo, com a utilização do *Software* Hanna HI 9298828, da versão 1.1, os dados guardados no equipamento foram processados sob a forma de tabelas, sendo trabalhados no computador (Figura 33).

Figura 33 – Célula ativa do Software Hanna HI 9298828. Modelo de salvamento de lotes armazenados.

	Data	Hora	°C	pH	pH mV	ORP	OD %	OD mg/l	µS/cm	µS/cm A	Ohm-cm	SDT ppm
1	2008/03/02	06:48:38	29,14	6,64	-46,1	-54,0	74,6	5,21	27730	29910	36	13860
2	2008/03/02	06:48:39	29,12	6,58	-42,9	-50,1	73,9	5,30	20740	22370	48	10370
3	2008/03/02	06:48:40	29,08	6,60	-44,2	-52,7	77,0	5,53	20780	22400	48	10390
4	2008/03/02	06:48:41	29,05	6,58	-43,0	-52,2	79,2	5,70	19980	21520	50	9991
5	2008/03/02	06:48:42	29,03	6,68	-48,7	-60,1	78,9	5,67	20900	22500	48	10450
6	2008/03/02	06:48:43	29,01	6,65	-46,7	-52,9	80,3	5,65	26340	28350	38	13170
7	2008/03/02	06:48:44	28,99	6,62	-45,1	-50,5	80,0	5,76	20370	21910	49	10180
8	2008/03/02	06:48:45	28,97	6,49	-37,9	-45,5	80,6	5,91	15530	16700	64	7764
9	2008/03/02	06:48:46	28,96	6,81	-55,7	-59,9	82,5	5,86	24220	26040	41	12110
10	2008/03/02	06:48:47	28,95	6,60	-44,0	-47,2	84,3	6,03	22260	23930	45	11130
11	2008/03/02	06:48:48	28,94	6,60	-44,0	-53,7	84,1	5,99	23520	25280	43	11760
12	2008/03/02	06:48:49	28,94	6,57	-42,2	-45,8	83,7	6,07	18260	19620	55	9128
13	2008/03/02	06:48:50	28,93	6,49	-38,2	-39,6	83,2	5,95	22520	24200	44	11260
14	2008/03/02	06:48:51	28,91	6,55	-41,2	-43,5	84,0	6,01	22550	24230	44	11280
15	2008/03/02	06:48:52	28,90	6,62	-45,1	-57,0	84,3	6,02	23020	24730	43	11510
16	2008/03/02	06:48:53	28,90	6,65	-46,6	-48,0	84,3	6,00	23820	25590	42	11910
17	2008/03/02	06:48:54	28,90	6,64	-46,4	-47,2	84,1	5,97	24660	26490	41	12330
18	2008/03/02	06:48:55	28,90	6,67	-48,1	-46,7	80,2	5,65	26640	28610	38	13320
19	2008/03/02	06:48:56	28,91	6,89	-59,8	-50,9	78,5	5,50	27820	29890	36	13910
20	2008/03/02	06:48:57	28,97	6,87	-58,8	-59,2	77,0	5,35	30170	32450	33	15090
21	2008/03/02	06:48:58	29,08	6,89	-59,9	-60,3	75,9	5,28	29360	31620	34	14670
22	2008/03/02	06:48:59	29,18	6,89	-60,2	-60,3	75,0	5,19	30030	32420	33	15010
23	2008/03/02	06:49:00	29,19	6,85	-58,1	-58,6	74,5	5,19	28380	30640	35	14190
24	2008/03/02	06:49:01	29,18	6,89	-60,3	-59,9	73,5	5,09	30190	32590	33	15100
25	2008/03/02	06:49:02	29,22	6,90	-60,6	-59,7	73,0	5,05	30180	32600	33	15090
26	2008/03/02	06:49:03	29,23	6,90	-60,7	-59,3	72,6	5,02	30230	32660	33	15110
27	2008/03/02	06:49:04	29,25	6,90	-60,8	-59,2	72,4	5,00	30280	32720	33	15140
28	2008/03/02	06:49:05	29,27	6,91	-60,9	-59,0	72,1	4,98	30330	32780	33	15160
29	2008/03/02	06:49:06	29,27	6,91	-61,1	-58,8	71,9	4,97	30290	32750	33	15140
30	2008/03/02	06:49:07	29,27	6,91	-61,2	-58,7	71,5	4,94	30280	32740	33	15140
31	2008/03/02	06:49:08	29,27	6,91	-61,4	-58,5	71,4	4,93	30260	32720	33	15130
32	2008/03/02	06:49:09	29,27	6,92	-61,6	-58,4	71,2	4,92	30250	32700	33	15120
33	2008/03/02	06:49:10	29,27	6,91	-61,4	-58,1	71,2	4,92	30240	32690	33	15120
34	2008/03/02	06:49:11	29,26	6,92	-61,5	-57,9	70,9	4,90	30230	32680	33	15120

Fonte: Autora

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 MARÉ

De acordo com SILVA (1996) as marés são consideradas as principais produtoras de flutuações diárias e sazonais no nível do mar. No entanto, as oscilações sazonais são causadas juntamente com a sazonalidade de chuvas na região costeira, descarga de rios e variação da temperatura da água na zona costeira.

Segundo DAVIES citado por KOMAR (1976), o regime de maré encontrado no estuário do rio do Bombom é de macromaré por apresentar amplitude acima de 4m devendo ser classificada como maré semidiurna por configurar-se duas baixamares e duas preamares em um único ciclo de maré.

A partir dos dados obtidos na coleta de campo para a área de estudo, foi possível observar que o nível médio de maré alta foi de 5,01m, e o nível médio de maré baixa de 0,35m. A amplitude de maré máxima medida para o período foi de 5,36m para maré de sizígia (Figuras 34, 35 e 36), como pode ser esperado em uma região com predominância de maré semidiurna.

Figura 34 - Condições de maré no rio do Bombom no dia 11. Vista do meio do rio do Bombom. A- Maré alta; B-Maré baixa.



Fonte: Alves (2012)

Figura 35 - Condições de maré no rio do Bombom. Vista do trapiche do rio do Bombom A-Maré alta; B-Maré baixa.

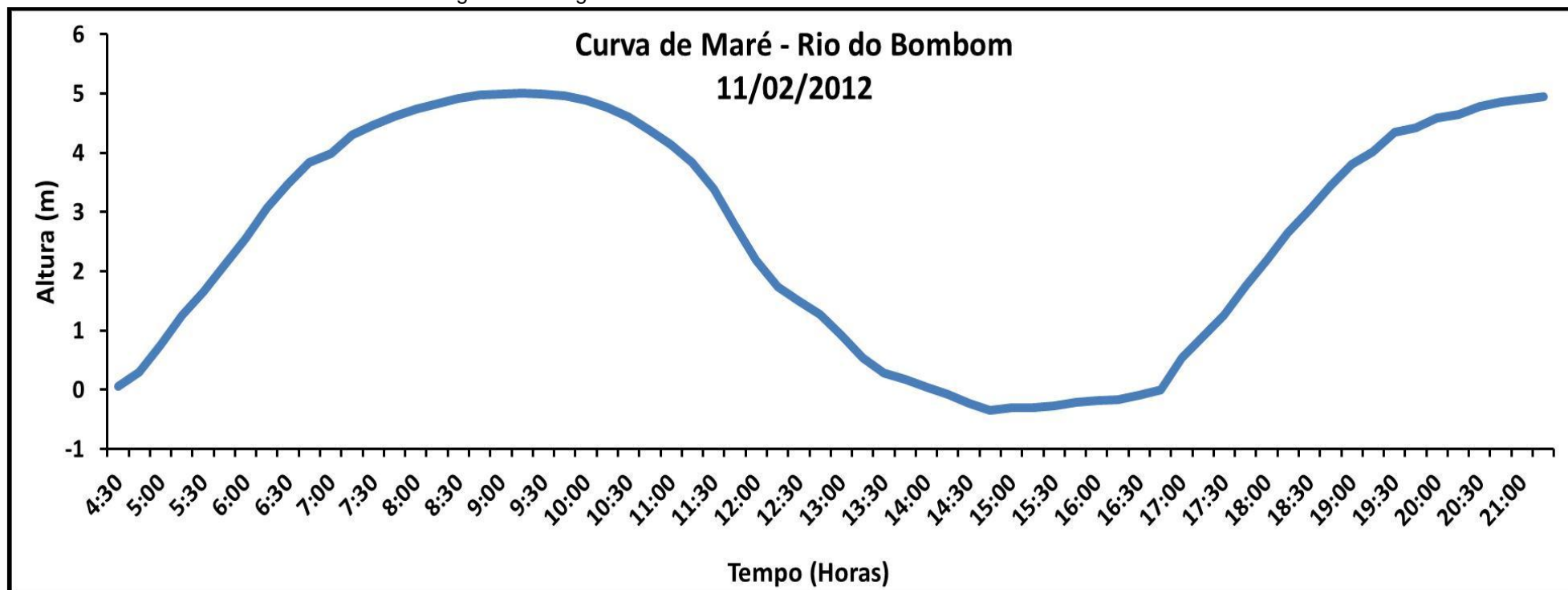


Fonte: Alves (2012)

A grande amplitude de maré é a responsável pelo grande alcance de inundação das áreas de manguezal, mantendo assim a influência das águas do estuário no referido ecossistema.

Essas condições são encontradas na zona costeira dos estados do Pará e do Maranhão, devido às macromarés semidiurnas, que durante a sizígia podem atingir valores acima de 6m de amplitude.

Figura 36 - Registro de maré no rio do Bombom no dia 11/02/2012.



Fonte: Autora

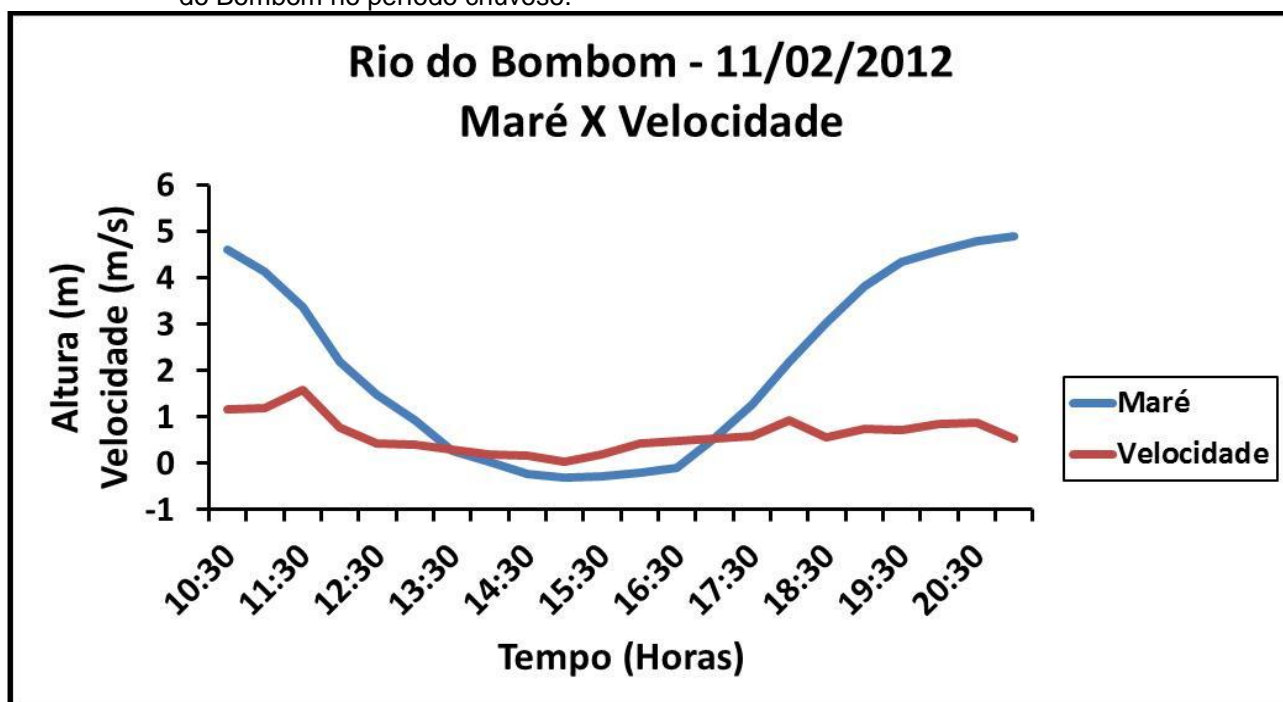
6.1.1 Correntes

Segundo El-Robrini et al. (1992) as correntes induzidas por maré são responsáveis pelo transporte de sedimentos no litoral e pela formação de bancos arenosos perpendiculares na linha de costa, sendo essas as mais atuantes na costa nordeste do estado paraense.

No ponto de amostragem verificou-se que as velocidades das correntes durante a maré vazante (corrente de vazante), onde a saída da água se dá devido à queda no nível do mar de acordo com a proximidade da cava, alcançaram valores maiores que as velocidades de correntes durante o período de maré de enchente (corrente de enchente), que é o processo de avanço do corpo d'água devido ao aumento do nível do mar através da proximidade de uma crista de maré, e que na virada de maré (estofo), tanto de maré alta quanto de maré baixa, as correntes chegaram a zero durante um período que variou de 30 minutos à 1 hora devido a inversão de corrente.

No rio do Bombom durante o período chuvoso (fevereiro/2012) as velocidades das correntes foram observadas a 0,50m da superfície, sendo que a maior velocidade verificada na superfície foi de 1,57m/s ocorrendo durante a situação de maré vazante, cerca de 2 horas e 30 minutos após o estofo de maré alta, onde a menor velocidade observada apresentou valor de 0,04m/s que ocorreu no estofo de maré baixa. O valor da velocidade média registrado a 0,50m da superfície foi de 0,63m/s (Figura 37).

Figura 37 - Variações de velocidade nas correntes de maré durante um ciclo de maré de sizígia no rio do Bombom no período chuvoso.



Fonte: Autora

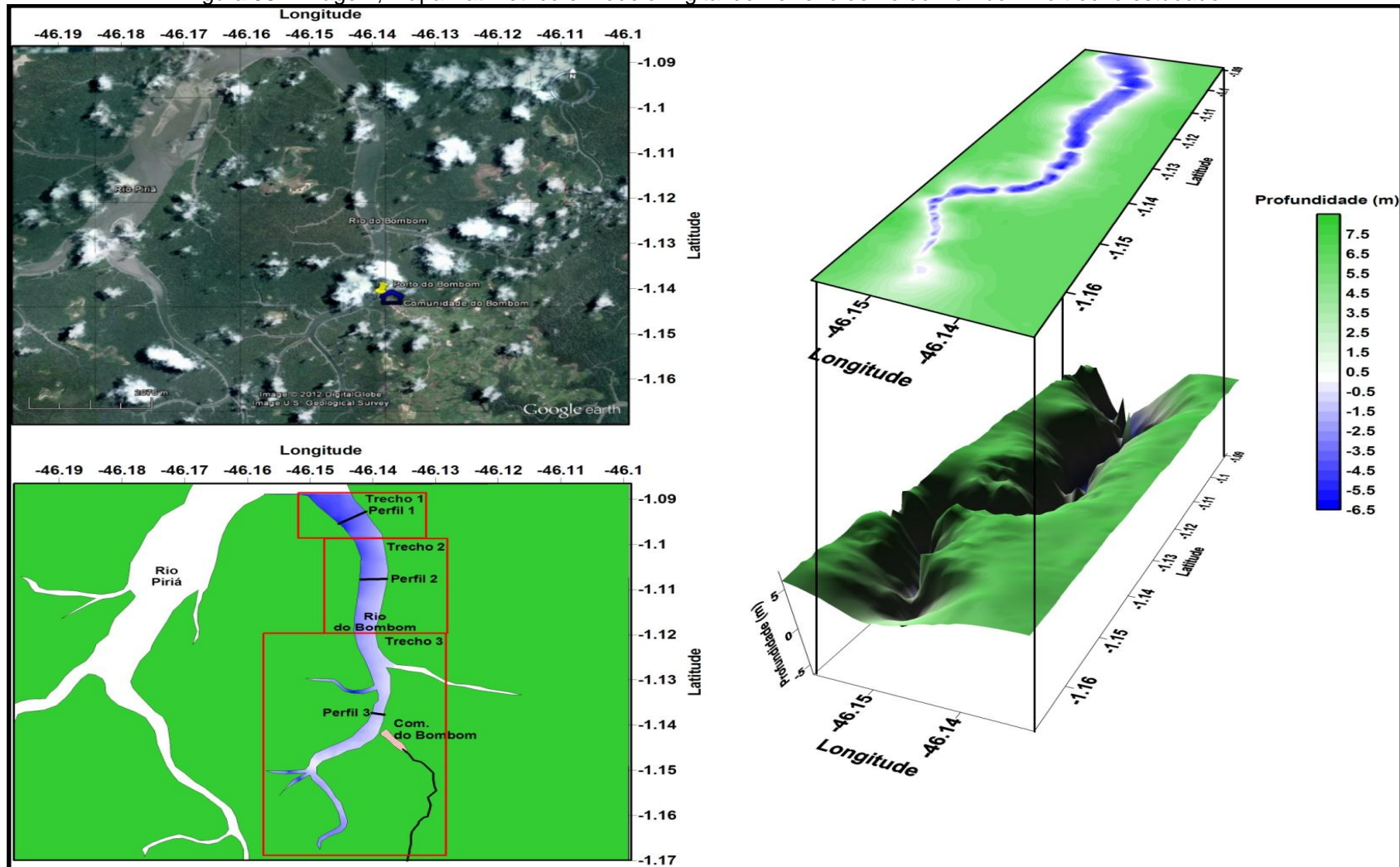
O valor calculado para a vazão batimétrica do perfil 1 do estuário do rio do Bombom foi de $1.790,87\text{m}^3.\text{s}^{-1}$ (1.790.870 litros/segundo) com perfil batimétrico com nível maregráfico de maré vazante e talvegue de 4,32m e com área de $2.842,64\text{m}^2$. Para o perfil batimétrico 2 a vazão calculada no rio do Bombom foi de $1.631,36\text{m}^3.\text{s}^{-1}$ (1.631.360 litros/segundo) para perfil batimétrico com nível maregráfico de maré vazante e talvegue de 3,815m e $2.589,45\text{m}^2$ de área.

O perfil batimétrico 3 teve como calculo de sua vazão no estuário do rio do Bombom o valor de $866,86\text{m}^3.\text{s}^{-1}$ (866.860 litros/segundo) apresentando assim um perfil batimétrico com nível maregráfico de maré vazante e talvegue de aproximadamente 6,72m em uma área de $1.375,97\text{m}^2$.

6.1.1.1 Batimetria

Para a medição de dados batimétricos no estuário do rio do Bombom, foram obtidas 54 linhas transversais perfazendo um total de 643 pontos de profundidade, adquiridos ao longo de um trecho linear de 8,55 quilômetros do canal. O espaço dado entre as linhas foi de 300 metros nos trechos mais largos, 200 metros nos trechos com largura média e 100 metros nos trechos mais estreitos. A carta batimétrica do rio do Bombom foi dividida em três seções distintas (Figura 38).

Figura 38 - Imagem, Mapa Batimétrico e Modelo Digital de Terreno do rio do Bombom no trecho estudado.

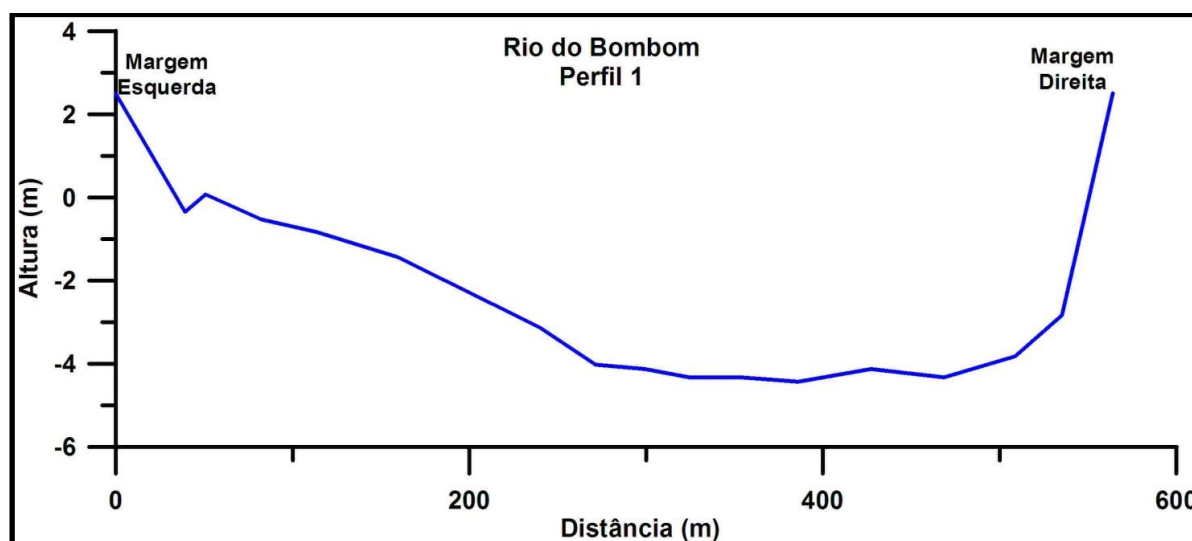


Fonte: Autora

O primeiro trecho representa a parte inferior do estuário do rio do Bombom com formato meandrante, no qual o comprimento do corpo d'água é de aproximadamente 1,61km de extensão com cerca de 530m de largura média desaguando no rio Piriá. Apresentou uma profundidade variando entre 5,44m (máxima) e 2,59m (média). Possui cerca de 17,33% de profundidades menores que 1m aumentando lentamente em direção a montante. As presenças destes trechos de baixas profundidades caracterizam-se por apresentar uma série de bancos de areias longitudinais e transversais em formato de deltas de maré enchente, apresentando-se emersos durante o período de maré baixa.

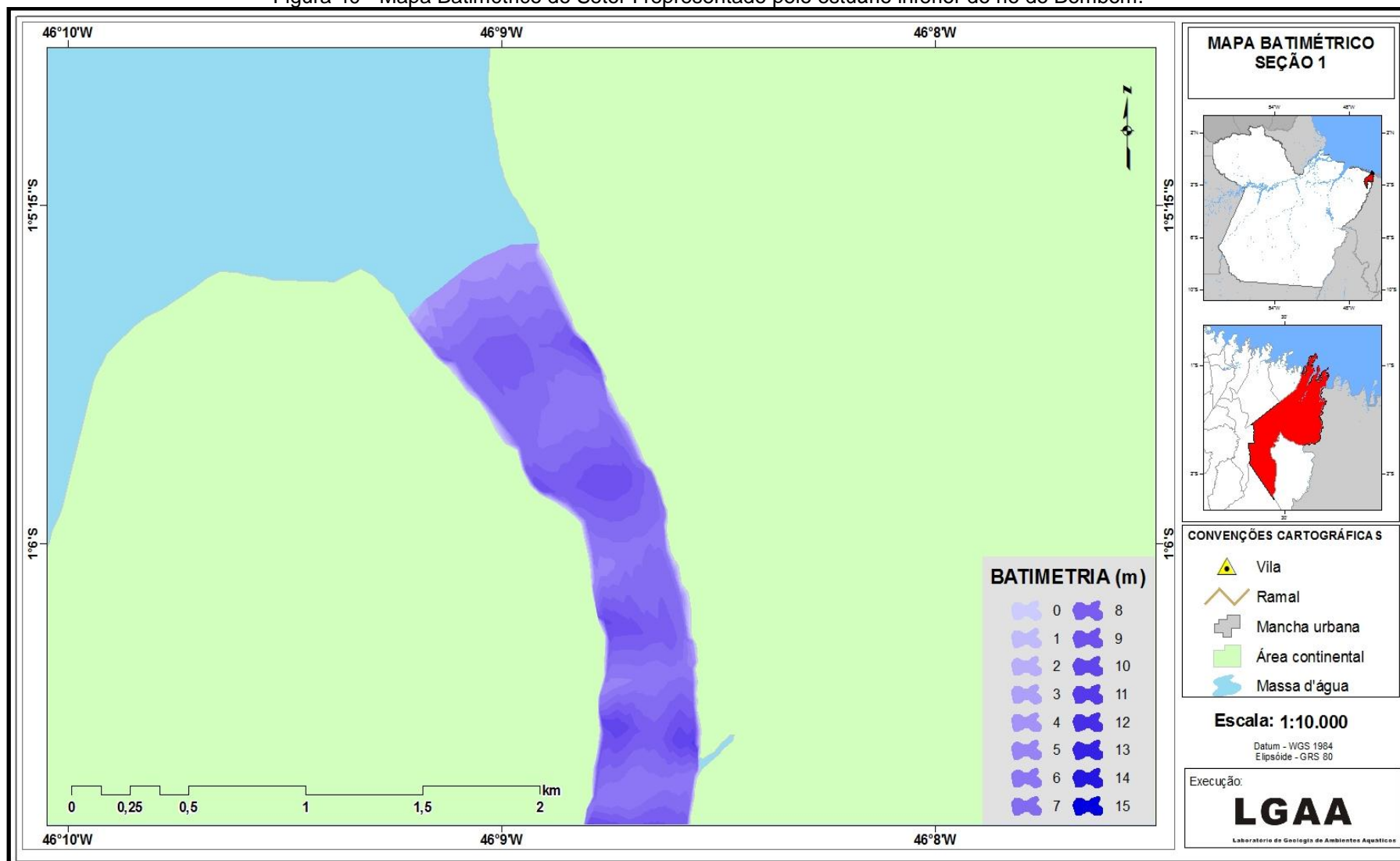
Cerca de 45,33% caracterizam-se por apresentar profundidades entre 1 à 3m, 34,66% com cerca de 3 à 5m de profundidade e 2,66% apresentando profundidades próximas as margens do rio variando entre 5 à 7m. O trecho 1 apresenta um canal caracterizado com único talvegue de 4,32m de profundidade e 500m de largura (Figura 39 e 40).

Figura 39 - Perfil batimétrico levantado no rio do Bombom. Perfil 1 - Linha batimétrica 588-602.



Fonte: Autora

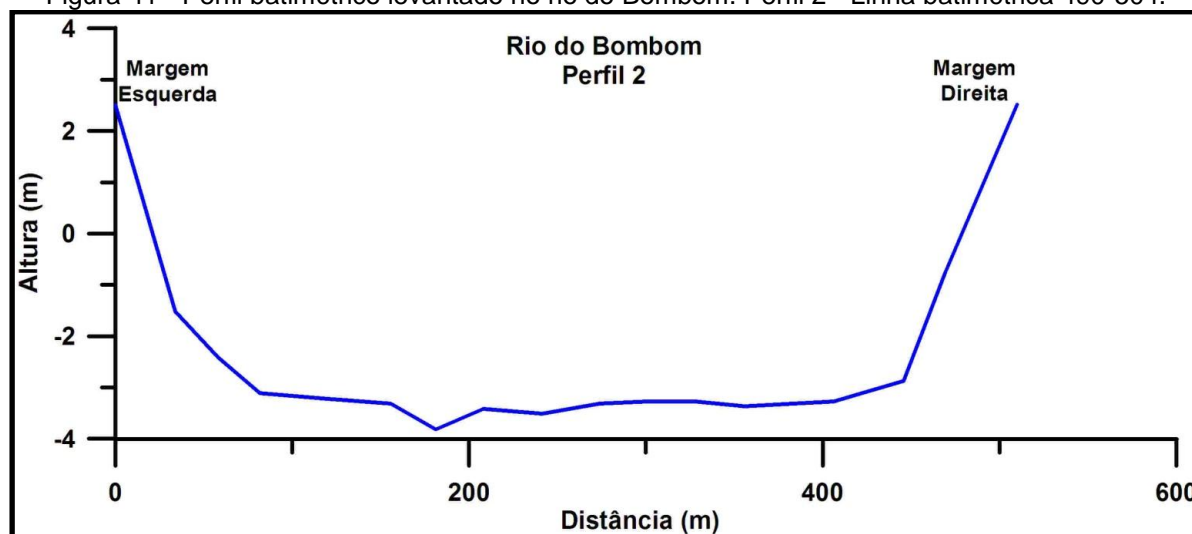
Figura 40 - Mapa Batimétrico do Setor I representado pelo estuário inferior do rio do Bombom.



O segundo trecho que representa a parte média do estuário do rio do Bombom está representado pelo perfil 2, apresentando um corpo d'água com cerca de 1,61km de extensão e 530m de largura média com formato de canal retilíneo. Apresenta uma profundidade que varia entre 5,05m (máxima) e 2,68m (média). Possui cerca de 23,42% de sua profundidade abaixo de 1m aumentando gradativamente em direção a sua montante, esses trechos com baixas profundidades se dão devido a presença de bancos de areia de posições laterais e longitudinais, ficando emersos durante a maré de vazante.

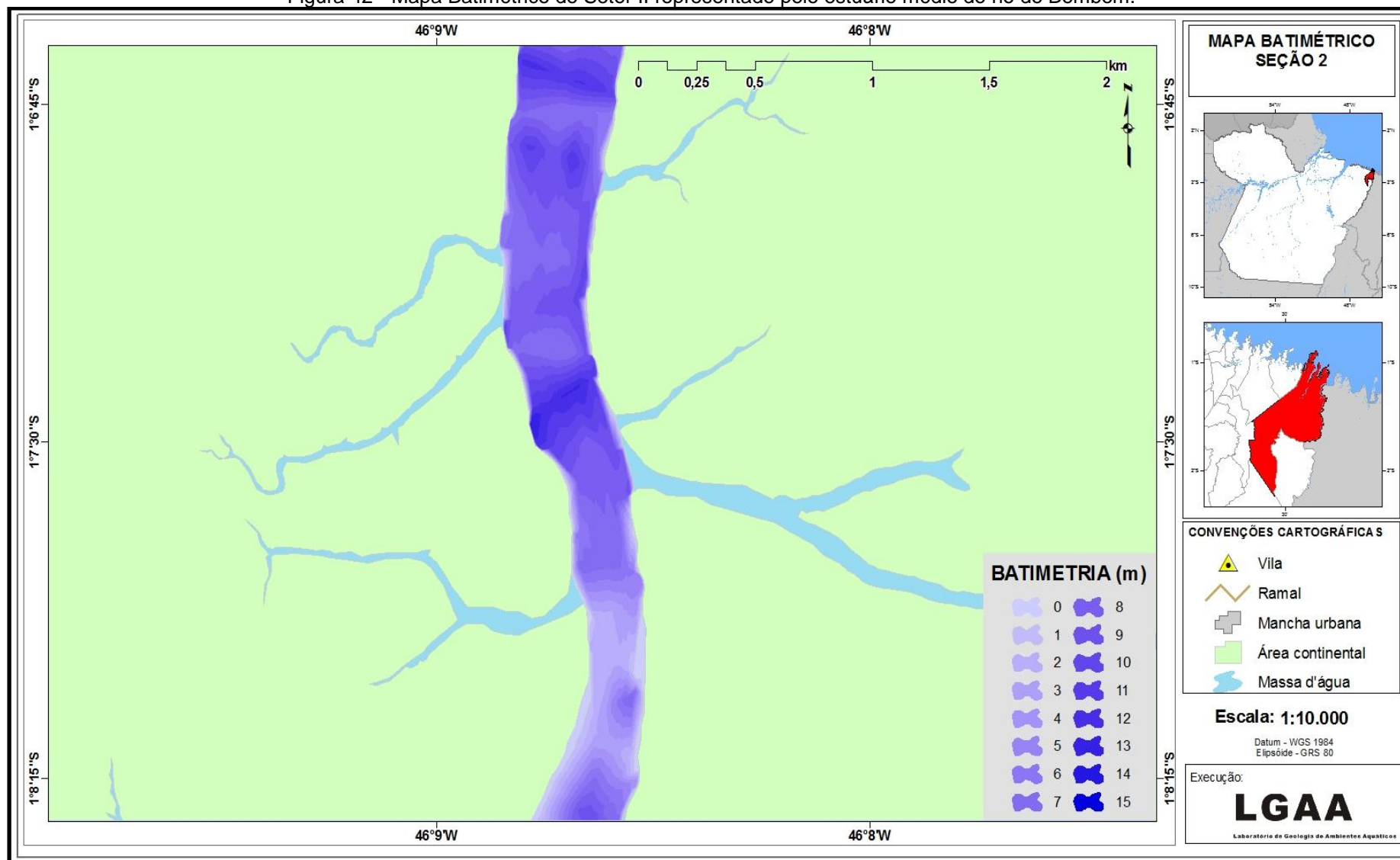
Apresentando cerca de 14,28% de profundidade variando entre 1 à 3m sendo que 61,14% de suas profundidades se encontram entre 3m à 5m localizados em uma das margens do rio. Esse perfil apresenta um canal de talvegue único com 3,815m de profundidade e 350m de largura (Figuras 41 e 42).

Figura 41 - Perfil batimétrico levantado no rio do Bombom. Perfil 2 - Linha batimétrica 490-504.



Fonte: Autora

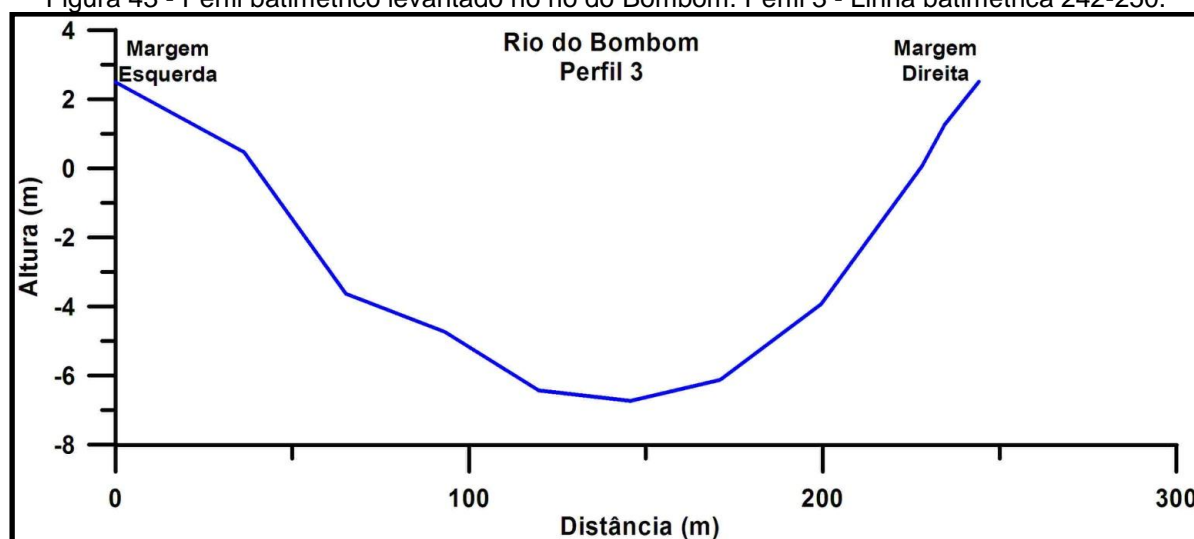
Figura 42 - Mapa Batimétrico do Setor II representado pelo estuário médio do rio do Bombom.



O trecho 3 representa o perfil superior no estuário do rio do Bombom, apresentando um corpo d' água com extensão de 1,61km com uma largura média de aproximadamente 530m em forma de foz meandrante. Sua profundidade máxima gira em torno de 7,02m e a profundidade média em torno de 3,25m. Cerca de 20% de sua profundidade está abaixo de 1m havendo um aumento gradual em direção a montante, esses trechos rasos estão localizados em uma série de bancos de areia de posições tanto laterais quando longitudinais ficando emersos na presença da maré baixa.

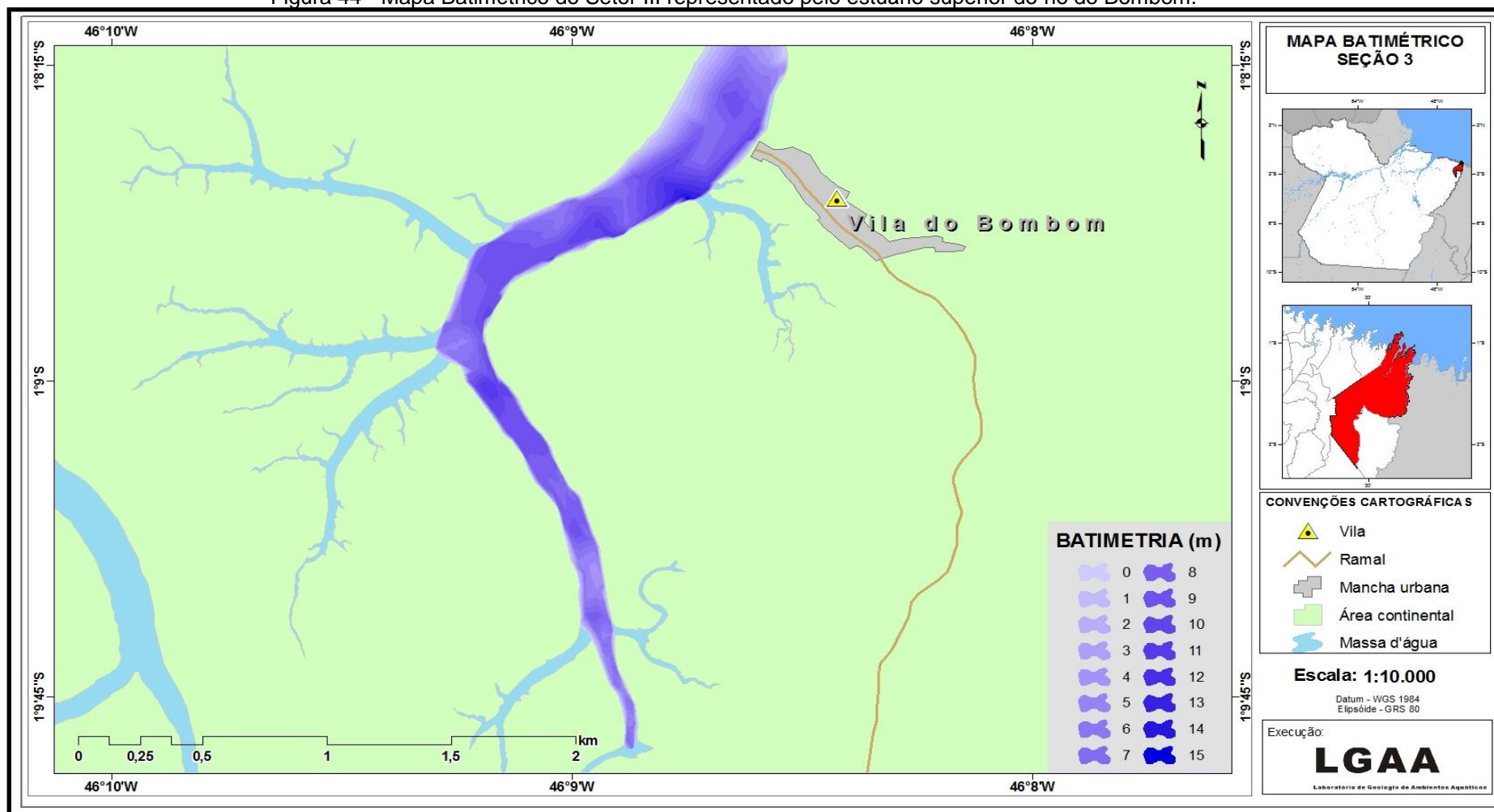
Suas profundidades apresentam cerca de 22,39% variando entre 1 à 3m, sendo que 35,9% variam entre 3 à 5m de profundidade e 20,4% de sua profundidade está entre 5 à 7m, ocorrendo geralmente próximas a uma das margens do rio. O perfil apresentou um canal com talvegue único com profundidade de 6,72m e 150m de largura (Figuras 43 e 44).

Figura 43 - Perfil batimétrico levantado no rio do Bombom. Perfil 3 - Linha batimétrica 242-250.



Fonte: Autora

Figura 44 - Mapa Batimétrico do Setor III representado pelo estuário superior do rio do Bombom.



6.1.1.2 Sedimentos Superficiais

A determinação das características físicas dos sedimentos é de fundamental importância para o entendimento da dinâmica responsável pela disposição de depósitos sedimentares. A análise das dimensões das partículas é importante devido permite a dedução de indicações preciosas, tais como a proveniência, transporte e o meio deposicional (MARTINS, 2007).

O estudo da natureza e distribuição dos sedimentos de fundo em corpos hídricos tem importante papel em diversas áreas, pois dará suporte para o planejamento de canais de acesso aos terminais portuários, marinas, dragagens e áreas de despejo e também para entender o substrato e a biota existente nesta região. A análise do tamanho das partículas dos sedimentos pode indicar o comportamento do seu agente deposicional relacionado aos respectivos níveis de energia, sendo essencial para o entendimento do ambiente, e fornecerá importantes informações acerca da micro e macrofauna bentônica (BOULHOSA, 2007).

Foram coletadas 6 amostras no estuário do rio do Bombom, sendo realizada a caracterização textural dos sedimentos (Tabela 5) e seus parâmetros estatísticos relacionados (média, selecionamento, assimetria e curtose) de todas as amostras coletadas.

A partir de análise sedimentológica das amostras do rio do Bombom, à partir de parâmetros de Folk e Ward (1957), foi observado apenas um tipo de textura classificada como silte médio.

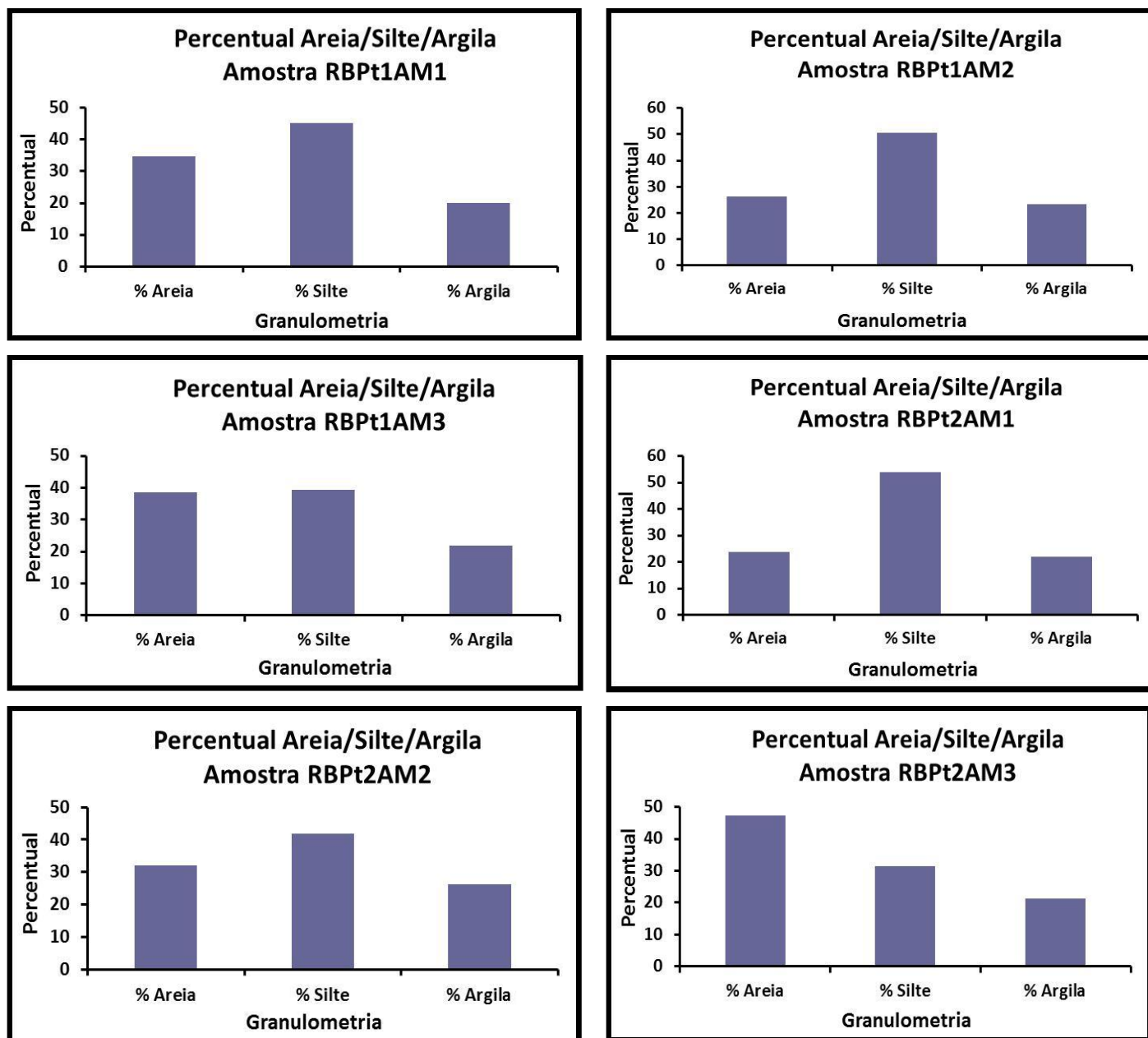
Tabelas 05 – Percentuais das frações granulométricas das amostras coletadas no rio do Bombom, de acordo com Folk e Ward (1957).

Amostra	% Areia	% Silte	% Argila	Classificação
RBPt1AM1	34,75	45,27	19,98	Silte médio
RBPt1AM2	26,19	50,43	23,38	Silte médio
RBPt1AM3	38,67	39,37	21,95	Silte médio
RBPt2AM1	23,85	54,13	22,02	Silte médio
RBPt2AM2	31,99	41,76	26,26	Silte médio
RBPt2AM3	47,2	31,57	21,22	Silte médio

Fonte: Autora

O silte foi a fração granulométrica predominante na maioria das análises realizadas nos pontos de coleta do estuário do rio do Bombom. A amostra 1 do ponto 2 foi a que apresentou maior quantidade de silte (54,13%), a amostra 2 do ponto 2 observou-se a maior quantidade de argila (26,26%) e na amostra 3 do ponto 2 observou-se maior massa de areia fina (47,2%) (Figura 45).

Figura 45 – Percentual das frações granulométricas no estuário do rio do Bombom.



Fonte: Autora

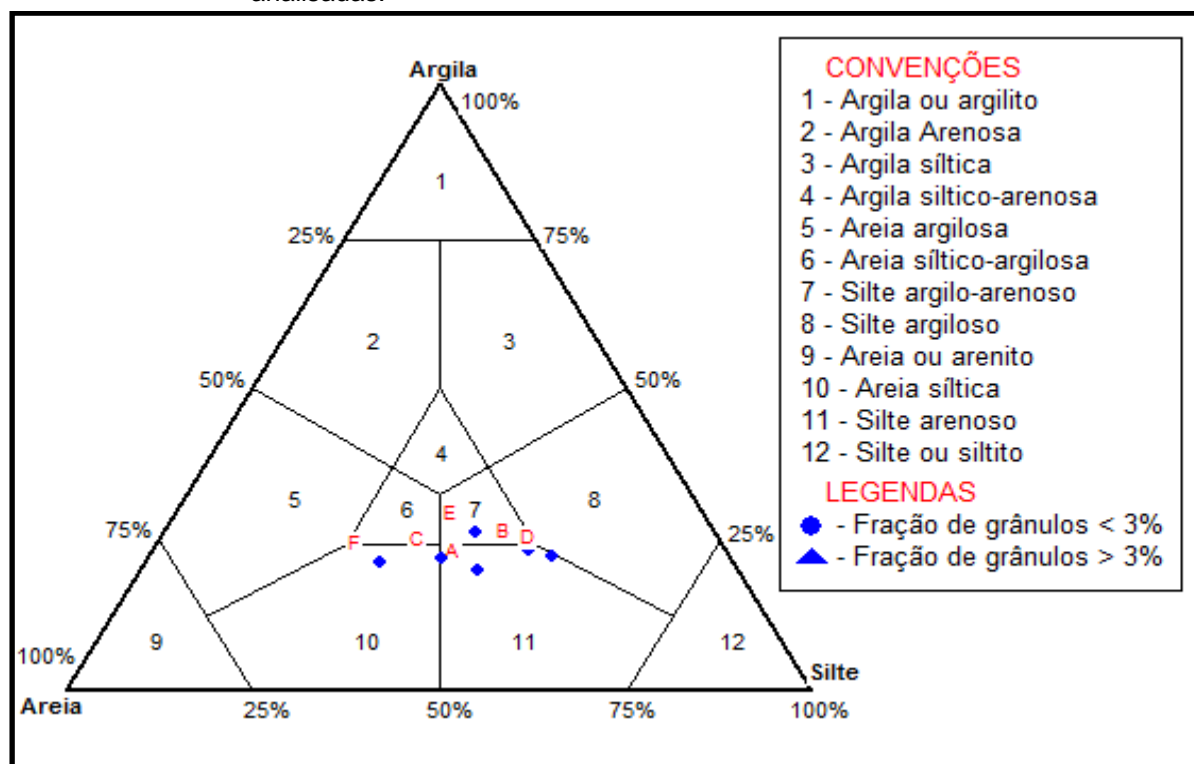
Na classificação das amostras segundo a distribuição no diagrama triangular de Shepard (1954), os sedimentos foram classificados como silte arenoso, silte argilo-arenoso e areia siltica (Tabela 06; Figura 46).

Tabelas 06 - Percentuais das frações granulométricas das amostras coletadas no rio do Bombom de acordo com o diagrama triangular de Shepard (1954).

Amostra	Identificador	% Areia	% Silte	% Argila	Classificação
RBPt1AM1	A	34,75	45,27	19,98	Silte arenoso
RBPt1AM2	B	26,19	50,43	23,38	Silte arenoso
RBPt1AM3	C	38,67	39,37	21,95	Silte arenoso
RBPt2AM1	D	23,85	54,13	22,02	Silte arenoso
RBPt2AM2	E	31,99	41,76	26,26	Silte argilo-arenoso
RBPt2AM3	F	47,2	31,57	21,22	Areia siltica

Fonte: Autora

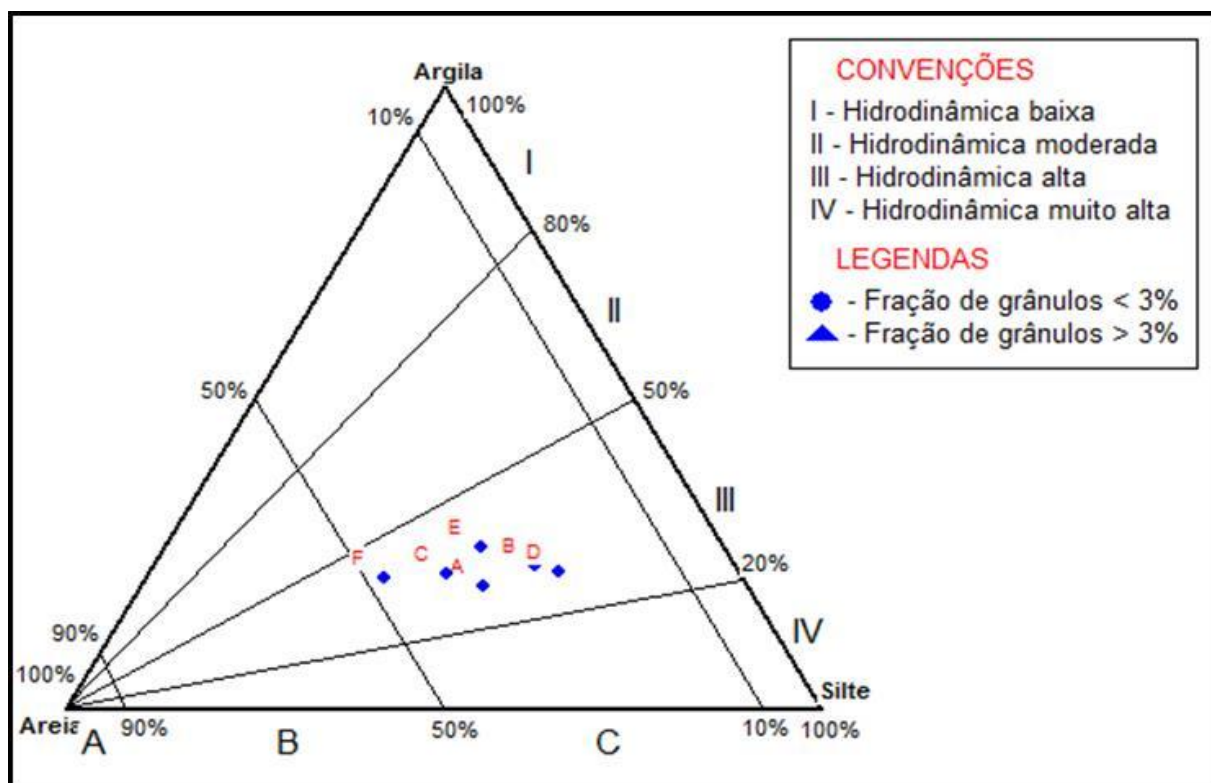
Figura 46 - Diagrama de Shepard (1954), quanto à classificação sedimentar das amostras analisadas.



Fonte: Autora

Através da análise de diagramas Pejrup (1988), pode-se saber o grau de energia no meio baseando-se na distribuição granulométrica de fundo. Todos os pontos de coleta analisados podem ser classificados como ambientes de hidrodinâmica alta devido ao alto teor de silte arenoso presentes no sedimento (Figura 47).

Figura 47 - Diagrama de Pejrup para os sedimentos analisados.

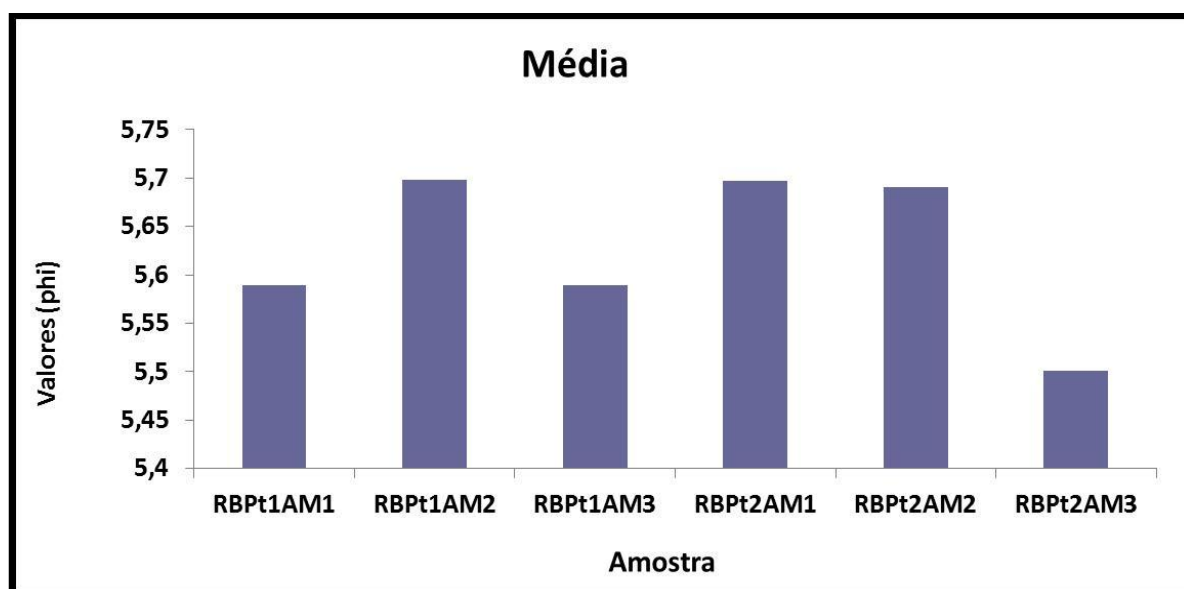


Fonte: Autora

A média não se baseia em um único tamanho de grão ou classe de tamanho sendo considerada a medida de tendência central mais importante por ser determinada pela fonte de sedimento, pelo agente transportado e pelo ambiente deposicional.

Nos seis pontos de coletas de amostras analisados a média teve como fração granulométrica predominante a de silte médio, com valores que giraram em torno de $5,50\phi$ (mínima) na amostra 3 do ponto 2 e $5,69\phi$ (máxima) (Figura 48) nas amostras 2, 1 e 2 referentes aos pontos 1 e 2, que demonstra nessa área provavelmente à presença de um canal de maré, sendo que a distribuição está de acordo com o esperado para uma área estuarina em região com influências de maré confirmando o comportamento hidrodinâmico no qual os sedimentos finos localizam-se em áreas de maior profundidade e baixa energia.

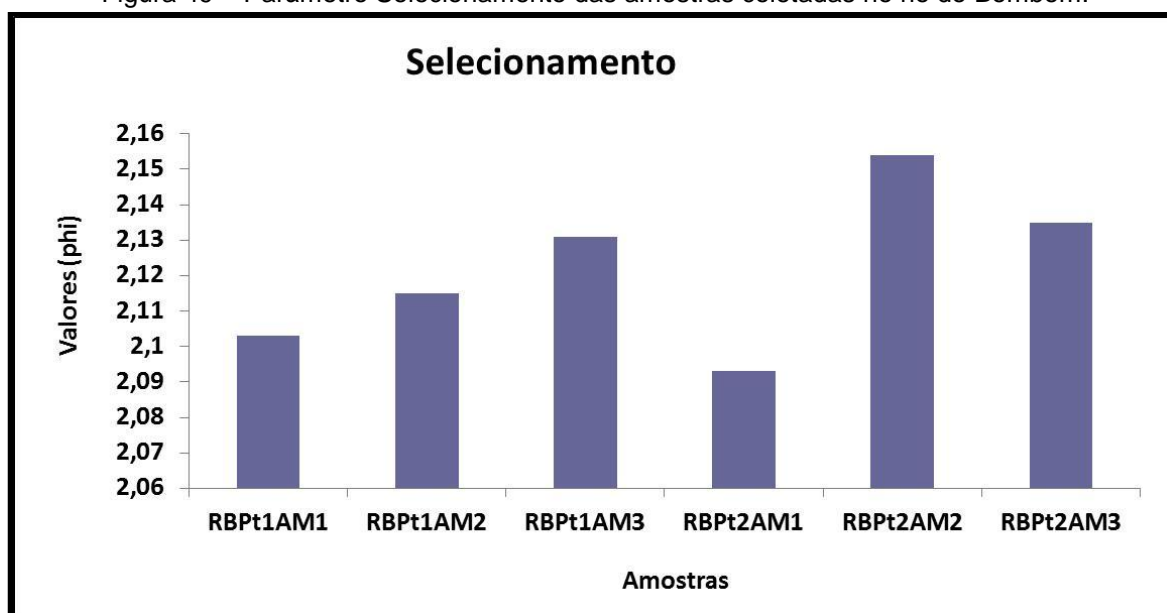
Figura 48 – Parâmetro Média das amostras coletadas no rio do Bombom.



Fonte: Autora

O selecionamento ou desvio padrão que é utilizado para determinar o grau de dispersão da frequência granulométrica comparado com a média mostrando assim a capacidade dos agentes geológicos em selecionar os sedimentos demonstrou que as amostras analisadas do estuário do rio do bombom possuem um grau de seleção muito pobremente selecionado variando em intervalos (phi) de 2,13 na amostra 3 do ponto 2 à 2,15 na amostra 2 do ponto 2 (Figura 49),o que provavelmente demonstra que nos locais onde foram realizadas as coletas ocorrem mais de um processo deposicional que varia de acordo com os períodos de cheias, amplitude de marés e correntes.

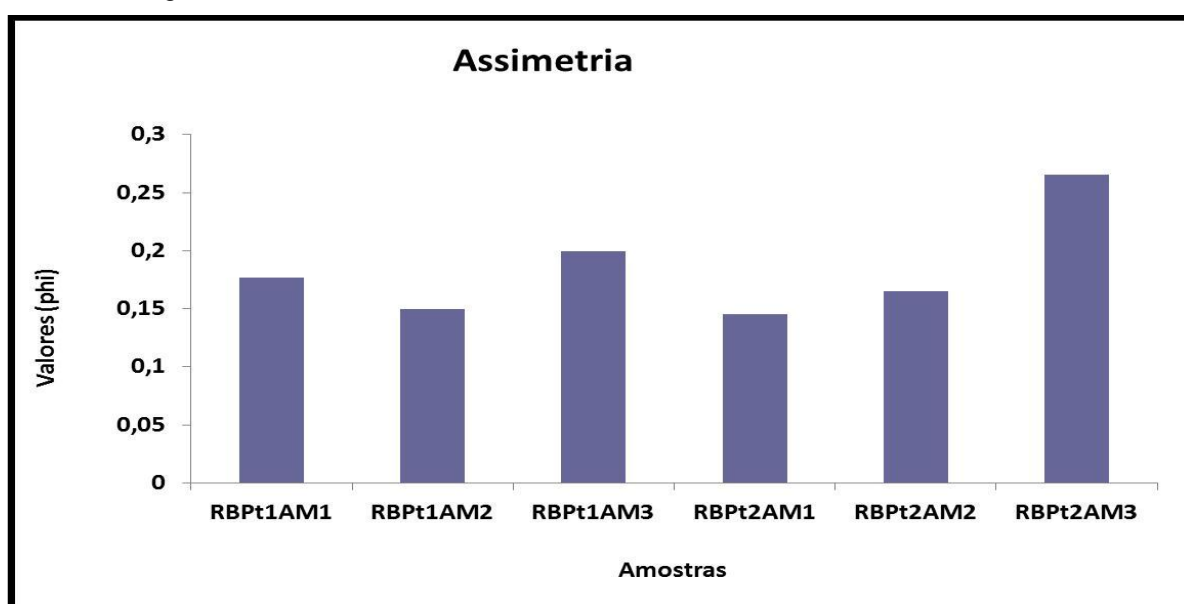
Figura 49 – Parâmetro Selecionamento das amostras coletadas no rio do Bombom.



Fonte: Autora

Por se tratar de uma curva no qual o deslocamento se dá para um dos lados em relação a média a assimetria apresentou-se positivamente o que demonstra que o deslocamento da média está para a direita e a curva apresentou uma cauda maior para o extremo dos finos, sendo que os sedimentos apresentaram um intervalo em phi entre 0,19 na amostra 3 do ponto 1 à 0,29 na amostra 3 do ponto 3 (Figura 50).

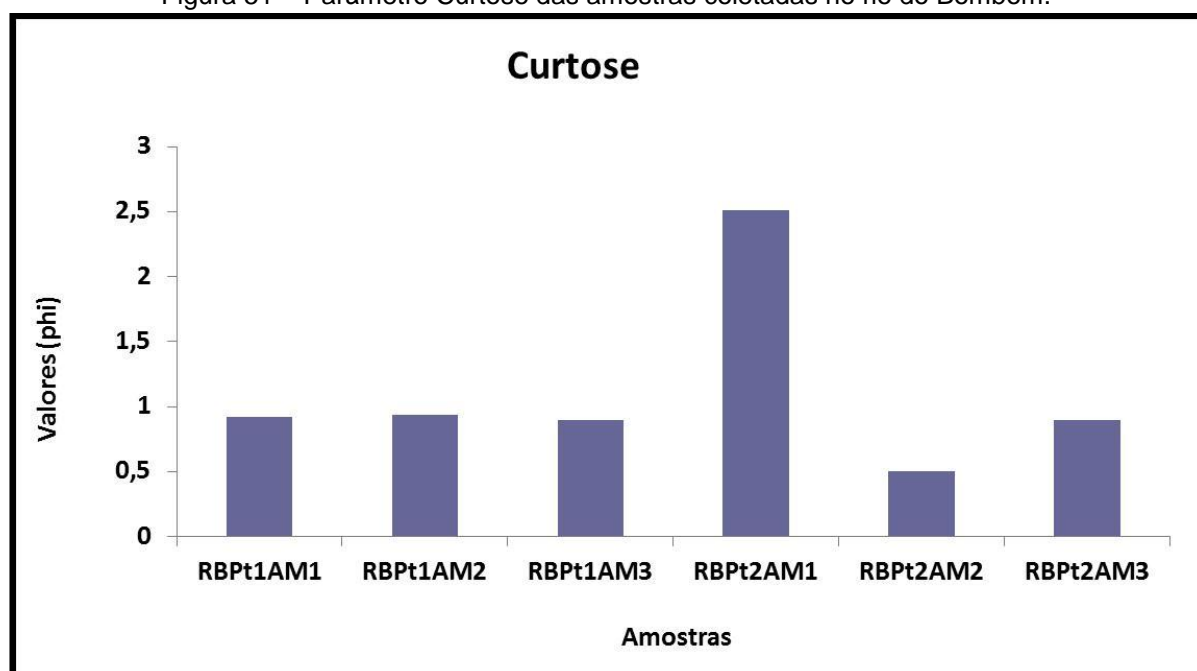
Figura 50 – Parâmetro Assimetria das amostras coletadas no rio do Bombom.



Fonte: Autora

A curtose é considerada parâmetro valioso e sensível ao teste de normalidade da distribuição, visto que, curvas classificadas como normal pela assimetria mostram-se não normal quando a curtose é analisada. Usada para medir a proporção de seleção nos extremos de distribuição comparada com a porção da seleção central, a curtose classificou-se como Mesocúrtica nas amostras 1 e 2 do ponto 1, Platicúrtica nas amostras 3 dos pontos 1 e 2, Muito Leptocúrtica na amostra 1 do ponto 2 e Muito Platicúrtica na amostra 2 do ponto 2 (Figura 51).

Figura 51 – Parâmetro Curtose das amostras coletadas no rio do Bombom.



Fonte: Autora

6.2 PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS

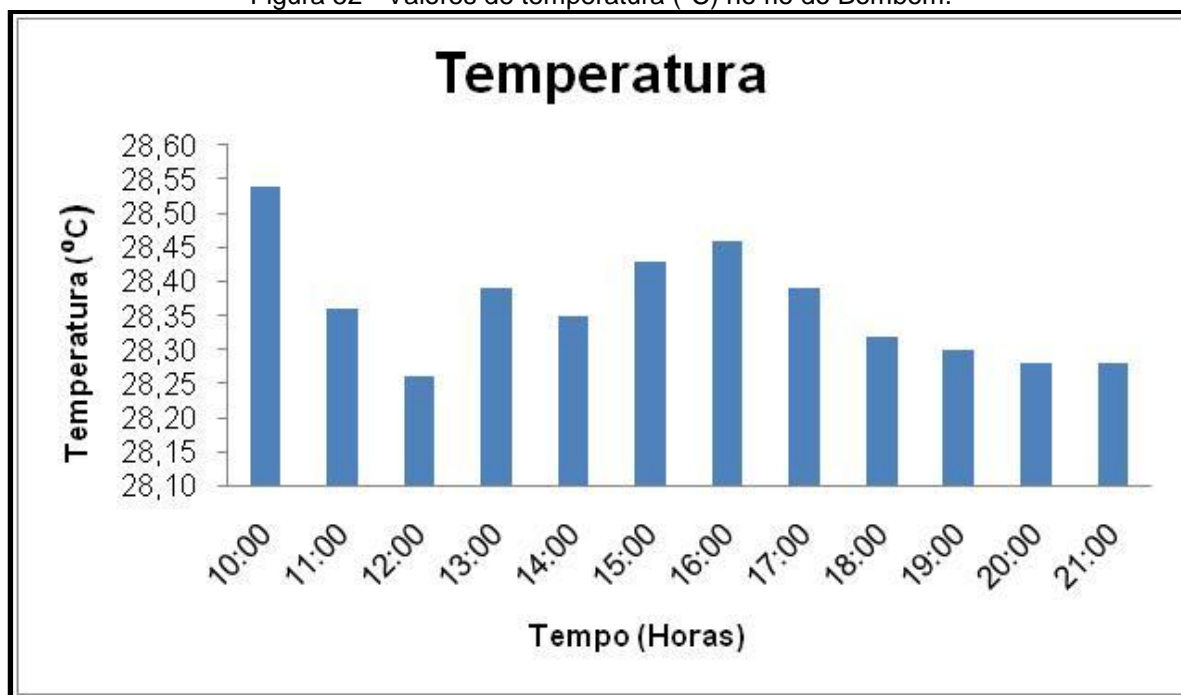
6.2.1 Temperatura

Por funcionar como catalisador das reações químicas, biológicas e de determinar a solubilidade dos gases na coluna d'água, além de ser responsável pela transparência dos mesmos na interface sedimento-água a temperatura é considerado um parâmetro importante.

Funcionando como indicador na distribuição de várias espécies aquáticas a temperatura é um importante traçador de processos oceanográficos que são influenciados por processos térmicos (TEXEIRA et al., 2004).

Os valores encontrados no estuário do rio do Bombom apresentou comportamento semelhante ao esperado no nordeste do estado do Pará, no que diz respeito ao período chuvoso apresentando uma média de 28,36°C (Figura 52). Esta distribuição na temperatura é considerado normal para regiões com latitudes baixas, o que nos mostra certa normalização na temperatura.

Figura 52 - Valores de temperatura (°C) no rio do Bombom.



Fonte: Autora

No período de coleta não houve grandes variações na coluna d' água no ponto fixo de amostragem. A análise da temperatura começou por volta das 10:00 horas e terminou em torno das 21 horas, onde as pequenas variações ocorrentes na temperatura se deu pela presença mais intensa dos raios solares por volta das 10:00 a 16:00 horas, havendo uma queda na temperatura as 12:00 horas devido a grande presença de nuvens carregadas. Essa falta de estratificação térmica está ligada ao alto valor de descargas de água, às grandes turbulências causada pelo movimento eólico e às correntes de marés nos estuários (CORDEIRO, 1987).

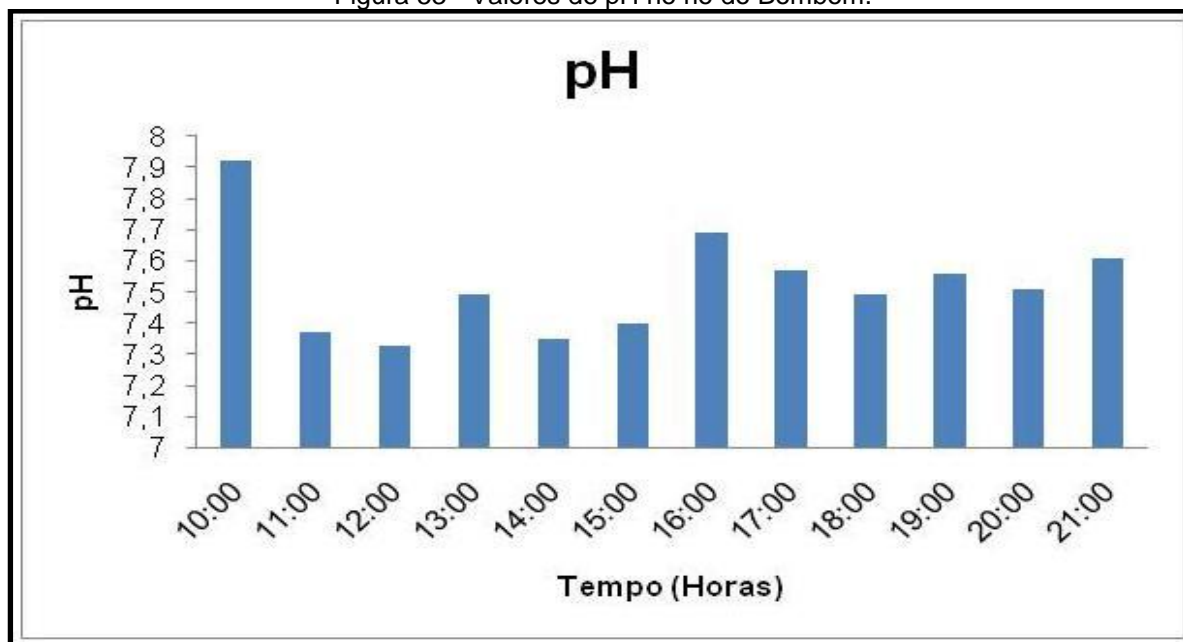
Estudos realizados no litoral do estado do Pará ajudaram nos resultados do presente trabalho, como os de: Cohen (1998), que observou temperaturas girando em torno de 27°C durante o período chuvoso no ano de 1997, no ecossistema de manguezal do município de Bragança (PA), e Pereira (2006) em sua pesquisa realizada no estuário do rio Curuçá observou uma variação de temperatura em torno de 26 a 30 °C na região.

6.2.2 Potencial Hidrogeniônico (pH)

Utilizado de forma universal para se expressar o grau de acidez ou basicidade de uma solução a escala do pH varia de 0 á 14, através dos quais é possível saber os diferentes graus de acidez e alcalinidade. Valores que giram em torno de 7 e próximos de 0 indicam uma elevação no grau de acidez, já os valores de 7 a 14 mostram o aumento na basicidade.

No estuário do rio do Bombom o potencial hidrogeniônico não apresentou variações significativas na superfície da coluna d' água, sendo o valor máximo observado de 7,9 e o mínimo de 7,3, apresentando uma média de 7,5, caracterizando-se como pH neutro (Figura 53), fazendo parte dessa forma dosrios de águas brancas. Esses valores próximos a 8,0 refletem a influência marinha no estuário.

Figura 53 - Valores de pH no rio do Bombom.



Fonte: Autora

De acordo com Pereira (2006), as variações de pH na coluna d' água exerce influencia em algumas bactérias que são sensíveis a variações que ultrapassam os limites de 6,0 a 9,0, devido a redução no processo fotossintético que pode ser diminuído devido ao alto nível de pH, influenciando assim a vida no corpo d' água. As diferenças nas águas amazônicas não estão restritas as suas cores.

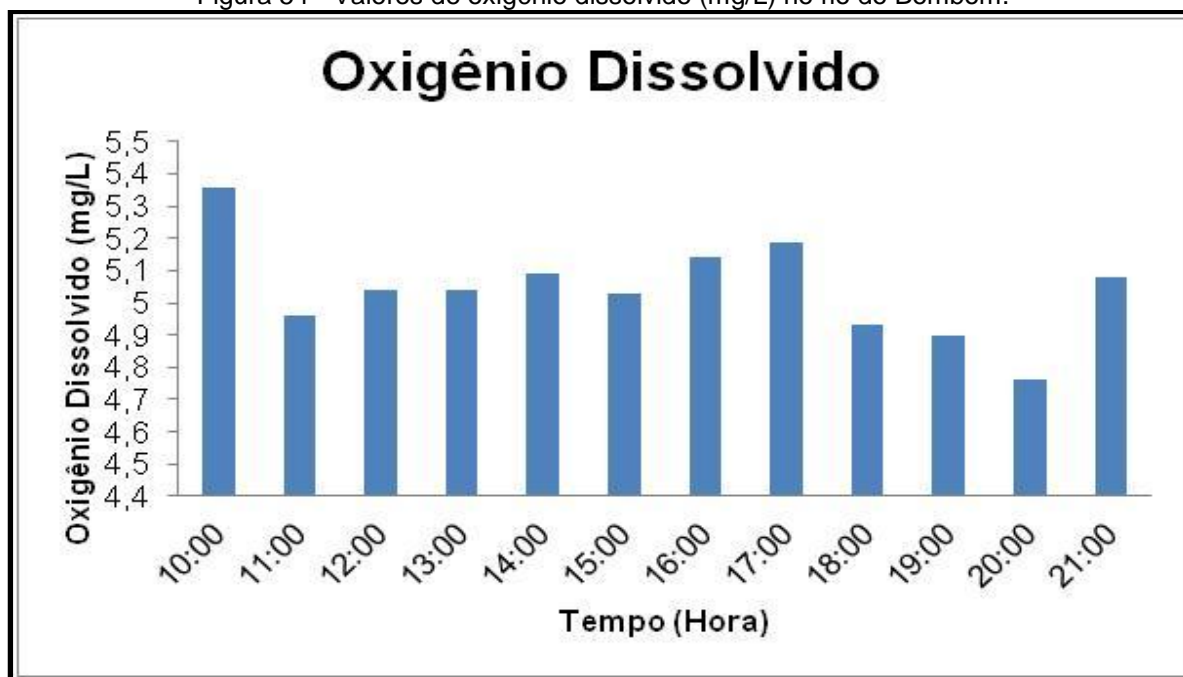
Os rios de águas Claras possuem um pH que varia de 4,5 a 7 e uma condutividade elétrica de 6 μS , sendo considerado um rio heterogêneo. Nos rios de águas Pretas foram constatadas diferenças na variação do pH que giram em torno de 3,7 a 5,8 tendo uma baixa condutividade elétrica devido as baixas concentrações de íons. Os rios de águas Brancas possuem o pH neutro variando em torno de 6,5 a 7, sendo ricos em partículas minerais em suspensão e sais minerais. As águas Amazônicas são classificadas como ácidas por causa das substancias orgânicas naturais em processo de decomposição, presença de argilominerais no material particulado em suspensão, além dos ácidos orgânicos encontrados no solo das cabeceiras, segundo Sioli (1957).

6.2.3 Oxigênio Dissolvido

O oxigênio dissolvido de maneira geral provém da dissolução do oxigênio atmosférico e também de alguns microorganismos vivos na água como as bactérias e algas. Sendo uma importante fonte de oxigênio na água a fotossíntese de algas ocorre intensamente em ambientes no qual a decomposição de compostos orgânicos desencadeou na liberação de sais minerais no meio aquoso.

O estuário do rio do Bombom durante o período de coleta não apresentou significativas variações na concentração de Oxigênio Dissolvido apresentando valores que giraram em torno de 5,4 mg/L (máxima) e 4,7 mg/L (mínima) com média de 5,0 mg/L (Figura 54).

Figura 54 - Valores de oxigênio dissolvido (mg/L) no rio do Bombom.



Fonte: Autora

Os valores observados de Oxigênio Dissolvido na superfície da coluna d' água estão diretamente ligados com o horário da coleta no decorrer da variação de maré, onde se observou uma baixa concentração durante o período coletado. Tal resultado está de acordo com a Resolução CONAMA n.357/2005, na qual diz que em qualquer amostra de água salobra o oxigênio dissolvido não pode apresentar valor menor que 5mg/L.

Essa baixa concentração pode estar relacionada à matéria orgânica suspensa no rio e a quantidade de nutrientes presentes, visto que quanto maior a

quantidade de nutrientes menor será a concentração de oxigênio dissolvido. O resultado apresentado neste trabalho apresenta similaridades ao desenvolvido por Cohen (1998) nas águas do ecossistema de manguezal de Bragança, onde foram observadas concentrações de Oxigênio Dissolvido baixas durante o período chuvoso.

6.2.4 Condutividade Elétrica

A condutividade Elétrica é um fator hidroquímico que de certa forma pode auxiliar nas avaliações de possíveis impactos ambientais que ocorram no meio influenciados por ações antrópicas como despejo de efluente (BAUMGARTEN et. al., 2001). A condutividade elétrica apresentou valores que variaram de 50200 μ S/cm (mínimo) a aproximadamente 50900 μ S/cm (máximo) relacionado à variação da maré, sendo que o maior valor foi observado durante o período de maré cheia (Figura 55).

Esta alta concentração da condutividade elétrica observada na superfície da coluna d' água durante a maré cheia pode estar relacionada à quantidade de íons dissolvidos presentes na água costeira, que no período chuvoso costuma invadir o ambiente estuarino.

Figura 55 - Valores de condutividade elétrica (μ S/cm) no rio do Bombom.



Fonte: Autora

Os dados obtidos durante a realização do período de coleta esta de acordo com o período de estofa de preamar. Este comportamento da condutividade elétrica foi observado por Santos (1986) no sistema Tocantins-Araguaia, onde a condutividade apresentou valores entre 18 e 60 μ s/cm, estando os valores diretamente relacionados à subida da água no período chuvoso.

6.2.5 Sólidos Totais Dissolvidos

Nos estuários os sólidos totais dissolvidos são provenientes das mais variadas fontes, como: poeira trazida pelo ar, precipitação de óxidos e hidróxidos provenientes do intemperismo das rochas além de processos internos que ocorrem nos estuários como a aglomeração de material orgânico e inorgânico que envolve a suspensão dos argilos minerais transportados pelo rio, espécie coloidal de ferro e material orgânico dissolvido (CHESTER, 1990).

A variação dos sólidos totais dissolvidos no estuário do rio do Bombom, assim como em outros estuários é diretamente regida pelo ciclo hidrológico. Os valores de STD neste estudo variaram entre 25100ppm (mínima) e 25400ppm (máxima) apresentando uma média de 25250ppm (Figura 56).

Figura 56 - Valores de sólidos totais dissolvidos (ppm) no rio do Bombom.



Fonte: Autora

Seus elevados valores encontrados podem estar relacionados ao período chuvoso, visto que a alta precipitação pluviométrica que é uma das responsáveis pelo aumento de volume de água e o escoamento superficial, que acabam levando para o interior do estuário grandes quantidades de partículas, material orgânico e detritos da vegetação do mangue por exemplo.

6.2.6 Salinidade

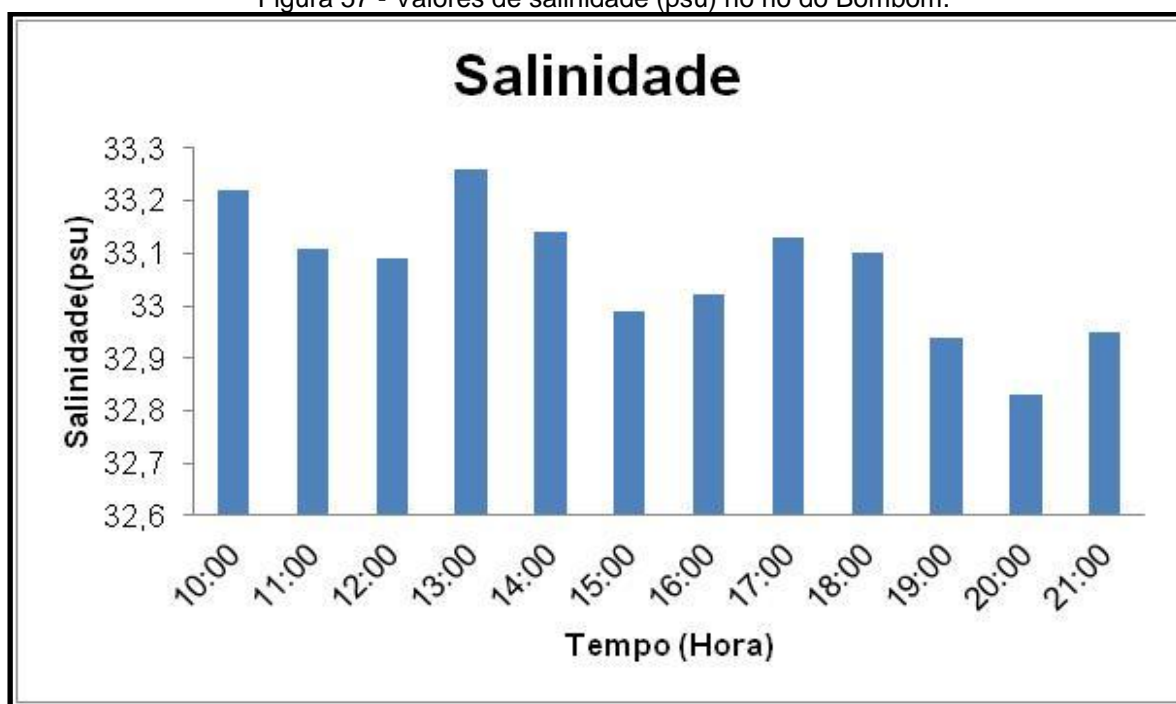
A salinidade assim como a temperatura, apresenta uma imensa importância nos processos bióticos e abióticos nos corpos d'água mostrando a posição geográfica das espécies aquáticas além de influenciar na densidade das massas d'água levando o transporte de matéria e energia.

Durante o período de coleta no estuário do rio do Bombom foram observados valores de salinidade que variaram entre 32,8 (mínima) a 33,2 (máxima), apresentando uma variação média de 33 psu na variação da maré (Figura 57).

Essa baixa concentração observada na superfície do corpo d' água nos dados obtidos podem ter haver com o fato de a coleta ter sido realizada durante o período chuvoso, onde a alta concentração pluviométrica faz com que ocorra a diluição dos sais presentes no corpo d' água, além disso, é normal que no período de vazante a salinidade diminua devido à baixa influência das águas marinhas.

A variação da salinidade no estuário do rio do Bombom assim como a condutividade elétrica apresentou oscilações durante o ciclo hidrológico, obtendo os maiores valores durante o período de maré de enchente.

Figura 57 - Valores de salinidade (psu) no rio do Bombom.



Fonte: Autora

É interessante lembrar que a salinidade esta fortemente ligada aos parâmetros eólicos, temperatura e pelo alto valor na vazão durante as chuvas, que ocasionam na diminuição salina. Segundo Berredo e Costa (2002) essa variação da salinidade faz com que as diferenças sazonais sejam ressaltadas no equilíbrio da salinidade das águas costeiras.

7 CONCLUSÃO

Os estudos realizados no estuário do rio do Bombom (Viseu – PA) levaram às seguintes conclusões:

A maré no estuário do rio do Bombom é do tipo semidiurna, apresentando 2 baixamares e 2 preamares durante os dias lunares, com variações de amplitude nos períodos de sizígia e quadratura;

No presente estudo verificou-se ainda que a variação de amplitude da maré no estuário do rio do Bombom, apresentou variações máximas de 5,01m e 0,35m, respectivamente no nível médio de marés alta e baixa, com amplitude máxima de 5,36m. Esse alto valor na amplitude de maré está relacionado com a força de atração existente entre os astros durante o período de sizígia;

A velocidade das correntes verificada no rio do Bombom durante o período chuvoso na superfície foi de 1,57m/s ocorrendo durante a situação de maré vazante. A menor velocidade observada apresentou valor de 0,04m/s que ocorreu no estofo de maré baixa. Esse comportamento das correntes esta relacionada ao tipo de maré atuante no rio do Bombom, além de fatores adicionais como as correntes de maré, e, secundariamente, as correntes litorâneas que atuam no litoral paraense;

O perfil batimétrico 3, considerado perfil padrão, apresentou uma forma de foz meandrante sendo que 20% de sua profundidade ocorre abaixo de 1m havendo um aumento gradual em direção a montante, onde esses trechos rasos estão distribuídos em bancos de areias laterais e longitudinais ficando emersos durante a maré baixa. O perfil batimétrico 3 obteve uma vazão no estuário do rio do Bombom com valor de $866,86\text{m}^3.\text{s}^{-1}$ (866.860 litros/segundo) apresentando assim um perfil batimétrico com nível maregráfico de maré vazante e talvegue de aproximadamente 6,72m em uma área de $1.375,97\text{m}^2$;

Os sedimentos superficiais do estuário do rio do Bombom apresentaram predominância na classificação siltica, de acordo com os diagramas de Shepard e Folk e Ward. Este tipo de distribuição sedimentar é característico de ambiente deposicional de hidrodinâmica alta, o que nos permitir observar que o ambiente é constituído predominantemente de sedimentos finos;

Os parâmetros estatísticos mostraram que as amostras foram classificadas como silte médio, sendo esse normalmente influenciado pelo transporte, nível de energia e ambiente deposicional. O desvio padrão nos deu suporte para inferir o transporte que os sedimentos sofreram e sua fonte apresentando sua classificação como muito pobremente selecionado. Os valores que a assimetria apresentou sugeriram a predominância de processos de deposição apresentando-se predominantemente positiva. A curtose apresentou-se como muito platicúrtica podendo apresentar aumento ou diminuição de energia do local, de maneira inversa, onde uma alta curtose (leptocúrtica) representa uma baixa energia e baixa curtose (platicúrtica) indica alta energia;

O tipo de maré e a variação de amplitude observados durante a coleta, podendo ser considerada um dos fatores responsáveis pela variação dos parâmetros físico-químicos no ponto coletado, visto que a Salinidade, Condutividade Elétrica e Sólidos Totais Dissolvidos, apresentou maiores valores durante as marés cheias e menores valores durante a maré baixa;

O pH apresentou pequenas variações no período coletado, porém os altos valores observados que demonstram a influência marinha no estuário, pode estar relacionado ao baixo índice pluviométrico apresentado no mês coletado;

As variações de Temperatura, Oxigênio Dissolvido no presente trabalho esta relacionado com o período de aquisição dos dados, pois a coleta foi realizada durante parte do dia e da noite, desse modo, o foto periodismo exerceu influência direta nos valores obtidos no estuário do rio do Bombom.

REFERÊNCIAS

AB'SABER, A.N. Domínios morfoclimáticos e províncias fitogeográficas do Brasil. **Revista Orientação**, n. 3, p. 45-48, 1967.

ALVES, M.A.M.S. **Morfodinâmica e sedimentologia da praia de Ajuruteua, Nordeste do Pará**. 2001. 104f. Dissertação (mestrado) - Centro de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 2001.

_____. **Pré-seleção dos Parques Aquícolas para cultivo de ostra**. Belém, PA: FUNPEA, 2012. 107p.

_____. Projeto PETROPRAIA: Índice de sensibilidade ambiental das praias de meso-macromarés da zona costeira do estado do Pará. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE CIÊNCIAS DO MAR, 12., 2007, Florianópolis. **Resumo dos trabalhos**. Florianópolis: AOCEANO, 2007. 1 CD-ROM.

ALVES, M.A.M.S.; ASANO FILHO, M.; MELO, N.F.A.C.; PALHETA, G.D.A.; FURTADO JR., I.; SOUZA, R.A.L.; MARTORANO, P.G. **Zoneamento Ecológico-Econômico da Calha Norte e Zona Leste do Estado do Pará – Ecossistemas Aquáticos: Pesca e Aquicultura**. Belém: [s.n], 2009. 204p. (Relatório Final de Atividades do ZEE-PA).

ALVES, M.A.M.S.; EL-ROBRINI, M.; SOUZA FILHO, P.W.M.; FARIAS, D.R.; FRANÇA, C.F., 2005. Morfodinâmica das Praias de Meso-Macromarés da Zona Costeira do Estado do Pará In: X Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário, 2005, Vitória.. Vitória, 2005. 1 CD-ROM.

ALVES, M.A.M.S.; RIBEIRO, A.M.; LIMA, M.W.; FARIAS, D.R.; LIMA, A.Q., CORRÊA, J.M., FONTES, E.F. Efeitos da erosão costeira no litoral do estado do Pará – Costa Norte do Brasil. In: CONGRESSO SOBRE PLANEJAMENTO E GESTÃO DAS ZONAS COSTEIRAS DOS PAISES DE EXPRESSÃO PORTUGUESA, 6., 2011, Cabo Verde. **Resumo dos trabalhos**. Cabo Verde: ABRH, 2011. 1 CD-ROM.

ARAI, M.; UESUGUI, N.; ROSSETTI, D. F.; GOES, A. M. 1988. Considerações sobre a idade do Grupo Barreiras no Nordeste do Estado do Pará. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 35, Belém, Pará, 1988. **Anais ...** Belém, S.B.G., v.2, p. 738-752.

ARANHA, L. G. F.; LIMA, H. P.; SOUZA, J. M. P.; MARINHO, R. K.. Origem e Evolução das Bacias de Bragança-Viseu, São Luís e Ilha Nova. In: RAJAGABAGLIA, G. P.; MILANI, E. J. **Origem e Evolução de Bacias Sedimentares**. Rio de Janeiro: Petrobrás, 1990. p. 221-233.

BARBOSA, G. V.; PINTO, M. N. Geomorfologia da Folha SA-23. São Luís e parte da Folha SA-24. Fortaleza. In: BRASIL. Departamento Nacional da Produção Mineral. Projeto Radam Brasil. **Folha SA. 23 – São Luís e SA. 24 – Fortaleza**: Geologia, geomorfologia, Solos, Vegetação, uso potencial da terra. Rio de Janeiro: DNPM, 1973. (Levantamento de Recursos Naturais).

BAUMGARTEN, M. G. Z. et al. 1996. Manual de análises em Oceanografia Química, Editoras FURG/Pallotti, 142 p.

BAUMGARTEN, M. G. Z.; POZZA, S. A. P. 2001. **Qualidade de águas**: Descrição de parâmetros químicos referidos na legislação ambiental. Rio Grande. Editora da FURG, 2001. 164p.

BAUMGARTEN, M. G. Z.; WALLNER-KERSANACH, M.; NIENCHESKI, L. F. H. 2010. Manual de Análises em Oceanografia Química. Rio Grande: **Editora da Furg**, p 21-68.

BERREDO, J. F.; COSTA, M. L. 2002. Modificações sazonais nas propriedades físico-químicas de manguezais do estuário do rio Marapanim, nordeste do Pará. In: Workshop ECOLAB. CD-ROM. BELÉM.

BOULHOSA, M. B. M. 2007. Morfologia, sedimentologia e índices de sensibilidade ambiental ao derramamento de óleo na região portuária de Vila do Conde-Barcarena-PA. Relatório do Programa de Capacitação Institucional-PCI/MPEG. 53p.

BRASIL. Ministério de Meio Ambiente. Programa Nacional de Gerenciamento Costeiro – PNGC. **Perfil dos Estados Litorâneos do Brasil**: Subsídios a Implantação do Programa Nacional de Gerenciamento Costeiro. Coordenações Estaduais do Gerenciamento Costeiro. Brasília, Programa Nacional do Meio Ambiente: 1996. 301p.

CAMARGO, M.G. Sysgran: um sistema de código aberto para análises granulométricas do sedimento. Revista Brasileira de Geociências, v. 36, n.2, p. 371-378. 2006.

CARVALHO, C.A., 2007. Estudo Morfoestratigráfico e Sedimentológico dos Depósitos Holocênicos da Planície Costeira de Maracanã – NE do Pará. Belém: Universidade Federal do Pará. Instituto de Geociências. Dissertação de Mestrado. 129p.

CESHIRE, H. M. et al. 1985. Monitoring estuarine water quality from Landsat TM. International Conference on Advanced Technology for Monitoring and Processing Global Environmental Data, London U.K., p. 10–12.

CHESTER, R. 1990. Marine Geochemistry. Londres, Unwin Hyman. 698p.

COHEN, M. C. L. **Nutrientes e outros fatores relacionados à produção primária nas águas do manguezal de Bragança-PA.** 1998. 111f. Dissertação (mestrado) – Centro de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 1998.

COLLISCHONN, W.; TASSI, R., 2011. Introduzindo Hidrologia. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Instituto de Pesquisa Hidráulicas. (material didático apostilado).

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE/CONAMA. Brasília/DF. 2005. **Resolução 357/05.** Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/pot/conama/res357>>. Acesso em: 22 nov. 2005.

CORDEIRO, C. A. **Estudo da salinização do estuário do rio Pará no trecho Belém.1987.** 109f. Dissertação (mestrado) – Centro de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 1987.

CORRÊA, I. C. S. 2005. **Aplicação do diagrama de Pejrup na interpretação da sedimentação e da dinâmica do estuário da Baía de Marajó-PA.** Instituto de Geociências, UFRGS. Porto Alegre, RS-Brasil. Pesquisas em Geociências. v. 32, n. 2, p. 109-118.

COSTA, A. C. L da.; COHEN, J. 2001.- Impacto do Desmatamento junto ao litoral Atlântico/Estudo Micrometeorológico em Manguezais, In: Projeto DESMATA/EMMA. Departamento de Meteorologia, centro de geociências/UFPA.

COSTA, A. C. L; RIBEIRO, J. B. M.; FILHO, J. D. C, 1996. Estudo micrometeorológico em manguezais. Projeto de Pesquisa. MADAM/UFPA/ZMT. Belém. Pará: 9p.

COSTA, J.B.S.et al. 1991. Aspectos da tectônica cenozóica na região do Salgado, litoral nordeste do Estado do Pará. In: III Simpósio de Geologia da Amazônia. Resumos Expandidos. Belém. SBG-Núcleo Norte: 156-165.

COSTA, J. B. S. et al. 1988. Faixa de Cisalhamento Tentugal Na Folha AS-23-V-B. In: XXXV Congresso Brasileiro de Geologia. Belém. Anais. Boletim de Resumos Expandidos. São Paulo, v. 5: 2257-2266.

COSTA, J.B.S.; BORGES, M.S.; BEMERGUY, R.L.; FERNANDES, J.M.G.; COSTA JUNIOR, P.S.; COSTA, M.L., 1992. Geologia (Folha Salinópolis). In: Programa Nacional de Gerenciamento Costeiro. Macrozoneamento Costeiro do Estado do Pará. Belém, IBAMA/SECTAM/IDESP. Relatório Técnico. p: 18-58.

COSTA, J.L; et al. **Projeto Gurupi**. Belém: DNPM/CPRM, 1977. 258p. (Relatório Técnico, v.1).

CUNHA, E.M.S. **Caracterização e Planejamento Ambiental do estuário Potengui**. 1982. 211f. Dissertação (mestrado) – Centro de Biociências, Universidade do Rio Grande do Norte, Rio Grande do Norte, 1982.

CUSTODIO, E.; LLAMAS, M. R. 1976. Hidrologia Subterrânea. Barcelona: Ediciones Omega, v. 1.

DALRYMPLE, R.W.; ZAITLIN, B.A.; BOYD, R. Estuarine facies models: conceptual basis and stratigraphic implications. *Journal of Sedimentary Petrology*, v. 62, n.6, p. 1130-1146. 1992.

DELFINO, I. B. **Geoquímicos dos sedimentos superficiais de fundo do estuário do rio Maracanã, NE do Pará**. 2006. 163f. Dissertação (mestrado) – Centro de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 2006.

DIAS, L. M. M. **Balneabilidade das praias estuarinas da Ilha de Mosqueiro - PA: uma visão geoquímica ambiental**. 1995. 131f. Dissertação (mestrado em geoquímica) - Centro de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 1995.

DIRETORIA DE HIDROGRAFIA E NAVEGAÇÃO (DHN). **Tábua das marés**. Marinha do Brasil. 1986. Disponível em: <http://www.mar.mil.br>. Acesso em: 09fev2012.

_____. Tábua das marés. Marinha do Brasil. 2001. Disponível em: <http://www.mar.mil.br>. Acesso em: 5 nov. 2011.

_____. 2011. Previsões de Marés: Costa do Brasil e alguns Portos Estrangeiros. Disponível em: <http://www.mar.mil.br/dhn/chm/tabuas/> acesso em 16 jan 2012.

DREVER, J. I. *The geochemistry of natural waters*. New Jersey. Prentice Hall, 1988.437 p.

EL-ROBRINI, M.H.S. **Estudo da variabilidade morfo-sedimentar sazonal de praias estuarinas - Ilha de Mosqueiro**. 2001. 69f. Dissertação (mestrado em geologia) - Centro de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 2001.

EL-ROBRINI, M. et al. 1992. Estudo sedimentológico das areias litorâneas do NE do Pará e NW do Maranhão. In: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE QUARTENÁRIO, 4., São Paulo, 1992. **Resumos**. São Paulo, SBG. V.1, p. 79-80.

EMBRAPA (1981). Mapa de Solos do Brasil – escala 1:5.000.000. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos, Rio de Janeiro.

ESTEVES, F. A. **Fundamentos de Limnologia**. Rio de Janeiro. Editora Interciência, 1988. 575 p.

_____. **Fundamentos da Limnologia**. Rio de Janeiro, Editora Interciência/FINEP- 2ºed. 1998. 602p.

FAIRBRIDGE, R. W. 1980. The Estuary: its Identification and Geodynamic Cycle. In: OLAUSSON, E.; CATO, I (Ed). Chemistry and Biochemistry of Estuaries. N. York: Wiley, p. 1-36.

FEITOSA, F. A. N. Produção primária do fitoplâncton correlacionada com parâmetros bióticos e abióticos na Bacia do Pina. 1988. Dissertação (Mestrado em Oceanografia Biológica) – Departamento de Oceanografia, Universidade Federal de Pernambuco, 1988. 270 p.

FEMAR, 1997. Catálogo das estações maregráficas do Brasil. Disponível em: <www.femar.com.br/biblioteca/bem/indice.html> Acesso em: 15/03/2012.

FLORES MONTES, M. J. **Variação Nictemeral do fitoplâncton e parâmetros hidrológicos no canal de Santa Cruz**. 1996. 174f. Dissertação (mestrado). Universidade Federal de Pernambuco, Itamaracá, 1996.

FOLK, R.L. **The distinction between grain size and mineral composition in sedimentary-rock nomenclature**. Journal of Geology, 62 (1954), pp. 344-359.

FOLK, R. L.; WARD, W. C. Brazos River bar: a Study in the Significance of Grain Size Parameters. **Journal of Sedimentary Petrology**. USA, v.27. p. 3-26.1957.

FRANÇA, C.F. **Morfologia e mudanças costeiras da margem leste da Ilha de Marajó-PA.** 2003, 144f. Tese (doutorado) - Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 2003.

FRANZINELLI, E., 1982. Contribuição a geologia da costa do Estado do Pará (entre as baías de Curuçá e Maiaú). In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE QUATERNÁRIO, 4, 1982, Manaus. Atas... Manaus, INQUA. 305-322.

_____. 1992. Evolution of the geomorphology of the coast of the State of Pará, Brazil. In: PROST, M.T. (ed.) *Évolution des littoraux de Guyaneet de la Zone Caribe Meridional e pendant le Quaternaire.* Paris, ORSTOM. 203-230.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Banco de dados agregados.** Disponível em: <www.sidra.ibge.gov.br>. Acesso em: 14/06/2009.

_____. **Banco de dados agregados.** Disponível em: <www.sidra.ibge.gov.br>. Acesso em: 17/09/2010.

GERCO. 1996. **Perfil dos Estados Litorâneos do Brasil: Subsídios a Implantação do programa Nacional de Gerenciamento Costeiro.** Brasília, Ministério do Meio Ambiente. 302p. (Relatório Final).

GÓES, A. M. **Estudo sedimentológico dos sedimentos barreiras, Ipixuna e Itapecuru no NE do Pará e do Maranhão.** 1981. 55f. Dissertação (mestrado) - Centro de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém. 1981.

GÓES, A. M.; ROSSETTI, D. F.; NOGUEIRA, A. C. R., TOLEDO, P. M. 1990. Modelo deposicional preliminar da Formação Pirabas no nordeste do Estado do Pará. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi*, 2: 3-15.

GÓES, A. M.; TRUKENBRODT, W. **Caracterização faciológica e interpretação ambiental dos sedimentos barreiras na região bragantina, Nordeste do Estado do Pará.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 31., 1980, Camboriú. *Anais...* Camboriú: SBG, 1980. v.2, p.766-771.

GÓES FILHO, L., et al. Estudo fitogeográfico da folha SA 23 São Luis e SA 24 Fortaleza. In: BRASIL. Departamento Nacional da Produção Mineral. PROJETO RADAM. Rio de Janeiro, DNPM. v. 3. 1973. Levantamento dos Recursos Naturais.

GROSS M. G. **Oceanography: a View of the Earth:** New Jersey, Prentice – Hall, 406p. 1987.

HERZ, R. 1991. Manguezais do Brasil. São Paulo. Universidade de São Paulo, 54 p.14 figuras, 5 tabelas.

HUTCHINSON, G. E. 1975. A treatise of limnology. III. Limnological botany. New York, John Wiley. 659 p.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET), 1992. Normais Climatológicas (1973–1990). Brasília, DF, 1992.

KENNISH, M. J. Ecology of estuaries: Physical and chemical aspects. CRS Press, 1986. 254p.

KJERVE, B. 1987. "Estuarine Geomorfology and Physical Oceanography". In: Day Jr., J. W., C. H. A. S. Hall, Kemp W. M. & Yáñez-Aranciba, A. (eds.). Estuarine Ecology. New York, Wiley, pp. 47-78.

_____. 1990. Manual for investigation of hydrological processes in mangrove ecosystems. New Delhi, UNESCO-UNDP, 79 p.

KJERFVE, B. et al. Temporal and spatial considerations in measuring estuarine water fluxes. In: ESTUARINE COMPARATIONS. V. S. KENNEDY (Ed), Academic Press, New York, p. 37-51. 1982.

KETCHUM, B. H. 1983. Estuaries and Enclosed Seas. Amsterdam. 500p. (Ecosystems of the World).

KNOX, G. A. Estuarine ecosystems: a systems approach. CRS Press, 1986. 289p.

KOMAR, P.D. 1976. Beach Processes and Sedimentation. New Jersey, Prentice-Hall, 129p.

LEVINSON, A. A. Introduction to exploration geochemistry. Maywood. Illinois Applied, 1974. 614 p.

LIMAM W **Levantamento Oceanográfico no Estuário do rio Curuçá, Município de Curuçá (PA)**. 2011. 62f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia de Pesca) - Instituto Sócio Ambiental e dos Recursos Hídricos, Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2011.

LIRA, L. Material em suspensão, temperatura e salinidade no estuário do Rio Mucucaba – PE. Cad. Omega, v.2, n. 1, p.97-116. 1978.

MACOLA, G.; EL-ROBRINI, M. 2004. Ilha dos Guarás (Mariteua) - município de Curuçá (NE do Pará): aspectos físicos, meteorológicos e oceanográficos. Belém, CHD/GEMC. v. 1. 35p. (Relatório final). Disponível em: <http://www.cdp.com.br/imagens/espardarte/espardarte_estudo.pdf>. Acesso em: 15fev. 2012.

MARTINS, S. E. M. 2007. **Caracterização Sedimentológica de Fundo da Área de Influência do Porto de Vila do Conde – Margem Leste do Rio Pará, Barcarena/PA**. Belém, Universidade Federal do Pará. Instituto de Geociências, Tese (Graduação em Oceanografia), 69p.

MAURY, C. J. 1925. Fósseis Terciários do Brasil. Rio de Janeiro. Serv. Geol. Men. Brasil. Div. Geol. Min. (Monografia, 4)

MIRANDA, L. B.; CASTRO, B. M. B. 2002. Princípios de Oceanografia Física de Estuários. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 400 p. (Acadêmica 42).

MIRANDA, L. B; CASTRO, B. M; KJERFVE, B. 2002. Princípios de Oceanografia Física de Estuários. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 400p.(Acadêmica 42).

MOREIRA, M. O. P. Produção do fitoplâncton em um ecossistema estuarino tropical (estuário do rio Cocó, Fortaleza, Ceará). 1994. Dissertação (Mestrado em Oceanografia Biológica) – Departamento de Oceanografia, Universidade Federal de Pernambuco, 1994. 338 p.

MOURA, R. T. Biomassa, produção primária do fitoplâncton e alguns fatores ambientais de Baía de Tamandaré, Rio Formosos, Pernambuco, Brasil. 1992. Dissertação (Mestrado em Oceanografia Biológica) – Departamento de Oceanografia, Universidade Federal de Pernambuco, 1992. 290 p.

OLIVEIRA, J. B., JACOMINE, P. K. T.; CAMARGO, M. N. 1992. Classes gerais de solos do Brasil: guia auxiliar para seu reconhecimento. Jaboticabal, 201p.

OZACOASTS, 2008. Australian Online Coastal Information. Disponível em:<<http://www.ozcoasts.org.au>> Acesso em: 20 jul. 2008.

PEJRUP, M. 1988. The triangular diagram used for classification of estuarine sediments: a new approach. In: Boer,P.L.; van Gelder,A. &Nio,S.D.(Ed). Tide-influenced Sedimentary Environments and Facies. **D.Reidel, Dordrecht**.p.289-300.

PEREIRA, C.T.C.; Caracterização Hidrogeoquímica do Estuário do Rio Curuçá (Município de Curuçá – NE do Pará). Belém: Universidade Federal do Pará. Centro de Geociências. Programa de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica. 123p. 2006.

PEREIRA, R. C.; SOARES-GOMES, A. 2002. *Biologia Marinha*. Rio de Janeiro. Editora Interciencia Ltda, 382 p.

PERILLO, G.M.E., 1995. Definitions and Geomorphologic Classifications of Estuaries. In: PERILLO, G.M.E., Editor(s). *Developments in Sedimentology*. Elsevier Science. V.53, Chapter 2: 17–47.

PINHEIRO, R.V.L. 1987. Estudo hidrodinâmico e sedimentológico do Estuário Guajará - Belém (PA). Universidade Federal do Pará. Instituto de Geociências. 163 p. (Dissertação de Mestrado).

PRITCHARD, D. W. 1981. Circulação e mistura das águas nas regiões costeiras e estuários. In: _____. *Oceanografia: a última fronteira*. São Paulo: CultrixLtda, p.321 – 332.

_____. 1967. What is an Estuary: physical viewpoint. In: LAUFF, G. H.(ed.) *Estuaries*. Washington: American Association for the Advance of Science, v.83, p. 3-5.

_____. 1955. Estuarine circulations patterns. *Proceedings of the American Society of Civil Engineers*, v. 81, n. 717, p. 1-11.

REDECELPA, 1998. Relatório de Climatologia: Estação Ajuruteua. Disquete 3,5”.

RESENDE, M., CURI, N., REZENDE, S. B.; CORRÊA, G. F. 1995. *Pedagogia: base para distinção de ambientes*. Viçosa. NEPUT, 304p.

ROCHA, E.J.P.; SANTOS, F.A.A.; ROLIM, P.A.M., LOPES, M.N.G.; SOUZA, E.B., RIBEIRO, J.B.M., *Clima*. In: MONTEIRO, M. de A.; MENEZES, C. R. C.; GALVÃO, I. M. F. (Org.). *Zoneamento Ecológico-Econômico da Calha Norte e Zona Leste do Estado do Pará - Volume 2: Diagnóstico do Meio Físico-Biótico*. 1 ed. Belém: , 2010, v. 2, p. 184-202.

ROSSETI, D.F.; TRUCKENBRODT, W.; GÓES, A.M. Estudo paleoambiental e estratigráfico dos sedimentos barreiras e pós-barreiras na região bragantina, Nordeste do Pará. **Boletim do Museu Emílio Goeldi. Ciências da Terra**, v.1, p. 25-74, 1989.

SÁ, J.H.S. Contribuição a geologia e os sedimentos terciários e quaternários da Região Bragantina. **Boletim do Instituto de Geologia do Rio de Janeiro**, v.3, p.21-36, 1969.

SABRI, A. 1977. Phosphate Flux in Breydon Water Estuary. Unpubl. Ph.D. Thesis, UEA, Norwich.

SANTOS, A. As águas da Região de Carajás. In: ALMEIDA JR, J. M. G. Carajás desafio político, ecológico e desenvolvimento. São Paulo. Brasiliense/CNPQ, 1986. p. 156-183.

SANTOS, O.C.O.; ALVES, C.R.M.; MACHADO, I.C. 1992. Clima. In: Programa Nacional de Gerenciamento Costeiro. Macrozoneamento Costeiro do Estado do Pará. Belém, IBAMA/SECTAM/IDESP. Relatório Técnico. p: 68-76.

SCHAERFER-NOVELLI, Y.; CINTRON, G. **Guia para estudo de áreas de manguezal; estrutura, função e flora**. [São Paulo]: Caribbean Ecological Research, 1986. 150p.

SCHAFER, A. 1985. Fundamentos de ecologia e biogeografia das águas continentais. Porto Alegre: EDUNI-SUL/GTZ.

SHEPARD, F.P. Nomenclature based on sand-silt-clay Ratios. **Journal of Sedimentary Petrology**, v.24, n. 3, p.151-138.1954.

SILVA, C. M. G. da; PINTO, A. H. E.; BARABOSA, A. A. 1992. Estágio de campo III. Área-Primavera: Relatório Final. Belém. Curso de Graduação em Geologia. Universidade Federal do Pará, Centro de Geociências. 168p.

SILVA, M. S. 1996. **Morfoestratigrafia e Evolução Holocênica da Planície Costeira de Salinópolis, Nordeste do Estado do Pará**. Belém, Universidade Federal do Pará. Instituto de Geociências, Dissertação (Mestrado em Geologia e Geoquímica), 144p.

SILVA Jr., O.G., 1998. Morfoestratigrafia do noroeste da planície costeira de São João de Pirabas (Nordeste do Pará). *Revista Brasileira de Oceanografia*, 49 (1/2): 99-114.

SILVA JR., J. A. ; COSTA, Antônio Carlos Lôla da ; GONÇALVES, Paulo Henrique Lopes ; BRAGA, Alan Pantoja ; COSTA, Rafael Ferreira da ; REIS, Euclysanor Gesta ; COSTA, José Maria Nogueira da ; MEIR, Patrick ; MALHI, Yadvinder . VARIACÃO SAZONAL DE VARIÁVEIS METEOROLÓGICAS EM ECOSSISTEMA DE MANGUEZAL NA REGIÃO BRAGANTINA - PA. In: XIII Congresso Brasileiro de Meteorologia, 2004, Fortaleza-CE. Anais do XIII Congresso Brasileiro de Meteorologia, 2004.

SIOLI, H. Valores de pH nas águas amazônicas. Separada de: **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi: Série Geologia**, Belém, n.1, 1957.

SMAYDA, T. J. Estuaries and Enclosed Seas. Amsterdam. Elsevier Scientific Publications, 1983. p. 65-101.

SOUZA FILHO, P.W.M. **Análise Multimporamental e Multisensor (TM Landsat e Radarsat) da Dinâmica de Ambientes Costeiros dominados por macromaré na Planície Costeira Bragança-Pará**. 2001. 236f. Tese (Doutorado) – Centro de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 2001.CD-ROM.

_____. **A planície costeira bragantina (NE do Pará): influência das variações do nível do mar na morfoestratigrafia costeira durante o Holoceno**. 1995. 262 f. Dissertação (mestrado)-Centro de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 1995.

SOUZA FILHO, P. W. M.; EL-ROBRINI, M., 1997. A morfologia, processos de sedimentação e litofácies dos ambientes morfosedimentares da planície costeira bragantina-nordeste do estado do Pará (Brasil). *Geonomos*, 4 (2): 1-16.

STOMMEL, H., 1951. Recent Developments in the Study of Tidal Estuaries.(WHOI Rep.), Ref. n°. 51-33.

TEIXEIRA, C. E. P.; MATA, M. M.; CAMPOS, E. J. D. 2004. O Uso Da Análise Objetiva para a Criação de um Banco de Dados da Temperatura da Superfície do Mar do Atlântico Sudoeste. In: XIII Congresso Brasileiro de Meteorologia, Fortaleza.

VALENTE, J. P. S.; PADILHA, P. M.; SILVIA, A. M. M. Oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e demanda química de oxigênio (DQO) como parâmetros de poluição no ribeirão Lavapés/Botucatu-SP. *Eclética Química*, v. 22. 1997.

VIEIRA, L. S. (1988). Manual de Ciência do Solo: com ênfase aos solos tropicais. Agronômica Ceres, São Paulo, 464p.

WENTWORTH, C.K., Aescale of grade and class terms for clastic sediments. *Journal of Geology*.USA, v. 30, 1922.

WOODROFFE, C. D.; CHAPPELL, J.; THOM, B.G.; WALLENSKY, E. 1986. Geomorphological Dinamics and Evolution of the South Alligator River and Plains, Northem Territory. Australia National University. North Australia Reseach Unit. Mangrove Monograph n° 3, 190p.

WOODROFFE, C.D. et al. 1989. Depositional model of a macrotidal estuary and floodplain, South Alligator River, Northern Australia. *Sedimentology*, 36: 737-756.

ZUMACH, Rosalene. Enquadramento de curso de água Rio Itajaí- Açu e seus principais afluentes em Blumenau. Florianópolis, 2003. 124 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental.