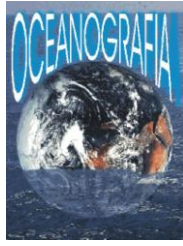




Universidade Federal do Pará



Faculdade de Oceanografia



Instituto de Geociências

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

ISAAC SALÉM ALVES AZEVEDO BEZERRA

COMPORTAMENTO MORFOSEDIMENTAR DA PONTA
DE MARITEUA, ILHA DOS GUARÁS, NORDESTE DO
PARÁ

GEOCIÊNCIAS
U F P A

BELÉM-PARÁ

Fevereiro - 2011

ISAAC SALÉM ALVES AZEVEDO BEZERRA

COMPORTAMENTO MORFOSEDIMENTAR DA PONTA
DE MARITEUA, ILHA DOS GUARÁS, NORDESTE DO
PARÁ

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: Prof. Dr. Maâmar El-Robrini

BELÉM-PARÁ

Fevereiro - 2011

ISAAC SALÉM ALVES AZEVEDO BEZERRA

COMPORTAMENTO MORFOSEDIMENTAR DA
PONTA DE MARITEUA, ILHA DOS GUARÁS,
NORDESTE DO PARÁ

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.


Data de aprovação: 10 / 02 / 2011

Conceito: EXC

Banca examinadora:



Prof. Dr. Maâmar El-Robrini – Orientador
Doutor em Geologia Marinha
Universidade Federal do Pará



MSc. Juliana de Sá Guerreiro – Membro
Mestre em Geologia
Universidade Federal do Pará



MSc. Leilanhe Almeida Ranieri – Membro
Mestre em Geologia
Universidade Federal do Pará

AGRADECIMENTOS

A Deus pelo dom da vida e por ser o responsável pela criação das maravilhas da Terra, tais como os Oceanos e Praias.

Ao meu orientador professor Maâmar pela oportunidade de desenvolver pesquisa durante a graduação.

Aos meus pais pelo apoio, incentivo e conselhos em todos os momentos e ainda pelas orações e interseções a meu favor diante de Deus.

Aos amigos e sempre companheiros do GEMC por todos os momentos de descontração e de co-orientações no laboratório de Geologia Marinha e no Laboratório de Modelagem Estuarina. E ainda pela ajuda durante as viagens de campo e pelos momentos de descontração, onde só assim tínhamos força para continuar a andar debaixo do sol, coletando quilos de sedimentos (“Areia”) nos tão longos quilômetros de extensão de praia, na ilha dos Guarás. Sobretudo à Leilanhe onde oferecemos ajuda durante suas coletas e recebemos o dobro em orientações. Ao Bruno pelas filosofias, tais como, “A volta que é ‘duída’”. Ao Morto (Gustavo), Lorena, Shirlem e todos que ajudaram no processamento de milhões de amostras usadas neste trabalho.

A família Oceano UFPA, por me ajudar a acreditar que o Oceano é meu lugar. A minha mãe Mere e Eliana, pai Thompsom, aos tios e tias e milhões de irmãos desta família, por momentos de descontração. Estes ficarão sempre guardados na memória.

Ainda aos meus amigos. À minha amiga Cristiane, por ela ter me aturado durante os 4 anos. Tanto que ela me chama de “Best friend”, não sei o porquê. A Ágata, pela companhia, ajuda e por me ter aturado também. A amigos como, tio Malandro, tio Simão, tio Antonio, tio Ernam, e pai Thompsom pela companhia.

E a todos que de alguma forma colaboraram para o sucesso deste trabalho.

“Não é fácil nadar no mar.
Mesmo que você seja capaz de atravessar as ondas, o que haverá além delas?
Todos os tipos de criaturas; peixes grandes e pequenos.
Seus próprios pensamentos e traços indesejáveis de personalidade.
Coisas velhas que aparecem na frente de você.
Se isso acontecer, não fique afetado ou distraído com elas.
Tenha coragem.
Vá além de tudo isso ao praticar a consciência de ser uma alma.
À medida que você mergulha fundo, maravilhas são encontradas.”
(Brahma Kumaris)

RESUMO

A zona costeira é influenciada por agentes oceânicos, atmosféricos e continentais, apresentando um complexo sistema de ambientes deposicionais. O nordeste paraense possui 600km de extensão, onde são encontrados diversos ambientes costeiros como praias, mangues e estuários, sendo a costa recortado por canais de maré que configuram deltas de maré vazante, tal como na Ponta de Mariteua, Ilha dos Guarás, micro-região do Salgado Paraense. O presente trabalho teve como objetivo a compreensão da morfosedimentação na Ponta de Mariteua baseando-se na análise de dados sedimentológicos obtidos através do tratamento e processamento de amostras superficiais de 4 perfis transversais à linha de costa, onde também foram realizados levantamentos topográficos com auxílio do equipamento Estação Total. em visitas de campo realizadas durante maré se sizígia de 3 meses durante o ano de 2010 (Março, Maio e Agosto). O transporte sedimentar foi determinado a partir da análise da tendência granulométrica, comparando estas tendências entre estações vizinhas. A ponta de Mariteua apresentou forte tendência erosiva, evidenciada pela destruição de habitações, vegetação e dunas próximas a linha de maré alta, sendo mais evidente durante o mês chuvoso, além de constante remoção de sedimentos confinados aos canais. Na ponta da Mariteua, durante o mês de Março (períodos chuvoso) houve predomino total de areia fina (100%), muito bem selecionada (75%), assimetria aproximadamente simétrica (54%) e curtose leptocúrtica (55%). Em Maio (período sazonal de transição) houve predomino de areia fina (99%), muito bem selecionada (70%), assimetria aproximadamente simétrica (60%) e curtose leptocúrtica (78%). E em Agosto (período menos chuvoso) houve predomino de areia fina (98%), muito bem selecionado (70%), assimetria negativa (59%) e curtose mesocúrtica (80%). As mudanças na distribuição dos parâmetros estatísticos granulométricos nos diferentes meses de estudo estão relacionadas à dinâmica dos canais que cortam o delta e do canal de maré próximo. A morfologia destes varia de acordo com os diferentes graus energéticos nos diferentes períodos sazonais, onde sedimentos de diâmetro maior foram encontrados mais distantes da LMA seguindo-se os meses de estudo.

Palavras-chave: Ambientes deposicionais. Ilha dos Guarás. Transporte sedimentar.

ABSTRACT

The coastal zone is influenced by oceanic, atmospheric and continental agents, that present a complex system of depositional environments. The northeastern Pará has 600km of width, where are found several coastal environments such as beaches, mangroves and estuaries. This coast being cut by tidal channels that represents ebb tidal deltas, as in tip Mariteua, Guará Island, micro-region of Salgado Paraense. The objective of this research was understood the morfosedimentation in the tip Mariteua based in sedimentological data analysis obtained through treatment and processing of surface sample in 4 shore line transversal transect, were was collect topographic informations whit Total Station Equipment.in field visits in three months of the year 2010 (March, May and August). The sediment transport was determined from the grain size trend analysis and comparing this trends between near stations. The Marituea tip presented strong erosive trend, comproved by destruction of houses, vegetation and dunes near the high tide line, being more evident during the rainy months, and constant removal of sediment confined to channels. In Mariteua tip during March (rainy period) fine grand was totally predominant (100%), very well selected (75%), assymetry approximately symmetrical (54%) and leptokurtic kurtosis (55%). In May (transition period) were fine grain was predominantly (99%), very well selectedd (70%), assymetry approximately symmetrical (60%) leptokurtic kurtosis (78%). In August (less rainy period) there was fine sand predominiun (98%), very well selected (70%), negative asymmetry (59%) and kurtosis mesocúrtica (80%). The changes in the distribution of granulometric statistical parameters in the different months of the study are related to the dynamics of the channels that cut the delta and tidal channel near. The morphology of these varies with the different energy levels in different seasons, where sediments of larger diameter were found farther from the AML followed by months of study

Keywords: Depositional environments. Guarás Island. Sediment transport.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 -	Localização dos perfis topográficos na ponta de Mariteua, Ilha dos Guarás, Curuçá, Costa Norte, Brasil.....	22
FIGURA 2 -	Variação de temperatura e pluviosidade na estação metrológica de Soure durante o ano de 2010.....	25
FIGURA 3 -	Principais direções dos ventos alísios, correntes de maré e Corrente Costeira Norte Brasileira.	26
FIGURA 4 -	Mapa geológico do NE do Pará.....	27
FIGURA 5 -	Afloramento rochoso visível durante a maré vazante, na Praia do Areuá, Curuçá a leste da ponta de Mariteua, Pará.	29
FIGURA 6 -	Coluna estratigráfica da região Nordeste do Pará.	30
FIGURA 7 -	Estruturas maiores do Terciário Superior da região nordeste do Pará e eixo de dobras. Região pontilhada representa a Sequência Pirabas-Barreiras.	35
FIGURA 8 -	Áreas de manguezais do NE do Pará.	36
FIGURA 9 -	Saída da baía do Marajó, mostrando os canais fluviais influenciado pelas fortes descargas fluviais.....	37
FIGURA 10 -	Levantamento topográfico através da visada de pontos de coleta pelo do método Estação Total, ponta de Mariteua, Março de 2010.	39
FIGURA 11 -	Coleta de amostra de sedimentos superficiais sendo georreferenciados com auxílio de GPS.....	40
FIGURA 12 -	Distribuição dos Parâmetros Estatísticos para o mês de Março de 2010 na Ponta de Mariteua A) Média B) Grau de Seleção C) Assimetria D) Curtose.	47
FIGURA 13 -	Distribuição dos Parâmetros Estatísticos para o mês de Maio de 2010 na Ponta de Mariteua A) Média B) Grau de Seleção C) Assimetria D) Curtose.	50
FIGURA 14 -	Distribuição dos Parâmetros Estatísticos para o mês de Agosto de 2010 na Ponta de Mariteua A) Média B) Grau de Seleção C) Assimetria D) Curtose.	53
FIGURA 15 -	Bloco diagrama representando topograficamente a Ponta de Mariteua no mês de Março de 2010.....	55

FIGURA 16 - Bloco diagrama e perfis topográficos representando a Ponta de Mariteua no mês de Maio de 2010.....	57
FIGURA 17 - Bloco diagrama e perfis topográficos representando a Ponta de Mariteua no mês de Agosto de 2010 A)Visão ocidental B) Visao oriental.....	59
FIGURA 18 - Representação de vetores da tendência de transporte de sedimentos em superfície no mês de Março.....	60
FIGURA 19 - Representação de vetores da tendência de transporte de sedimentos em superfície no mês de Maio.....	61
FIGURA 20 - Representação de vetores da tendência de transporte de sedimentos em superfície no mês de Agosto.....	62
FIGURA 21 - Erosão evidenciada pela destruição de casas acima da LMA próximo ao perfil t4. A) Setembro/2009 B) Janeiro/2010 C) Janeiro/2010 D) Maio/2010.....	67
FIGURA 22 - Direção das desembocaduras dos canais de maré encontrados na ilha dos guarás, indicando a direção da deriva litorânea.....	68
FIGURA 23 - Espigão arenoso formado próximo ao perfil t3.....	68
Figura 24 - A) Canal de maré formado no mês de Março. B) Canal de Maré formado pela drenagem de pequenos lagos seguindo sentido sudeste.....	69
FIGURA 25 - Canal próximo à LMA do perfil t2 e corta o t1.....	70
FIGURA 26 - Visão da região central próximo ao perfil t3 em Maio de 2010.....	71
FIGURA 27 - Atuação de ondas na região externa (A) e na região interna (B)	71
FIGURA 28 - Escarpas de marcas onduladas indicando o sentido da direção do transporte sedimentar em Maio de 2010, no perfil t2 (A e B) e t4 (C).....	73

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	OBJETIVOS	14
2.1	OBJETIVO GERAL.....	14
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
3.1	PRAIA.....	15
3.2	“SAND WAVES”	17
3.3	DUNAS	19
4	LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	21
4.1	CLIMA E PARÂMETROS METEOROLÓGICOS	22
4.1.1	Clima	22
4.1.2	Ventos	23
4.1.3	Precipitação	24
4.2	CONDIÇÕES OCEANOGRÁFICAS.....	25
4.2.1	Ondas	25
4.2.2	Marés	25
4.2.3	Correntes Associadas	26
4.3	ASPECTOS GEOLÓGICOS E GEOMORFOLÓGICOS	27
4.3.1	Litoestratigrafia	27
4.3.2	Geomorfologia	30
4.3.3	Arcabouço Estrutural	33
4.4	VEGETAÇÃO.....	35
4.5	PLATAFORMA CONTINENTAL INTERNA DO PARÁ	36
5	METODOLOGIA	38
5.1	LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO	38
5.2	PROCEDIMENTOS DE CAMPO	38
5.3	PROCEDIMENTOS DE LABORATÓRIO	40
5.4	SOFTWARES UTILIZADOS	44
6	RESULTADOS	45
6.1	PARÂMETROS ESTATÍSTICOS	45
6.1.1	Março	45
6.1.2	Mai	48
6.1.3	Agosto	51
6.2	PERFIL TOPOGRÁFICO.....	54
6.2.1	Março	54

6.2.2	Maio	56
6.2.3	Agosto	58
6.3	TRANSPORTE DE SEDIMENTO	60
6.3.1	Março	60
6.3.2	Maio	60
6.3.3	Agosto	61
7	DISCUSSÃO	63
7.1	PARÂMETROS ESTATÍSTICOS	63
7.1.1	Média	63
7.1.2	Grau de seleção	64
7.1.3	Assimetria	64
7.1.4	Curtose	65
7.2	PERFIL TOPOGRÁFICO	66
7.3	TRANSPORTE DE SEDIMENTO	72
8	CONCLUSÕES	74
	REFERÊNCIAS	76

1 INTRODUÇÃO

A zona costeira (ZC) tem um complexo e diversificado sistema de ambientes deposicionais. A configuração atual desta, hoje, é o limite atual do continente e o mar, onde diversas forças são responsáveis pela erosão, transporte e deposição de sedimentos (BIRD, 1996). Segundo Neves; Muehe (2008) a ZC é influenciada por agentes oceânicos, atmosféricos e continentais. Variações na geomorfologia são observadas em diversas escalas de tempo desde variação instantânea de segundos a horas, dias a anos, décadas a milênios. Estas variações são responsáveis pela evolução costeira.

A atuação dos agentes energéticos caracteriza os ecossistemas costeiros como ambientes muito frágeis, onde cada subambiente se forma em condições específicas de energia. Pode-se ser citar, por exemplo, a sucessão de ambientes costeiros como praias, dunas e manguezal que são distribuídos segundo o grau de energia do ambiente, devido a diferente atuação de ondas, maré e ventos. Os ambientes costeiros são fundamentais na indicação de alterações energéticas dos agentes oceânicos, e alguns destes ambientes têm grande importância ecológica.

Entre estes, estão as praias, que segundo a definição quanto ao limite de atuação de ondas, são uma acumulação de sedimentos por ondas, estendendo-se desde a base de onda, e acima, até o limite de espraiamento, onde a base de onda é a profundidade máxima em que as ondas podem transportar sedimento praiar em direção ao continente e o limite de espraiamento é o limite sub-aéreo, da ação das ondas e do transporte de sedimentos em direção ao continente. (SHORT, 2005)

Associadas às praias estão as dunas, que são formadas pela ação eólica. Segundo Nichols (2009) as dunas se formam onde os sedimentos da antepraia são principalmente arenosos, expostos na maré baixa e sujeito a remoção pela ação dos ventos costeiros. A areia se acumula logo na zona do pós-praia, podendo ser de pequena dimensão ou se estender por centenas de metros no interior

As desembocaduras de rios e estuários são sistemas dinâmicos, e a geometria do canal e dos corpos sedimentares associados a estes ambientes é controlada pela altura da maré, pelo aporte de sedimentos, pela ação de ondas incidentes, pelo aporte de água doce (descarga de rios), pela batimetria local e pelas correntes. Em conjunto, esses processos, promovem a entrada de energia que forma e modifica os ambientes, erodindo, transportando e depositando sedimentos. (BIRD, 1996)

Estudos das estruturas sedimentares formados nos ambiente sedimentares são desenvolvidos como suporte ao entendimento da dinâmica costeira. Características detalhadas da estratificação cruzada produzida por “*ripples*”, dunas no fundo do canal e bancos arenosos refletem as variações longitudinais de propriedades de tempo e velocidade resultantes da combinação de energia do rio com as de correntes de maré, enquanto que a orientação dessas estruturas indica a direção do transporte residual de areia no local. Como resultado, o estudo de estratificações cruzadas fornece um poderoso meio para reconstruir a natureza do regime da corrente e, portanto, para determinar onde, dentro de um sistema os depósitos em questão podem ter sido formados. (DALRYMPLE; CHOI, 2007)

Qualquer alteração no grau energético é visualizada em mudanças morfológicas dos ambientes costeiros. Carter; Woodrofe, (1994) afirmam que mudanças progressivas da topografia alteram as condições de contorno para a dinâmica de fluidos, produzindo mudanças nos padrões de sedimentos e seus produtos deposicionais

A compreensão da morfodinâmica dos ambientes costeiros é de fundamental importância para a engenharia costeira. Ajudando no planejamento da execução de obras de engenharia que venham a alterar a dinâmica costeira, minimizando os danos causados por estas. A morfodinâmica costeira é definida como o “ajuste mútuo da topografia e dinâmica de fluidos envolvendo o transporte de sedimentos” (WRIGHT; THOM, 1977)

O NE paraense possui aproximadamente 600 km de extensão e 20 km de largura média, as únicas irregularidades que interrompem a homogeneidade das praias são as “rias” e os canais de maré, que configuram deltas de maré vazante. (EL-ROBRINI et al, 2006). Vários trabalhos têm sido desenvolvidos quanto a compreensão da morfodinâmica dos ambientes costeiros nessa região (ALVES, 2001; BRAGA, 2007; EL-ROBINI et al, 1992;; GUERREIRO, 2010; SILVA JR,1998; SILVA et al, 2000; SOUZA FILHO,1995). Este trabalho vem contribuir a esses estudos no NE paraense, utilizando o modelo de tendência granulométrica desenvolvido por Gao; Collins (1992) para a determinação do transporte de sedimento na Ponta de Mariteua, bem como a compreensão da morfosedimentação em seu delta de maré vazante.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Análise da morfosedimentação do delta de vazante da ponta da Mariteua, Ilha dos Guarás-PA, em escala sazonal.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analisar a tendência do transporte sedimentar, através da variação e distribuição espacial dos sedimentos da Ponta de Mariteua.
- Observar a variabilidade dos sedimentos por meio de parâmetros texturais e estatísticos, de forma específica em sub-regiões e de forma geral na área estudada.
- Analisar a influência dos processos costeiros marinhos e fluviais sobre a morfologia temporal do delta de vazante

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 PRAIA

Existem diversas definições do ambiente de praia, porém todas o descrevem sob o ponto de vista do material que o compõe e as forças que o modelam. A forma com que os sedimentos se distribuem no ambiente de praia está diretamente relacionada com a interação que processos costeiros irão ter na zona costeira, ocasionando acreção ou erosão da praia, condicionando também a configuração das feições que se formam associadas a esse sistema, como dunas, mangues e restingas.

Segundo Bird (2008) uma praia é uma acumulação costeira, geralmente, de sedimentos inconsolidados, variando no tamanho de areia muito fina até seixos, cascalho e ocasionalmente matacões, e muitas vezes apresentando fragmentos de conchas. Neste sistema, existe a interação de processos energéticos como ondas, correntes, maré e ventos.

Komar (1976) definiu as praias como acumulação de sedimentos inconsolidados, que se estendem em direção à costa da linha de maré baixa até alguma mudança na feição como falésias, dunas, ou algum ponto onde a vegetação permanente é estabilizada.

Short (2005) definiu uma praia de forma simples como sendo uma acumulação de sedimentos por ondas, entre a base de onda e até acima do limite de espraiamento, onde a base de onda é a profundidade máxima em que as ondas podem transportar sedimento praial em direção ao continente e o limite de espraiamento sendo o limite sub-aéreo, da ação das ondas e do transporte de sedimentos em direção ao continente.

A variabilidade no ambiente de praia pode ocorrer em diversas escalas de tempo, desde horas, como variação de acordo com a maré enchente ou vazante; semanal, podendo ser marés de sizígia e quadratura; mensais, de acordo com períodos sazonais; e ainda em grandes períodos de tempo, onde o ambiente poderá sofrer uma acreção ou erosão. Cowell; Thom (1994) inserem as variações que ocorrem no ambiente de praia como sendo em escala instantânea. Estas variações refletem mudanças no grau de energia do sistema. Uma variação do sistema hidrodinâmico reflete em mudanças na morfologia da praia. (Carter; Woodrofe, 1994)

Wright; Short (1984) descrevem seis estados ou estágios morfodinâmicos de praias, sendo os extremos, e opostos, marcados por estágios dissipativos e reflectivos. Entre estes, tem-se quatro estágios intermediários, que podem apresentar características dissipativas ou reflectivas. No estado dissipativo tem-se uma extensa zona de surfe, uma praia subaérea de

baixo gradiente com baixa sedimentação e alta energia, onde prevalecem ondas altas e areia muito finas, o tipo de onda nesta é o deslizante, este estágio equivale ao estado do perfil de tempestade ou de inverno. No estágio reflectivo não tem a presença de zonas de surfe, o estoque de sedimento é confinado na parte mais íngreme do perfil de praia e no berma da praia subárea, o tipo de onda nesta poderá ser ascendente ou mergulhante. Os estágios intermediários são caracterizados por serem pouco estáveis e complexos, apresentando processos de natureza reflectiva e dissipativa, os sedimentos variam entre areia média a grossa.

Para Shepard (1973), a fonte direta de sedimentos de quase todas as praias arenosas é a plataforma continental, que recebeu previamente sedimentos do continente durante o Pleistoceno, quando o nível relativo do mar estava mais baixo. Outra pequena fonte vem da erosão de falésias por ação das ondas. Existem outras fontes de sedimento para a praia, além dos sedimentos trazidos pelos rios e da produção biológica, tais como a formação de precipitados químicos e a erosão de costões rochosos (BROWN, 1999; KENNET, 1982). Estes sedimentos são retrabalhados por fatores meteo-oceanográficos que atuam na zona costeira, distribuindo-os segundo o grau de energia de cada um destes.

Segundo Komar (1976) os sedimentos são distribuídos ao longo da praia segundo uma complexa interação entre a fonte de sedimentos e o nível de energia das ondas.

Uma das interações que as ondas irão ter com a linha de costa é a chamada deriva litorânea. Segundo Bird (2008) as ondas que chegam com certo grau de ângulo no litoral ascendem diagonalmente à praia, movimento conhecido como *swash*, e retornam diretamente ao mar, movimento conhecido como *backswash*, produzindo um movimento de “zig-zag” ao longo da costa. Este movimento remobiliza os sedimentos presente na face praial, a esta interação de ondas e sedimentos recebe o nome de deriva litorânea.

A areia retirada da praia pode ser armazenada nas dunas litorâneas e depósitos de tempestade como “*washover*”, assim como em canais de maré e deltas de maré. Parte da areia erodida da praia e face praial durante as tempestades é transferida para plataforma continental interna onde é depositada em águas profundas, onde as ondas de tempo bom não podem devolvê-la à praia. Sob estas condições, a plataforma continental é um sumidouro permanente de areia. Estuários Atlânticos são grandes sumidouros para a areia transportada em direção ao continente da plataforma continental adjacente. (MEADE, 1969 apud GUERREIRO, 2010)

Segundo Masselink; Tuner (1999) as forças de maré tem pouca atuação na morfodinâmica praial. Para Bird (2008) as correntes de maré não causam erosão ou deposição no ambiente de praia, mas carregam sedimentos ao longo do litoral, e estas podem,

eventualmente, ser depositados em praias ao longo da costa. Correntes de deriva litorânea gerada pelas marés podem tanto aumentar como diminuir os efeitos produzidos através da chegada de ondas oblíquas, dependendo da direção em que as ondas se aproximam da costa, mas os efeitos das correntes de maré são geralmente subordinados aos efeitos das ondas no litoral. Correntes Transversais de maré são correntes que fluem para dentro e para fora das entradas e estreitos de baías podendo agir, como um quebra-mar, e assim interromper deriva litorânea de sedimentos de praia. (BIRD, 2008)

A história da dinâmica sedimentar da linha de costa pode ser verificada pela presença de “*cheniers*” ou cordões arenosos antigos que são paleocordões praias e dunas-praias repousando sobre depósitos lamosos de manguezais, isolados dos processos costeiros por uma planície lamosa subsequente, implicando geneticamente que a progradação da planície lamosa foi interrompida pela formação do “*chenier*” (AUGUSTINUS, 1989). De acordo com Souza Filho (1995) estes cordões arenosos são feições morfológicas importantes por fornecerem um registro do nível do mar pretérito e das mudanças ambientais durante o Holoceno, e por estarem relacionados à retrogradação da linha de costa.

3.2 “SAND WAVES”

Estruturas sedimentares de especial importância para a caracterização da energia e direção de um fluxo, são as marcas onduladas (“*sand waves*”). Estas estruturas se formam em fluxo turbulento onde o movimento dos sedimentos ocorre por saltação ou arrasto. Suguio (2003) define as marcas onduladas como sendo feições que aparecem nas superfícies dos sedimentos arenosos e depositados por corrente de tração sob condições de regime de fluxo inferior. Estas estruturas indicam a direção do fluxo no local em que foram formadas.

Essas marcas onduladas formam-se paralelamente ao fluxo unidirecional. Podendo ocorrer em sistemas fluviais, ou regiões que estejam sujeitas ao movimento de onda ou ainda pelo movimento de maré.

Segundo Suguio (2003) as marcas onduladas, em uma seção transversal exibem uma encosta mais suave a montante (ou a barlavento) e uma encosta mais abrupta a jusante (ou a sotavento), apresentando um perfil assimétrico. Podendo verificar perfis simétricos conhecidos como marcas onduladas de oscilação.

Para Nichols (2009) o movimento dos grãos ocorre da seguinte forma os grãos na montante da ondulação, rolam ou saltam até a crista, onde posteriormente, após tornarem-se

instáveis nesta região sofrem deslocamento na forma de avalanche à jusante ou sotavento da crista da onda. Os grãos sofrem este movimento quando a inclinação da encosta a sotavento atinge uma inclinação de 30 °. Assim os grãos seriam retirados, erodidos a montante e depositados a jusante.

Bird (2008) descreve também “*megaripples*” que são marcas que apresentam amplitudes, ou altura (distância vertical entre crista e calha), às vezes superior a 1m. “*Megaripples*” são encontradas em áreas intertidais arenosas, onde o intervalo de maré é muito grande

Processos hidrodinâmicos ligados às correntes aquosas de alta energia, geradas por tempestades atuam localmente no rearranjo de clastos e sua orientação (MATOS; COIMBRA, 1997).

As características detalhadas da estratificação cruzada produzido por “*ripples*”, dunas no fundo do canal e bancos arenosos irão refletir as variações longitudinais de propriedades de tempo e velocidade resultantes da combinação de energia do rio com as de correntes de maré, enquanto que a orientação dessas estruturas indica a direção do transporte residual de areia no local. Como resultado, a estratificação cruzada fornece um poderoso meio para reconstruir a natureza do regime da corrente e, portanto, para determinar onde, dentro de um sistema os depósitos em questão podem ter sido formados. (DALRYMPLE; CHOI, 2007)

Dalrymple e Choi (op cit) identificam diferenças entre estratificações cruzadas geradas por marés das estratificações geradas por corrente fluvial. Segundo estes autores a estratificação cruzada gerada por marés tende a ser mais plana tabular, e ter a sucessão de “*sets*” verticais de tamanhos iguais ao contrario das estratificações geradas por correntes fluviais. Uma das hipóteses que sustenta esta diferença é a de que os processos responsáveis pela formação de dunas de maré são extremamente regulares, então as características das dunas vizinhas teriam características semelhantes e que as dunas não variam muito em tamanho e forma ao longo do tempo. Ao contrário destas tem-se as grandes variações de magnitude causadas pelos períodos de cheias dos rios, levando ao desenvolvimento de diferente “*bedforms*” durante cada enchente. Estes autores listam as seguintes características das “*sand waves*”:

- (1) Começaram a partir de uma superfície de erosão
- (2) São compostos de estratificação cruzada nas quais os “*sets*” menores mergulham na mesma direção com baixo ângulo formando acamamento quase planares (geralmente mergulhando com ângulo de 10 °) estes depósitos mostram acreção no sentido do transporte.
- (3) Granulocrescência ascendente do tamanho da areia;

- (4) Diminuição da presença de laminae de lama e bioturbação
- (5) Aumento da espessura dos “sets”
- (6) Aumento do nível de energia indicando pela natureza das estratificações cruzadas, como mudanças de estratificações plano-tabular para cruzada ou de crescente nos níveis de energia.

A preservação destas estruturas permite tomar interpretações quanto ao ambiente em estas foram formadas, através do estudo de fácies sedimentares presentes nestas estruturas. Segundo Selley (1982) pode-se entender fácies como sendo uma massa de sedimentos ou rochas sedimentares que pode ser reconhecida e distinguida de outras pela sua geometria, pela composição, pelas estruturas sedimentares, pelo padrão de paleocorrentes, e pela eventual presença de fósseis (nesse caso, atendo-se ao significado físico destes). Estas características estariam diretamente relacionadas com os processos deposicionais atuantes na construção dos corpos sedimentares (litossomas), cujo entendimento, por sua vez, permitiria conhecer as condições ambientais da sedimentação. (ETCHEBEHERE; SAAD, 2003)

3.3 DUNAS

As dunas são construídas pela ação eólica e forma-se adjacentes às praias em qualquer ambiente climático. Na zona intermaré o sedimento que fica exposto na maré baixa, é desagregado pela dessecação, ficando disponível para ser levantado e depositado novamente pelo vento (joeiramento). As dunas formam-se onde os sedimentos da antepraia são principalmente arenosos, expostos na maré baixa e sujeito a remoção pela ação dos ventos costeiros. A areia se acumula logo na zona do pós-praia, podendo ser de pequena dimensão ou se estender por centenas de metros no interior. Em climas úmidos as dunas podem ser colonizadas por gramíneas, arbustos e árvores que estabilizam a areia e permitem que as cristas das dunas possam ser construídas de metros a dezenas de metros de espessura. (NICHOLS, 2009)

A idade de formação das dunas varia muito, porém a maioria tem sido formada durante o Holoceno, por areia proveniente do fundo do mar (areia de transgressão marinha) e outras fontes como falésias de arenito. Em alguns casos algumas dunas transgressivas holocénicas estão situadas sobre depósitos do Plioceno formados durante períodos de queda do nível do mar, quando ventos costeiros remobilizaram as areias expostas do fundo do mar. (BIRD, 2008)

Por serem formadas por material oriundo das praias o material que constitui as dunas costeiras irão ter as mesmas características que essas. Em dunas formadas durante o Holoceno as areias dessa seriam principalmente de origem marinha, apresentando partículas carbonáticas típicas de ambiente marinho como restos de conchas e corais. Porém em sua maioria as areias destas são constituídas por grãos de quartzo, feldspato, material carbonático (incluindo foraminíferos, briozoários e restos de conchas e corais), e ocasionalmente minerais pesados como rutilo e ilmenita (BIRD, 2008)

As dunas são mais bem desenvolvidas nas costas que apresentam praias dissipativas, planas e constituídas por areias finas, ao contrário das praias reflectivas, onde a face da praia é íngreme, o estoque subaéreo de areia é menor e de granulometria grossa, que não são facilmente joeirados. As características morfológicas e sedimentares das praias influenciam sobremaneira no volume, altura, extensão e complexidade morfológica das dunas, assim como a cobertura vegetal. (CARTER, 1988)

4 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O município de Curuçá está localizado na microrregião chamada de Salgado Paraense, mesorregião do Nordeste do Estado do Pará, região Amazônica, e pertence à Folha SA.23-V-A-IV (Marapanim). Está a uma distância de 150 km da capital, Belém. O acesso ao município se faz através da BR-316 até Castanhal seguindo pela PA 136 até o centro do município. Com uma população estimada em 36.748 habitantes cobrindo uma área de unidade territorial de 673 km² (IBGE, 2010). O município está inserido na reserva extrativista marinha de Mãe Grande de Curuçá. Esta reserva é constituída por 52 comunidades tradicionais de pescadores e agricultores. Segundo Prost e Mendes (2001) a reserva abrange uma área de 37 mil hectares de estuário, onde são encontrados ambientes como praia, mangues e canais de maré que delimitam diversas ilhas como Mutucal, Ipomonga, Mariteua, Pacamorema, Cipoteua e Santa Rosa. A área de estudo, localiza-se na ponta leste da Ilha de Mariteua, conhecida também como Ilha dos Guarás, o acesso a esta se faz através de meio flutuante saindo do porto de São João do Abade. (Figura 1)

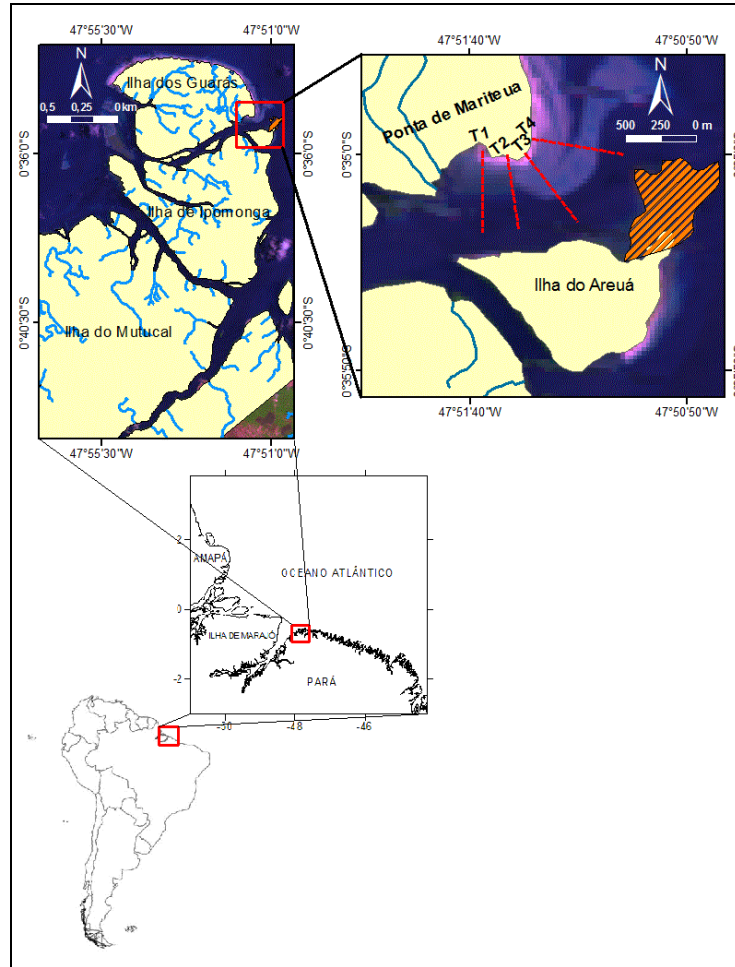


Figura 1 - Localização dos perfis topográficos na ponta de Mariteua, Ilha dos Guarás, Curuçá, Costa Norte, Brasil.

4.1 CLIMA E PARÂMETROS METEOROLÓGICOS

4.1.1 Clima

Para Martorano et al. (1993), o clima da região nordeste do Pará é do tipo Tropical úmido, que é caracterizado por ser quente e úmido (Clima Equatorial Amazônico). Sendo evidenciados dois períodos distintos, um período seco (de Junho a Novembro) e outro chuvoso (Dezembro a Maio), sendo, normalmente, o mês de Março o que possui maior precipitação. O período chuvoso é caracterizado por uma estação chuvosa bem acentuada, onde a precipitação pluviométrica gira em torno de 2500 mm a 3000 mm por ano.

Segundo Braga (2007) a variação média anual de temperatura da região é amena, entre 21,1° e 30,0°, com média de 25,5°C, e os valores mais elevados são observados nos meses de Agosto a Outubro, quando atinge 42° C. O regime pluviométrico é o grande responsável pela variação térmica. A umidade relativa do ar oscila entre 80 e 91%.

Fenômenos como de El-Niño e La-Niña provocam alterações nas condições climáticas na região do Litoral Norte Amazônico Brasileiro (LNAB). Segundo Cohen (1996), o fenômeno de El Niño é um fenômeno atmosférico-oceânico, caracterizado por um aquecimento anormal das águas superficiais no Oceano Pacífico Tropical e que pode afetar o clima regional e global, mudando os padrões de vento a nível mundial, e afetando assim, os regimes de chuva em regiões tropicais e de latitudes médias. Outro fenômeno atuante é o La-Niña, que oposto ao El-Niño, provoca o resfriamento anormal das águas superficiais do Oceano Pacífico Tropical, e ainda os Distúrbios Ondulatórios de Leste, ou Ondas de Leste.

Durante os primeiros meses de realização deste trabalho o clima esteve atípico, devido à presença da atuação do fenômeno de El-Niño. Onde mesmo com a redução da temperatura da água do mar nas camadas sub-superficiais próximo à costa oeste da América do Sul, o fenômeno mostrou-se ativo na região do Pacífico Equatorial. As águas superficiais permaneceram mais quentes que o normal na região do Atlântico Norte, favorecendo o posicionamento da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) ao norte de sua climatologia. Para os meses de Março a Julho, as previsões indicaram chuvas entre a categoria normal e abaixo da média na Região Norte do Brasil, e temperatura acima da normal climatológica. (CPTEC, 2010)

Para os meses de Agosto, Setembro, Outubro e Novembro as previsões climáticas permaneceram em torno da média histórica, mesmo com estabelecimento da fase fria do fenômeno El-Niño-Oscilação Sul (ENOS), denominada La-Niña, na faixa equatorial do Oceano Pacífico (CPTEC, 2010)

4.1.2 Ventos

O regime de ventos dominante na região nordeste do Pará é representado pelos alísios de NE, que cruzam a plataforma continental em direção a oeste com velocidade de 5 a 10 m/s, gerando “trends” de ondas incidentes, que associados a morfologia de fundo, ocasionam correntes de deriva litorânea para noroeste. Os ventos alísios atuam continuamente, durante o ano todo, com máximo de Dezembro a Março, quando se somam aos alísios de SE. Estes são responsáveis pelo transporte de sedimentos da plataforma continental interna em direção a costa (GEYER et al., 1996).

No NE do Pará, durante as estações chuvosas e secas verificam-se padrões de regime de ventos diferentes. Durante o período chuvoso, atuam os ventos alísios de NE precedidos

geralmente de calma e quase sempre acompanhado de rajadas violentas e chuvas intensas. No período seco, os ventos são muito mais intensos, causando maiores influências na geração das ondas, que se tornam muito mais energéticas (SILVA, 2000).

4.1.3 Precipitação

Em média, nos litorais amapaense e paraense, notam-se taxas elevadas de precipitação com valores hídricos anuais atingindo, aproximadamente, 4.112 mm em Calçoene-AP e 3.055 mm em Belém-PA, com concentrações entre Dezembro e Abril. (SILVA TANAKA; PORTELA, 2006).

Diversas variáveis influenciam a precipitação no Litoral Norte Amazônico Brasileiro. Cohen (1996) destaca os seguintes sistemas atmosféricos principais que agem nessa região, separando-os em escala conectiva e os de escala sinótica: Linhas de Instabilidade (LI); Zona de Convergência Intertropical (ZCIT); Ondas de Leste (OL); Sistemas de Brisas (marítima e terrestre), e em períodos intervalares os fenômenos de El-Niño e La-Niña modificando o regime de precipitação da mesma.

A Figura 2 mostra o regime pluviométrico em Soure, Marajó, Pará, município localizado próximo à Curuçá (Ilha dos Guarás) à margem leste do Rio Pará, e Soure à Margem oeste do Rio. A máxima precipitação ocorreu no mês de Abril, ao invés de ser em Março. O mês de mínima precipitação foi Outubro. Os meses de coleta apresentaram o mesmo valor médio de precipitação. A configuração anormal de precipitação durante o ano ocorreu devido à presença da atuação do fenômeno de El-Niño.

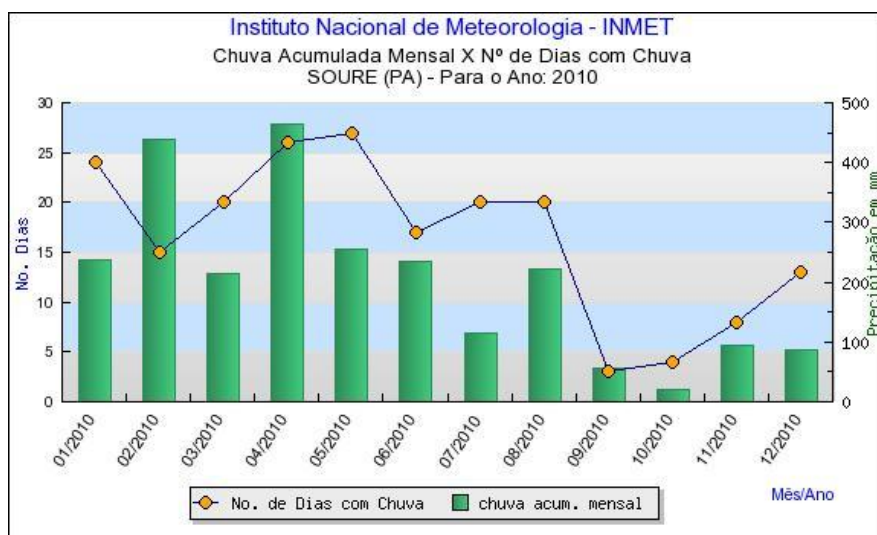


Figura 2 - Variação de temperatura e pluviosidade na estação metrológica de Soure durante o ano de 2010.

Fonte: INMET, 2010

4.2 CONDIÇÕES OCEANOGRÁFICAS

4.2.1 Ondas

As ondas geradas pelos ventos representam um importante agente na dinâmica estuarina desta região, possibilitando a mistura das águas e a constante ressuspensão dos sedimentos de fundo e das margens, provocando, por vezes, processos erosivos, nestas margens (CARVALHO, 2007). O regime de ondas coincide com a direção preferencial de ventos, uma vez que um dos seus agentes geradores são os ventos. A direção dos alísios, no NE paraense segue a direção ENE (SANTOS, 1996).

As praias de baixa declividade são as mais propícias para a formação de ondas deslizantes, nas quais, as ondas gradualmente empinam-se para então deslizar pelo perfil praiial, dissipando sua energia através de uma larga faixa da zona de surfe.

4.2.2 Marés

A região NE do Pará é influenciada por um regime de macromaré, de natureza semi-diurna, servindo de base para o fluxo de nutrientes entre o sistema estuarino e os manguezais, além disso, tem influência direta no transporte e na mistura dos sedimentos. (BARBOSA, 2008). Segundo Silva (1998) na região NE do Pará, ocorrem dois tipos de mares: (i) Maré Dinâmica e (ii) Maré Salina.

A onda de maré apresenta comportamento regular na Plataforma Continental Amazônica Interna em frente às desembocaduras e muda este comportamento assim que a onda de maré entra nos braços principais do Rio Amazonas (Canal Norte e Canal Sul) e no Rio Pará. As alturas dos níveis médios do mar com relação aos níveis de redução, correspondentes à média das menores baixa-mares de sizígia apresentam uma tendência geral de redução entre a Barra Norte do Amazonas (em Ponta do Céu) e o porto de Santana na costa do Amapá, comparativamente com a Ilha dos Guarás e Vila Malato (Costa Oriental da Ilha de Marajó) na costa do Pará. A mesma tendência é observada quanto á redução da amplitude de maré. (SOUZA, 2006).

4.2.3 Correntes Associadas

As correntes mais atuantes no NE do Pará são aquelas induzidas pela maré as quais são produzidas pelo movimento vertical, pelo qual o aumento e a diminuição da amplitude de maré geram as grandes modificações costeiras e os depósitos de sedimentos (CARVALHO, 2007).

As correntes de maré predominam na circulação da plataforma continental, até próximo ao litoral, onde, existe a preponderância de correntes de maré reversas, as quais agem perpendicularmente à costa, atingindo velocidades superiores a 1,5 nós na plataforma continental (MÁCOLA; EL-ROBRINI, 2004). Além da atuação das correntes de maré, no litoral, secundariamente tem-se a atuação de correntes litorâneas resultantes da chegada das ondas à costa, responsáveis pelo transporte de sedimentos da plataforma continental para o litoral (ALVES, 2001)

As correntes de maré condicionam o transporte de sedimentos na faixa litorânea e são responsáveis pela formação de bancos arenosos, perpendiculares à linha de costa, comuns no NE do Pará (EL-ROBRINI et al., 1992). (Figura 3)

Segundo DHN (1994 apud CARVALHO, 2007), seis horas antes da preamar em Salinópolis, as velocidades das correntes de maré, à altura da baía de Curuçá (PA), alcançam a ordem de 4,1 a 6 nós (cerca de 210 a 306 cm/s), correspondendo a valores de vazante.

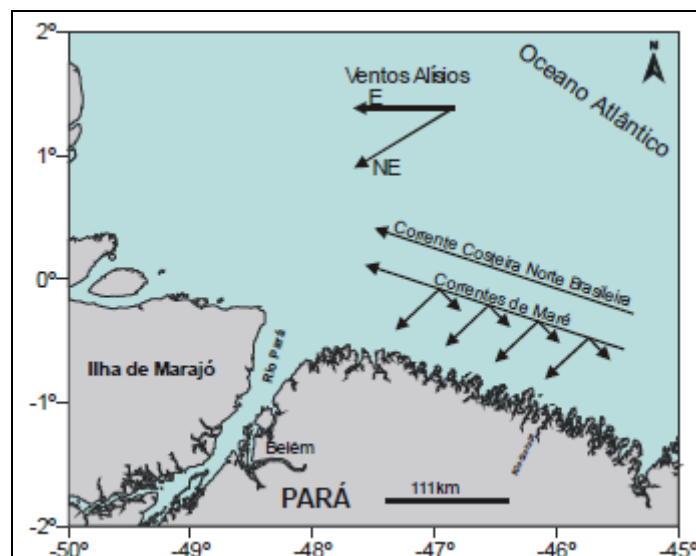


Figura 3 - Principais direções dos ventos alísios, correntes de maré e Corrente Costeira Norte Brasileira.

Fonte: Oliveira, 2006

4.3 ASPECTOS GEOLÓGICOS E GEOMORFOLÓGICOS

4.3.1 Litoestratigrafia

Os sedimentos da região são constituídos exclusivamente por sedimentos cenozóicos, representando os eventos ocorridos durante essa era, como regressões e transgressões marinhas, e estes sendo controlados pela geologia estrutural regional. No NE têm-se unidades litoestratigráficas de idades que variam desde o Pré-cambriano até o Recente, porém nesta região tem-se apenas a presença de unidades do Cenozóico, pois as rochas pré-cambrianas se encontram em regiões mais adentro do continente. (Figura 4 e 6)

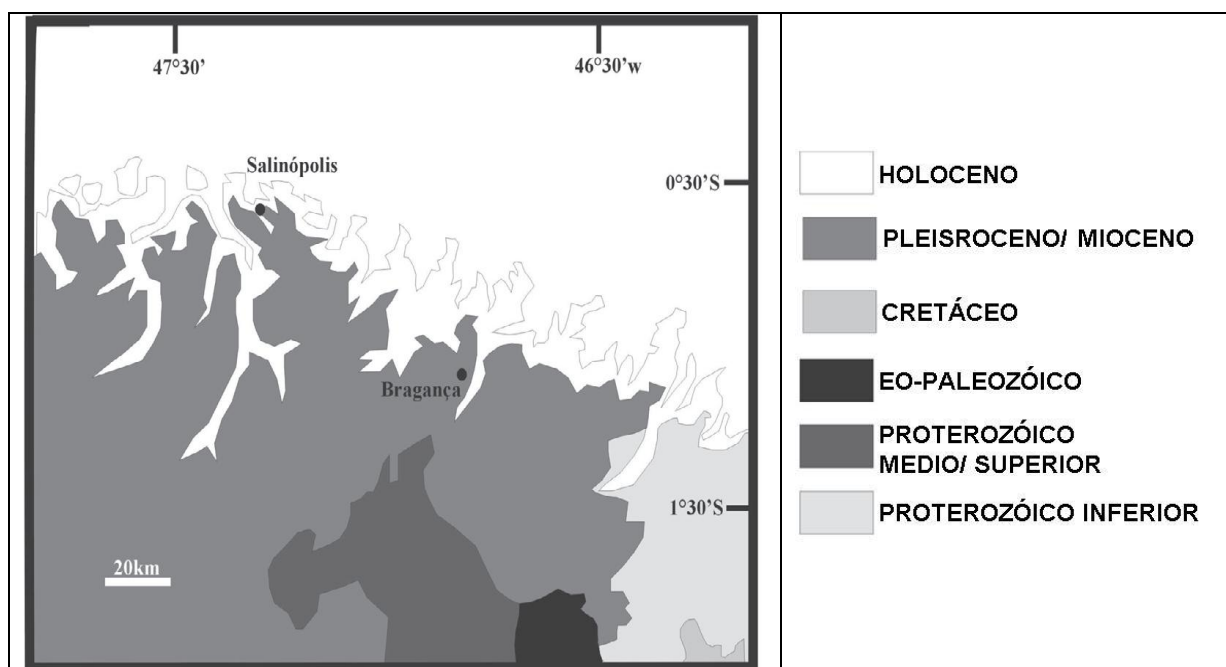


Figura 4 - Mapa geológico do NE do Pará.

Fonte: Alves, 2001

Quanto às unidades que ocorrem no NE do Pará, representantes do Cenozóico, encontram-se:

- Formação Pirabas: O rico e variado conteúdo fossilífero permitiu o estabelecimento de idade oligocênia/miocênica para a Formação Pirabas, com base principalmente na presença do gastrópode *Orthaulax pugnax* (FERREIRA, 1982) e de foraminíferos (PETRI, 1954, 1957; FERNANDES, 1984; FERREIRA, VICAL; MACEDO, 1984).

Identificadas fácies de ambiente transgressivo Goés et al (1990) caracterizam o ambiente deposicional da Formação Pirabas segundo o conteúdo paleontológico como sendo

de um ambiente de mar aberto, de águas quentes, rasas e agitadas, contendo porções lagunares ou estuarinos e, restritamente, mangues em suas adjacências.

Petri (1954, 1957), emprega o termo Formação Pirabas para a sucessão carbonática contendo intercalações secundárias de folhelhos negros a esverdeados e arenitos amarelados. Ferreira (1982) descreve que a Formação Pirabas é representada por calcários marinhos, compostos de micritos, bioclastitos, dolomicritos, biohermitos e margas intercalados com folhelhos cinza esverdeados a negros, contendo vegetais piritizados, tendo sido encontrados arenitos calcíferos nas camadas superiores.

- **Grupo Barreiras:** Após a transgressão ocorrida para instalação dos sedimentos da Formação Pirabas ocorreu uma regressão marinha que possibilitou a instalação de sedimentos do Grupo Barreiras.

A unidade Barreiras Superior foi depositada no Plioceno, existindo, entre esta e a unidade Barreira Inferior, a Discordância Tortoniana. Um soerguimento epirogenético, ocorrido subsequente à queda eustática, foi responsável pela atual configuração topográfica do Grupo Barreiras. A erosão e o retrabalhamento, ocorridos nos períodos de mar baixo (Tortoniano e Pleistoceno), devem ter sido principais fatores que moldaram a atual morfologia da plataforma continental (ARAI, 2006).

Doze fácies são identificadas por Rossetti; Truckenbrodt; Góes; (1989) distribuídas em três associações (conglomeráticas, arenosas e argilosas) concordando parcialmente com Rossetti; Góes; Truckenbrodt (1989) que dividem o Grupo Barreiras em três litofácies: argilo-arenosa, arenosa e conglomerática, indicando que estas fácies foram depositadas em ambiente de sistema de leques aluviais, planície de areia (e/ou canais fluviais) e planície de lama (e/ou mangues) e descreveu que este grupo possui litofácies siliciclásticas. Silva Júnior (1998.) descreve que os sedimentos do grupo Barreiras constituem-se de argila, silte e areia fina, podendo, apresentar leitos de areias e conglomerados de cores variadas (vermelho, amarelo e esbranquiçado), com nódulos e concreções de ferro formadas *in situ*, que dão um aspecto mosqueado típico. Ocorrem ainda arenitos ferruginosos e níveis de seixos quartzosos.

Na região da Ilha dos Guarás, o Grupo Barreiras é responsável pela sustentação da estrutura fisiográfica da região (MÁCOLA; EL-ROBRINI, 2004). Próximo a área de estudo, na Ilha de Areuá, este grupo é aflorante sendo recoberta por bioconstruções, ficando emerso apenas na maré vazante, configurando uma fonte de sedimentos próxima para a Ponta de Mariteua. Este afloramento apresenta uma área total de aproximadamente 23 ha. (SEPOF, 2008, apud OLIVEIRA, 2010) (Figura 5)



Figura 5 - Afloramento rochoso visível durante a maré vazante, na Praia do Areuá, Curuçá a leste da Ponta de Mariteua, Pará.

Fonte: Modificado de Oliveira, 2010

- **Formação Pós-Barreiras:** Costa *et al.* (1992) incluem esses depósitos como pleistocênicos juntamente com o arenito pilões, cujas estruturas sugerem a presença de um paleolitoral com barras arenosas, planícies de maré e pântanos de supamaré. Segundo Sá (1969) os depósitos sedimentares desta formação repousam sobre os sedimentos do grupo Barreiras, separados por uma discordância erosiva. Rossetti, Truckenbrodt; Góes (1989) descrevem a formação Pós-Barreiras como sendo constituído de sedimentos areno-argilosos, mal selecionados, depositados a partir da atuação de movimentos gravitacionais.

- **Depósitos recentes:** Além de sedimentos cenozóicos das formações acima descritos, encontramos ainda o Quaternário sendo representando em depósitos da planície aluvionar, estuarina e costeira da cobertura sedimentar recente. Sendo relacionados a depósitos fluviais com acúmulos de seixos, areias de granulação fina a média, argilas escuras (ricas em húmus, de coloração cinza-amarronzada) associadas á influência de maré, caracterizando as descidas atuais de rios, mangue e praias (ACKERMANN, 1964; SÁ, 1969).

Idade		Unidades Litostratigráficas	Seqüências Depositionais
Plioceno - Quaternário		Pós-Barreiras	C
MIOCENO	Superior	Paleossolo laterítico	Sb3
	Médio	Fm. Barreiras Médio/Superior	B
	Inferior	Fm. Barreiras Inferior	A
Oligoceno Superior	Fm. Pirabas Paleos. Laterítico Bauxítico	Sb1	
Cretácio	Grupo Itapecuru		

Figura 6 - Coluna estratigráfica da região Nordeste do Pará.

Fonte: Modificado de Rossetti, 2001

4.3.2 Geomorfologia

O NE do Pará possui 1.200km de extensão perfazendo uma superfície de 82.596,43km², entre a foz dos Rios Amazonas e Gurupi. (ALVES et al, 2005). De acordo com Franzinelli (1991), esta região é considerada como sendo uma costa transgressiva dominada pelos regimes de marés.

Para Muehe; Nicolodi (2008), segundo um macro diagnóstico realizado por estes, o NE do Pará e região do golfo maranhense, são caracterizados por apresentar um litoral com progradação lamosa, digitiforme, que ressalta a irregularidade da linha de costa. O aspecto é de um litoral afogado pela transgressão marinha, caracterizado por uma sucessão de pequenos estuários e acréscimos sedimentares que, em conjunto, dão um aspecto de rias, razão da denominação de “reentrâncias” dada no Maranhão, muitas das quais resultaram da progradação de depósitos lamosos (*schorre*), formando feições alongadas de orientação mais ou menos perpendicular à costa.

Costa et al. (1991) descreve o relevo o NE do Pará, utilizando os termos: Planície Flúvio-marinha e Planalto Rebaixado da Amazônia (relevo de maior amplitude).

- Planalto Rebaixado da Amazônia

O Planalto Rebaixado da Amazônia muitas vezes pode ser encontrado na literatura sendo chamando de Planalto Costeiro. Para Franzinelli (1992), que usa o termo Planalto Costeiro, o descreve como sendo recortado por baías a oeste do estuário de Pirabas, constituindo assim, falésias ativas, que alcançam o Oceano Atlântico e ao leste deste, está recuado, formando falésias baixas e inativas. Para Costa et al., (1991) o Planalto Costeiro corresponde a relevos ondulados, com superfície arrasada e plana, não alcançando mais que 60 m de elevação.

Souza Filho (2005) dividiu o NE do Pará em cinco setores geomorfológicos. A Ilha dos Guarás esta incluída no setor 1 que se estende da Baía de Marajó até a de Pirabas. Neste, o Planalto Costeiro alcança a linha de costa, onde se formam falésias sustentadas por sedimentos terciários do Grupo Barreiras e Formação Pirabas, as quais estão sujeitas à ação de ondas e correntes de marés.

-Planície Flúvio-marinha

Costa et al., (1991) utilizam este termo para se referir ao relevo de litoral de falsas “rias”. Seguiu-se a mesma divisão de CDP (2004) na compartimentação desta unidade, onde há três unidades geomorfológicas:

- (1) planície aluvial, com canal fluvial, diques marginais e planície de inundação;
- (2) planície estuarina, com canal estuarino, subdividido em curso superior, segmento reto, segmento meandrante e funil estuarino;
- (3) planície costeira, com ambientes de pântano salino (interno e externo), planície de maré (manguezais de supramaré, intermaré e inframaré), planície arenosa com baixios de maré, dunas costeiras ativas e inativas, deltas de maré enchente e vazante, praias-barreira (“*barrier-beach ridge*”) e “*cheniers*”.

-Planície Costeira

A Planície Costeira engloba depósitos arenosos e argilosos pleistocênicos e holocênicos como canal estuarino, cordões praia-duna, planícies de maré, pântanos e “*cheniers*”, subambientes de manguezais, planícies arenosas, dunas costeiras ativas e inativas, deltas de marés e praias-barreiras. (SANTOS. 1996; SOUZA FILHO, 1995; SILVA. 1998).

A planície costeira é restrita no setor 1 que se estende da Baía de Marajó até a de Pirabas, com menos de 2 km de largura, e os canais estuarinos estendem-se por aproximadamente 60 km (SOUZA FLLHO, 2005). Para Souza Filho (1995) a Planície Costeira representa uma extensão ampla na região, e ocorre desde as planícies de maré até os cordões duna-praia dominadas pelos processos oceanográficos. Inseridos nesta tem-se:

- Manguezal

São caracterizados por terrenos baixos quase horizontais, constituídos por sedimentos lamosos ricos em matéria orgânica com intensa bioturbação e fitoturbação, sob influência das marés (SILVA JR.; EL-ROBRINI, 2000). A floresta de manguezal ocupa uma área de 842,81km². (SOUZA FILHO, 2005)

Souza Filho; El-Robrini (1996) subdividiram em a) Manguezal de Supramaré, topograficamente mais elevado, com menor porte arbóreo e influenciado pelas marés somente durante os períodos de sizígia e; b) Manguezal de Intermaré, topograficamente mais baixo, maior porte arbóreo, com frentes de progradação colonizadas por mangues jovens que bordejam a Planície Costeira.

Os manguezais desenvolvem-se nas baías estuarinas e recortadas por córregos e canais de maré. Os manguezais são bordejados por praias e estão presentes também na porção interna, junto aos “*cheniers*” e os depósitos arenosos das praias barreira (“*barrier-beach ridge*”) (MÁCOLA; EL-ROBRINI, 2004).

- Cordões arenosos antigos (“*Chenier*”)

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 progradantes (Souza Filho, 1995).

Segundo Reineck; Singh (1980), a variação do suprimento sedimentar é fator fundamental para a formação dos “*cheniers*”. Quando o suprimento de sedimentos finos é interrompido, durante fase erosiva ou de rápida subida do nível do mar, as ondas retrabalham os sedimentos existentes na costa, dando origem a uma flecha arenosa que se forma à frente do mangue. À medida que o suprimento de finos cresce com o retorno das condições acrecionais, uma nova zona lamosa se forma na frente da flecha arenosa, abandonando-a em meio à planície de lama. Para Augustinus (1989), os principais fatores que influenciam a formação dos “*cheniers*” e determinam mudanças ambientais são: deslocamento de desembocaduras fluviais, flutuações do nível do mar, flutuações climáticas e frequência de tempestades.

- Dunas costeiras

As dunas são o resultado do retrabalhamento dos sedimentos arenosos da zona de intermaré, que, expostos durante a maré baixa, são transportados pela atividade eólica, causando a migração destes depósitos em direção aos manguezais. Esses depósitos têm forma linear, às vezes piramidal, e são transversais à direção principal do vento. Estas dunas estão cobertas total ou parcialmente por vegetação. (ALVES, 2001)

- Praias-Barreiras (“*Barrier-Beach Ridge*”)

Segundo Silva (1996), os sistemas de barreiras evoluem através do crescimento e progradação de flechas arenosas a partir de extremidades da costa, e do crescimento emergência de barras arenosas de *offshore*, que migram na direção do continente. Esses cordões arenosos geram setores protegidos, favorecendo a sedimentação lamosa e o crescimento de manguezais entre a barreira e o continente.

Alves (2001) destaca esses depósitos como sendo as áreas mais dinâmicas da Planície Costeira, que se estendem desde o cordão de dunas vegetadas até a linha de maré baixa de sizígia, onde atuam processos costeiros como de maré.

Neste ambiente, podem ainda ocorrer processos de retrogradarão. Onde estes depósitos migram em direção ao continente sobre os depósitos de manguezais, constituindo uma costa retrogradacional (SOUZA FILHO; EL-ROBRINI, 1996).

- Delta de maré

Os deltas de maré são barras arenosas coalescentes, normais à costa, expostas durante a maré baixa, e recortadas por canais de maré rasos. Este sistema contém uma variedade de formas de leito, entre elas, marcas onduladas em várias escalas e “*sand waves*”. São constituídas por areias finas a muito finas, bem selecionadas, contendo fragmentos de conchas. Ocorrem nos limites dos canais de maré, e configuram deltas de maré vazante, com suas barras e canais associados. Estes são observados na Ilha dos Guarás. (MÁCOLA; EL-ROBRINI, 2004).

4.3.3 Arcabouço Estrutural

A bacia onde esta inserida o extremo norte do NE do Pará segundo uma análise integrada dos dados com os do compartimento transpressivo permite interpretá-la como uma estrutura de afastamento, cujo limite sul corresponde ao feixe de falhas transcorrentes que passa pela região de Paragominas/PA. (COSTA et al, 1996). Segundo Hasui (1990) e Costa et

al. (1991), essa movimentação gerou falhas normais de orientações, N-S e NW-SE e falhas de transferência NE-SW e ENE-WSW, sendo resultado da reativação da placa Sul-Atlântica, controlando assim, o desenvolvimento das bacias do Marajó, Bragança-Viseu e Pará-Maranhão, durante o Cretáceo.

As estruturas do Cenozóico são essencialmente transcorrentes, de extensão ESW, onde várias falhas foram reativadas ou se desenvolveram o que ocasionou durante o Mioceno Inferior, a instalação de uma plataforma carbonática (Formação Pirabas). Estes ocorreram durante um evento transgressivo, bem como a elevação da borda continental, através de fenômenos isotáticos, dando início a deposição dos sedimentos do Grupo Barreiras sobre os da Formação Pirabas (HASUI, 1990).

A orientação das rias do NE do Pará, desde o Marajó (PA) até a Baía de São Marcos (MA) é o resultado do desenvolvimento das falhas transcorrentes de direção NE-SW do Mio-Plioceno.

No Plioceno os sedimentos das Formações Pirabas e Grupo Barreiras sofreram soerguimento, ocasionando os processos erosivos, permitindo a exposição dos sedimentos carbonáticos e fim da deposição dos sedimentos do Grupo Barreiras. (CARVALHO, 2007)

As seqüências sedimentares do Terciário Inferior (Formação Ipixuna) e do Terciário Superior (Formação Pirabas e Grupo Barreiras) são afetadas por estruturas normais, como por exemplo, feixes de falhas transcorrentes dextrais E-W que se interligam através de falhas normais de direção NWSE, NNW-SSE e N-S, definindo várias estruturas romboédricas transtensivas (bacias de afastamento) de dimensões variadas que podem ter de poucos metros a várias dezenas de metros (COSTA et al, 1996) (Figura 7).

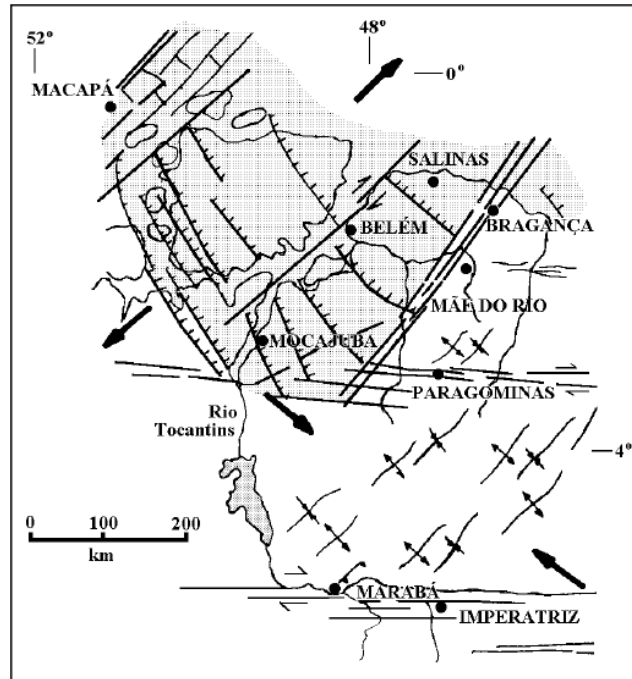


Figura 7 - Estruturas maiores do Terciário Superior da região nordeste do Pará e eixo de dobras. Região pontilhada representa a Seqüência Pirabas-Barreiras.
Fonte: Costa et al. (1996)

4.4 VEGETAÇÃO

No NE do Pará verificamos diversos ecossistemas naturais destacando-se os manguezais, as restingas, os campos naturais e remanescentes de florestas primárias (SANTOS et al. 2003).

A cobertura vegetal das restingas, ecossistema costeiro, do NE do Pará está distribuída em seis formações vegetais distintas: halófila, psamófila reptante, brejo herbáceo, campo de dunas, formação aberta de moitas e floresta de restinga. A cobertura vegetal pode ser agrupada segundo os parâmetros de distinções fisionômicas, geomorfológicas e florísticas, conforme o trecho litorâneo de ocorrência. Elas podem ser agrupadas, em função destes parâmetros, em três feições: embrionária ou de estabelecimento; intermediária ou de transição; e de consolidação. As mais próximas à praia apresentam uma dinâmica intensa, regulada pela ação de marés, ondas e ventos. As mais internas e que apresentam uma cobertura vegetal herbácea predominante encontram-se fortemente reguladas pelo regime pluviométrico e variação do lençol freático, o que lhes confere uma forte sazonalidade de espécies, enquanto as de porte arbóreo são reguladas, mais intensamente, pelas condições

edáficas do solo. Existe uma nítida zonação de formações vegetais de restinga dentro da planície litorânea. (AMARAL et al, 2008).

Souza Filho (2005) estima que o Pará apresente uma área manguezal de 2.176,78 km². O manguezal é caracterizado por fixar-se em terrenos baixos quase horizontais, sendo constituídos por sedimentos lamosos ricos em matéria orgânica com intensa bioturbação e fitoturbação, sob influência das marés (SILVA JR.; EL-ROBRINI, 2000). Schaeffer-Novelli (1995) define o manguezal como sendo um ecossistema costeiro de transição entre o ambiente terrestre e marinho, característico de regiões tropicais e subtropicais e sujeito ao regime das marés. Ocorre em regiões costeiras abrigadas como estuários, baías e lagunas, e apresenta condições propícias para alimentação, proteção e reprodução para muitas espécies animais, sendo considerado importante transformador de nutrientes em matéria orgânica e gerador de bens e serviços (Figura 8).

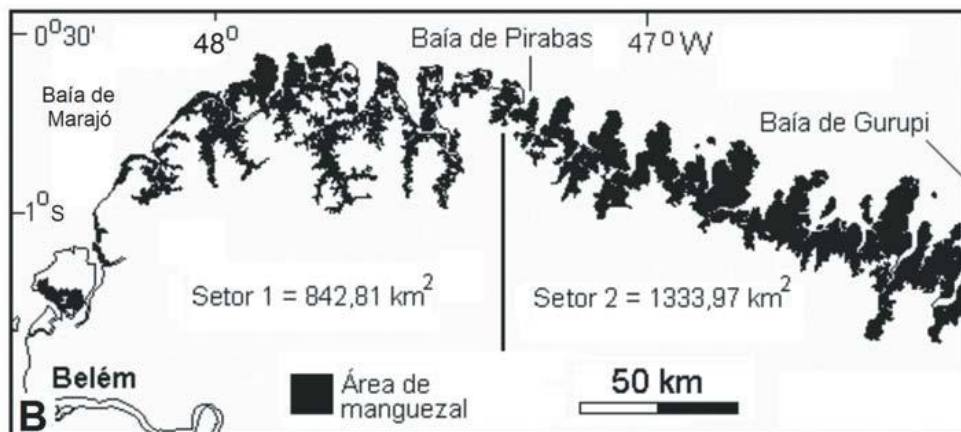


Figura 8 - Áreas de manguezais do NE do Pará.
Fonte: Souza Filho, 2005

Sob o Planalto Costeiro há predomínio de Florestas Secundárias, denominada também de capoeira, conseqüência dos desmatamentos ocorridos com grande intensidade e extensão, cujo objetivo foi a remoção da floresta primitiva para o plantio de espécies agrícolas de subsistência (PEREIRA, 2006)

4.5 PLATAFORMA CONTINENTAL INTERNA DO PARÁ

O atual estado da Plataforma Continental é fruto da erosão e retrabalhamento ocorrido durante período de mar baixo (Tortoniano e Pleistoceno), controle tectônico e atualmente pela

atuação de processos atuantes como ondas, maré e correntes associadas (COSTA et al., 1996, METCALF, 1968, COSTA; SOUZA FILHO, 2007).

A Plataforma Continental Interna do Pará é desenvolvida na faixa de profundidade de 0 a 30 m e apresenta um gradiente bastante suave de $3,5^\circ$, com uma largura máxima de 90km. Encontram-se nesta, estruturas arenosas alongadas e orientadas segundo a direção NE-SW, seguindo a mesma orientação das correntes de maré, ocorrem também afloramentos rochosos (Lateritas do Grupo Barreiras) em determinados pontos, por exemplo: pedra da Cerveja, da Corvina, Manuel Luís na frente de Salinópolis (MÁCOLA; EL-ROBRINI, 2004).

Pequenas irregularidades são encontradas devido à presença de canais, influenciados pelas fortes descargas fluviais do Rio Amazonas e Rio Pará, mostrando um grande acúmulo de sedimentos lamosos (REMAC, 1979). A foz do rio Pará apresenta canais com bancos de areia bem definidos. (Figura 9) (Costa; Souza Filho, 2007). Os fundos marinhos são predominantemente arenosos (areias finas a médias) (EL-ROBRINI et al., 2003a e 2003b).

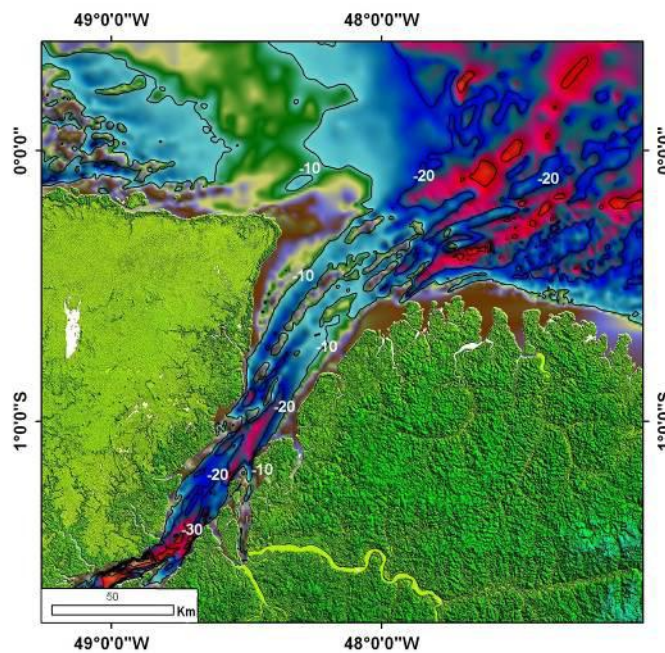


Figura 9 - Foz da baía do Marajó, Rio Pará, mostrando os canais fluviais influenciado pelas fortes descargas fluviais.

Fonte: Costa e Souza Filho, 2007

5 METODOLOGIA

5.1 LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO

Como formas de reconhecimento da área foram feitas pesquisas sobre os estudos já realizados e metodologias afins sobre a área em questão, ambiente deposicional adjacente à praia e com desenvolvimento de delta de maré vazante. A pesquisa bibliográfica procedeu-se na seleção de publicações, incluindo em meio eletrônico, sobre ambiente sedimentares, estruturas sedimentares e sobre métodos para obtenção e interpretação dos dados coletados em campo. Como foco principal, foi dada atenção à seleção de trabalhos realizados na área de estudo, visando a obtenção de informações sobre os aspectos geológicos, oceanográficos e meteorológicos do NE do Pará.

5.2 PROCEDIMENTOS DE CAMPO

Os trabalhos de campo foram realizados nos meses de Março (30/03/2010), Maio (31/05/2010) e Agosto (30/08/2010), sempre em dias de maré de sizígia (Lua nova) para se ter maior área amostrada e assim melhor representação da feição estudada. Em campo foram aplicadas as metodologias pré-definidas: coleta de sedimentos superficiais, levantamento topográfico com auxílio do equipamento Estação Total e coleta com GPS das coordenadas geográficas dos pontos escolhidos para o trabalho. Procurou-se entender, em campo, mesmo de forma visual o ambiente de sedimentação com suas forçantes e identificação de feições tomando-se fotografias que posteriormente seriam analisadas com melhor detalhes com auxílio de dados sedimentológicos e topográficos.

- Confeção de Perfil topográfico

Para identificação da morfologia foram confeccionados os perfis topográficos que seriam correlacionados com os dados sedimentológicos.

Foram confeccionados 4 perfis (T1, T2, T3 e T4) que seguiam perpendiculares a linha de costa para se ter maior representatividade da feição. Estes iniciaram-se na Linha de Maré Alta (LMA) e distanciaram-se 50m um dos outros, os pontos de visada distanciaram-se de 20m um dos outros, sendo todos eles georreferenciados. Para o início do trabalho adotou-se

um Nível de Referência que seria utilizado para todos os perfis, este ponto foi devidamente georreferenciado com auxílio de GPS marca Garmin. Os perfis praias foram feitos através do equipamento Estação Total da Marca Topcon e Modelo GTS 212 (Figura 10).



Figura 10 - Levantamento topográfico através da visada de pontos de coleta pelo do método Estação Total, ponta de Mariteua, Março de 2010.

- Coleta de amostra de sedimento superficial

A coleta de amostras de sedimentos seguiu juntamente com o perfil topográfico, onde em cada ponto visado eram coletados os 5 cm superficiais da mais recente sedimentação, com auxílio de tampa de tubo PVC e acondicionados em sacos plásticos sendo previamente etiquetados em ordem alfabética, para posterior análise no Laboratório de Geologia e Recursos Minerais Marinhos da UFPA (Figura 11)



Figura 11 - Coleta de amostra de sedimentos superficiais sendo georreferenciados com auxílio de GPS.

5.3 PROCEDIMENTOS DE LABORATÓRIO

- Processamento de amostras

No Laboratório de Geologia e Recursos Minerais Marinhos da UFPA as amostras foram lavadas para retirada de sais e colocadas para decantar, este processo se repetiu pelo menos 4 vezes devido a alta quantidade de sal presente nas amostras. Após este processo, estas foram colocadas em estufa a 80°C durante 3 dias até atingirem condições ideais para o peneiramento. Depois foram quarteadas para retira de alíquota de 100g, mediante o uso de balança digital, porém sempre mantendo a representatividade da amostra. Seguindo-se a análise granulométrica de acordo com a metodologia descrita por Suguio (1973).

- Análise granulométrica

Esta etapa tem por objetivo a separação do material por ordem de tamanhos de grãos dos quais posteriormente seriam analisados parâmetros estatísticos de distribuição granulométrica. As 100g obtidas anteriormente foram peneiradas em agitador mecânico durante 10 minutos com auxílio de jogo de peneiras com intervalo de abertura de $\frac{1}{2}$ phi (ϕ), as peneiras utilizadas foram as de 1,400; 1,000; 0,710; 0,500; 0,355; 0,250; 0,180; 0,125; 0,090;

0,063 e <0,063 mm e cada fração que permaneceu em cada intervalo foi pesada e anotada em planilha padrão e repassado para o Software Microsoft Office Excel 2007.

A unidade phi (ϕ) adotada corresponde ao diâmetro da partícula do sedimento, sendo a equivalência em mm dada pela fórmula: $\Phi = -\log_2(\text{mm})$ (MUEHE, 2002).

Para amostras que apresentaram quantidade acima de 25% de silte e argila o processo foi diferenciado. As 100g obtidas no quarteamento foram submetidas à lavagem em peneira com abertura de 0.063mm, sendo o material retido (areia) posto em estufa para secagem novamente e pesado. Todo material que ultrapassou a peneira (silte e argila) foi submetido à separação com auxílio de centrífuga com rotação de 1000RPM durante 2 minutos. Sendo as frações de silte e argila colocadas para decantação e secagem e tomada do peso de cada fração.

Para calcular os parâmetros estatísticos da distribuição granulométrica, utilizou-se o método descrito por Folk; Ward (1957) e a classificação de Wentworth (1922) (Tabela 1).

Tabela 1 – Classificação Granulométrica de Wentworth (1922) para sedimentos arenosos e lamosos.

Classificação	Phi (ϕ)	mm
Areia muito grossa	< -1 a 0	< 2 a 1
Areia grossa	< 0 a 1	< 1 a 0,5
Areia média	<1 a 2	< 0,5 a 0,25
Areia fina	< 2 a 3	< 0,25 a 0,125
Areia muito fina	< 3 a 4	< 0,125 a 0,0625
Silte grosso	< 4 a 5	< 0,0625 a 0,03125
Silte médio	< 5 a 6	< 0,03125 a 0,0156
Silte fino	< 6 a 7	< 0,0156 a 0,0078
Silte muito fino	< 7 a 8	<0,0078 a 0,0039
Argila	< 8	< 0,0039

-Método de Folk e Ward

Este método consiste na elaboração de um gráfico a partir do percentual encontrado pelos pesos de cada fração sedimentar, onde o eixo das coordenadas (X) apresenta a escala dos percentis e o eixo das abscissas (Y) os valores em phi dos tamanhos granulométricos. Desse gráfico resulta uma curva, na qual são determinados os valores em phi para os percentis

de 5, 16, 25, 50, 75, 84 e 95, os quais são usados para calcular a média, mediana, moda, desvio padrão, assimetria e curtose. (RANIERI, 2007) descritas a seguir:

Média (Mz)

A média indica a tendência central ou o tamanho médio de sedimento e apresenta uma sensibilidade às variações da curva granulométrica (ALMEIDA, 2006). Este parâmetro permite saber se, em média, as partículas que constituem uma distribuição, são mais ou menos grosseiras do que as de outra distribuição; frequentemente, tal fato está relacionado com a intensidade do agente de transporte e/ou com os níveis energéticos do ambiente deposicional (DIAS, 2004). Este parâmetro foi calculado segundo a fórmula proposta por Folk; Ward (1957).

$$Mz = \frac{\Phi_{16} + \Phi_{50} + \Phi_{84}}{3}$$

Grau de Seleção ou Desvio Padrão (σ)

O desvio padrão descreve a dispersão em relação à média (MUEHE, 2002). O desvio padrão serve para determinar o grau de dispersão das classes granulométricas em relação à média, ou seja, o selecionamento da amostra. Refletindo a capacidade dos agentes geológicos em selecionar com maior ou menor habilidade um determinado sedimento. Porém, se não houver uma disponibilidade da área fonte, em fornecer diferentes tamanhos de grãos ao agente de deposição, as diferenças energéticas do meio, não serão retratadas no material acumulado, mostrando que, a distribuição de tamanho dos materiais da área fonte, influencia de certo modo, o grau de seleção dos sedimentos depositados em um dado ambiente. (SAHU, 1964). Este parâmetro foi calculado segundo a fórmula proposta por Folk; Ward (1957). (Tabela 2)

$$\sigma = \frac{\Phi_{84} - \Phi_{16}}{4} + \frac{\Phi_{95} - \Phi_5}{6.6}$$

Tabela 2 – Classificação do grau de seleção segundo Folk; Ward (1957).

Grau de seleção	Intervalo (phi)
Muito bem selecionado	< 0,35
Bem selecionado	0,35 – 0,50
Moderadamente selecionado	0,50 – 1,00
Mal selecionado	1,00 – 2,00
Muito mal selecionado	2,00 – 4,00
Extremamente mal selecionado	>4,00

Assimetria (Sk)

A assimetria descreve se a curva é ou não simétrica, e, sendo assimétrica, para que lado se inclina a cauda mais longa da curva (MUEHE, 2002). Isto é, o enriquecimento da população granulométrica em finos ou em grosseiros, que provocam desvios relativos à curva normal; estas medidas expressam o enriquecimento da distribuição granulométrica em partículas grosseiras ou em partículas finas (DIAS, 2004). Segui-se para o cálculo deste a fórmula proposta por Folk; Ward (1957). (Tabela 3)

$$Sk_I = \frac{\Phi_{16} + \Phi_{84} - 2\Phi_{50}}{2(\Phi_{84} - \Phi_{16})} + \frac{\Phi_5 + \Phi_{95} - 2\Phi_{50}}{2(\Phi_{95} - \Phi_5)}$$

Tabela 3 – Classificação da assimetria segundo Folk; Ward (1957).

Assimetria	Intervalo
Assimetria muito negativa	-1,00 a -0,30
Assimetria negativa	-0,30 a -0,10
Aproximadamente simétrica	-0,10 a 0,10
Assimetria positiva	0,10 a 0,30
Assimetria muito positiva	0,30 a 1,00

Curtose (KG)

A curtose é uma medida de esbeltez da curva de distribuição (MUEHE, 2002). É usada para medir a taxa de seleção nos extremos da distribuição comparada com a seleção da porção central. Este parâmetro foi calculado segundo a fórmula proposta por Folk; Ward (1957). (Tabela 4)

$$KG = \frac{\Phi_{95} - \Phi_5}{2,44 (\Phi_{75} - \Phi_{25})}$$

Tabela 4 - Classificação da curtose segundo Folk & Ward (1957).

Curtose	Intervalo
Muito platicúrtic	< 0,67
Platicúrtica	0,67 – 0,90
Mesocúrtica	0,90 – 1,11
Leptocúrtica	1,11 – 1,50
Muito leptocúrtica	1,50 – 3,00
Extremamente leptocúrtica	>3,00

5.4. SOFTWARES UTILIZADOS

- *SysGran* versão 3.0 - Sistema de Análise Granulométrica (CAMARGO, 2006)

O *Sysgran* 3.0 fornece a caracterização das amostras mediante o uso dos parâmetros estatísticos de mediana, selecionamento, assimetria e curtose de Folk; Ward (1957).

- Microsoft Office Excel 2007

O software Excel 2007 foi utilizado para digitalizaçãodos dados de parâmetros de distribuição granulométrica e digitalização dos dados topográficos adquiridos em campo.

- Golden Software Grapher 5

Para visualização, em forma de perfil, dos dados topograficos coletados em campo pelo equipamento Estação Total da Marca Topcon e Modelo GTS 212 utilizou-se o software Golden Software Grapher 5.

- Golden Software Surfer 8

Para visualização da distribuição dos parâmetros estatísticos, foram confeccionados mapas de contorno, de superfície e de vetores no software Golden Software Surfer 8.

- Grain Size Trend Analisys (GSTA)

Para análise de tendência direcional de transporte de sedimentos foi utilizado, segundo o modelo proposto de Gao; Collins (1992), o programa GSTA (GAO, 1996).

6 RESULTADOS

Os resultados apresentados a seguir consistem na análise de valores granulométricos e dados topográficos adquiridos nos pontos de coleta distribuídos nos 4 perfis, sendo separados em região interna (perfil t1), região central (perfil t2 e t3), e região externa (perfil t4) e ainda em subdivisões quanto a atuação da maré, como Linha de Maré Alta (LMA), intermaré e Linha de Maré Baixa (LMB)

6.1 PARÂMETROS ESTATÍSTICOS

6.1.1 Março

Na ponta da Mariteua, durante o mês de Março (períodos chuvoso) houve predomínio de areia fina (100%), muito bem selecionada (75%) com assimetria aproximadamente simétrica (54%) e curtose leptocúrtica (55%).

Quanto à Média (Figura 12a), como citado anteriormente, foi representada em sua totalidade por areia fina ($> 2 \text{ a } 3 \Phi$).

Este parâmetro apresentou valor máximo de $2,957\Phi$ e mínimo de $2,499\Phi$, sendo o primeiro situado na LMA do perfil t2 e o segundo próximo a LMB, também no perfil t2, porém este ponto não está representado na Figura 10 devido a ausência de coordenadas geográficas. Os menores valores de Média foram encontrados na LMB da região interna, intermaré da região central e LMA da região externa. Os maiores valores se concentraram na região externa principalmente próxima a LMB, e ainda em pontualmente na LMA próximo ao perfil t2.

Quanto ao grau de seleção, o máximo valor encontrado foi de 0,5145 na amostra t2a e o mínimo de 0,2271 na amostra t4z6. Além de ser representada majoritariamente por muito bem selecionada (75%) apresentou 24% de amostras bem selecionadas. Apenas uma amostra apresentou-se moderadamente selecionada (t2a). Os menores valores de grau de seleção foram encontrados na região interna, principalmente próximo a LMB e LMA dos perfis t1 e t2, ainda pontualmente na zona de intermaré próximo ao perfil t3. Os maiores valores ocorreram na região externa da área de estudo. (Figura 12b)

A assimetria variou de positiva (0,2803) a muito negativa (-0,3747). Ocorrendo também registros de aproximadamente simétrica (63%) e negativa (19%), a porcentagem de positivas foi de 15% e somente uma amostra (t2m) apresentou o valor de muito negativa.

Valores positivos se concentraram na região externa, LMB da região central e pontualmente próximo da LMA da região interna. Valores negativos foram encontrados na LMB da região interna e LMA e intermaré da região central

Os valores positivos foram encontrados principalmente em todo perfil t4 e próximo a LMB do perfil t3, ocorrendo também próximo a linha de maré alta do perfil t1. Os menores valores se concentraram próximo a LMB do perfil t1, em todo o perfil t2 e t3 com exceção das amostras coletadas próximo ao canal. Ocorreram amostras com assimetria negativa próximo a LMB do perfil t4. (Figura 12c)

A curtose variou de muito leptocúrtica (2,219) a platicúrtica (0,8151), onde as amostras com curtose leptocúrtica representaram 73% do total de amostras, mesocúrtica com 11%, muito leptocúrtica com 8% e platicúrtica também com 8%.

Os diferentes valores de curtose foram bem distribuídos, tanto na LMA, intermaré e LMB.

Os menores valores de curtose foram encontrados principalmente na LMA da região externa, LMA e intermaré da região central, e LMB da região interna. Maiores valores estão na LMA da região interna e LMB da região central.(Figura 12d)

Março - 2010

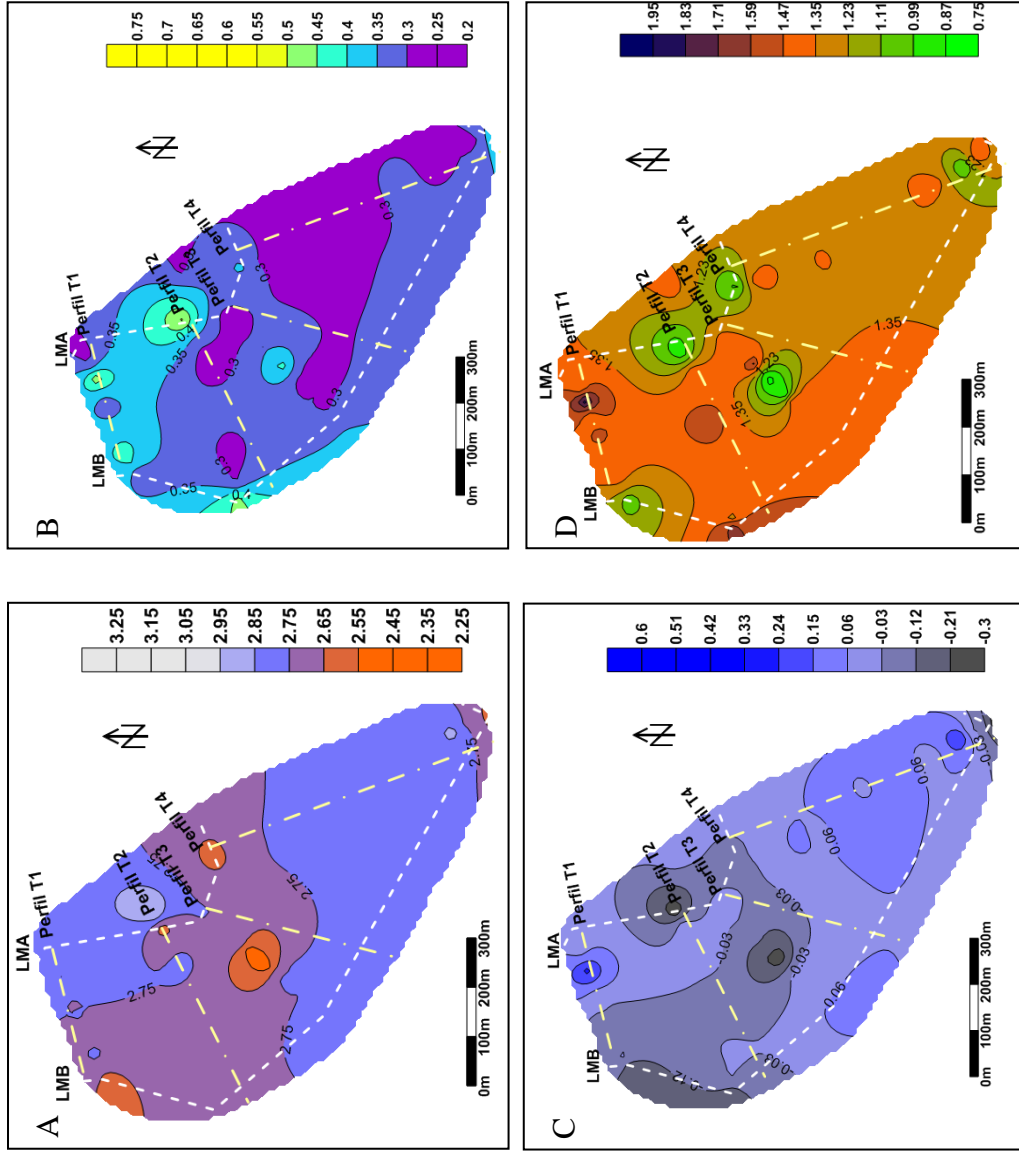


Figura 12 - Distribuição dos Parâmetros Estatísticos para o mês de Março de 2010 na Ponta de Mariteua A) Média B) Grau de Seleção C) Assimetria D) Curtose.

6.1.2 Maio

No mês de Maio (período sazonal de transição) houve predomínio de areia fina (99%), muito bem selecionada (70%), assimetria aproximadamente simétrica (60%) e curtose leptocúrtica (78%).

Quanto à Média (Figura 13a), neste mês, além do predomínio de areia fina (99%) com ocorrência de apenas uma amostra (t1o) com areia muito fina. O máximo valor de Média foi de $3,191\Phi$ e o mínimo de $2,444\Phi$, respectivos a amostras t1o e t3z7. Os menores valores de Média foram encontrados bem distribuídos em toda área, porém predominaram principalmente próximo à LMB da região externa da área de estudo, com ocorrência na zona de intermaré da região central, ainda verificados na região mais interna em áreas pontuais do perfil t1. Assim os maiores valores estão localizados na região interna e na área próximo da LMA.

Quanto ao grau de seleção, o máximo valor encontrado foi de 0.824 (moderadamente selecionada) e mínimo de 0,2252 (muito bem selecionada), referente as amostras dos pontos t1o e t3h, respectivamente. As amostras muito bem selecionadas tiveram uma representação de 70%, bem selecionadas de 29% e moderadamente selecionada de apenas 1%. Maiores valores de seleção estiveram concentrados pontualmente em pontos da região interna próximo à zona de intermaré superior (próxima ao perfil t1 e t2) e na LMB da região central. Os menores valores se concentraram por toda LMA, região externa, intermaré da região central e LMB da região interna. (Figura 13b)

A assimetria, no mês de Maio, variou de assimetria muito positiva (0,5213) a negativa (-0.2651), apresentando uma porcentagem de 2% e 28%, respectivamente. Além de ocorrer amostras com assimetria positiva (10%) e a maior representação de amostras serem com assimetria aproximadamente simétrica (60%). Valores positivos se concentraram principalmente na LMA, intermaré superior da região externa e intermaré da região interior. Os valores negativos estão concentrados na LMB da região interior, LMB e intermaré da região central, onde em alguns pontos próximos aos perfis t1 e t4 aproximam-se da LMA. (Figura 13c)

A curtose apresentou comportamento Leptocúrtica (78%), Muito leptocúrtica (5%), Mesocúrtica (13%) e Platicúrtica (5%). Com máximo valor de 1,999 (t2d) e mínimo de 0.8561 (t4v). Os menores valores concentraram-se próximo à LMB da região externa e central, nessa última próxima ao perfil t3, LMB e intermaré da região interna. Os valores mais

elevados encontraram-se na LMA da área com exceção da região próxima ao perfil t2. Ainda encontrados na região central durante todo perfil t2. (Figura 13d)

Maio - 2010

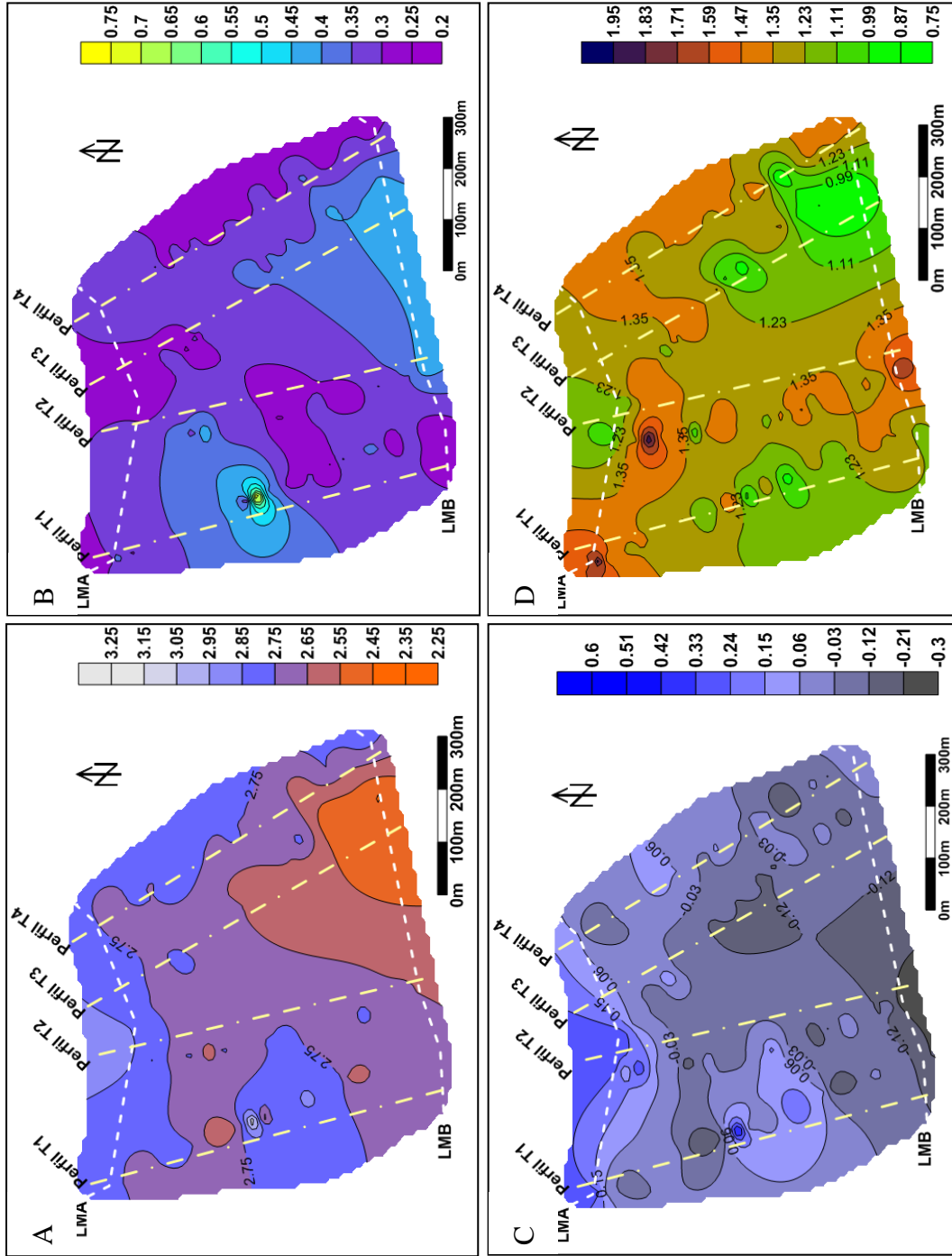


Figura 13 - Distribuição dos Parâmetros Estatísticos para o mês de Maio de 2010 na Ponta de Mariteua A) Média B) Grau de Seleção C) Assimetria D) Curtose.

6.1.3 Agosto

Durante o mês de Agosto (período menos chuvoso) houve predomínio de areia fina (98%), muito bem selecionado (70%), assimetria negativa (59%) e curtose mesocúrtica (80%).

Quanto à média, no mês de Agosto, além da predominância de areia fina (98%) ocorreram duas amostras muito fina (t1z5 e t1z6). Este parâmetro variou de $3,274\Phi$ a $2,252\Phi$, respectivos às amostras t1z6 e t3z6. Os menores valores se concentraram na LMB da região central próximo ao perfil t3, com ocorrência na intermaré do perfil t3 e t2, neste último aproximando-se da LMA. Os maiores valores foram encontrados na região interna, principalmente na intermaré do perfil t1. Valores intermediários ocorreram na região externa e LMA próximo ao perfil t3. (Figura 14a)

Quanto ao grau de seleção, durante o mês em questão, apresentou sedimentos muito bem selecionados (70%), bem selecionados (28%) e moderadamente selecionados (2%). Variando de 0,7621 (t1z6) a 0,1551 (t3z6). Os valores máximos, médios e mínimos estiveram bem distribuídos em toda área de estudo. Elevados valores estiveram presentes pontualmente na região interna, região central próxima ao perfil t3 e LMA do perfil t2. Sendo ainda encontrados próximo à LMA da região externa. Menores valores foram encontrados na LMB e intermaré, principalmente durante o perfil t2, da região interna. Ainda próximo à LMA do perfil t3 e LMB da região externa (Figura 14b)

A assimetria apresentou assimetria negativa (13%), aproximadamente simétrica (59%), positiva (24%) e muito positiva (4%). Variando de 0,6575 (t1z5) à -0,218 (t3r). Os valores negativos de assimetria estão distribuídos principalmente na região central da área de estudo (região de intermaré e LMB dos perfis t2 e t3). Os maiores valores positivos são encontrados principalmente na região interior da área, com exceção da região próxima a linha de maré alta do perfil t1, além de serem encontrados também próximo a linha de maré alta do perfil t3 e regiões externa. (Figura 14c)

A curtose apresentou comportamento muito leptocúrtico (3%), leptocúrtico (80%) mesocúrtica (10%) e platicúrtica (7%). Variando de 1,916 (t4n) a 0,7377 (t3z6).

Os menores valores de curtose estão presentes principalmente na região central da área de estudo, majoritariamente próximo ao perfil t3, com valores mínimos ocorrendo próximo a LMB deste, além de ser encontrados, também na região interior da área, na intermaré do perfil t1 (região central de intermaré do perfil t1).

Maiores valores estão concentrados em dois pontos, próximo à LMB da região interna e intermaré da região externa. (Figura 14d)

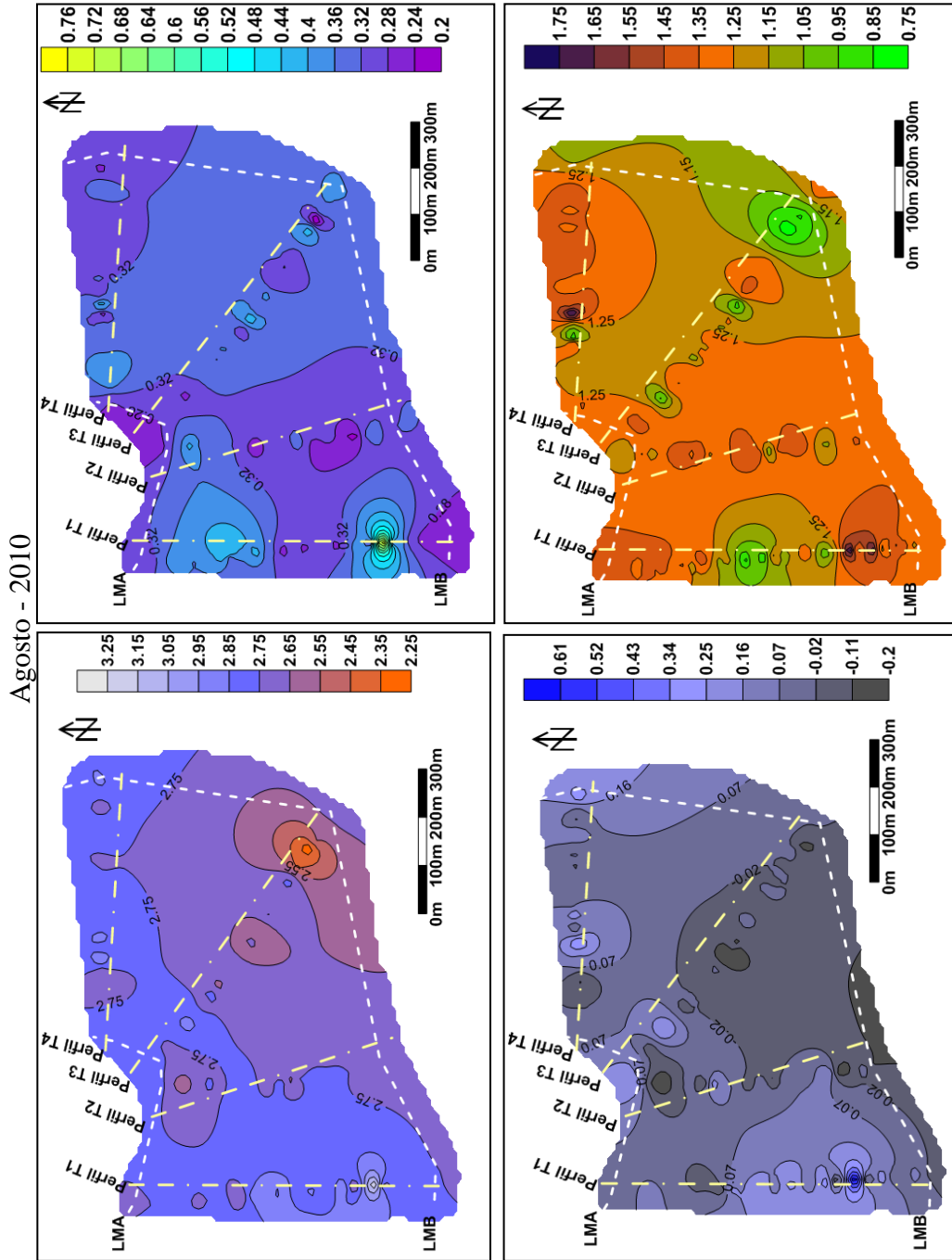


Figura 14 - Distribuição dos Parâmetros Estatísticos para o mês de Agosto de 2010 na Ponta de Mariteua A) Média B) Grau de Seleção C) Assimetria D) Curtose.

6.2 PERFIL TOPOGRÁFICO

6.2.1 Março

A maior cota topográfica verificada na área foi de -1,580m no ponto de amostragem t1a e o mínimo foi de -6.949m no ponto de amostragem t4o. As maiores cotas se concentraram principalmente na região interna, onde, próximo ao perfil t2 estas cotas se prolongam da LMA até aproximadamente a metade da intermaré. Os menores valores se concentram na LMB da região central e região externa da área de estudo. Pequenas rugosidades são encontradas durante todo perfil, com maiores amplitudes sobre grandes bancos. (Figura 15)

Na região mais interna, região próxima ao perfil t1, não foram identificadas grandes feições morfológicas, apenas uma suave declividade (1°).

Na região central próximo ao perfil t2 a declividade é maior que na região interna. Nesta encontram-se dois canais (C), que delimitam um banco (B). O primeiro canal a uma distância de 278,55m e o banco a 278,55m da LMA com largura de 200,50m. Já próximo ao perfil t3 não se encontram grandes feições.

Na região externa, estão os menores valores topográficos. Nesta, verificamos a presença de dois canais e dois bancos, o primeiro canal a uma distância de 321,35m e o outro, de menor dimensão a 617,91m da LMA.

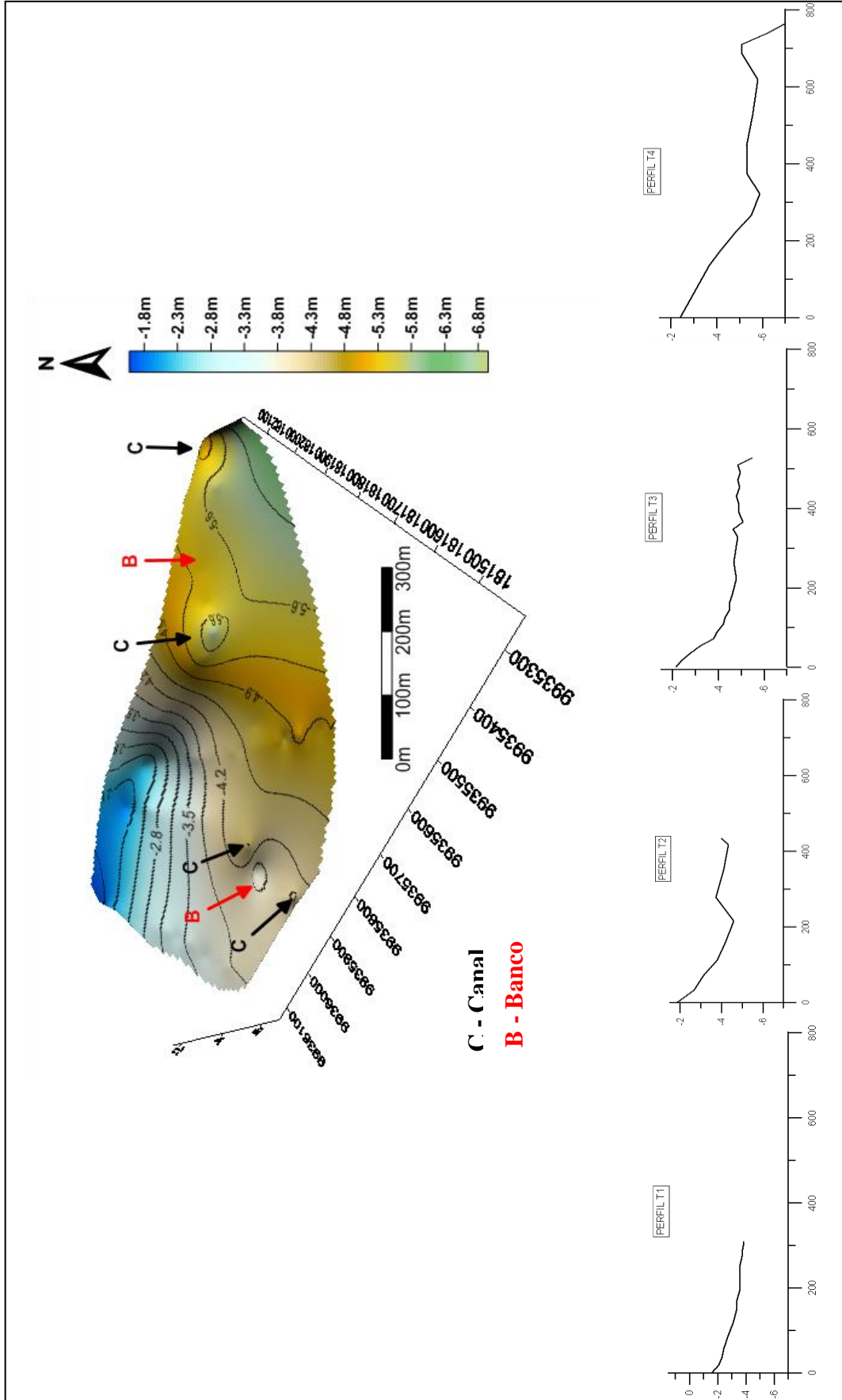


Figura 15 - Bloco diagrama representando topograficamente a Ponta de Mariteua no mês de Março de 2010.

6.2.2 Maio

Em toda a área de estudo, para o mês de Maio, o valor máximo de cota topográfica foi de 3,567m (t1b) e o mínimo de -2,252 (t3z7).

Os maiores valores topográficos foram encontrados na região interna (próximo ao perfil t1) e concentrados também em toda região próximos a LMA, com exceção do ponto localizado no início do perfil t2. Valores intermediários foram encontrados na região externa, próximo ao perfil t4. Os menores valores se concentraram principalmente na região central (próximo aos perfis t2 e t3). Onde decrescem das regiões internas e externas em direção à região central. Valores mínimos, entre -1m e -2,252m, encontram-se na LMB no perfil t3. (Figura 16)

A região interna, próximo ao perfil t1, apresenta uma pequena declividade da LMA até meio da intermaré, onde se encontra um primeiro canal, a uma distância de 516,46m da LMA, após este, inicia-se um banco, com largura de 144,01m. Seguindo em direção a LMB, encontra-se outro canal que delimita esse primeiro banco, este canal tem maior dimensão que o primeiro. Um segundo banco é encontrado, em direção à LMB, com largura de 87,70m a uma distância de aproximadamente 750m da LMA, este banco é delimitado abaixo pelo canal de maré.

Assim como na região interna, a área próxima ao perfil t2, não apresenta grande declividade do setor da LMA ao meio da intermaré. Nesta tem-se também a presença de dois canais e dois bancos, porém com dimensões menores que os da região interior, o primeiro canal a uma distância de 474,31m e o segundo 624,60m da LMA, a largura dos bancos são de 149,70m e o segundo de 81,64m.

Ao contrário da região interna, a área próxima aos perfis t3 e t4, apresenta elevada declividade na LMA. Porém, novamente evidenciam-se dois canais e dois bancos. A uma distância de 196,81m da LMA encontramos o primeiro canal. Um segundo canal é bem expressivo a uma distância de 483,56m da LMA. Um pequeno banco é formado além deste canal com largura de 98,89m, este banco é delimitado pelo canal de maré na LMB.

Na região externa próximo ao início do perfil t4, o primeiro canal encontra-se à 179,98m da LMA. O segundo canal desta região se forma mais próximo da LMA, a uma distância de 561,80m da LMA. Os bancos têm largura de 122,24m e o segundo de 86,61m. Esta região também é delimitada pelo canal de maré.

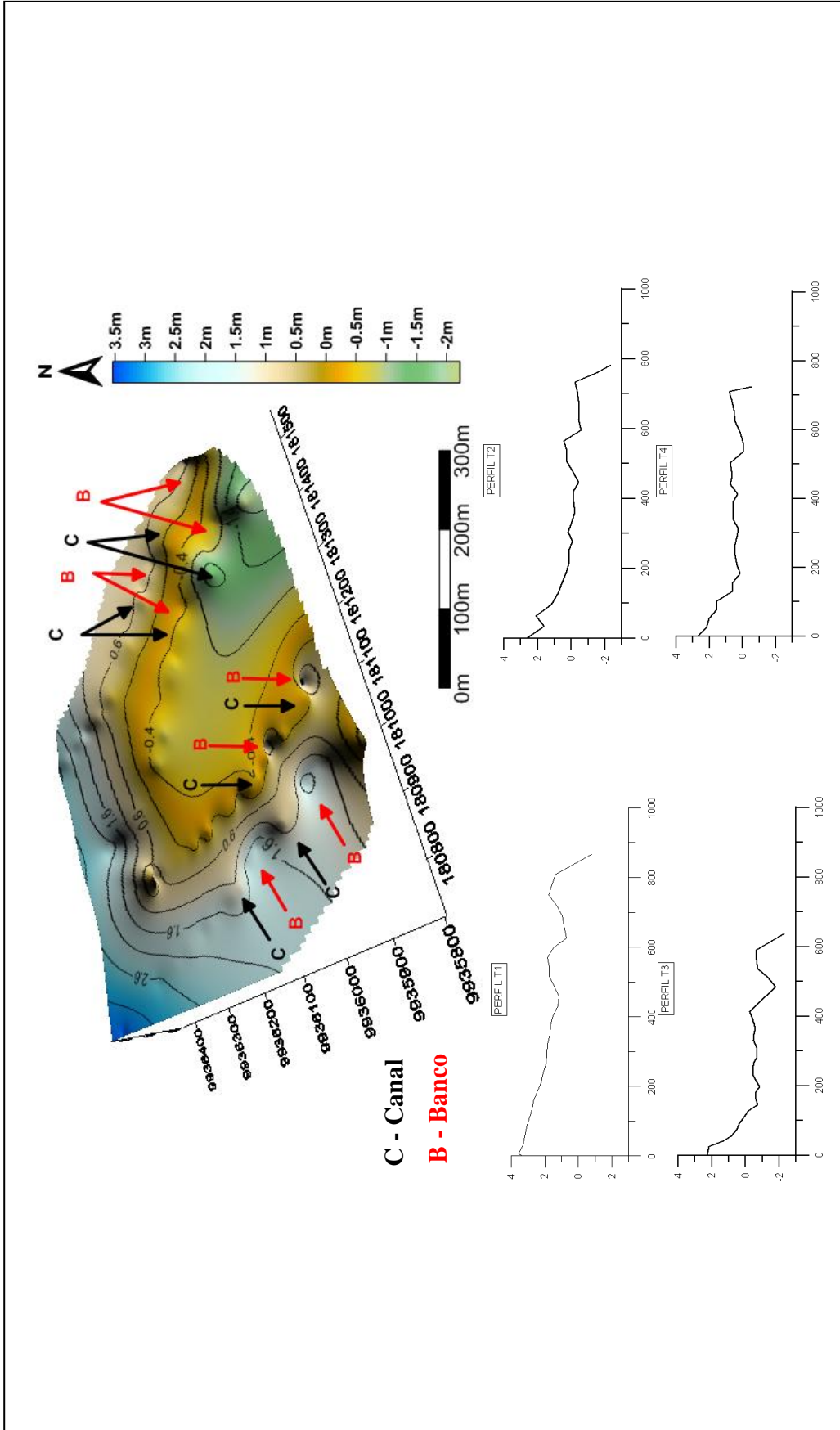


Figura 16 - Bloco diagrama e perfis topográficos representando a Ponta de Mariteua no mês de Maio de 2010.

6.2.3 Agosto

Para o mês de Agosto, o máximo valor topográfico foi de 3,553m no ponto t1b e o mínimo de -1,287m no ponto t3z11. Os máximos valores são encontrados na LMA, se concentrando principalmente na região interna. E os mínimos são encontrados na LMB, próximo ao canal de maré que delimita a área de estudo. Ainda presente nos canais presentes por toda esta.

De toda área, a região interna é a região mais uniforme, com declividade baixa, e sem grandes feições. Na LMA desta são encontrados os maiores valores topográficos.

Na região central (próximo ao perfil t2 e t3), verifica-se a formação de dois canais delimitando dois bancos. A LMA deste apresenta elevada declividade, culminando em canais, a uma distância de 269,88m e 224,28m, nos perfil t2 e t3 respectivamente. Outro canal é identificado nesta, a uma distância de 424,61 (t2) e 488,23 (t3), estes delimitam um primeiro banco, com largura de 91,23m (t2) e outro com maior largura (149,406m), porém menor altura. Seguindo em direção à LMB encontramos nova associação canal-banco. Os segundos canais estão a uma distância da LMA de 424,61m (t2) e 488,23m (t3). O segundo banco associado a este com largura de 35,84m (t2) e 125,78m (t3). Estes bancos são delimitados abaixo pelo canal de maré que corta a área. (Figura 17)

Na região externa encontramos 3 canais delimitando 3 bancos. Os canais são encontrados a uma distância da LMA de 168,23; 296,09 e 508,44. E os bancos com largura de 77,20; 153,72 e 96,67.

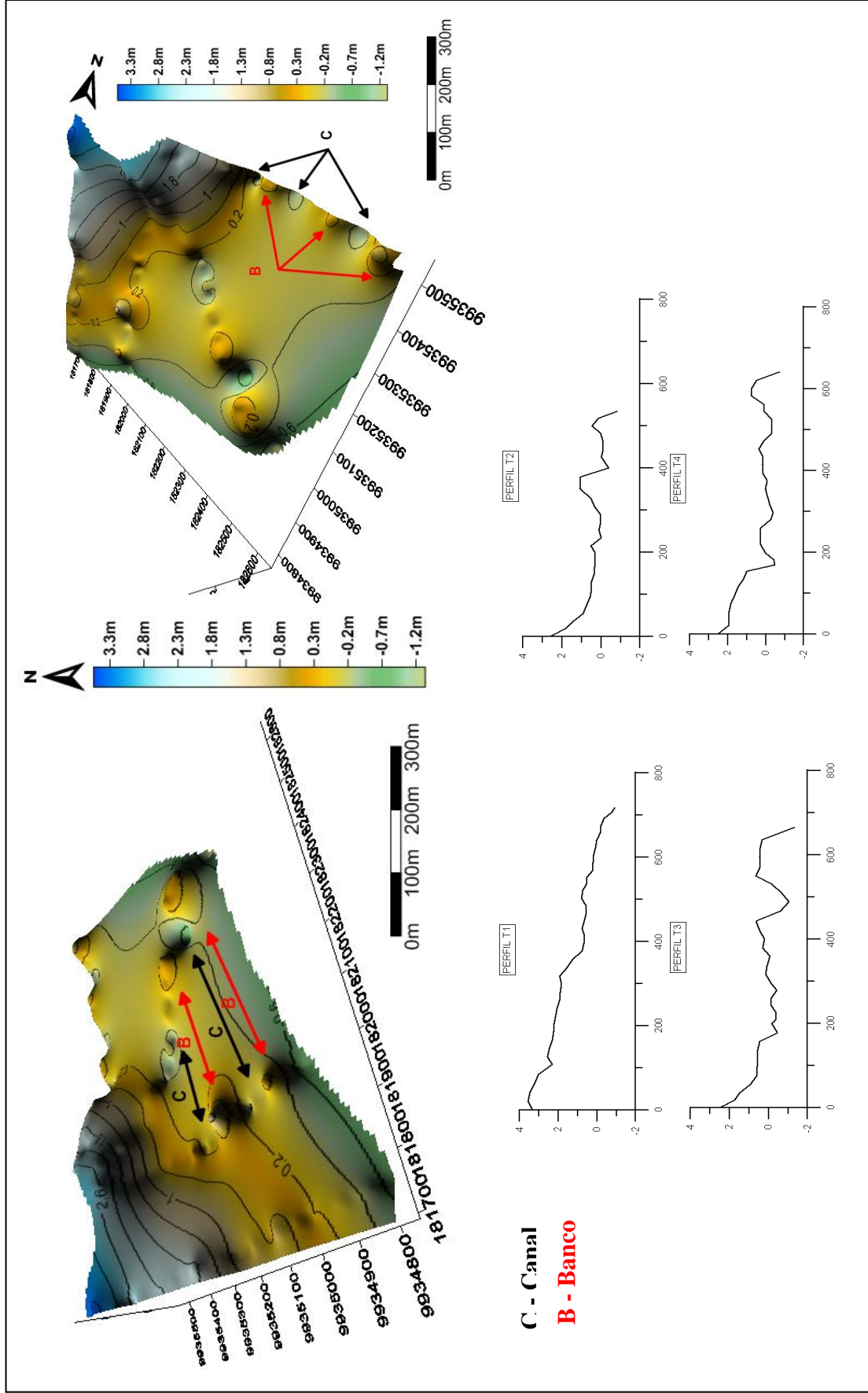


Figura 17 - Bloco diagrama e perfis topográficos representando a Ponta de Mariteua no mês de Agosto de 2010 A) Visão ocidental B) Visão oriental.

6.3 TRANSPORTE DE SEDIMENTO

6.3.1 Março

O transporte em toda a área segue em direção a LMA, salvo a região central, entre os perfis t2 e t3, onde sofre uma pequena deflexão em direção à região externa, porém com um transporte resultante à LMA. (Figura 18)

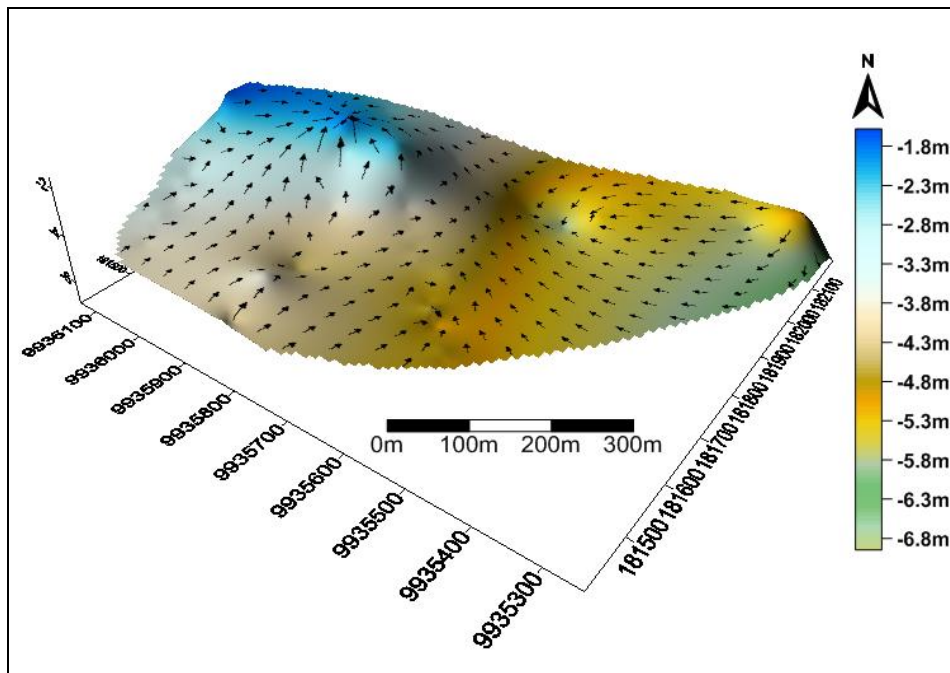


Figura 18 - Representação de vetores da tendência de transporte de sedimentos em superfície no mês de Março.

6.3.2 Maio

Para o mês de Maio, na região interior e exterior o transporte segue em direção à região central. Na região mais externa da área o transporte segue em direção à LMA, porém próximo à LMA sofre deflexão ao centro. (Figura 19)

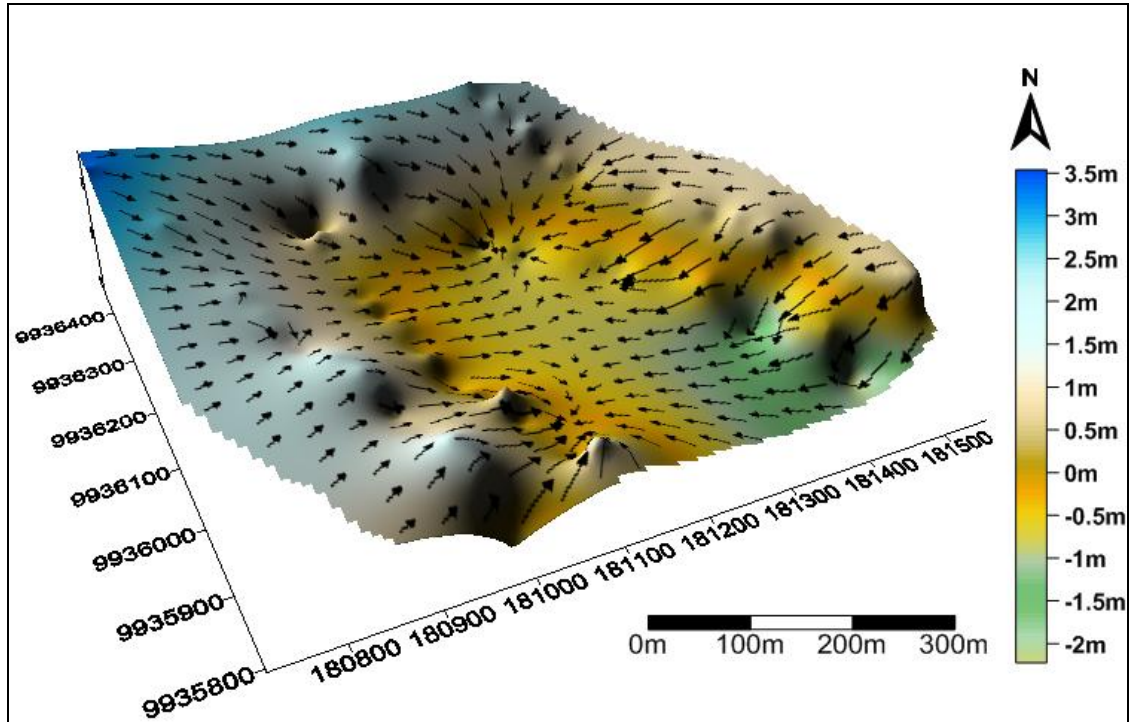


Figura 19 - Representação de vetores da tendência de transporte de sedimentos em superfície no mês de Maio.

6.3.3 Agosto

Para o mês de Agosto, o transporte na região interna segue em direção ao centro da área, próximo ao perfil t2. Na região central, entre os perfis t2 e t3, o transporte na região próxima a LMA segue o sentido LMA-intermaré e próximo a LMB o sentido LMB-intermaré. Este fluxo segue a um ponto da intermaré. Na região externa, entre t3 e t4 o sentido segue em direção à LMA. Nesta região, próximo a LMA o fluxo desce segundo a declividade encontrada próxima da LMA. (Figura 20)

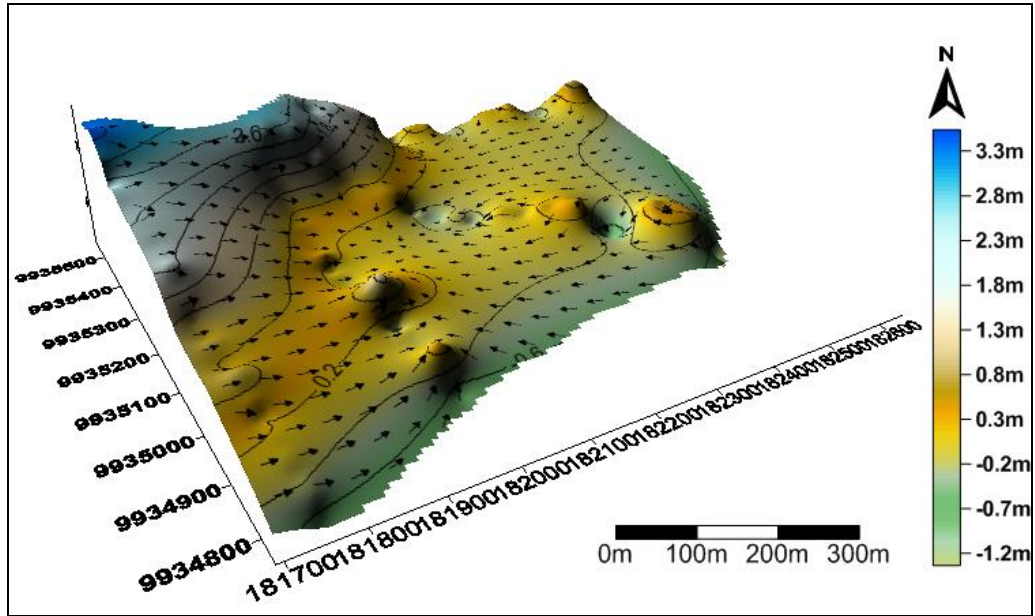


Figura 20 - Representação de vetores da tendência de transporte de sedimentos em superfície no mês de Agosto.

7 DISCUSSÃO

7.1 PARÂMETROS ESTATÍSTICOS

7.1.1 Média

A distribuição dos valores de média está relacionada com os canais e com o canal de maré que delimita a LMB da Ponte de Mariteua. Onde os menores valores estão localizados ao se aproximar do canal de maré. Próximo a este canal, onde o fluxo de água é confinado apresentam elevado grau energético. Assim os menores valores são concentrados na LMB.

Todos os registros de valores de média durante os meses de estudo estiverem sempre representados por areia fina com pequena variação dentro dessa classe. Os valores para o mês de Março estiveram entre 2,957 Φ e 2,499 Φ . No mês de Maio entre 3,191 Φ e 2,444 Φ . E em Agosto entre de 3,274 Φ e 2,252 Φ . Ou seja, com intervalos crescentes mês após mês de coleta de dados.

O domínio sazonal estaria influenciando na concentração de baixos valores de média na LMB da região interna, próximas à LMA e região central em Março, mês de marés equinociais. A maior ocorrência desses valores estaria indicando maior grau de energia nessa região. Outro fato que indica o controle sazonal seria o valor médio (2,75 Φ) e o máximo (3,274 Φ) do mês de Agosto, onde teríamos amostras com sedimentos de menor diâmetro médio para este mês, indicando menor grau energético, ambientes mais calmos possibilitando a deposição destes.

Comparando-se os meses de Maio e Agosto, a maior ocorrência de baixos valores de média na LMB em Maio estaria indicando maior penetração do canal de maré em direção à LMA. Onde estes valores estariam relacionados com as condições energéticas do canal, que ocupa área relativamente grande para Maio.

Nos meses de Maio e Agosto amostras com menor diâmetro médio foram encontradas na região interna, possivelmente devido ao fato que durante a vazante este seja um local calmo, abrigado da atuação de ondas, possibilitando a deposição de sedimentos mais finos. Registros pontuais de sedimentos grossos podem ocorrer devido à interligação desta região com a central por canais ou ser devida cortada por um canal que deságua próximo a LMA do perfil t2 (Figura 25), impossibilitando sedimentos finos de se depositarem no local, devido o aumento do grau energético.

7.1.2 Grau de seleção

Para os meses de estudo as amostras apresentaram grau de seleção variou entre muito bem selecionado a moderadamente selecionado, passando por bem selecionado. A maior representação de amostras muito bem selecionadas esteve no mês de Março com 75%, ainda com 25% de amostras bem selecionadas. Para o mês de Maio amostras com grau de seleção muito bem selecionadas tiveram representação de 70%, bem selecionadas com 29% e moderadamente selecionada com 1%. Para Agosto, 70% muito bem selecionadas, 28% bem selecionadas e 2% moderadamente selecionados. O menor valor de seleção foi encontrado no mês de Agosto (0,1551) e o máximo (0,824) em Maio.

Para Março, os maiores valores de seleção estiveram na região interna, e os menores valores na região central e externa. Na região externa, a maior atuação de ondas seleciona mais eficientemente os sedimentos desta.

Os sedimentos próximos ao canal de maré possuem valores maiores de seleção que os sedimentos próximos a LMA. Tal fato é mais evidenciado na região central de Maio.

Dentre os meses em que o estudo foi feito, em Agosto, a presença de canais em toda a região evidencia maior distribuição de grãos de diferentes tamanhos, principalmente maior representação de amostras com menores valores de média. Assim, diferentes valores de desvio padrão estiveram distribuídos na área de estudo. Valores de desvio padrão maiores estiveram distribuídos na região externa na LMA, concentrados próximo aos canais que cortam essa área. Pontualmente, na região interna são encontrados valores elevados de desvio padrão, onde o canal que deságua próximo ao início do perfil t2 corta o perfil t1, assim as amostras coletadas não são eficientemente selecionadas.

7.1.3 Assimetria

Durante os meses de estudo a representação de amostras aproximadamente simétricas foi mais significativa, onde em Março representaram 63%, em Maio 60% e em Agosto 59%. Foram identificadas amostras com assimetria positiva com 15% em Março, 10% em Maio e 24% em Agosto. Amostras negativas tiveram representação de 19%, 28% e 13% em Março Maio e Agosto, respectivamente. Também ocorreram registros de muito negativa (1%) em Março, 2% de amostras muito positivas em Maio, e 4% em Agosto.

Em Março as ocorrências de valores positivos e aproximadamente simétricos estiveram confinadas à região externa e LMA da região interna, em quanto que valores negativos estiveram sendo representados na região interna e central. Estes valores podem ser relacionados aos valores de média, onde estes menores valores estiveram também confinados à região central e interna. Maiores níveis de energia para este mês favorecem essa distribuição destes parâmetros. Assim, sedimentos com maior diâmetro médio seriam mobilizados para região de LMA, devido o aumento do grau de energia desta.

Comparando-se com Maio e Agosto, ocorreu diminuição de sedimentos com assimetria negativa e aumento com assimetria positiva. Sendo que amostras com assimetria positivas e aproximadamente simétricas estiveram concentradas pontualmente na intermaré da região interna em Agosto e em Maio, próximo à LMA e região central. Nestes meses, os menores valores estiveram concentrados próximo ao canal de maré. E ainda, os sedimentos com assimetria mais positiva foram encontrados em regiões calmas, como é a região interna.

Em Agosto, devido à maior ocorrência de canais que recortam a área, sedimentos mais grossos predominando sobre os mais finos, estariam bem distribuídos em toda área. Nestes canais a energia é maior, então os sedimentos encontrados esses teriam maior diâmetro médio.

7.1.4 Curtose

Amostras com curtose leptocúrtica tiveram maior representação entre os valores encontrados, seguindo escala crescente nos meses de estudo, com 73%, 78% e 80% em Março, Maio e Agosto, respectivamente. Em Março a curtose esteve distribuída em muito leptocúrtica (8%), mesocúrtica (11%) e platicúrtica (8%). Em Maio, muito leptocúrtica (5%), mesocúrtica (13%) e platicúrtica (5%). Já em Agosto, muito leptocúrtica (3%), mesocúrtica (10%) e platicúrtica (7%).

Para Alves (2001) a curtose pode ser relacionada com o nível de energia das ondas ou do nível de energia do ambiente deposicional, sendo inversamente proporcional.

A distribuição dos menores valores de curtose estaria confinada principalmente na LMB próximo ao canal de maré e nos canais presentes na área de estudo, com exceção de Março onde baixos valores são encontrados também na LMA, concordando com Alves (*op cit*). Em contrapartida, discordando deste, valores baixos de curtose são encontrados na região interna, onde se teria menor regime energético.

A maior representação de amostras leptocurtica dentre todos os valores encontrados, representam o elevado grau energético que a área de estudo está sujeita, tanto quanto a atuação de correntes de maré quanto atuação de ondas.

A curtose mostra quais grãos tem maior representatividade na curva de distribuição. Podendo ser somente em uma classe, de grãos mais finos ou mais grossos, por exemplo, tornando a curva mais afunilada, na porção destes, configurando uma curtose leptocúrtica. Ou ainda distribuição de grãos homogeneizados, onde a curva apresenta grande achatamento no topo, caracterizando uma curtose platicúrtica, entre esses, ocorrendo ainda condições extremas como muito leptocúrtica ou intermediarias como a mesocúrtica.

Como citado acima, foi possível associar parcialmente a curtose ao grau energético. Onde menores valores foram encontrados próximos ao canal de maré e região externa.

O mês de Agosto foi o mês que apresentou maior quantidade de amostras com curtose leptocúrtica (80%). Neste mês a presença de canais que cortam a área, pode-se associar ao maior grau energético confinados a estes.

Na distribuição dos parâmetros estatísticos pode ocorrer a presença pontual de um algum parâmetro diferente da tendência geral. Este fato é explicado pelo local de coleta da amostra, podendo ser nas cristas das marcas onduladas ou nas cavas. Entre as cristas, o represamento de água favorece a deposição de sedimentos finos na camada superficial. Sobre as cristas os sedimentos são mais grossos, estes fatores distorcem a distribuição dos parâmetros granulométricos da área de estudo

7.2 PERFIL TOPOGRÁFICO

A morfologia da área de estudo esta relacionada à atuação de agentes energéticos como maré, ondas e correntes associadas. Sendo o fluxo da corrente de maré enchente e vazante do canal de maré o fator principal na configuração do delta e das estruturas sedimentares formadas neste. O equilíbrio buscado entre atuação das ondas e corrente de maré, durante os meses de estudo obedecem a um padrão sazonal.

Em Março a maré dominou na configuração morfológica da área. A amplitude topográfica, para este mês, foi de 5,369 m, com maiores cotas sendo encontradas na região interna e as menores na região externa. Na LMA foi identificado alterações quanto ao grau de erosão, onde, comparando-se com visitas feitas em meses anteriores, foi identificado um recuo da linha de costa de aproximadamente 50m. Esse aumento do grau de energia próximo

à LMA provocou um aumento do diâmetro médio próximo à região interna. A erosão de pequenas dunas, vegetação e casas localizadas na LMA comprovam o aumento de energia nessa região. (Figura 21)



Figura 21 - Erosão evidenciada pela destruição de casas acima da LMA próximo ao perfil t4. A) Setembro/2009 B) Janeiro/2010 C) Janeiro/2010 D) Maio/2010.

Visualizações das formas sedimentares e estruturas naturais podem ser usadas para determinar a direção da deriva litorânea. Porém, segundo Komar (1976) estes métodos não são capazes de estimar quantitativamente as taxas de transporte. As feições sedimentares formadas na foz dos 3 principais canais de maré na Ilha dos Guarás (Figura 22) indicam a direção preferencial da deriva litorânea na Ilha dos Guarás.

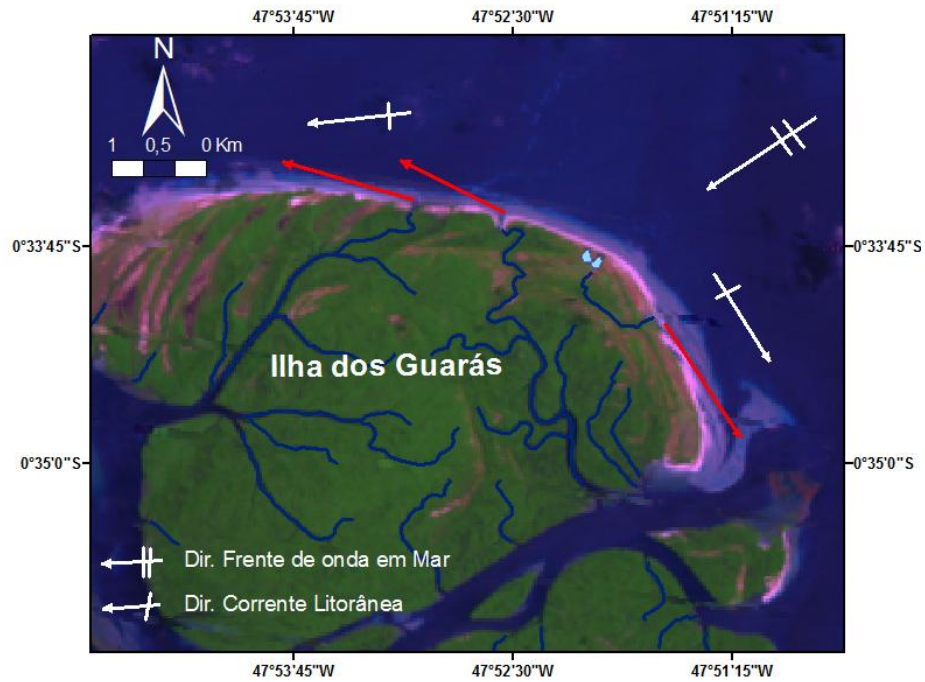


Figura 22 - Direção das desembocaduras dos canais de maré encontrados na ilha dos guarás, indicando a direção da deriva litorânea.

O encontro do fluxo da corrente de maré vazante e o sentido do transporte litorâneo formam uma feição sedimentar próximo a LMA do perfil t3, um espigão arenoso. (Figura 23)



Figura 23 - Espigão arenoso formado próximo ao perfil t3.

A realização de maiores coletas de dados topográficas não foi possível, devido ao estado da maré durante o horário de coleta. A maré estava na enchente o que impossibilitava a coleta completa de dados topográficos, uma vez que a pessoa que conduzia o bastão com o

prisma da Estação Total não poderia adentrar na água para leitura, pelo técnico, operando o equipamento.

Na região externa, próximo ao perfil t4, o primeiro canal, seguindo o sentido LMA-intermaré, é formado pelo fluxo de um canal que se formou pela elevação da LMA (Figura 24 (A)). O segundo canal é formado pela influência de um canal de maré, formado pela drenagem de pequenos lagos no interior da ilha, este, remove sedimentos do prisma praial, formando uma calha, que segue na direção sudeste (Figura 24 (B)). Estes canais, por serem as regiões mais baixas, são as primeiras regiões a serem atingidas pelas águas da maré enchente. Funcionando como canais de enchente

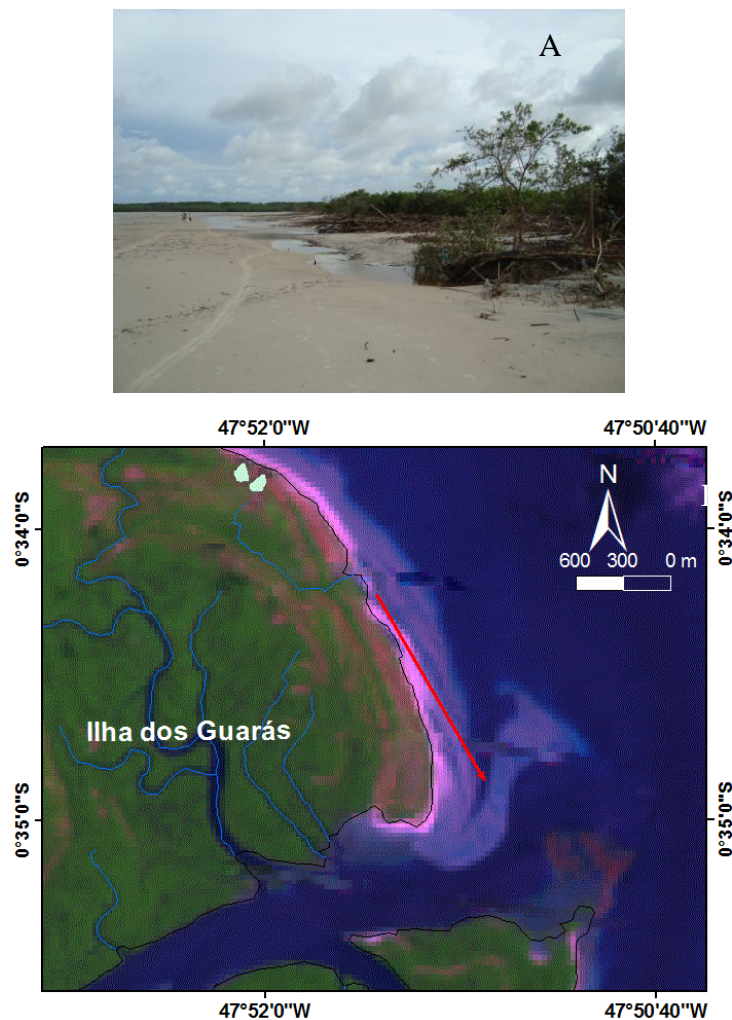


Figura 24 - A) Canal de maré formando no mês de Março. B) Canal de Maré formado pela drenagem de pequenos lagos seguindo sentido sudeste.

Em Maio, a região interna e região próxima a LMA, novamente apresentaram as maiores cotas topográficas. A amplitude topográfica foi de 5,819 m, onde os menores valores se concentraram na região central. Na região próxima a LMA do perfil t2 encontra-se uma

depressão, formada por um pequeno canal de maré, este canal corta o perfil t1. Caso não ocorresse esse corte a declividade do perfil t1 se prolongaria até próximo canal de maré. (Figura 25)



Figura 25 - Canal próximo à LMA do perfil t2 e corta o t1.

Comparando-se a região interna de Março e Maio, os canais são encontrados mais longe da LMA em Maio que em Março, este fato provavelmente seja explicado pela maior atuação de energia da maré em Março, deslocando os canais perfil acima. As maiores amplitudes de maré foram registradas no mês de Março, sendo o mês de equinócio.

Na região externa, entre os meses de estudo, o primeiro canal, seguindo o sentido LMA- intermaré foi encontrado cada vez mais próximo da LMA 321,35m em Março, 179,98 em Maio e 168,23m em Agosto, fato explicado, provavelmente, pela maior atuação de ondas dominando sobre a maré, deslocando o canal perfil acima. Quanto maior a força da corrente de maré, a atuação de ondas se restringe mais a região externa. Em Agosto, o canal de maré formado próximo ao t4, exerceu grande influencia na remoção de sedimentos próximo a LMA, definindo a magnitude deste canal.

Ainda em Maio, foi verificada a penetração do canal de maré dentro do delta, configurando menores cotas topográficas na região central. Sendo um mês de transição entre chuvoso e menos chuvoso, onde não teríamos fortes ondas nem fortes correntes de maré. A interação entre fluxo de vazante e intensidade do transporte litorâneo estabeleceu um equilíbrio onde o canal assumiu essa posição.



Figura 26 - Visão da região central próximo ao perfil t3 em Maio de 2010.

Em Agosto, a amplitude topográfica foi de 4,84m, onde as maiores cotas estiveram na região próxima da LMA e intermaré superior da região interna. Neste mês, a menor atuação de maré implica em maior domínio de ondas na região externa e central, e ainda, em menor amplitude, na região interna.

A região interna é caracterizada por ser de menor energia, onde os sedimentos dessa não são removidos, pela ação de ondas. Em contraposição a região externa os sedimentos dessa estariam sendo constantemente remobilizados, entrando na célula de circulação do transporte costeiro, pela atuação das ondas e pelo fluxo de vazante do canal de maré. (Figura 27)



Figura 27 - Atuação de ondas na região externa (A) e na região interna (B)

As mudanças na linha de costa observadas nos meses de estudos indicam uma forte tendência de erosão neste setor região da Ilha dos Guarás, Ponta de Mariteua, setor leste. As maiores variações foram observadas em Março (período chuvoso e de maré equinocial).

Durante o período menos chuvoso, a sedimentação do setor erodido não é suficiente para repor o pacote sedimentar erodido durante o período chuvoso.

7.3 TRANSPORTE DE SEDIMENTO

O transporte de sedimentos obedeceu à direção da atuação de correntes da maré, das ondas e direção do transporte litorâneo.

Em Março, o transporte de sedimento, na região interna, sobe o gradiente topográfico, a maior coluna d'água nesta região para este mês, proporciona uma maior atuação de ondas nesta região sendo responsáveis pelo sentido do transporte. Na região central, os grãos da última sedimentação seguem o fluxo de vazante. Na região externa a última sedimentação segue a interferência da ação de ondas e da corrente litorânea. A ação de ondas domina sobre a atuação da corrente de maré vazante. Assim os sedimentos desta região seguem a direção oposta ao da vazante, subindo o gradiente topográfico.

Agosto foi o mês que teve maior domínio de ondas sobre a corrente de maré, influenciando no transporte até na região interna. Os dados referentes ao transporte são referentes a última sedimentação, referente aos 5cm superficiais da amostragem, onde a ação de ondas dominava sobre a maré.

O sentido das marcas onduladas e “*mega-ripples*” verificadas em toda região indicam a direção do transporte representado o sentido da maré vazante, onde a corrente de maré dominava sobre as ondas

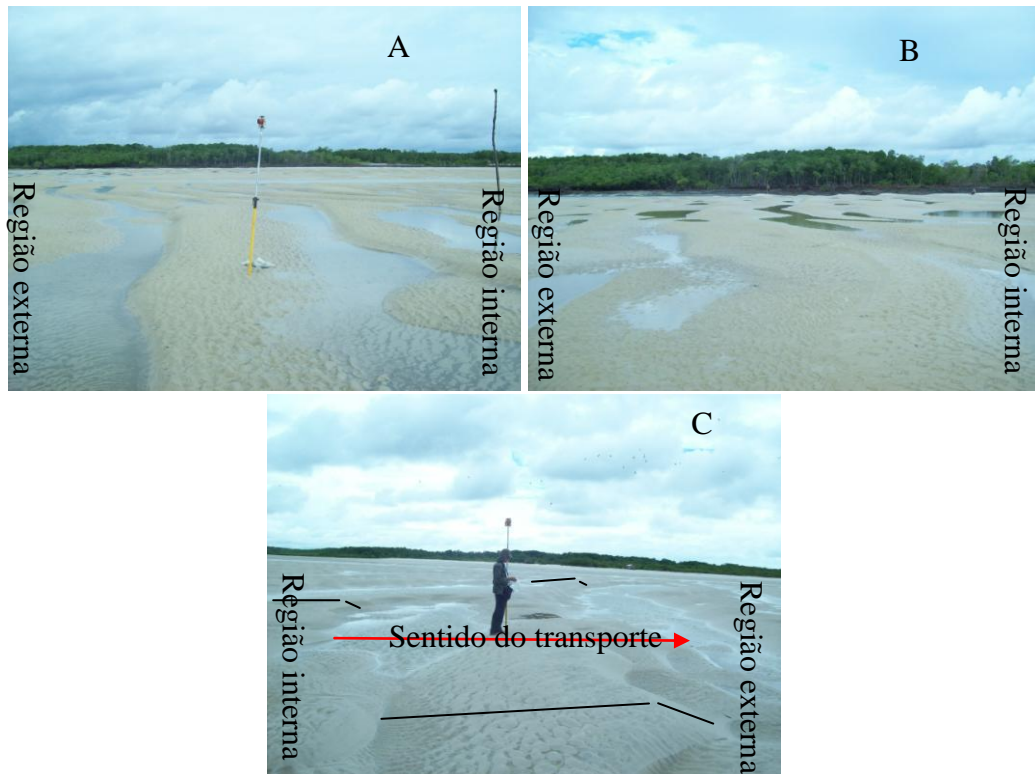


Figura 28 - Escarpas de marcas onduladas indicando o sentido da direção do transporte sedimentar em Maio de 2010, no perfil t2 (A e B) e t4 (C).

Em Maio a entrada do canal de maré entre os perfis influenciou de forma significativa no transporte sedimentar. Onde os grãos seguem o declive da depressão formado na região central.

O transporte eólico também é representativo na LMA da região externa e central, onde acima desta região dunas embrionárias são formadas pela ação do vento.

Dunas não são encontradas na região interna devido o transporte eólico seguir paralelo a linha de costa desta região.

8 CONCLUSÕES

A ponta de Mariteua caracteriza-se pela presença de um canal de maré que separa a Ilha dos Guarás (Ilha de Mariteua) e a Ilha de Areuá. O depósito sedimentar formado na foz desse canal forma um delta de maré, cujo sentido da deposição e de estruturas sedimentares presente o caracteriza como sendo um delta de vazante.

Por ser um ambiente costeiro adjacente à praia está sujeito à ação dos fatores oceanográficos como ondas, maré e correntes associadas. A variação da forma do delta e das dimensões das estruturas sedimentares é resultado do equilíbrio buscado entre a ação da maré ou da ação de ondas, com o domínio de uma sob a outra.

A ponta de Mariteua apresenta forte tendência erosiva. Com evidências de recuo de linha de costa, através da observação de destruição de habitações, vegetação e dunas próximas a LMA. A tendência erosiva aumenta durante o período chuvoso, onde ocorre aumento do grau de energia próximo à LMA. Já durante menos chuvosos e de transição a erosão que ocorre é decorrente da remoção de sedimentos que ocorre nos canais.

A configuração da distribuição dos canais do sistema canal-banco sofre variação sazonal. Sendo sujeito a variações do grau de energia da maré, ondas e descarga de canais de maré presentes na Ilha dos Guarás.

Na região interna da feição ocorre domínio da atuação de maré, onde se depositam grãos com menor diâmetro médio e menor quantidade de canais, e por se tratar de uma região abrigada da ação de ondas. Enquanto que na região central e externa o domínio de ondas é evidente. Os canais que recortam a região são responsáveis pela remoção dos grãos, erodindo o delta. Mudanças morfológicas nos diferentes períodos sazonais são resultantes de mudanças no domínio energético, ou de ondas, ou de corrente de maré.

As mudanças na distribuição dos parâmetros granulométricos nos diferentes meses de estudo estão relacionadas à dinâmica dos canais que cortam o delta e do canal de maré próximo. A morfologia destes varia de acordo com os diferentes graus energéticos nos diferentes períodos sazonais.

A distribuição do parâmetro estatístico Média indica o nível de energia do ambiente de deposição. A região próxima ao canal de maré seria a região de maior energia da área de estudo. Além de identificarmos outras regiões de energia elevada, estas estariam confinadas aos canais entre os bancos arenosos.

A variação sazonal influenciou no deslocamento de regiões dominadas por ondas para região antes dominadas por maré. Em Março, a elevação do nível da maré possibilitou a atuação de ondas na região interna, aumentando o grau energético dessa área.

O grau de seleção manteve maior representatividade dentro de Muito Bem Selecionado. Assim como os valores de média, o de grau de seleção está relacionado diretamente com o canal de maré e canais. Onde os sedimentos próximos a estes apresentariam menor grau de seleção. O domínio sazonal influenciou na mistura de sedimentos, onde em Agosto ocorreu uma maior mistura de sedimentos com diferentes diâmetros médios, aumentando o desvio padrão.

Quanto à assimetria, a maior representação foi de Aproximadamente Simétrica. Observou-se um aumento da distribuição de amostras com assimetria negativa no decorrer dos meses de estudo. Assim regiões de erosão antes confinadas pontualmente estariam distribuídas em maior área. Nos canais e próximo ao canal de maré estão representados amostras com tendência aos sedimentos mais grossos, nestas regiões ocorreria maior erosão, concordando com Ponçano (1986) que diz que quando a assimetria é negativa indica erosão e quando é positiva caracteriza um ambiente onde predomina a deposição.

Amostras com curtose leptocúrtica tiveram maior representação entre os valores amostrados. Valores menores de curtose estiveram confinados principalmente a LMB, próximo ao canal de maré e nos canais entre bancos arenosos encontrados na área. Associando-se ao grau de energia, a curtose indicou elevado grau energético a qual a áreas está sujeita. Em contrapartida baixos valores de curtose foram encontrados também na região interna, caracterizada por ser uma região calma, comparada a região externa.

O transporte de sedimentos é também influenciado pela corrente de maré e transporte litorâneo. Onde o fluxo de vazante define o deslocamento dos grãos da região interna e parcialmente região central. Enquanto que na região central o transporte de grãos superficiais são definidos pelo transporte litorâneo. Observações de feições costeiras como desembocadura de canais de maré que cortam a Ilha dos Guarás indicam a direção do transporte costeiro. A direção preferencial da corrente litorânea no NE paraense sofre refração ao entrar na Baía do Rio Curuçá.

Para trabalhos posteriores, sugere-se a elaboração de perfis que possibilitem a comparação topográfica para os diferentes meses de estudo. E para estimar quantitativamente a taxa de transporte, sugere-se a aplicação de metodologias que possibilitem estimar tal taxa. Estudos sedimentológicos de fácies sedimentar na área podem ser feitos para melhor caracterização e interpretação das variações ocorridas na área.

REFERÊNCIAS

- ACKERMANN, F. L. **Esboço para a geologia entre a cidade de Belém – rio Gurupi e Atlântico – rio Guamá. Belém-PA**: Belém: Universidade Federal do Pará. Imprensa Universitária, 1964. 79 p., 26 fotos, 1 mapa.
- ALMEIDA, E. R. S. **Estado morfodinâmico da praia central de Marataízes, ES**. 54 f. 2006. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Oceanografia) - Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória. 2006.
- ALVES, M. A. M. S. **Morfodinâmica e sedimentologia da praia de Ajuruteua – NE do Pará**. 104 f. 2001. Dissertação (Mestrado em Geologia) - Curso de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica, Centro de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém. 2001.
- ALVES, M. A. M. S., et al.. Morfodinâmica das praias de meso-macromarés da zona costeira do Estado do Pará. 2005. In CONGRESSO DA ABEQUA 10^o.- Guarapari, ES, **Anais**. 2005.
- AMARAL, D. D., et al.. Restingas do litoral amazônico, estados do Pará e Amapá, Brasil.. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**. Botânica, v. 3, p. 35-67, 2008.
- ARAI, Mitsuru. A grande elevação eustática do mioceno e sua influência na origem do grupo barreiras. 2006. **Geologia USP, Série científica** [online]. 2006. São Paulo. vol.6, n.2, pp. 1-6.
- AUGUSTINUS, P.G.E.F.. Cheniers and chenier plains: a general introduction. In: **Marine Geology**, v. 90, p. 219-229. 1989.
- BARBOSA, L. P. F.. **Aplicação da modelagem hidrodinâmica na circulação do estuário do rio Maracanã (NE do Pará)**. 148f. 2008. Dissertação (Mestrado em Geologia). Instituto de Geociências. Universidade Federal do Pará. Belém. 2008.
- BIRD, E.. **Coastal geomorphology: an introduction**. 2. ed. [S.l.]: John Wiley & Sons Ltd., 2008. p. 410.
- BIRD, E.C.F.. **Beach Management**. [S.l.]: J Wiley, 1996. 260p
- BRAGA, F.P.S.. **Morfologia e sedimentologia da praia de macromaré de Ajuruteua, Pará: um estudos para definição de índices de sensibilidade ambiental ao derramamento de óleo**. 117 f. 2007. Dissertação (Mestrado em Geologia) - Curso de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém. 2007.

BRAGA, R.M.. **Linhas de instabilidade no leste da Amazônia: Estudo de casos**. 2003. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Meteorologia). Instituto de Geociências, UFPA, Belém, 2003.

BROWN, E. et al. **Waves, tides, and shallow water processes.**: The Open University, 1999.

CARTER, R.W.G.. Coastal environments. An introduction to the physical, ecological and cultural systems of coastlines. **Academic Press**, London, 609 p. 1988.

CARTER, R.W.G.; WOODROFFE, C.D. Coast Evolution: Late Quaternary shoreline morphodynamics. **Cambridge University Press**, 539p. 1994.

CARVALHO, L. P. F.. **Estudo morfoestratigráfico e sedimentológico dos depósitos holocênicos da planície costeira de Maracanã – NE do Pará**. 129f. 2007. Dissertação (Mestrado em Geologia). Instituto de Geociências. Universidade Federal do Pará. Belém. 2007.

COHEN, J.C.P.. **Mecanismo de propagação e estrutura das linhas de instabilidade da Amazônia**. 1996. Tese (Doutorado em Meteorologia) - Instituto Astronômico e Geofísico, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996.

COSTA, J.B.S., et al., Neotectônica da região Amazônica: aspectos tectônicos, geomorfológicos e posicionais. **Geonomos** 4: 23-24. 1996.

COSTA, F.R. ; SOUZA FILHO, P.W.M.. Utilização de Modelos Digitais de Elevação na Representação do Relevo Submerso e emerso na Zona Costeira Amazônica. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO 13°. 2007. Florianópolis. **Anais**. São José dos Campos : INPE, 2007. v. 1. p. 2485-2492.

COSTA, J.B.S., et al., Aspectos da tectônica cenozóica na região do salgado, litoral nordeste do Estado do Pará. 1991. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DA AMAZÔNIA 3°. **Resumos Expandidos**. Belém. SBG-Núcleo Norte: 156-165. 1991.

COSTA, J.B.S., et al.. **Programa Nacional de Gerenciamento Costeiro: Carta Geológica da Folha Salinópolis (SA.23-V-A-V)**. IBAMA/IDESP. Belém. Pará. 1992.

COWELL, P. J.; THOM, B. G. Morphodynamics of coastal evolution. In: Carter, R. W. G.; Woodroffe, C. D. (Eds). **Coastal Evolution**. Cambridge University Press, 1994. 33-86 pp

CPTEC, Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos 2010 Boletim técnico. Disponível em: <http://tempo.cptec.inpe.br/bol_tecnico.shtml>. Acesso em 16 de Novembro de 2010

DALRYMPLE, R.W.; CHOI, K.. Morphologic and facies trends through the fluvial-marine transition in tide-dominated depositional systems: A schematic framework for environmental and sequence-stratigraphic interpretation. 2007. **Earth Science Reviews**, 81, 135-174. 2007.

DEPARTAMENTO DE HIDROGRAFIA E NAVEGACAO (DHN). 1994. **Tabuas de Maré (Para)**. Costa do Brasil e alguns portos estrangeiros. Rio de Janeiro, DHN. p: 1-6.

DIAS, A. J. Análise Granulométrica. In: **A Análise Sedimentar e o Conhecimento dos Sistemas Marinhos - Uma Introdução à Oceanografia Geológica**. Universidade do Algarve, Faro, 2004. Disponível em: < http://w3.ualg.pt/~jdias/JAD/eb_Sediment.html>. Acesso em 12 de agosto de 2010.

ELROBRINI, M.; et. al.. Pará. In: Dieter Muehe. (Org.). **Erosão e Progradação do Litoral Brasileiro**. 1 ed. Brasília: MMA, v. 1, p. 41-86, 2006.

EL-ROBRINI, M., et al.. The Brazilian Northern Shelf: Physiography and Sedimentation. In: CONGRESSO DE CIÊNCIAS DO MAR 6°. 2003.. La Habana, Cuba. **Anais**. 2003a

EL-ROBRINI, M., et al.. A Plataforma Continental Norte Brasileira: Fisiografia e Sedimentação. 2003 In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE 20°. Fortaleza. **Anais**. 2003b.

EL-ROBRINI, et al.. Deposição e assoreamento das rias do Nordeste do Estado do Pará – Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 37, 1992, São Paulo. **Sessões Técnicas**. São Paulo: SBG, v. 2, p. 79-80. 1992.

ETCHEBEHERE, M. L. C.; SAAD, A. R. Fácies e associações de fácies em depósitos neoquaternários de terraço na bacia do Rio do Peixe, região ocidental paulista. 2003. **Geociências**, v. 22, n. 1, p. 5-16, 2003.

FERNANDES, J.M.G.. Paleoecologia da Formação Pirabas, Estado do Pará. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 33, Rio de Janeiro, 1984. **Anais**...Rio de Janeiro, 1984, v. 1, p. 84-88, 1984.

FERREIRA, C.S. Notas estratigráficas sobre o Cenozóico marinho do Estado do Pará. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DA AMAZÔNIA, 1, 1982, Belém. **Anais**. Belém, 1982, v.1, p. 84-88, 1982.

FERREIRA, C.S.; VICALVI, M.A.; MACEDO, A.C.M. Os limites meridionais da Bacia de Pirabas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 33, Rio de Janeiro, 1984. **Anais**...Rio de Janeiro, 1984, v.1, p. 326-329, 1984.

FOLK, R. L.; WARD, W. C. Brazos river bar: a study in the significance of grain size parameters. **Jornal of Sedimentary Petrology**. USA, v.27. 1957. p. 3-26.

FRANÇA, C. F. ; SOUZA FILHO, P. W. M. E. . Compartimentação morfológica da margem leste da ilha de Marajó: zona costeira dos municípios de Soure e Salvaterra, Estado do Pará. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, 2007.

FRANZINELLI, E.. Evolução e origem da Costa Atlântica do Estado do Pará. In: CONGRESSO DA ABEQUA, 3. **Publicação especial**. Belo Horizonte, ABEQUA, 1991. v. 1, p. 117-118.

FRANZINELLI, E.. Evolution of the geomorphology of the Coast of the State of Pará, Brazil. In: PROST, M.T. (Ed.) **Évolution des littoraux de Guyane et de la Zone Caraibe Méridionale pendant le Quaternaire**. Paris: ORSTOM, 1992. p.203-230.

GAO, S.A.. Fortran program for grain-size trend analysis to define net sediment transport pathways. **Computer e geosciences**. V. 22, n. 4. p. 449 – 452. 1996.

GAO, S.; COLLINS, M.. Net sediment transport patterns inferred from grain-size trends, based upon definition of “transport vectors”. **Sedimentary geology**. 1992. p. 47 – 60. Elsevier Science Publishers B. V., Amsterdam.1992.

GEYER, W. R., et al.. Physical oceanography of the Amazon shelf. 1996. **Continental Shelf Research**. 16:575-616. 1996.

GÓES, A.M., et al.. Modelo deposicional preliminar da Formação Pirabas no nordeste do Estado do Pará. 1990. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi** (Série Ciências da Terra), 2, p. 3-15, 1990.

GÓES, A.M.; TRUCKENBRODT, W.. Caraterização faciológica e interpretação ambiental dos sedimentos Barreiras na região bragantina, nordeste do Pará. In: CONGRESSO

BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 31, 1980, Camburiu. **Anais**. Camburiu, 1980, v. 2, p. 766-771, 1980.

GUERREIRO, J.S. **Análise da dinâmica morfosedimentar da praia da Marieta – Ilha do marco (NE do Pará)**. 2006. 106 f. Dissertação (Mestrado em Geologia) - Programa Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 2006.

HASUI, Y. Neotectônica e aspectos fundamentais da tectônica ressurgente no Brasil. 1990. In: WORKSHOP SOBRE NEOTECTÔNICA E SEDIMENTAÇÃO CENOZÓICA CONTINENTAL NO SUDESTE DO BRASIL. Belo Horizonte. **Anais SBG**. v.1, p.766-771.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Banco de dados** Disponível em <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>> Acesso em 23 de Novembro de 2011

INMET, Instituto Nacional de Meteorologia. **Gráfico de Chuva acumulada mensal**. Disponível em <<http://www.inmet.gov.br/html/observacoes.php?lnk=Gr%E1ficos.>> Acesso em 06 de Janeiro de 2011

KENNETT, J. P.. **Marine Geology**. USA: Prentice Hall Inc., 1982

KOMAR, P.D.. **Beach, process and sedimentation**. Englewood cliffs; New Jersey: Prentice-Hall, 1976.429p

MACOLA G.; EL-ROBRINI M.. **Ilha dos Guarás (Mariteua) – Município de Curuçá (NE do Pará): Aspectos físicos, meteorológicos e Oceanográficos**. Companhia Docas do Pará – CDP (Relatório Final – Cartografia, Hidrografia e Digitalização – CHD & Grupo de Estudos Marinhos e Costeiros – GEMC), Belém, 2004

MARTORANO, L.G., et al.. **Estudos climáticos do Pará: classificação climática (KÖPPEN) e deficiência hídrica (THORNTHWHITE, MATHER)**. Belém: SUDAM/EMBRAPA/SNLCS, 1993. 53p.

MASSELINK, G.; TURNER, I.L. The effect of tide on beach morphodynamics. In: SHORT, A.D. (Ed.) **Handbook of beach and shoreface morphodynamics**. 1999. Chichester: p. 204-229.

MATOS S.L.F. de; COIMBRA A.M.. Sucessão de fácies na Camada Porangaba, Grupo Passa Dois, Estado de São Paulo. 1997. **Revista Brasileira de Geociências**. 27:377-386. 1997.

METCALF, W.G.. Shallow currents along the northeastern coast of South America. **Journal of Marine Research**, 26: 232-243. 1968.

MUEHE, D. Geomorfologia Costeira, In: CUNHA, S; GUERRA, A. (org). **Geomorfologia: exercícios, técnicas e aplicações**. 2. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2002. p. 191-236.

MUEHE, D. ; NICOLODI, J. L. . Geomorfologia. In: NICOLODI, J.L. ; ZAMBONI, A.. (Org.). **Macrodiagnóstico da Zona Costeira e Marinha do Brasil**. Brasília, 2008, v. 1, p. 23-59.

NEVES, C. F.; MUEHE, D.. **Vulnerabilidade, impactos e adaptação a mudanças do clima: a zona costeira**. Parcerias Estratégicas (Brasília), v. 27, p. 217-295, 2008

NICHOLS, G.. **Sedimentology and Stratigraphy**. WileyBlackwell, Chichester, 419 pp. 2009.

OLIVEIRA, G. K. M.. **Minerais pesados na Plataforma Continental do Pará**. 69 f. 2006. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geologia). Instituto de Geociências Universidade Federal do Pará. Belém: 2006.

OLIVEIRA, R. R. S.. **Composição e distribuição da assembléia de peixes em poças de maré no litoral nordeste do Pará, Brasil**. 2010. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Pesca). Universidade Federal Rural da Amazônia. Belém 2010.

PEREIRA, C.T. do C.. **Caracterização hidrogeoquímica do estuário do rio Curuçá (Município de Curuçá – NE do Pará)**. 2006. 125 f. Dissertação (Mestrado em Geologia) - Programa Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 2006.

PETRI, S.. Foraminíferos fósseis da Bacia do Marajó. **Boletim da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo** (Geologia), 134, 1-172, 1954.

PETRI, S.. Foraminíferos miocênicos da Formação Pirabas. **Boletim da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo** (Geologia), 216, p. 1-79, 1957.

PONÇANO, W. L.. Sobre a interpretação ambiental de parâmetros estatísticos granulométricos: exemplo de sedimentos quaternários da costa brasileira. 1986. **Revista Brasileira de Geociências**, 16 (2): 157-170. 1986.

PROST, M. T.; MENDES, A. C. (Org) **Ecosistemas costeiros: impactos e gestão ambiental**. Belém: Museu Goeldi, 2001

RANIERI, L. A.. **Comportamento Morfo-Sedimentar da Praia Do Pesqueiro – Soure, Ilha De Marajó/Pa**. 2007. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Oceanografia). Universidade Federal do Pará. Belém 2007

REINECK, H-E.; SINGH, I.B.. **Depositional Sedimentary Environments**. Springer-Verlag, New York, 543 p. 1980.

REMAC. Margem continental norte – mapa faciológico dos sedimentos superficiais da plataforma, e da sedimentação quaternária no oceano profundo. 1979. Rio de Janeiro, PETROBRAS, CENPES, DINTEP, **série projeto REMAC** n 8. 1979.

ROSSETTI, D.F., TRUCKENBRODT, W.; GÓES, A.M.. Estudo paleoambiental e estratigráfico dos sedimentos Barreiras e Pós-Barreiras na região bragantina, nordeste do Pará. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi** (Série Ciências da Terra), 1, p. 25-74, 1989.

SÁ, J.H.S.. Contribuição á geologia dos sedimentos Terciários e Quaternários da Região Bragantina. **Bol. Inst. Geol.** 3:21-36, Rio de Janeiro. 1969.

SAHU, B. K.. Depositional mechanisms from the size analysis of clastic sediments. **Journal of Sedimentary Petrology**, 34 (1). 73-83. 1964.

SANTOS, J. U. M., et al.. Vegetação da área de proteção ambiental Jabotitiua-Jatium, município de Viseu, Pará, Brasil. 2003. **Acta Amazônica** 33(3): 431-444. 2003.

SANTOS, V. F.. **Estratigrafia Holocênica e Morfodinâmica Atual da Planície Costeira da Ilha de Algodal**. 139p. 1996. Dissertação (Mestrado em Geologia). Instituto de Geociências. Universidade Federal do Pará. Belém: 1996.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y. **Manguezal: ecossistema entre a terra e o mar**. São Paulo, Caribbean Ecological Research. 1995.

SELLEY, R.C. **Ancient sedimentary environments**. Ithaca, New York, 2ª Ed., Cornell University Press, 1982, 287 p.

SHEPARD, F.P. **Submarine Geology**. Haper & Row, Publishers. 1973. 517 p.

SHORT, A-D. **Beaches of the Western Australian Coast: Eucla to Roebuck Bay**. Sydney, Australia: Sydney University Press. 2005

SILVA, C. A. **Análise Morfoestratigráfica do Estuário do Rio Marapanim – NE do Estado do Pará**. 1998. 133f. Dissertação (Mestrado em Geologia). Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém. 1998.

SILVA, M.G.L., et al.. Shoreline changes in the Pescadores Estuarine beach, Bragança Coastal Plain, Northern Brazil. 2000. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PRAIAS ARENOSAS, 1. Itajaí, 2000. **Anais**. Itajaí: ABEQUA: 184-185. 2000.

SILVA, M.S.. **Morfoestratigrafia e Evolução da Planície Costeira de Salinópolis. NE do Estado do Pará**. 1996. 122f. Dissertação (Mestrado em Geologia). Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém. 1996.

SILVA JR, O. G.; EL-ROBRINI, M. , **The Quaternary Geology of the São João de Pirabas Coastal Plain, Northeast of the Pará State**. 2000. In: INTERNATIONAL GEOLOGICAL CONGRESS 31°. **Anais**. Rio de Janeiro. 2000.

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

SILVA JÚNIOR, O. G.. **Morfoestratigrafia da planície costeira de São João de Pirabas (Porção NW) – NE do Estado do Pará**. 1998. 87 f. Dissertação (Mestrado em Geologia) Curso de Pós-graduação em Geologia e Geoquímica, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém. 1998

SILVA TANAKA, L. M. ; PORTELA, B. T. T.. Um estudo da precipitação, temperatura e umidade relativa do ar na costa Norte-Nordeste do Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA METEOROLOGIA, 14., 2006, Florianópolis-SC. **Anais** Florianópolis-SC: SBMet, 2006. p. 2-6.

SOUZA FILHO, P. W. M. **A Planície Costeira Bragantina (NE do Para): Influência das Variações do Nível do Mar na Morfoestratigrafia Costeira durante o Holoceno**. 1995. Dissertação (Mestrado em Geologia). Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém. 1995.

SOUZA FILHO, P. W. M., Costa de Manguezais de Macromaré da Amazônia: Cenários Morfológicos, Mapeamento e Quantificação do Maior Cinturão Contínuo de Manguezais do Mundo. 2005. **Revista Brasileira de Geofísica**, 23(4): 427-435. 2005

SOUZA FILHO, P. W. M.; EL-ROBRINI, M., Morfologia, Processos de Sedimentação e litofácies dos ambientes morfosedimentares da Planície Costeira Bragantina, Nordeste do Estado do Para (Brasil). **Geonomos**, 4:1-16. 1996.

SOUZA, R.R. de. **Modelagem numérica da circulação de correntes de maré na Baía de Marajó e Rio Pará (PA)**. 2006. 158 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - ESC POLITÉCNICA, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

SUGUIO, K.. **Geologia sedimentar**. São Paulo: Edgard Blücher Ltda., 2003. 400p.

SUGUIO, K.. **Introdução à sedimentologia**. São Paulo: Edgard Blücher Ltda., 1973. 310p.

WENTWORTH, C. K. A.. Escale of Grade and Class Terms for Clastic Sediments. **Journal of Geology**. USA, v. 30. 1922.

WRIGHT, L. D.; SHORT, A. D. Morphodynamic variability of surf zones and beaches: a synthesis. **Marine Geology**, 56: 93-118. 1984.

WRIGHT, L.D.; THOM, B. G. Coast depositional landforms: a morphodynamic approach. **Progress in Physical Geography**, 1, 412-459. 1977.

APENDICES

APÊNDICE A - MÉDIA GERAL DOS PARÂMETROS ESTATÍSTICOS E PARA O MÊS DE MARÇO DE 2010

Pontos	Média	Seleção	Assimetria	Curtose
t1a	2,784	0,2973	0,05699	1,38
t1b	2,756	0,2928	-0,00308	1,42
t1c	2,76	0,2908	0,01275	1,423
t1d	2,812	0,3312	0,08935	1,365
t1e	2,851	0,4915	0,2762	1,906
t1f	2,844	0,3679	0,1227	1,35
t2g	2,724	0,3242	-0,0202	1,474
t1h	2,772	0,3436	-0,0006301	1,496
t1i	2,676	0,3749	-0,1132	1,389
t1l	2,768	0,4144	-0,03486	1,438
t1n	2,716	0,3976	-0,02324	1,237
t1o	2,623	0,3249	-0,1592	1,037
t2a	2,957	0,5145	-0,2824	0,9449
t2b	2,585	0,3771	0,02243	0,9266
t2c	2,735	0,2982	-0,02148	1,442
t2d	2,769	0,2752	0,03622	1,382
t2e	2,736	0,3092	-0,06304	1,558
t2g	2,734	0,2909	-0,02432	1,401
t2h	2,727	0,2983	-0,02774	1,425
t2i	2,656	0,3695	-0,08636	1,244
t2j	2,69	0,4605	-0,1598	1,638
t2l	2,691	0,4275	0,05215	1,825
t2m	2,623	0,4715	-0,3747	2,219
t2n	2,882	0,2983	0,2426	0,9346
t2o	2,849	0,2752	0,264	1,115
t2p	2,903	0,3056	0,2328	0,8636
t2q	2,794	0,2642	0,1321	1,225
t2s	2,762	0,2957	-0,0217	1,48
t2t	2,769	0,2956	0,00127	1,437
t2u	2,782	0,252	0,1186	1,218
t2v	2,54	0,3682	-0,1056	0,865
t2x	2,582	0,4147	-0,2863	1,23
t2z	2,743	0,307	0,00121	1,395
t2z1	2,794	0,3022	0,06482	1,356
t2z2	2,772	0,2863	0,04319	1,398
t2z3	2,716	0,3247	-0,05289	1,349
t2z4	2,793	0,2353	0,1853	1,172
t3a	2,756	0,281	0,006952	1,374

t3b	2,753	0,2839	-0,001395	1,399
t3c	2,739	0,2992	-0,01321	1,399
t3d	2,731	0,2859	-0,03244	1,379
t3e	2,698	0,3002	-0,09475	1,326
t3f	2,753	0,3355	-0,08428	1,671
t3g	2,714	0,2908	-0,05864	1,333
t3h	2,519	0,3839	-0,2277	0,8858
t3i	2,532	0,3544	-0,1758	0,8151
t3j	2,511	0,4261	-0,2926	0,9711
t3l	2,527	0,3716	-0,19	0,863
t3m	2,714	0,3136	-0,07383	1,421
t3n	2,765	0,2821	0,03052	1,409
t3o	2,744	0,2867	-0,005276	1,403
t3p	2,749	0,301	-0,01066	1,434
t3q	2,755	0,2942	0,00751	1,435
t3r	2,764	0,2878	0,02951	1,43
t3s	2,804	0,3385	0,09579	1,409
t4a	2,752	0,2946	0,01179	1,41
t4b	2,591	0,3597	-0,07121	0,947
t4c	2,745	0,2986	-0,008079	1,398
t4d	2,732	0,2792	-0,03389	1,368
t4e	2,784	0,2551	0,1127	1,216
t4f	2,757	0,2819	0,0124	1,392
t4g	2,82	0,2964	0,1407	1,271
t4h	2,767	0,265	0,0428	1,338
t4i	2,826	0,3272	0,1083	1,326
t4j	2,77	0,2835	0,01579	1,399
t4l	2,882	0,2988	0,2524	0,955
t4m	2,739	0,2864	-0,01929	1,4
t4n	2,726	0,3053	-0,0538	1,429
t4p	2,598	0,3953	-0,2472	1,219
t4r	2,57	0,3488	-0,1129	0,866
t4s	2,604	0,3513	-0,1503	1,007
t4v	2,771	0,2956	0,02216	1,396
t4v	2,742	0,2807	-0,01961	1,407
t4x	2,746	0,2773	-0,01262	1,399
t4z1	2,718	0,3001	-0,04824	1,371
t4z2	2,668	0,3145	-0,1441	1,289
t4z3	2,72	0,2957	-0,04675	1,383
t4z5	2,776	0,3059	0,04324	1,365
t4z6	2,783	0,2271	0,1753	1,136
t4z8	2,665	0,3215	-0,1392	1,294

APÊNDICE B - MÉDIA GERAL DOS PARÂMETROS ESTATÍSTICOS E PARA O MÊS DE MAIO DE 2010

Pontos	Média	Seleção	Assimetria	Curtose
t1a	2.782	0.2887	0.2691	1.597
t1b	2.806	0.4016	0.2438	1.962
t1c	2.746	0.3005	-0.00699	1.39
t1d	2.739	0.298	-0.0279	1.445
t1e	2.689	0.3327	-0.0906	1.33
t1f	2.759	0.3093	0.009842	1.368
t1g	2.77	0.3611	0.01921	1.294
t1h	2.763	0.3876	0.01191	1.275
t1i	2.677	0.3519	-0.09872	1.363
t1j	2.612	0.3897	-0.1642	1.167
t1m	2.609	0.4268	-0.1627	1.171
t1n	2.751	0.2956	-0.0006	1.437
t1o	3.191	0.824	0.5213	1.461
t1p	2.557	0.3913	0.007656	0.9183
t1q	2.846	0.3768	0.06059	1.07
t1r	2.734	0.2824	-0.0273	1.374
t1s	2.891	0.3047	0.2382	0.8949
t1t	2.828	0.2742	0.2254	1.122
t1u	2.771	0.2447	0.09959	1.234
t1v	2.826	0.3557	0.08157	1.298
t1x	2.631	0.3276	-0.1741	1.128
t1z	2.628	0.3543	-0.1394	1.137
t1z1	2.659	0.3583	-0.1239	1.329
t1z2	2.737	0.2683	-0.03455	1.355
t1z3	2.748	0.2781	-0.00891	1.391
t1z4	2.655	0.3619	-0.1302	1.333
t1z5	2.737	0.2683	-0.03455	1.355
t1z6	2.682	0.2764	-0.1991	1.186
t1z7	2.656	0.3248	-0.1309	1.248
t1z8	2.515	0.3743	-0.1951	0.8615
t2a	2.885	0.3136	0.2935	1.044
t2b	2.786	0.3163	0.04962	1.363
t2c	2.864	0.3078	0.3376	1.294
t2d	2.76	0.3661	0.1451	1.999
t2e	2.699	0.377	-0.02919	1.443
t2f	2.771	0.3307	0.04103	1.363
t2g	2.676	0.4459	-0.162	1.551
t2h	2.582	0.3725	-0.1106	0.9481
t2i	2.778	0.305	0.0399	1.39
t2j	2.706	0.3172	-0.07776	1.371
t2l	2.745	0.3058	-0.03408	1.454
t2m	2.659	0.3553	-0.137	1.342
t2n	2.761	0.2566	0.04113	1.321
t2o	2.753	0.246	0.01487	1.284
t2p	2.802	0.2598	0.1842	1.166
t2q	2.762	0.2737	0.03975	1.385

t2r	2.682	0.3273	-0.09631	1.311
t2s	2.74	0.3018	-0.04795	1.507
t2t	2.671	0.2931	-0.2285	1.252
t2u	2.74	0.2828	-0.02664	1.408
t2v	2.735	0.279	-0.04735	1.407
t2x	2.796	0.3279	0.05827	1.368
t2z	2.651	0.3557	-0.1142	1.262
t2z1	2.689	0.3224	-0.1103	1.388
t2z2	2.655	0.349	-0.1272	1.3
t2z3	2.692	0.35	-0.07931	1.321
t2z4	2.643	0.4245	-0.2651	1.691
t3a	2.841	0.2874	0.2949	1.218
t3b	2.802	0.252	0.2119	1.138
t3c	2.76	0.2845	0.009054	1.434
t3d	2.739	0.29	-0.01154	1.391
t3e	2.742	0.2779	-0.01733	1.392
t3f	2.69	0.3198	-0.1068	1.375
t3g	2.725	0.3246	-0.05302	1.359
t3h	2.773	0.2252	0.1651	1.102
t3i	2.779	0.3084	0.02586	1.379
t3j	2.708	0.2923	-0.08581	1.343
t3l	2.7	0.3358	-0.09877	1.401
t3m	2.714	0.3003	-0.07269	1.389
t3o	2.713	0.314	-0.07148	1.372
t3t	2.648	0.3151	-0.1769	1.21
t3q	2.7	0.3242	-0.09639	1.385
t3r	2.564	0.3896	-0.09559	0.9455
t3s	2.614	0.3614	-0.124	1.065
t3t	2.587	0.3409	-0.1135	0.8954
t3u	2.629	0.3569	-0.1013	1.085
t3y	2.651	0.3371	-0.1302	1.277
t3x	2.673	0.3531	-0.1108	1.32
t3z	2.647	0.3411	-0.1321	1.266
t3z1	2.791	0.2982	0.07821	1.379
t3z2	2.59	0.3947	-0.03435	0.9472
t3z3	2.449	0.4122	-0.05961	0.9396
t3z4	2.459	0.3692	0.03194	0.8595
t3z5	2.477	0.3924	-0.06721	0.9081
t3z6	2.507	0.3913	-0.1676	0.9041
t3z7	2.444	0.4063	-0.04934	0.9219
t4a	2.808	0.3103	0.08702	1.319
t4b	2.68	0.3447	-0.121	1.396
t4c	2.716	0.3005	-0.05865	1.384
t4d	2.69	0.3219	-0.1103	1.362
t4e	2.78	0.3279	0.02269	1.394
t4f	2.753	0.3092	-0.01719	1.435
t4g	2.747	0.356	-0.02532	1.329
t4h	2.772	0.2605	0.06319	1.297
t4i	2.843	0.3184	0.1264	1.242
t4j	2.789	0.2923	0.06568	1.352

t4l	2.793	0.3066	0.06289	1.351
t4m	2.754	0.2867	-0.00293	1.383
t4p	2.805	0.2984	0.09867	1.299
t4q	2.731	0.2831	-0.03368	1.369
t4r	2.748	0.3022	-0.00901	1.369
t4s	2.718	0.3451	-0.04824	1.291
t4t	2.739	0.2775	-0.0222	1.374
t4u	2.747	0.2986	-0.00999	1.381
t4v	2.538	0.3603	-0.2255	0.8561
t4x	2.615	0.3284	-0.1842	1.016
t4z	2.718	0.2666	-0.07717	1.277
t4z1	2.75	0.2901	-0.00188	1.378
t4z2	2.68	0.313	-0.1314	1.333
t4z3	2.736	0.3075	-0.02986	1.394
t4z4	2.771	0.2695	0.05881	1.364
t4z5	2.778	0.2897	0.05055	1.383

**APÊNDICE C - MÉDIA GERAL DOS PARÂMETROS ESTATÍSTICOS E PARA O
MÊS DE AGOSTO DE 2010**

Pontos	Média	Seleção	Assimetria	Curtose
t1a	2.738	0.2936	-0.00602	1.395
t1b	2.739	0.289	-0.00985	1.398
t1c	2.742	0.3044	0.003166	1.444
t1d	2.848	0.3539	0.1092	1.291
t1e	2.851	0.386	0.1524	1.377
t1f	2.819	0.3745	0.1068	1.348
t1g	2.751	0.3557	0.01512	1.369
t1h	2.733	0.3759	-0.0067	1.319
t1i	2.748	0.3832	0.01419	1.368
t1j	2.841	0.4359	-0.01601	1.167
t2l	2.77	0.4311	-0.04436	1.512
t1m	2.785	0.3338	0.05925	1.389
t1n	2.633	0.3701	-0.06364	1.094
t1o	2.891	0.428	0.1919	1.205
t1p	2.885	0.3457	0.1464	1.051
t1q	2.96	0.3251	0.1757	0.7661
t1r	2.804	0.2495	0.2087	1.125
t1s	2.943	0.3155	0.206	0.7901
t1t	2.783	0.2733	0.08509	1.31
t1u	2.846	0.2837	0.2486	1.096
t1v	2.855	0.2826	0.2848	1.154
t1x	2.839	0.3143	0.1535	1.254
t1z	2.763	0.2591	0.06892	1.345
t1z1	2.869	0.3138	0.2147	1.118
t1z2	2.96	0.3741	0.3497	0.9619
t1z3	2.613	0.3908	-0.1403	1.13
t1z4	2.8	0.2944	0.113	1.356
t1z5	3.109	0.6812	0.6575	1.86
t1z6	3.274	0.7621	0.6136	1.249
t1z7	2.711	0.3535	-0.07147	1.445
t1z8	2.753	0.3986	0.06986	1.808
t1z9	2.847	0.2848	0.2688	1.122
t1z10	2.75	0.284	0.007396	1.416
t1z11	2.761	0.2549	0.06033	1.327
t1z12	2.758	0.2834	0.0186	1.406
t1z13	2.772	0.2406	0.1308	1.2
t1z14	2.763	0.2675	0.03262	1.351
t1z15	2.734	0.2571	-0.0625	1.31
t2a	2.811	0.2659	0.2449	1.189
t2b	2.716	0.313	-0.05107	1.387
t2c	2.636	0.34	-0.1456	1.197
t2d	2.607	0.4229	-0.1992	1.266
t2e	2.675	0.3608	-0.06706	1.381
t2f	2.718	0.3352	-0.04198	1.385
t2g	2.799	0.3134	0.07675	1.365

t2h	2.676	0.3679	-0.09266	1.328
t2i	2.736	0.3166	-0.05126	1.457
t2j	2.866	0.3146	0.2686	1.196
t2l	2.788	0.2829	0.07366	1.33
t2m	2.773	0.2529	0.08971	1.26
t2n	2.757	0.2756	0.0113	1.425
t2o	2.71	0.3305	-0.05966	1.389
t2p	2.75	0.281	-0.01526	1.45
t2q	2.789	0.3047	0.05285	1.414
t2r	2.602	0.3564	-0.1419	1.005
t2s	2.752	0.2866	0.001365	1.395
t2t	2.762	0.2564	0.04772	1.326
t2u	2.769	0.293	0.03664	1.426
t2v	2.756	0.2814	0.01414	1.379
t2x	2.773	0.2378	0.1332	1.175
t2z	2.774	0.2276	0.1683	1.112
t2z1	2.654	0.3229	-0.1615	1.271
t2z2	2.65	0.3492	-0.1349	1.313
t2z3	2.689	0.3298	-0.07397	1.362
t2z4	2.767	0.2694	0.04186	1.346
t2z5	2.677	0.3257	-0.113	1.336
t3a	2.798	0.2771	0.1297	1.271
t3b	2.762	0.3086	0.04525	1.489
t3c	2.684	0.3079	-0.1091	1.321
t3d	2.792	0.3099	0.06816	1.365
t3e	2.817	0.2575	0.2333	1.138
t3f	2.903	0.3122	0.2467	0.8776
t3g	2.827	0.3136	0.1243	1.288
t3h	2.757	0.3406	0.001879	1.352
t3i	2.697	0.3616	-0.09198	1.336
t3j	2.814	0.3134	0.09752	1.312
t3l	2.691	0.3352	-0.08382	1.331
t3m	2.609	0.3715	-0.1113	1.033
t3n	2.707	0.3389	-0.06902	1.338
t3o	2.645	0.3463	-0.1143	1.206
t3p	2.771	0.2811	0.03099	1.348
t3q	2.701	0.3228	-0.07632	1.352
t3r	2.533	0.4612	-0.218	1.078
t3s	2.69	0.3235	-0.09071	1.341
t3t	2.608	0.3528	-0.1171	1.005
t3u	2.519	0.3744	-0.08652	0.8665
t3v	2.766	0.3023	0.01938	1.373
t3x	2.738	0.2881	-0.01392	1.38
t3z	2.703	0.3221	-0.07572	1.357
t3z1	2.682	0.317	-0.1081	1.315
t3z2	2.806	0.3008	0.09567	1.315
t3z3	2.631	0.3558	-0.1175	1.128
t3z4	2.404	0.3983	0.04915	0.9823
t3z5	2.43	0.4333	-0.07364	0.9569
t3z6	2.252	0.1551	0	0.7377

t3z7	2.556	0.3783	-0.01237	0.8982
t3z8	2.567	0.3086	-0.2037	0.7982
t3z9	2.566	0.3658	-0.05572	0.8965
t3z10	2.622	0.3686	-0.07688	1.052
t3z11	2.745	0.3583	0.000583	1.297
t4a	2.776	0.2741	0.05205	1.333
t4b	2.76	0.3072	0.00735	1.376
t4c	2.792	0.3754	0.02558	1.218
t4d	2.82	0.3759	0.04551	1.173
t4e	2.747	0.391	-0.02731	1.257
t4f	2.702	0.406	-0.04022	1.148
t4g	2.647	0.351	-0.1034	1.199
t4h	2.658	0.3377	-0.1138	1.269
t4i	2.722	0.3259	-0.04989	1.413
t4j	2.955	0.3228	0.1397	0.7581
t4l	2.883	0.3374	0.1455	1.033
t4m	2.778	0.2323	0.1694	1.116
t4n	2.917	0.4579	0.4189	1.916
t4o	2.794	0.2906	0.085	1.337
t4p	2.75	0.3129	-0.00962	1.395
t4q	2.87	0.3258	0.2821	1.25
t4r	2.79	0.3079	0.06176	1.362
t4s	2.764	0.2861	0.01431	1.384
t4t	2.757	0.2855	0.001689	1.397
t4u	2.761	0.289	0.009028	1.398
t4v	2.759	0.289	0.005342	1.391
t4x	2.723	0.3073	-0.0396	1.401
t4z	2.798	0.283	0.105	1.294
t4z1	2.752	0.3034	-0.00035	1.41
t4z2	2.829	0.3142	0.1228	1.294
t4z3	2.816	0.3484	0.1225	1.414
t4z4	2.702	0.3521	-0.03084	1.449
t4z5	2.728	0.296	-0.02135	1.392
t4z6	2.783	0.2614	0.1106	1.262
t4z7	2.868	0.3175	0.3265	1.237
t4z8	2.85	0.2878	0.2417	1.097

APÊNDICE D – PERFIL TOPOGRAFICO PARA O MÊS DE MARÇO DE 2010

Pontos	x	y	z
t1a	9936136.536	181744.237	-1.580
t1b	9936132.927	181726.960	-2.035
t1c	9936129.032	181708.781	-2.290
t1d	9936120.542	181690.544	-2.428
t1e	9936110.264	181665.515	-2.665
t1f	9936099.339	181633.158	-3.068
t1g	9936087.441	181608.004	-3.312
t1h	9936076.926	181584.449	-3.331
t1i	9936065.747	181561.354	-3.574
t1j	9936053.774	181535.262	-3.584
t1l	9936043.608	181508.298	-3.564
t1m	9936033.042	181491.388	-3.689
t1n	9936028.883	181475.440	-3.719
t1o	9936019.578	181462.809	-3.838
t2a	9935920.558	181790.339	-1.841
t2b	9935905.394	181762.267	-2.641
t2c	9935883.592	181729.225	-3.094
t2d	9935861.334	181686.863	-3.774
t2e	9935848.488	181631.501	-4.177
t2f	9935828.856	181571.855	-4.576
t2g	9935814.910	181500.982	-3.699
t2h	9935803.813	181436.453	-4.083
t2i	9935801.579	181420.742	-4.303
t2j	9935800.345	181406.436	-3.996
t3a	9935826.990	181802.710	-2.14
t3b	9935813.773	181791.637	-2.396
t3c	9935799.318	181780.596	-2.753
t3d	9935785.730	181768.548	-3.209
t3e	9935772.998	181757.183	-3.756
t3f	9935759.378	181744.786	-3.949
t3g	9935745.570	181731.690	-4.191
t3h	9935732.291	181719.921	-4.287
t3i	9935718.394	181707.341	-4.48
t3j	9935703.810	181694.222	-4.475
t3l	9935689.141	181680.964	-4.605
t3m	9935675.245	181668.076	-4.683
t3n	9935660.540	181654.469	-4.772
t3o	9935646.036	181691.647	-4.661
t3p	9935631.222	181629.345	-4.844
t3q	9935616.878	181616.127	-4.639
t3r	9935602.596	181603.412	-5.069
t3s	9935585.877	181587.983	-4.896
t3t	9935572.001	181574.406	-4.878
t3u	9935554.938	181558.397	-4.782
t3u	9935540.064	181543.162	-4.922
t3v	9935526.683	181530.408	-4.84
t3x	9935512.793	181517.135	-4.949

t3z	9935499.313	181504.814	-4.843
t3z1	9935485.601	181494.789	-5.439
t4a	9935926.079	181897.634	-2.401
t4b	9935791.652	181909.404	-3.652
t4c	9935755.191	181920.446	-4.156
t4d	9935709.895	181932.123	-4.762
t4e	9935665.070	181942.327	-5.494
t4f	9935613.596	181963.236	-5.879
t4g	9935569.596	181990.478	-5.312
t4h	9935520.850	182046.298	-5.285
t4i	9935454.169	182086.472	-5.537
t4j	9935369.301	182124.169	-5.786
t4l	9935313.437	182161.346	-5.097
t4m	9935293.656	182177.154	-5.104
t4n	9935267.743	182190.283	-6.212
t4o	9935244.282	182193.938	-6.949

APÊNDICE E – PERFIL TOPOGRAFICO PARA O MÊS DE MAIO DE 2010

Pontos	x	y	z
t1a	9936407.732	180718.31	3.365
t1b	9936401.8	180719.866	3.567
t1c	9936385.762	180724.511	3.322
t1d	9936367.935	180733.396	3.203
t1e	9936349.346	180742.536	3.074
t1f	9936312.472	180765.061	2.762
t1g	9936296.79	180777.381	2.693
t1h	9936257.773	180793.867	2.226
t1i	9936238.895	180802.406	2.098
t1j	9936219.327	180810.7	1.928
t1l	9936199.975	180818.364	1.866
t1m	9936181.51	180825.733	1.846
t1n	9936161.741	180831.342	1.698
t1o	9936142.173	180838.426	1.645
t1p	9936122.838	180846.483	1.51
t1q	9936103.259	180854.254	1.219
t1r	9936084.252	180863.285	1.135
t1s	9936042.541	180881.939	1.725
t1t	9936024.068	180892.609	1.724
t1u	9936004.41	180903.175	1.832
t1v	9935983.898	180913.832	1.469
t1x	9935964.973	180920.257	0.694
t1z	9935940.709	180931.497	0.839
tz1	9935919.321	180936.869	0.981
t4z2	9935898.408	180943.004	1.287
t1z3	9935877.981	180948.467	1.758
t1z4	9935857.74	180953.708	1.601
t1z5	9935836.394	180960.909	1.355
t1z6	9935795.297	180975.461	-0.779
t2a	9936373.997	180958.961	1.618
t2b	9936351.27	180954.559	0.985
t2c	9936329.439	180956.488	-0.467
t2d	9936306.242	180957.406	0.901
t2e	9936282.914	180960.086	0.396
t2f	9936260.128	180962.304	0.277
t2g	9936241.395	180965.867	0.193
t2h	9936219.718	180969.367	0.18
t2i	9936198.408	180971.854	-0.036
t2j	9936178.947	180974.733	0.217
t2l	9936160.175	180980.148	-0.246
t2m	9936139.718	180985.371	0.216
t2n	9936119.67	180989.027	0.187
t2o	9936099.918	180992.879	-0.058
t2p	9936079.317	180995.601	-0.056

t2q	9936059.497	180998.889	0.344
t2r	9936038.611	181005.363	-0.332
t2s	9936017.02	181012.733	-0.383
t2t	9935995.833	181022.833	0.013
t2u	9935975.673	181034.258	-0.177
t2v	9935953.649	181040.167	1.016
t2x	9935932.339	181045.563	-0.139
t2z	9935914.569	181055.321	0.035
t2z1	9935894.715	181062.992	-0.035
t2z2	9935875.448	181069.934	-0.065
t2z3	9935856.259	181078.566	-0.163
t2z4	9935836.988	181086.374	1.359
t2z5	9935823.068	181089.216	0.739
t3a	9936363.178	181021.608	2.299
t3b	9936346.216	181030.901	2.182
t3c	9936334.953	181047.206	1.323
t3d	9936325.094	181064.053	0.848
t3e	9936312.135	181080.469	0.528
t3f	9936299.091	181096.421	0.362
t3g	9936286.042	181112.776	0.1
t3h	9936272.988	181128.544	-0.181
t3i	9936261.652	181143.784	-0.708
t3j	9936249.73	181156.76	-0.622
t3l	9936235.511	181172.072	-0.607
t3m	9936224.012	181186.494	-0.82
t3n	9936212.042	181203.222	-0.599
t3o	9936201.981	181215.997	-0.481
t3p	9936186.239	181230.042	-0.429
t3q	9936174.799	181246.29	-0.49
t3r	9936164.313	181266.346	-0.665
t3s	9936146.953	181279.341	-0.687
t3t	9936129.668	181290.182	-0.448
t3u	9936117.376	181306.121	-0.508
t3v	9936104.827	181323.952	-0.554
t3x	9936088.044	181338.986	-0.42
t3z	9936071.314	181353.333	-0.259
t3z1	9936056.3	181368.97	-0.723
t3z2	9936021.25	181389.17	-1.796
t3z3	9936003.232	181400.375	-1.336
t3z4	9935984.523	181412.747	-0.735
t3z5	9935966.205	181425.946	-0.635
t3z26	9935946.145	181439.414	-0.632
t3z27	9935914.599	181458.235	-2.252
t4a	9936440.589	181211.957	2.694
t4b	9936423.038	181222.708	2.166
t4c	9936404.79	181234.932	2.039
t4d	9936386.91	181247.983	1.555
t4e	9936369.649	181259.979	1.536
t4f	9936349.57	181273.771	0.65
t4g	9936331.162	181287.201	0.584

t4h	9936313.321	181299.756	0.179
t4i	9936295.897	181311.241	0.355
t4j	9936276.26	181323.932	0.438
t4l	9936257.906	181335.941	0.475
t4m	9936236.87	181347.032	0.355
t4n	9936220.719	181356.687	0.278
t4o	9936202.3	181367.765	0.549
t4p	9936183.05	181380.997	0.552
t4q	9936164.765	181395.057	0.545
t4r	9936148.772	181406.913	0.291
t4s	9936129.771	181419.402	0.744
t4t	9936110.966	181431.582	0.634
t4u	9936085.916	181445.91	0.749
t4v	9936061.688	181462.848	-0.048
t4x	9936043.333	181475.658	-0.034
t4z	9936022.35	181489.781	0.157
t4z1	9935999.969	181504.209	0.44
t4z2	9935976.902	181519.994	0.539
t4z3	9935955.343	181535.646	0.656
t4z4	9935938.724	181548.799	0.808
t4z5	9935928.561	181558.215	-0.504

APÊNDICE F – PERFIL TOPOGRAFICO PARA O MÊS DE AGOSTO DE 2010

Pontos	x	y	z
t1a	9935468.830	181690.709	3.346
t1b	9935449.883	181692.822	3.553
t1c	9935428.605	181693.305	3.456
t1d	9935406.047	181693.14	3.217
t1e	9935385.196	181691.326	3.018
t1f	9935362.214	181690.841	2.311
t1g	9935344.061	181693.352	2.546
t1h	9935324.306	181695.834	2.45
t1i	9935304.234	181698.162	2.306
t1j	9935285.256	181701.319	2.231
t1l	9935265.721	181703.545	2.202
t1m	9935265.721	181703.543	2.202
t1n	9935228.438	181707.741	2.052
t1o	9935210.378	181709.85	1.926
t1p	9935191.769	181711.517	1.887
t1q	9935172.306	181713.842	1.852
t1r	9935154.093	181715.579	1.927
t1s	9935134.851	181717.261	1.539
t1t	9935115.033	181718.436	1.269
t1u	9935093.905	181720.363	0.786
t1v	9935076.283	181721.71	0.69
t1x	9935058.710	181722.611	0.639
t1z	9935041.356	181725.42	0.765
t1z1	9935021.321	181726.242	0.638
t1z2	9935003.953	181727.241	0.552
t1z3	9934986.560	181729.224	0.582
t1z4	9934969.065	181731.565	0.803
t1z5	9934951.987	181732.407	0.732
t1z6	9934936.387	181732.876	0.556
t1z7	9934919.454	181733.56	0.533
t1z8	9934902.996	181735.933	0.195
t1z9	9934884.965	181737.689	0.21
t1z10	9934867.717	181738.906	0.176
t1z11	9934849.972	181740.316	0.09
t1z12	9934832.685	181742.125	0.034
t1z13	9934814.888	181744.55	-0.159
t1z14	9934797.887	181745.694	-0.21
t1z15	9934781.928	181747.846	-0.354
t1z16	9934766.147	181750.455	-0.773
t1z17	9934756.966	181752.694	-0.888
t2a	9935410.414	181941.093	2.563
t2b	9935392.999	181942.632	1.818
t2c	9935375.959	181944.663	1.416
t2d	9935351.621	181944.19	0.924
t2e	9935333.753	181943.692	0.695
t2f	9935315.951	181943.738	0.544

t2g	9935298.391	181943.387	0.478
t2h	9935282.051	181942.924	0.481
t2i	9935263.880	181942.572	0.378
t2j	9935247.287	181941.716	0.337
t2l	9935230.873	181942.26	0.292
t2m	9935213.783	181939.761	0.287
t2n	9935194.985	181939.526	0.523
t2o	9935177.168	181939.946	-0.013
t2p	9935158.511	181941.478	0.126
t2q	9935141.046	181944.779	0.03
t2r	9935121.841	181950.553	0.018
t2s	9935103.450	181954.222	0.327
t2t	9935084.103	181941.439	0.529
t2u	9935063.471	181961.155	1.097
t2v	9935042.776	181962.619	1.043
t2x	9935017.130	181963.87	-0.395
t2z	9934999.154	181966.22	-0.012
t2z1	9934980.784	181969.189	-0.1
t2z2	9934961.823	181972.168	-0.095
t2z3	9934943.817	181973.771	0.01
t2z4	9934926.422	181977.351	0.46
t2z5	9934910.011	181983.231	0.137
t2z6	9934892.269	181987.247	-0.805
t3a	9935413.277	181994.081	2.44
t3b	9935402.200	182006.052	1.752
t3c	9935387.202	182020.454	1.505
t3d	9935374.133	182036.738	0.916
t3e	9935360.707	182052.849	0.609
t3f	9935347.532	182068.97	0.572
t3g	9935333.328	182083.366	0.538
t3h	9935320.898	182098.896	0.554
t3i	9935308.913	182115.518	0.449
t3j	9935294.650	182131.346	-0.442
t3l	9935287.633	182138.302	-0.173
t3m	9935279.615	182152.608	-0.381
t3n	9935266.365	182164.792	-0.398
t3o	9935256.251	182176.79	-0.132
t3p	9935244.081	182192.582	-0.151
t3q	9935233.757	182203.3	-0.41
t3r	9935222.133	182222.08	-0.15
t3s	9935210.275	182238.411	0.151
t3t	9935198.817	182258.186	0.069
t3u	9935187.087	182274.812	-0.061
t3v	9935177.417	182292.559	0.302
t3x	9935167.273	182311.192	0.202
t3z	9935155.642	182330.464	0.453
t3z1	9935141.228	182348.232	0.63
t3z2	9935127.874	182367.147	-0.612
t3z3	9935119.670	182386.515	-1.035
t3z4	9935107.642	182402.115	-0.663

t3z5	9935096.666	182419.055	-0.158
t3z6	9935084.198	182437.779	0.646
t3z7	9935069.952	182454.657	0.429
t3z8	9935057.506	182471.958	0.467
t3z9	9935057.501	182472.056	0.433
t3z10	9935036.230	182491.648	0.34
t3z11	9935020.944	182513.943	-1.287
t4a	9935517.733	182036.022	2.492
t4b	9935517.957	182055.035	1.956
t4c	9935519.655	182072.805	1.929
t4d	9935522.468	182089.735	1.941
t4e	9935525.606	182109.220	1.827
t4f	9935528.549	182130.695	1.616
t4g	9935529.555	182149.529	1.448
t4h	9935533.426	182168.842	1.189
t4i	9935537.733	182186.938	0.985
t4j	9935537.745	182202.567	-0.491
t4l	9935537.211	182215.258	-0.428
t4m	9935537.891	182231.555	0.029
t4n	9935539.807	182251.733	0.281
t4o	9935542.902	182271.744	0.255
t4p	9935546.778	182291.744	0.265
t4q	9935548.859	182312.355	-0.249
t4r	9935553.241	182329.036	-0.375
t4s	9935553.659	182350.321	-0.2
t4t	9935552.622	182387.419	0.009
t4u	9935552.999	182384.76	-0.075
t4v	9935554.494	182402.007	0.147
t4x	9935548.081	182422.694	0.19
t4z	9935547.303	182441.824	0.142
t4z1	9935544.941	182460.321	0.367
t4z2	9935543.866	182480.138	0.099
t4z3	9935542.637	182499.094	-0.312
t4z4	9935541.663	182517.409	-0.328
t4z5	9935540.002	182532.637	-0.325
t4z6	9935540.022	182552.537	0.069
t4z7	9935538.329	182570.864	0.12
t4z8	9935537.234	182590.561	0.771
t4z9	9935535.256	182609.532	0.753
t4z10	9935533.307	182629.002	0.485
t4z11	9935532.249	182648.872	-0.691