



Universidade Federal do Pará



Faculdade de Oceanografia



Instituto de Geociências

VICTOR HUGO DA SILVA MOREIRA

**VARIAÇÃO DE PARÂMETROS HIDROLÓGICOS EM FUNÇÃO DA MARÉ NA
PRAIA DE COLARES – PA**

**BELÉM-PA
ABRIL / 2013**

VICTOR HUGO DA SILVA MOREIRA

**VARIAÇÃO DE PARÂMETROS HIDROLÓGICOS EM FUNÇÃO DA MARÉ NA
PRAIA DE COLARES – PA**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à faculdade de Oceanografia
da Universidade Federal do Pará –
UFPA, em cumprimento às exigências
para obtenção do grau de Bacharel em
Oceanografia.

Orientador: Dr. Marcelo Rollnic.

BELÉM
2013

ESPAÇO RESERVADO PARA A FICHA CATALOGRÁFICA

VICTOR HUGO DA SILVA MOREIRA

VARIAÇÃO DE PARÂMETROS HIDROLÓGICOS EM FUNÇÃO DA MARÉ NA PRAIA
DE COLARES – PA

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à faculdade de Oceanografia
da Universidade Federal do Pará –
UFPA, em cumprimento às exigências
para obtenção do grau de Bacharel em
Oceanografia.

Orientador: Dr(o)Marcelo Rollnic.

Data de aprovação: ____/____/____

Conceito: _____

Banca examinadora:

Prof. Dr Marcelo rollnic - Orientador

Doutor em Oceanografia

Universidade Federal do Pará

Maamar El Robrini - Membro

Doutor em Geologia Marinha

Universidade Federal do Pará

Renan Peixoto - Membro

Ms. Oceanografia Física, Química e Geológica.

Fundação Federal do Rio Grande

AGRADECIMENTOS

A Deus, por tudo o que é e tem feito por mim;

Ao professor Marcelo Rollnic, pela orientação na elaboração deste trabalho bem como o incentivo, paciência e atenção durante esse tempo;

Ao MSc Renan Peixoto e ao Prof. Dr. Maâmar El-Robrini, por terem aceitado o convite para participar da banca de defesa.

À FINEP, pelo apoio concedido através da Rede de Hidrologia Amazônica, a qual possibilitou a execução desta pesquisa.

Aos membros do Laboratório de Oceanografia Física (LOF) da UFPA, pelo apoio técnico.

Aos amigos Filipe e Yuri, pelo auxílio na formatação do trabalho.

À Hysla, pelo companheirismo e auxílio na elaboração deste trabalho.

E, não menos importante, à minha família, por ter me dado apoio e estar ao meu lado em todos os momentos.

RESUMO

O estuário do rio Pará, situado na região amazônica, apresenta grande importância no que diz respeito aos aspectos socioeconômicos locais, como a pesca que é uma atividade de subsistência e comercial muito importante para os habitantes autóctones, os ribeirinhos. Esta região, assim como o próprio rio Pará e os outros rios da imensa região Amazônica, são as únicas alternativas de transporte e comunicação para a maioria das pessoas que habitam estes locais de acesso limitado, além de viabilizar o transporte das mercadorias produzidas em empreendimentos familiares como a agricultura e a própria pesca que já foi citada. Além dos fatores citados anteriormente, o estuário do rio Pará tem uma grande importância ambiental. Dentro deste contexto está inserida a Ilha de colares, mais especificamente a praia de colares, localizada na margem direita da baía do Marajó (baixo estuário do rio Pará). Este local apresenta características de maré semidiurna, e uma ampla diversidade geomorfológica que torna os processos geológicos e oceanográficos muito complexos. Tendo em vista todas as informações anteriores e a necessidade de se ampliar os conhecimentos sobre os processos oceanográficos físicos que fazem parte deste local, foram feitas coletas de dados em um período de 44 dias (01/10/2012 a 13/11/2012) na praia de Colares onde se observou a variação dos parâmetros temperatura e salinidade com o regime de marés local. Dentro deste período de tempo observou-se que a temperatura não apresentou grandes variações, porém a salinidade, a partir do dia 12/10/2012 passou a apresentar grandes elevações, para os padrões locais, e alcançou valores máximos nos períodos de marés de sizígia (dias 17 a 18 e 29 a 30 de outubro) e menores valores nos períodos de marés de quadratura (dias 7 a 8 e 22 a 23 de outubro). Mostrando que as marés tem grande influência na elevação da salinidade da região, atuando juntamente com o clima local e possivelmente impulsionando a intrusão salina existente no estuário a avançar nas águas superficiais e talvez na coluna d'água.

Palavras chave: Salinidade, Temperatura, Marés

ABSTRACT

The estuary of Pará river, located in the amazon region, has great importance regarding local socioeconomic aspects, as fishing is an activity that subsistence and commercial very important to the local inhabitants, the riverside. This estuary, as well as the Pará river itself and other rivers of the vast Amazon region, are the only alternatives of transport and communication for most people who inhabit these places of limited access, and facilitate the transport of goods produced in familiar enterprises as agriculture and fishing. In addition to the factors mentioned above, the estuary of Pará river has a great environmental importance. Within this context there are the Colares Island, specifically the Colares beach, located on the right bank of the bay of Marajó (low estuary of Pará river estuary). This site presents characteristics of semidiurnal tide, and a wide diversity of geomorphological shapes that make geological and oceanographic processes mostly very complex. Considering all the previous information and the need to increase knowledge about the physical oceanographic processes of this site, data were collected over a period of 44 days (10.01.2012 to 13.11.2012) on the Colares beach, where it was observed the variation of temperature and salinity with the local tidal regime. Within this period of time it was noted that the temperature did not show great variations, however salinity, from day 10.12.2012 started to show high increase to local patterns and reached maximum values during periods of spring tide (October 17th to 18th and 29th to 30th) and lowest values in the neap tide periods (October 7th to 8th and 22th to 23th). This shows that the tides have great influence in raising the salinity of the region, working together with the local climate and possibly boosting the seawater intrusion in the estuary to move into the surface waters and, perhaps, in the strata of the water column.

Key words: salinity, temperature, tides

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Localização da área de estudo obtido através do Google maps (2013).....	15
Figura 2: Regiões hidrográficas nacionais retiradas de (De Lima, Cruz et al., 2010).....	17
Figura 3: Regiões hidrográficas do local retiradas de (De Lima, Cruz et al., 2010).....	21
Figura 4: Bancos lamosos de intermaré. A) Reduzido banco lamoso de intermaré as margens de um rio. B) Banco de lama exposto durante o período de maré baixa. Imagens retiradas de Barbosa (2007).....	22
Figura 5: Planícies de maré lamosas. A) Formação isolada de mangue em meio à várzea, na margem direita do furo da Laura, Colares. B) Mangue em instalação ao N da cidade de Colares. Imagens retiradas de Barbosa (2007).....	23
Figura 6: Depósitos de cascalhos e blocos de arenito ferruginoso na zona de estirâncio, parte sul da praia de Colares. Imagens retiradas de Barbosa (2007).....	24
Figura 7: Planícies aluviais sob influência de marés, com espécies de mangue e várzea, o que denota o caráter transicional estuarino entre as águas doces e salgadas. A) Árvores de <i>Rizophora</i> sp, à margem direita do furo da Laura, Colares. Imagens retiradas de Barbosa (2007).....	26
Figura 8: Planícies aluviais do município de Colares. A) Igarapé de águas “escuras”, coloração marrom-oliva, verificando-se depósitos arenosos de fundo. O leito encontra-se parcialmente assoreado. B) Mata de várzea em estreita planície aluvial. Imagens obtidas de Barbosa (2007).....	27
Figura 9: Os tabuleiros correspondem a superfícies areno-argilosas e arenosas não sujeitas à inundação (“Terra Firme”), com vegetação característica.....	28

Figura 10: Marés de sizígia e quadratura. Imagem retirada de blog de divulgação científica na área de Astronomia, no IFRJ - Campus Volta Redonda.....	36
Figura 11: Sensor de pressão LTC LEVELOGGER JUNIOR da marca SOLINST. Imagem retirada da internet.....	40
Figura 12: Disposição das localizações da Ilha dos Guarás, Colares e Ilha de Mosqueiro. Imagem retirada e adaptada do Google Earth.....	44
Figura 13: Variação da temperatura nos 44 dias em que foram coletados os dados em Colares.....	46
Figura 14: Variação de temperatura entre os dias 17 e 18/10/2012, período em que ocorreu a maior maré de sizígia.....	47
Figura 15: Variação de temperatura entre os dias 29 e 30/10/2012, período em que ocorreu a menor maré de sizígia.....	47
Figura 16: Variação diurna da temperatura no período da maior maré de quadratura, entre os dias 22 e 23 de outubro de 2012.....	48
Figura 17: Variação diurna da temperatura no período da menor maré de quadratura, entre os dias 7 e 8 de outubro de 2012.....	48
Figura 18 : Comparação entre as temperaturas de maior sizígia e maior quadratura.....	49
Figura 19: Comportamento da salinidade e sua variação com o regime de marés nos 44 dias em que o aparelho ficou instalado na praia de Colares.....	50
Figura 20: Variação da salinidade com a maré entre os dias 17 e 18/10/2012 durante a maré de sizígia mais forte que ocorreu neste mês.....	51
Figura 21: Variação da salinidade com a maré entre os dias 29 e 30/10/2012 durante a segunda maré de sizígia mais forte que ocorreu neste mês.....	51

Figura 22: Variação da salinidade com a maré entre os dias 22 e 23/10/2012 durante uma lua crescente, caracterizando-se como a mais forte maré de quadratura deste mês.....52

Figura 23: Variação da salinidade com a maré de quadratura mais fraca, que ocorreu entre os dias 7 e 8/10/2012 em uma lua minguante.....53

Figura 24: Comparação entre a salinidade no período de marés de sizígia e quadratura, levando-se em consideração a maré de sizígia mais forte e a maré de quadratura mais forte.....54

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Diferenças e média no tempo das marés de Colares e Ilha de Mosqueiro entre os dias 1 e 4, levando-se em consideração os períodos de preamar.....	42
Tabela 2: Diferenças e média entre o tempo das marés da ilha dos Guarás e Colares entre os 5 primeiros dias de outubro de 2012.....	43
Tabela 3: Diferenças e média no tempo das marés da ilha de Mosqueiro e Ilha dos Guarás...	43
Tabela 4: Comparação entre os horários e alturas de preamar na Ilha dos Guarás, Colares e Ilha de Mosqueiro.....	45

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	13
1.1 OBJETIVOS.....	14
1.1.1 Geral.....	14
1.1.2 Específicos.....	14
1.2 CARACTERÍSTICAS DA ÁREA DE ESTUDO.....	15
1.2.1 Localização.....	15
1.2.2 Características Socioeconômicas da Região.....	16
1.2.3 Características Fisiográficas.....	16
1.2.4 Clima.....	18
1.2.5 Geologia e Geomorfologia.....	18
1.2.5.1 Quaternário.....	18
1.2.5.2 Cretáceo/Terciário.....	19
1.2.5.3 Unidades de Relevo de Colares.....	19
1.2.5.3.1 Leito Estuarino Arenoso.....	19
1.2.5.3.2 Banco Lamoso de Intermaré.....	21
1.2.5.3.3 Planície de Maré Lamosa.....	22
1.2.5.3.4 Praia Estuarina.....	23
1.2.5.3.5 Cordões Arenosos.....	24
1.2.5.3.6 Planície Aluvial Sob Influência de Maré.....	25
1.2.5.3.7 Planície Aluvial.....	26
1.2.5.3.8 Tabuleiro.....	27
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	29
2.1 SALINIDADE.....	29
2.2 TEMPERATURA.....	32
2.3 MARÉS.....	35
2.3.1 CLASSIFICAÇÃO DAS MARÉS.....	36
2.4 ESTUÁRIOS.....	37
2.4.1 Classificação de Estuários.....	38
2.4.2 Classificação de Acordo Com a Salinidade.....	39
3 METODOLOGIA.....	40
3.1 ANÁLISE DOS DADOS.....	41
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	42

4.1 MARÉS	42
4.2 TEMPERATURA.....	45
4.3 SALINIDADE.....	49
5 CONCLUSÕES.....	56
REFERÊNCIAS.....	57

1 INTRODUÇÃO

A região amazônica destaca-se pela grande abundância hídrica, possuindo uma enorme quantidade de corpos de água no seu entorno. Sendo assim, esta região possui grande importância sócio-econômica por ser uma área onde ocorrem intensa navegação e atividades relacionadas à pesca.

Esta região gigantesca e complexa possui papel importante na navegação. Os rios que compõem o seu imenso corpo hídrico desempenham um papel muito importante no que diz respeito à colonização das áreas da mesma e foram as primeiras vias de acesso ao interior. Atualmente, apesar do passar de muitos anos e do desenvolvimento tecnológico, estas vias fluviais ainda são de suma importância para os aspectos socioeconômicos locais, como a pesca que foi citada anteriormente. Para os habitantes autóctones, os ribeirinhos, são as únicas alternativas de transporte e comunicação.

Neste contexto está inserido o rio Pará, também conhecido como braço direito/sul do rio Amazonas e que separa a região sul e leste da Ilha do Marajó do continente (estado do Pará), unindo-se com o rio Amazonas através do estreito de Breves (SOUZA, 2006). O rio Pará, a exemplo de todos os corpos hídricos da região amazônica, possui grande importância em todos os aspectos acima citados. No entanto, este corpo de água possui suas particularidades e é necessário que muitos estudos sejam feitos, principalmente no que se refere às características físicas de suas águas.

O rio Pará é muito importante no que diz respeito à navegação local. Este rio abriga os principais portos do nordeste do Pará, o de Belém, capital do estado; e o de Vila do Conde, na margem direita do Rio Pará, na cidade de Barcarena. Este último, por diversos fatores, é uma eficiente ligação da região com o resto do mundo em vista de seu privilegiado posicionamento geográfico, bem como a grande extensão de frente acostável, com calado de 14 m, fácil acesso marítimo, fluvial e rodoviário, e ainda reduzidos custos com manutenção e infraestrutura (dragagem, balizamentos e cais), entre outros (COMPANHIA DOCAS DO PARÁ, 2009 *apud* Baltazar *et al*, 2010)

Neste trabalho foi estudada a região da praia de Colares situada na margem direita da baía do Marajó (baixo estuário do rio Pará). Esta região possui características de maré semidiurna e complexos processos oceanográficos que ainda não estão bem compreendidos, tornando-se necessários mais estudos, de caráter interdisciplinar, para que se possa entender a diversidade dos processos que dominam este corpo de água, situado em uma região

tipicamente estuarina, onde atuam não apenas um, mas diversos fenômenos geológicos e oceanográficos, principalmente os físicos, que apresentam poucos estudos pra a região e que, portanto, serão o enfoque deste trabalho.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 GERAL

Analisar a variação dos parâmetros temperatura e salinidade das águas da praia de Colares-PA, de acordo com a maré.

1.1.2 ESPECÍFICOS

- Determinar o padrão de propagação da maré na parte oriental da baía do Marajó;
- Verificar a variação da temperatura em função da maré;
- Verificar a variação da salinidade em função dos estágios da maré (preamar e baixa-mar);
- Identificar a variabilidade hidrológica entre os períodos de maré (sizígia e quadratura);
- Verificar o processo de salinização na praia de Colares;

1.2 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

1.2.1 Localização

A área de estudo localiza-se na margem leste da baía do Marajó, próximo ao município de Colares – PA (Figura 1). O município de Colares é uma ilha com cerca de 610 km², pertencente à região fisiográfica do Salgado e separada do continente pelo Furo-da-laura. A sede do município localiza-se à margem da baía do Marajó, distando 93,9 km da capital do Estado do Pará, com acesso pelas rodovias BR-316, PA-140 e PA-238, onde na localidade de Penha-Longa é feita a travessia por meio de balsa. Seus limites naturais são: ao norte com a baía de Marajó; ao sul com o município de Santo Antônio do Tauá; a leste com o município de Vigia; e a oeste a baía do Sol (Embrapa, 1999).

Fonte: Google maps (2013).

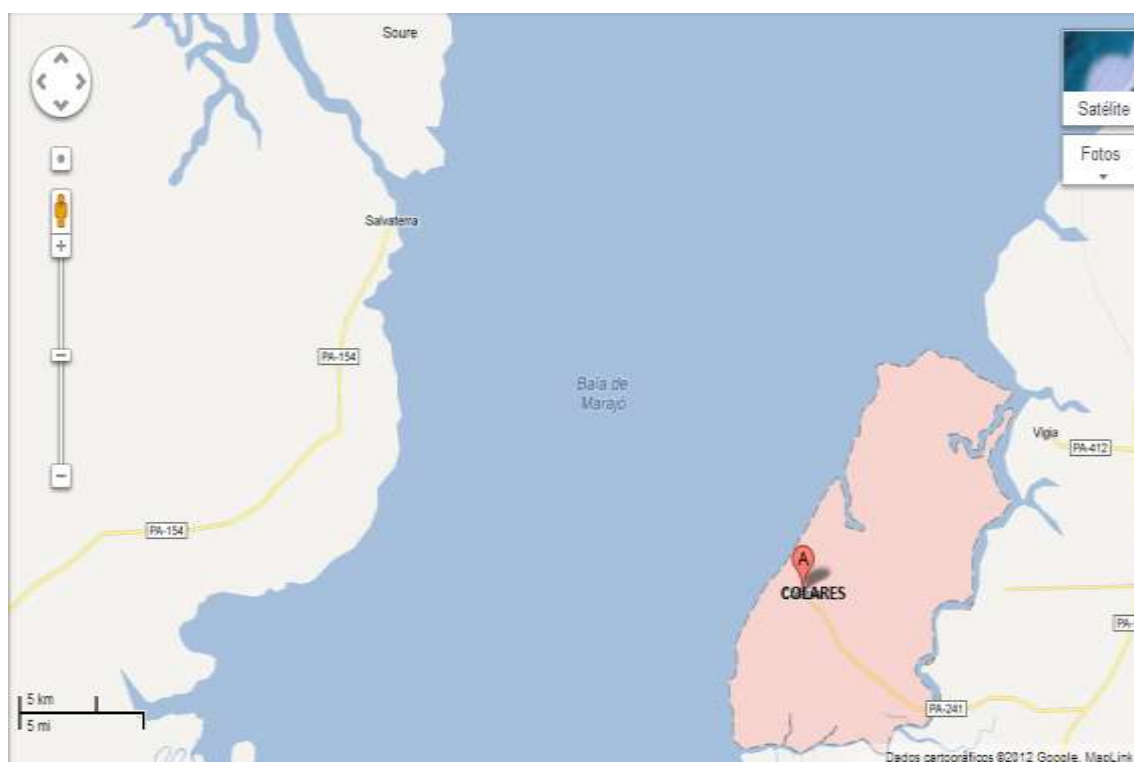


Figura 1: Localização da área de estudo.

1.2.2 Características Sócio Econômicas da Região

O município de Colares com 11.381 de habitantes e densidade demográfica de 18,66 hab/Km², segundo o censo realizado pelo INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE, 2010). A sua origem histórica é incerta, mas a partir das observações de quadros das divisões administrativas e territoriais de 1911, 1936 e 1937 e ainda de quadros anexos aos decretos- leis estaduais n^os 2972/38, 3131/38 e 4505/43, pode-se afirmar que Colares foi um distrito pertencente ao município de Vigia, passando a categoria de município somente em 1961, por ato do ex- governador Aurélio Correa do Carmo (IBGE, 2010).

Segundo o censo realizado pelo IBGE em 2010 uma grande parte da população (acima dos 10 anos de idade) não possui renda fixa e a grande maioria que possui renda fixa, distribuída entre indivíduos do sexo masculino e feminino vive com apenas um salário mínimo (IBGE, 2010). O índice de desenvolvimento humano é de 0,71 segundo o Atlas de Desenvolvimento Humano/ Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO - PNUD, 2000).

1.2.3 Características Fisiográficas

A Amazônia é um dos maiores e mais importantes ecossistemas existentes no planeta e também é detentora do maior conjunto de bacias hidrográficas do planeta, possuindo em torno de cincomilhões de quilômetros quadrados, influenciando nos ciclos biogeoquímicos e hidrológicos, com interações no clima do mundo inteiro. (FISCH, 2007 *apud* Baltazar *et al*, 2010).

A costa norte brasileira pertencente à Amazônia, apresenta da mesma forma uma complexa rede hidrográfica. Os rios que compõem esta rede, assim como outros cursos de água menores, desembocam no mar formando regiões de transição denominados estuários. Estas regiões são definidas como uma parte da zona costeira onde há interação da água do oceano com a água doce e suas principais características são a grande variabilidade espacial e temporal das propriedades físico-químicas da água (DAY *et al.*, 1989). Os estuários constituem alguns dos ecossistemas mais produtivos do mundo, onde são incorporadas diversas redes de inter-relações bióticas e abióticas (LEITÃO *et al.*, 1995).

Nesta região podemos considerar a existência de um sistema estuarino composto pelas vazões do rio Amazonas e do rio Pará, este último compreendendo o setor oriental do golfo marajoara. O estuário do rio Pará é composto por um padrão diverso de compartimentação geomorfológica costeira, no que diz respeito à associação entre as feições de relevo e os tipos de costa.

O sistema hidrográfico paraense é constituído por 20 grandes bacias hidrográficas e o estado do Pará foi subdividido em 3 grandes regiões hidrográficas: Amazônica, Tocantins-Araguaia e Costa Atlântica Nordeste Ocidental (Figura 2) conforme as Resoluções do Conselho Nacional de Recursos Hídricos - CNRH nº 30 (11 de dezembro de 2002) e nº 32 (15 de outubro de 2003) (De Lima *et al.*, 2010).

Fonte: De Lima *et al.* (2010).

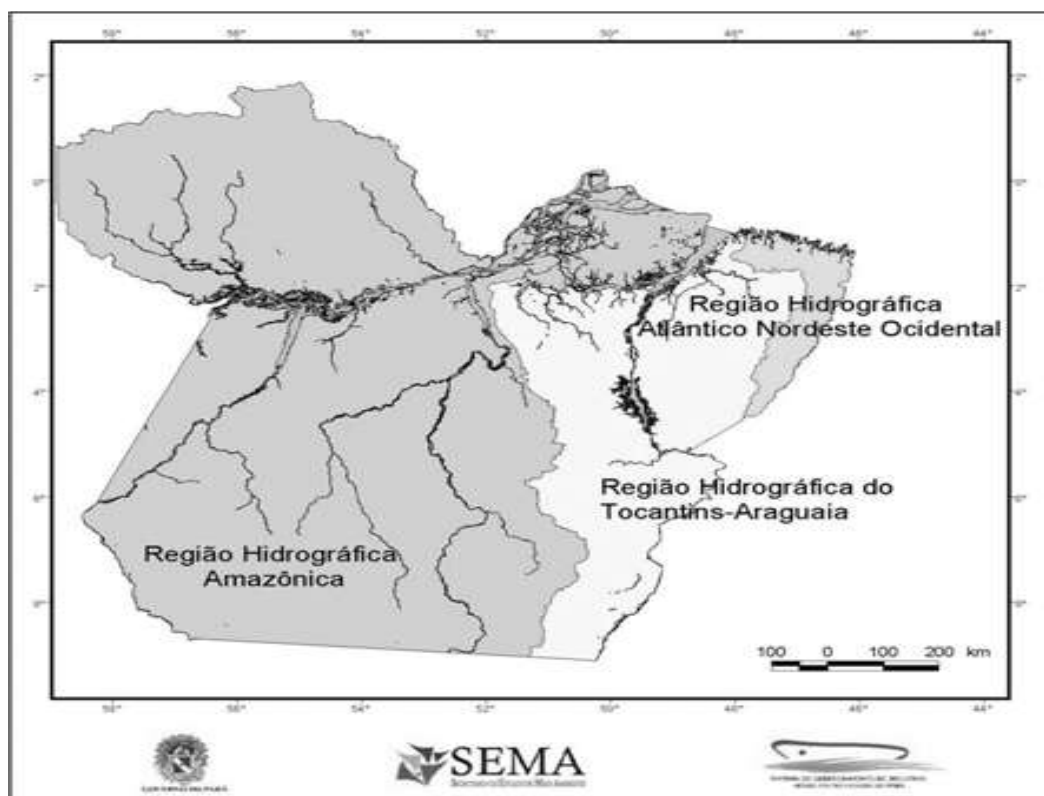


Figura 2: Regiões hidrográficas nacionais.

Sendo assim a região hidrográfica amazônica é alimentada pela bacia hidrográfica do Rio Amazonas e pelas sub-bacias dos rios existentes na região da ilha do Marajó, além das bacias hidrográficas dos rios situados no Estado do Amapá que deságuam no Atlântico Norte, perfazendo um total de 3.870.000 km² (ANA, 2009 *apud* Baltazar *et al.*, 2010).

1.2.4 Clima

O clima predominante na região é quente e úmido representando sob o tipo climático Af na Classificação climática de Köppen-Geiger. A temperatura do ar possui media anual de 26,5 °C com pequenas oscilações nas médias mensais durante o ano, caracterizando um ambiente predominantemente estável, sem ocorrência de meses quentes e frios A temperatura máxima média chega a 31,9 °C e a temperatura mínima media chega a 21,1 °C (Embrapa, 1999).

O período de maior insolação durante o ano esta entre junho e novembro, correspondendo ao período de menor frequência pluviométrica. A umidade média relativa anual corresponde a 82%. As taxas de umidade acompanham os meses de maior e menor precipitação sendo que as maiores taxas de umidade ocorrem nos períodos de maior índice pluviométrico (EMBRAPA, 1999).

O regime pluviométrico apresenta duas estações bem distintas: uma bastante chuvosa, que vai de dezembro a julho, dominado por chuvas resultantes da ação da Zona de Convergência intertropical, dotada de grande umidade e instabilidade; e outra, menos chuvosa, que vai de agosto a novembro (EMBRAPA, 1999).

1.2.5 Geologia e Geomorfologia

O município de Colares possui características geológicas bem marcadas de dois períodos geológicos bem distintos, representados pelo Quaternário e Cretáceo / Terciário (EMBRAPA, 1999):

1.2.5.1 Quaternário

Este período geológico esta presente na região representado por depósitos aluvionares recentes compostos por areias, siltes e argilas inconsolidadas, perceptíveis em faixas estreitas e muitas vezes descontínuas ao longo dos rios mais importantes como o Curuparé, Tauapará,

Tupinambá e Furo Boca-Larga, onde são presentes os solos aluviais e gleis. Predominando também em todo o litoral da região formando as praias e várzeas, formando as praias e várzeas, onde se desenvolvem os solos aluviais e gleis com a maior fertilidade natural, sob cobertura de Floresta Subperenifólia higrófila de Várzea com relevo plano.

1.2.5.2 Cretáceo / Terciário

São representados pelos sedimentos do Grupo Barreiras, onde predominam os sedimentos clásticos, mal selecionados, variando de siltitos a conglomerados. As cores predominantes são o amarelo e o vermelho, mas podem variar muito de local para outro. Os arenitos caulínicos e lentes de folhelhos são predominantes. Os sedimentos do Grupo Barreiras formam nesta região um relevo muito suave, indo de plano a suave ondulado, terminando em determinadas áreas, como em frente à Colares, em falésias para a baía de Marajó, seguindo em direção sul do litoral até o Furo Boca-Larga. Esta formação geológica se distribui por aproximadamente 50% da área compondo os materiais que dão origem aos Latossolos Amarelos sob cobertura da Floresta Equatorial Subperenifólia, que representa os solos dominantes do município.

1.2.5.3 Unidades de relevo de Colares

Segundo Barbosa (2007) as unidades de relevo de Colares podem ser classificadas em princípio de acordo com seus padrões de acumulação e erosão, dividindo-se em oito regiões:

1.2.5.3.1 Leito Estuarino Arenoso

Esta região situa-se no leito da baía do Marajó e baía do Sol estando posicionada sempre abaixo da maré de sizígia, sendo caracterizada como uma zona rasa de inframaré, distinta das águas livres estuarinas e das plumas turbidas dos rios. Segundo Pinheiro (1987) e

Silveira (1989) sobre a baía de Guajará (estuário Guajarino), e Franzinelli (1976) sobre a baía de Marajó, a região de fundo a poucos quilômetros de Colares é constituída por areias, fato esse que corrobora a existência de um leito arenoso.

Segundo os dados batimétricos das cartas náuticas do DHN as profundidades do leito da baía de Marajó chegam a 10 m até cerca de 6 km a partir das margens dos municípios de Colares e de São Caetano de Odivelas, mas a morfologia de fundo deste trecho da baía de Marajó não é muito conhecida. No entanto, o leito estuarino arenoso é seccionado nas proximidades de Colares e Santo Antonio do Tauá por calhas submarinas que prolongam os talwegues dos cursos d'água que provêm do continente e das ilhas que próximas podendo se bifurcar em dois ou mais segmentos. A figura 3 mostra a localização de todas as unidades de relevo da região em estudo.

Fonte: De Lima *et al.* (2010).

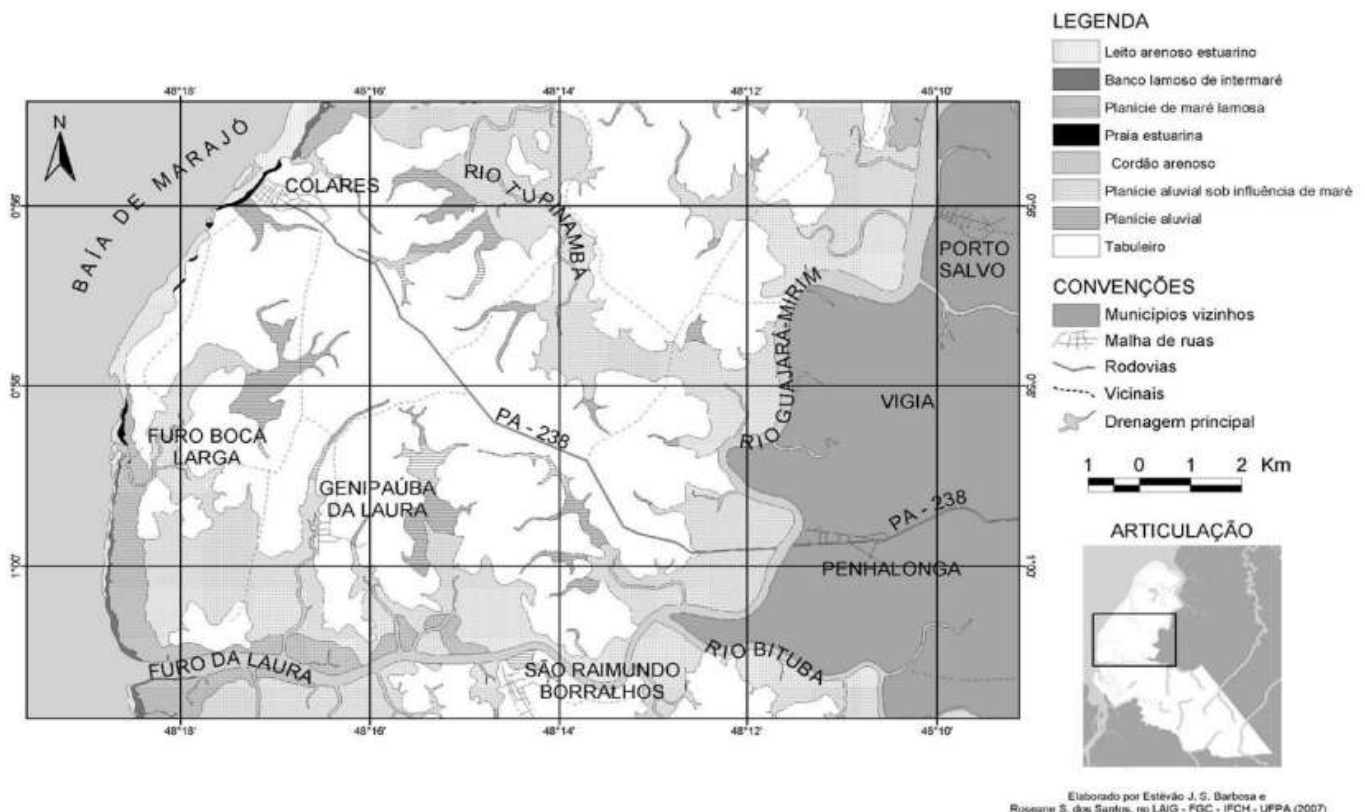


Figura 3: Regiões hidrográficas do local.

1.2.5.3.2 Banco Lamoso de Intermaré

Esta unidade de relevo é caracterizada por bancos de lamas fluidas, predominando próximas as margens da baía do Marajó, baía do Sol e em diversos canais (Figura 4). Apesar de sua presença ser reconhecidamente predominante próximo as margens das baías, sabe-se que ocorrem também na maioria dos canais sob influência da maré, apresentando perfil mais reduzido. Estes bancos lamosos ficam expostos nos períodos de maré baixa, muitas vezes sucedendo o leito estuarino alcançando as bordas das planícies de maré lamosas ou também das planícies aluviais sob influência da maré.

Estes bancos lamosos apresentam larguras muito variáveis, chegando a atingir um máximo de 150 m no litoral da ilha de Colares e na parte extremo oeste continental de Tauá, e então sofrem uma suave inclinação na medida em que vão aproximando-se de águas estuarinas. O prolongamento destes bancos arenosos a partir das margens das baías indica a existência de sítios tipicamente progradacionais, favorecendo a instalação de novos bosques de mangue.

Fonte: Barbosa (2007).

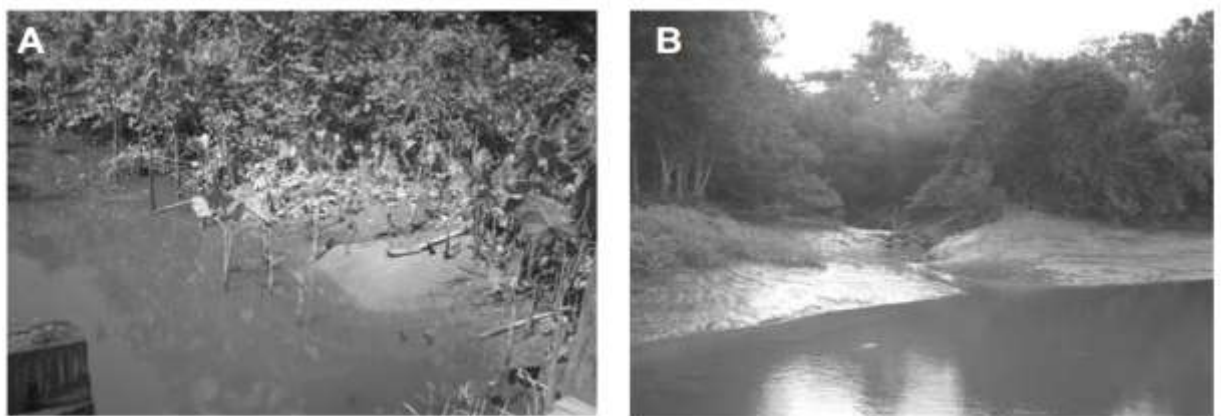


Figura 4: Bancos lamosos de intermaré. A) Reduzido banco lamoso de intermaré as margens de um rio. B) Banco de lama exposto durante o período de maré baixa.

1.2.5.3.3 Planície de Maré Lamosa

Caracteriza-se por unidades de relevo constituídas de planícies de marés lamosas recobertas pela vegetação de mangue. O mangue é utilizado como indicativo de áreas de planície de maré por entender-se que os fenômenos mecânicos e físico-químicos decorrentes da maré que atuam na oscilação e na salinização das águas são os principais fenômenos que atuam na constituição do substrato que o recobre. No entanto, é importante salientar que a vegetação de manguezal não se restringe somente a essa região, mas também a áreas de várzeas ou em meio às margens dos canais fluviais de forma isolada.

O mangue é um tipo de vegetação tropical litorânea adaptada a um solo inconsolidado de origem recente, que sofre ação direta de água salgada ou salobra (MASCARENHAS & GAMA, 1999) em áreas de planície costeira com substrato lamoso mais consolidado. O mangue normalmente aparece na costa ao longo do baixo curso dos rios, canais de maré, nos fundos de baía e nos setores litorâneos mais abrigados que se situam por detrás de praias, dunas e promontórios (IBGE, 1990; SENNA & SARMENTO, 1996).

Na região de estudo as planícies de maré lamosas estão presentes ao longo das fachadas litorâneas e nos baixos cursos dos principais rios próximos (Figura 3 e 5). Estas formações geomorfológicas chegam a se distanciar para o interior, a partir do litoral, e apresentam disposição perpendicular a linha de costa. Nesta unidade de relevo, a zona de intermaré é mais ampla. Ocorrem inundações (fluxo ou enchente) duas vezes ao dia, facilitadas por diversos canais de maré que muitas vezes estão interconectados entre si (Barbosa, 2007).

Fonte: Barbosa (2007).

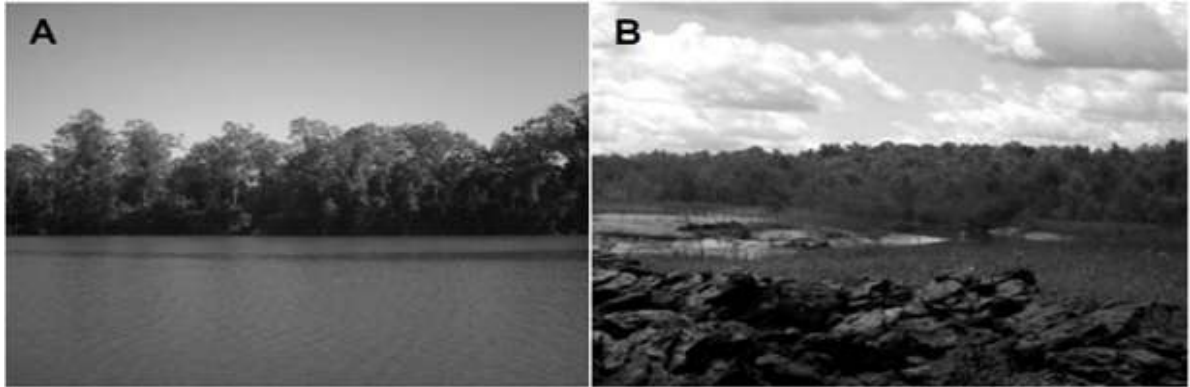


Figura 53: Planícies de maré lamosas. A) Formação isolada de mangue em meio à várzea, na margem direita do furo da Laura, Colares. B) Mangue em instalação ao N da cidade de Colares.

1.2.5.3.4 Praia Estuarina

As praias estuarinas diferenciam-se das praias oceânicas essencialmente pela sua localização, em ambientes costeiros mais protegidos, pela energia das ondas que agem localmente, menos energéticas, e pelo seu regime de marés, correntes atuantes no interior dos canais estuarinos (Nordström 1992). Segundo Jackson *et al.* (2002) *apud* Rosa & Borzone (2008) estes ambientes são geralmente caracterizados pela ação de ondas de pequena amplitude (i.e., < 0,25 m) durante condições climáticas normais (Jackson *et al.* 2002 *apud* Rosa & Borzone, 2008), e podem ser consideradas como ambientes de baixa energia. Segundo Nordström (1992) estes ambientes são depósitos de intermaré compostos por areia ou cascalho onde os processos de retrabalhamento do sedimento são dominados por ondas geradas localmente sobre uma pista curta.

Na área de estudo estas formações geomorfológicas dão origem a dois tipos principais e distintos de praias estuarinas (Figura 3 e 6). Esta classificação foi estipulada em função de sua localização, geometria e contato com as demais unidades de relevo (Rosa & Borzone, 2008):

- Praias de formato côncavo, lembrando pequenas enseadas no sopé das falésias do oeste de Colares, sendo que estas últimas representam escarpa ou bordas de tabuleiros em processo de erosão;

- Praias de formato ligeiramente convexo a retilíneo que antecedem as planícies de maré lamosas da fachada litorânea, em locais de inflexão (mudança) da orientação da linha de costa, sobretudo na porção norte-noroeste de Colares.

Em ambos os casos, as praias sucedem o leito estuarino arenoso em direção ao continente. A partir do leito estuarino são remobilizadas, por ação das ondas, as areias que formam as praias estuarinas da baía de Marajó (Rosa & Borzone, 2008).

Fonte: Barbosa (2007).



Figura 6: Depósitos de cascalhos e blocos de arenito ferruginoso na zona de estirâncio, porção sul da praia de Colares.

1.2.5.3.5 Cordões Arenosos

Os Cordões Arenosos encontram-se distribuídos na região de forma descontínua, do centro oeste ao norte da ilha de Colares em sítios mais interiorizados da costa, situados além das planícies de maré lamosas e correspondem a um conjunto de feições arenosas com disposição alongada, sendo subparalelas entre si, com orientação SW-NE (Barbosa, 2007),

assemelhando-se à linha de costa atual na região, podendo ser um indício de um processo de progradação (Figura 3).

Estes cordões arenosos possuem continuidade na planície costeira de São Caetano de Odivelas, a nordeste da área de estudo, onde estas feições estão presentes em meio a terrenos inundáveis por águas da chuva, canais com ou sem influência de maré e locais com lençóis freáticos, ou seja, são circundados pelas planícies de inundação (várzeas).

A origem mais provável para estes cordões arenosos na região é que sob condições de nível relativo do mar mais elevado que o atual ocorreu sedimentação arenosa e construção de um paleolitoral marcado por planícies de maré, praias e dunas, em um cenário de submersão (“afogamento”) e retrogradação da linha de costa (SOUZA FILHO, 1995; COSTA, 1996; FRANÇA, 2003 *apud* Barbosa, 2007).

1.2.5.3.6 Planície Aluvial sob Influência de Maré

Uma Planície aluvial corresponde à parte do vale de um rio que é recoberta pela água durante os períodos em que ocorre inundação, correspondendo ao leito maior. O mesmo é recoberto por sedimentos aluviais, e com o passar do tempo geológico dão lugar aos terraços. As planícies aluviais que formam esta unidade de relevo sofrem fenômenos de inundações constantes por canais sujeitos a ação de correntes de marés, sobretudo a dinâmica, mas que denotam aspectos de canais fluviais. Formam amplas planícies que se estendem do norte de Colares até a parte ocidental de Tauá, em terrenos drenados por canais de maré, rios, furos, paranás e lagos.

As planícies aluviais sob influência de maré constituem a maior parte das terras úmidas costeiras no interior do estuário do rio Pará (Barbosa, 2007) e no extremo sul de Colares são tão extensas que ultrapassam os 9 km lineares. Estas áreas apresentam diversos canais, interligados ou não entre si, e conformam um sistema hidrográfico relacionado às bacias dos rios Tauá e Guajará-Mirim. Os depósitos marginais aos canais são predominantemente lamosos, e ocorrem, também, bancos arenosos. As planícies aluviais possuem outras denominações como várzeas flúviomarinhas ou várzeas de maré (Figuras 3 e 7).

Fonte: Barbosa (2007).

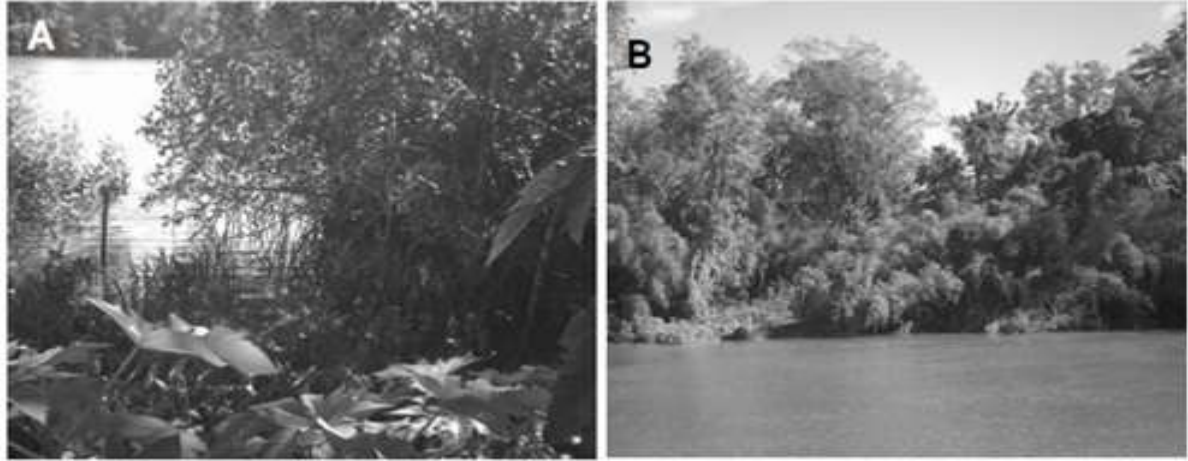


Figura 7: Planícies aluviais sob influência de marés, com espécies de mangue e várzea, o que denota o caráter transicional estuarino entre águas doces e salgadas. A) Árvores de *Rizophora* sp, à margem direita do furo da Laura, Colares.

1.2.5.3.7 Planície Aluvial

Corresponde a estreitas áreas de acumulação situadas ao longo dos rios que seccionam os tabuleiros. Apresentam larguras máximas em torno de 0,5 km. As planícies são formadas por areias, lamas e cascalhos, em terrenos planos, de declive suave, altimetria variável entre 5 e mais de 50 m, aproximadamente, e que acompanham o caimento dos cursos d'água parajusante. Situam-se acima do nível de inundação pelas águas estuarinas, fato que explica a não influência das marés sobre os canais, que apresentam correntes unidirecionais (Figuras 3 e 8).

Estas estruturas são formadas desde a transição entre alto e médio curso dos rios e à medida que vão se aproximando da cabeceira dos rios vão se tornando descontínuas. A vegetação original das planícies é a floresta ombrófila densa aluvial, com espécies adaptadas a regime periódico de inundação e aos encharcamentos constantes do solo (IBGE, 1990).

Fonte: Barbosa (2007).



Figura 8: Planícies aluviais do município de Colares. A) Igarapé de águas “escuras”, coloração marrom-oliva, verificando-se depósitos arenosos de fundo. O leito encontra-se parcialmente assoreado. B) Mata de várzea em estreita planície aluvial.

1.2.5.3.8 Tabuleiros

Estas unidades são planaltos sedimentares de topos aplainados esculpidos em terrenos de camadas horizontais e sub-horizontais. Na área de estudo, estão presentes na forma de plataformas interfluviais que dominam as regiões mais interiores, além da zona sob influência de marés; ou, de outro modo, configurando ilhas de terra firme, circundadas por planícies e canais sob influência de maré, além de bordas de tabuleiros que avançam desde o interior e, na costa, são seccionadas por vales incisos por onde a maré avança (AB’SÁBER, 1996 *apud* Barbosa, 2007).

Na região amazônica estas feições são formadas a partir da dissecação de uma superfície pediplanada elaborada sob condições de clima mais seco que o atual, com aplainamento generalizado que atuou sobre o topo da Formação Barreiras egerou a maior parte dos sedimentos do Pós-Barreiras (ROSSETTI, 2004).

Na área de estudo os tabuleiros chegam a altitudes máximas de 40 a 50 m (Figuras 3 e 9). As cotas mínimas oscilam entre 4 e 5 m, que correspondem ao nível máximo de inundação pelas marés no estuário do rio Pará (IDESP, 1990; PARÁ, IBGE, 1995 *apud* Barbosa, 2007). Na ilha de Colares, identifica-se um setor de costa “alta” na porção oeste, em uma extensão aproximada de 3,85 km de litoral relacionado ao contato da unidade de relevo em questão com as águas da baía de Marajó. Toda a frente do tabuleiro é delimitada por falésias. Neste trecho, ocorrem fenômenos de erosão, com ataque por ondas, solapamento das margens e retração local da linha de costa. O recuo das falésias é comprovado por material laterítico residual de arenito ferruginoso (Formação Barreiras) exposto na zona de estirâncio das praias. As falésias de Colares são baixas, com altitudes médias de 2 a 4 m acima do nível de inundação (Barbosa, 2007).

Fonte: Barbosa (2007).



Figura 9: Os tabuleiros correspondem a superfícies areno-argilosas e arenosas não sujeitas à inundação (“terra firme”), com vegetação característica.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 SALINIDADE

Originalmente foi dada uma definição simples para salinidade. Definiu-se o termo salinidade como a “quantidade Total de material dissolvido em gramas em 1 quilograma de água do mar”. No entanto, esta definição não é tão útil porque o material dissolvido é quase impossível de medir na prática. Em 1889 foi criada uma comissão pelo Conselho Internacional para a exploração do mar que recomendou que a salinidade devesse ser definida como a "quantidade total de materiais sólidos, em gramas, dissolvidas em um quilograma de água do mar quando todo o carbonato for convertido em óxido, o bromo e o iodo substituídos por cloro e matéria orgânica for completamente oxidada (Stewart, 2005)”.

A definição adotada pela comissão de 1889 mostrou-se inviável para ser usada na prática, pois a salinidade é diretamente proporcional à quantidade de cloro na água do mar (já que é um dos elementos majoritários e possui concentração constante), e porque o cloro pode ser medido com precisão por uma simples análise química, então a salinidade foi redefinida baseando-se na clorinidade (Stewart, 2005):

$$S = 0.03 + 1.805Cl$$

Onde a clorinidade Cl é definida como "a massa de prata necessária para precipitar completamente os halogênios em 0,3285234 kg da amostra de água do mar”.

No entanto foram feitas muitas medições, mais precisas do que as usadas para a formulação de equação anterior de clorinidade, que acabou mostrando-se muito imprecisa. No ano de 1964, a UNESCO e outras organizações internacionais definiram uma comissão denominada de comissão conjunta de tabelas e padrões oceanográficos para produzir uma definição mais precisa da salinidade. Nesta comissão, a definição da salinidade a partir da clorinidade foi redefinida de forma a torná-la uma propriedade conservativa e então se sugeriu a seguinte relação: (Stewart, 2005):

$$S = 1,80655.Cl$$

Na década de 1930, os estudos já mostravam que a condutividade elétrica da água do mar era proporcional a sua salinidade (SEAWATER, 2005), mas somente na década de 50 os instrumentos com base nesse princípio físico passaram a ser construídos. Estes instrumentos usavam banhos de temperatura constante para sua padronização.

Em 1961 foram projetados salinômetros indutivos portáteis que dispunham de controle automático de temperatura, não necessitando que a medição da condutividade e a padronização do aparelho fossem feitas a temperatura constante. Estes instrumentos eletrônicos medem uma propriedade física chamada de razão de condutividade elétrica e simultaneamente a temperatura da amostra de água.

A razão de condutividade R_t foi definida como a razão entre a condutividade elétrica da amostra de água à pressão atmosférica $C(S,T,0)$, pela condutividade de uma amostra padrão com salinidade igual a 35, descrita por $C(35,T,0)$ nas mesmas condições de pressão (CALAZANS, 2011).

$$R_t = \frac{C(S, T, 0)}{C(35, T, 0)}$$

Foram coletadas 135 amostras de água dos mares Báltico, Negro, Mediterrâneo e dos oceanos Pacífico, Índico e Atlântico e determinou-se a clorinidade e a razão de condutividade a 15°C e pelo cálculo da salinidade usando a equação $S = 1.80655 Cl$, foi obtida uma outra equação relacionando S com R_{15} [$S = S(R_{15})$].

A razão de condutividade é definida pela razão de condutividade da amostra com salinidade S à temperatura de 15°C, pelo valor constante da condutividade elétrica da água com salinidade e temperatura constantes e iguais a 35‰ e 15°C, respectivamente (CALAZANS op cit), então temos:

$$R_{15} = \frac{C(S, 15, 0)}{C(35, 15, 0)}$$

Esta relação é um polinômio de 5º grau:

$$S = -0.08996 + 28.29729R_{15} + 12.80832R_{15}^2 - 10.67869R_{15}^3 + 5.98624R_{15}^4 - 1.32311R_{15}^5$$

Como a maioria dos salinômetros indutivos de uso cotidiano não são capazes de manter as amostras de água a temperatura constante de 15°C e a razão de condutividade desses instrumentos ser definida por $R_t[R_t=C(S,T,0)/C(35,T,0)]$ determinou-se experimentalmente uma correlação $[\Delta_{15}(T)= R_{15}-R_t]$ a essa variável para reduzi-la a R_{15} (CALAZANS op cit):

$$\Delta_{15}(T) = 10^{-5}R_T(R_T-1)(t-15)[96,7-72,0R_T+37,5R_T^2-(0,63+0,21R_T^2)(t-15)]$$

Em que t representa o valor da temperatura no instante da medida de razão de condutividade, determinada por um sensor colocado no interior da célula indutiva (CALAZANS op cit). As equações formuladas para o calculo da salinidade em função da razão de condutividade elétrica R_t são validas apenas para os intervalos de temperatura maiores que 10°C e menores que 30°C e valores de salinidade maiores que 2‰ e menores que 42‰ .

Assim como no método químico os salinômetros indutivos possuem apenas um ponto fixo na escala, que é o valor da salinidade $S=35$ ‰ que corresponde ao valor $R_{15}=1.0$. Assim, os salinômetros devem ser padronizados com uma amostra de água normal padrão e com clorinidade conhecida.

No período em que as recomendações da UNESCO sobre a metodologia de conversão da razão de condutividade elétrica em salinidade estavam sendo divulgadas, começaram a serem utilizados os primeiros CTD's (conductivity, temperature, depth recorders). Estes equipamentos fazem a medição da salinidade “*in situ*”, chegando a grandes profundidades onde as temperaturas são caracterizadas por serem muito baixas, estando bem abaixo inclusive de 10°C, que é a temperatura mínima em que foram ajustadas as equações para se converter a razão de condutividade em salinidade. Isto foi um problema e levou a necessidade de se adaptar as equações adotadas pela UNESCO para temperaturas baixas e ainda levar em consideração os efeitos da pressão hidrostática sobre a razão de condutividade elétrica (CALAZANS, 2011).

Em 1980 o pesquisador E.L. Lewis, após examinar cuidadosamente várias equações para a redução das medidas *in situ* de R em valores de salinidade para que fossem eliminadas as diferenças inerentes de cada equação, definiu a Escala Pratica de salinidade. Esta escala deveria satisfazer os seguintes requisitos:

- Poder ser reproduzida em qualquer laboratório oceanográfico, independente do conteúdo iônico das águas locais;

- Deve ser uma propriedade conservativa;
- Permitir que as diferenças de densidade de uma massa de água seja calculada dentro de limites aceitáveis;
- Manter continuidade com as escalas anteriores.

A escala prática de salinidade estabelece uma relação melhorada entre a salinidade e a razão de condutividade elétrica e foi definida da seguinte forma (Lewis, 1980; UNESCO, 1981):

“A salinidade prática, S , de uma amostra de água do mar é definida em termos da razão K_{15} , que é igual à razão das condutividades de uma amostra de água e a de uma solução de cloreto de potássio (KCL) com concentração igual a 32, 4356g/kg, estando ambas as soluções a 15°C e a pressão atmosférica. ”

O valor $K_{15} = 1$ é correspondente ao valor de salinidade $S=35$ na escala prática de salinidade. A expressão matemática que fornece essa propriedade em função de K_{15} é:

$$S \cdot 10^3 = \sum_{i=1}^5 a_i (K_{15})^{i/2}$$

Onde:

$$K_{15} = \frac{C(S, 15, 0)}{C(KCL, 15, 0)}$$

2.2 TEMPERATURA

Antes de falarmos de temperatura, é necessário que falemos um pouco sobre a água. A água tem características que a tornam única, como seu calor latente, sua densidade, tensão superficial, viscosidade e sua capacidade térmica. A alta capacidade térmica da água permite que esta absorva uma grande quantidade de calor sem que ocorra uma grande mudança na sua temperatura. Esta característica se deve ao elevado calor específico que a água possui, fazendo com que ela resista em mudar sua temperatura com a adição ou remoção de calor (GARRISON, 2010), se a água não possuísse esta propriedade, se ela fosse menor, as temperaturas na superfície da terra mudariam significativamente com as mínimas alterações na atmosfera ou nas taxas de irradiação solar que chegam ao planeta.

A temperatura é a grandeza física que mede o grau de agitação molecular de um corpo. Pode também ser conceituada como um registro de quão rapidamente estão vibrando as moléculas de uma substância (GARRISON, 2010). A temperatura é um dos principais parâmetros físicos dos oceanos, sendo de suma importância na identificação das massas de água, no entendimento da interação entre o ar e as águas oceânicas (interface ar /água), determinação indireta da densidade, velocidade de propagação do som e determinação da salinidade. Além disso, o estudo da temperatura é importante em investigações ecológicas, pois pode atuar em diversos processos como fator limitante aos organismos aquáticos que são muito sensíveis as menores variações neste parâmetro físico, como os recifes de coral, as comunidades de organismos pelágicos e de regiões litorâneas e muitos outros organismos dos mais variados nichos ecológicos.

A distribuição da temperatura nos oceanos é dependente da incidência de radiação solar no planeta que se distribui de forma diferencial em todo o globo terrestre. A energia que chega ao planeta na forma de ondas eletromagnéticas é responsável pela manutenção da dinâmica dos processos atmosféricos e oceânicos (SEAWATER, 2005). Do total da energia solar que chega ao planeta apenas 70% consegue transpor a atmosfera, sendo que os 30% que não ultrapassam esta barreira são refletidos de volta pelas nuvens e partículas de poeira (AYOADE, 1991). Dos 70% que conseguem penetrar na atmosfera, 17% são absorvidos pela mesma, 23% chegam à superfície de planeta como luz difusa e 30% chegam à superfície do planeta na forma de luz direta (AYOADE, 1991).

A radiação solar que chega aos oceanos aquece as águas superficiais e é distribuída para as camadas inferiores pela ação de dois principais processos físicos, a advecção e a condução. A condução distribui a temperatura de forma muito lenta enquanto que a advecção que ocorre pela ação dos ventos e ondas ocorre de forma mais rápida, sendo o principal processo de mistura. As temperaturas superficiais da água variam de cerca de 30 °C ao norte do equador e aproximadamente -2°C próximo as geleiras em altas latitudes.

Logo abaixo da superfície pode-se dividir a água em três principais camadas ou zonas com relação a sua temperatura, a camada de mistura, a zona de termoclina e a camada profunda. A camada de mistura que varia de 10 a 200 m de profundidade, onde ocorre a mistura da água pela ação dos ventos. Logo abaixo da camada de mistura existe uma região de aproximadamente 200 a 1000 m de espessura onde ocorre o acentuado decréscimo de temperatura à medida que a profundidade aumenta, esta região é denominada Termoclina. A terceira região é a camada profunda que se situa após a base da zona de termoclina até o fundo oceânico (STEWART, 2005).

A temperatura da camada superficial da água varia sazonalmente, particularmente em médias latitudes. No inverno, a temperatura da superfície é baixa, as ondas são maiores e a camada de mistura é profunda enquanto que no verão ocorre o aumento da temperatura da superfície, a água se torna mais estável e pode ser observada uma termoclina sazonal próximo a camada superficial (GUIMARÃES & MARONE, 1995).

A termoclina é uma região altamente estável, sendo caracterizada por uma grande estratificação vertical de temperatura, tornando esta região em uma verdadeira barreira térmica. Esta característica faz com que se torne muito difícil a transferência de propriedades ao longo da coluna de água, fazendo com que esta região se torne uma camada de separação entre as águas superficiais e profundas.

Em regiões de altas latitudes as temperaturas superficiais caracterizam-se por serem bem menores em relação às águas de regiões de baixas latitudes, enquanto que as temperaturas de regiões de águas profundas não variam tanto sua temperatura (GUIMARÃES & MARONE, 1995).

No oceano aberto as variações diurnas de temperatura são muito pequenas, mas podem ser consideráveis em águas rasas e abrigadas, próximo a regiões costeiras. Essa pequena variação da temperatura em oceano aberto ocorre devido haver mistura da água aquecida com a água fria de subsuperfície. Um fato mais relevante é que a maior parte do calor recebido durante o dia é utilizado no processo de evaporação da água e apenas uma parte dessa energia que chega é utilizada efetivamente para o aumento da temperatura.

Nas regiões de águas profundas, abaixo da termoclina como já foi dito, a temperatura não varia tanto e o seu aumento nessas profundidades ocorre devido a influência do aumento da pressão, que aumenta a energia interna e posteriormente eleva a temperatura das massas de água (STEWART, 2005). Esta temperatura, resultante da compressão das massas de água a grandes profundidades é chamada de temperatura potencial e é um dos principais parâmetros para caracterizar as massas de água.

A temperatura é um dos parâmetros físicos mais estudados atualmente nos oceanos e a importância de se estudar seus padrões e variações ao longo dos oceanos e regiões costeiras é que este parâmetro influencia em atividades como a pesca, pois os organismos marinhos, em particular os peixes, orientam-se em vários aspectos como reprodução, alimentação, migração, através da temperatura das águas. A temperatura é também um fator limitante para os peixes e outros organismos marinhos, muitos deles habitam somente áreas de uma determinada faixa de temperatura como regiões tropicais ou regiões de clima frio como os pólos.

2.3 MARÉS

São os fenômenos mais regulares e importantes que ocorrem no meio marinho. Caracterizam-se por serem as ondas mais longas que ocorrem nos oceanos, possuindo períodos de 12 a 24 horas e comprimentos de onda que podem alcançar a circunferência do equador (SCHIMIEGELOW, 2004). As marés são variações periódicas do nível do mar sob a influência de forças astronômicas, resultantes da interação das forças gravitacionais da lua e do sol, em menor escala, em vários locais do planeta.

A oscilação das marés se comporta de acordo com a Lei da Gravitação Universal de Newton, segundo a qual as matérias se atraem na razão direta de suas massas e na razão inversa do quadrado da distância que as separa. A Lua, devido à sua proximidade, é o corpo celeste que mais influencia a maré, seguindo-se o Sol, por força de sua enorme massa (STEWART, 2005).

A Terra e os seus oceanos são influenciados pela atração gravitacional do sistema Terra–Lua e pelas forças centrífugas resultantes de sua revolução em torno de um centro comum (baricentro ou centro de massa do sistema Terra–Lua), localizado no interior da Terra. A força gravitacional e a força centrífuga estão em equilíbrio e, como resultado, a Terra e a Lua nem colidem e nem se afastam uma da outra no espaço.

Nos períodos de lua nova e cheia, quando terra, lua e sol estão alinhados, ocorrem os maiores alcances das marés, que neste caso são denominadas marés de sizígia. Nos períodos em que a lua está na fase crescente ou minguante, quando esta e o sol formam um ângulo aproximadamente reto com a terra, ocorre uma divisão das forças, originando as marés com menor alcance, chamadas de marés de quadratura (FRANCO, 1997), (Figura 10).

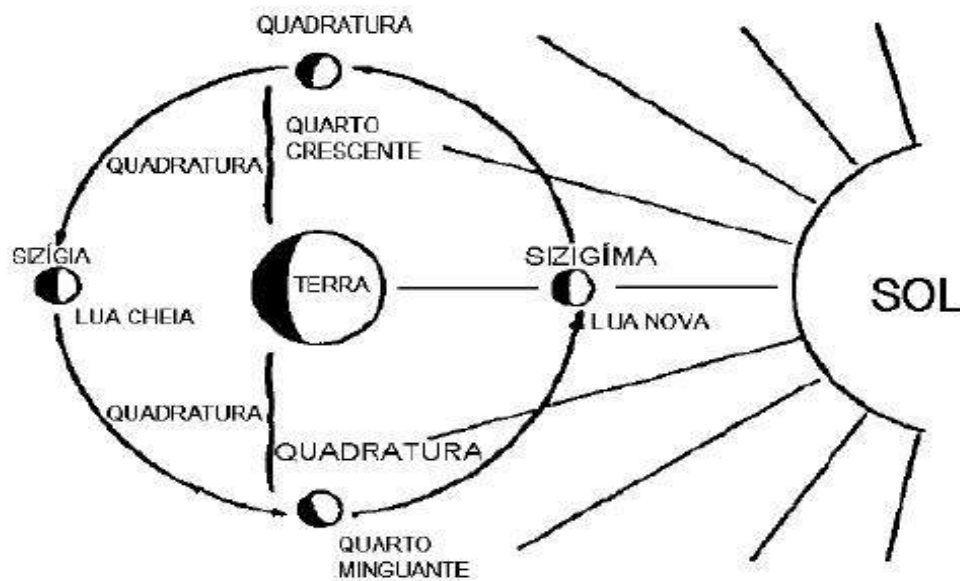


Figura 10: Marés de sizígia e quadratura. Imagem retirada de blog de divulgação científica na área de Astronomia, no IFRJ - Campus Volta Redonda.

A interação entre terra, lua e sol resulta nas marés oceânicas, caracterizadas pela subida e descida do nível das águas. Normalmente as águas sobem e descem duas vezes ao dia, ocorrendo então duas marés cheias (Preamares) e duas marés baixas (baixa-mares). O período em que a maré está subindo denomina-se maré enchente e o que ela está descendo chamamos de maré vazante (STEWART op cit). Os momentos em que a maré alterna seu sentido é denominado de estofa. O período quando a maré está alta e começa a descer é chamado de estofa de preamar e quando a maré está baixa e começa a subir denominamos de estofa de baixa-mar. A diferença na elevação entre a preamar e a baixa-mar é chamada de range da maré e a amplitude é igual à metade deste range (SCHIMIEGELOW, 2004).

2.3.1 CLASSIFICAÇÃO DAS MARÉS

Podemos classificar as marés em três tipos, reconhecidas pela frequência com que ocorrem e pela simetria de sua curva (SCHIMIEGELOW op cit):

- ❖ **Maré Diurna:** Quando ocorrem apenas uma preamar e uma baixa –mar aproximadamente iguais em cada dia lunar;

- ❖ Maré Semidiurna: Quando ocorrem duas preamares e duas baixa-mares aproximadamente iguais em cada dia lunar. este tipo de maré é a mais comum que existe;
- ❖ Maré Mista: Neste tipo de maré ocorrem duas preamares e duas baixa-mares de alturas significativamente diferentes.

2.3.2 PREVISÃO DAS MARÉS

A previsão das marés é feita com o auxílio de equipamentos como o marégrafo. A previsão destes fenômenos oceânicos são de extrema importância, principalmente no que diz respeito a navegação. Atualmente a previsão das marés no Brasil é de responsabilidade do DEPARTAMENTO DE HIDROGRAFIA E NAVEGAÇÃO (DHN) que edita e publica anualmente a previsão, através das tabuas de maré, para vários portos, terminais, barras, ilhas oceânicas e fundeadouros brasileiros, relacionados do Norte para o Sul, e oito portos estrangeiros da América Latina.

2.4 ESTUÁRIOS

Uma das definições mais usadas nos estudos oceanográficos, no que diz respeito aos estuários, é a definição clássica de Pritchard (1955) e Cameron & Pritchard (1963):

"Estuário é um corpo de água costeiro, semifechado, com uma ligação livre com o oceano aberto, no interior do qual a água do mar é mensuravelmente diluída pela água doce oriunda da drenagem continental".

Posteriormente, a definição clássica de Pritchard foi adaptada para que uma nova conceituação, mais satisfatória, fosse criada:

Estuário é um corpo de água costeiro, semifechado, com uma ligação livre com o oceano aberto, estendendo-se rio acima até o limite da influência da maré, sendo que, em seu interior, a água do mar é mensuravelmente diluída pela água doce oriunda da drenagem continental (DYER, 1997 *apud* MIRANDA *et al*, 2002).

As marés têm um papel muito importante nos processos que ocorrem em regiões estuarinas. As marés, geradas globalmente pelas forças astronômicas em regiões oceânicas e que se propagam pelas plataformas continentais na forma de ondas de diversos tipos, são umas das principais forças geradoras dos movimentos e dos processos de mistura que ocorrem nos estuários e sua influência propaga-se estuário acima e abaixo na forma de ondas longas de gravidade (MIRANDA *et al*, 2002).

As águas estuarinas possuem caracteristicamente uma salinidade inferior às apresentadas pelas águas oceânicas e possuem produtividade geralmente elevada, devido à grande quantidade de nutrientes, organismos vegetais e animais que abriga através de seus processos de circulação (MIRANDA *et al.* op. cit).

2.4.1 Classificação de Estuários

Segundo sua Geomorfologia:

- Fiordes: estuários de secção em U, em geral formados durante glaciares e sendo caracterizados por grandes profundidades e estratificação (SILVA, 2000). Por serem geralmente muito profundo, e com as trocas com o oceano adjacentes limitadas pela soleira, a água da descarga fluvial e a circulação ficam confinados numa camada muito rasa e que no seu movimento estuário abaixo recebe pelo processo de entranhamento recebe uma quantidade considerável de água do mar da camada profunda (MIRANDA, 2002) ;
- Planície costeira: estuários com secção em V, onde sua área geralmente aumenta estuário abaixo. São relativamente rasos, sua profundidade dificilmente excede os 30 m e sua parte terminal do vale tem uma cota abaixo do nível do mar. Normalmente localizam-se em regiões tropicais e subtropicais;
- Construído por Barra: Estuários geralmente rasos, com profundidades não superiores a 20/30 m. São formados durante períodos de transgressões marinhas e podem apresentar a formação de barras devido o grande aporte sedimentar provenientes dos rios que o alimentam (MIRANDA op cit);
- Estuário tipo Ria: Possui origem tectônica, e geralmente tem morfologia irregular com tributários que drenam grande parte da região adjacente. Sua morfologia pode ser de

um canal entrecortando regiões montanhosas ou afunilada e aumento de profundidade em direção ao oceano (MIRANDA,2002);

2.4.2 Classificação de Acordo com a Salinidade

- Cunha salina: estuários onde existe uma interface distinta entre a água da descarga fluvial e a água do mar. Possui um fluxo de água de baixa salinidade na superfície, indicando que o processo de entranhamanto é predominante (SILVA, 2000);
- Altamente estratificado: Este tipo de estuário apresenta acentuada estratificação da coluna de água, e a diferença entre a salinidade superficial e a de fundo é da ordem de varias unidades;
- Bem misturado: Quando o gradiente de salinidade é apenas longitudinal, não havendo diferenças significativas entre a salinidade da superfície e do fundo. São tipicos de locais com marés muito intensas (SILVA, 2000).
- Parcialmente misturado: Estuários onde ocorre um gradiente crescente de salinidade na vertical e para jusante. A diferença de salinidade entre a superfície e o fundo é baixa (SILVAop cit).

3 METODOLOGIA

A finalidade deste trabalho é estudar a variação dos parâmetros temperatura e salinidade com a mudança dos regimes de maré na região de estudo. Para isso foram usados dados de maré, temperatura e condutividade, medidos a cada 5 minutos, que foram inicialmente coletados às 16:00h do dia 1 de outubro de 2012 às 16:05h do dia 13 de novembro do mesmo ano, compreendendo um período de 44 dias. O local de estudo situa-se no município de Colares, margem direita da baía do Marajó, que pertence ao estuário do rio Pará, mais especificamente no farol da praia de Colares. As imagens da área de estudo foram obtidas através do Google Earth e adaptados para que pudessem ser usadas neste trabalho. Os dados de profundidade, condutividade e temperatura foram obtidos através de um sensor de pressão, LTC LEVELOGGER JUNIOR da marca SOLINST (Figura 11), previamente programado para que os dados fossem amostrados a cada cinco minutos e posteriormente instalado na praia de Colares. A escolha deste local para a instalação do aparelho foi motivada pela sua melhor localização, pois o outro local onde inicialmente pensou-se em instalar o aparelho (trapiche do porto) estava sujeito a ficar totalmente fora da água nos períodos de baixa-mar.

Fonte: Fabricante.



Figura 11: Sensor de pressão LTC LEVELOGGER JUNIOR da marca SOLINST.

3.1 ANÁLISE DOS DADOS

Os dados de maré foram comparados com os dados obtidos na tábua de previsão da maré de Mosqueiro, por ser a região mais próxima da área de estudo, que não tem nenhuma estação de monitoramento. Os dados do padrão de marés (tábuas de maré) para os meses de outubro e novembro de 2012, foram obtidos online através do site da Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN).

Inicialmente, os dados obtidos foram planilhados no programa Microsoft Excel 2007 e receberam um prévio processamento. Posteriormente, através de rotinas específicas no programa Matlab 7.0, os valores de salinidade foram obtidos a partir dos dados de condutividade. Feito este processo, os dados foram novamente tratados no Microsoft Excel 2007 e foram separadas planilhas com os dados de salinidade e temperatura, variando com dois períodos de maré de sizígia (maior sizígia e menor sizígia) e dois períodos de marés de quadratura (maior quadratura e menor quadratura).

Posteriormente, separou-se outra planilha com os dados de salinidade para as marés de maior sizígia e para as de maior quadratura. O mesmo foi feito para a temperatura. Foi feito também outras duas planilhas, uma com os dados de salinidade e outra com os de temperatura, variando no período dos 44 dias de coleta de dados em campo. O próximo passo foi plotar estas sub-planilhas no programa GRAPHER 9, onde estas foram usadas para a obtenção dos gráficos de salinidade e temperatura (com estes em gráficos separados), variando com a maré da maior e da menor sizígia e maior e menor quadratura. Foi feito outro gráfico comparando a salinidade da maré de sizígia com a de maré de quadratura. Procedeu-se da mesma maneira para a obtenção dos gráficos de temperatura de sizígia e de quadratura. Finalmente, foram feitos dois gráficos do comportamento geral nos 44 dias de campo, um para salinidade e outro para temperatura variando com o regime de marés local.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 MARÉS

Segundo Baltazar (2010), a comparação entre os dados de maré (variações na altura da maré e horários das ondas) da tábua para a ilha de Mosqueiro e os dados em campo na ilha de Colares de abril de 2008 revelou uma diferença média de 47 minutos de antecedência dos parâmetros da onda na ilha de Colares, fato que também foi observado nos dados do presente trabalho quando estes foram comparados com os horários da tábua de marés da Ilha de Mosqueiro. No entanto, a diferença na antecedência dos dados deste trabalho tiveram uma média de 1 hora e 11 minutos, considerando a média das diferenças de 6 períodos de preamar entre Colares e Mosqueiro entre os dias 1 e 4 de outubro de 2012 (Tabela 1).

Tabela 1: Diferenças e média no tempo das marés de Colares e Ilha de Mosqueiro entre os dias 1 e 4 , levando-se em consideração os períodos de preamar.

Dias/Mês/Ano	Diferença no tempo (h) entre as preamares de Colares e Mosqueiro.
01/10/2012	01:24
02/10/2012	01:26
02/10/2012	00:59
03/10/2012	01:03
04/10/2012	01:18
04/10/2012	00:56
Média	01:11

O mesmo ocorreu quando se comparou os dados de maré da ilha dos Guarás que se situa nas proximidades da foz do rio Pará. A comparação do tempo da chegada da maré partindo da ilha dos Guarás para Colares tem em média 1 hora e 14 minutos, levando-se em consideração as médias da diferença dos 5 primeiros dias de outubro de 2012 (Tabela 2).

Tabela 2: Diferenças e média entre o tempo das marés da ilha dos Guarás e Colares entre os 5 primeiros dias de outubro de 2012 , levando-se em consideração os períodos de preamar.

Dias/Mês/Ano	Diferença no tempo (h) entre as preamares das ilhas dos Guarás e Colares
01/10/2012	00:56
02/10/2012	00:49
02/10/2012	01:19
03/10/2012	01:25
04/10/2012	01:21
04/10/2012	01:34
Média	01:14

Já a diferença no tempo das preamares da Ilha dos guarás em relação à Ilha de Mosqueiro apresentou uma média de 2 horas e 40 minutos (levando-se em consideração as médias da diferença dos 5 primeiros dias de outubro de 2012) comparadas com os dados obtidos neste trabalho (Tabela 3).

Tabela 3: Diferenças e média no tempo das marés da ilha de Mosqueiro e Ilha dos Guarás.

Dias/Mês /Ano	Diferença (em horas) entre as preamares das ilhas dos Guarás e Mosqueiro.
01/10/2012	02:48
02/10/2012	02:50
03/10/2012	02:31
04/10/2012	02:39
05/10/2012	02:33
Média	02:40

Estas diferenças nas características de onda são compreensíveis, pois a ilha dos Guarás encontra-se mais à jusante do rio Pará do que Colares, e Colares mais à jusante deste mesmo rio do que a ilha de Mosqueiro (Figura 12).

Fonte: Google Earth (2013).

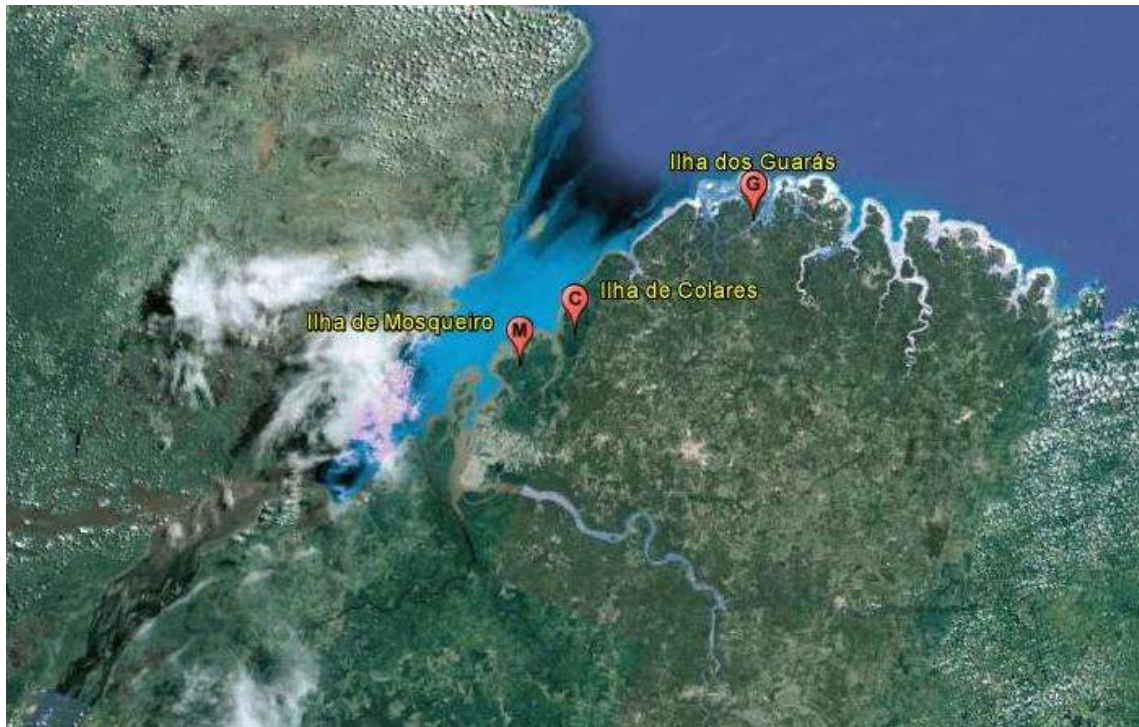


Figura 12: Disposição das localizações da Ilha dos Guarás, Colares e Ilha de Mosqueiro.

A altura da maré variou da ilha dos Guarás para a ilha de Colares e desta para a ilha de Mosqueiro. A altura da maré veio decrescendo da foz do rio Pará passando pela ilhas dos Guarás, Colares e Mosqueiro, ou seja, dirigindo-se para dentro do estuário. Na ilha dos Guarás a altura da maré é maior em relação à altura das marés em Colares, que por sua vez é maior que a altura das marés que chegam a ilha de Mosqueiro (Tabela 4).

Tabela 4: Comparação entre os horários e alturas de preamar na Ilha dos Guarás, Colares e Ilha de Mosqueiro. À medida que a onda de maré entra no estuário sua altura vai decrescendo.

Ilha dos Guarás	Ilha de colares	Ilha de Mosqueiro
Hora /Altura(m) da preamar	Hora /Altura(m) da preamar	Hora /Altura(m) da preamar
21:14 / 4,9	22:10 /4,7	23:34 / 3,7
09:36 / 4,9	10:25 /4,5	11:51 / 3,6
21:36 / 4,8	22:55 /4,6	23:54 / 3,6
09:55 / 4,7	11:20 /4,5	12:23 / 3,4
21:44 / 4,7	23:05 /4,5	00:23 / 3,5
10:21 / 4,5	11:55 /4,3	12:51 / 3,2
22:12 / 4,6	23:20 /4,3	00:45 / 3,4

O comportamento da altura das marés neste local pode ser explicado pela variação na geomorfologia que a região apresenta. A interação entre a onda de maré propagando-se estuário acima e a morfologia do estuário, é responsável por importantes variações na altura da maré e na intensidade das correntes. A convergência das margens estuarinas faz com que a onda de maré sofra compressão em suas laterais, e na ausência de atrito ocorre o aumento da altura de maré, mas como sempre existe atrito com o substrato de fundo ocorre à diminuição da altura de maré (DYER, 1977 *apud* MIRANDA *et al* , 2002). Desta forma, pode-se classificar o estuário em questão como hiposíncrono, pois os processos de atrito excedem o da convergência ao longo de seu canal fazendo com que a altura da maré diminua. Pode-se notar este fato a partir da observação da tabela 4, ficando bem notável que esta altura de maré apresenta maior altura de preamar nos trechos da ilha dos Guarás e vem diminuindo ao longo de seu deslocamento, passando pela ilha de Colares, onde sua altura é menor e diminui ainda mais na região da ilha de Mosqueiro.

4.2 TEMPERATURA

Os dados de temperatura não apresentaram variações significativas durante o período de 42 dias em que foram de coleta de dados (Figura 13). Os valores variaram de 28°C a 30°C.

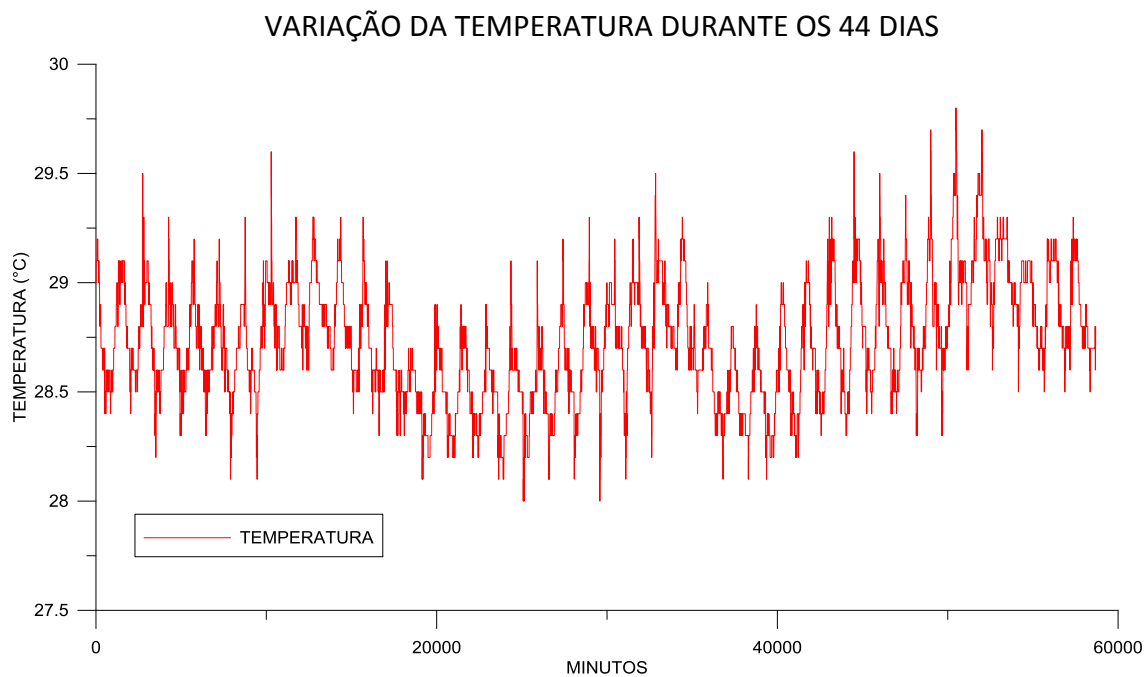


Figura 13: Variação da temperatura nos 42 dias em que foram coletados os dados em Colares.

O regime de marés local pareceu não afetar o padrão da temperatura superficial da água no local de coleta de dados e esta variação de temperatura apresentou apenas pequenas variações diurnas, fato já esperado devido ao processo de mistura que ocorre em águas superficiais e ao padrão local deste parâmetro. Mesmo durante os períodos de marés de sizígia (dias 17 e 18 e 29 a 30 de outubro de 2012) (Figuras 14 e 15), e de quadratura (dias 7 a 8 e 22 a 23 de outubro de 2012) (Figuras 16 e 17), as variações não foram significativas para que pudéssemos inferir que estes dois períodos no ciclo das marés alteram de alguma forma o padrão de temperatura do local.

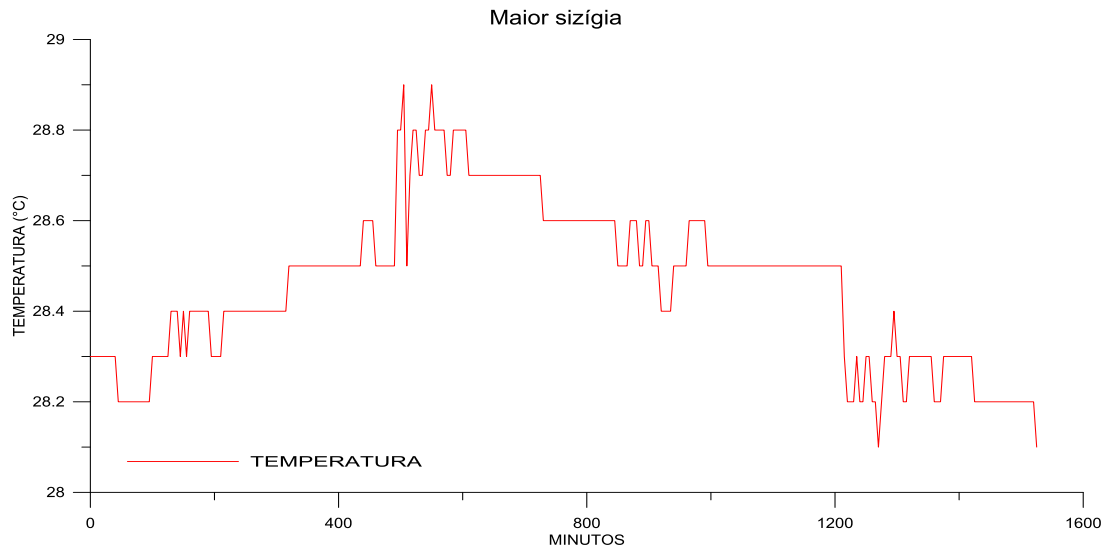


Figura 14: Variação de temperatura entre os dias 17 e 18, período em que ocorreu a maior maré de sizígia.

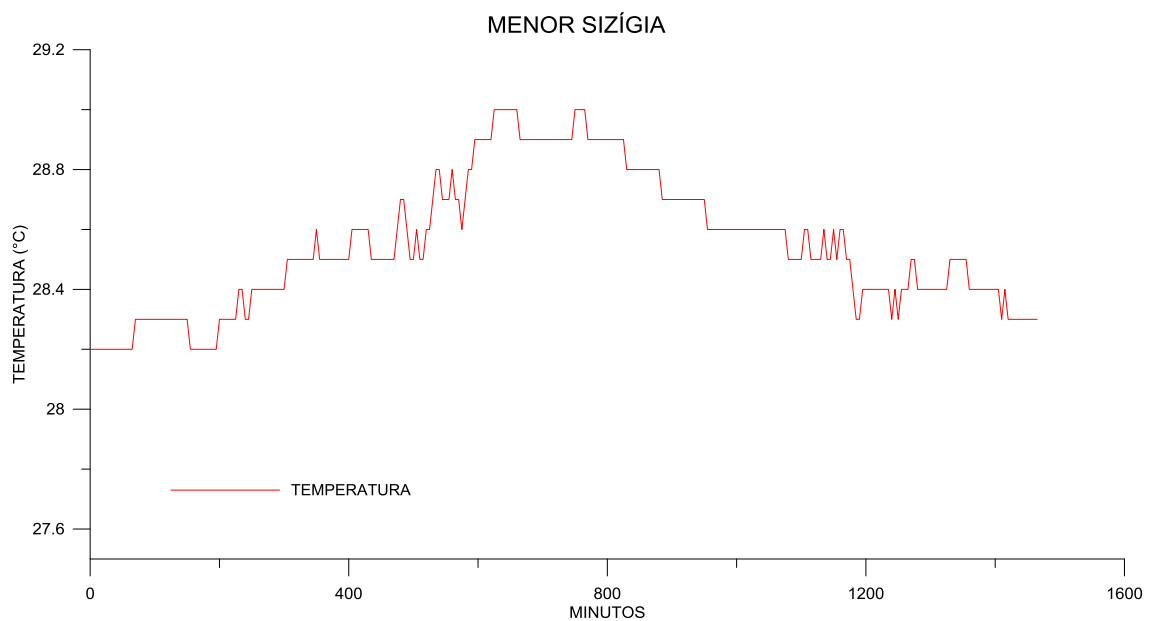


Figura 15: Variação de temperatura entre os dias 29 e 30, período em que ocorreu a menor maré de sizígia

Os valores mais elevados nas figuras 14 e 15 correspondem aos horários de maior insolação, fato que ocorreu de forma semelhante para a temperatura nos períodos de marés da quadratura (figuras 16 e 17).

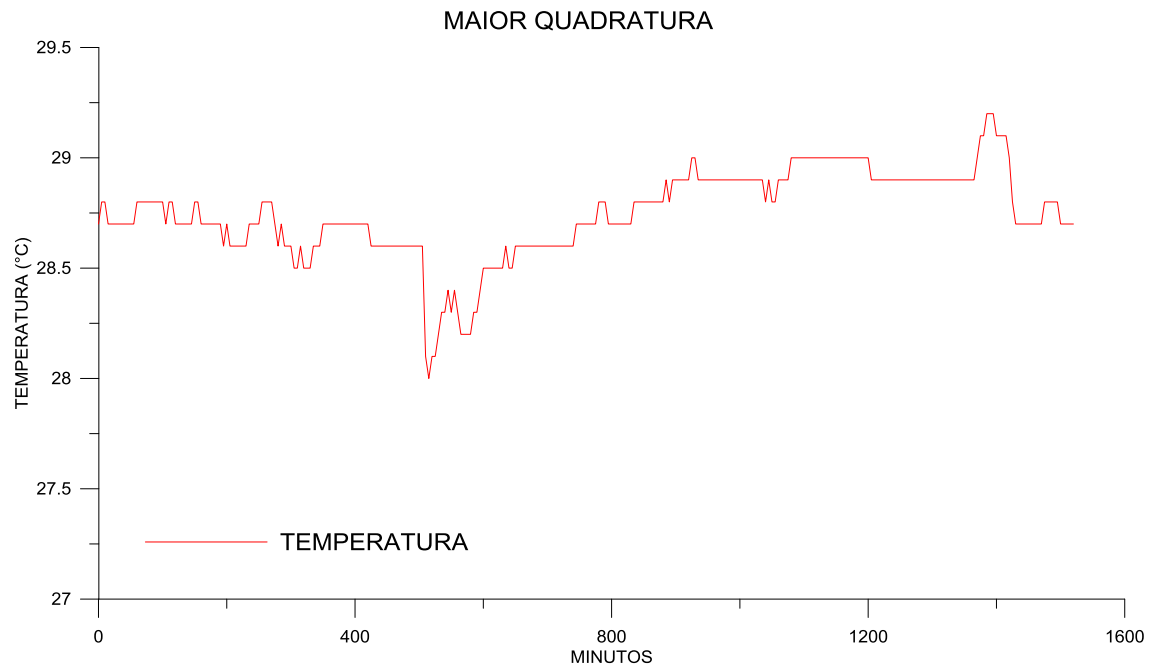


Figura 16: Variação diurna da temperatura no período da maior maré de quadratura , entre os dias 22 e 23 de outubro de 2012.

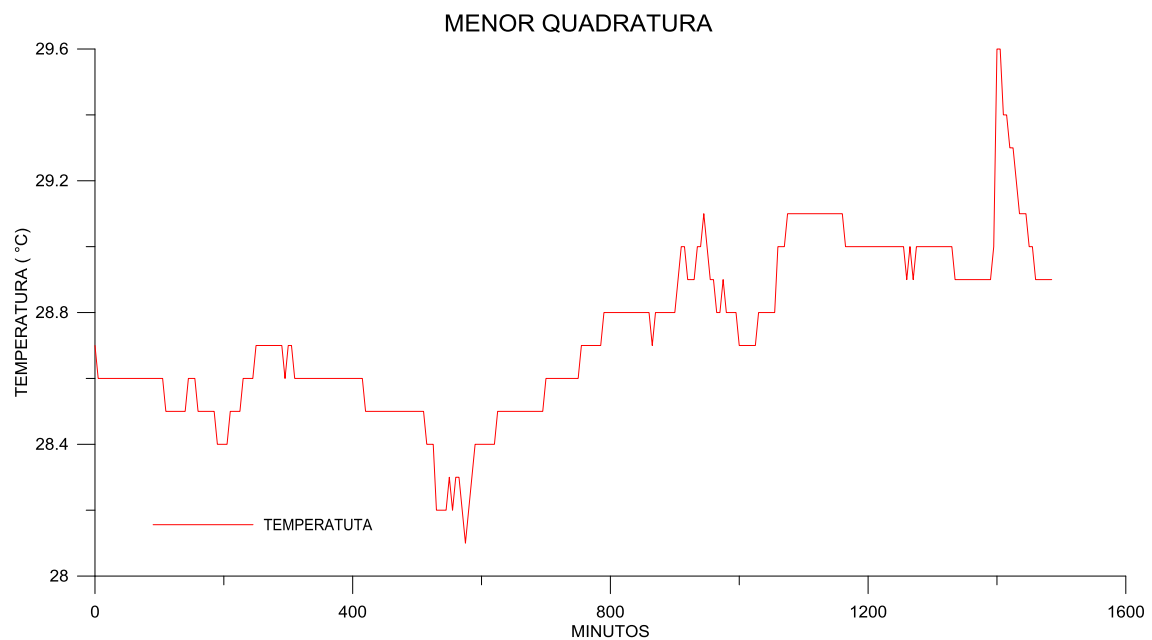


Figura 17: Variação diurna da temperatura no período da menor maré de quadratura , entre os dias 7e 8 de outubro de 2012.

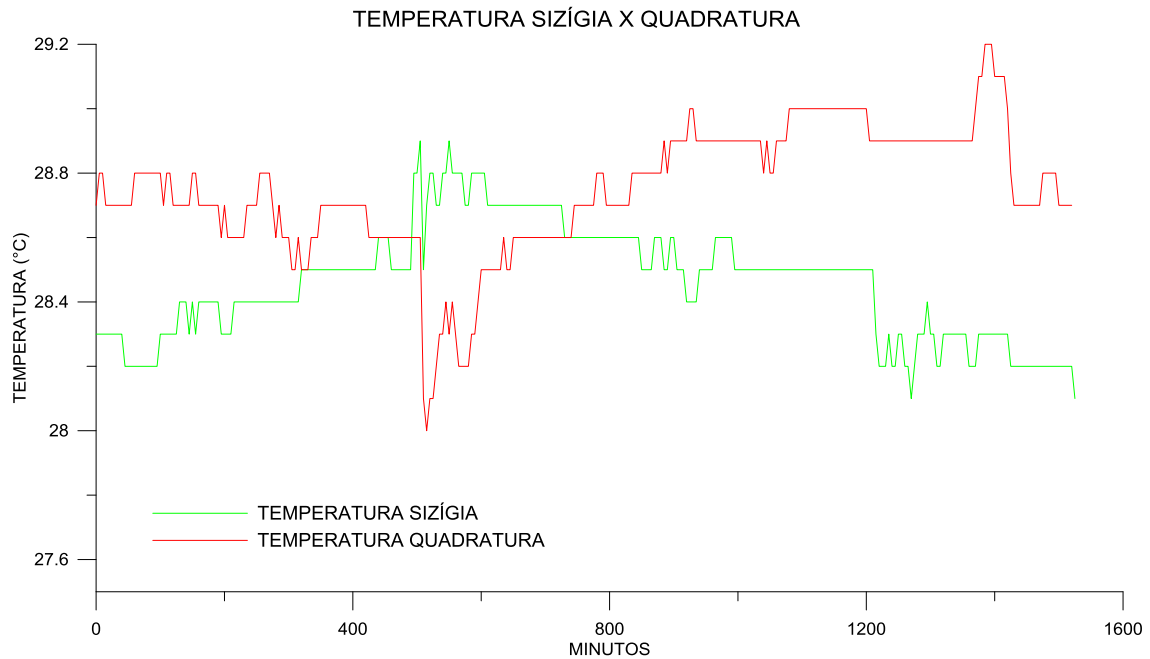


Figura 18: Comparação entre as temperaturas de maior sizígia e maior quadratura.

4.3 SALINIDADE

Os dados de salinidade mostraram-se fortemente influenciados pelo regime de marés local. Durante o período dos 44 dias em que ocorreu a coleta de dados, a salinidade passou a elevar-se próximo do dia 12 de outubro de 2012, período em que se aproximava a maré de sizígia (Figura 19).

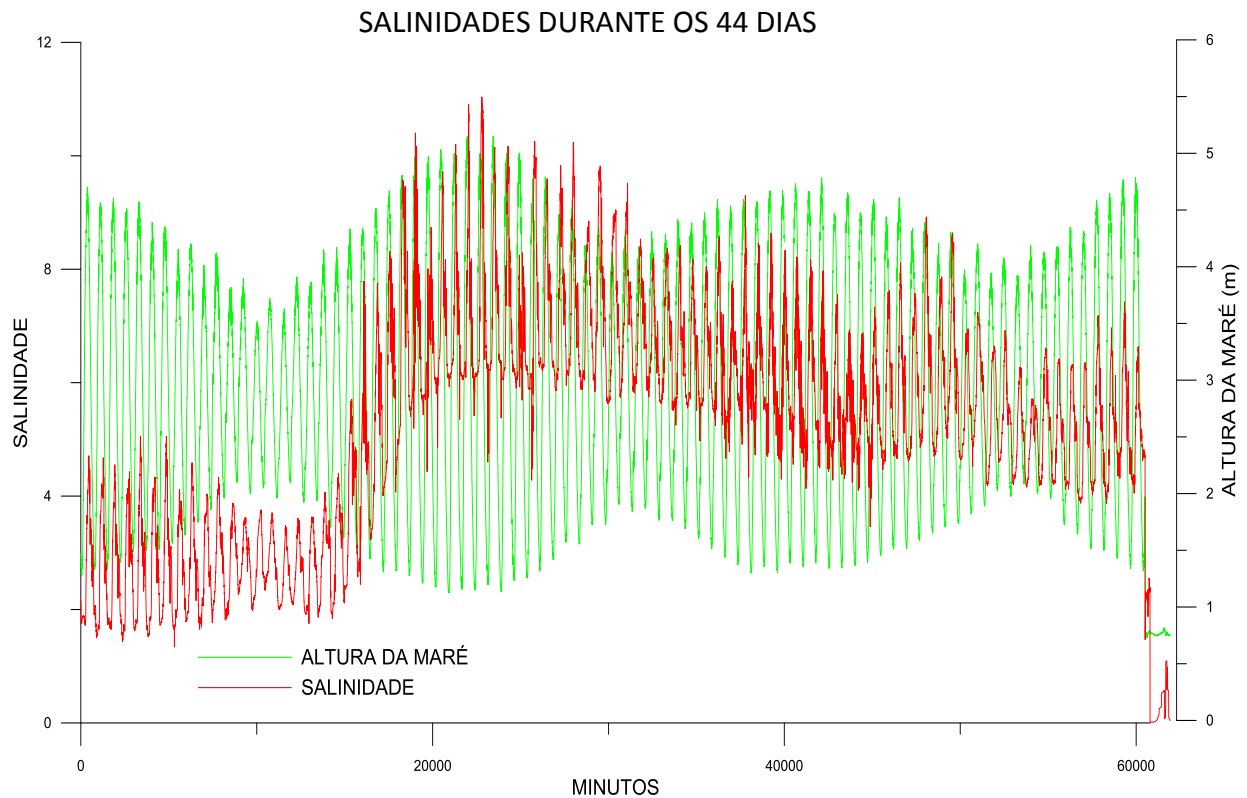


Figura 19: Comportamento da salinidade e sua variação com o regime de marés nos 42 dias em que o aparelho ficou instalado na praia de Colares.

Durante os períodos de marés de sizígia ficou evidente que este parâmetro sofria uma grande elevação, principalmente entre os dias 17 e 18 de outubro em que ocorreu uma maré de sizígia de lua nova, caracterizando-se como a mais forte do de todo o mês onde a salinidade alcançou seu maior valor (11,03) às 12h e 00 min do dia 17 (Figura 20).

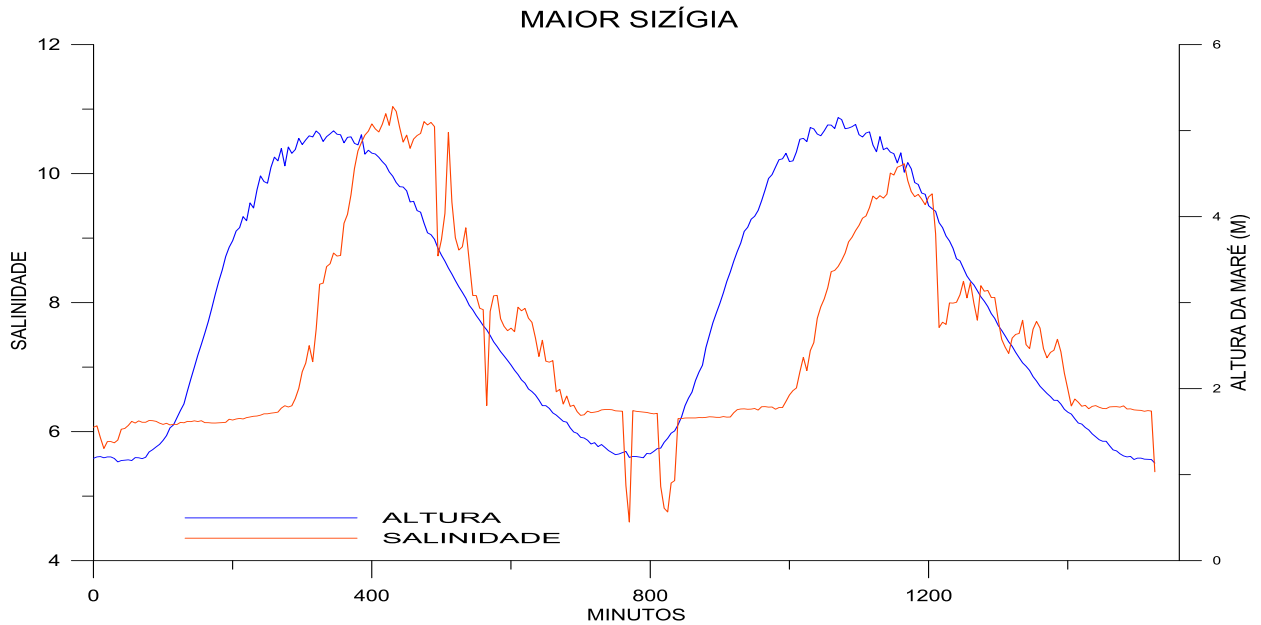


Figura 20: Variação da salinidade com a maré entre os dias 17 e 18 de outubro de 2012 durante a maré de sizígia mais forte que ocorreu neste mês.

Entre os dias 29 e 30 de outubro ocorreu uma segunda maré mais forte de sizígia, mas desta vez de lua cheia, onde a salinidade alcançou valores elevados, sendo que o maior valor (8,33) ocorreu no horário das 11h e 20 min da manhã do dia 29 de outubro (Figura 21).

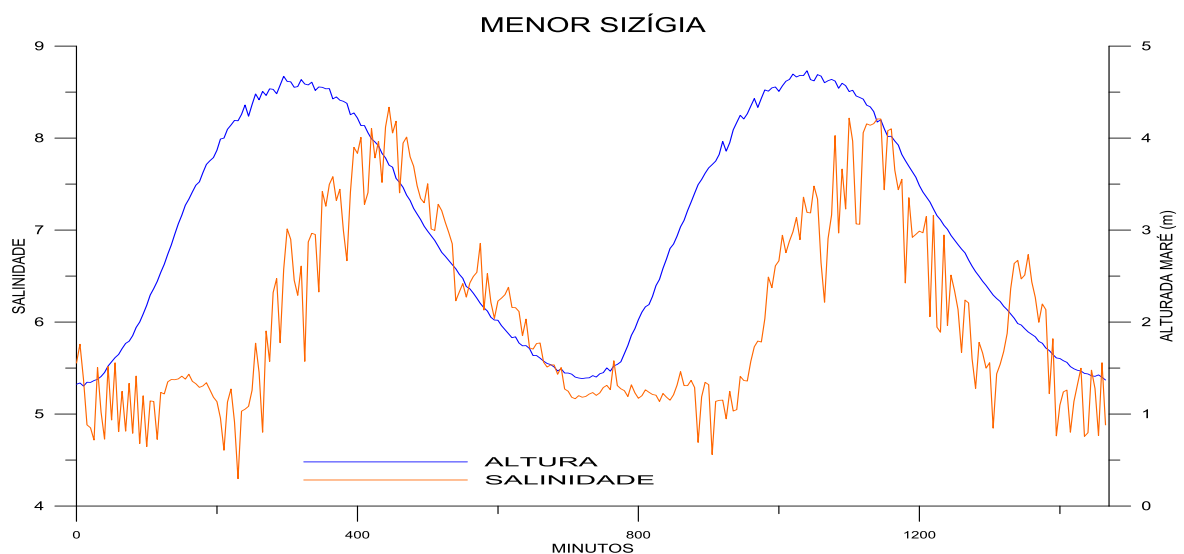


Figura 21: Variação da salinidade com a maré entre os dias 29 e 30 de outubro de 2012 durante a segunda maré de sizígia mais forte que ocorreu neste mês.

Nos períodos de marés de quadratura onde a altura destas caracteriza-se por ser menor em que os períodos de sizígia a salinidade também apresentou uma elevação em relação as marés deste tipo, comparado aos outros períodos do ano. A maré de quadratura mais forte ocorreu entre os dias 22 e 23 de outubro alcançando seu maior valor (9,81) as 04 h e 05 min do dia 22 de outubro em uma lua crescente (Figura 22).

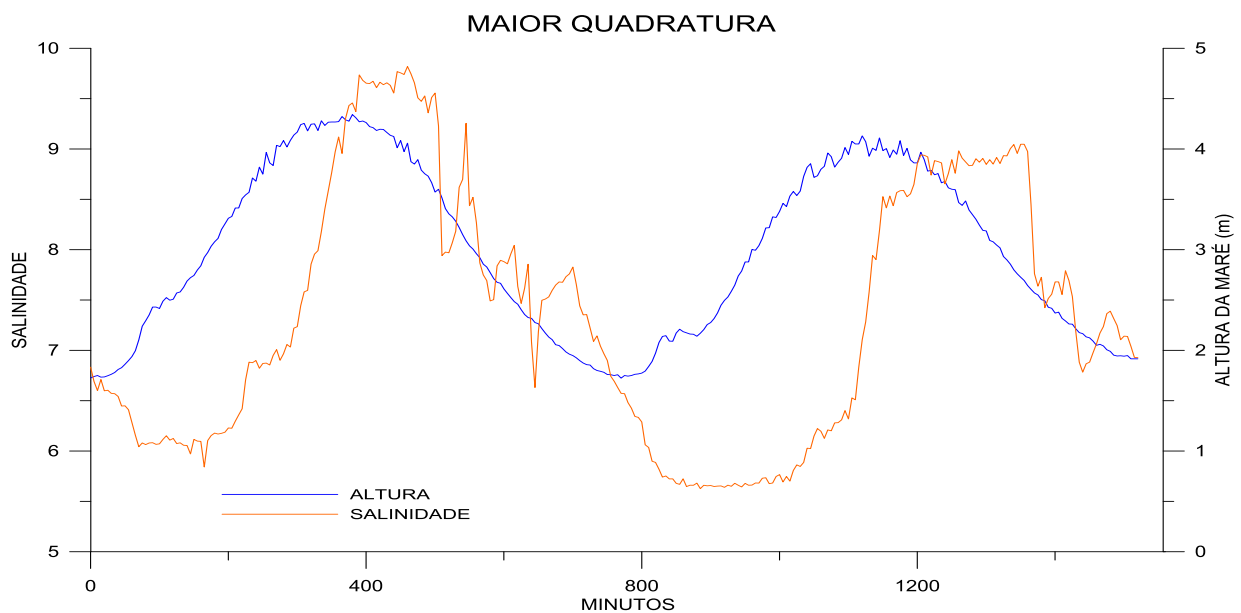


Figura 22: Variação da salinidade com a maré entre os dias 22 e 23 de outubro de 2012 durante uma lua crescente, caracterizando-se como a mais forte maré de quadratura deste mês.

A maré de quadratura mais fraca ocorreu em uma lua minguante entre os dias 7 e 8, alcançando seu maior valor (3,54) às 19 h do dia 7 de outubro de 2012 (Figura 23).

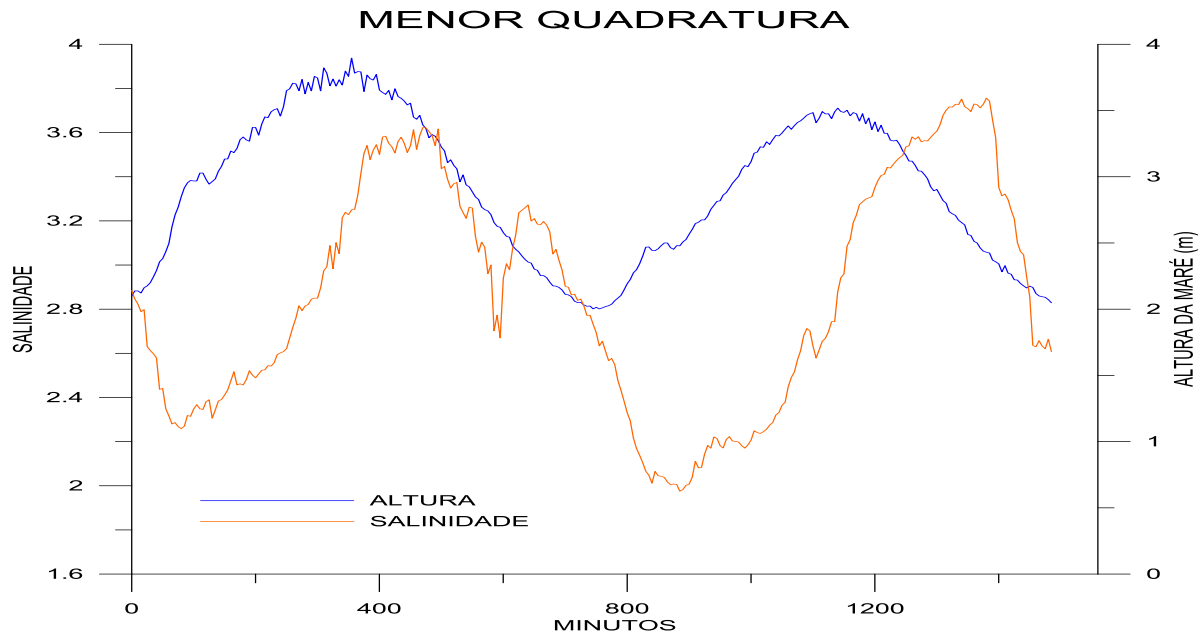


Figura 23: Variação da salinidade com a maré de quadratura mais fraca, que ocorreu entre os dias 7 e 8 de outubro de 2012 em uma lua minguante.

Quando comparamos a salinidade nos períodos de sizígia e de quadratura, através dos gráficos, fica evidente que, no período estudado, as marés de sizígia apresentam uma maior influência na concentração de sais na água em detrimento das marés de quadratura. As marés de sizígia aparentemente são responsáveis pela maior elevação da salinidade na região de estudo (Figura 24), porém, é importante salientar que esta região apresenta forte influência de intrusão salina, que eleva a salinidade local, justamente no período do ano em que foram feitas as coletas para este estudo.

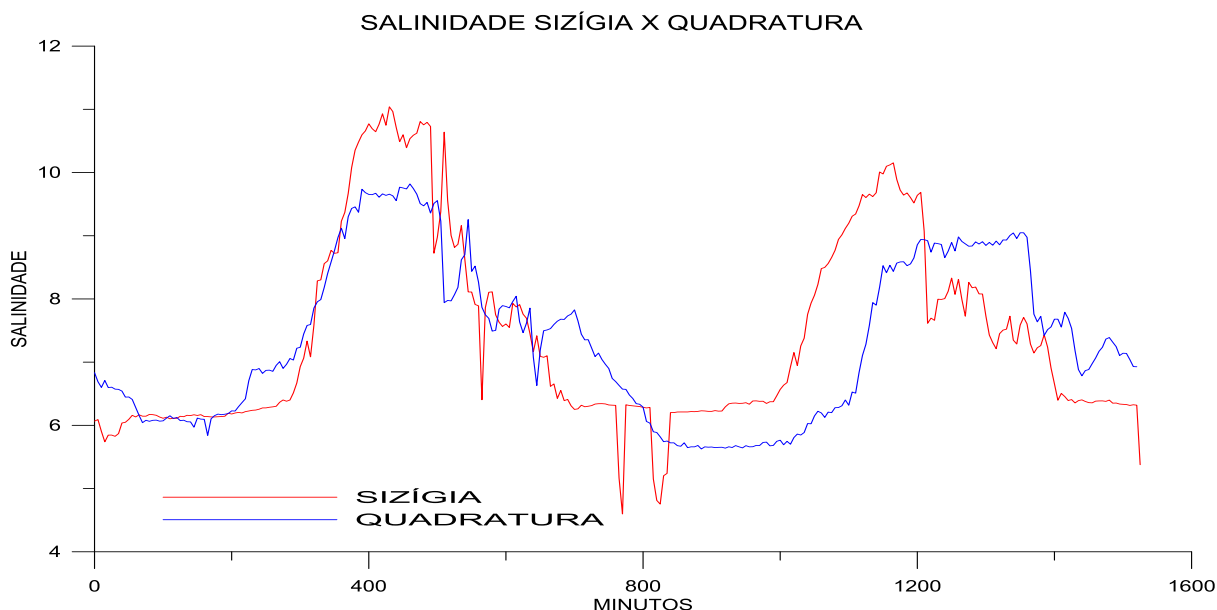


Figura 24: Comparação entre a salinidade no período de marés de sizígia e quadratura, levando-se em consideração a maré de sizígia mais forte e a maré de quadratura mais forte.

Os ribeirinhos locais relatam que neste período do ano ocorre a entrada do “salgado” para a região estuarina e neste contexto é possível capturar peixes tipicamente oceânicos em regiões mais abrigadas em direção ao interior do estuário. A região amazônica é fortemente influenciada pela sazonalidade e a distribuição dos recursos pesqueiros se dá em função dos períodos seco e chuvoso da região. A ilha de Colares, por pertencer a esta região, está inserida neste contexto climático, apresentando seu período menos chuvoso de agosto a novembro e um período de maior insolação que vai de junho a novembro. Nestes períodos de baixa taxa de chuvas e maior insolação ocorre um aumento nos processos de evaporação, fazendo com que a concentração de sais se eleve nas águas do estuário neste período do ano, em particular em outubro, mês em que os dados deste trabalho foram obtidos.

Segundo (De Lima *et al.*, 2010), o primeiro semestre no estuário, conhecido como inverno, é caracterizado pelo afastamento das águas mais salinas, de origem oceânica, que são deslocadas para longe da foz pela forte descarga do rio Amazonas (Egler & Schwassmann, 1962; Schwassmann *et al.*, 1989 *apud* De Lima *et al.*, 2010). Neste período, os peixes de água doce predominam na região. No “verão”, com a diminuição da pluviosidade, ocorre o fenômeno inverso, a zona de mistura salina se aproxima da foz amazônica e peixes de água salgada dominam. Então o que podemos afirmar é que o regime de marés, principalmente os de sizígia, tem grande influência na elevação da salinidade local, mas não podemos afirmar

que este é o único processo que causa esta grande elevação, na verdade ele possivelmente age impulsionando esta intrusão salina a avançar nas águas superficiais e talvez na coluna d'água.

5 CONCLUSÕES

Verificou-se que a maré partindo da ilha dos Guarás para Colares tem em média 1 hora e 14 minutos, e de Colares para Mosqueiro 1 hora e 11 minutos. Estes dados podem ser explicados devido às distâncias a que cada local está situado da jusante do rio Pará.

A maré apresentou maior altura de preamar nos trechos da ilha dos Guarás e diminuiu ao longo de seu deslocamento, passando pela ilha de Colares, onde sua altura foi menor e diminuiu ainda mais no perímetro da ilha de Mosqueiro. Estas características estuarinas mostram que o estuário em questão pode ser classificado como do tipo hiposíncrono, pois os processos de atrito excedem o da convergência ao longo de seu canal fazendo com que a altura da maré diminua.

A temperatura não variou significativamente no período em que os dados foram coletados. As variações mais perceptíveis deste parâmetro foram diurnas e não estão relacionadas com as variações da maré. Portanto, estas são provavelmente resultantes dos períodos de insolação local e ao processo de mistura que ocorre em águas superficiais.

Os dados de salinidade foram os que mais variaram, mostrando-se fortemente influenciados pela maré. Os maiores valores de salinidade ocorreram durante as preamares de sizígia, sendo que durante as marés de quadratura também se verificou um aumento na salinidade.

No entanto, é importante salientar que esta região apresenta uma forte influência de intrusão salina, que eleva a salinidade local. Esta intrusão salina é relatada pelos ribeirinhos locais como a época em que é possível pescar peixes de águas salgadas em regiões muito internas do estuário. Durante o período menos chuvoso, com a diminuição da vazão dos rios adjacentes, a zona de mistura salina se aproxima da foz do rio Pará, e peixes de água salgada adentram o estuário. Portanto, o aumento da salinidade local é causado pela condição climática e intensificado pelas marés.

.

REFERÊNCIAS

AYOADE, J.O, **Introdução à Climatologia para os Trópicos**, ed. Bertrand Brasil, 10ª edição, Rio de Janeiro / RJ. 1991.

BARBOSA, ESTÊVÃO JOSÉ DA SILVA. **Unidades de relevo em zona costeira estuarina: municípios de Colares e Santo Antônio do Tauá (PA)** / Estêvão José da Silva Barbosa. – Belém. 96 f.: il.; 29,7cm. 2007.

BALTAZAR, L. R. S.; MENEZES, M. O. B.; ROLLNIC, M. **Contributions to the Understanding of Physical Oceanographic Processes of the Marajo Bay - PA, North Brazil**. Journal of Coastal Research, p. 1443-1447, ISSN 0749-0208. 2011.

BALTAZAR, L. R. S. **Contribuições ao entendimento dos processos oceanográficos físicos da baía do Marajó-pa em final de período seco**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação). Universidade Federal do Pará - Centro de Geociências. Belém –PA. 2010.

CALAZANS, Danilo (org.); COLLING, André (colab.). **Estudos oceanográficos: do instrumental ao prático**. Pelotas, RS: Textos. 461 p. 2011.

DE LIMA, A. M. M. et al. **A Gestão da Oferta Hídrica no Estado do Pará e seus Aspectos Condicionantes**. PA. 15: 69-83 p. 2010.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA (EMBRAPA). **Avaliação da aptidão agrícola das terras do município de colares – estado do Pará**. Documentos N° 21.1999.

FRANCO, A.S, 1913 - **Marés: fundamentos, análise e previsão**. – 1 ed. – Niterói – RJ: Diretoria de Hidrografia e Navegação, 1997. viii, 268p.

GARRISON, T. **Fundamentos de Oceanografia**. São Paulo: Cengage Learning, 426p. 2010.

GUIMARÃES, M. R. F.; MARONE, E. **Oceanografia Física com Ênfase em Ambientes Estuarinos** (Apostila de curso). 1995.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Projeto Zoneamento das Potencialidades dos Recursos Naturais da Amazônia Legal**. Rio de Janeiro: IBGE, 1990.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 11 de janeiro de 2013.

LEONARDO CRUZ DA ROSA & CARLOS ALBERTO BORZONE. **Uma abordagem morfodinâmica na caracterização física das praias estuarinas da Baía de Paranaguá, sul do Brasil**. Revista Brasileira de Geociências.38(2): 237-245. 2008.

LEITÃO, S.N.; GUSMÃO, L. M. O.; VIEIRA, D. A . N.; PARANHOS, J. D. N. **Zooplâncton da área estuarina do rio Formoso-PE (Brasil)**. Trab. Oceanog. Univ. Fed. PE. Recife, v.23, n.1, p.55-64. 1995.

SILVA, M. C. **Estuários- Critérios para uma classificação ambiental**. Revista brasileira de recursos hídricos. Vol5 .n.1 .jan/mar.25-35. 2000.

MARTINS, S. E. M. **Geomorfologia e sedimentologia dos depósitos sedimentares recentes da porção superior do estuário do Rio Pará (Baía de Marajó-Amazônia)**. Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2010.

MASCARENHAS, R. E. B.; GAMA, J. R. N. F. **Extensão e características das áreas de mangue do litoral paraense**. Belém: EMBRAPA, 1999.

MIRANDA, L. B. CASTRO. B.M, KJERFVE, B. **Princípios de Oceanografia Física de Estuários**. Edusp, São Paulo, 414p. 2002.

NORDSTROM, K. F. **Estuarine beaches: an introduction to the physical and human factors affecting use and management of beaches in estuaries, lagoons, bays and fjords**. London; New York: Elsevier Applied Science, 1992.

OHASHI, S .T., YARED, J .A .G. , NETO , J. T . F.**Variabilidade entre procedências de paricá *Schizolobiumparahybavar amazonicum*(Huber exDucke) Barneby plantadas no município de Colares – Pará**. ActaAmazonica. Vol. 40(1): 81 – 88. 2010.

OPEN UNIVERSITY. **Seawater: its composition, properties and behavior**. Pergamon Press, Oxford, 165p. 1995.

ROSSETI, D. ***Paleosurfaces from northeastern Amazonia as key for reconstructing paleolandscapes and understanding weathering products***. Sedimentary Geology. Elsevier, n.º 169, pp. 151-174. 2004.

SCHIMIEGELOW, J. M. M. **O planeta azul: uma introdução às ciências marinhas**. Rio de Janeiro: Interciência, 202 p. 2004.

SENNA, C.; SARMENTO, A. P. **Aplicações do sensoriamento remoto no mapeamento geobotânico do litoral NE do Pará**. Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Belém: MPEG, v. 8, p. 137-155.1996.

STEWART, R. H. **Introduction to Physical Oceanography**. College Station, Tex.: Texas A & M University.2005.

SOUZA, R. R. **Modelagem numérica da circulação de correntes de maré na Baía de Marajó e Rio Pará (PA)**. 180f. Dissertação (Mestre em Engenharia Civil). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2006.

Links da internet:

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO (PNUD).
Disponível em: <<http://www.pnud.org.br>>. Acesso em: 11 de janeiro de 2013.

Imagem das marés de sizígia e quadratura: Estudos e Observações Astronômicas no Sul Fluminense (EOA - Sul Fluminense). Um blog de divulgação científica na área de Astronomia, no IFRJ - Campus Volta Redonda:
<<http://eoa-sulfluminense.blogspot.com.br/2012/09/mares-de-sizigia-e-de-quadratura.html>>
Acesso em: 31 de março de 2013.