



Universidade Federal do Pará
Instituto de Geociências
Faculdade de Oceanografia

Gabriela Padilha Ferreira

CIRCULAÇÃO EM CANAIS DE MARÉ NA ILHA DE MARAJÓ/PA

BELÉM – PARÁ
DEZEMBRO - 2010

GABRIELA PADILHA FERREIRA

CIRCULAÇÃO EM CANAIS DE MARÉ NA ILHA DE MARAJÓ/PA

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

Orientador: Marcelo Rollnic

Belém
2010

GABRIELA PADILHA FERREIRA

CIRCULAÇÃO EM CANAIS DE MARÉ NA ILHA DE MARAJÓ/PA

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

Data de aprovação: ____/____/____

Conceito: _____

Banca examinadora:

Prof. Dr. Nils Edvin Asp Neto

Prof^a. Dr^a Odete Fátima Machado da Silveira

Prof. Dr. Marcelo Rollnic

Belém
2010

Aos meus pais, Humberto Soares Ferreira
e Sandra de Nazaré Padilha Ferreira, meus
exemplos, meus ídolos, meus guias.
Amo muito vocês. Obrigada por tudo!

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiro à Deus, pela força e inspiração que me dá diariamente pra lutar pelos meus objetivos.

Aos meus pais e ao meu irmão, meus pilares e minhas fontes de alegria todos os dias. Obrigada por acreditarem sempre em mim e por me fazerem acreditar em mim. Amo muito vocês!

Ao meu orientador e amigo, Marcelo Rollnic, pelo apoio incondicional durante todo o processo de elaboração deste trabalho. Sem você, nada disso teria sido feito! Serei eternamente grata por tudo. Espero que a nossa parceria dure.

Aos meus avós, tios e primos, por tantos momentos de alegria e pela confiança que sempre depositaram em mim.

À Maura e seus pais, Mauro e dona Beth, pelo apoio e acolhimento na nossa “base” em Joanes. E ao Tio Leno também! Sem vocês, nada disso teria acontecido. Muito obrigada!

Aos meus queridos amigos da turma de 2007, muito obrigada por me acolherem tão bem. Especialmente para o Malan.. quer dizer, Marcos, Ernan, Simão e Antonio, meus companheiros de todas as horas. Amo muito vocês! Torço muito pela nossa amizade. “Fale ei!!!”.

À Inaê, minha companheira de campo, estresses e crises de TCC. Sempre me ajudou em tudo que podia. A nossa parceria teve sucesso!

Aos companheiros do Laboratório de Oceanografia Física da UFPa, Maurício, Yuri, Arthur, Laisa e David, pela grande ajuda em campo.

Ao Renan Peixoto, pela ajuda nos gráficos. Nem sei o que seria de mim no MatLab sem tua ajuda.

À Universidade Federal do Pará, onde comecei a aprender a viver como gente grande, onde fiz amigos pra vida. Vou sentir muita saudade dessa graduação.

À todos os alunos de Oceanografia da UFPa. Mantenhamos nossa união!

*O que me tranqüiliza
é que tudo o que existe,
existe com uma precisão absoluta.*

*O que for do tamanho de uma cabeça de alfinete
não transborda nem uma fração de milímetro
além do tamanho de uma cabeça de alfinete.*

*Tudo o que existe é de uma grande exatidão.
Pena é que a maior parte do que existe com
essa exatidão
nos é tecnicamente invisível.*

*O bom é que a verdade chega a nós
como um sentido secreto das coisas.*

*Nós terminamos adivinhando, confusos,
a perfeição.*

RESUMO

O presente trabalho visou contribuir o entendimento de canais de maré localizados na Ilha de Marajó, inserida no contexto de estuários amazônicos, para quantificar a importância que estes sistemas menores exercem sobre a Baía de Marajó. Foram coletados dados de corrente e salinidade durante 13 horas em maré de sizígia nos meses de Agosto e Dezembro de 2010, em quatro canais de maré, dois localizados no município de Soure e outros dois em Salvaterra. Os dados foram analisados espacial e sazonalmente. Concluiu-se que, diretamente influenciados pelo clima da região, os dados de salinidade e corrente variaram bastante nos dois períodos de coleta. A salinidade no período menos chuvoso foi de maior valor, 6,39, do que no chuvoso, 5,9, devido à diferença no aporte de água doce. A intensidade das correntes de maré também foi influenciada pela diferença de pluviosidade na região. Durante o período chuvoso, as correntes nos canais foram menos intensas, com máxima de 156 cm/s, assim como seu transporte líquido para a baía foi menor. Situação contrária foi encontrada na estação menos chuvosa, quando a vazão da baía foi menor, o que possibilitou maior saída de água dos canais para a baía, com valor máximo de corrente de 199 cm/s, devido a menor pressão hidrostática por ela exercida neste período.

Palavras-chave: Circulação. Canais de maré. Direção de fluxo. Hidrodinâmica. Ilha de Marajó.

ABSTRACT

This study aims to contribute to the understanding of tidal channels localized in Marajó island to quantify the importance that these smaller systems have on the Marajó bay. Data were collected of tidal current and salinity for 13 hours at spring tide in August and December 2010, in four tidal channels, two located at Soure and two others at Salvaterra. The data were analyzed spatially and seasonally. It was concluded that, directly influenced by the climate of the region, salinity and current data varied greatly during the different periods. The salinity, on the less rainy season had greater value, 6,39, than in the rainy season, 5,9, due to the reduction of freshwater inflow. The intensity of tidal currents was also influenced by the difference of rainfall on the region. During the rainy season, the currents on the channels were less intense, with maximum of 156 cm/s, as well as its liquid transport into the bay was lower. The opposite was found in the less rainy season, when the flow was lower in the bay, with maximum value of 199 cm/s, which allowed greater channel water outlet to the bay, due to the lower hydrostatic pressure exerted by it in this period.

Key-words: Circulation. Tidal channels. Flow direction. Hydrodynamics. Marajó island.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01	Mapa de localização dos setores da ZCP.....	17
Figura 02	Localização dos canais de maré em estudo.....	18
Figura 03	Classificação climatológica da ilha do Marajó.....	19
Figura 04	Mapa morfológico dos municípios de Soure e Salvaterra.....	21
Figura 05	Banco arenoso na desembocadura do canal do Limão.....	26
Figura 06	Margem direita do canal do Jubim.....	27
Figura 07	Margem direita do canal do Garrote.....	28
Figura 08	Margens do canal do Pesqueiro.....	29
Figura 09	Correntômetro utilizado em campo.....	31
Figura 10	CTD utilizado em campo.....	32
Figura 11	Chuva acumulada em Soure.....	33
Figura 12	Chuva acumulada em Belém.....	34
Figura 13	Chuva acumulada em Breves.....	34
Figura 14	Chuva acumulada em Cametá.....	34
Figura 15	Variação de salinidade nos canais Limão e Jubim/Ago.....	35
Figura 16	Variação de salinidade nos canais Garrote e Pesqueiro/Ago.....	36
Figura 17	Variação de salinidade no canal do Jubim/Dez.....	37
Figura 18	Variação vertical de salinidade- Jubim/Ago.....	38
Figura 19	Variação vertical de salinidade- Pesqueiro/Ago.....	38
Figura 20	Variação vertical de salinidade- Jubim/Dez.....	39
Figura 21	Variação sazonal da corrente- Jubim.....	40
Figura 22	Variação sazonal da corrente- Limão.....	40
Figura 23	Variação sazonal da corrente- Pesqueiro.....	40
Figura 24	Direção preferencial de fluxo nos canais.....	41

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	OBJETIVOS	14
1.1.1	Objetivo Geral	14
1.1.2	Objetivos Específicos	14
2	ÁREA DE ESTUDO	15
2.1	LOCALIZAÇÃO	16
2.2	ASPECTOS METEOROLÓGICOS	17
2.3	ASPECTOS FÍSICOS E QUÍMICOS	18
2.4	ASPECTOS FISIOGRÁFICOS	19
2.4.1	Terraços Arenosos	20
2.4.2	Planície Lamosa de Supramaré	21
2.4.3	Planície Lamosa de Intermaré	21
2.4.4	Cordões Arenosos Antigos (Cheniers)	21
2.4.5	Cordões Arenosos de Dunas e Praias Atuais	23
2.4.6	Canais de Maré e Deltas de Vazante	23
2.5	CANAIS DE MARÉ ESTUDADOS	24
2.5.1	Canal de Maré do Limão	24
2.5.2	Canal de Maré do Jubim	24
2.5.3	Canal de Maré do Garrote	25
2.5.4	Canal de Maré do Pesqueiro	26
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	28
3.1	ESTUÁRIOS	28
3.2	CANAL DE MARÉ	28
3.3	CORRENTE DE MARÉ	29
4	METODOLOGIA	30
4.1	COLETA DE DADOS	30
4.2	ANÁLISE DE DADOS	31
5	RESULTADOS	33
5.1	CONTEXTUALIZAÇÃO CLIMÁTICA	33
5.2	SALINIDADE	35
5.3	CORRENTES DE MARÉ	39

5.4	DIREÇÃO PREFERENCIAL DE FLUXO.....	41
6	DISCUSSÃO.....	42
6.1	CONTEXTUALIZAÇÃO CLIMÁTICA.....	42
6.2	SALINIDADE.....	42
6.3	CORRENTES DE MARÉ.....	43
6.4	DIREÇÃO PREFERENCIAL DE FLUXO.....	44
7	CONCLUSÕES.....	45
	REFERÊNCIAS.....	46

1 INTRODUÇÃO

Os estuários constituem um importante elo na ecologia global, uma vez que servem de via de transporte da maior parte da matéria originada da decomposição intempérica dos continentes em direção aos oceanos (SCHETTINI, 2002). Além disso, os sistemas estuarinos constituem área de refúgio, de reprodução e de crescimento de inúmeras espécies animais e vegetais (AVELINE, 1980 apud MONTEIRO, 2009), incluindo desde organismos planctônicos até mamíferos aquáticos.

Os estuários amazônicos são sistemas particularmente complexos e dinâmicos, sob influência da sazonalidade climática e da descarga hídrica e sólida de drenagens continentais, bem como sob a ação das marés, correntes e ventos e apresentam uma complexa rede hidrográfica, tendo como principal curso o Amazonas (AVELINE, 1980 apud MONTEIRO, 2009).

A Ilha de Marajó, maior ilha fluvio-estuarina do mundo, está inserida no ambiente estuarino amazônico, onde as porções oriental e ocidental apresentam características sedimentológicas, morfológicas e climáticas distintas, e assim, propiciam um interessante cenário para a pesquisa e caracterização física de ecossistemas envolvendo seu potencial ecológico e exploração biológica (SILVA, 2008).

A porção leste da Ilha de Marajó apresenta rede de drenagem esparsa, constituída por rios, em sua maioria temporários, e alguns lagos. Apresenta ainda, um emaranhado de canais recentes e paleocanais que imprimem características marcantes ao quaternário da ilha, furos, canais de maré, meandros abandonados e lagos, todos com sua contribuição e importância, ainda desconhecidas, para o sistema maior que é a baía.

Compreender como estes ambientes funcionam significa interpretar a dinâmica da Baía do Marajó, uma vez que todos estes sistemas interligam-se para formar outro maior. Contribuir para o entendimento dos canais de maré é objetivo deste trabalho, através de análises hidrodinâmicas e hidrológicas, para que seja possível quantificar a importância que estes sistemas menores exercem sobre a baía em questão.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Analisar temporal e espacialmente a corrente de maré e salinidade em canais de maré na Ilha de Marajó/PA.

1.1.2 Objetivos específicos

- Quantificar e analisar espaço-temporalmente a intensidade e direção da corrente de maré em três canais de maré na Ilha de Marajó.
- Analisar a variação da salinidade em função dos estágios de maré;
- Analisar a variação espaço-temporal da salinidade nos canais;
- Verificar e quantificar o transporte líquido e sua variação sazonal nos canais do Pesqueiro, Limão e Jubim.

2 ÁREA DE ESTUDO

De acordo com a lei nº 7.661/98, as zonas costeiras são áreas de interação do ar, do mar e da terra. Constituem, também, uma fronteira entre continente e oceano sujeita a contínuas alterações morfodinâmicas no espaço e no tempo (SILVA et al, 2004).

Nestas áreas, eventos de diferentes escalas temporais e espaciais, como oscilação do nível do mar, tectônica global e regional, clima, etc; somado a ação de forçantes energéticas e dinâmicas como, ventos, ondas, correntes, maré e descarga hídrica e sólida de rios, fazem da zona costeira um ambiente, além de importante, altamente instável e vulnerável.

A zona costeira do Estado do Pará, 1.200 km de extensão, perfazendo uma superfície de 82.596,43 km², apresenta três grandes setores distintos baseados em características naturais e socioeconômicas, segundo El-Robrini et al (2006): (i) Setor 1 ou costa Atlântica do Salgado Paraense; (ii) Setor 2 ou insular estuarina; (iii) setor 3 ou costa continental estuarina; (Fig. 1)

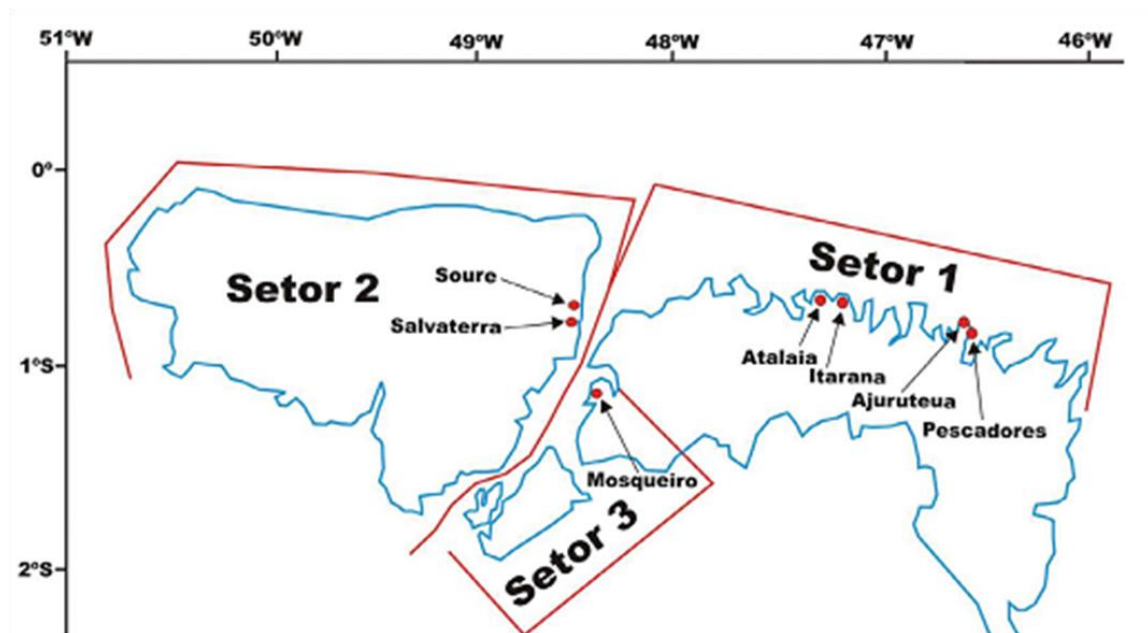


Figura 1: Mapa de localização dos setores da ZCP. Fonte: El-Robrini et al, 2006

2.1 LOCALIZAÇÃO:

A Ilha do Marajó pertence à região do Arquipélago do Marajó, localizada no extremo norte do estado do Pará e apresenta como limites: ao norte o estado do Amapá e o oceano Atlântico; ao sul o rio Pará; a leste a Baía do Marajó; e a oeste o estado do Amapá (LIMA et al 2005).

Os municípios de Soure e Salvaterra, na ilha do Marajó, inserem-se, portanto, no Setor Insular Estuarino da costa paraense, submetidos a um clima tropical chuvoso, segundo a classificação Köppen, onde interagem diversas forçantes como a alta pluviosidade, ventos, a ação das correntes de maré e ondas da Baía de Marajó e do rio Paracauari, que são responsáveis pela dinâmica costeira atual e distintas morfologias da costa do Marajó (FRANÇA;SOUZA FILHO, 2006).

A área de estudo (Fig. 2) compreende quatro canais de maré presentes na zona costeira dos municípios de Soure e Salvaterra no trecho localizado por: latitude entre 00° 55' S e 00° 36' S; longitude entre 48° 32' W e 48° 28' W, que encontram-se na margem leste da Ilha do Marajó/PA e fazem parte da região estuarina da Baía do Marajó. Estes canais são: canal do Limão; do Jubim; do Garrote; e do Pesqueiro.

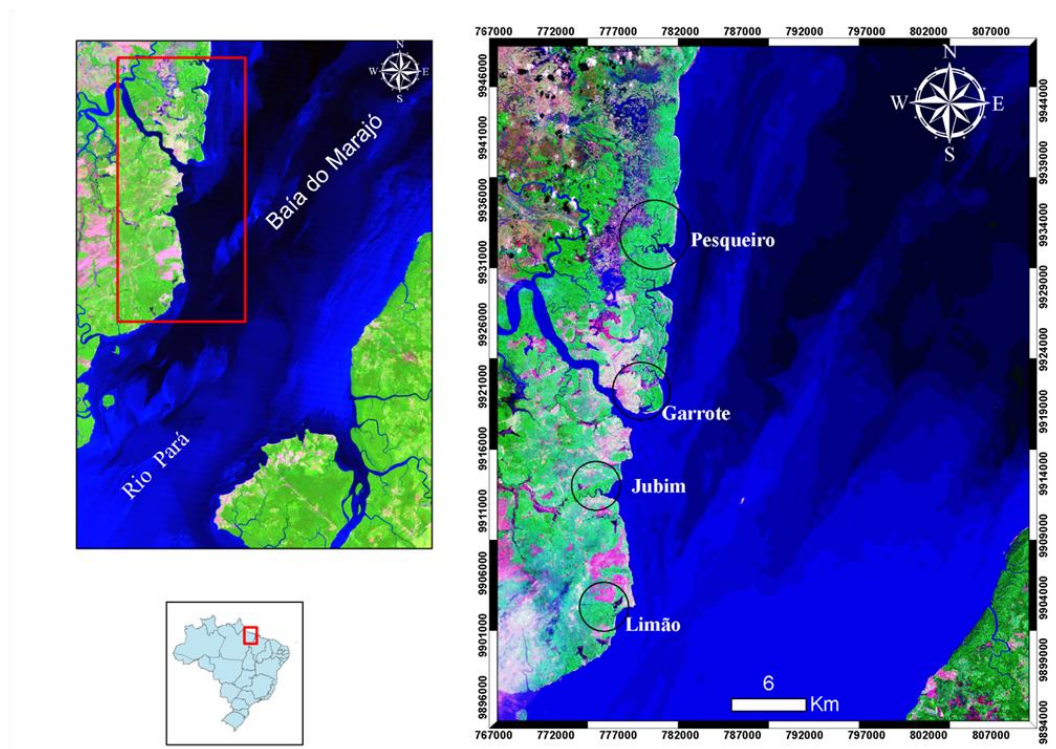


Figura 2 : Localização dos canais de maré em estudo.

2.2 ASPECTOS METEOROLÓGICOS:

O clima da margem leste da Ilha de Marajó é classificado como clima tipo “Am” definido como clima tropical chuvoso e com dois sub-tipos: de acordo com a classificação de Köppen (Fig. 3), apresentando temperatura média anual de 27,3° C e pluviosidade anual superior a 3.000 m (MARTORANO et al 1993).

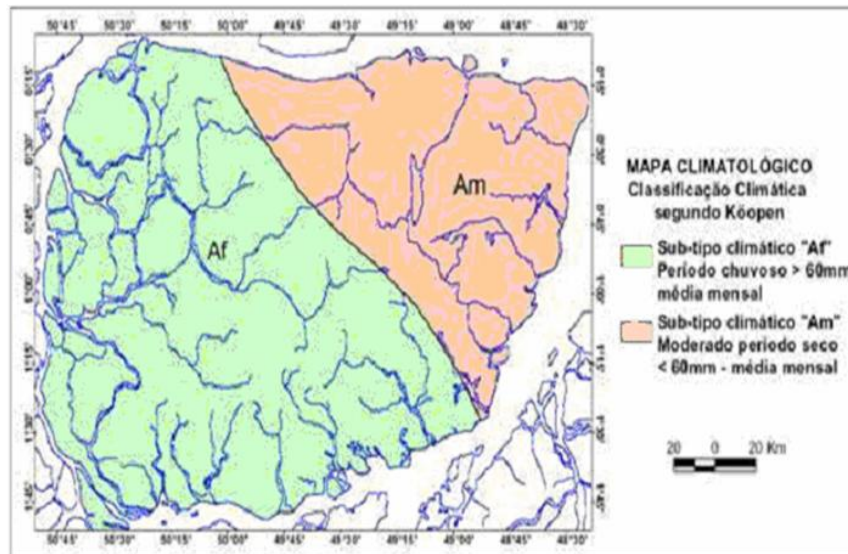


Figura 3 :Classificação climatológica da ilha do Marajó de acordo com a classificação de segundo Köppen. Fonte: Lima et. al (2005)

De acordo com levantamentos de Lima et al (2005), existem dois períodos na região de acordo com a pluviometria. Um período mais chuvoso compreendido entre os meses de Dezembro a Maio e outro menos chuvoso entres os meses de Junho a Novembro. Entre as duas estações ocorre um período de transição em que pode haver retardo ou antecipação das chuvas com maior ou menor intensidade.

Os ventos são fatores importantes na para a dinâmica de ambientes costeiros, pois favorecem a formação de ondas que, por sua vez, retrabalham os sedimentos, erodem e/ou misturam os sedimentos depositados na zona de intermaré. São também responsáveis pelo transporte litorâneo dos sedimentos nas várias zonas de praias (SILVA, 2008).

Os ventos na região do Marajó apresentam direção preferencial nordeste, com velocidades em média de 7 m/s, que varia sazonalmente. São mais fortes na parte oriental se comparados ao setor ocidental, devido a diferenças relacionadas à

topografia e vegetação. Acredita-se que os ventos litorâneos de NE que chegam à costa oriental, encontrem a vegetação de florestas como uma barreira natural, favorecendo uma queda na velocidade desses ventos na porção oriental (LIMA et. al 2005).

2.3 ASPECTOS FÍSICOS E QUÍMICOS:

A maré semi-diurna, o que significa que há duas fases de preamar e baixa-mar por dia, é uma das principais forçantes da circulação hidrodinâmica da área responsável por parte do transporte sedimentar e balanço local de sedimentos. Na costa de Soure e Salvaterra há a dominância de um regime de macromaré semi-diurna, cuja variação das marés de sizígia alcança amplitude de 4,3 m, entre as Ilhas de Mosqueiro e dos Guarás (DHN). Registros de França (2003) mostram que, no período menos chuvoso as águas ficam salobras devido à maior influência das marés oceânicas sobre essas águas, mostrando a relevância deste parâmetro hidrodinâmico para as variações morfológicas rápidas na costa da área em questão.

Os parâmetros físico-químicos da água e sua distribuição são de fundamental importância para que a caracterização da riqueza da água que entra no sistema tanto proveniente do rio quanto da baía e como as diferentes propriedades destas interagem e modificam o sistema da Baía do Marajó. Para Costa (1996 apud MONTEIRO, 2009), os ciclos dos nutrientes nos ecossistemas pelágicos são de extrema importância para o controle da produtividade, assim como para prever a influência de atividade humana nas águas costeiras. Nutrientes como fósforo e nitrogênio, por exemplo, se mostram essenciais na assimilação de organismos fitoplanctônicos e, conseqüentemente, a produtividade primária.

De acordo com Monteiro (2009), no rio Paracauari, que separa os municípios de Soure e Salvaterra, os parâmetros que caracterizam as águas do estuário como, pH, salinidade, temperatura, oxigênio dissolvido, nutrientes, sólidos totais dissolvidos, etc, são fortemente influenciados por fatores externos ao ambiente como maré, clima, vento, associados à sazonalidade do ambiente.

2.4 ASPECTOS FÍSIOGRÁFICOS:

De acordo com França (2003), a ilha do Marajó insere-se num contexto estuarino desde o Mioceno até o presente. O arranjo estratigráfico e a constituição litológica da Ilha de Marajó estão ligados à história sedimentar da Bacia da Foz do Rio Amazonas e à influência dos estuários do Amazonas, a oeste, e do Pará-Tocantins, a leste.

De acordo com Rosseti (2001), a estratigrafia Cenozóica da Bacia Sedimentar do Marajó é composta pelos grupos Pirabas (Oligoceno Superior ao Mioceno Inferior), Barreiras (Mioceno Médio ao Superior) e Pós-Barreiras (Plioceno Superior ao Holoceno Inferior).

O Grupo Barreiras/Pós-Barreiras constitui o Planalto Rebaixado da Amazônia e aflora na costa sudeste da Ilha de Marajó, ao sul da foz do rio Paracauari, formando falésias de até 20m de altura. Ao norte desta foz, os afloramentos diminuem de altura e desaparecem sob os sedimentos (FRANZINELLI 1990 apud. FRANÇA, 2003). De acordo com França e Souza Filho (2006), as costas de Soure e Salvaterra, diferem entre si na compartimentação do relevo, na geologia e litologia, no gradiente costeiro e na distribuição dos ecossistemas, onde se observa duas principais unidades morfológicas: Planalto Costeiro e Planície Costeira (Fig. 4).

O Planalto Costeiro apresenta topografia que varia de 5 a 20m acima do nível do mar, formado por sedimentos do Grupo Barreiras/Pós-Barreiras, que dão origem a falésias ativas quando sofrem solapamento pela ação das ondas. Na base destas falésias, encontram-se praias estreitas, de estirâncio que varia entre 33 e 85,7m (FRANÇA; SOUZA-FILHO, 2003), a exemplo da Praia Grande, em Salvaterra. Seu limite com a Planície Costeira, na parte interna da ilha, caracteriza-se por desníveis topográficos de baixo gradiente ou por pequenas falésias inativas de 0,5 a 1,5m de altura.

A Planície Costeira não possui relevo superior a 5m e se limita na zona de influência da maré. É constituída por sedimentos lamosos e arenosos depositados por processos flúvio-marinhos e eólicos durante o Holoceno em condições de progradação da linha de costa e regressão ou estabilidade do nível do mar (SOUZA

FILHO, 1995; 2000). De acordo com França e Souza Filho (2006), esta unidade apresenta ambientes de planície de maré, manguezal, cordão de praia e dunas

Os ambientes deposicionais presentes na Planície Costeira são representados por: terraços arenosos, planície lamosa de supramaré recoberta por campos, planície lamosa de intermaré recoberta por manguezais, cordões arenosos antigos (cheniers), cordões arenosos de dunas e praias atuais, canais de maré e deltas de maré vazante, que serão apresentados a seguir segundo estudos de França, (2003) e França e Souza Filho (2006).

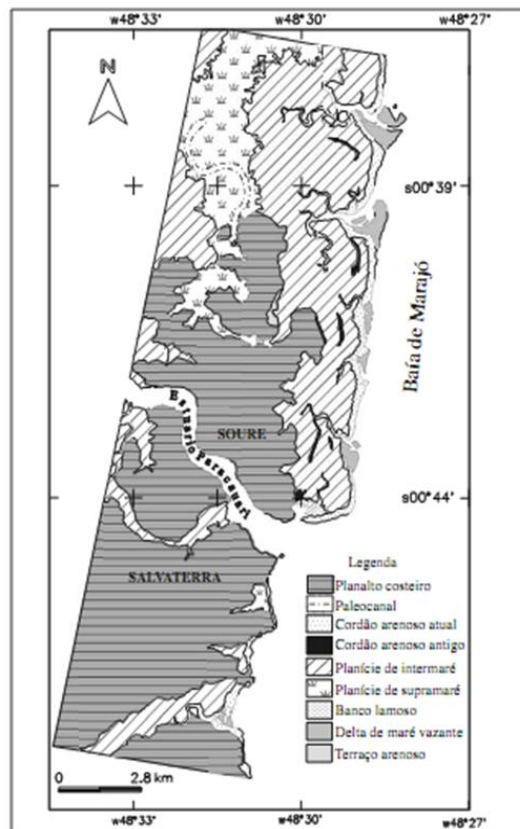


Figura 4: Mapa morfológico da zona costeira dos municípios de Soure e Salvaterra. Fonte: França & Souza Filho (2006)

2.4.1 Terraços Arenosos

Os terraços arenosos ocupam as áreas topograficamente mais elevadas da planície costeira, entre o planalto e a planície lamosa de intermaré. Possui uma distribuição descontínua, irregular, com topografia suave e constituição arenosa. Apresenta limite gradacional com o planalto costeiro, porém do ponto de vista da cobertura vegetal ocorre uma mudança brusca de vegetação, em que a mata de

capoeira do planalto é substituída por vegetação de duna ou campo. Na transição com a planície de intermaré, topografia e vegetação mudam bruscamente, onde a vegetação de duna ou campo arenoso é substituída pelo manguezal.

2.4.2 Planície Lamosa de Supramaré

Esta unidade é constituída por sedimentos clásticos do Quaternário, cuja origem está relacionada aos processos de afogamento e colmatagem de paleocanais, localizada entre planalto costeiro e planície lamosa de intermaré.. Exibe cotas topográficas abaixo de 5m e forma estreitas faixas no interior da área com largura próxima a 2.300m, dispostas na direção N-S, em Soure e E-W em Salvaterra.

A transição com o planalto costeiro se dá por desníveis e pela mudança abrupta de vegetação, com a substituição de capoeiras por vegetação aluvial campestre.

2.4.3 Planície Lamosa de Intermaré (maguezal)

As planícies lamosas de intermaré estendem-se longitudinalmente, alargando-se para norte. Ocupam, na área de estudo, aproximadamente 155,95 km² e apresentam larguras que variam de 1 a 3,8 km. Limitam-se a oeste com o planalto costeiro e a planície lamosa de supramaré, a leste com os cordões de dunas e praias, e ao sul com o rio Paracauari. As principais drenagens são representadas pelos canais do Uruci, Araruna, Glória, Barco, Pesqueiro e Cajuúna.

A cobertura vegetal é representada pelos mangues. Na orla da Baía de Marajó, em Soure, os manguezais adultos estendem-se desde os limites da praia do Garrote até os limites com a praia do Cajuúna; e no vale do canal do Jubim, em Salvaterra.

2.4.4 Cordões Arenosos Antigos (Cheniers)

Os cordões arenosos antigos ou cheniers formam cristas lineares situadas no interior dos manguezais de intermaré, representando depósitos de antigas praias que ficaram preservadas em meio aos sedimentos siltosos/argilosos das planícies de maré e apresentam vegetação herbácea e arbustiva aberta. O processo de formação deste tipo de unidade está relacionado a deslocamento de

desembocaduras fluviais, flutuações do nível do mar, flutuações climáticas e frequência de tempestades.

Na planície costeira de Soure os cordões arenosos estão dispostos paralelamente a linha de costa e apresentam direção preferencial N-S, NW-SE. Em Salvaterra, são em menor número e formam agrupamentos próximos à foz do canal do Jubim, com formas estreitas e retilíneas, e posição no sentido NE-SW.

2.4.5 Cordões Arenosos de Dunas e Praias Atuais

Dunas são o resultado do retrabalhamento da areia da praia pelo vento, que as seleciona, transporta e deposita acima da zona de pós-praia. Cobertura vegetal, tamanho, altura e extensão de dunas dependem de características morfológicas e hidrodinâmica das praias. Sendo assim existem dois tipos de dunas: as que apresentam cristas paralelas à costa e vegetação densa; e as que se formam em áreas de vegetação espaçada, onde a ação do vento é livre como, as barcanóides, parabólicas, piramidais, etc.

Em Soure e Salvaterra, a maioria das dunas se enquadra na primeira classificação. São dunas baixas, longitudinais e cobertas por vegetação predominantemente arbustiva, abrangendo uma área de 3,29 km².

Na área de estudo, as praias estendem-se pela porção oriental da planície costeira, sob a dinâmica da Baía de Marajó e do estuário do Paracauari. O posicionamento espacial das praias e suas características obedecem a um possível controle estrutural e às diferenças fisiográficas entre as costas de Soure e Salvaterra.

As principais praias de Soure, como Cajuúna, Pesqueiro, Araruna, Barra Velha e Garrote, formam cordões entre 1,7 a 4,5 km, apresentando forma retilínea a convexa. São praias que permitem o desenvolvimento de zonas protegidas no litoral e extensos manguezais.

2.4.6 Canais de Maré e Deltas de Maré Vazante

O canal de maré tem papel importante na distribuição de sedimentos e nutrientes necessários para o desenvolvimento de planícies de maré e manguezais. Apresentam formas estreitas e fundos lamosos a montante e são largos e de fundos arenosos a jusante.

Os principais canais de Soure são: Cajuúna, Pesqueiro, Garrote, Glória, Araruna e Uruci. Apresentam direções preferenciais NW-SE e N-S com larguras máximas entre 112 e 468m. Em Salvaterra os canais de maré relevantes são do Jubim e Guajará com largura de 150 e 58m, respectivamente e direção preferencial NE-SW e W-E. Todos estes canais desembocam no rio Paracauari e Baía do Marajó.

Os deltas de vazante se formam na foz dos canais de maré e consistem em formação de bancos arenosa na direção do mar e braços rasos e pequenos. Na área de estudo, os canais principais que possuem deltas de maré são: Cajuúna, Pesqueiro, Glória, Araruna e Jubim com tendências de desenvolvimento nos sentidos S-N e W-E.

França e Souza Filho (2003) apresentaram estudos de mudanças na costa de Soure e Salvaterra nos últimos 15 anos. Estes autores mostraram que a costa leste do Marajó, no trecho entre canal do Jubim e Cajuúna, evidenciam um comportamento retrogradacional.

Atualmente, na costa sul de Soure ocorre uma maior deposição de sedimentos lamosos promovendo uma progradação de manguezais. Na parte oriental de Soure e nas falésias de Salvaterra apresenta maior retrogradação costeira. Na área oriental de Soure ocorre recuo de praia com migração de depósitos de praia e duna sobre manguezais, formação de terraços, e migração de canais. Em Salvaterra, as falésias sofrem processo de solapamento e desmoronamento pela ação das ondas, constituindo plataformas de abrasão que indicam a retrogradação do Planalto Costeiro, que forma escarpas de até 6 m (FRANÇA; SOUZA FILHO, 2003).

2.5 CANAIS DE MARÉ ESTUDADOS

2.5.1 Canal de maré do Limão

É localizado no município de Salvaterra, vila de Joanes. Possui largura média de 38 m e extensão média de 700 m, que caracteriza-o como o menor canal de maré estudado na presente pesquisa. Sua margem direita é coberta por mangue na região próxima de sua desembocadura e vegetação costeira (a exemplo de coqueiros) em direção à sua nascente e na sua margem esquerda. Apresenta um banco arenoso (Fig. 5) em sua desembocadura e uma estreita ligação com a Baía de Marajó. O sedimento de fundo é de característica areno-lamosa.



Figura 5: Banco arenoso na desembocadura do canal de maré do Limão.

2.5.2 Canal de maré do Jubim

O canal de maré do Jubim localiza-se em Salvaterra, na vila do Jubim. Sua desembocadura possui largura de aproximadamente de 600 m, largura média do canal de 110 m e comprimento médio de 4 km. Por se localizar na região de Planalto Rebaixado, possui uma área de erosão das falésias em sua margem direita constituída por conglomerados de laterita (Fig.5). Sua margem esquerda é típica de

planície de maré, com sedimentos lamosos e presença de manguezal. Em sua desembocadura também há presença de um banco arenoso, assim como no canal do Limão.



Figura 6: Margem direita do canal do Jubim com presença de lateritas e banco arenoso em sua desembocadura.

2.5.3 Canal de maré do Garrote

O canal do Garrote, também chamado de Uruci, se localiza no município de Soure e deságua no rio Paracauari. Tem largura média de 103 m, comprimento médio de 2400 m.

Em sua margem direita também há presença de laterita, similarmente ao que acontece no canal do Jubim, porém no Garrote estas lateritas são em grande parte recobertas por sedimento lamoso (Fig. 7). Na margem esquerda, a característica é de planície de maré, com presença de sedimento lamoso, baixa energia de ondas e presença de manguezal.



Figura 7: Margem direita do canal do Garrote.

2.5.4 Canal de maré do Pesqueiro

Também se localiza no município de Soure, se localiza mais ao norte e está mais exposto à ação marinha. Este canal é o que possui as maiores medidas comparado aos outros em estudo. Sua largura média é de 240 m, com sua desembocadura medindo aproximadamente 550 m, e extensão total de quase 3300 m.

Sua margem direita é composta de sedimento arenoso fino, com pouca presença de lateritas. A margem esquerda, assim como no canal anteriormente citado, possui sedimento lamoso, característico de planície de maré, e floresta de mangue (Fig. 8).



Figura 8: Margens direita e esquerda do canal do Pesqueiro, respectivamente.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 ESTUÁRIOS

O conceito de estuário difere muito de acordo com o ponto de vista abordado. O mais clássico é de Pritchard (1955), que consiste em: “um corpo de água costeiro semifechado, com ligação direta com o oceano aberto, no interior do qual a água do mar é mensuravelmente diluída pela água doce oriunda da drenagem continental”.

Em uma definição mais recente e abrangente, o estuário consiste em uma região interior na zona costeira onde ocorre o encontro e mistura das águas fluviais e marinhas transportadas pelas correntes de maré, estendendo-se rio acima até o limite da influência da oscilação da maré (MIRANDA; CASTRO; KJERFVE, 2002).

Suguio (1998) define estuário como um corpo aquoso litorâneo de circulação mais ou menos restrita, porém ligado a um oceano aberto, com presença de sedimentos de granulação variável e de estratificação mais irregular na porção central, tornando-se mais homogêneos em direção às margens.

3.2 CANAL DE MARÉ

Constitui um canal meandrante que se desenvolve sobre as planícies de maré e sofre influência da oscilação da onda de maré, caracterizando correntes de enchente e vazante. Durante as fases de preamar ou baixa-mar podem desenvolver velocidades correspondentes ao regime de fluxo superior (SUGUIO, 1998).

A importância destes ambientes para trocas sedimentares e de nutrientes entre feições costeiras, como manguezais, e oceano ou outros sistemas maiores, como baías, é pronunciada e fundamental. Canais de maré fornecem sedimentos para os manguezais e podem determinar se toda a área costeira é capaz de manter o ritmo com a subida do nível do mar (FAGHERAZZI; PRIESTAS, 2009).

A sua forma meandrante é característica, e é consequência da erosão de bancos côncavos em conjunto com a deposição em barras convexas. As curvas dos

canais meandrantos são também considerados como o resultado de processos sedimentares de transporte em que a erosão é destaque (HOOD, 2009).

3.3 CORRENTE DE MARÉ

De acordo com Suguio (1998), correntes de maré são movimentos horizontais em função da subida ou descida das marés astronômicas. Sua periodicidade e orientação dependem do regime de marés local. São afetadas diretamente pela geomorfologia costeira e geologia submarina, bem como pelo efeito de Coriolis (DEFANT, 1961 apud SUGUIO, 1998).

Desempenham um papel fundamental nos processos de sedimentação nos estuários e rios em que margeiam (GREGÓRIO; MENDES, 2009). Estas correntes também são responsáveis pela dispersão de sais e nutrientes tanto em direção ao mar quando em direção ao canal, promovendo uma mistura significativa que afeta benéficamente a biota nestes ambientes existentes (SUGUIO, 1998).

4 METODOLOGIA

4.1 COLETA DE DADOS EM CAMPO

As coletas de dados de corrente e salinidade foram realizadas durante 13hs em cada canal durante maré de sizígia, nos meses de Agosto e Dezembro de 2010, caracterizando dois períodos climáticos distintos, um mais chuvoso e outro menos chuvoso, respectivamente.

Para a medição de intensidade e direção da corrente de maré nos canais, foi utilizado um correntômetro magnético de modelo AEM USB da marca JFE ALEC (Fig. 8) acoplado a um cano PVC fixado no fundo do canal, submerso durante todo o período de coleta para que fosse possível amostrar dados durante o ciclo de maré. O equipamento foi programado pra realizar medições a cada um minuto.



Figura 9: Correntômetro acoplado à um cano PVC utilizado na medição de corrente nos canais de maré estudados.

Os dados de salinidade foram obtidos apartir de um CTD SeaBird SBE 37, (Fig.10) também submerso durante 13hs, com a mesma finalidade de medir este parâmetro ao longo da onda de maré. O equipamento foi programado para adquirir medições a cada cinco segundos. Nos canais do Jubim e Pesqueiro, foi realizado

um perfil vertical a cada hora, para analisar a distribuição da salinidade ao longo da coluna d'água.



Figura 10: CTD SeaBird SBE 37 utilizado para medição de salinidade nos canais de estudo.

4.2 ANÁLISE DE DADOS

Os dados foram descarregados ainda em campo e, posteriormente em laboratório, filtrados e tratados.

Os gráficos de salinidade foram plotados em função do tempo, para que fosse possível analisar a variação ao longo da onda de maré. Já os gráficos verticais de salinidade foram interpolados através do método de krigagem para visualizar a variação deste parâmetro em função da profundidade da coluna d'água e do tempo.

Os dados de corrente foram submetidos à rotinas afim de analisar a variação da intensidade e direção das correntes de maré em função do tempo de amostragem.

O transporte líquido foi obtido através da decomposição dos vetores de intensidade das correntes de vazante e enchente e a soma vetorial destes para que

fosse possível definir se estes corpos d'água estavam importando ou exportando água para a Baía do Marajó.

5 RESULTADOS

5.1 CONTEXTUALIZAÇÃO CLIMÁTICA

De acordo com dados gráficos (Fig.11) obtidos online do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), foi analisada a pluviosidade nos meses de coleta, Agosto e Dezembro de 2010, relacionando-a com os dados das normais climatológicas da estação de Soure, ilha de Marajó.

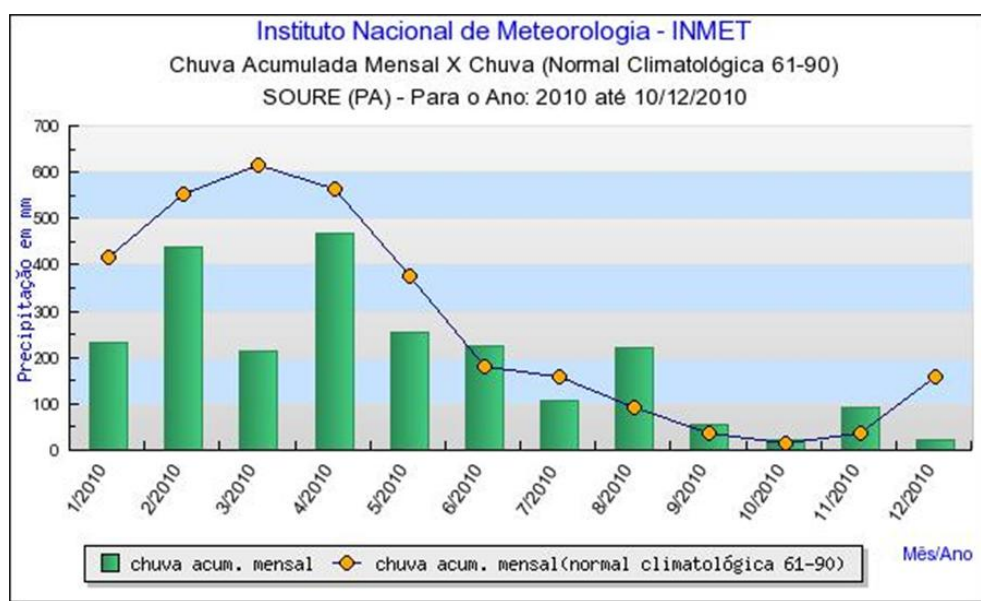


Figura 11: Chuva acumulada relacionada com a normal climatológica em Soure, 2010.

Foram obtidos estes dados das estações de Belém (Fig. 12), que fica às margens da Baía do Guajará, Breves (Fig. 13), que se localiza às margens do rio Pará, de Cametá (Fig. 14), às margens do rio Tocantins, e de, sistemas estes que deságuam na Baía do Marajó e, por isso, são de grande importância para que se estime a menor ou maior vazão na baía em questão. Através destes, pode-se observar que as três estações registraram maior pluviosidade nos meses de Junho/Agosto do que Novembro/Dezembro.

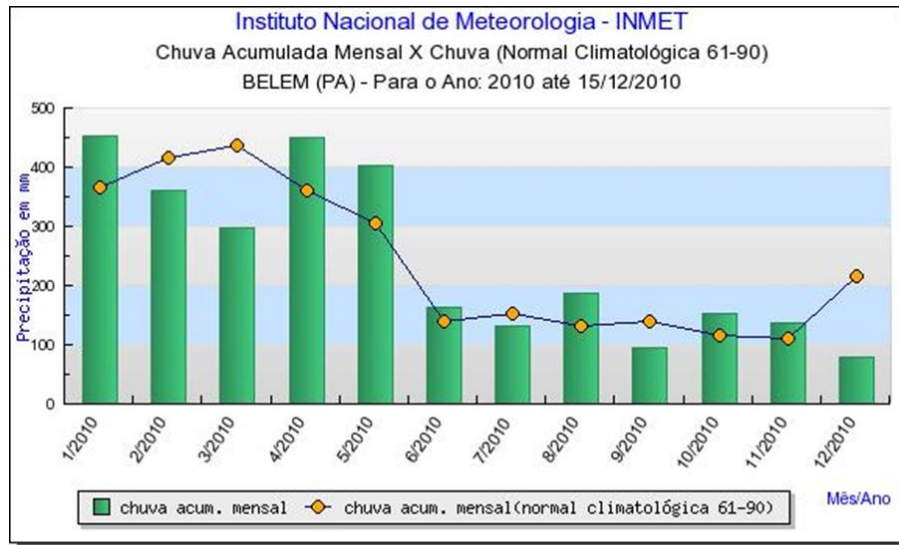


Figura 12: Chuva acumulada relacionada com a normal climatológica em Belém, 2010.

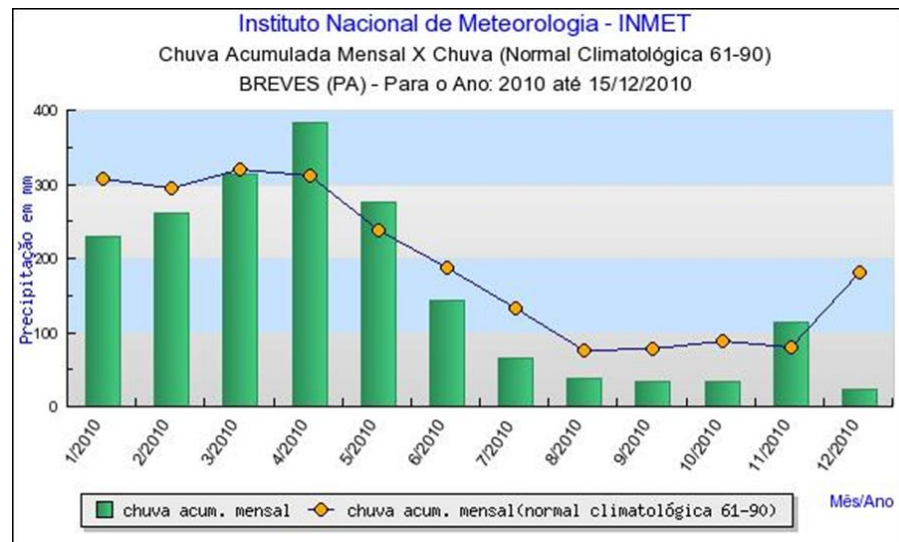


Figura 13: Chuva acumulada relacionada com a normal climatológica em Breves, 2010.

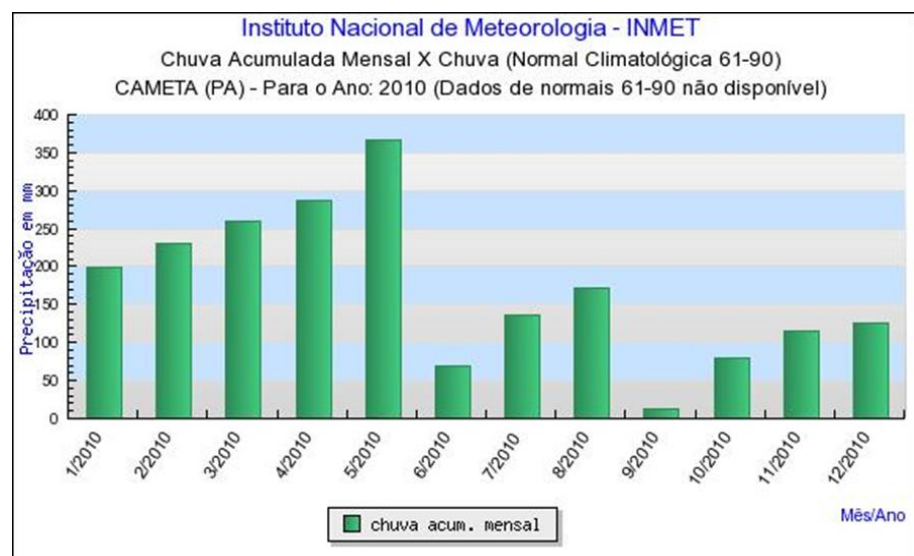


Figura 14: Chuva acumulada relacionada com a normal climatológica em Cametá, 2010.

5.2 SALINIDADE

A partir da análise de distribuição espacial de salinidade durante as coletas do mês de Agosto durante um ciclo de maré, observou-se que o maior valor deste parâmetro foi no canal do Pesqueiro (7,7) (Fig.16) e menor no canal do Limão (2,5) (Fig.15). O canal do Pesqueiro apresentou menor valor de 6,7; o canal do Jubim apresentou máxima de 5,9 e mínima de 4, com variação de 1,9; o canal do Limão (Fig.15) obteve seu máximo de 5,1; os valores do canal do Garrote foram mais aproximados aos do Pesqueiro, com máximo de 6,6 e mínimo de 5,4 (Fig.16).

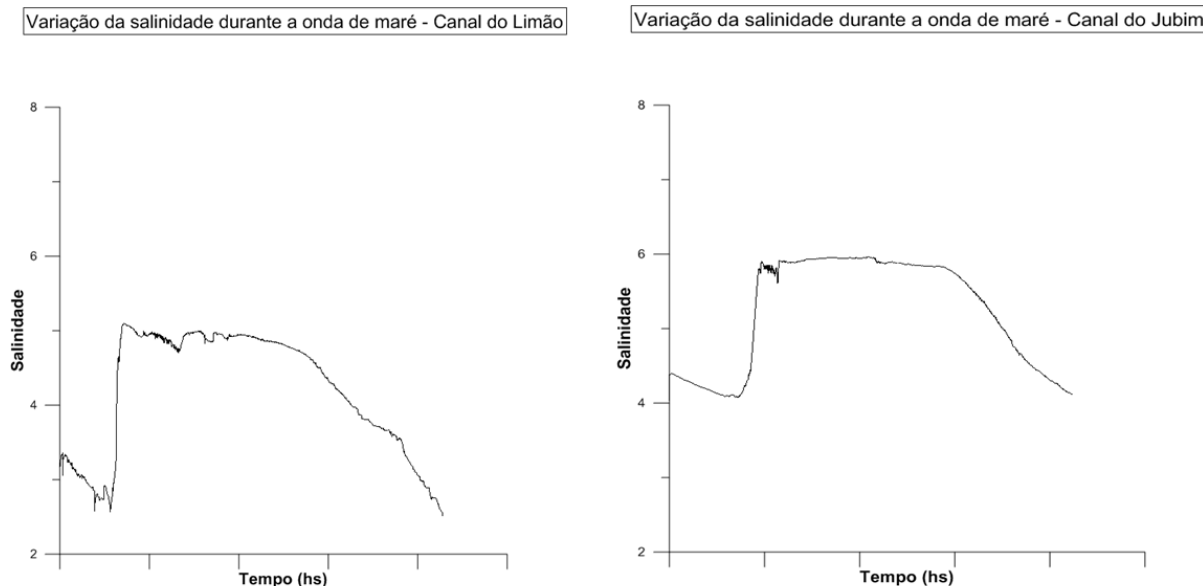
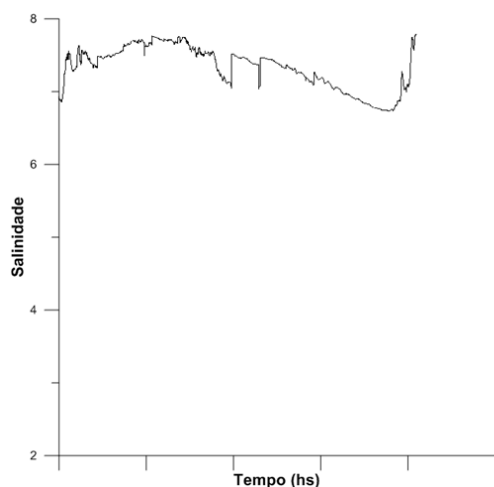


Figura 15: Variação da salinidade durante a onda de maré nos canais do Limão e Jubim, durante 13 horas, no mês de Agosto.

Os intervalos entre os valores máximos e mínimos foram próximos nos quatro canais em estudo e apresentaram pouca variação. Porém, o canal do Limão teve a maior variação de salinidade durante o ciclo de maré, com valor de 2,6.

Variação da salinidade durante a onda de maré - Canal do Pesqueiro



Variação da salinidade durante a onda de maré - Canal do Garrote

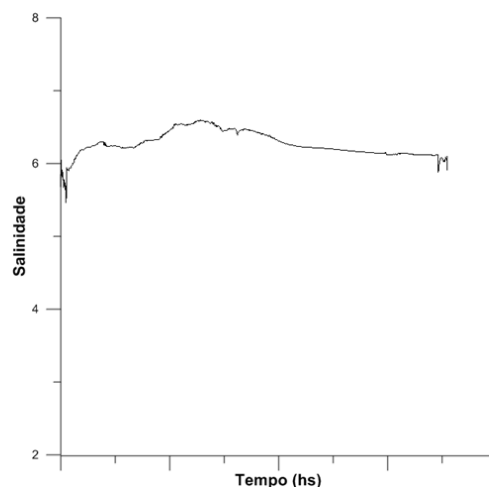


Figura 16: Variação da salinidade durante a onda de maré nos canais do Pesqueiro e Garrote, durante 13 horas, no mês de Agosto.

Os canais do Pesqueiro e Garrote apresentaram valores mais elevados, provavelmente porque se localizam mais ao norte e, portanto, mais expostos à influência e penetração de água marinha, o que acontece com efeitos mais brandos nos canais do Limão e Jubim, uma vez que estão mais abrigados e menos afetados por estes fatores.

Por outro lado, observa-se que a entrada de água salina proveniente da Baía do Marajó é mais brusca nos canais do Limão e Jubim, pois estes possuem bancos arenosos em suas desembocaduras que funcionam como barreiras, dificultando a entrada gradual da onda de maré. Quando esta resistência é vencida, a água da baía entra de tal forma que a salinidade aumenta subitamente em um curto intervalo de tempo. Nos outros dois canais isto não acontece, pois não há este empecilho.

Foi possível também analisar a diferença temporal entre os meses de Agosto e Dezembro da salinidade ao longo do ciclo de maré no canal do Jubim. Observou-se que na coleta realizada em Dezembro, a salinidade obteve valores mais elevados do que na coleta anterior, com máximo de 6,39, mínimo de 5,74 e variação de apenas 0,65 (Fig. 17).

Variação da salinidade durante a onda de maré - Canal do Jubim - Dezembro

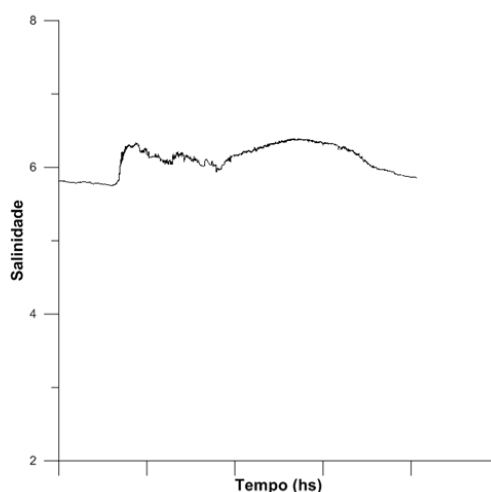


Figura 17: Variação da salinidade durante a onda de maré no canal do Jubim, durante 13 horas, no mês de Dezembro.

No período de coleta que teve mais incidência de chuva (Agosto), a salinidade apresentou valores mais baixos do que o período em que houve menos chuva (Dezembro).

Os perfis verticais de salinidade demonstraram que durante a estação mais chuvosa a estratificação de salinidade foi pouco percebida, tanto no canal do Jubim (Fig.18) quanto no do Pesqueiro (Fig.19). Observou-se que durante a fase de enchente no canal do Jubim, a salinidade na coluna d'água estava bem homogênea, devido à grande turbulência que nesta ocorre, o que favorece o processo de mistura. Percebeu-se uma leve estratificação na vazante, pela maior influência da água continental durante esta fase.

No canal do Pesqueiro, assim como no canal do Jubim, não houve estratificação vertical de salinidade bem pronunciada. Porém, foi possível perceber uma leve diferenciação deste parâmetro durante o início da fase de vazante, como resultado do maior influxo de água menos salina proveniente da bacia de drenagem continental.

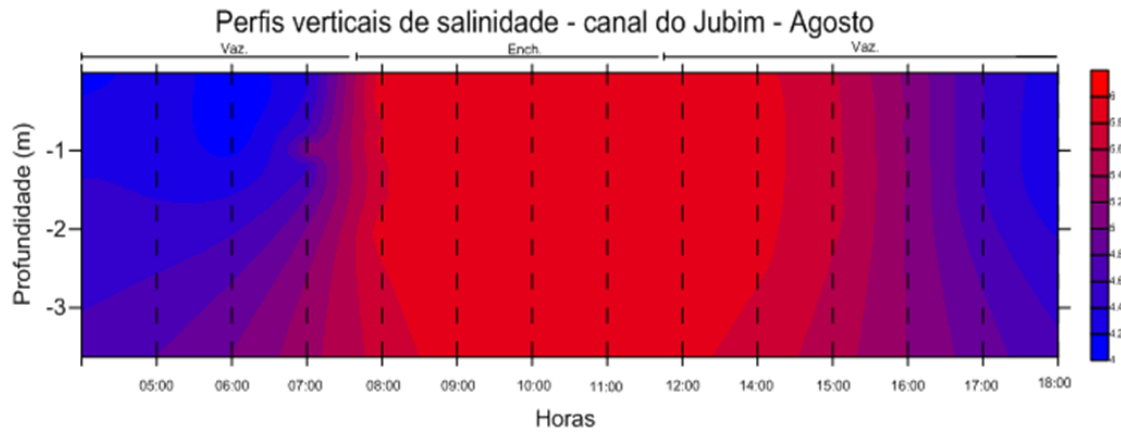


Figura 18: Variação da vertical salinidade durante a onda de maré no canal do Jubim, drante 13 horas, no mês de Agosto.

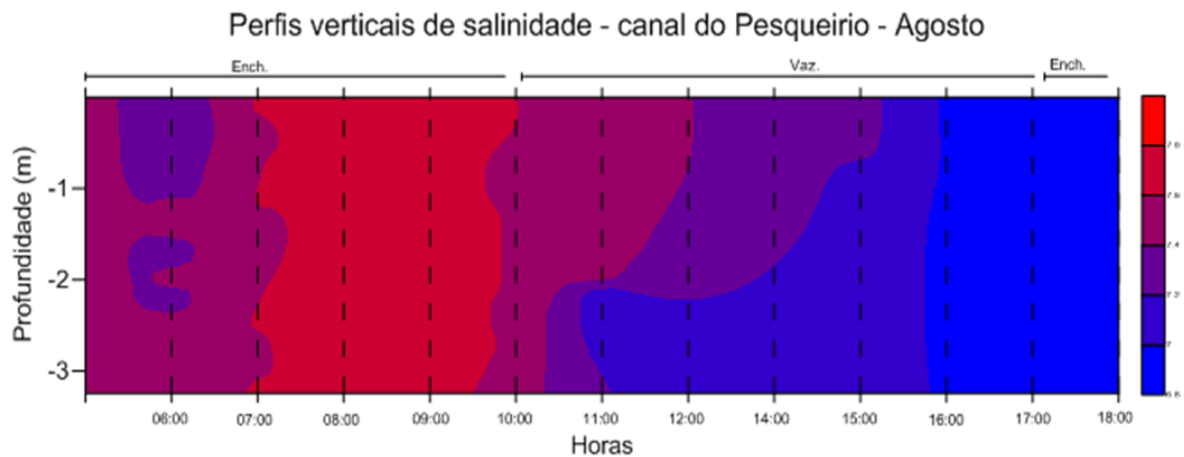


Figura 19: Variação da vertical salinidade durante a onda de maré no canal do Pesqueiro, durante 13 horas, no mês de Agosto.

No período menos chuvoso também não houve grande estratificação vertical de salinidade no ponto de coleta do canal do Jubim (Fig. 20). Verificou-se, no início da enchente, a entrada da água salina através da camada mais profunda, mas configurou uma camada de água bem misturada, levando em conta a pequena profundidade do ponto de coleta.

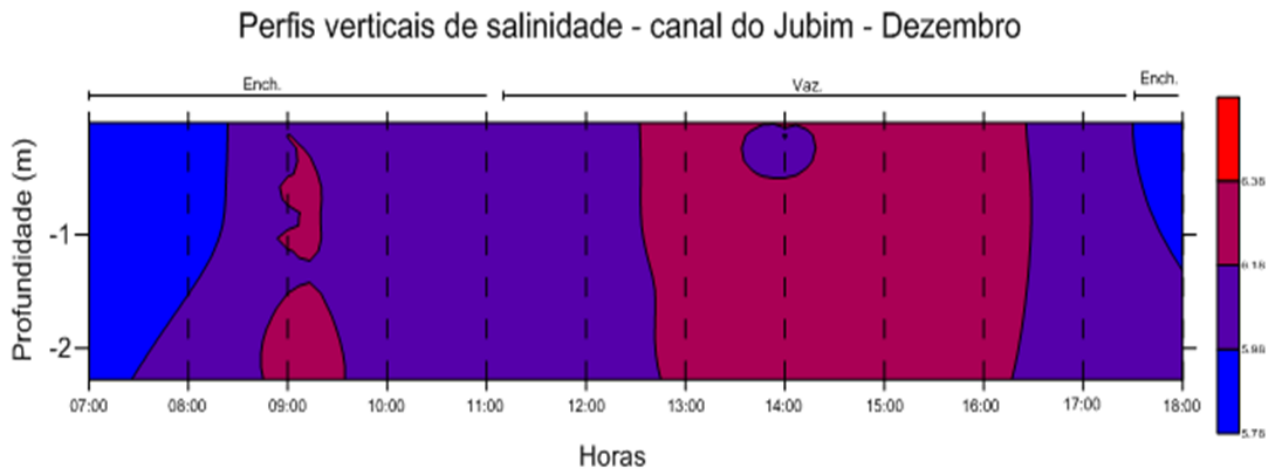


Figura 20: Variação da vertical salinidade durante a onda de maré no canal do Jubim, diante 13 horas, no mês de Dezembro.

5.3 CORRENTES DE MARÉ

Nos dados adquiridos pelo correntômetro fixado no fundo no canal, percebeu-se um padrão de intensidade de maré enchente superior a de maré vazante em todos os canais de maré em estudo, durante os dois períodos de coleta.

No canal do Jubim, a intensidade máxima da corrente de enchente foi de 156 cm/s em Agosto e de 199 cm/s em Dezembro, enquanto que os valores máximos de vazante foram de 95 cm/s em Agosto e 166 cm/s em Dezembro (Fig.21).

No canal do Limão, o valor máximo da enchente foi de 83 cm/s em Agosto e 143,6 cm/s em Dezembro, e de vazante teve intensidade máxima de 70,8 cm/s em Agosto e 119 cm/s em Dezembro (Fig.22).

No canal do Pesqueiro foi encontrado o mesmo padrão, onde a corrente de enchente possuiu valores máximos de 104,3 cm/s em Agosto e 244,5 cm/s em Dezembro, e máximos valores na vazante de 82 cm/s em Agosto e 139,3 cm/s em Dezembro (Fig.23). Verificou-se também que o tempo de vazante foi superior a de enchente, uma vez que a primeira demorou em torno de 8 horas e a segunda, 3 horas, em todos os canais de maré analisados.

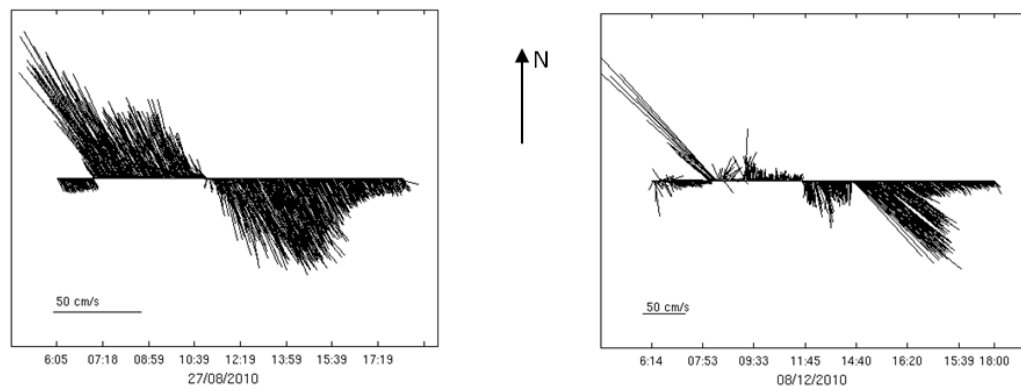


Figura 21: Variação da corrente de maré no canal do Jubim, durante 13 horas, nos meses de Agosto e Dezembro.

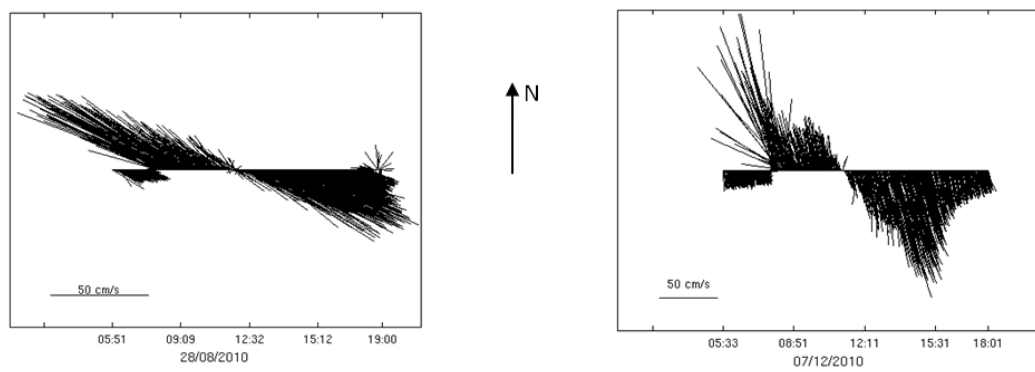


Figura 22: Variação da corrente de maré no canal do Limão, durante 13 horas, nos meses de Agosto e Dezembro.

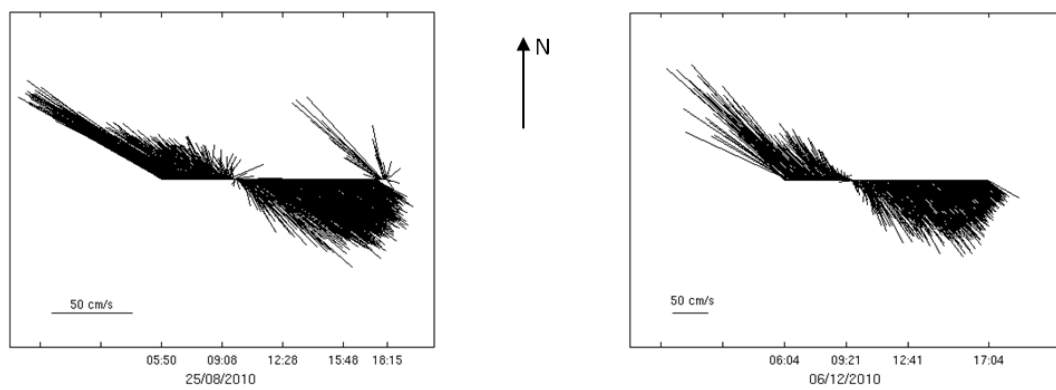


Figura 23: Variação da corrente de maré no canal do Pesqueiro, durante 13 horas, nos meses de Agosto e Dezembro.

5.4 DIREÇÃO PREFERENCIAL DE FLUXO

Todos os canais (Jubim, Limão e Pesqueiro) exportaram água para a Baía de Marajó. Todos eles também exportaram mais durante as coletas do período de Dezembro, menos chuvoso, do que em Agosto, mais chuvoso (Fig. 24).

O canal do Pesqueiro apresentou os maiores valores do vetor de direção de fluxo nos dois períodos de coleta, porém com variação entre eles relativamente mais branda do que a do canal do Jubim que, apesar de apresentar menor valor em Agosto, obteve maior variação durante o período de estudo.

Na estação de maior exportação (Dezembro), o canal do Pesqueiro foi o exportador mais eficiente, seguido dos canais do Jubim e Limão, respectivamente.

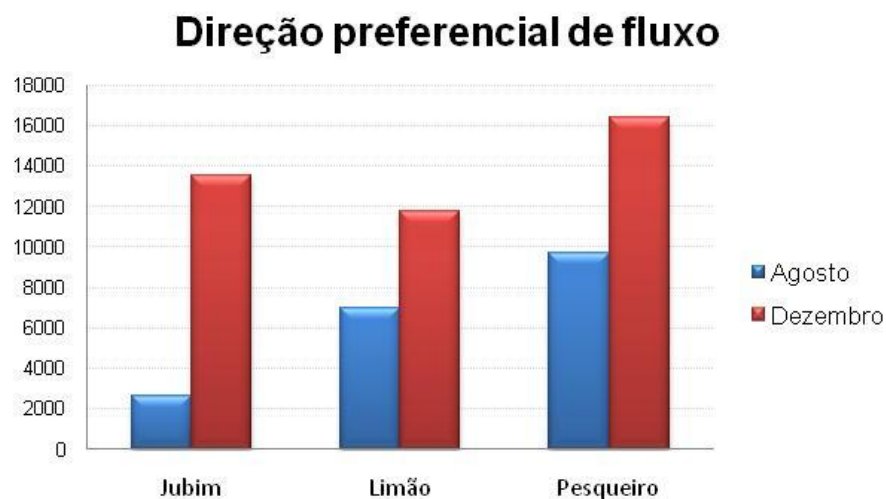


Figura 24: Comparação sazonal do fluxo na direção dos canais em estudo para a baía.

6 DISCUSSÃO

6.1 CONTEXTUALIZAÇÃO CLIMÁTICA

Através dos dados demonstrados, observou-se maior precipitação nos meses Junho/Agosto (classificado como período mais chuvoso) do que nos meses Novembro/Dezembro (caracterizado como menos chuvoso). Vale ressaltar que o mês de Dezembro deveria ser mais chuvoso segundo a bibliografia consultada (LIMA et al, 2005), o que não foi visto através da interpretação dos gráficos e dados consultados do INMET.

Esta maior pluviosidade nos meses Junho/Agosto nas estações citadas, implica no maior aporte de água aos rios que contribuem na baía em questão e, portanto, também implica numa maior vazão destes e, conseqüentemente, na Baía de Marajó.

6.2 SALINIDADE

Os dados de salinidade apontam uma variação de 7,7 a 2,5 ao longo dos quatro canais de maré analisados. Baltazar (2009) verificou salinidade aproximada da aferida neste estudo durante sua pesquisa na Baía de Marajó, com valores máximos de 4,7 na fase de enchente, em frente à ilha de Colares, localizada na margem oposta ao presente estudo.

Isto demonstra certa homogeneidade de salinidade na baía, já que mesmo em períodos, pontos de coleta e condições climáticas distintas, este parâmetro apresentou-se dentro de um padrão ao longo do ciclo de maré.

Segundo Monteiro (2009), a salinidade do rio Paracauari, que corta os municípios de Soure e Salvaterra e duas feições geomorfológicas distintas, apresentou média de 0,12 na estação chuvosa e 6,18 na menos chuvosa. Levando-se em conta que o rio em questão constitui um corpo d'água maior e mais pronunciado que os canais de maré em estudo, esta variação também estaria dentro dos padrões da Baía de Marajó.

No que concerne a variação sazonal da salinidade, observou-se variação de 0,4 no canal do Jubim, sendo máxima no período de Dezembro (6,3) e mínima em Agosto (5,9). Padrão similar foi encontrado também por Monteiro (2009), quando

retrata que os parâmetros variam em escala temporal de acordo com as estações do ano, associados ao clima da região amazônica.

A autora ainda cita que esta variação é mais percebida no período chuvoso, quando há maior aporte alóctone proporcionado pelos escoamentos superficial e sub-superficial. Isto acontece, pois há maior diluição de sais quando o aporte de água é maior, como esperado, no padrão de estação chuvosa, uma vez que a dissipação da energia de maré é o agente primário que mistura a água continental com a marinha no estuário (HARLEYMAN, 1966 apud BLANTON; ALBER; SHELDON, 2001)

Os perfis verticais de salinidade também obtiveram comportamento similar aos estudos de Baltazar (2009) e Monteiro (2009), apresentando pouca estratificação. No rio Paracauari também não foi percebido uma estratificação vertical de salinidade proeminente, sendo classificado em um estuário verticalmente homogêneo (MONTEIRO, 2009).

6.3 CORRENTES DE MARÉ

A corrente de maré, durante os dois períodos de estudo e em todos os canais amostrados, foi mais intensa durante a enchente do que na vazante. A intensidade média da corrente foi de 130 cm/s.

Estes valores médios de corrente de maré podem ser aproximadamente relacionados com os obtidos na Baía de Marajó por Baltazar (2009), que apresentou máxima velocidade de 116 cm/s em fase de enchente, porém mostrou-se de grande magnitude durante todo o ciclo de maré medido.

Ao comparar a velocidade das correntes de enchente e vazante nos dois períodos de coleta, verificou-se que as maiores intensidades aconteceram na estação menos chuvosa em todos os canais amostrados.

Isto acontece, provavelmente, devido a menor pressão exercida no período menos chuvoso pelas águas da baía, que diminui de vazão no período menos chuvoso. Situação análoga a esta foi observada por Blanton, Alber e Sheldon (2001), no estuário do rio Satilla, Georgia, EUA.

O tempo de duração de maré vazante foi superior à de enchente, pois, se tratando de uma área de domínio fluvial sob impacto de marés, este intervalo de tempo é o padrão, especialmente durante maré de sizígia (GREGÓRIO; MENDES, 2009).

6.4 DIREÇÃO PREFERENCIAL DE FLUXO

Os vetores de fluxo foram de maiores valores na estação menos chuvosa do que durante a mais chuvosa. Isto provavelmente acontece porque quando há maior incidência de chuva nos rios que compõem a Baía do Marajó, a vazão desta apresenta valor acima do normal e faz com que os corpos d'água menores que se localizam em sua margem não tenham força o suficiente para exportar água.

Quando as chuvas diminuem, a vazão da baía também diminui e os corpos d'água menores (no caso, os canais de maré) correm mais livremente e conseguem lançar mais água na baía. Isto também explica porque a intensidade das correntes em Dezembro foram maiores do que em Agosto. Situação análoga ocorreu na pesquisa de Blanton; Alber e Sheldon (2001), onde foi verificado que a salubridade da água do estuário de Georgia (EUA) era mantida pela pressão hidrostática exercida pela descarga dos rios que dificultava a entrada da água marinha neste sistema.

7 CONCLUSÕES

O clima na região de estudo e nas áreas que a influencia, se comportou de maneira contrária durante o período de coleta. Isto influenciou diretamente na vazão dos rios que constituem a Baía de Marajó e nos resultados de corrente e salinidade

nesta pesquisa adquiridos, que deveriam também se mostrar contrários se o clima obedecesse ao seu regime normal. Assim, admitiu-se para esta pesquisa o período chuvoso sendo Agosto e menos chuvoso, Dezembro.

A salinidade se apresentou com valores próximos aos adquiridos em pesquisas anteriores no rio Paracauari e na própria Baía de Marajó, com valor médio de 5,6 no mês de Agosto e de 6,1 em Dezembro. Este fato prova que no período mais chuvoso a salinidade nos canais é menor do que no menos chuvoso.

Este parâmetro também variou entre os canais de maré, com maior valor no canal do Pesqueiro e menor no canal do Limão. Isto se dá por causa da localização destes, uma vez que o Pesqueiro está mais ao norte e, portanto, recebe maior influência da água marinha.

A análise dos perfis verticais de salinidade demonstrou que não houve estratificação significativa em nenhum dos canais de maré analisados, uma vez que a pouca profundidade dos canais e a alta dinâmica local facilita a mistura de sais nestes ambientes.

As correntes de maré se mostraram mais intensas na fase de enchente do que na de vazante em todos os canais em estudo, com valores médios de 130 cm/s. Sazonalmente, a corrente foi mais intensa no período menos chuvoso nos três canais.

A direção do fluxo se mostrou preferencialmente em direção à baía em todos os canais, o que significa que estes exportam água para a Baía de Marajó. Adicionalmente, durante o período menos chuvoso este fator foi mais eficiente como consequência da diminuição da vazão dos rios provocada pela diminuição das chuvas na região.

REFERÊNCIAS

BALTAZAR, L.R.S. **Contribuições ao Entendimento dos Processos Oceanográficos Físicos da Baía de Marajó-PA em final de período seco.** 2009.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Oceanografia) – Instituto de Geociências, Faculdade de Oceanografia, Universidade Federal do Pará, 2009.

BLANTON, J., ALBER, M., SHELDON, J. Salinity Response of the Satilla River Estuary to Seasonal Changes in Freshwater Discharge. In: GEORGIA WATER RESOURCES CONFERENCE, 2001. **Proceedings**. [S.l.: S.n.], 2001. p. 26-27.

CAVALCANTI, G.M.L. **Geofísica aplicada à prospecção de água subterrânea na área do rio Paracauari – Ilha do Marajó – Pará**. 1979. Dissertação de mestrado (Curso de Pós- Graduação em Geologia e Geoquímica) – Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, 1979.

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

DHN .Diretoria de Hidrografia e Navegação. **Tábua das Marés**. Marinha do Brasil. Disponível em: <http://www.mar.mil.br>. Acesso em: 20 de setembro de 2010.

EL-ROBRINI, M., SILVA, M. A. M. A., SOUZA FILHO, P. W. M., EL-ROBRINI, M. H. S., SILVA Jr., O. G. S., FRANÇA, C. F. **Erosão e Progradação do Litoral Brasileiro**. Belém: Ministério do Meio Ambiente, 2006.

FAGHERAZZI, S., PRIESTAS, A.M. Sediments and water fluxes in a muddy coastline: interplay between waves and tidal channel hydrodynamics. **Earth Surf. Process. Landforms**, v.35. , 2001, p. 248-293, 2009.

FRANÇA, C.F. **Morfologia e Mudanças Costeiras da Margem Leste da Ilha de Marajó (Pa)**. 2003. Tese de Doutorado (Curso de Pós- Graduação em Geologia e Geoquímica) – Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, 2003.

FRANÇA, C.F.; Souza Filho, P.W.M. Compartimentação morfológica da margem leste da Ilha de Marajó: Zona Costeira dos municípios de Soure e Salvaterra – Estado do Pará. **Revista Brasileira de Geomorfologia**. Ano 7, nº1, p. 33-42, 2006.

FRANÇA, C. F.; SOUZA FILHO, P. W. M. Análise das Mudanças Morfológicas Costeiras de Médio Período na Margem Leste da Ilha de Marajó (Pa) em Imagem Landsat. **Revista Brasileira de Geociências**. [S.l.: S.n.] p.127-136, 2003.

GREGÓRIO, A.M.S., MENDES, A.C. Batimetria e Sedimentologia da Baía do Guajará , Belém, Estado do Pará, Brasil. **Amazônia: Ciência & Desenvolvimento**, Belém, v. 5, n. 9, p. 53-72, 2009.

HOOD, W.G. Tidal channel meander formation by depositional rather than erosional processes: examples of the prograding Skagit River Delta (Washington, USA). **Earth Surf. Process. Landforms**. v. 35. p. 319-330, 2009.

LIMA, A.M.M. et al. Ilha de Marajó: revisão histórica, hidroclimatologia, bacias hidrográficas e proposta de gestão. **Relatório técnico. Secretaria Executiva de Ciências, Tecnologia e Meio Ambiente – Núcleo de Hidrometeorologia. (SECTAM/NHM)**. Belém, 2004.

LIMA, A. M.; OLIVEIRA, L. L.; FONTINHAS, R. L.; LIMA, R. J. S. Ilha do Marajó: Revisão Histórica, Climatológica, Bacias Hidrográficas e Propostas de Gestão. **HOLOS Environment**, v.5 n.1- p 65. 2005.

MARTORANO, L. G. et al. Estudos climáticos do estado do Pará, classificação climática (KÖPPEN) e deficiência hídrica (THORNTHWAITE, MATHER)., **Sudam/Embrapa**. 53 p. Belém, 1993.

MIRANDA, L. B.; CASTRO, B. M.; KJERFVE, B. **Princípios de Oceanografia Física de Estuários**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2002.

MONTEIRO, S.M., **Dinâmica dos parâmetros abióticos na zona de mistura do estuário do Rio Paracauari, Ilha de Marajó – PA**. 2009. Dissertação de mestrado (Curso de Pós- Graduação em Geologia e Geoquímica) – Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, 2009.

PRITCHARD, D. W. Estuarine circulation patterns. **Proc. Am. Soc. Civ. Eng.**, v. 81, n. 717, p.1-11. 1955.

RANIERI, L.A. **Comportamento morfo-sedimentar da praia do Pesqueiro – Soure, Ilha de Marajó/PA**. 2008. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Oceanografia) – Instituto de Geociências, Faculdade de Oceanografia, Universidade Federal do Pará, 2008.

ROSSETI, D. F. Late Cenozoic Sedimentary Evolution in Northeastern Pará, Barzil, within the Context of Sea Level Changes. **Jornal of South American Earth Sciences**. v.14, p. 77-89, 2001.

SCHETTINI, C.A.F. Caracterização física do estuário do Rio Itajaí-açu, SC. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos** (RBRH). Vol 7 . 123-142, 2002.

SILVA, M.S.F., **Caracterização granulométrica dos sedimentos arenosos das praias Grande e Joanes – Salvaterra (Ilha de Marajó/PA)**. 2008. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Oceanografia) – Instituto de Geociências, Faculdade de Oceanografia, Universidade Federal do Pará, 2008.

SILVA, C. G.; et al. In: BAPTISTA NETO, J. A.; PONZI, V. R. A.; SICHEL, S. E. (Org). **Introdução à geologia marinha**. Rio de Janeiro: Interciência. 2004. 279 p.

SOUZA FILHO, P. W. M. **A planície costeira bragantina (NE do Pará): influência das variações do nível do mar na morfoestratigrafia costeira durante o Holoceno**. 1995. Dissertação de Mestrado (Curso de Pós- Graduação em Geologia e Geoquímica) – Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, 1995.

SOUZA FILHO, P. W. M. **Avaliação e aplicação de dados de sensores remotos no estudo de ambientes costeiros tropicais úmidos, Bragança, Norte do Brasil**. 2000. Tese de Doutorado (Curso de Pós- Graduação em Geologia e Geoquímica) – Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, 2000.

SUGIUI, K. **Dicionário de geologia sedimentar e áreas afins**. Bertrand Brasil. Rio de Janeiro, 1998.