



UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE OCEANOGRAFIA E LIMNOLOGIA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM OCEANOGRAFIA

DANIEL DE MATOS PEREIRA

CARACTERIZAÇÃO SEDIMENTAR DAS PRAIAS DA ILHA DO MARANHÃO

SÃO LUÍS

2018

DANIEL DE MATOS PEREIRA

CARACTERIZAÇÃO SEDIMENTAR DAS PRAIAS DA ILHA DO MARANHÃO

Monografia apresentada ao Curso de Graduação em Oceanografia da Universidade Federal do Maranhão, como requisito para obtenção do Grau de Bacharel em Oceanografia

Orientador: Prof. Dr. Leonardo Gonçalves de Lima

SÃO LUÍS

2018

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Núcleo Integrado de Bibliotecas/UFMA

de Matos Pereira, Daniel.

CARACTERIZAÇÃO SEDIMENTAR DAS PRAIAS DA ILHA DO
MARANHÃO / Daniel de Matos Pereira. - 2018.

92 p.

Orientador(a): Leonardo Gonçalves de Lima.

Monografia (Graduação) - Curso de Oceanografia,
Universidade Federal do Maranhão, DEPARTAMENTO DE
OCEANOGRAFIA E LIMNOLOGIA, 2018.

1. Dinâmica Sedimentar. 2. Granulometria. 3. Praias.
4. Sedimentologia. I. Gonçalves de Lima, Leonardo. II.
Título.

DANIEL DE MATOS PEREIRA

CARACTERIZAÇÃO SEDIMENTAR DAS PRAIAS DA ILHA DO MARANHÃO

Monografia apresentada ao Curso de Graduação em Oceanografia da Universidade Federal do Maranhão, como requisito para obtenção do Grau de Bacharel em Oceanografia

Aprovada em ____ de _____ de _____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Leonardo Gonçalves de Lima (Orientador)

Prof. Dra. Claudia Klose Parise (UFMA)

Prof. Dr. Jorge Hamilton Souza dos Santos (UFMA)

DEDICATÓRIA

*Dedico esse trabalho ao meu cachorro
Blue Bailey Bactéria e às minhas gatas
Lulu e Filé, que provavelmente não vão
entender uma palavra, mas me amam do
mesmo jeito.*

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer aos meus pais Etiene de Matos Pereira e José de Ribamar Pereira Filho que me mostraram que o conhecimento e os estudos são sempre o melhor caminho. Ao meu irmão, Gabriel Pereira por sempre me trazer ideias fora da curva. À Maria Luíza, minha cunhada, que hoje só tem 7 anos e que é o futuro da nossa geração. Aos meus sogros Raimundo Vieira e Alyne Vieira por me acolherem em sua morada e dividiram minhas conquistas. Além dos demais membros das minhas famílias pela grande compreensão, paciência, amor e carinho durante todos esses anos de minha vida.

A minha namorada e companheira Manoella de Carvalho Vieira da Silva, com quem divido sorrisos, alegrias, companheirismo, amizade, cumplicidade e forças em todos os momentos difíceis. Obrigado por sempre estar ao meu lado durante toda essa jornada e ter me dado uma nova família.

Ao meu professor e orientador Dr. Leonardo Gonçalves de Lima pela expansão de consciência e pelas grandes oportunidades, conhecimentos ensinados e tempo dedicados a mim ao longo da minha longa jornada durante a graduação.

Aos professores Marco Valério Jansen Cutrim e Ricardo Luvizotto Santos por acreditarem e me incentivarem a cada passo dado dentro do curso de Oceanografia.

Ao meus amigos e companheiros que estiveram comigo durante vários momentos da graduação, Alana Magda, Ana Paula Chaves, Andrea Almeida, Anderson Mineiro, Bianca Rodrigues, Brunno Franco, Carlos Abrantes, Gabriel Cerveira, Gabriel Santos, Jordan Silas, Juliana Aguiar, Kassandra Borges, Kalyne Cardoso, Larissa Sitowski, Leonardo Medeiros, Luanda Alves, Matheus Seguins, Marlynton Santana, Marcely Carvalho, Oscar Neto, Priscila Carvalho, Rennan Mentor, Richard Ystone, Rodrigo Sakamoto, Ruan Kauan, Sara Silva, Saulo Albuquerque, Thais Melo, Thiago Moreno, Thalita Borba, Valléria Vieira, Willmara Guimarães, Bells Pereira.

Aos meus amigos espalhados pelo Brasil, que tem um espaço no coração. Em especial Evelyne, Brubs, Mari Mendonça, Mari Rodrigues, Mari Barbosa, Mari Cardoso, Lary, Maia, Pirola, A UFBA TODA, Amanda Albano e todo mundo da Oceanografia do Brasil (não citei todos porque ia ser outro TCC só para falar os nomes de vocês).

Faço menção honrosa à Matheus Seguins e Brunno Franco que contribuíram grandiosamente para este trabalho e meu desenvolvimento pessoal.

Aos meus amigos da Marisma Empresa Junior Paula Mello, Viviane Correa, Layla Nakamura, Potira Melo, Pedro Freitas, Jades Jordan, Lilli Vale que acreditaram no sonho de transformar nossas realidades e empreender com Oceanografia.

A todos que de certa forma tiveram parcela na minha formação nesses anos. Por fim agradeço o Departamento de Oceanografia e Limnologia- UFMA e ao Laboratório de Estudos em Oceanografia Geológica- LEOG.

RESUMO

As praias são os ambientes mais dinâmicos e suscetíveis a variação da zona costeira. Sujeitas à ação de ventos, ondas, correntes, marés e à deriva litorânea, têm sua forma e distribuição sedimentar moldadas constantemente. As praias da Ilha do Maranhão são ambientes de macro maré, situadas entre falésias e esporões arenosos. Compreendem os municípios de São Luís, São José de Ribamar, Paço do Lumiar e Raposa. Apresentam descarga fluvial resultante de desembocaduras dos rios Bacanga, Anil, Pimenta, Calhau e Paciência. Sua morfologia varia em função da alternância de processos erosivos e deposicionais. O regime de precipitações da região é dividido entre período seco e chuvoso sendo controlado pelo deslocamento meridional na ITCZ. Este trabalho visa caracterizar os sedimentos do estirâncio das praias da Guia, Ponta d'Areia, São Marcos, Calhau, Caolho, Olho d'Água, do Meio, Araçagy, Mangue Seco, Raposa e Panaquatira. De 2016 a 2017, foram coletadas 125 amostras de sedimentos da face das praias mencionadas. A análise e tratamento dos sedimentos ocorreu de janeiro a julho de 2018. Em laboratório, os sedimentos foram lavados com água destilada para extração de sais e secados na estufa à temperatura de 60°C. As amostras foram processadas em um conjunto de peneiras com intervalos de $\frac{1}{2} \phi$ com padrão de agitação manual vigorosa de 5 minutos. Os dados obtidos foram tratados através do Sistema de Análises Granulométricas - SYSGRAN e analisados levando em consideração o diâmetro médio do grão em phi, o selecionamento, a assimetria e a curtose. Os sedimentos que compõem as praias da Ilha do Maranhão apresentaram as frações de areia média, fina e muito fina (Φ 1,531 a 3,469) variando entre pobremente, moderadamente, bem e muito bem selecionadas (σ I 0,2798 a 1,015), com curvas aproximadamente simétricas, positiva, negativas muito positivas e muito negativas (SKI -0,581 a 0,4795) de afilamentos leptocúrtico, mesocúrtico e platicúrtico (KG 0,6521 a 2,032). A variação nos valores da assimetria indica tendências erosivas e deposicionais associadas a fontes sedimentares distintas. A ampla distribuição do percentual de curtose identifica padrões de interação diferenciados entre áreas-fonte e a geomorfologia local. O desvio padrão demonstrou a competência dos agentes modificadores da dinâmica praias. O diâmetro médio trouxe informações acerca do transporte longitudinal sedimentar. O presente trabalho é um pioneiro ao caracterizar a sedimentologia dos ambientes praias em da Ilha do Maranhão em detalhes sendo uma importante fonte de subsídios para o entendimento da dinâmica sedimentar, bem como planejamento, manejo e gestão das áreas em questão.

Palavras-Chave: Sedimentologia, Granulometria, Praias, Dinâmica Sedimentar.

ABSTRACT

The beaches are the most dynamic and susceptible environments of the coastal zone. They are subjected to the action of winds, waves, currents tides, longitudinal coastal drift and their shape and sedimentary distribution are molded constantly. The beaches of Maranhão Island are macro tidal ones, situated between cliffs and sandy spits. They are located among the cities of São Luís, São José de Ribamar, Paço do Lumiar and Raposa. They present a discharging interaction resulting from rivers mouths Bacanga, Anil, Pimenta, Calhau and Paciência rivers. Their morphology varies accordingly to the alternation of erosive and depositional processes. The rainfall of the region is divided between dry and rainy periods controlled by meridional displacements of the ITCZ. This work aims to characterize sediments from beaches of Guia, Ponta d'Areia, São Marcos, Calhau, Caolho, Olho d'Água, Meio, Araçagy, Mangue Seco, Raposa and Panaquatira. From 2016 to 2017, a total of 125 sediment samples were collected from the foreshore zone. Their analysis and treatment of occurred from January to July in 2018. In the laboratory, the sediments were washed with distilled water to extract salts and dried in the heater at 60 °C. The samples were processed in a set of sieves with $\frac{1}{2} \phi$ intervals with vigorous manual agitation pattern of 5 minutes. The data were processed through the System of Particle Analysis (SYSGRAN) and analyzed taking into account grain size diameter (in *phi*), the sorting, skewness and kurtosis. The sediments descendant from the beaches of the Island of Maranhão have shown the fractions of medium, fine and very fine sand ($\Phi_{1,531}$ a $3,469$) varying between poorly, moderately, well and very well sorted values (σ_1 0,2798 a 1,015) with near symmetrical, positive, negative, strongly positive and strongly negative skewness (SK_1 - 0,581 a 0,4795) among leptokurtic, mesokurtic and platykurtic curves (KG 0,6521 a 2,032). The wide distribution of kurtosis percentage identifies patterns of interaction between sediment supply areas and local geomorphology. The sorting demonstrated the competence of the dynamic modifying agents. The mean brought information about longitudinal sedimentary transport. The present work is a pioneer characterizing in details the sedimentology of the beach environments in the Island of Maranhão and it is also an important source for understanding the sedimentary beaches dynamics, as well as planning and management of the areas in question.

Key-words: Sedimentology, Granulometry, Beaches, Sedimentary Dynamics.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1. Terminologias e limites adotados nas feições do sistema praial considerando a zonação hidrodinâmica. Modificado por FRANCO (2018) adaptado de Wright <i>et al.</i> (1982). | 15 |
| Figura 2. Diagrama geral do Sistema Praial adaptado de SUGUIO (1980) e WRIGHT <i>et al.</i> (1982). 16 | |
| Figura 3. Classificações de distribuição da assimetria: a) distribuição simétrica, b) distribuição assimétrica positiva, c) distribuição assimétrica negativa adaptado de CORREA (2003). | 22 |
| Figura 4. Curvas correspondentes às distribuições de frequências a) leptocúrtica, b) mesocúrtica e c) leptocúrtica adaptado de CORREA (2003). | 25 |
| Figura 5. Localização das praias estudadas na área de estudo. Sendo, (1) Praia da Guia, (2) Ponta d'Areia, (3) São Marcos, (4) Calhau, (5) Caolho, (6) Olho d'Água, (7) Araçagy, (8) Meio, (9) Mangue Seco, (10) Raposa e (11) Panaquatira. (a) Mapa do Brasil, (b) Mapa do Maranhão, (c) Ilha do Maranhão. DATUM SIRGAS 2000. | 27 |
| Figura 6. Amostragem de sedimentos no Estirâncio na Praia de São Marcos (do Farol) em que a) área amostral e b) execução da amostragem | 30 |
| Figura 7. Mapa de localização dos pontos amostrais das 11 praias monitoradas da Ilha do Maranhão. | 31 |
| Figura 8. Descrição do método de análise (a) e conjunto de peneiras granulométricas (b). | 32 |
| Figura 9. Distribuição de Frequência para a Praia da Guia. | 33 |
| Figura 10. Variação dos parâmetros granulométricos para a praia da Guia. | 34 |
| Figura 11. Distribuição de Frequência para a Praia da Ponta d'Areia. | 34 |
| Figura 12. Variação dos parâmetros granulométricos para a praia da Ponta d'Areia. | 35 |
| Figura 13. Distribuição de Frequência para a Praia de São Marcos (do Farol). | 35 |
| Figura 14. Variação dos parâmetros granulométricos para a praia de São Marcos (do Farol). | 36 |
| Figura 15. Distribuição de Frequência para a Praia do Calhau. | 36 |
| Figura 16. Variação dos parâmetros granulométricos para a praia do Calhau. | 37 |
| Figura 17. Distribuição de Frequência para a Praia do Caolho. | 37 |
| Figura 18. Variação dos parâmetros granulométricos para a praia do Caolho. | 38 |
| Figura 19. Distribuição de Frequência para a Praia do Olho d'Água. | 38 |
| Figura 20. Variação dos parâmetros granulométricos para a praia do Olho d'Água. | 39 |
| Figura 21. Distribuição de Frequência para a Praia do Meio. | 39 |
| Figura 22. Variação dos parâmetros granulométricos para a praia do Meio. | 40 |
| Figura 23. Distribuição de Frequência para a Praia do Araçagy. | 40 |
| Figura 24. Variação dos parâmetros granulométricos para a praia de Araçagy. | 41 |
| Figura 25. Distribuição de Frequência para a Praia do Mangue Seco. | 41 |
| Figura 26. Variação dos parâmetros granulométricos para a praia do Mangue Seco. | 42 |
| Figura 27. Distribuição de Frequência para a Praia da | 42 |
| Figura 28. Variação dos parâmetros granulométricos para a praia da Raposa. | 43 |

| | |
|---|----|
| Figura 29. Distribuição de Frequência para a Praia de Panaquatira..... | 43 |
| Figura 30. Variação dos parâmetros granulométricos para a praia de Panaquatira..... | 44 |
| Figura 31. Variação do diâmetro médio em phi longitudinalmente para as Praias da Ilha do Maranhão. | 45 |
| Figura 32. Praia da Guia, vista aérea. Linha de Costa e Falésias da Formação Barreiras e Itapecuru cobertas por campos de dunas vegetadas (FONTE: Raillen, 2013) | 46 |
| Figura 33. Praia da Ponta d’Areia.: espigão costeiro e campo de dunas..... | 47 |
| Figura 34. Praia de São Marcos (Farol). Afloramentos lateríticos oriundos de eventos erosivos da discordância da Formação Alcântara. | 48 |
| Figura 35. Campo de dunas e orla da Praia do Calhau. Visão da praia. | 49 |
| Figura 36. Duna da Praia do Calhau. Base escarpada e <i>blowout</i> | 49 |
| Figura 37. Medida mitigatória para a contenção do transporte eólico com palhas na Praia do Calhau. | 49 |
| Figura 38. Desembocadura do Rio Pimenta que intercepta a face praial transversalmente na Praia do Caolho (FONTE: RAILLEN,2015)..... | 50 |
| Figura 39. Praia do Caolho. Beachrocks e espigão natural oriundos de eventos erosivos da discordância da Formação Barreiras. Calhas de maré resultantes da interação morfodinâmica do Rio Pimenta com a face praial..... | 51 |
| Figura 40. Face praial da Praia do Olho d’Água..... | 52 |
| Figura 41. Praia do Meio. Fluxo de veículos na face praial..... | 53 |
| Figura 42. Praia do Araçagy. Circulação de veículos e afloramento laterítico na beirada da praia. (FONTE: Raillen, 2018)..... | 54 |
| Figura 43. Praia do Araçagy. Dunas estabilizadas pela vegetação (FONTE: Raillen, 2018). | 54 |
| Figura 44. Manguezal adjacente à Praia de Raposa. (FONTE: PEREIRA, 2018)..... | 56 |
| Figura 45. Espigão Costeiro da Praia de Raposa. (FONTE: PEREIRA, 2018). | 56 |
| Figura 46. Vista da praia de Panaquatira. Falésias ativas (a) conglomerado de rochas lateríticas na face praial (b) (FONTE:PEREIRA, 2018)..... | 57 |
| Figura 47. Variação do grau de seleção em escala phi longitudinalmente para as Praias da Ilha do Maranhão..... | 59 |
| Figura 48. Mapa demonstrativo da descarga fluvial do Rio Pimenta ao longo da linha de costa nas faces praiais das praias do Caolho e Olho d’Água (a); desembocadura do rio no período seco e na maré baixa (b); e fluxo fluvial em direção ao ambiente marinho (c). | 61 |
| Figura 49. Variação da assimetria longitudinalmente para as Praias da Ilha do Maranhão. | 64 |
| Figura 50. Variação da curtose longitudinalmente para as Praias da Ilha do Maranhão..... | 70 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|--------------------------------------|
| Tabela 1. Balanço sedimentar de um sistema praiial adaptado de SOUZA (1987), modificado de BIRD (1986). | Erro! Indicador não definido. |
| Tabela 2. Coordenadas das praias estudadas, DATUM horizontal: SIRGAS 2000..... | 28 |
| Tabela 3. Altura significativa de onda para as praias do Caolho, Ponta d'Areia, Calhau, Araçagy e Panaquatira adaptado de BORGES et al. (2017); FERREIRA (2018); ALBUQUERQUE (2018); FRANCO (2018)..... | 29 |
| Tabela 4. Escalas de WENTWORTH (1922) e KRUMBEIN (1934) para classificação do tamanho do grão apresentando limites de classe em mm e phi..... | Erro! Indicador não definido. |
| Tabela 5. Classificação da Assimetria segundo FOLK (1968). | 23 |
| Tabela 6. Classificação do Desvio Padrão segundo FOLK (1968). | 24 |
| Tabela 7. Classificações Curtose segundo FOLK (1968) | 25 |

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| 1. INTRODUÇÃO | 13 |
| 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA | 15 |
| 2.1. ZONAÇÃO PRAIAL | 15 |
| 2.2. GRANULOMETRIA..... | 18 |
| 2.2.1. ESCALAS GRANULOMÉTRICAS..... | 18 |
| 2.2.2. ANÁLISE ESTATÍSTICA..... | 19 |
| 3. OBJETIVOS | 25 |
| 3.1. GERAL | 25 |
| 3.2. ESPECÍFICOS..... | 26 |
| 4. MATERIAL E MÉTODOS | 26 |
| 4.1. ARÉA DE ESTUDO | 26 |
| 4.1.1. PARÂMETROS METEREOLÓGICOS E OCEANOGRÁFICOS | 28 |
| 4.2. PROCEDIMENTOS AMOSTRAIS E DE PROCESSAMENTO..... | 30 |
| 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO | 33 |
| 5.1. DISTRIBUIÇÃO DOS SEDIMENTOS..... | 33 |
| 5.2. DISCUSSÃO | 44 |
| 6. CONCLUSÃO | 73 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 74 |
| APÊNDICES | 85 |

1. INTRODUÇÃO

A zona costeira pode ser caracterizada como zona de interface dinâmica entre a atmosfera, a terra e o mar (VILES & SPENCER, 1995). Por conta da relação entre bacias de drenagem e as águas marinhas costeiras, trata-se de uma área muito rica em elementos naturais (CLARK, 1996). Esta região apresenta variação espacial, em escala local e regional; temporal, em escalas de curto, médio e longo período e em sua morfologia em função do tipo de costa (WRIGHT & SHORT, 1983; 1984).

Costas podem ser regressivas ou transgressivas (DAVIS 1994; HESP & SHORT 1999; DAVIS & FITZGERALD 2004). Costas regressivas caracterizam-se pela formação de cordões litorâneos, denominados “*beach-ridges*” e “*foredune ridges*” provenientes da deposição de sedimentos eólicos ou que foram retrabalhados pela ação de onda (HESP, 2005; 2006); enquanto transgressivas podem se manifestar em campos de dunas associados à erosão da linha de costa e da face litorânea “*shoreface*” (CARTER *et al.*, 1986). Em ambas as costas, pode ocorrer a formação de “*spits*”, ou seja, cordões litorâneos formados pela emersão, estabilizados em bancos arenosos na porção praial, geralmente adjacentes à zona de surfe, desembocaduras fluviais e canais de maré resultantes da deposição sedimentar (REINSON, 1992).

A morfologia da zona costeira é modificada e controlada pela ação de agentes como ondas, correntes, marés, rios e ventos (WRIGHT & SHORT, 1984; MASSELINK & SHORT, 1993; SHORT, 1999; ANTHONY & ORFORD 2002; SUGUIO, 2003; BIRD, 2008). Portanto, entender estes agentes é essencial para compreender o comportamento de ambientes costeiros. Dentro deste contexto, destacam-se as praias oceânicas.

Praias oceânicas são consideradas um dos ambientes mais dinâmicos existentes, isso ocorre em função do ativo e elevado retrabalhamento de seus sedimentos (BROWN & McLACHLAN, 1990; BIRD, 2008). Segundo WRIGHT *et al.* (1982), a morfologia das praias está associada às características dos sedimentos e às condições hidrodinâmicas imediatas e antecedentes destes sistemas. Outros elementos também corroboram esta ideia, resultantes da interação entre o regime energético (ação de ondas e marés), tectônica local, suprimento sedimentar e geologia antecedente (DAVIS & HAYES 1984; WRIGHT & SHORT, 1984).

Conhecer as características sedimentares de um sistema praial tem um destaque especial, pois os sedimentos refletem a dinâmica dos processos costeiros atuantes e seus padrões de distribuição (SUGUIO *et al.*, 2005; FENSTER, 2016). Além disso, fornecem subsídios para identificar de áreas-fontes (rios, costões rochosos, plataforma, dunas, etc.), bem como o destino final desse material; dimensionar e quantificar os estoques sedimentares praias

(ALSHARHAN & EL-SAMMAK, 2004); realizar caracterizações geomorfológicas (FIGUEIREDO & CALLIARI, 2006); avaliar variações espaciais em fluxos e taxas de transporte de sedimentos sob várias condições (FIGUEIREDO, *et al.* 2007). Uma destas questões é o balanço sedimentar.

O conceito de balanço sedimentar foi desenvolvido com o intuito de compreender o comportamento e a direção do transporte de sedimentos em regiões de interesse, por exemplo, nos setores praias (ROSATI, 2005). Este conceito se tornou, portanto, um valioso utensílio para investigação de mudanças da linha de costa, bem como prevenção de possíveis cenários adversos (MASSELINK & HUGHES, 2003). Segundo DILLENBURG *et al.* (2000), BEZERRA *et al.* (2003) e DILLENBURG & HESP (2009), outro importante aspecto no conceito de balanço sedimentar acontece através dos processos de progradação (em que há deposição e conseqüentemente aumento da linha de costa) ou retrogradação (em que há remoção de sedimentos e por conseqüência diminuição da linha de costa). Para PRESS (2008), identificar de áreas fontes e sumidouros sedimentares é essencial para este assunto.

O aspecto legal desta questão também é essencial para melhor compreensão do ambiente praias. De acordo com o § 3º do art. 10 da Lei nº 7.661/88 do Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC), “*entende-se por praia a área coberta e descoberta periodicamente pelas águas, acrescida da faixa subsequente de material detrítico, tal como areias, cascalhos, seixos e pedregulhos, até o limite onde se inicie a vegetação natural, ou, em sua ausência, onde comece um outro ecossistema*”. Diante disso, análises sedimentares são imprescindíveis para o planejamento e eficácia de intervenções antrópicas, que sigam modelos sustentáveis, em ambientes praias (PRATA & ALBINO, 2005) tais quais nutrição ou exploração de recursos, construção de obras de contenção e avaliação de dinâmicas de ocupação costeira.

NICHOLS (2009) define a sedimentologia como estudo e interpretação dos processos de formação, transporte e deposição de sedimentos em um ambiente. Análises sedimentológicas podem ser usadas para inferir sobre condições ambientais funcionando como uma importante ferramenta na compreensão de sua dinâmica.

Para a Ilha do Maranhão não existe um trabalho que caracterize as variações granulométricas longitudinalmente, sendo este estudo, portanto, um pioneiro para compreensão detalhada das matrizes sedimentares dos ambientes praias.

O presente trabalho caracteriza a variação granulométrica das fácies praias. A partir do conhecimento oriundo da presente pesquisa, visa-se corroborar com o desenvolvimento de futuras medidas e planos de ação mais eficazes para intervenções na região costeira

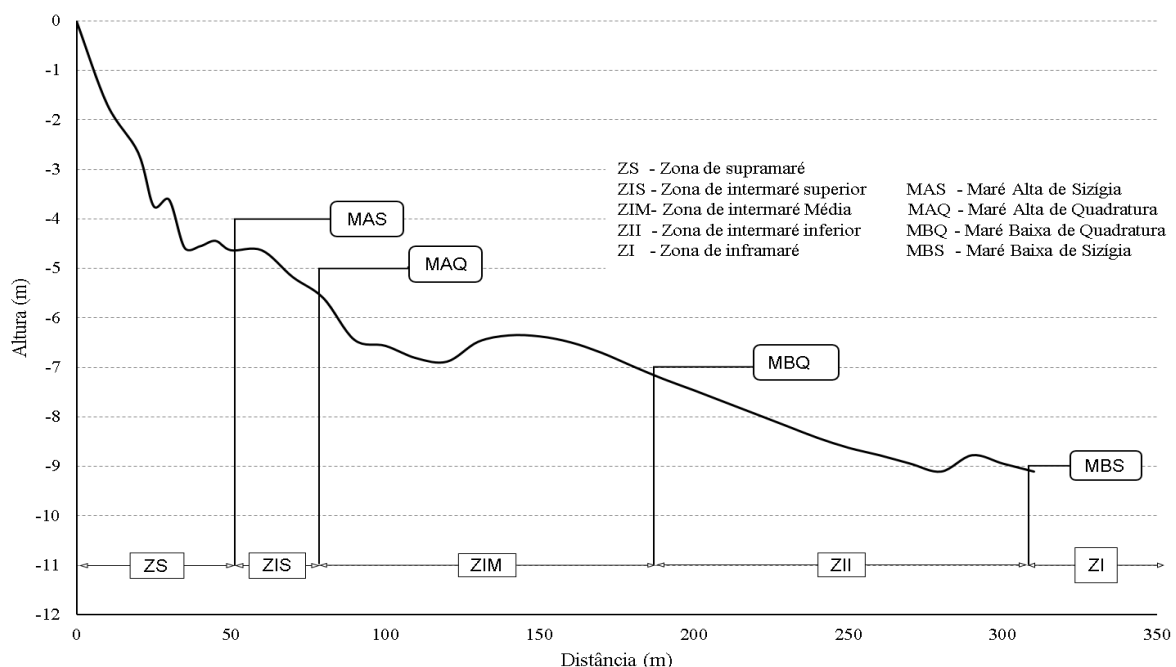
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. ZONAÇÃO PRAIAL

Diversos autores tentam estratificar as zonas praias, no entanto não existe um consenso definitivo de terminologias para este ambiente, uma vez que muitas classificações foram feitas levando em consideração diferentes aspectos. O presente trabalho adotou a sistemática descrita por WRIGHT *et al.* (1982) e SUGUIO (1980).

Segundo WRIGHT *et al.* (1982) a variação média dos limites das marés de sizígia e quadratura determinam os setores praias. A partir destes, o sistema praias é dividido em três compartimentos. A Zona de Supramaré (ZS) pertencente a região antecedente a maré alta de sizígia (MAS). Zona de Intermaré representada pela face praias em si situada entre a maré alta (MAS) e a baixa de sizígia (MBS), sendo ainda subdividida em zona de intermaré superior (ZIS), divididas pelas marés alta de sizígia e quadratura, média (ZIM), compreendendo as marés alta (MAQ) e baixa de quadratura (MBQ) e inferior (ZII) limitada pelas marés baixas de quadratura (MBQ) e sizígia (MBS). Por fim, a Zona de Inframaré (ZI) é a área marcada pela parte inferior da maré baixa de sizígia (**Figura 1**).

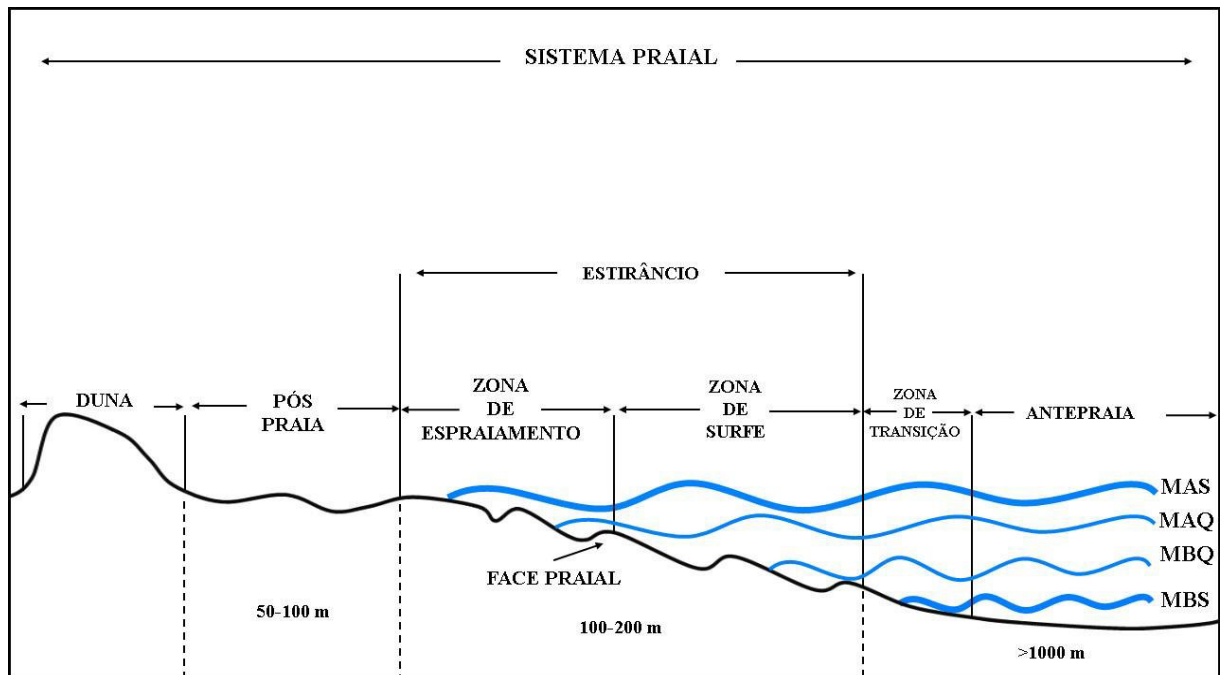
Figura 1. Terminologias e limites adotados nas feições do sistema praias considerando a zonação hidrodinâmica. Modificado por FRANCO (2018) adaptado de Wright *et al.* (1982).



SUGUIO (1980) desenvolveu modelo descritivo idealizado a partir de uma secção transversal dos setores praias. Seu objetivo é representar as características e os compartimentos de uma praia dominada por ondas. Segundo este autor, o sistema praias é dividido em Duna;

Pós-praia; Estirâncio que comporta a Face praial, Zona de espraiamento e Zona de surfe; Zona de transição e Antepraia (**Figura 2**).

Figura 2. Diagrama geral do Sistema Praial adaptado de SUGUIO (1980) e WRIGHT *et al.* (1982).



Dunas são tipicamente caracterizadas como o acúmulo de sedimentos provenientes majoritariamente do transporte eólico podendo estar associadas ou não a coberturas vegetais. (HESP, 2005). Localizam-se na porção anterior ao pós-praia e muitas vezes agem como suprimento sedimentar para praias ou mesmo como barreiras, levemente contínuas e paralelas, da ação de ondas. Além disso, são um importante ecossistema costeiro (HESP, 2006).

Situado na porção subaérea da praia, o pós-praia pode ser encontrado após a base da duna e antecedente a porção submersa praial (SUGUIO, 1998). Geralmente, é formada por uma estreita faixa de areia (50-100m) com sedimentação resultante da ação de ondas. Durante eventos adversos (como marés de sizígia), este ambiente pode ser atingido pela água marinha (SHORT & WOODROFFE, 2009).

O estrâncio é uma faixa de areia de tamanho variado estabelecida entre a Zona de Intermarés, portanto hora está emersa e hora submersa (SUGUIO, 1998). Esta porção praial ainda compreende a zona de espraiamento, a face praial e a zona de surfe. Sua extensão é variada podendo ir de 100 a 200 m controlada pela configuração da costa, altura de onda, balanço sedimentar e inclinação da praia (BIGARELLA, 1966; SHORT & WOODROFFE, 2009).

A zona de espraiamento oriunda do termo em inglês “*swash*” é caracterizada pela movimentação da água resultante da arrebentação de ondas incidentes perpassando a face da

praia. O espraio pode ser subdividido em “*uprush*” quando o fluxo ocorre em direção a face praial e ao pós-praia e “*backwash*” quando ocorre retrolavagem e o fluxo é em direção à zona de surfe. Sendo assim, pode-se dizer que a zona de espraio é a porção da praia constantemente agitada pelo movimento de ondas. (MADSEN *et al.*, 1997; SUGUIO, 1998; ELFRINK & BALDOCK, 2002; LYNETT, 2002). A movimentação dos sedimentos no espraio é fortemente influenciada pela altura e frequência de onda, correntes, tamanho de grão, inclinação, permeabilidade e grau de saturação da praia (COCO *et al.*, 2000) Como consequência da troca de sedimentos entre os limites de *uprush* e *backwash*, ocorre a formação de cúspides praiais que são uma morfologia rítmica caracterizada pela existência de elevações transversais regularmente espaçadas, alternadas com depressões, também conhecidas como calhas de maré ou *ripples*, deixando a praia com aspecto característico ondulado. Estas feições são fortemente influenciadas pela deriva litorânea, ação dos ventos, ondas e marés (WRIGHT & SHORT, 1984; SHORT, 1999; OLIVEIRA *et al.*, 2012).

A face praial corresponde ao trecho exposto e moldado pela ação das ondas depois de sua arrebenção (SUGUIO, 1980). Esta formação é configurada a partir do limite entre as zonas de espraio e de surfe, por este motivo está em um estado de mudança quase contínua apresentando padrões cíclicos e sazonais, em função da energia das ondas (BIRD, 1996; 2008). Nesta faixa de transição os sedimentos mais grosseiros tendem a deposição, sobretudo nos ciclos de menor energia de onda. A progradação lateral da praial ocorre principalmente a partir deste espaço (STANICA & UNGUREANU, 2010).

Para SUGUIO (2003) a zona de surfe é a região de ocorrência do processo de arrebenção e transferência da energia de ondas. Nesta porção praial a onda dissipa sua energia da onda sobre a praia quando se aproxima da costa e atinge águas mais rasas (MADSEN *et al.*, 1997). A medida que ocorre a interação da energia onda com o fundo, há diminuição da velocidade e ganho em altura (WANG *et al.*, 1998). Ainda segundo MASSELINK & TURNER (1999), quando um destes componentes é excedido, ocorre a quebra da onda, que por sua vez gera transferência de energia e massa resultando na geração de correntes longitudinais e transversais à praia, como correntes laterais, de retorno e deriva litorânea.

A Zona de Transição, pode ser presente ou não, e nada mais é do que uma variação abrupta na inclinação entre a zona de surfe e a antepraia fortemente influenciada pela dinâmica sedimentar adjacente, fluxo de correntes e topografia praial (SUGUIO, 1980).

Antepraia corresponde ao subambiente após o estirâncio em direção ao mar. É uma região sempre submersa, mesmo durante a maré baixa (SUGUIO, 1998). Em sua grande

maioria, na antepraia ocorre formação de bancos resultantes do balanço e da dinâmica sedimentar do sistema praial. Em condições de tempestade, estes bancos funcionam como estoque de sedimentos e tendem a ser retransportados para as subregiões praias, uma vez que haja normalização das condições ambientais (DAVIS, 1985). Estes bancos ainda promovem diminuição no gradiente de declividade da antepraia que coincide com o término da profundidade de fechamento. MUEHE (2004) descreve que a profundidade de fechamento corresponde a porção na qual a movimentação do sedimento e a variação da topografia do fundo não são perturbadas pela ação das ondas. Como resultado da interação banco-profundidade de fechamento, é na antepraia que se inicia o processo de empolamento (*shoaling*) havendo aumento de esbelteza, até a quebra da onda na zona de surfe.

2.2. GRANULOMETRIA

As diferentes configurações de grãos disponíveis na natureza apresentam elevada e complexa variabilidade dimensional. Isto pode promover, em um ambiente natural, a presença de material sedimentar com vários tamanhos de partículas. Compreender a relação entre a presença e as dimensões dessas partículas em um certo ambiente pode trazer informações como sua origem (área fonte – suprimento sedimentar) e transporte (agente transportador – ação eólica, hidrodinâmica, tectonismo, etc.) fomentando as características sedimentares de uma região. Uma das maneiras eficazes de compreender tais proposições é através de análises granulométricas.

Granulometria é o nome dado ao conjunto de métodos que classifica padroniza, e estima os tamanhos de grãos possibilitando comparações a partir de suas propriedades físicas. Os parâmetros de tais análises são baseados no diâmetro, peso, volume, área ou velocidade de decantação da partícula e variam conforme o ambiente estudado.

2.2.1. ESCALAS GRANULOMÉTRICAS

Diversos pesquisadores tentaram desenvolver modelos de escalas que exemplificassem a granulometria de uma maneira geral. As primeiras seguiam modelos matemáticos. Dentre estas, destaca-se a de Atteberg (SEED, *et al.* 1967). No entanto, tais modelos não foram aceitos, pois agregavam partículas em uma mesma categoria que na verdade possuíam diferentes comportamentos de deposição e transporte. Em 1922, WENTWORTH elaborou uma tabela levando em consideração o tipo de transporte da partícula. Além disso, cada intervalo de classe compreendia um certo valor em milímetros. Baseado nisto, KRUMBREIN (1934) desenvolveu uma escala logarítmica relacionando os valores em

milímetros com uma unidade adimensional denominada “phi” (Φ). O cálculo desta escala é representado pela expressão:

$$\phi = -\log_2 d(\text{mm})$$

Em que d é o tamanho de “d” é expresso em mm

Atualmente, a principal escala granulométrica adotada traz informações conjuntas de WENTWORTH (1922), e KRUMBREIN (1934) como pode ser observado abaixo (**Tabela 1**)

Tabela 1. Escalas de WENTWORTH (1922) e KRUMBEIN (1934) para classificação do tamanho do grão apresentando limites de classe em mm e phi.

| Escala Wentworth (mm) | Escala Φ $\Phi = -\log_2 d$ | Tipo de Sedimento |
|----------------------------------|---|--------------------------|
| 256.00 | -8.00 | > Matacão |
| 64.00 | -6.00 | > Bloco |
| 32.00 | -5.00 | > Seixo |
| 2.00 | -1.00 | > Grânulo |
| 1.00 | 0.00 | > Areia Muito Grossa |
| 0.50 | 1.00 | > Areia Grossa |
| 0.250 | 2.00 | > Areia Média |
| 0.125 | 3.00 | > Areia Fina |
| 0.062 | 4.00 | > Areia Muito Fina |
| 0.0313 | 5.00 | > Silte Grosso |
| 0.0156 | 6.00 | > Silte Médio |
| 0.0078 | 7.00 | > Silte Fino |
| 0.0039 | 8.00 | > Silte Muito Fino |
| 0.00195 | 9.00 | > Argila Grossa |
| 0.00098 | 10.00 | > Argila Média |
| 0.00049 | 11.00 | > Argila Fina |
| 0.00015 | 12.00 | > Argila Muito Fina |

2.2.2. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Análises estatísticas visam entender eventos de um universo de dados coletados. Com este conjunto de informações, a estatística indica diferenças numéricas cabendo ao profissional

avaliar se os parâmetros utilizados realmente representam a unidade investigada e inferir sobre os eventos ali dispostos. Resumidamente, análises estatísticas são baseadas na coleta, organização, avaliação e interpretação de dados para tomadas de decisões.

Com o intuito de melhor compreender as características sedimentares dos ambientes, FOLK (1968) adaptou parâmetros estatísticos para análises de uma amostra. Contudo FOLK & WARD (1957) já haviam desenvolvido conceitos estatísticos para sedimentologia que atualmente são os mais utilizados por sedimentólogos como média, mediana, moda, assimetria, desvio padrão e curtose. Por este motivo, o presente trabalho adota alguns parâmetros estatísticos.

MÉDIA ou Diâmetro Médio (M_z)

Para DIAS (2004) e RZAŞA & OWCZARZAK (2013), a média ou diâmetro médio é uma medida de tendência central. A média leva em consideração o posicionamento de uma sequência numérica em uma reta real. Para as análises granulométricas, a média, é obtida a partir de um gráfico de frequência simples sendo mais afetada pelo posicionamento da curva. Sua variação é um reflexo da distribuição da fração do sedimento amostral.

Para FOLK & WARD (1957), a curva granulométrica utiliza a escala de Φ (phi) em que a soma da distância entre os percentis 84, 50 e 16 divididos por três representa a quantidade ponderada de partículas distribuídas na malha amostral. A fórmula da Média (M_z) pode ser observada abaixo.

$$M_z = \frac{\phi_{84} + \phi_{50} + \phi_{16}}{3}$$

MEDIANA (M_d)

Assim como a média, a mediana também representa um valor central. De maneira geral, a mediana é o valor que divide a série estatística em duas metades levando em consideração o número de observações. A mediana, depende da posição e não dos valores dos elementos na série ordenada. Sendo assim, a diferença marcante entre mediana e média é que esta última é influenciada por fatores externos ao passo que a mediana permanece a mesma.

Para a sedimentologia, a mediana representa o diâmetro que separa amostras em duas metades levando em consideração o Φ (phi) de partículas mais grosseiras (tamanhos de grão maiores) e partículas mais finas (tamanhos de grão menores) representado pelo percentil 50. A fórmula da Média (M_d) pode ser observada abaixo.

$$\mathbf{Md}_\phi = \phi 50$$

MODA (M_o)

Moda (M_o) é o valor que ocorre com maior frequência em uma série de valores. Ela é utilizada quando se deseja obter uma medida rápida e aproximada de posição ou quanto a medida de posição deva ser o valor mais típico da distribuição.

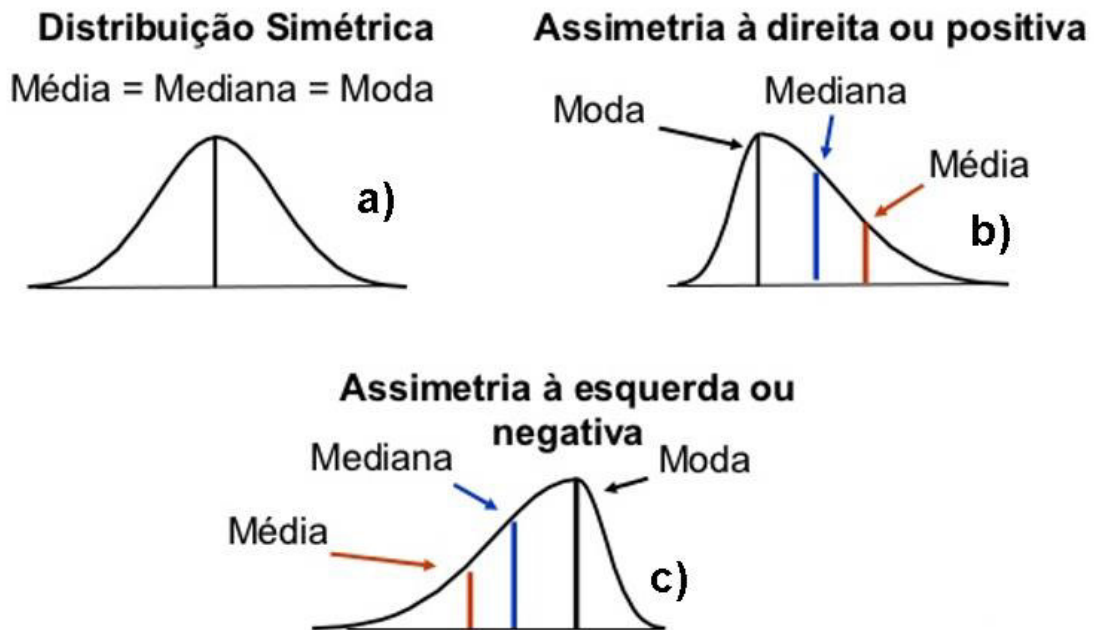
Para uma distribuição granulométrica a moda é representada como a fração de grão de maior ocorrência em uma amostra.

ASSIMETRIA (SK_I)

Assimetria (SK_I) indica a tendência de maior concentração dos dados em relação ao ponto central. Isto é, refere-se ao grau de afastamento de distribuição de unidades na reta. Este parâmetro ainda traz informações a respeito da deformação lateral desta distribuição levando em consideração homogeneidade/heterogeneidade dos dados, permitindo uma padronização na caracterização matemática do ambiente. A distância entre a média, a moda e a mediana pode ser usada para medir a assimetria, ou seja, quanto maior é a distância maior é a assimetria da distribuição. Outro ponto importante é que a parâmetro representa uma medida adimensional.

Dá-se o nome de distribuição simétrica quando há equivalência das distâncias da média, moda e mediana. Já a assimétrica ocorre quando há alguma divergência em relação aos valores de distribuição de média, mediana e moda. Ela pode ser classificada em positiva ou assimétrica à direita quando a média for maior do que a mediana e maior do que a moda; e negativa ou assimétrica à esquerda quando a média for menor do que a mediana e esta for menor do que a moda (**Figura 3**).

Figura 3. Classificações de distribuição da assimetria: a) distribuição simétrica, b) distribuição assimétrica positiva, c) distribuição assimétrica negativa adaptado de CORREA (2003).



Para a sedimentologia, a assimetria descreve para qual fração de grão o sedimento está mais inclinado em relação à sua curva de distribuição. Curvas assimétricas positivas, em que o valor modal se posiciona à direita, há uma tendência em direção aos sedimentos mais finos. Por outro lado, na assimetria negativa onde o valor modal está do lado esquerdo do valor da distribuição, a tendência é que existam frações grossas de sedimento.

Matematicamente, a escala assimétrica varia entre +1, como muito positiva e -1, como muito negativa. FOLK & WARD em 1957, descrevem que utilizando os percentis 16 e 84, bem como percentis 5 e 95 proporcionam melhor a calibração e representação da amostra sedimentar visto que deste modo ocorre maior abrangência de partes extremas da curva granulométrica. Os mesmos autores ainda apontam que variações pequenas neste parâmetro indicam mudanças na dinâmica do ambiente. Um exemplo disto pode ser expresso através de pequeno enriquecimento em partículas finas na moda provocando inclinação da reta para o lado direito. Este fenômeno pode representar um período menos energético após um evento deposicional.

Segundo (MUEHE 2001), os sedimentos praias apresentam o comportamento de assimetrias negativas em função dos fluxos energéticos de onda que modificam a dinâmica destes ambientes. Para DUANE (1964), valores negativos de assimetria são indicativos de áreas em processo de erosão, enquanto valores positivos indicam deposição.

A fórmula sugerida POR FOLK & WARD (1957) é a descrita abaixo.

$$Sk_I = \frac{\phi_{84} - \phi_{16} + 2\phi_{50}}{2(\phi_{84} - \phi_{16})} + \frac{\phi_{95} - \phi_5 - 2\phi_{50}}{2(\phi_{95} - \phi_5)}$$

Em 1968, FOLK classificou as assimetrias de acordo com os resultados, os intervalos e a inclinação para os grãos, conforme descrição na tabela abaixo (**Tabela 2**)

Tabela 2. Classificação da Assimetria segundo FOLK (1968).

| Descrição Verbal | Intervalo de Assimetria (SK _I) | Inclinação dos Grãos |
|---------------------------|--|--|
| Assimetria muito negativa | -0,30 a -1,00 | Fortemente assimétrica no sentido dos grosseiros |
| Assimetria negativa | -0,10 a -0,30 | Assimétrica no sentido dos grosseiros |
| Simétrica | +0,10 a -0,10 | Aproximadamente simétrica |
| Assimetria positiva | +0,30 a +0,10 | Assimétrica no sentido dos finos |
| Assimetria muito positiva | +1,00 a +0,30 | Fortemente assimétrica no sentido dos finos |

- DESVIO PADRÃO (grau de seleção σ_I)

É a medida de dispersão que leva em consideração a totalidade dos valores das variáveis em estudo. É um indicador de variabilidade bastante estável. O desvio padrão baseia-se nos desvios em torno da média aritmética e a sua fórmula básica pode ser traduzida como: a raiz quadrada da média aritmética dos quadrados dos desvios.

Para estudos de sedimentologia, o desvio padrão descreve a dispersão em relação à média utilizada como indicador da maturidade textural. Além disso, traz informações sobre a ação dos agentes controladores e modificadores da dinâmica sedimentar.

Depósitos que contêm pequenas variações de tamanho de partículas são referidos como bem selecionados. Entretanto, se não houver uma disponibilidade da área fonte, em fornecer diferentes tamanhos de grão ao agente de deposição, as diferenças energéticas do meio não serão retratadas no material acumulado, o que mostra 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 (KOMAR, 1998; BRIGGS, 1977).

Para melhor adaptá-lo ao estudo de sedimentos, FOLK & WARD (1957) ponderaram os percentis 68 e o 90 centrais de uma distribuição resultando na fórmula abaixo.

$$\sigma_I = \frac{\phi_{84} - \phi_{16}}{4} + \frac{\phi_{95} - \phi_5}{6,6}$$

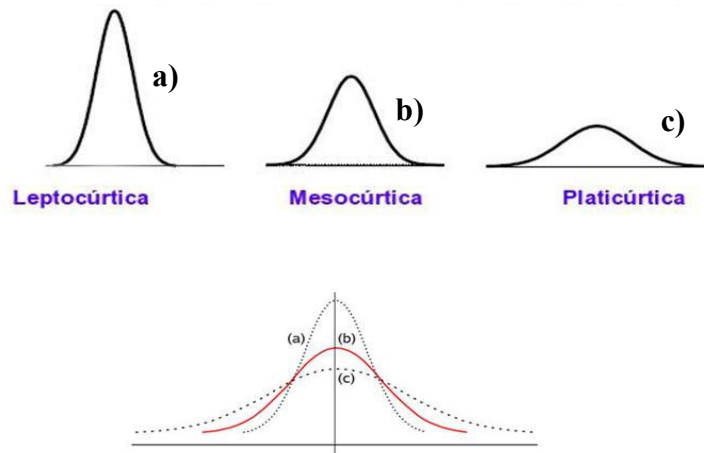
FOLK (1968) estabeleceu uma relação do grau de seleção do desvio padrão com o os intervalos de phi descritos na tabela a seguir (**Tabela 3**)

Tabela 3. Classificação do Desvio Padrão segundo FOLK (1968).

| Descrição Verbal | σ_I em unidade de Φ |
|-------------------------------|---------------------------------|
| Muito bem selecionado | < 0,35 |
| Bem selecionado | 0,35 a 0,50 |
| Moderadamente bem selecionado | 0,50 a 0,71 |
| Moderadamente selecionado | 0,71 a 1,00 |
| Pobremente selecionado | 1,00 a 2,00 |
| Muito pobremente selecionado | 2,00 a 4,00 |

- CURTOSE (KG)

Curtose se refere ao grau de afilamento de uma distribuição em uma curva normal, ou seja, o quanto a curva se achata ou se alonga ao longo desta distribuição. De acordo com o grau de curtose, as curvas são classificadas em três tipos de frequências. A distribuição nem chata nem delgada é denominada de mesocúrtica, a distribuição delgada é chamada de leptocúrtica e por fim, a distribuição platicúrtica tem esse nome por sua característica achatada (**Figura 4**).



FOLK & WARD (1957) através de análises de probabilidades observaram que os intervalos dos percentis 5 e 95 são 2,44 vezes maiores do que os existentes entre os percentis 25 75. Concluindo então que através da razão desses intervalos se pode calcular a Curtose expressa pela equação abaixo.

$$K_G = \frac{\phi_{95} - \phi_5}{2,44 (\phi_{75} - \phi_{25})}$$

Os mesmos autores sugerem que valores de curtose elevados ou muito baixos indicam que o tipo de transporte do sedimento de sua área-fonte e que durante seu evento deposicional não houve perda de características originais. As frações, segundo FOLK (1968), para a curtose podem ser observadas na **tabela 4**.

Tabela 4. Classificações Curtose segundo FOLK (1968)

| Descrição Verbal | KG |
|------------------|---------------|
| Platicúrtico | < 0,67 a 0,90 |
| Mesocúrtico | > 0,90 a 1,11 |
| Leptocúrtico | >1,11 a >3,00 |

3. OBJETIVOS

3.1.GERAL

Caracterizar a distribuição das matrizes sedimentológicas ao longo das praias oceânicas do litoral da Ilha do Maranhão.

3.2.ESPECÍFICOS

- Identificar a influência dos agentes naturais e antrópicos que dominam ou controlam os processos de modificação destas regiões
- Avaliar as variações espaciais na morfologia e distribuição dos sedimentos praias.

4. MATERIAL E MÉTODOS

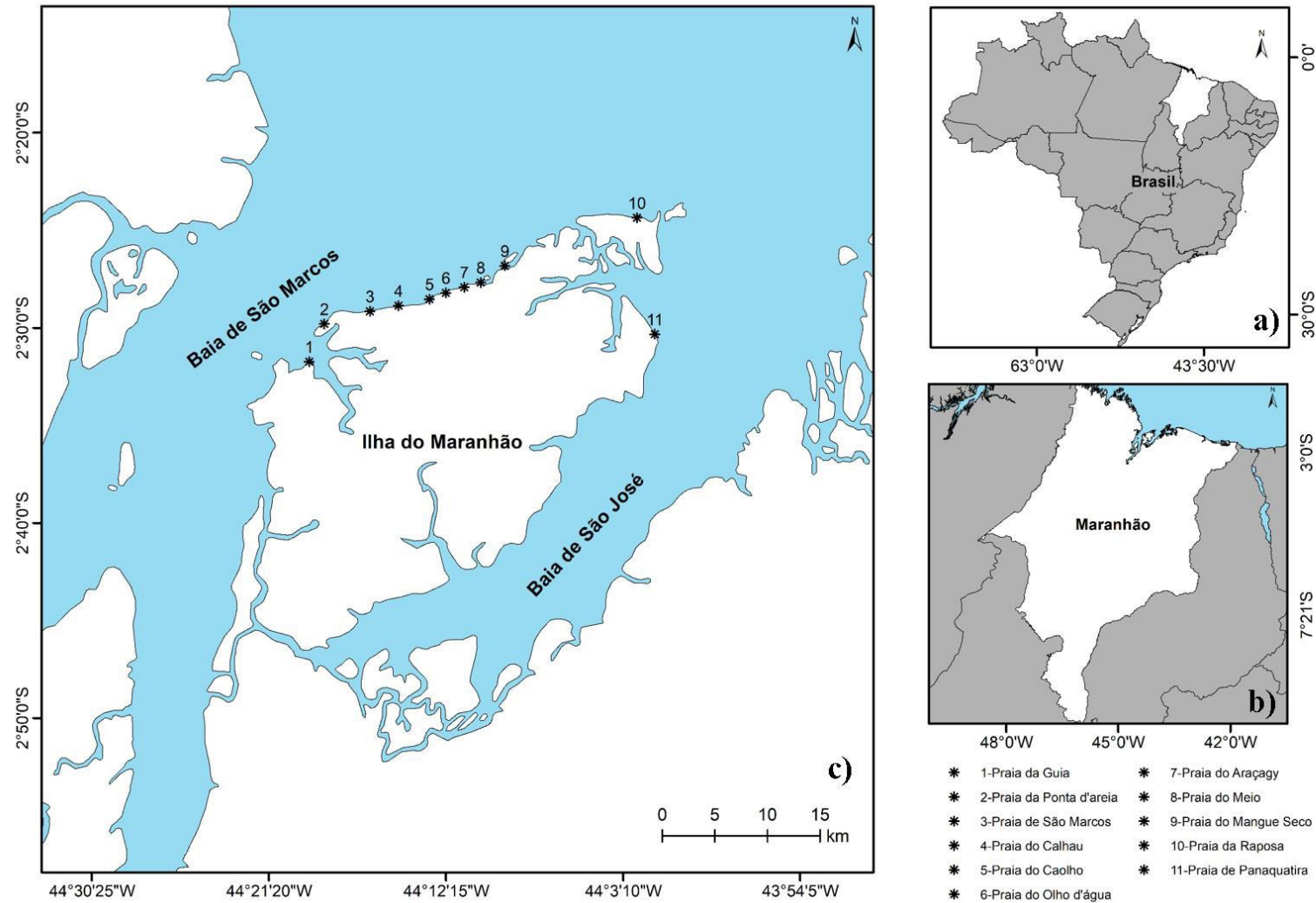
4.1.ARÉA DE ESTUDO

A Ilha do Maranhão está situada o estado do Maranhão comportando os municípios de São Luís, São José de Ribamar, Paço do Lumiar e Raposa. Inserida no Golfão Maranhense tem como suas principais unidades litoestratigráficas são as Formações: Itapecuru (origem no Cretáceo), Barreiras (datada do Terciário) e Açuí (Quaternário), que deram início a sedimentação da Bacia de São Luís (PONTES *et al.*, 1987; RODRIGUES *et al.*, 1994; ALMEIDA, 2000; VEIGA JÚNIOR, 2000; PEREIRA, 2006).

Segundo EL-ROBRINI *et al.* (2006) as praias do litoral norte da Ilha do Maranhão apresentam largura média de aproximadamente 250 m, podendo variar em face da grande amplitude de maré, e extensão com cerca de até 8 km. Para tal, foram monitoradas as Praias da Guia, Ponta d'Areia, São Marcos (também chamada de Praia do Farol), Calhau, Caolho, Olho d'Água, do Meio, Araçagy, Mangue Seco, Raposa e Panaquatira (**Figura 5**). A escolha destas praias está relacionada com o grande uso para lazer, turismo, recreação, habitação urbana e alta especulação imobiliária.

O monitoramento praias aconteceu a partir de saídas de campo e do uso imagens do Google Earth Pro. Deste modo, obteve-se coordenadas geográficas das praias estudadas (**Tabela 5**).

Figura 5. Localização das praias estudadas na área de estudo. Sendo, (1) Praia da Guia, (2) Ponta d'Areia, (3) São Marcos, (4) Calhau, (5) Caolho, (6) Olho d'Água, (7) Araçagy, (8) Meio, (9) Mangue Seco, (10) Raposa e (11) Panaquatira. (a) Mapa do Brasil, (b) Mapa do Maranhão, (c) Ilha do Maranhão. DATUM SIRGAS 2000.



.Tabela 5. Coordenadas das praias estudadas, DATUM horizontal: SIRGAS 2000.

| Coordenadas | | |
|------------------------|--------------|--------------|
| Praias | Latitude | Longitude |
| Praia da Guia | 02°31'79.9"S | 44°20'25.7"W |
| Praia de Ponta d'Areia | 02°30'65.6"S | 44°19'67.6"W |
| Praia de São Marcos | 02°29'49.8"S | 44°18'0.49"W |
| Praia do Calhau | 02°29'0.04"S | 44°15'26.1"W |
| Praia do Caolho | 02°28'37.5"S | 44°13'26.2"W |
| Praia do Olho d'Água | 02°28'47.9"S | 44°14'15.7"W |
| Praia do Meio | 02°28'22.3"S | 44°12'65.9"W |
| Praia do Araçagy | 02°27'84.7"S | 44°11'73.4"W |
| Praia do Mangue Seco | 02°25'91.7"S | 44°83'59.0"W |
| Praia da Raposa | 02°24'36.0"S | 44°27'24.0"W |
| Praia de Panaquatira | 02°29'34.7"S | 44°22'35.0"W |

4.1.1. PARÂMETROS METEREOLÓGICOS E OCEANOGRÁFICOS

O regime sazonal de chuvas no litoral maranhense é caracterizado por dois períodos bem definidos: chuvoso e de estiagem (NIMER, 1989). Esta variação de períodos é provocada através do deslocamento meridional da Zona de Convergência Intertropical (ITCZ) resultando oscilações na temperatura atmosférica e no regime de precipitações (SILVA, 2012). Entre os meses de janeiro a junho, ocorre o período chuvoso que tem suas máximas pluviométricas durante os meses de março, abril e maio. De julho a dezembro ocorre o período de estiagem com poucas chuvas registrando as menores médias pluviométricas nos meses de setembro, outubro e novembro. Segundo FEITOSA (1989), os dados pluviométricos para a Ilha do Maranhão variam entre 1258 mm e 2221 mm com uma média de 1823 mm.

O sistema eólico é predominantemente regido por ventos de NE que correspondem à 40,81% do total anual (setembro a março) e de E que apresentam uma frequência de 33,72% nos meses de abril a agosto (BITTENCOURT *et al.*, 1990). Por conta do regime anual de ventos, sobretudo no período de estiagem, a morfologia praial é constantemente alterada em função do transporte subaéreo de sedimentos.

As marés da Ilha do Maranhão apresentam dominância do regime de macro maré do tipo semi-diurna, (DAVIES 1964). Segundo FEITOSA (1989), as oscilações na altura maré variam entre 4,9 e 7,2 m com a média de 6,6 m, porém durante a sizígia podem chegar a alcançar valores maiores que 7,2m (FEITOSA, 1989; ALBUQUERQUE, 2018).

EL-ROBRINI *et al.* (2006) defende que os litorais norte e nordeste do Brasil recebem a influência de ondas geradas por ventos alísios, e em mar aberto possuem alturas inferiores a 1,5m. Por outro lado, em seu trabalho realizado na porção norte da Ilha do Maranhão, FEITOSA (1989) estimou a altura das ondas entre 0,70 e 1,80 m, afirmando que estas incidem obliquamente à linha de costa e nas maiores alturas de ondas coincidindo com o regime predominante dos ventos de nordeste.

Ainda sobre a mesma temática, BORGES *et al.* (2017), demonstra que a altura significativa de onda da Praia do Caolho varia de 1,23 m na maré alta à 0,48 m na maré baixa. ALBUQUERQUE (2018), FERREIRA (2018) e FRANCO (2018), relatam que a Praia da Ponta d'Areia apresenta altura significativa de onda entre 0,40 m na maré baixa a 1,1 m na maré alta. FRANCO (2018) relata ainda que as Praia do Araçagy, Calhau, Caolho e Panaquatira possuem altura de onda significativa de 0,87 m, 0,83 m, 0,47 m, respectivamente. Na **Tabela 6** é possível observar os valores observados para a altura significativa de onda para cada autor considerando a maré alta.

Tabela 6. Altura significativa de onda para as praias do Caolho, Ponta d'Areia, Calhau, Araçagy e Panaquatira adaptado de BORGES *et al.* (2017); FERREIRA (2018); ALBUQUERQUE (2018); FRANCO (2018).

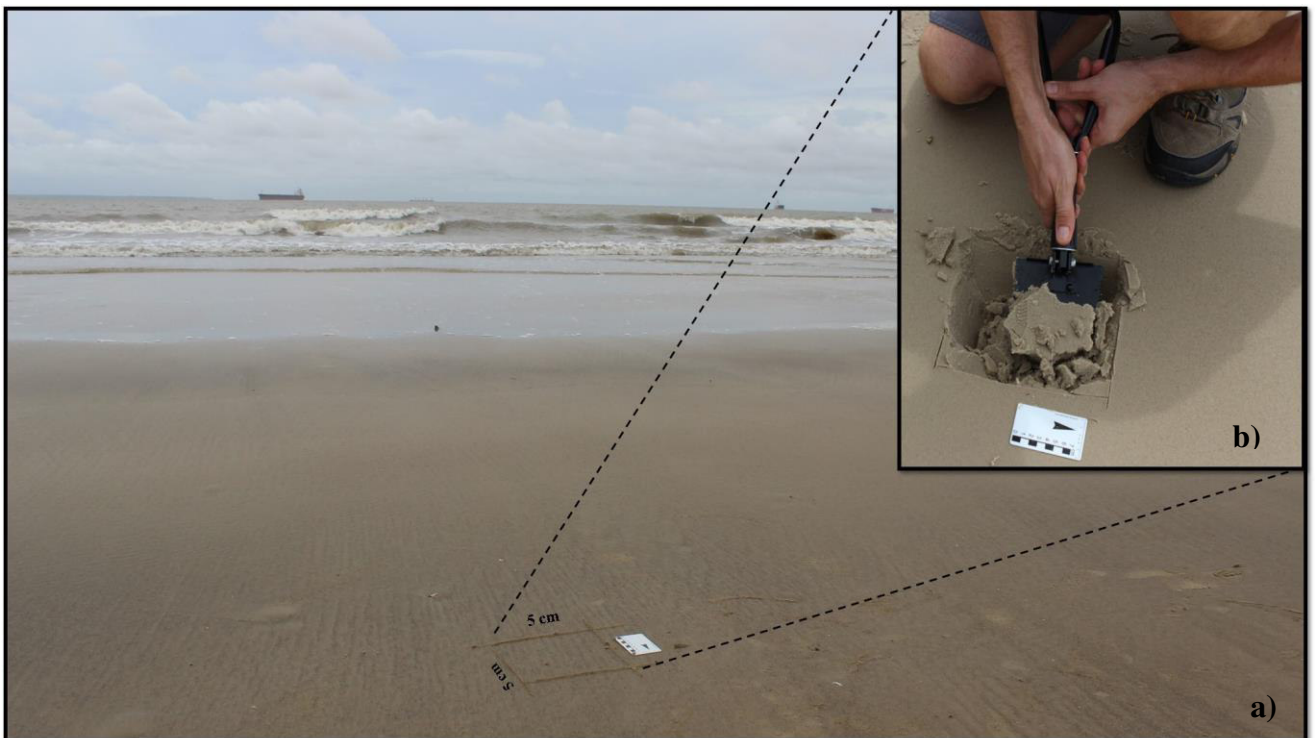
| Autor | Praia | Altura significativa de onda na maré alta (m) |
|-----------------------------|---------------|--|
| BORGES <i>et al.</i> (2017) | Caolho | 1,23 |
| FRANCO (2018) | | 1,20 |
| FERREIRA (2018) | Ponta d'Areia | 0,55 |
| ALBUQUERQUE (2018) | | 1,11 |
| FRANCO (2018) | | 1,10 |
| FRANCO (2018) | Calhau | 0,83 |
| | Araçagy | 0,87 |
| | Panaquatira | 0,47 |

4.2.PROCEDIMENTOS AMOSTRAIS E DE PROCESSAMENTO

A região de amostragem escolhida foi o estirâncio por conta de seu comportamento como importante área para o balanço sedimentar no sistema praial e agir como filtro regulador entre a troca de materiais e energia entre o ambiente costeiro e o ambiente marinho (SUGUIO, 2003). Além disso, outro aspecto que vale ser ressaltado é a resposta direta desta área à eventos adversos como tempestades, variação do nível do mar e mudanças antrópicas (BATISTA NETO *et al.*, 2004).

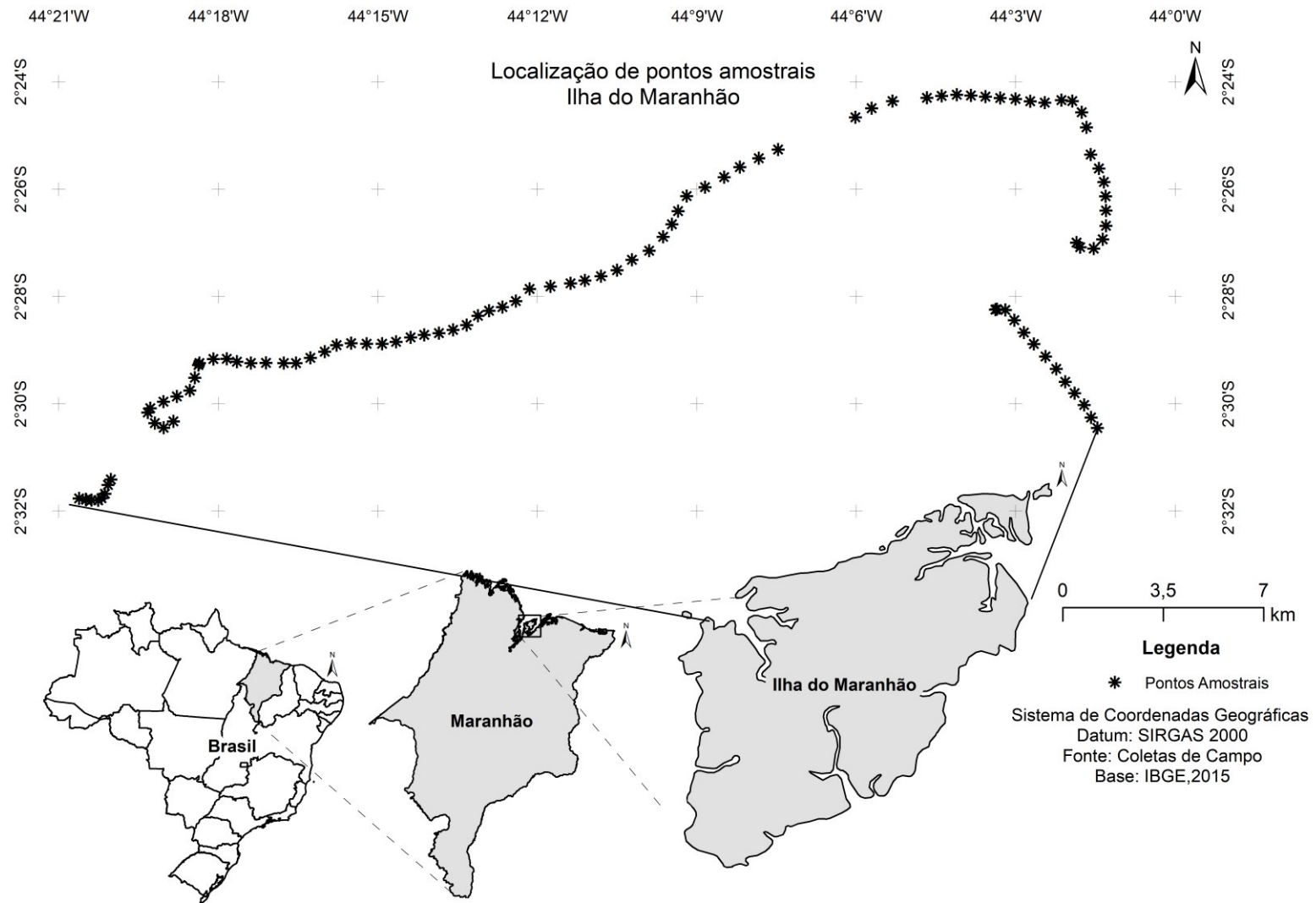
As amostras sedimentares foram coletadas entre dos anos de 2016 e 2017 ao longo das praias oceânicas da Ilha do Maranhão a partir de quadrantes de 5x5 cm com 1 cm de profundidade, pois caracterizam os ciclos deposicionais mais recentes, para retirada de aproximadamente 150 g de sedimentos para trélicas (**Figura 6**).

Figura 6. Amostragem de sedimentos no Estirâncio na Praia de São Marcos (do Farol) em que a) área amostral e b) execução da amostragem



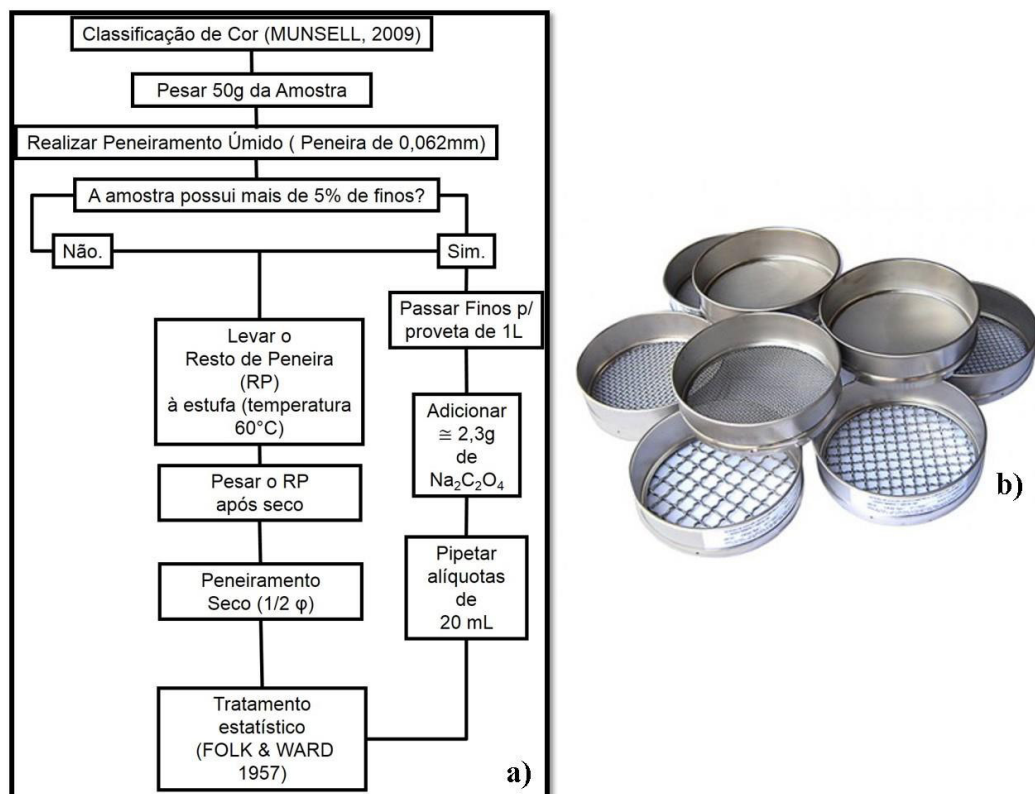
A distância longitudinal entre um ponto de coleta foi de 500 metros medida realizada a partir do GPS Portátil eTrex 10 Garmin. Ao todo, foram coletadas 125 amostras cobrindo aproximadamente 60 km de extensão (**Figura 7**).

Figura 7. Mapa de localização dos pontos amostrais das 11 praias monitoradas da Ilha do Maranhão.



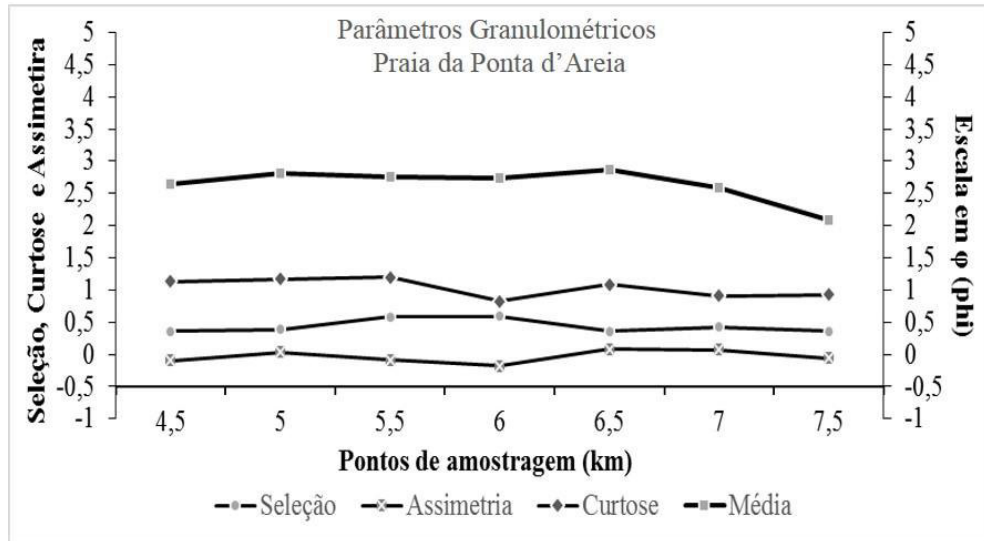
O material foi acondicionado em sacolas plásticas, identificado e processado no Laboratório de Estudos em Oceanografia Geológica-LEOG, da Universidade Federal do Maranhão, Cidade Universitária Dom Delgado, Campus Bacanga. De janeiro a julho de 2018, em laboratório, todo material foi descrito quanto à cor, segundo os parâmetros descritos em MUNSELL (2009). Posteriormente, os sedimentos foram lavados com água destilada para extração de sais e secados na estufa à temperatura de 60°C. Após a secagem das amostras, os grãos finos foram separados por uma peneira de abertura de 0,062 mm. Os grãos menores que estas malhas foram colocadas em uma proveta para determinação granulométrica segundo o método de pipetagem (SUGUIO, 1973). Conforme descrito por SUGUIO (2003) e MENDES *et al.* (1997), os grãos maiores que ficaram retidos na peneira de 0,062mm foram despejados em peneiras partindo de malhas mais grossas até as mais finas, com intervalo de $1/2\Phi$ (2.00; 1.41; 1.00; 0.71; 0.50; 0.351; 0.250; 0.177; 0.125; 0.088 e 0.062 mm) sendo agitadas manualmente durante 5 minutos (**Figura 8**).

Figura 8. Descrição do método de análise (a) e conjunto de peneiras granulométricas (b).



Os dados foram processados segundo a análise estatística descrita por FOLK & WARD (1973) no software Sysgran 3.0® (CAMARGO, 2006) a fim de calcular média, desvio padrão, assimetria e curtose.

Figura 12. Variação dos parâmetros granulométricos para a praia da Ponta d'Areia.



Praia de São Marcos (do Farol) (3)

A praia de São Marcos (do Farol) apresentou variações sutis em relação ao tamanho de grão. Todas as amostras foram de areia fina com intervalos de Φ entre 2,436 a 2,785. O grau de seleção se manteve bem selecionado (σ_1 0,3557 a 0,4181). Para a assimetria (SK_1), também as amostras foram aproximadamente simétricas e positivas (-0,08469 a 0,04495). Já a curtose (KG), variou entre as classificações platicúrticas, mesocúrticas e leptocúrticas (0,8778 a 1,111). A **figura 13** representa a curva de frequência acumulada para a praia amostrada, ao paço que a **figura 14** demonstra a variação dos parâmetros observados em relação à quilometragem de costa.

Figura 13. Distribuição de Frequência para a Praia de São Marcos (do Farol).

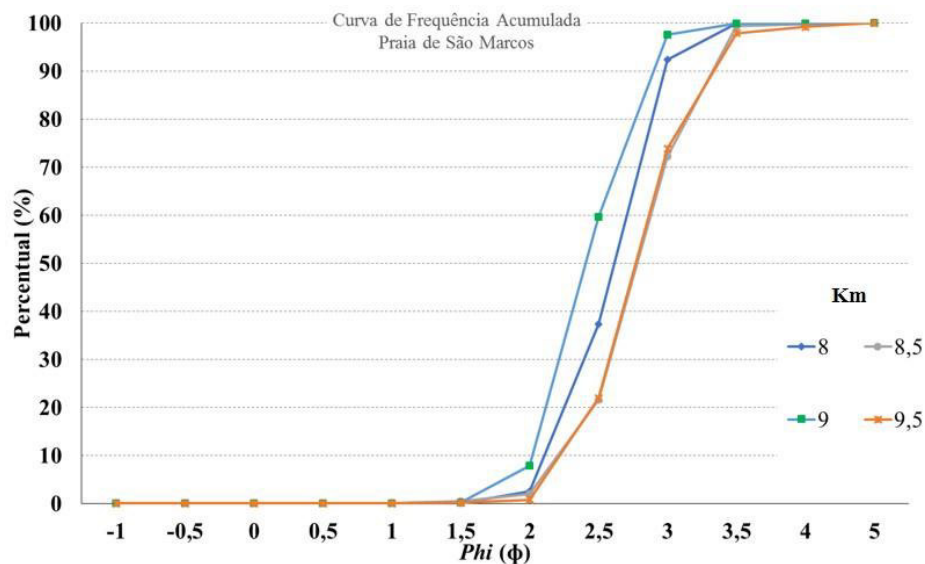
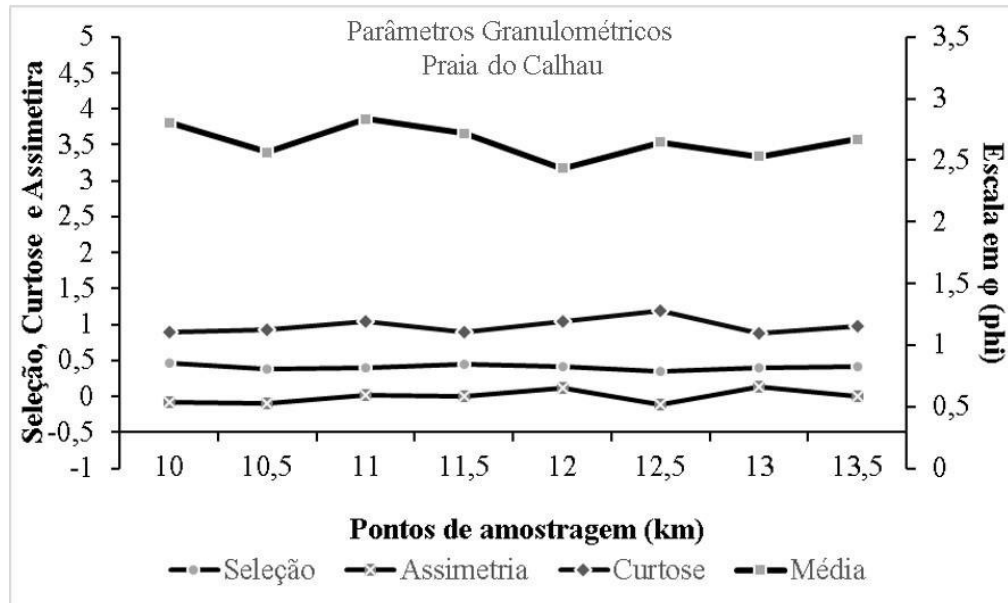


Figura 16. Variação dos parâmetros granulométricos para a praia do Calhau.



Praia do Caolho (5)

A praia do Caolho, por sua vez, também apresentou somente as amostras classificadas na fração areia fina. Os intervalos de Φ encontrados se situaram entre 2,188 a 2,670. O grau de seleção oscilou entre moderadamente, bem e muito bem selecionado (σ_I 0,345 a 0,5937). Para a assimetria (SK_I), a classificação verbal foi de valores aproximadamente simétricos, positivos e negativos (-0,1868 a 0,1717). A curtose (KG), variou entre curvas mesocúrticas e leptocúrticas (0,9505 a 1,244). A **figura 17** representa a curva de frequência acumulada para a praia amostrada, ao paço que a **figura 18** demonstra a variação dos parâmetros observados em relação à quilometragem de costa.

Figura 17. Distribuição de Frequência para a Praia do Caolho.

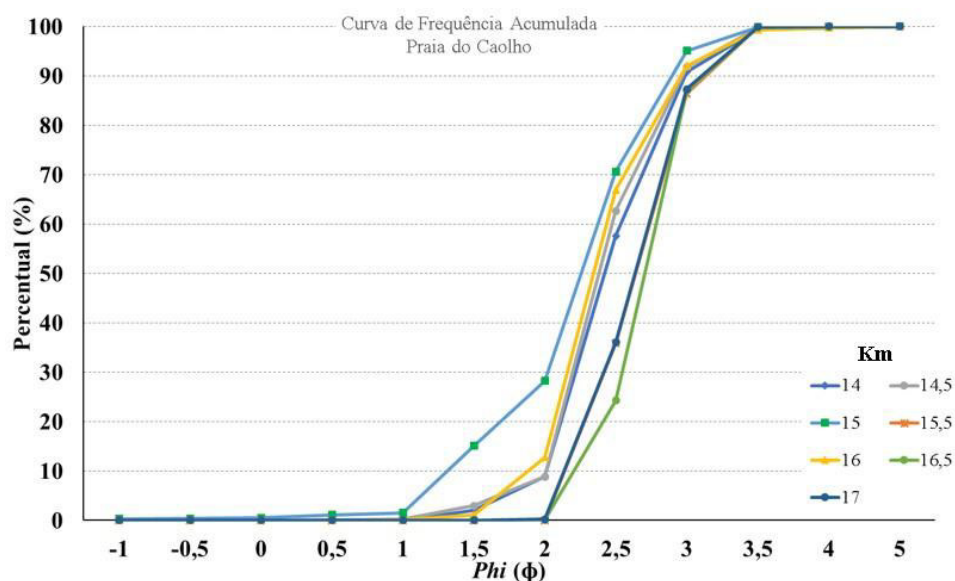
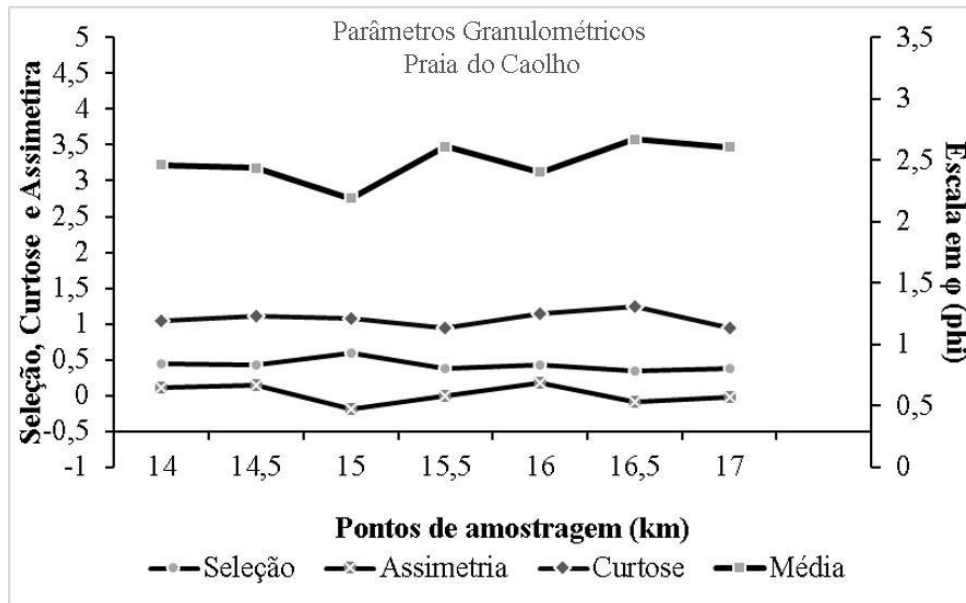


Figura 18. Variação dos parâmetros granulométricos para a praia do Caolho.



Praia do Olho d'Água (6)

A praia do Olho d'Água seguiu a tendência de distribuição das praias anteriores com amostras na fração de areia fina. Os intervalos de Φ se situaram entre 2,367 a 2,914. O grau de seleção oscilou entre moderadamente, bem e muito bem selecionado (σ_I 0,2798 a 0,912). Para a assimetria (SK_I), a classificação verbal foi de valores aproximadamente simétricos, positivos e muito positivos (-0,06798 a 0,3175). A curtose (KG), variou entre curvas mesocúrticas, platicúrticas e leptocúrticas (0,8502 a 1,295). A **figura 19** representa a curva de frequência acumulada para a praia amostrada, ao paço que a **figura 20** demonstra a variação dos parâmetros observados em relação à quilometragem de costa.

Figura 19. Distribuição de Frequência para a Praia do Olho d'Água.

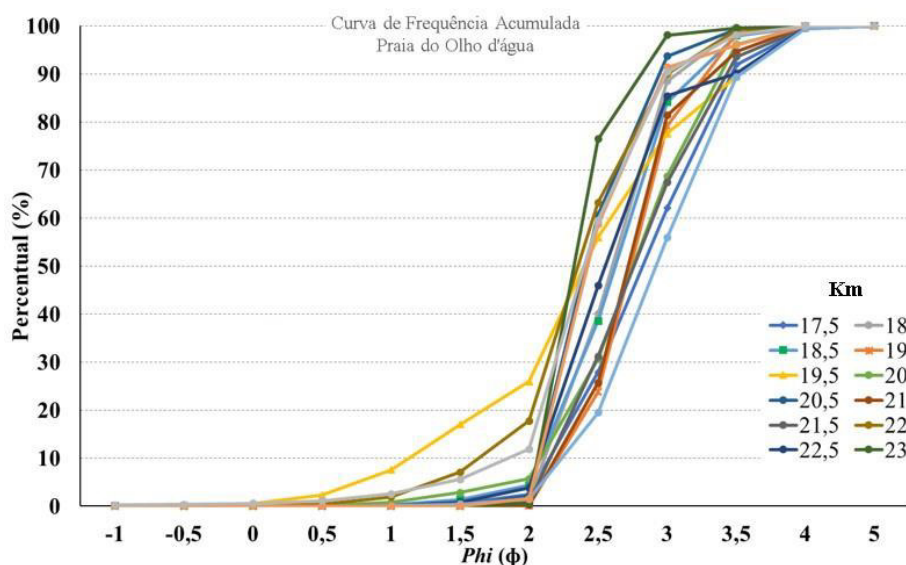
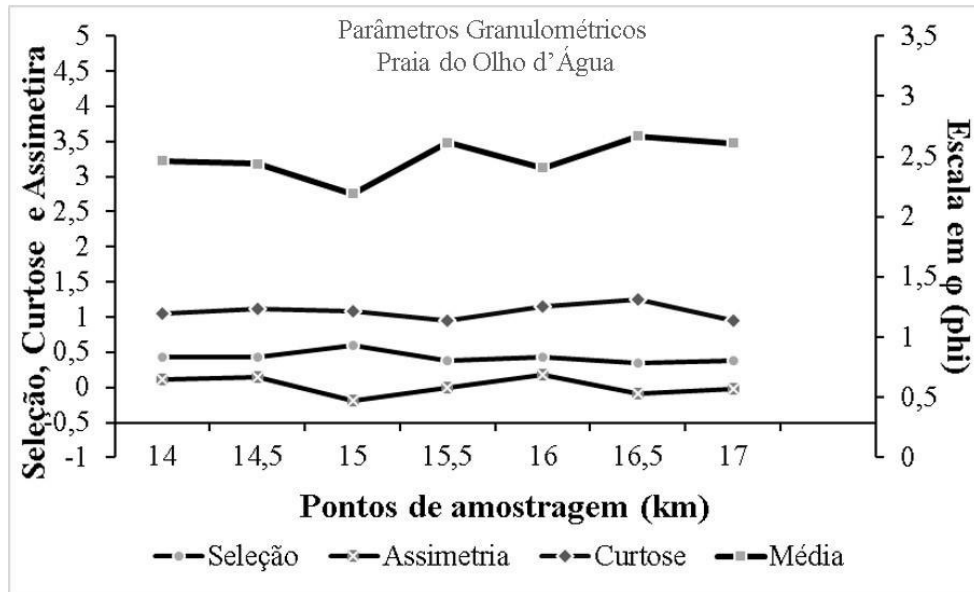


Figura 20. Variação dos parâmetros granulométricos para a praia do Olho d'Água.



Praia do Meio (7)

A praia do Meio manteve a tendência de distribuição com amostras na fração de areia fina. Os intervalos de Φ se situaram entre 2,635 a 2,976. O grau de seleção oscilou entre pobremente, moderadamente, bem selecionado (σ_I 0,4682 a 1,015). Para a assimetria (SK_I), a classificação verbal foi de valores aproximadamente simétricos, negativos, muito negativos e positivos (-0,5076 a 0,1334). A curtose (KG), variou entre curvas mesocúrticas e platicúrticas (0,717 a 1,005). A **figura 21** representa a curva de frequência acumulada para a praia amostrada, ao paço que a **figura 22** demonstra a variação dos parâmetros observados em relação à quilometragem de costa.

Figura 21. Distribuição de Frequência para a Praia do Meio.

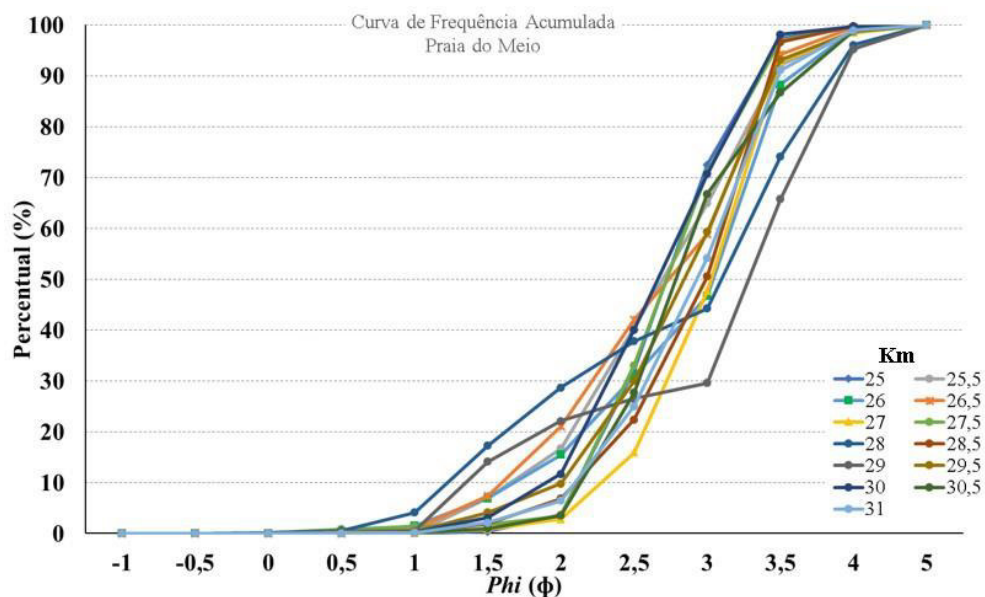
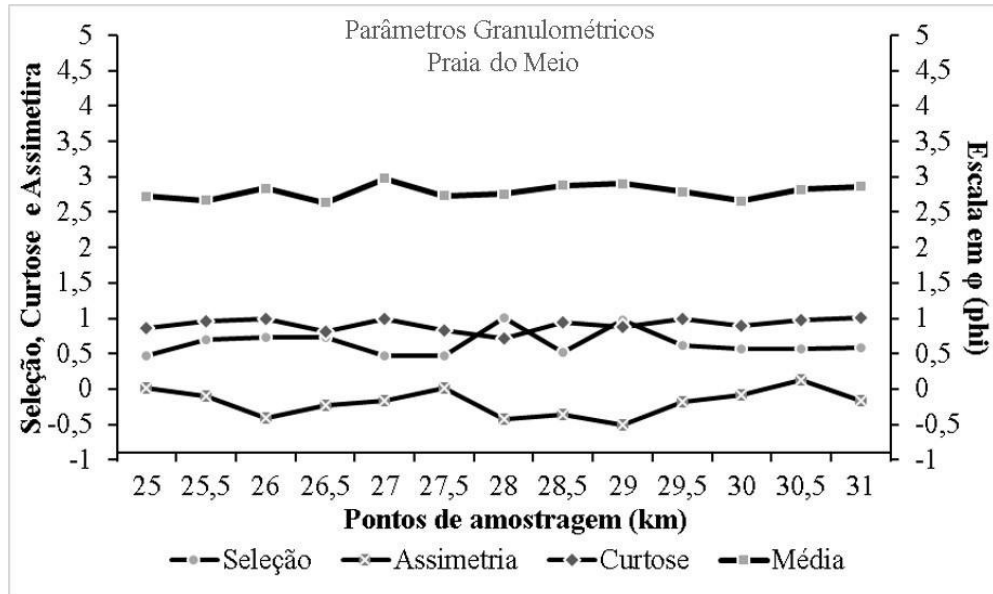


Figura 22. Variação dos parâmetros granulométricos para a praia do Meio.



Praia do Araçagy (8)

A praia do Araçagy demonstrou amostras na fração de areia fina e areia muito fina. Os intervalos de Φ se situaram entre 2,637 a 3,041. O grau de seleção oscilou entre moderadamente e bem selecionado (σ_I 0,4002 a 0,8888). Para a assimetria (SK_I), a classificação verbal foi de valores aproximadamente simétricos, positivos, muito positivos, negativos e muito negativos (-0,3051 a 0,4795). A curtose (KG), variou entre curvas mesocúrticas, platicúrticas e leptocúrticas (0,6824 a 1,326). A **figura 23** representa a curva de frequência acumulada para a praia amostrada, ao passo que a **figura 24** demonstra a variação dos parâmetros observados em relação à quilometragem de costa.

Figura 23. Distribuição de Frequência para a Praia do Araçagy.

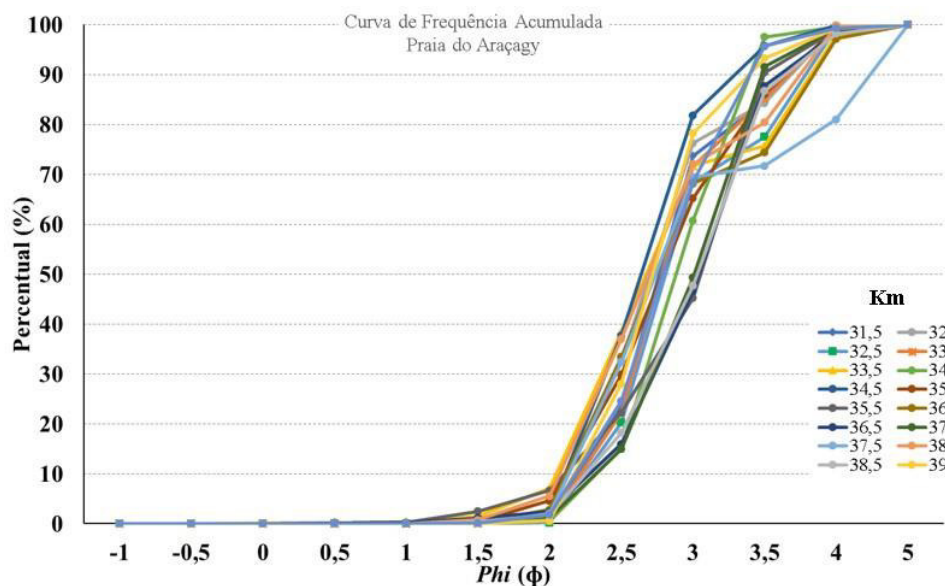
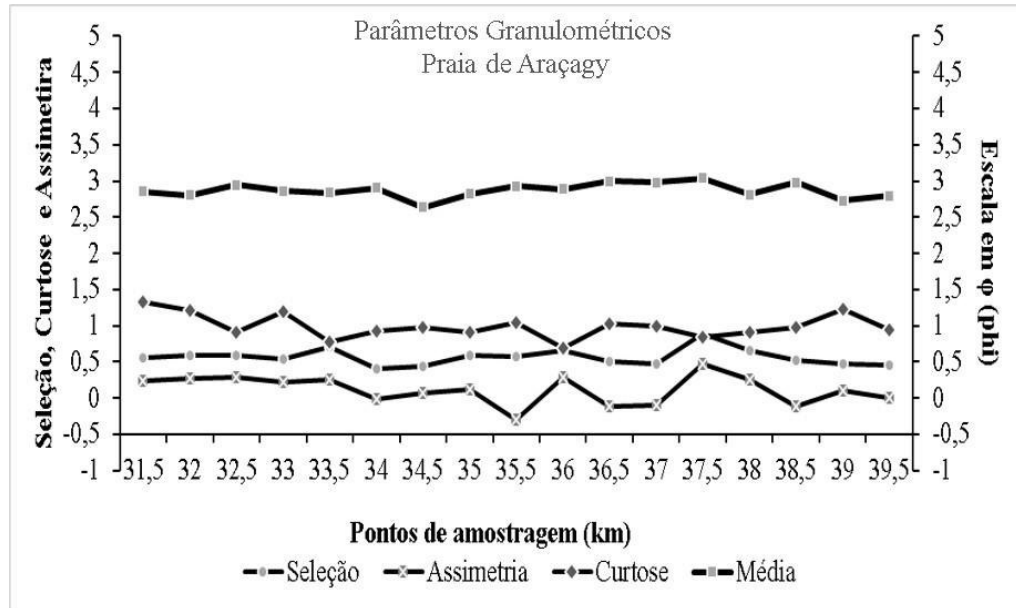


Figura 24. Variação dos parâmetros granulométricos para a praia de Araçagy.



Praia do Mangue-Seco (9)

Na praia do Mangue-Seco ocorre um incremento dos valores granulométricos com amostras na fração de areia média e fina. Os intervalos de Φ se situaram entre 1,531 a 2,737. O grau de seleção oscilou entre moderadamente e bem selecionado (σ_I 0,436 a 0,7056). Para a assimetria (SK_I), a classificação verbal foi de valores aproximadamente simétricos, negativos e muito positivos (-0,1962 a 0,3735). A curtose (KG), variou entre curvas mesocúrticas, platicúrticas, leptocúrticas e muito leptocúrticas (0,822 a 1,633). A **figura 25** representa a curva de frequência acumulada para a praia amostrada, ao paço que a **figura 26** demonstra a variação dos parâmetros observados em relação à quilometragem de costa.

Figura 25. Distribuição de Frequência para a Praia do Mangue Seco.

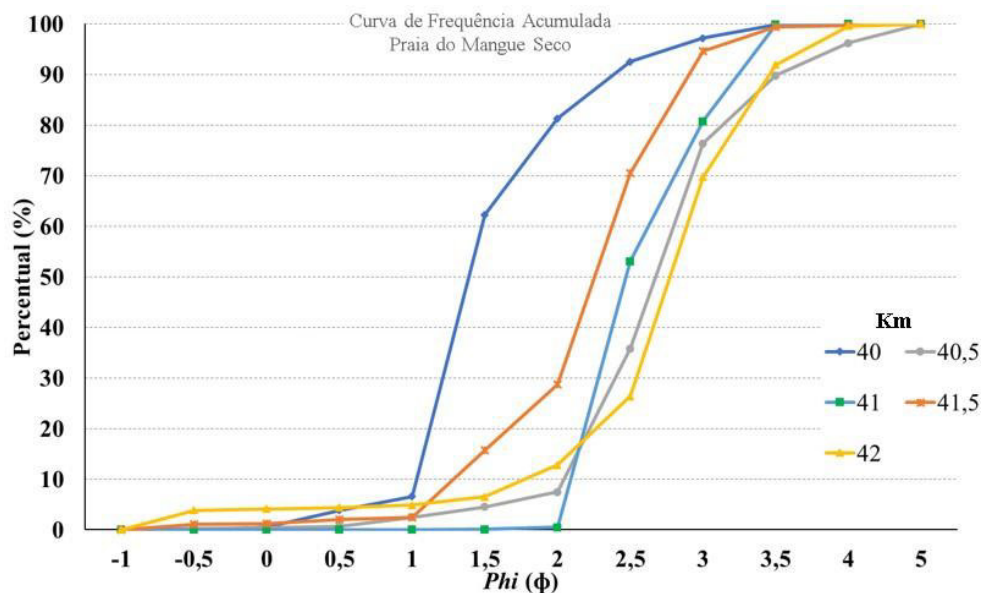
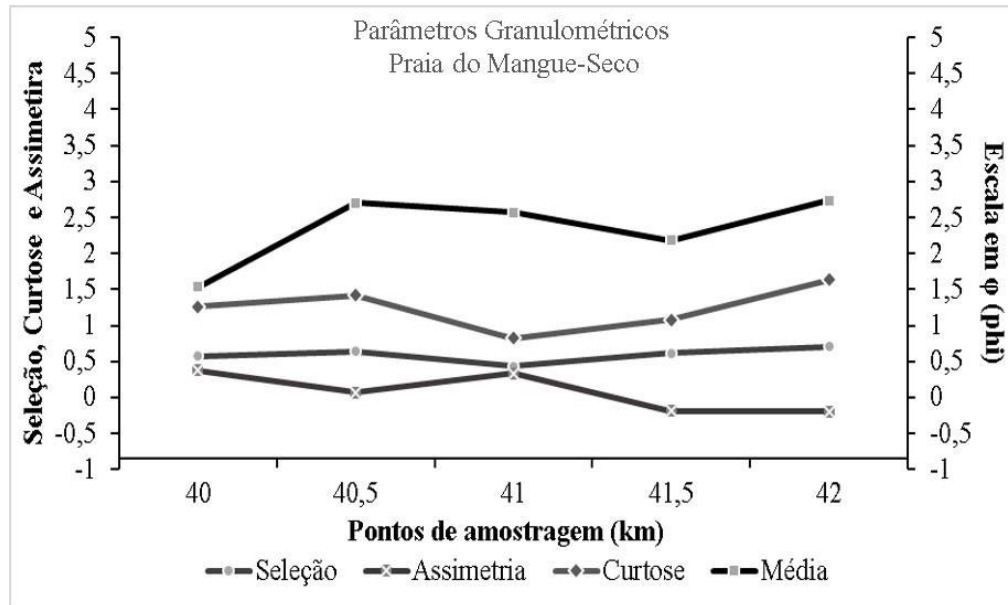


Figura 26. Variação dos parâmetros granulométricos para a praia do Mangue Seco.



Praia de Raposa (10)

A praia de Raposa apresentou variação granulométrica das com frações de areia muito fina e areia fina. Os intervalos de Φ se situaram entre 2,379 a 3,445. O grau de seleção oscilou entre moderadamente e bem selecionado (σ_I 0,4096 a 0,999). Para a assimetria (SK_I), a classificação verbal foi de valores aproximadamente simétricos, positivos, muito positivos, negativos e muito negativos (-0,5469 a 0,124). A curtose (KG), variou entre curvas mesocúrticas, platicúrticas, leptocúrticas e muito leptocúrticas (0,7941 a 2,032). A **figura 27** representa a curva de frequência acumulada para a praia amostrada, ao paço que a **figura 28** demonstra a variação dos parâmetros observados em relação à quilometragem de costa.

Figura 27. Distribuição de Frequência para a Praia da .

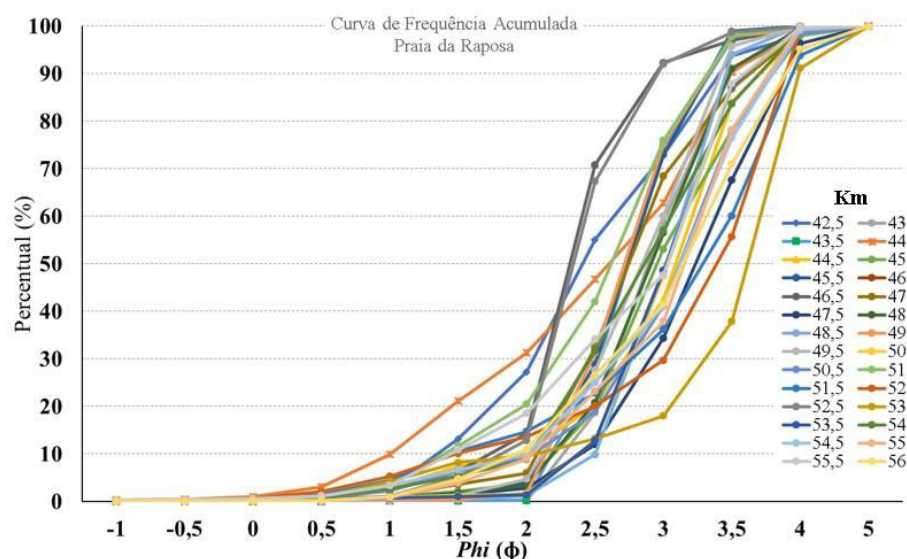
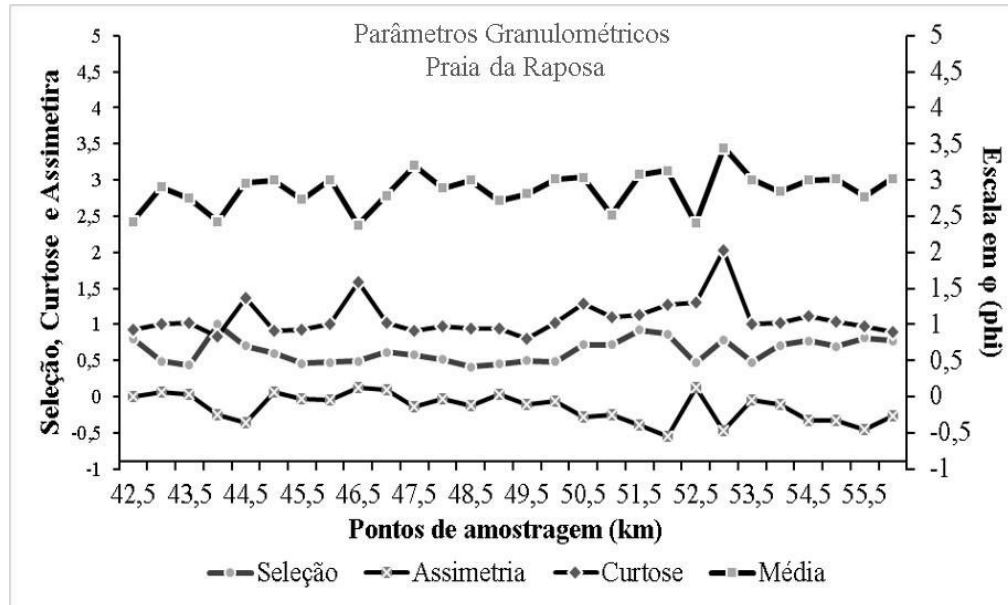


Figura 28. Variação dos parâmetros granulométricos para a praia da Raposa.



Praia de Panaquatira (11)

A praia de Panaquatira apresentou resultados nas frações de areia média, fina e muito fina. Os intervalos de Φ se situaram entre 1,788 a 3,315. O grau de seleção oscilou entre moderadamente, bem e muito bem selecionado (σ_1 0,3364 a 0,8849). Para a assimetria (SK_1), a classificação verbal foi de valores aproximadamente simétricos, positivos e muito negativos (-0,581 a 0,291). A curtose (KG), variou entre curvas mesocúrticas, platicúrticas, muito platicúrticas e leptocúrticas (0,6521 a 1,363). A **figura 29** representa a curva de frequência acumulada para a praia amostrada, ao paço que a **figura 30** demonstra a variação dos parâmetros observados em relação à quilometragem de costa.

Figura 29. Distribuição de Frequência para a Praia de Panaquatira.

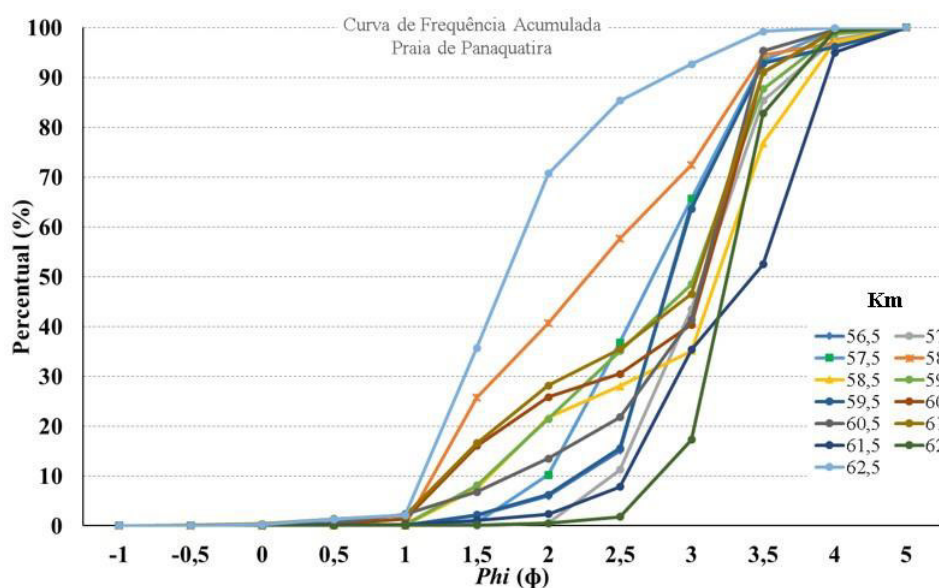
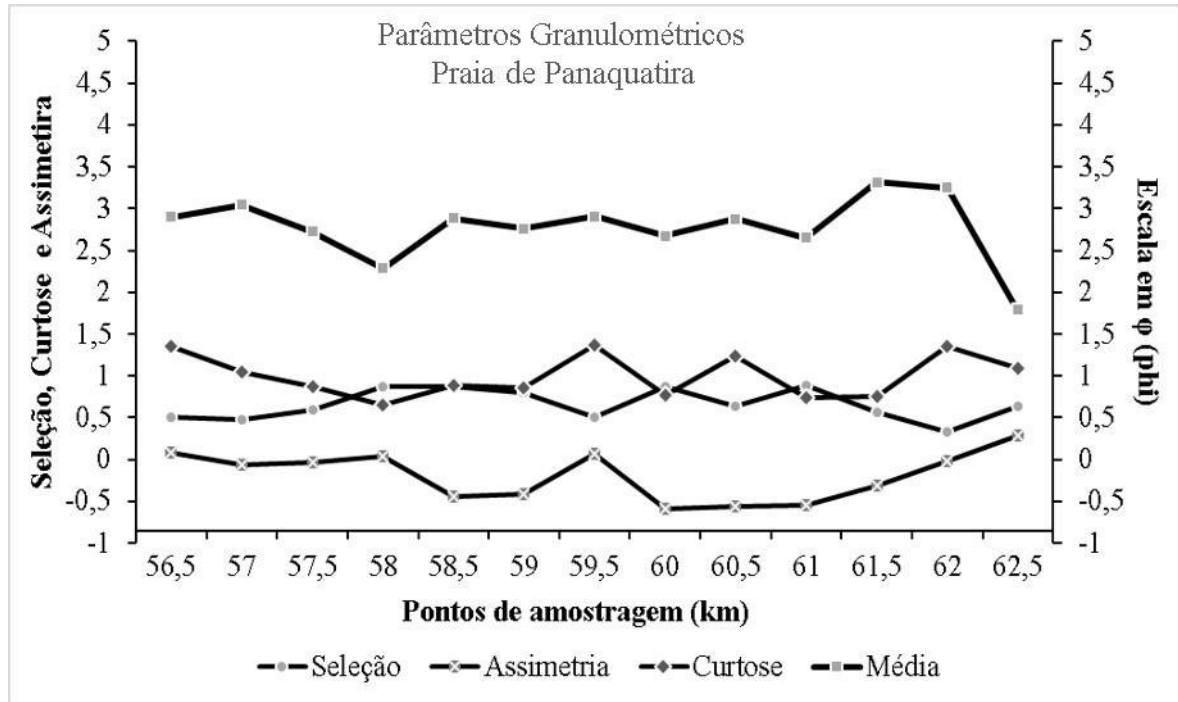


Figura 30. Variação dos parâmetros granulométricos para a praia de Panaquatira.



Todos os valores numéricos obtidos e suas respectivas classificações verbais para os parâmetros granulométricos abordados levando em consideração a variação de km de costa longitudinal podem ser encontrados no **APÊNDICE A**.

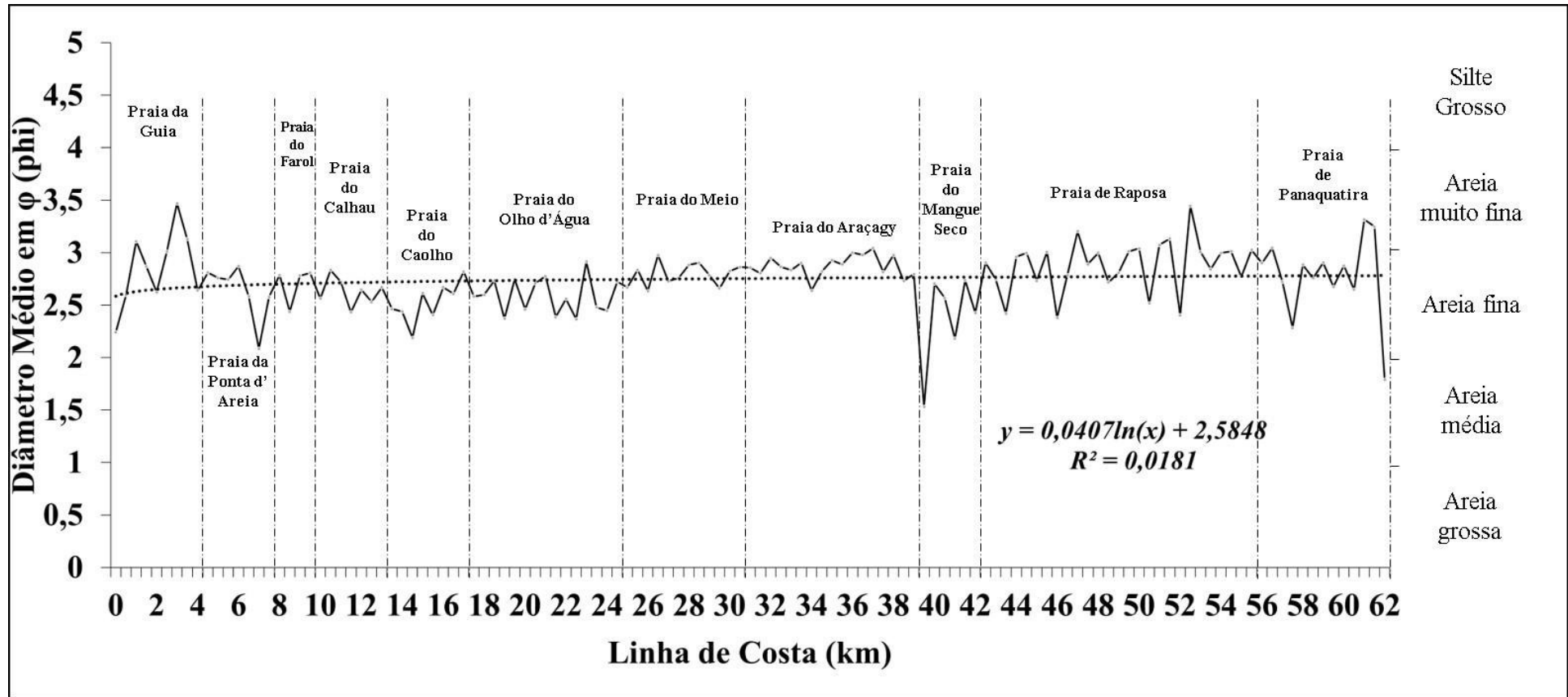
5.2.DISCUSSÃO

MÉDIA

BIRD (1996) pontua que a presença majoritária de areias finas em praias oceânicas pode estar relacionada ao atrito progressivo resultante da interação das populações sedimentares, bem como agentes modificadores (ventos, ondas, correntes, descarga fluvial e marés) promovendo redução mecânica no tamanho das partículas. Embora as matrizes sedimentares pertencentes as praias da Ilha do Maranhão pareçam seguir uma mesma linha de tendência de seu comportamento, sendo majoritariamente de areias finas, ao observar os detalhes e as peculiaridades da linha de costa, pode-se ver a dinâmica e o comportamento oscilatório destes ambientes.

A **figura 31** representa o comportamento das variações longitudinais observadas em relação ao tamanho médio de grão em phi para a área da linha de costa em quilômetros.

Figura 31. Variação do diâmetro médio em phi longitudinalmente para as Praias da Ilha do Maranhão.



De 0 a 4 km (Praia da Guia) ocorre uma dualidade no comportamento sedimentar neste setor havendo alternância entre amostras de areia fina e muito fina. Inclusive, no 3 km, evidenciam-se os maiores tamanhos médios de grãos em phi (Φ 3,469), sendo assim, sedimentos mais finos. PEREIRA *et al.* (2014) aponta que incrementos de grãos finos nas frações de areia estão relacionados com falésias da Formação Barreiras e Itapecuru que após erodidas fornecem material aos setores praias (**Figura 32**). HORN FILHO (2006), para praias arenosas de Santa Catarina, afirma que praias de enseada tenham granulometrias mais finas sobretudo em função de agentes hidrodinâmicos e pela disposição destas praias ao longo da linha de costa. Nota-se que a praia da Guia também tem aspectos similares ao observado no litoral catarinense, além disso, está próxima da Baía de São Marcos e do Rio Bacanga sugerindo que a presença do aporte de sedimentos provocaria diminuição das frações arenosas nessa região.

Figura 32. Praia da Guia, vista aérea. Linha de Costa e Falésias da Formação Barreiras e Itapecuru cobertas por campos de dunas vegetadas (FONTE: Raillen, 2013)



Nos quilômetros subsequentes, 4,5-7,5 km (Praia da Ponta d'Areia), observa-se amostras sensivelmente mais grosseiras, em relação as anteriores. Embora o padrão de distribuição seja homogêneo em areia fina, é possível observar que no quilômetro 7 desta há uma diminuição do phi médio em mais de um ponto (Φ 2,084), consequentemente, manifestam-se grãos mais grosseiros neste trecho. É importante ressaltar que a jusante esta praia apresenta um espigão costeiro de origem antrópica, com 572 metros de extensão e 8 metros de altura, que vai do pós-praia até a zona de arrebentação restringindo o transporte de sedimentos (**Figura**

33). FERREIRA (2018) e ALBUQUERQUE (2018) constataam incrementos no tamanho de grão desta praia em função desta construção que modifica a dinâmica e sedimentologia praial.

Figura 33. Praia da Ponta d'Areia.: espigão costeiro e campo de dunas.



Dos quilômetros 8 ao 9,5 (Praia de São Marcos ou Farol), mantem-se a tendência para frações de areia fina, embora ocorram delicadas variações em seu tamanho de phi ora mais altos (Φ 2,785), ora mais baixos (Φ 2,436). PEREIRA (*et al.*, 2014) e FRANCO (2018) explicam que o estirâncio desta e de muitas praias do município de São Luís apresentaram médias granulométricas em areia muito fina e areia fina, principalmente em função barreiras físicas (*trap*) como espigões naturais lateríticos que podem reter parte da deriva litorânea de sedimentos (**Figura 34**). No caso, da praia de São Marcos (Farol), o espigão natural que interage com a face praial, situado entre 8,5 e 9 km, é proveniente de erosões de rochas lateríticas da discordância entre base e topo da Formação Alcântara (FERREIRA, 2018).

Figura 34. Praia de São Marcos (Farol). Afloramentos lateríticos oriundos de eventos erosivos da discordância da Formação Alcântara.



Os quilômetros 10-13,5 (Calhau) se destacam pela presença de campos de dunas frontais bem desenvolvidos distribuídos ao longo de todo este setor (**Figura 35**). A homogeneidade em areias finas é amplamente observada quando a média de valores de phi varia em média 0,020 de um ponto amostrado para o outro. BRAGA (2007), em praias paraenses de macro-maré que também apresentam extensos campos dunares, esclarece que estas frações de grãos podem ser resultado do processo erosivo ocasionado por leques de lavagem da maré de sizígia que escarpam as bases dunares (**Figura 36**) ou podem ser oriundos do transporte de sedimentos devido à grande energia dos ventos, mais evidenciados durante no período seco, resultando na remoção de sedimentos em pontos conhecidos como *blowouts*. FRANCO (2018) faz menção a medidas mitigatórias utilizadas pelos bares para barrar o transporte eólico e a migração das dunas. A colocação de palhas palha de coqueiros evitaria o soterramento de bares presentes na orla e da Avenida Litorânea (**Figura 37**).

Figura 35. Campo de dunas e orla da Praia do Calhau. Visão da praia.



Figura 36. Duna da Praia do Calhau. Base escarpada e *blowout*.



Figura 37. Medida mitigatória para a contenção do transporte eólico com palhas na Praia do Calhau.



Os pontos de 14-17 km (Praia do Caolho) estão localizados próximo a desembocadura do Rio Pimenta que cruza a face praial transversalmente, e divide as praias do Caolho e Olho d'Água, em aproximadamente 450 m (**Figura 38**). Segundo (FRANCO,2018) esta interação promove a formação de calhas de maré paralelas a linha de costa. A extensão destas feições litorâneas está sujeita a vazão do rio, sendo maiores nos meses com maior precipitação (janeiro-julho). De acordo com PEREIRA *et al.* (2015) e FRANCO (2018), o Rio Pimenta atua na dinâmica praial fornecendo grande descarga sedimentar, mesmo não havendo uma caracterização mais aprofundada do que é despejado praias maranhenses e também saturando os sedimentos praias, tornando-os mais suscetíveis a erosão marinha e menos favoráveis ao transporte eólico, uma vez que as partículas se tornam mais coesas. BRAGA (2007) e SERPA (2008) relacionam a saturação da face praial com a pluviosidade e o aumento da vazão de corpos fluviais para praias no Pará e Rio Grande do Sul, respectivamente.

Figura 38. Desembocadura do Rio Pimenta que intercepta a face praial transversalmente na Praia do Caolho (FONTE: RAILLEN,2015).



Outra feição atuante neste setor são cascalhos, blocos e matacões lateríticos oriundos de eventos transgressivos e erosivos das Formações Itapecuru e Cujupe (CERVEIRA, 2018; ALBUQUERQUE, 2018). Similares aos *beachrocks* encontrados entre os 8,5 e 9 km (Praia do Farol), na praia do Caolho, 15-16 km, são responsáveis pela retenção de sedimentos na face praial no período de maior transporte eólico, atuando como uma *trap*. Nota-se que os menores valores de ϕ , $\Phi_{2,188}$ e $2,404$ foram encontrados neste trecho, respectivamente. Este incremento pode estar relacionado a estes agentes e feições (**Figura 39**).

Figura 39. . Praia do Caolho. *Beachrocks* e espigão natural oriundos de eventos erosivos da discordância da Formação Barreiras. Calhas de maré resultantes da interação morfodinâmica do Rio Pimenta com a face praial.



BORGES (2017), FERREIRA (2018) e ALBUQUERQUE (2018), no que lhes concerne, desenvolveram trabalhos para a praia do Caolho e Ponta d'Areia, respectivamente averiguando as características hidrodinâmicas locais. Segundo os autores, correntes de maré paralelas à costa se somam à corrente de deriva potencializando ou anulando o transporte longitudinal de sedimentos. Este fator é associado como de grande influência na mobilização de sedimentos na face praial. Portanto, é um agente fundamental para a remobilização e a sedimentologia destes ambientes e que também explicaria o comportamento observado.

Com classificação exclusivamente em areia fina, de 17,5-24,5 km (Praia do Olho d'Água) nota-se uma tênue inclinação para valores de phi menores. De 19,5 ($\Phi 2,372$) a 23,5 ($\Phi 2,914$) km, nota-se um comportamento ora decrescente e ora ascendente dos valores de phi com variações entre 0,300 a 0,600 pontos sugerindo que ainda há influência da descarga fluvial do Rio Pimenta, tal qual na praia do Caolho. BIRD (2008) propõe que em praias onde há descarga fluvial as granulometrias tendem a valores mais grossos. Contudo nestas duas praias, esta interação com o diâmetro médio dos grãos mais encorpado pode indicar que estes sedimentos foram transportados longitudinalmente. PEREIRA *et al.* (2015) desenvolveu um estudo voltado para a dispersão sedimentar oriunda das desembocaduras dos rios Calhau e Pimenta indicando que os sedimentos fluviais são carregados pela resultante da deriva litorânea sendo misturados com sedimentos eólicos e praias presentes na linha de costa atual. A **figura 40** permite melhor contextualizar a praia do Olho d'Água.

Figura 40. Face praial da Praia do Olho d'Água.



Entre 25-31 km (Praia do Meio) os sedimentos variaram suavemente entre 0,200 e 0,300 pontos com tendência para valores de phi maiores na direção NW entre os quilômetros 27 e 29 ($\Phi_{2,824}$ -2976, respectivamente). A predominância destes valores ressalta uma quantidade maior de sedimentos finos em relação aos pontos anteriores. Uma das possibilidades para a diminuição do tamanho destas partículas é que durante o período de estiagem, as variações no padrão de energia diminuem, ocasionando oscilações na distribuição dos sedimentos da região subaquosa e as frações finas, sobretudo na zona de espraiamento proporcionam acréscimo de sedimentos para a face praial. A diminuição do tamanho médio dos grãos também pode estar relacionada pelo distanciamento das desembocaduras do rio Pimenta, as quais se infere a associação de sedimentos de textura mais grossa das faixas litorâneas de 15-24,5km (Praias do Caolho e Olho d'Água). A presença de calhas de maré que funcionam como armadilhas sedimentares, aprisionando sedimentos finos também explicaria a diminuição neste setor. Outro ponto que pode estar relacionado a tendência sedimentar desta praia se deve a, extensão do pós-praia ao estirâncio, sobretudo quando há maior exposição na maré baixa, ampla circulação de veículos (**Figura 41**). PRISKIN (2003) e STEPHENSON (1999) para praias australianas constataram que a circulação de veículos automotores sob o substrato praial é um dos principais agentes responsáveis pela compactação desta praia. O autor infere que o intenso fluxo de automóveis faz com que os sedimentos deste setor sejam mais sujeitos a coesão pela

ação de ondas e marés. O resultado desta interação promove maior remoção sedimentar por estes agentes hidrodinâmicos e diminuição do transporte eólico, por conta da umidade.

Figura 41. Praia do Meio. Fluxo de veículos na face praial.



Entre as distâncias de 31,5-39,5 km (Praia do Araçagy), observa-se tendência para grãos levemente mais finos. A distância entre os valores de phi varia de 0,200 a 0,400 pontos. Nota-se ainda que no quilômetro 37,5 ($\Phi 3,041$) é onde está a maior concentração de areia muito fina. FRANCO (2018) com base em perfis praias classificam este trecho como do morfotipo *non-barreddissipative*. Além disso, tal qual as praias de São Marcos e Caolho, observa-se a presença de afloramentos lateríticos na face praial que funcionam como espigões costeiros e provavelmente influenciam a diminuição dos valores de phi ($\Phi 2,637$) nas adjacências do quilômetro 34,5 (**Figura 42**).

Figura 42. Praia do Araçagy. Circulação de veículos e afloramento laterítico na beirada da praia.
(FONTE: Raillen, 2018)



Tal qual a praia do Meio, este setor sofre pela intensa circulação de veículos. BOTÃO *et al.* (2017) indica que a presença de areia fina está relacionada a zona de estirâncio e areia muito fina em depósitos eólicos. Este mesmo autor relaciona a presença de automóveis a compactação praial causando também a mobilidade de areia sendo a face praial 6 vezes mais compactada do que o estirâncio, que por sua vez é cerca de 60 vezes mais compactado do que os depósitos eólicos. Os depósitos eólicos podem estar ligados a dunas estabilizadas pela vegetação também encontradas na região, embora menos expressivas do que na Praia do Calhau (Figura 43).

Figura 43. Praia do Araçagy. Dunas estabilizadas pela vegetação (FONTE: Raillen, 2018).



O setor entre 40-42 km (Praia do Mangue-Seco), encontra-se próximo à manguezais, que dão nome do local, contudo foi o que apresentou os menores valores phi, com tendência para areias mais grosseiras. Embora com comportamento similar aos demais trecho de linha de costa, com tendências para areia fina, pode ser observado no 40 km ($\Phi_{1,531}$), a presença de sedimentos de granulometria média. REBELO-MOCHEL (1995) e REBELO-MOCHEL *et al.* (2001) explicam que áreas de manguezal, adjacentes à Ilha do Maranhão são bastante comuns e que seus sedimentos são tipicamente compostos por frações mais finas (silte+argila). No entanto, o comportamento para a zona do estirâncio foi para frações mais grossas. Isto sinaliza a possível interação de alguns processos, tais como: remoção dos sedimentos finos por ação das ondas que favorece a formação de bancos arenosos na antepraia e também calhas de maré próximas à zona de espraiamento e no pós-praia em condições hidrodinâmicas favoráveis (MASSELINK & SHORT, 1993; FRANCO, 2018).; aumento do aporte de sedimentos fluviais que tendem a ter incremento granulométrico (PONTES & EL-ROBRINI, 1997; EL-ROBRINI, 2006) erosão das falésias das formações Barreiras, Itaperucu e Cujupe adjacentes à estas praias (RODRIGUES *et al.*, 1994; ALMEIDA, 2000; PEREIRA, 2006; SILVA, 2012) ou ainda podem estar relacionados a eventos de tempestade que promovem remobilização da face praial e alteram sua dinâmica trazendo sedimentos mais grosseiros pela deriva litorânea.

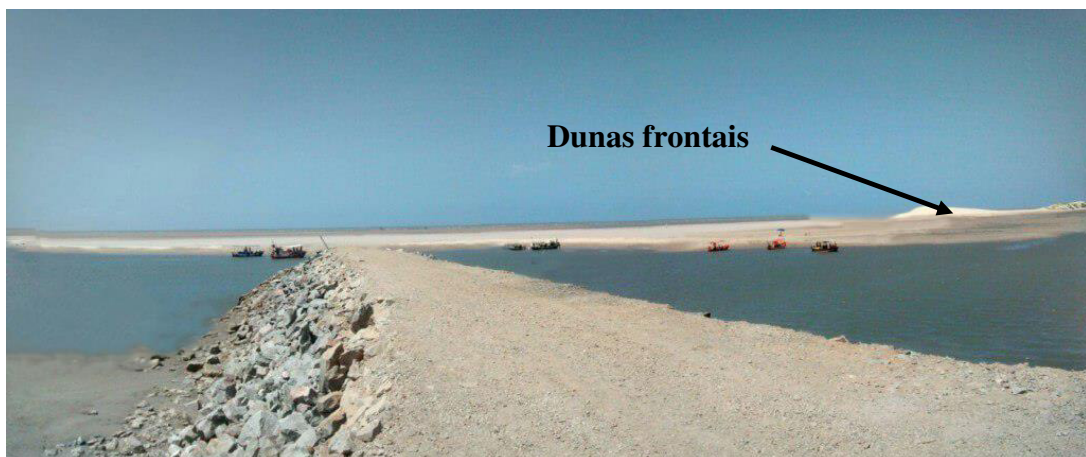
Já para os quilômetros 42,5-55,5 (Praia de Raposa) o comportamento dualístico é latente. A alternância entre areia fina e areia muito fina pode ser constantemente observada. Além disso, não existe uma tendência clara para este setor de modo geral. REBELO-MOCHEL (1995) e COSTA (2007) relacionam o aporte de sedimentos finos e porcentagem das frações granulométricas mais finas à manguezais, estuários e campos dunas adjacentes (**Figura 44**).

COSTA (2007) ainda demonstra através da identificação e distribuição da macrofauna bentônica desta região variações no aporte sedimentar. Segundo ela, no o período de estiagem, em que há menor presença de sedimentos, ocorre o aumento da diversidade das comunidades bentônicas, ao passo que no período chuvoso, a descarga estuarina se intensifica e a diversidade diminui. Por outro lado, SANTOS (2009) correlaciona a proeminência de sedimentos finos a morfologia de fundo às correntes de maré que provocam grande mobilidade do sedimento. Este autor também discorre à cerca da área de influência de um espigão costeiro, com extensão de aproximadamente 30 metros, situado entre 45-48 km, presente na região que altera a hidrodinâmica local favorecendo fontes de areias mais grossas, bem como áreas protegidas com deposição de material mais fino (**Figura 45**).

Figura 44. Manguezal adjacente à Praia de Raposa. (FONTE: PEREIRA, 2018)



Figura 45. Espigão Costeiro da Praia de Raposa. (FONTE: PEREIRA, 2018).



Entre 56,5-62,5 os km (Praia de Panaquatira) evidenciam um dos cenários mais complexos e influenciados diversos agentes. FRANCO (2018) classificou morfodinâmica desta praia como ultradissipativa e associa a presença de sedimentos finos, nos quilômetros 57 ($\Phi 3,045$), 61,5 ($\Phi 3,315$) e 62 ($\Phi 3,248$), a elevada descarga fluvial oriunda dos Rios Paciência e Itapecuru. Nota-se que no 62,5 km há presença de um sedimento mais grosseiro, classificado em areia média ($\Phi 1,788$). Nos entornos dos 59,5 – 60,5 km existem cordões lateríticos provenientes da Formação Açuí (SILVA, 2012) expostos na beirada da praia, além disso, neste setor existem Falésias da Formação Barreiras ainda ativas (**Figura 46**). Alguns autores discorrem sobre a relação destas feições e a relação com o tamanho de grão. RODRIGUES *et al.* (1994) descreve que o atrito entre as partículas mais grossas, como matacões, seixos e

grânulos presentes nos depósitos lateríticos, sujeitas às condições de alta energia, por exemplo, as marés de sizígia, variações climáticas e eventos de tempestade, poderiam disponibilizar materiais mais grosseiros para a face praial como defendido por BANDEIRA (2013). Já para ALMEIDA (2000), esta diminuição do tamanho de phi pode ser resultante de depósitos aluvionares e fluvio-marinhos originários de canais e submetidos à hidrodinâmica local. FRANCO (2018) também relaciona estas variações a orientação transversal a linha de costa dos depósitos lateríticos que influenciaria em processos paralelamente como calhas de maré e bancos arenosos.

Figura 46. Vista da praia de Panaquatira. Falésias ativas (a) conglomerado de rochas lateríticas na face praial (b) (FONTE: PEREIRA, 2018).



DESVIO PADRÃO (GRAU DE SELEÇÃO)

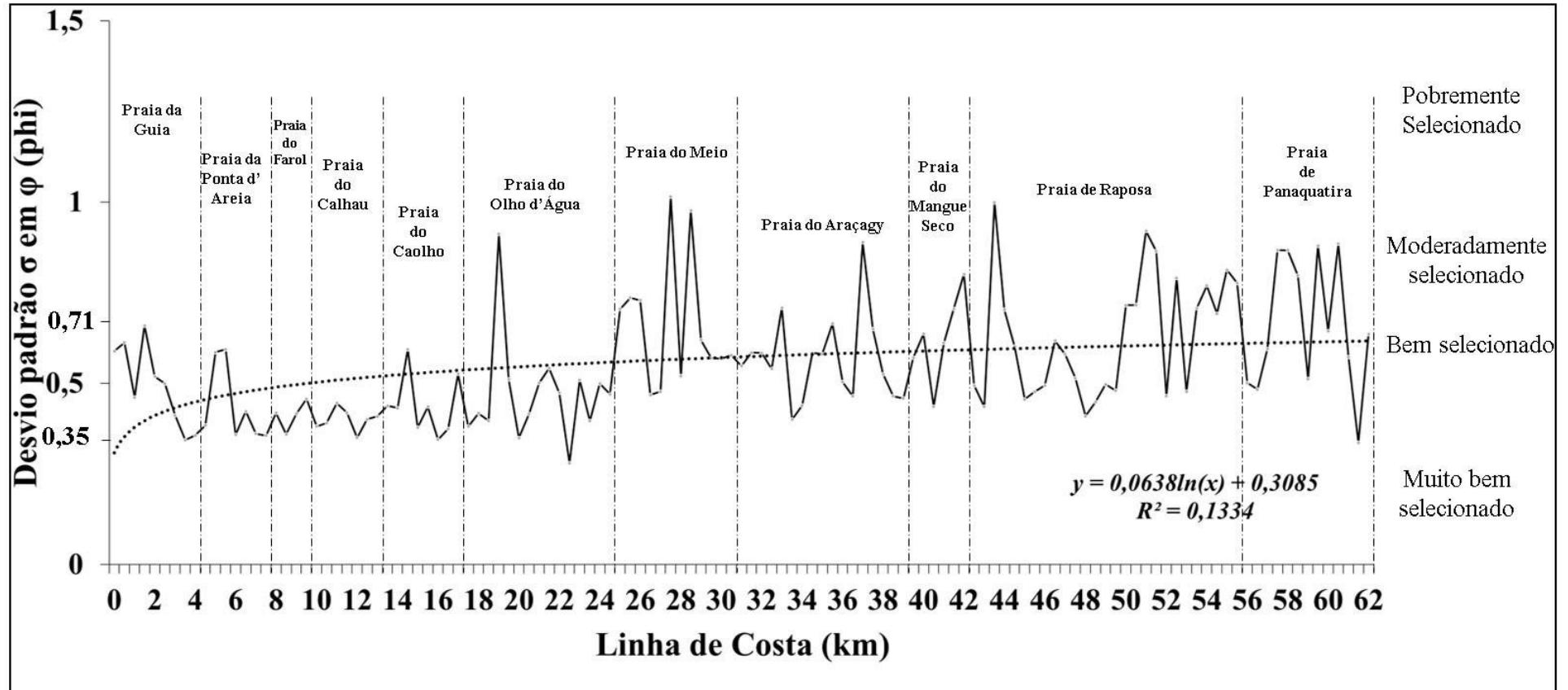
KOMAR (1977) diz que variações no grau de selecionamento de sedimentos estão intimamente relacionadas ao tamanho dos grãos no ambiente praial. Para SHORT (1991) o desvio padrão de praias arenosas tendem a variar em função da proximidade de áreas-fonte e pelo nível de retrabalhamento no ambiente deposicional.

A **figura 47** representa o comportamento das variações longitudinais observadas em relação ao grau de seleção em escada de phi para linha de costa da Ilha do Maranhão por quilômetros.

Embora o comportamento das praias da Ilha do Maranhão seja predominante de areias finas, o desvio padrão oscila constantemente entre moderadamente e muito bem selecionados. Ao olharmos para o primeiro trecho, Praia da Guia, é possível observar o comportamento dualístico deste parâmetro. Entre 0-3 km há predominância em uma seleção moderada (σ_I 0,4611 -0,659) e entre 3,5- 4 km (σ_I 0,4117-0,3435, respectivamente) a variação abrupta tende para a melhora do desvio padrão. Deduz-se que isto possa ser causado pela proximidade de falésias ativas em erosão que fornecem sedimentos ao ambiente praial e misturam as partículas (GUERRA *et al.*, 2008). Outro indicativo destas alterações pode ser associado a presença de pulsos de sedimentos fluviais adentrando o ambiente praial que são influenciados pela sazonalidade da precipitação (PEREIRA *et al.*, 2015; LIMA *et al.*, 2017).

Entre 6-6,5 km (Ponta d'Areia) a piora no grau de seleção (σ_I 0,5859-0,5938, respectivamente) demonstram a influência do espigão antrópico. Este setor demonstra pontos ricos em minerais pesados, refletindo o elevado retrabalhamento da face praial e indicando os processos erosivos que eram frequentes antes desta obra de contenção. Isto também é um indicativo de que após a construção do espigão os sedimentos ainda não haviam entrado em equilíbrio com as condições hidrodinâmicas atuantes. Da mesma forma, nestes níveis são também encontrados resíduos de construção civil, provavelmente resultados das ações de remediação introduzidas por moradores locais como forma de contenção a erosão costeira (FERREIRA, 2018; ALBUQUERQUE, 2018).

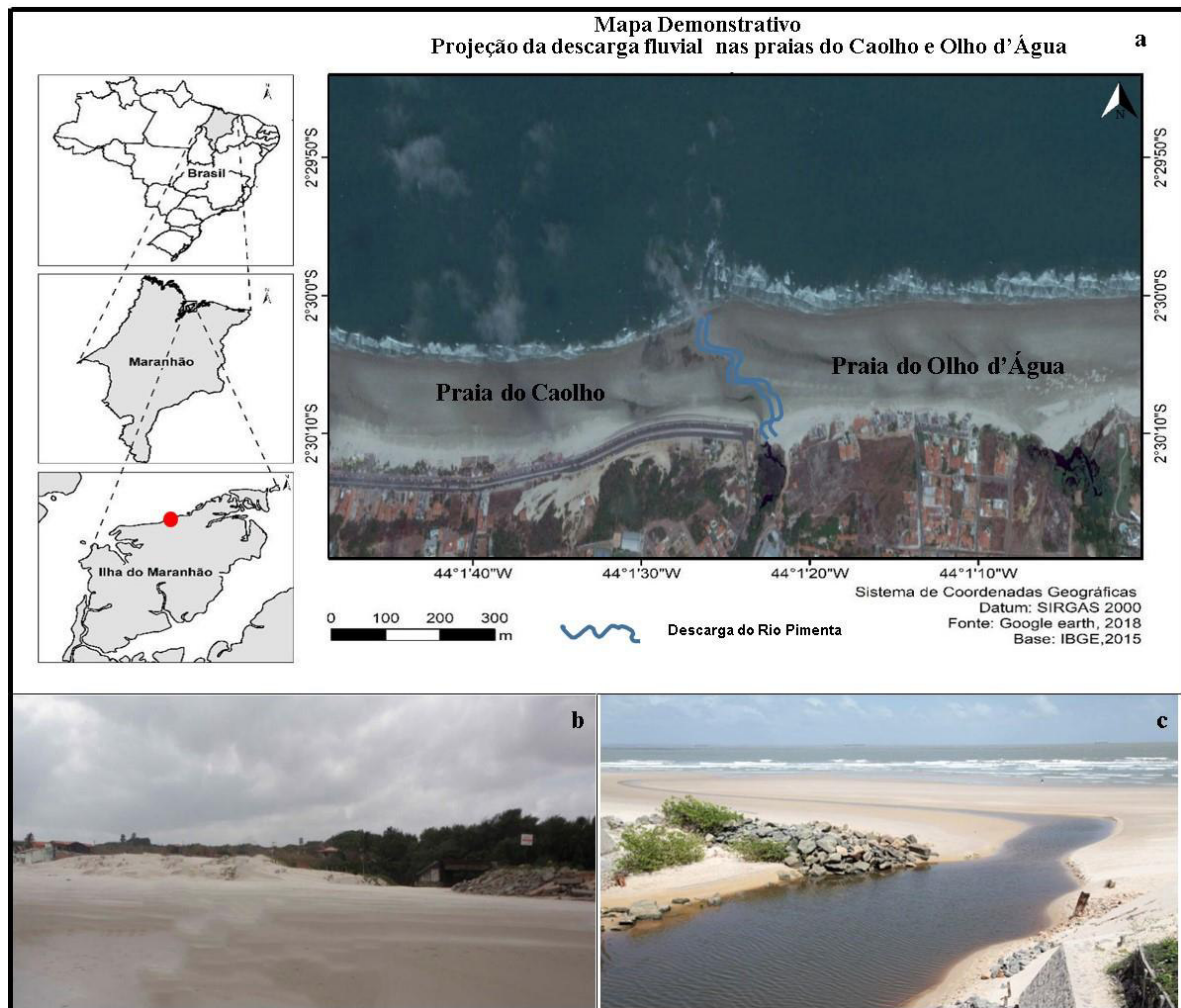
Figura 47. Variação do grau de seleção em escala phi longitudinalmente para as Praias da Ilha do Maranhão.



De 6,5 - 14 km, perpassando pelas praias de Ponta d'Areia, São Marcos (Farol), Calhau e um trecho da Praia do Caolho, observa-se pouca variação, aproximadamente de 0,200 pontos, em relação ao desvio padrão (σ_I 0,345-0,5937) entre bem e muito bem selecionadas. Nestes setores, para o retrabalhamento dos sedimentos praias um dos principais fatores a ser levado em consideração são os agentes de transporte (MASSELINK & HUGHES, 2003). A energia de onda tende a ser o principal agente transportador em praias arenosas (FIGUEIREDO & CALLIARI, 2006), no entanto o vento também desempenha um importante papel no que tange esta discussão, uma vez que promovem a depleção da face praial (HESP, 2006; TABAJARA & MARTINS, 2006). Todas estas praias apresentam campos de dunas, embora a praia do Calhau possua dunas frontais mais expressivas. Em 1996, FEITOSA verificou que durante o período seco (agosto-dezembro) os processos eólicos são mais intensos, portanto, a ação eólica contribui de maneira efetiva para remobilização dos sedimentos das fácies praias. Experimentos utilizando armadilhas eólicas a fim de investigar a dinâmica do transporte de sedimentos longo da Praia da Ponta d'Areia evidenciaram o poder de seleção dos ventos apresentando amostras bem e muito bem selecionadas resultantes da movimentação partículas sobretudo por saltação e rolamento (ALBUQUERQUE, 2018).

A partir de 14,5 a 24 km (Praias do Calhau e Olho d'Água), a seleção varia entre σ_I 0,2798 – 0,912, com valores de bem selecionado, muito bem selecionado (somente no quilômetro 23) e moderadamente selecionado. Estes comportamentos podem ser evidenciados, pois tais setores caracterizam um sistema deposicional fluvial (rio Pimenta) que interage com os ambientes praias do Caolho e Olho d'Água. Entre 15-16 km a influência dos afloramentos lateríticos representa a desfragmentação e retrabalhamento em ambiente praial horizontalmente. Estes pontos em específico apontam o comportamento das fontes sedimentares do interior da Ilha do Maranhão que aportam para as praias. Nestes sistemas o déficit de sedimentos é uma característica marcante, onde as areias, controladas pela deriva litorânea de sedimentos, transladam pelos sistemas praias. Desta forma, fontes adicionais oriundas dos sistemas fluviais tem papel fundamental no balanço sedimentar, modificando o comportamento da linha de costa. Localmente, tal carga sedimentar manifesta-se como uma projeção costeira (**Figura 48**).

Figura 48. Mapa demonstrativo da descarga fluvial do Rio Pimenta ao longo da linha de costa nas faces praias das praias do Caolho e Olho d'Água (a); desembocadura do rio no período seco e na maré baixa (b); e fluxo fluvial em direção ao ambiente marinho (c).



Para os quilômetros 25 a 31, observa-se tendência para piora no selecionamento com maior parte dos pontos observados em moderadamente selecionados. Isto fica mais evidenciado nos pontos 28-29km ($\sigma_{I1,015}$ - 0,9769, respectivamente) SCHLACHER & THOMPSON (2008) em praias australianas associam pioras no padrão de seleção à compactação do sedimento em função do fluxo de veículos, algo muito semelhante ao que acontece nas praias do Meio e Araçagy. Para praias Portuguesas, DIAS (2004) demonstra que o desvio padrão se relaciona com flutuações do nível energético do agente deposicional, e sua competência de classificar os materiais mobilizados. É notável neste setor que há baixa variação em relação ao tamanho médio de grão, no entanto, a compactação pode diminuir a interação energéticas do meio, sobretudo por agentes eólicos, não sendo retratadas no material acumulado, o que mostra 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. Outro ponto a ser levado em consideração, dá-se pelo fato de que nas adjacências desta praia, falésias da Formação Barreiras,

tipicamente conhecidas por piorarem o padrão de seleção da face praial incidente foram ocupadas para construção de estradas de acesso à praia (ROSSETTI, 2006).

Entre 31,5 – 39,5 km (Praia do Araçagy), o comportamento dualístico do grau de seleção teve variações um pouco mais sutis do que as da praia do Meio, porém ainda apresentou inclinação para sedimentos de seleção moderada. Os pontos 37,5 e 33,5 km refletem bem esta piora nos valores do desvio padrão (σ_I 0,888- 0,7082, respectivamente). BOTÃO (2018) tanto nos depósitos eólicos quanto no estirâncio encontrou valores moderadamente selecionados. Segundo o autor, a interação entre as interfaces de sedimentos eólicos/praias apresenta piora no selecionamento como um dos efeitos da compactação das matrizes sedimentares ocasionada pelo trânsito intenso de veículos. Além disso, estes valores do desvio padrão indicam propensões erosivas/depositacionais de ambientes praias, uma vez que a compactação pode estar associada ao déficit de sedimentos eólicos promovido pelo efeito de coesão entre as partículas dificultando a ação de transporte do vento.

No trecho de 40-42 km, Praia do Mangue-Seco, somente uma das amostras se situou em bem selecionada (41 km, σ_I 0,436), todas as demais tenderam para grau de selecionamento moderado. FIGUEIREDO & CALLIARI (2006) demonstram que em praias arenosas adjacentes à Laguna dos Patos em RS pioras no desvio padrão estão associadas a misturas entre areia fina, muito fina e média. REBELO-MOCHEL *et al.* (2001), em sua caracterização sobre a distribuição dos manguezais maranhenses, discorre brevemente sobre o Mangue-Seco, sugerindo que nesta localidade o balanço sedimentar entre o sistema praia/manguezal é influenciado pelas condições de maré havendo descarga de sedimentos mais finos. A erosão de falésias também direcionaria mais grosseiros aos sedimentos ao ambiente praial (RODRIGUES *et al.*, 1994; ALMEIDA, 2000; PEREIRA, 2006; SILVA, 2012), bem como a presença de calhas de maré atuando como um anteparo para frações de areia fina e muito fina transportadas pelo vento e a atuação da deriva litorânea. Este complexo sistema deposicional, poderia ocasionar variações neste trecho.

Entre 42,5-55,5 km (Praia de Raposa), o comportamento dual observado para o tamanho médio de grão, é similar para o grau de seleção. Amostras antecedentes ao espigão, 44-45 km, da Raposa com maior grau de seleção (σ_I 0,6019-0,999), portanto seleção moderada, ao passo que entre 45,5-49 km, nas proximidades do espigão, grau de seleção sofre uma melhora, voltando a oscilar ora entre bem e moderadamente selecionado até o trecho de 55,5 km. FIGUEIREDO & CALLIARI (2006) entre as a Praia do Cassino (subsequente ao molhe) do Mar Grosso (antecedente ao molhe), no Rio Grande do Sul evidenciam a atuação de uma

estrutura de contenção costeira conhecida como molhe e de atuação similar a um espigão. Segundos os autores, esta estrutura pode estar associada às variações do grau de seleção, uma vez que sua atuação promove o aprisionamento areias finas e muito finas promovendo piora deste parâmetro, tal qual observado nas praias de Ponta d'Areia e Raposa. Assim como a praia do Mangue-Seco, a presença de manguezais também pode ser fonte de influência para variações no grau de seleção, uma vez que estes ambientes fornecem sedimentos mais finos para esta praia (COSTA, 2007) que se misturam aos depósitos eólicos provenientes dos campos de dunas.

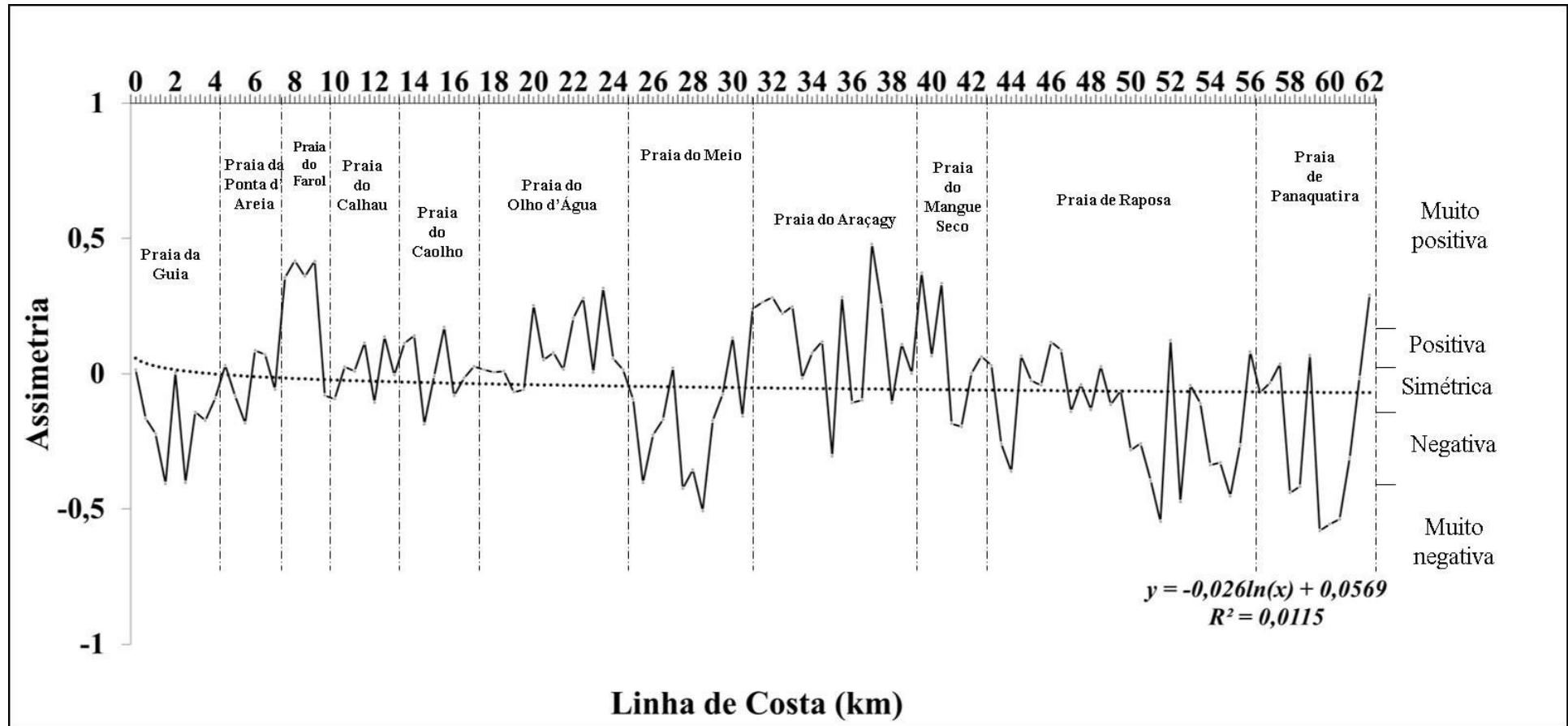
Para os 56,5 -62,5 km (Praia de Panaquatira), apenas duas amostras apresentaram grau de seleção entre bem (57 km, σ_I 0,4833) e muito bem (62 km, σ_I 0,3364) selecionadas. A maior tendência para o desvio padrão foi de amostras moderadamente selecionadas. Entre 58-61,5 km, a presença de enrocamentos de rochas lateríticas no limite das falésias da formação Barreiras e Açuí (SILVA, 2012) é uma importante feição que rege este parâmetro. Para FRANCO (2018) e ALBUQUERQUE (2018), estas rochas têm origem no processo de erosão das falésias e agem tal qual um espigão costeiro, promovendo barramento do transporte de sedimento por correntes litorâneas, gerando progradação na linha de costa a direita e erosão na região a esquerda desta feição. Outro agente importante para compreender a dinâmica do grau de seleção é a descarga fluvial que por meio de deposição de materiais aluvionares e fluvio-marinhos também estariam associados ao aumento dos valores do desvio padrão, portanto, piora do grau de seleção (ALMEIDA, 2000).

ASSIMETRIA

Um dos parâmetros mais suscetíveis é a assimetria, bastante responsivo a alterações nos valores modais de grãos sejam finos ou grossos. A dinâmica da assimetria é influenciada pela atuação das ondas, dos ventos e marés quando ocorre homogeneização dos sedimentos praias (BITTENCOURT *et al.*, 1992). Assimétrias positivas se aproximam de as partículas finas. Este sedimento característico é resultado da interação e reposta dos agentes modificadores da paisagem praial (PASSOS, 2004). Já em assimétrias negativas tende a ocorrer eventos erosivos. ROCHA-BARREIRA (2004) informa que padrões assimétricos podem ser associados a características ambientais refletindo as peculiaridades como topografia de fundo, intensidade de eventos de alta e de dissipação energia.

A **figura 49** representa o comportamento das variações longitudinais observadas em relação a assimetria para linha de costa da Ilha do Maranhão por quilômetros.

Figura 49. Variação da assimetria longitudinalmente para as Praias da Ilha do Maranhão.



De 0 a 4 km (Praia da Guia) apenas os trechos 0,5 e 2,5 km foram classificados em aproximadamente simétricos, os demais oscilaram entre negativos e muito negativos. DUANE (1964) em praias da Carolina do Norte explica que valores negativos em praias podem ser resultado de eventos erosivos. Como anteriormente mencionado, a proximidade a falésias ativas em erosão é de grande influência neste setor, sendo assim este parâmetro é um indicador da interação praial com estas formações. MARINO *et al.* (2013) usou a assimetria como parâmetro investigativo para praia de Sabiaguaba em Fortaleza. Os autores sugerem que variações de energia e de estágio de erosão estão fortemente relacionados à sazonalidade da região, uma vez que no período de estiagem ocorre o aumento da ação eólica e incidência de ondas resultando no rebaixamento e, conseqüentemente, maior inclinação da face praial. Deste modo, para a Praia da Guia, as chances de que episódios erosivos estejam associados é bem grande, já que assim como Fortaleza, a Ilha do Maranhão apresenta dois períodos climáticos (chuvoso e de estiagem) bem definidos.

Entre 4,5 – 7,5 km (Praia da Ponta d’Areia) a assimetria indicou a atuação do espigão costeiro, bem como os processos erosivos/deposicionais da região. Observa-se bimodalidade, com assimetria variando entre negativa a aproximadamente simétrica. Esta alternância remete peculiaridades de ambientes de transição, em que valores aproximadamente simétricos indicam equilíbrio entre erosão/deposição e o balanço sedimentar, ao passo que os valores negativos demonstram déficit de sedimentos. Trabalhos locais sugerem que a esquerda do espigão os processos erosivos são majoritariamente evidenciados ao passo que no lado direito ocorre a deposição (FERREIRA, 2018; ALBUQUERQUE, 2018). Os autores anteriormente citados e FRANCO (2018) associam a sazonalidade a morfologia dos perfis praias, dos quais foram utilizados perfis praias nos períodos de transição e estiagem que deixam a praia mais íngreme pelo maior campo de ação eólico associados a ondas e marés de sizígias havendo eventos erosivos que remobilizam a face praial, e depositam sedimentos em bancos nas áreas imersas. Já no período chuvoso a diminuição da ação dos ventos promove progradação praial e inclinação se torna mais suave. Outra associação feita para valores aproximadamente simétricos se dá ao fato de campos de dunas formados no pós-praia à direita do espigão e que contribuem como estoque de sedimentos da faixa praial.

Por outro lado, dos quilômetros 8 ao 9,5 (Praia de São Marcos ou Farol), as assimetrias positivas e da região indicam acumulação de sedimentos, corroborando com a presença e atuação dos espigões naturais lateríticos. As assimetrias aproximadamente simétricas indicam equilíbrio entre os fluxos erosivos neste setor praial. (ALBUQUERQUE, 2018; FERREIRA, 2018). Os dados ainda apontam que o material fino, proveniente em parte da deriva litorânea

acaba sendo capturado por estas feições. Não obstante, eventos erosivos durante condições adversas na área imersa também são uma possível explicação, uma vez que parte do material de fundo pode ter sido erodido por variações hidrodinâmicas sazonais, como marés de sizígia e serem depositados na face praial. Para as praias de Ponta d'Areia e de São Marcos (Farol), FERREIRA (2018) diz que a assimetria é bastante variável sendo aproximadamente simétrica, positiva e negativa devido presença de um espigão antrópico e outro espigão de formação natural, respectivamente, atuando em processos de deposição e progradação nos setores praiais.

Para os quilômetros 10-13,5 (Calhau), tal qual observado por BRAGA (2007) em praias do Pará, variações sutis entre a assimetria no comportamento aproximadamente simétrica/positiva são controladas pela intensidade da ação das ondas que depositam sedimentos oriundos de erosão dunar (**Figura 36**). FRANCO (2018) demonstra que os setores 4,5 km – 7,5 e 12 km possuem são aproximadamente simétricas por conta do balanço sedimentar (processos de deposição e erosão vigentes), além da presença do amplo estoque de sedimentos. ALBUQUERQUE (2018) discorre sobre praias arenosas maranhenses afirmando que estas possuem um amplo suprimento sedimentar geralmente ligado ao aporte de sedimentos pela deriva litorânea. Outro aspecto que influencia este parâmetro, porém de maneira minoritária, é a descarga fluvial do rio Calhau. LIMA *et al.* (2017) e PEREIRA *et al.* (2015), ressaltam que a interação entre sedimentos praiais e as desembocaduras dos rios Calhau e Pimenta (como seguem) possuem assimetrias variando entre muito positiva, positiva e aproximadamente simétrica por conta da remobilização dos sedimentos das formações Itapecuru e Alcântara provocados pela precipitação pluviométrica, pelo suprimento sedimentar da Formação Barreiras e a resultante líquida do transporte sedimentar longitudinal OSO.

Os pontos de 14-24,5 km (Praias do Caolho e Olho d'Água) demonstram comportamento similar em relação à assimetria. O ponto 15 km, é o único que apresentou assimetria negativa, provavelmente associado aos enrocamentos lateríticos que trapeiam o sedimento e atuam como os espigões costeiros e antrópicos encontrados nas Praias de Ponta d'Areia e do Farol (CERVEIRA, 2018; ALBUQUERQUE, 2018). Os demais pontos variam entre aproximadamente simétricos e positivos. Sabem-se que a desembocadura do Rio Pimenta é um dos principais agentes que influenciam estes setores praiais, sendo o marco divisório destes. Segundo FRIEDMAN (1967), praias próximas a rios tendem para assimetrias positivas por influência dos sedimentos fluviais quando há condições ambientais favoráveis para tal. No entanto, para estes dois setores, nota-se variações em relação este parâmetro. Isto pode indicar uma interação entre os processos de deposição fluvio-marinhos. Portanto, pode-se inferir que o valor negativo de assimetria para este setor pode estar relacionado também aos processos de

espraiamento, ao passo que as assimetrias aproximadamente simétricas refletem a influência do material proveniente dos pulsos de descarga do Rio Pimenta e a interação de sedimentos marinhos.

No trecho de 25-31 km (Praia do Meio), nota-se que a maioria das amostras se posicionou com assimetrias negativas e muito negativas. Embora em alguns pontos existam tímidas melhoras deste parâmetro, as tendências erosivas presentes neste setor são mais expressivas. Nota-se grande trânsito de veículos nesta praia e este pode ser um dos motivos para esta tendência erosiva. Para VIEIRA *et al.* (2014) a atividade antrópica e o trânsito veículos em ambientes praias são os grandes responsáveis por instabilidades na zona costeira, uma vez que promovem a compactação do solo deixando sedimentos mais suscetíveis ao transporte eólico e a erosão. Ainda segundo este autor, uma das consequências do tráfego de carros na beirada da praia seria avanço de sedimentos transportados pelo vento em direção ao continente por esta disponibilidade de partículas erodidas. Sabe-se que há calhas de maré neste setor, portanto este pode ser um dos agentes que influencia na piora das assimetrias. BRAGA (2007) em praias de macro-maré paraenses associa movimentos de *swash* e *backswash* de fluxo unidirecional à formação de bancos arenosos e calhas longitudinais nas praias. Como efeito destes processos, a assimetria tenderia para valores erosivos.

Os pontos de 31,5-39,5 km (Praia do Araçagy) se assemelham à Praia do Meio por também serem alvo do intenso fluxo de veículo sendo altamente compactados, conforme descrito por BOTÃO *et al.* (2017). No entanto, este parâmetro não apresentou tendências exclusivamente erosivas. A assimetria indica que este setor passa por variações energéticas resultando em processos de erosão/deposição e de balanço sedimentar. Alguns elementos afetam a variação da assimetria como dito por FRANCO (2018) que encontrou valores positivos de assimetria para a praia do Araçagy e segundo o autor, este setor praias apresenta padrão rítmico de distribuição, similar as praias da Ponta d'Areia, São Marcos (Farol) e Caolho, associado a presença de rochas lateríticas (origem no processo de erosão das falésias) na face praias que funcionam como espigões costeiros gerando progradação na região a direita e erosão na região a esquerda dos enrocamentos da face praias. Outra associação feita para modificações da assimetria neste trecho acontece através da presença de bancos e calhas transversais a linha de costa pertencentes a um sistema de crista e cava que estão associadas ao acúmulo de sedimentos finos.

Entre 40-42 km (Praia do Mangue-Seco) a assimetria se apresenta bastante variada, desde negativa a muito positiva. Esse parâmetro assinala um ambiente de energia intermediária

por conta da distribuição moderadamente selecionada dos sedimentos. A variação de energia moderada pode ser decorrente dos períodos de chuva e estiagem (REBELO-MOCHEL, 1995). Nota-se que a predominância assimétrica desta região está associada a assimetrias muito positivas indicando acumulação de sedimentos, o que corrobora com a presença formação de bancos arenosos na antepraia e também calhas de maré próximas à zona de espraiamento e no pós-praia. Parte deste material, inclusive integra o balanço entre os sedimentos praias/manguezal adjacentes à região (REBELO-MOCHEL *et al.*, 2001). ASP *et al.* (2012), em estuários amazônicos, evidencia que grande parte do material que assoreia ecossistema manguezal da região provém de depósitos sedimentares praias no entorno da região, similar ao que acontece nos arredores Mangue-Seco.

Entre 42,5-62,5 km (Praia de Raposa e de Panaquatira), o comportamento para as assimetrias segue a mesma tendência da praia do Meio, oscilando entre aproximadamente simétricas com predominância em muito negativas, desta forma exibindo uma tendência erosiva. Apenas os pontos 46,5, 52,5 km (Praia de Raposa) e 62,5 km (Panaquatira) apresentaram assimetria positiva, refletindo a energia no ambiente. Algumas feições corroboram com o efeito desta interação, por exemplo, para Praia de Raposa, a presença destas assimetrias pode estar relacionada às interferências do espigão antrópico ali presente. Além disso, a competência hidráulica das descargas fluviais somada a ação de ondas e marés da região pode provocar alterações nesse parâmetro. Para Panaquatira, a ação de cúspides praias resultantes da interação da deriva litorânea e ondas incidentes na praia (FRANCO, 2018), além de *mega ripples* e calhas transversais (EL-ROBRINI *et al.*, 2006) também modificariam o posicionamento deste parâmetro. Como visto em outros setores da linha de costa maranhense, tal qual nas praias do Caolho e Araçagy, *beachrocks* ou enrocamentos associados a falésias em estados erosivos ativos, também representariam um importante papel no barramento de sedimentos afetando a assimetria neste setor.

CURTOSE

A distribuição da curtose de amostras platicúrticas indica ambientes deposicionais, as amostras leptocúrticas, indicam ambientes com predomínio de transporte (EMERY, 1978). As áreas de curtose mesocúrticas que indicam ambientes de transição e equilíbrio entre fluxos de transporte/deposição (DIAS, 2004). Curvas platicúrticas preconizam um espalhamento de sedimentos nas pontas da curva resultado da mistura de diferentes populações granulométricas (MARTINS, 2003). Já curvas leptocúrticas não possuem o mesmo espalhamento indicando

presença de sedimentos melhor selecionados de acordo com a competência do agente transportador (MACHADO 2010).

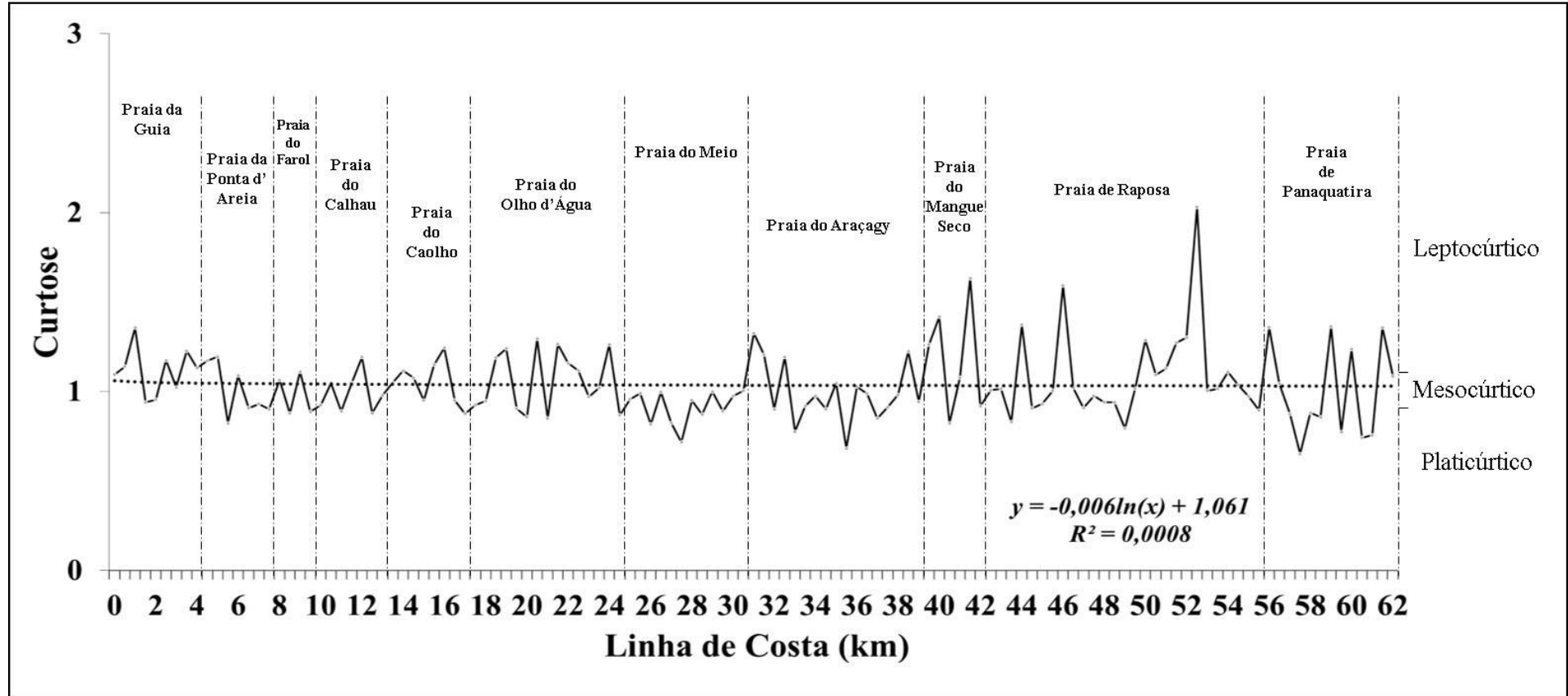
A **figura 50** representa o comportamento das variações longitudinais observadas em relação a curtose para linha de costa da Ilha do Maranhão por quilômetros.

Segundo MARTINS (1965), os sedimentos praias, em geral, possuem curvas leptocúrticas, enquanto que sedimentos eólicos, curvas mesocúrticas. De 0 a 4 km (Praia da Guia) revelou mistura de subpopulações sedimentares, visto que a bimodalidade entre classificações de curtose mesocúrticas e leptocúrticas quase que de forma rítmica. Nota-se ainda que nos pontos 1,5, 3 e 4 km, de areia muito fina, os quais tenderiam para sedimentos eólicos podem sugerir variação das condições energéticas, inicialmente com deposição e de material fino. Um comportamento semelhante deste parâmetro foi evidenciado por MARINO *et al.* (2013) em praias da região metropolitana de Fortaleza –CE.

CERVEIRA (2018) e ALBUQUERQUE (2018) caracterizam a geomorfologia dos setores praias maranhenses como praias anexadas (*mainland beach*) e esporão arenoso (*spits*). As praias no município de São Luís estão posicionadas sobre esporões arenosos nos limites de falésias das formações Itapecuru, Alcântara, Cujupe e Barreiras e as praias do município de Paço do Lumiar, São José de Ribamar e Raposa estão anexadas a falésias das formações Açuí, Itapecuru e Barreiras (SILVA, 2012). Variações observadas na curtose podem estar relacionadas ao pouco estoque sedimentar disponível para mobilização na face praias nas *mainland beaches* (CERVEIRA, 2018) e também ao amplo suprimento sedimentar, geralmente associado a um amplo transporte longitudinal da deriva litorânea para praias do tipo *spit* (ALBUQUERQUE, 2018).

Entre os trechos de 4,5-9,5 km (Praias de Ponta d' Areia e do Farol), observa-se um comportamento similar entre estes pontos. Existe uma cadência entre valores leptocúrticos que é interrompida por uma amostra platicúrtica nos pontos 6 km (Ponta d'Areia) e 9km (Farol). Segundo ALBUQUERQUE (2018) e FERREIRA (2018) as praias de Ponta d'Areia e do Farol (São Marcos), são classificadas quanto a sua morfologia como do tipo *spit*. Além disso, ambas apresentam estruturas que promovem aprisionamento de sedimentos. Para a Ponta d'Areia o espigão antrópico e para São Marcos espigão natural. Deste modo, a curtose em um primeiro momento para ambas demonstra curvas leptocúrticas indicando transporte e remobilização de sedimentos praias. Após isto, em alguns trechos em que a energia do ambiente diminui, ocorre deposição (curvas platicúrticas) seguidas do aumento energético promovendo balanço entre eventos de transporte/deposicionais (curvas mesocúrticas).

Figura 50. Variação da curtose longitudinalmente para as Praias da Ilha do Maranhão



Os pontos compreendidos entre 7-17 km (Praia do Calhau e Caolho) apresentaram semelhanças em relação aos valores encontrados para curtose. Ambas são caracterizadas como *mainland beaches* por sua localização nos limites das falésias das formações Itapecuru e Cajupe (ALBUQUERQUE, 2018; CERVEIRA, 2018; FRANCO, 2018). Vale lembrar que a praia do Calhau possui um extenso campo de dunas em sua extensão, bem como pequenos pulsos provenientes do rio Calhau e a Praia do Caolho está sujeita a variações hidrodinâmicas manifestadas por calhas de maré associadas a descarga fluvial do Rio Pimenta, além de um espigão natural. Embora haja oscilação nos valores de curtose, a classe mesocúrtica é a predominante em ambos os setores, ao passo que a proximidade entre as curvas platicúrticas e leptocúrticas sugerem que o sedimento está em um ambiente de alta energia e sendo depositado em outro lugar, por exemplo bancos arenosos na porção submersa praias (ALSHARHAN & EL-SAMMAK, 2004). PEREIRA *et al.* (2014) aponta redução nas frequências deste parâmetro quando a proveniência sedimentar cruza a face praias para a praia do Calhau ao passo que na praia do Caolho exposta aos enrocamentos lateríticos e a descarga do Rio Pimenta promovem sutis oscilações. Variações similares ao destes dois setores para a curtose foram observados por MACHADO (2010) para a linha de costa do Parque Nacional de Jurubatiba, RJ.

Para 7,5-24,5 km (Praia do Olho d'Água), nota-se amostras plati, meso e leptocúrticas. Estas duas últimas com maior expressividade. MOTA *et al.* (2018) em Arraial do Cabo – RJ, pode inferir tendências de transporte utilizando a curtose. O autor associa frações leptocúrticas a remoção ou a não deposição de sedimentos nos ambientes costeiros. MACHADO (2010) indica que de correntes de fundo e outras forçantes, como a descarga fluvial são uma das explicações para variações nestes padrões para curtose. Oscilações entre curtoses meso e leptocúrticas para praias arenosas de baixa declividade demonstram variações energéticas em no primeiro momento há menor ação dos agentes oceanográficos, conseqüentemente menor ação hidrodinâmica e a ação de ondas se condiciona quase que exclusivamente a ação das marés (OLIVEIRA *et al.*, 2012), o inverso disto, resultaria em tendência de curtoses migratórias para leptocúrticas (HORN FILHO, 2006). Deste modo, para a praia do Olho d'Água, este parâmetro reflete alterações ao longo deste setor possivelmente por variação na sazonalidade e interação dos agentes oceanográficos.

Para 25-39,5 km (Praia do Meio e Araçagy) houve predomínio entre valores plati e mesocúrticos, embora a praia do Araçagy também tenha apresentando pontos de frações leptocúrticas. Este trecho é amplamente influenciado pela circulação de veículos, fator que pode influenciar nas variações deste parâmetro. ANDERS & LEATHERMAN (1987) demonstram que a circulação de veículos nas praias pode influenciar a disponibilidade, compactação e

transporte de sedimentos promovendo um achatamento dos setores praias. DAVIES *et al.* (2016) para praias Australianas submetidas ao intenso tráfego de carros identificaram relações pertinentes entre estes eventos e a curtose. Segundo os autores, o fluxo constante do tráfego tornaria as partículas seriam mais suscetíveis aos processos *swash*, especialmente em condições de aumento de energia, e à atividade eólica, conseqüentemente, como resultante há uma migração líquida de sedimento para o mar. Os valores de curtose para a praia do Meio, embora o fluxo de veículos tende para amostras em transição de ciclos com maior espalhamento de partículas, provavelmente também pela associação deste setor a calhas de maré. Ao passo que para a praia do Araçagy, a presença de curvas leptocúrticas pode estar associado a presença de enrocamentos lateríticos. Vale lembrar também que estas praias se enquadram na classificação de *mainland beaches*, anexadas a falésias costeiras (CERVEIRA, 2018; ALBUQUERQUE, 2018).

Entre 42,5 e 56 km (Praia de Raposa) amostras mesocúrticas com tendências leptocúrticas foram predominantes. Este setor também se assemelha bastante à classificação de *spits* (CERVEIRA, 2018; ALBUQUERQUE, 2018). Como descrito por REBELO-MOCHEL (1995), REBELO-MOCHEL *et al.* (2001) e COSTA (2007), este setor é fortemente influenciado pela interação entre manguezais, descarga fluvial e ação eólica. Além disso, o espigão costeiro ali presente também apresenta influência na disponibilidade de transporte sedimentar (SANTOS, 2009). Observa-se que as curvas de curtose tendem para ora transporte, ora equilíbrio. FIGUEIREDO & CALLIARI (2006) para praias do Rio Grande do Sul relacionam variações na hidrodinâmica marinha que ao ser interceptada pela descarga fluvial ocasionam mudanças no comportamento da curtose. Os autores também relacionam variações deste parâmetro a distância das praias em relação aos molhes rio grandenses, estruturas de contenção costeira similares à espigões. Praias antecedentes a estrutura tendem para curvas plati e mesocúrticas, indicando que há maiores inclinações para deposição, ao passo que se aproximam desta estrutura, os sedimentos se tornam mais vulneráveis ao transporte assumindo curvas meso e leptocúrticas. MARINO *et al.* (2013) utilizaram a curtose como indicador de alteração energética entre deposição/transporte associada ao regime climático para praias em Fortaleza. A grande variação deste parâmetro nas praias cearenses foi explicada por variações entre os períodos de chuva e estiagem. Uma analogia a estes casos pode ser feita para a praia de Raposa que apresenta elementos semelhantes, acreditando-se que o comportamento da curtose varie principalmente por estas circunstâncias.

Entre 56,5 – 62,5 km (Praia de Panaquatira) as curtoses oscilaram entre leptocúrticas, com pouca influência de curvas mesocúrticas. Geomorfológicamente, este setor é

caracterizado como tipo *spit* (CERVEIRA, 2018; ALBUQUERQUE, 2018), sendo assim apresenta sedimentos disponíveis ao transporte, apresentando tendências leptocúrticas. Além disso, as falésias presentes neste setor fornecem sedimentos para o ambiente praiial ao ser erodida pela ação de onda e marés, sobretudo na sizígia associadas a presença de cúspides praiiais provocadas pela interação da deriva litorânea e ondas incidentes na praiial promoveriam eventos erosivos, que por sua vez corroboram com a ideia de tal comportamento para curtose (BANDEIRA, 2013). Por outro lado, curvas meso e platicúrticas estariam associadas aos pulsos fluvio-marinhos em condições de menor energia, além de *beachrocks* que barrariam o transporte sedimentar (ALMEIDA, 2000; FRANCO, 2018)

6. CONCLUSÃO

Este estudo foi o primeiro a abranger em tais parâmetros estatísticos para as faces praiiais das matrizes sedimentares da Ilha do Maranhão. Com base na análise granulométrica das 125 amostras superficiais de sedimentos do estirâncio, pode-se constatar que ao longo dos cerca de 62,5 quilômetros de praia o comportamento dos sedimentos que compõem as praias da Ilha do Maranhão.

Os sedimentos que compõem as praias da Ilha do Maranhão apresentaram as frações de areia média, fina e muito fina (Φ 1,531 a 3,469) variando entre pobremente, moderadamente, bem e muito bem selecionadas (σ I 0,2798 a 1,015), com curvas aproximadamente simétricas, positiva, negativas muito positivas e muito negativas (SKI -0,581 a 0,4795) de afilamentos leptocúrtico, mesocúrtico e platicúrtico (KG 0,6521 a 2,032). Estas características sedimentológicas refletem as interações inerentes de cada trecho da praia com agentes modificadores destes setores ora mais propensos a agentes naturais e ora a agentes antrópicos.

Para os parâmetros observados, a variação nos valores da assimetria indica tendências erosivas e deposicionais associadas a fontes sedimentares distintas. A presença de espigões costeiros (naturais e antrópicos), enrocamentos lateríticos e calhas de maré conduziram a energia destes ambientes propiciando ciclos de erosão, deposição e balanço sedimentar. A ampla distribuição do percentual de curtose (leptocúrtico, mesocúrtico e platicúrtico) identifica padrões de interação diferenciados entre áreas-fonte e a geomorfologia local estando associado à mistura de subpopulações sedimentares. Além disso, variações nos processos energéticos de transporte das partículas da área-fonte para a praia podem ser responsáveis pela alteração de suas características originais. O desvio padrão demonstrou a competência dos agentes modificadores da dinâmica praiial, ora mais atuantes e ora sujeitos às intervenções antrópicas.

Ao passo que o diâmetro médio do grão trouxe informações acerca do transporte longitudinal de sedimentos, altamente influenciados pelas correntes de deriva litorânea, pista de ação eólica, bem como, a exposição dos setores praias.

As barreiras costeiras têm grande influência nos setores praias da Ilha do Maranhão indicando características erosivas em setores com pouca quantidade sedimentos disponíveis para remobilização pelas ondas e ausência de dunas frontais.

Os afloramentos lateríticos presentes nos ambientes praias da Ilha do Maranhão alteram a hidrodinâmica local e modelam a linha de costa atual agindo como armadilhas (*traps*) sedimentares para as praias estudadas.

De modo geral, os parâmetros estatísticos se mostraram uma ferramenta importante para a compreensão da interação entre o regime energético (ação de ondas e marés), posição da linha de costa, regime climático, transporte eólico, condições do suprimento sedimentar, geomorfologia antecedentes e posição dos setores praias em relação à áreas-fonte no que tange o ativo e constante retrabalhamento de sedimentos praias.

Os processos descritos ao longo das praias estudadas estão suscetíveis a fatores antrópicos e naturais. Recomenda-se um monitoramento contínuo para se obter uma melhor compreensão da dinâmica costeira da área em médio e longo prazo, além de uma análise da evolução da linha de costa.

Os dados obtidos neste estudo reforçam a importância de monitoramentos que busquem entender a dinâmica sedimentar nos setores praias, deste modo remetendo como subsídios para o gerenciamento costeiro, ampliação e elaboração de técnicas de manejo para Ilha do Maranhão, além de melhoria na gestão destes ambientes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, S.S. 2018. **Estratigrafia e Evolução do Esporão Arenoso Da Ponta Da Areia, São Luís -MA**. Dissertação De Mestrado, Universidade Federal Do Maranhão, Programa De Pós-Graduação Em Oceanografia.116p.

ALMEIDA, H. G. (ORG.). 2000. **Programa Levantamentos Geológicos Básicos Do Brasil**. São Luís SW/NW, Folhas Sa.23-V E Sa.23-Y. Estados Do Pará E Maranhão. Escala 1:50 0.000. Brasília: CPRM.

- ALSHARHAN, A S., EL-SAMMAK, A. A. 2004. **Grain-Size Analysis and Characterization of Sedimentary Environments of the United Arab Emirates Coastal Area**. Journal of Coastal Research: Volume 20, Issue 2, 464 – 477p.
- ANDERS, F. J., & LEATHERMAN, S. P. 1987. **Disturbance of Beach Sediment by Off-Road Vehicles**. Environmental Geology and Water Sciences, 9(3), 183–189. DOI:10.1007/Bf02449950
- ANTHONY, E. J., & ORFORD, J. D. 2002. **Between Wave-And Tide-Dominated Coasts: The Middle Ground Revisited**. Journal of Coastal Research, 36, 8-15.
- ASP, N.E.; SCHETTINI, C.A.F.; SIEGLE, E.; DA SILVA, M.S.; DE BRITO, R.N.R. 2012. **The Dynamics of a Frictionally- Dominated Amazonian Estuary**. Brazilian Journal of Oceanography, V. 60, N. 3, P. 391–403.
- BANDEIRA, I. C. N. 2013. **Geodiversidade Do Estado Do Maranhão**. P. 294.
- BATISTA NETO, J.A.; PONZI, V.R.A; SICHEL, S. E. 2004. **Introdução à Geologia Marinha**. Rio De Janeiro: Interciência.
- BIGARELLA J. J., FREIRE S. S., SALAMUNI R., VIANA R. 1966. **Contribuição Ao Estudo Dos Sedimentos Praias Recentes, Ii Praias De Matinhos E Caiobá**. Bol. Univ. Fed. Par. Geog. Fís., Curitiba, N.6. 109p.
- BIRD, E. 2008. **Coastal Geomorphology: An Introduction**. 2nd Edition, Wiley, Chichester
- BITTENCOURT, A. C. S. P. 1992. **A Questão Da Predominância Ou Não De Valores Negativos De Assimetria Das Distribuições Granulométricas Para Os Depósitos Da Face Da Praia – Uma Polêmica Revisitada**. Revista Brasileira De Geociências, V.22 N.1, P.107-11.
- BITTENCOURT, A.C DA S.; DOMINGUEZ, J. M. L.; MOITA FILHO, O. 1990. **Variações Texturais Induzidas Pelo Vento Nos Sedimentos Da Face Da Praia De Atalaia, Piauí**. Revista Brasileira De Geociências, 20 (1-4): 201-207.
- BORGES, K. K; FRANCO, B. J; LIMA, L. G; FERREIRA, M. S; MENESES, E. F. DE; SILVA, T. B. DA; PEREIRA, D. M; DIAS CARVALHO, A. P; PEREIRA, V. V. 2017. **CARACTERIZAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE SEDIMENTOS TRANSPORTADOS NA ZONA DE SURFE NA PRAIA DO CAOLHO, SÃO LUÍS**. In: Anais Do XXIX Semana Nacional De Oceanografia. Anais...São Luís (MA) UFMA, 2017.

Disponível em: <<https://www.even3.com.br/anais/sno2017/55070-caracterizacao-da-concentracao-de-sedimentos-transportados-na-zona-de-surfe-na-praia-do-caolho-sao-luis>>

BOTÃO, J. DA C.; PEDROSA, I. F.; FERREIRA, M. S.; LIMA, L. G. DE; FREITAS, C. T. DE; ZANONI, M. F.; PIRES, M. L. T.; MOREIRA, V. M. O. **IMPACTO DA CIRCULAÇÃO DE VEÍCULOS NA PRAIA DO ARAÇAGI EM SÃO JOSÉ DE RIBAMAR, MARANHÃO - BRASIL**. In: Anais Do XXIX Semana Nacional De Oceanografia. Anais. São Luís (MA) UFMA, 2017. Disponível em: <<https://www.even3.com.br/anais/sno2017/53628-oimpacto-da-circulacao-de-veiculos-na-praia-do-aracagi-emsao-jose-de-ribamar-maranhao---brasil>>.

BRAGA, F.P.S. 2007. **Morfologia E Sedimentologia Da Praia De Macromaré De Ajuruteua, Pará: Um Estudo Para Definição De Índices De Sensibilidade Ambiental Ao Derramamento De Óleo**. Belém, 116p. Dissertação De Mestrado, Programa De Pósgraduação Em Geologia E Geoquímica, Instituto De Geociências, Universidade Federal Do Pará.

BRASIL. CONSTITUIÇÃO. 1988. **LEI 7.661, DE 16 DE MAIO DE 1988**. Institui O Plano Nacional De Gerenciamento Costeiro E Dá Outras Providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l7661.htm>

BRIGGS, D. 1977. **Sediments**. Fakenham, Norkfolk: Fakenham Press Limited. 192p

BROWN, A.C. & MCLACHLAN, A. 1990. **Ecology of Sandy Shores**. Amsterdam, Elsevier, 327p.

CAMARGO, M. G. 2006. **SYSGRAN: Um Sistema De Código Aberto Para Análises Granulométricas Do Sedimento**. Revista Brasileira De Geociências: 345-352.

CERVEIRA, G. S. 2018. **Origem E Evolução Da Lagoa Da Jansen**. Departamento De Oceanografia E Limnologia, Universidade Federal Do Maranhão- UFMA, Trabalho De Conclusão Do Curso De Oceanografia. 58p.

CLARK, J. R. 1996. **Coastal Zone Management Handbook**. Crc Press, 694p. Boca Raton. (ISBN: 1566700922).

COCO, G., HUNTLEY, D.A., O'HARE, T.J., 2000. **Investigation of A Selforganization Model for Beach Cusp Formation and Development**. J. Geophys. Res. 105 (C9), 21991 – 22002.

- CORREA, S. M. B. B. 2003. **Probabilidade E Estatística**. / – 2ª Ed. - Belo Horizonte: Puc Minas Virtual, 116p.,
- COSTA, C. M. C. 2007. **Distribuição Espacial E Temporal Do Macrozoobentos De Habitats Entremarés Do Canal Da Raposa, Baía De São Marcos, Maranhão, Brasil**. 99 F. Dissertação (Mestrado Em Biodiversidade Conservação/Ccbs) - Universidade Federal Do Maranhão, São Luís, 2007.
- DAVIES, J.L. 1964. **A Morphogenic Approach to World Shorelines**. Zeitschrift Fur Geomorphology, 8, Mortensen Sonderheft, Pp. 127-142.
- DAVIES, R., SPELDEWINDE, P. C. STEWART, B. A. 2016. **Low Level Off-Road Vehicle (Orv) Traffic Negatively Impacts Macroinvertebrate Assemblages at Sandy Beaches in South-Western Australia**. Scientific Reports. 6. 24899. 10.1038/Srep24899.
- DAVIS JR., R.A. & FITZGERALD, D.M. 2004. **Beaches and Coasts**. 1ª Ed. _Blackwell Publishin, G 419p.
- DAVIS, R.A. & HAYES, M.O., 1984. **What Is a Wave Dominated Coast?** Marine Geology, 60, 313-329.
- DIAS, J.M.A. 2004. **A Análise Sedimentar E O Conhecimento Dos Sistemas Marinhos (Uma Introdução À Oceanografia Geológica)**. E-Book Disponível Em: <http://w3.ualg.pt/~jdias/jad/eb_sediment.html>
- DUANE, D.B. 196) - **Significance of Skewness in Recent Sediments, Western Pamlico Sound, North Carolina**. Journal of Sedimentary Petrology, 34(4):864-874.
- ELFRINK, B., BALDOCK, T.E., 2002. **Hydrodynamics and Sediment Transport in The Swash Zone: A Review and Perspectives**. Coastal Engineering 45, 149–167.
- EL-ROBRINI, M.; SILVA, M. M. DA; EL-ROBRINI, M. H.; FEITOSA, A. C.; TAROUCO, J. E. F.; SANTOS, J. H. S. DOS & VIANA, J R. 2006. MARANHÃO. In: Dieter, M. (Org). **Erosão E Progradação Do Litoral Brasileiro**. Brasília: Ministério Do Meio Ambiente / Secretaria De Qualidade Ambiental Nos Assentamentos Humanos, P. 87-130.
- FEITOSA, A.C., 1989. **Evolução Morfogenética Do Litoral Norte Da Ilha Do Maranhão**. Rio Claro, Unesp: 210p. Dissertação De Mestrado.

FENSTER, M. S., DOLAN, R., & SMITH, J. J. 2016. **Grain-Size Distributions and Coastal Morphodynamics Along the Southern Maryland and Virginia Barrier Islands.** Sedimentology.

FERREIRA, M.S.2018. **Morfodinâmica Da Praia Da Ponta D'areia, São Luís-MA.** Departamento De Oceanografia E Limnologia, Universidade Federal Do Maranhão- UFMA, Trabalho De Conclusão Do Curso De Oceanografia. 83p.

FIGUEIREDO, S. A.; CALLIARI, L. J. 2006. **Sedimentologia E Suas Implicações Na Morfodinâmica Das Praias Adjacentes Às Desembocaduras Do Rio Grande Do Sul.** Gravel (Porto Alegre), V. 4, P. 73-87.

FIGUEIREDO, S. A.; COWELL, P.J.; SHORT, A.D. 2007. **Inttermitent Beach Discharge to The Surfzone: Modes and Geomorphological Implications.** Journal of Coastal Research, V. Si 50, P. 610-614.

FOLK, R.L. & WARD. W.C. 1957, **Brazos River Bar: Study and Significance of Grain Size Parameters.** Journal Of Sedimentary Petrology. Pp 27: 03-26.

FRANCO, J. B.2018. **Caracterização Morfodinâmica Das Praias Oceânicas Da Ilha Do Maranhão.** Departamento De Oceanografia E Limnologia, Universidade Federal Do Maranhão- UFMA, Trabalho De Conclusão Do Curso De Oceanografia. 58p.

FRIEDMAN, G. M.1967. **Dynamic Processes and Statistical Parameters Compared for Size Frequency Distribution of Beach and River Sands.** Journal of Sedimentary Petrology, 37(2): 327-354.

GUERRA, A., RODRIGUES, J. F. B., FULLEN, M. 2008. **Urban Gullies in São Luis City, Maranhão State, Brazil.** 58-59.

HESP, P. 2005. **Flow Reversal and Dynamics of Foredunes and Climbing Dunes On a Leeward East Coast, New Zealand.** Zeit Fur Geomorph Suppl 141:123–134

HESP, P. 2006. **Sand Beach Ridges: Definition and Re-Definition.** J Coast Res Si 39:72–75.

HORN FILHO, NO. 2006. **Granulometria Das Praias Arenosas Da Ilha De Santa Catarina, SC.** Gravel, 4:1-21.

INMET. 2018. **INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA.** DISPONÍVEL EM: <[HTTP://WWW.INMET.GOV.BR/PORTAL/INDEX.PHP?R=BDMEP/BDMEP](http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?R=BDMEP/BDMEP)>.

KOMAR, P. D. **Selective Longshore Transport Rates of Different Grain-Size Fractions Within a Beach.** Journal of Sedimentary Petrology. V. 47, 1977.

KOMAR, P.D. 1998. **Beach Processes and Sedimentation.** Englewood Cliffs, Nova Jersey: Prentice-Hall, 544p.

KRUMBEIN, W. C. 1934. **Size Frequency Distributions of Sediments.** Journal Of Sedimentary Petrology, 4: 65-77.

LIMA, L. G. DE, DE OLIVEIRA, L. S.; COELHO, B.M.S.; MORENO T. G. **O Papel Das Desembocaduras Fluviais Na Dinâmica Sedimentar Da Orla Oceânica De São Luiz - MA.** In: Anais Do XXIX Semana Nacional De Oceanografia. Anais. São Luís (MA) UFMA, 2017. Disponível em: <<https://www.even3.com.br/anais/sno2017/55071-o-papel-dasdesembocaduras-fluviais-na-dinamica-sedimentar-da-orlaoceanica-de-sao-luiz---ma>>

LYNETT, PATRICK & WU, TSO-REN & LIU, PHILIP. 2002. **Modeling Wave Runup with Depth-Integrated Equations.** Coastal Engineering. 89-107. 10.1016/S0378-3839(02)00043-1.

MACHADO, G. M. V. 2010. **Análise Morfossedimentar Da Praia, Antepraia E Plataforma Continental Interna Da Linha De Costa Do Parque Nacional De Jurubatiba - Rio De Janeiro.** Quaternary and Environmental Geosciences, V. 01, P. 01-17.

MADSEN, P.A., SORENSEN, O.R., SCHAFFER, H.A., 1997. **Surf Zone Dynamics Simulated by A Boussinesq-Type Model: Part I. Model Description and Cross-Shore Motion of Regular Waves.** Coast. Eng. 32, 255 – 287.

MARINO, M. T. R. D.; FREIRE, G. S. S.; HORN FILHO, N. O. 2013. **Variações Granulométricas Ao Longo Da Costa Da Região Metropolitana De Fortaleza, Ceará, Brasil.** Revista Da Gestão Costeira Integrada, V. 13, P. 267-282.

MARTINS, L.R. **Significance of Skewness and Kurtosis in Environmental Interpretation.** 1965. Journal Of Sedimentary Petrology, 35 (1): 768-770P.

MASSELINK G, SHORT A.D. 1993. **The Effect of Tide Range On Beach Morphodynamics and Morphology: A Conceptual Beach Model.** J Coast Res 9:785–800.

MASSELINK, G & HUGHES. 2003. **INTRODUCTION TO COASTAL PROCESSES AND GEOMORPHOLOGY.** Hodder Headline Group, London, Pg. 11-14.

- MASSELINK, G. & TURNER, I. **THE EFFECT OF TIDES ON BEACH MORPHODYNAMICS**. In Short, A.D. 1999. Handbook of Beach and Shoreface Morphodynamics. West Sussex, UK: Wiley, 379p.
- MENDES, A.C. & SILVA, M.S. & FARIA JR., L.E.C. 1997. **A Expansão Urbana E Seus Efeitos Danosos Ao Meio Ambiente Da Ilha Do Atalaia – Salinópolis/PA** In: Costa, M.L & Angélica R.S. (Ed). Contribuições à Geologia Da Amazônia. Belém, Finep/Sbg-No: 359-398p.
- MOTA, P. R.; NETTO, L. R.; BASTOS, E. B.; PEREIRA, T. G.; BULHOES, E. 2018. **Distribuição e Transporte de Sedimentos Costeiros. Exemplos Em Arraial Do Cabo, RJ**. Revista Brasileira De Geomorfologia, V. 19, P. 341-358.
- MUEHE, D.2001. **Geomorfologia Costeira**. In: Cunha, S.B. & Guerra, A.J.T (Org). Geomorfologia: Uma Atualização De Bases E Conceitos. 4ª Ed. Rio De Janeiro: Bertrand Brasil. Cap. 6, P. 253-308.
- MUEHE, D.2002. **Geomorfologia Costeira**. In: Cunha, S.B. & Guerra, A.J.T (Org). Geomorfologia: Exercícios, Técnicas E Aplicação. 2ª Ed. Rio De Janeiro: Bertrand Brasil. Cap. 6, P. 191-238.
- MUNSELL COLOR COMPANY I. 2009. **Geological Rock-Color Charts**. Baltimore, Maryland.
- NICHOLS, G. 2009. **Sedimentology and Stratigraphy**. 2ª ED. –UK: Jonh Wiley & Sons Ltd. 419p.
- NIMER, E. 1989. **Climatologia Do Brasil**. 2.ED. Rio De Janeiro: Fundação IBGE, 421p
- OLIVEIRA, U. R.; PARIZOTTO, B.; HORN FILHO, N. O.; BONETTI FILHO, JARBAS. 2012. **Setorização Morfossedimentar Das Praias Arenosas Da Ilha De Santa Catarina (SC) Utilizando Técnicas De Análise Multivariada**. Gravel (Porto Alegre), V. 10, P. 1-11.
- PARK, D. 1989. **Waves, Tides and Shallow Water Processes**. Reino Unido, The Open University, 227p.
- PASSOS, R.C.S. 2004. **Varição Morfotextural Da Praia De Camburi, Vitória – ES, Após Engordamento Artificial**. 90P., MONOGRAFIA DE GRADUAÇÃO, UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO, VITÓRIA, BRASIL.

PEREIRA, D. M.; MORENO, T. G.; GUIMARAES, W. B. D.; LIMA, L. G. 2014. **Avaliação Preliminar Da Proveniência Sedimentar Das Praias Oceânicas De São Luís-MA**. IN: XXVI Congresso Nacional De Oceanografia, Itajaí-SC.

PEREIRA, D. M.; MORENO, T. G.; LIMA, L. G.; SOUZA, L. J.; GUIMARAES, W. B. D.; BORGES, K. K.; FRANCO, B. J.; FERREIRA, M. S.; CERVEIRA, G. S.; PEREIRA, V. V. 2015. **Avaliação Morfoscópica De Desembocaduras Fluviais Nas Praias Do Calhau, Olho D'água E Marcela Em São Luís-MA**. In: XXVII Semana Nacional De Oceanografia, Belém, Pa.

PEREIRA, E. D. **Avaliação Da Vulnerabilidade Natural À Contaminação Do Solo E Aquífero Do Reservatório Batatã - São Luís (MA)**. 2006. XVIII, 141 F. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Instituto De Geociências E Ciências Exatas, 2006. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/102894>>.

PINHEIRO, C. U. B. 2016. **Matas Ciliares E Conservação Das Nascentes Dos Rios Anil, Bacanga E Tibiri, Na Ilha De São Luís, Maranhão**. Revista Brasileira De Geografia Física, V. 9, P. 1212-1222.

PONTES S. A. P. ET AL. 1987. **Avaliação Regional Do Setor Mineral - Maranhão**, Brasília: DNPM, 186P.

PRATA, P. M.; ALBINO, J. 2005. **Variação Das Diversas Frações Granulométricas Das Areias Da Praia De Camburi, Vitória - ES Após Engordamento Artificial**. IN: Anais Do X Congresso Da Abequa. V. 1.

PRESS, F.; SIEVER, R.; GROTZINGER, J.; JORDAN, T. H. 2008. **Para entender A Terra**. Ed. Bookman, Porto Alegre. 656p.

PRISKIN, J. 2003. **Physical Impacts of Four-Wheel Drive Related Tourism and Recreation in A Semi-Arid, Natural Coastal Environment**. Ocean & Coastal Management, Vol. 46, Pp. 127-155.

REBELO-MOCHEL, F. C. 1995. **Endofauna de Manguezais**. SÃO LUÍS: EDUFMA.

REBELO-MOCHEL, F.; CUTRIM, M. V. J.; FERREIRA-CORREIA, M. M.; IBAÑEZ, M. S. R.; AZEVEDO, A. C. G.; OLIVEIRA, V. M.; PESSOA, C. R. D.; MAIA, D. C.; SILVEIRA, P. C.; IBAÑEZ-ROJAS, M. O. A.; PACHECO, C. M.; COSTA, C. F. M.; SILVA, L. M. & PUISECK, A. M. B. 2001. **Degradação Dos Manguezais Na Ilha De São Luís (Ma)**:

Processos Naturais E Impactos Antrópicos. In: Prost, M. T. & Mendes, A. C. (Org). *Ecosistemas Costeiros: Impactos E Gestão Ambiental.* Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi. P. 113-131.

RODRIGUES, T. L. N. ET AL. 1994. **Programa Levantamentos Geológicos Básicos Do Brasil.** São Luís. Folha Sa.23-Z-A, Cururupu. Folha Sa.23-X-C, Estado Do Maranhão. Brasília, Cprm,

ROSATI, J.D. 2005. **Concepts in Sediment Budgets.** *Journal of Coastal Research.* 21(2):307-322.

ROSSETTI, D. F. 2006. **Evolução Sedimentar Miocênica Nos Estados Do Pará E Maranhão.** *Geologia USP. Série Científica,* São Paulo, V. 6, P. 7-18.

RZĄSA, S & OW CZARZAK, W. 2013. **Methods for The Granulometric Analysis of Soil for Science and Practice.** 46. 1-50.

SANTOS, J. H. S.; TAROUCO, J.E.F; SOUZA, B. B. Q.; MOCHEL, F.R. 2004. **Características Geológicas E Geomorfológicas Da Baía De São Marcos, Golfão Maranhense-MA.** In: Iv Simpósio Nacional De Geomorfologia, São Luís-Ma. *Geomorfologia: Interfaces, Aplicações E Perspectivas.,* 2002. V. 2. P. 1-7.

SANTOS, J. P. C. M. 2009. **Morfologia De Fundo E Sedimentologia Da Baía De São Marcos - Ma: Implicações Hidrodinâmicas E Ecológicas.** Dissertação. Programa De Pós-Graduação Em Biologia Ambiental. Universidade Federal Do Pará.

SCHLACHER, T. A.; THOMPSON, L. M. C. 2008. **Physical Impacts Caused by Off-Road Vehicles to Sandy Beaches: Spatial Quantification of Car Tracks On an Australian Barrier Island.** *Journal of Coastal Research,* [S.L.], V. 2, N. 24, P.234-242, Mar.Coastal Education and Research Foundation. [Http://Dx.Doi.Org/10.2112/06-0691.1](http://Dx.Doi.Org/10.2112/06-0691.1).

SEED, H.B., WOODWARD, R. J., LUNDGREN, R. 1967. **Fundamental Aspects of the Atterberg Limits.** *Journal of Soil Mechanics and Foundations.* Vol. 92. Sm4. 63-64p.

SHORT, A. D. & WOODROFFE, C. D. 2009. **The Coast of Australia.** Melbourne, Australia: Cambridge University Pres.

SHORT, A.1999. **Handbook of Beach and Shoreface Morphodynamics.** 379p. John Wiley & Sons, Chichester, U.K., New York, Ny, U.S.A. Isbn: 0471965707.

- SILVA, Q. D. 2012. **Mapeamento Geomorfológico Da Ilha Do Maranhão**. 248 F. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade De Ciências E Tecnologia. Disponível em: <<https://repositorio.unesp.br/handle/11449/101458>>.
- STANICA, A. & UNGUREANU, G. 2010. **Understanding Coastal Morphology and Sedimentology**. Terre Et Environment. 88.
- STEPHENSON, G. 1999. **Vehicle Impacts On the Biota of Sandy Beaches and Coastal Dunes: A Review from A New Zealand Perspective**. Science for Conservation 121. Wellington, New Zealand Department of Conservation. 48 P.
- SUGUIO, K. 1980. **Rochas Sedimentares: Propriedades, Gênese E Importância Econômica**. São Paulo: Edgard Blücher, 500p.
- SUGUIO, K. 1998. **Dicionário De Geologia Sedimentar E Áreas Afins**. Rio De Janeiro: Bertrand Brasil, 1222p.
- SUGUIO, K. 2003. **Geologia Sedimentar**. São Paulo-SP. Editora Edgar Blucher Ltda. 400p.
- SUGUIO, K., ANGULO, R. J., CARVALHO, A. M., CORRÊA, I. C. S., TOMAZELLI, L. J. E; VITAL, H. 2005. **Paleoníveis Do Mar E Paleolinhas De Costa**. In: Suguio Et Al. (Ed.) Quaternário Do Brasil. Holos Editora, P.114- 129.
- TABAJARA, L.L.; MARTINS, L.R. 2006. **Classificação Textural De Sedimentos Praiais E A Relação Com Os Processos Morfogenéticos Eólicos E Marinhos**. Gravel (ISSN 1678-5975), 4:99-107, Poto Alegre, Rs, Brasil.
- VEIGA JÚNIOR, J. P. 2000. **Programa Levantamentos Geológicos Básicos Do Brasil**. São Luís Ne/Se, Folhas Sa.23-X E Sa.23-Z. Estados Do Maranhão E Piauí. Escala 1:500.000. Brasília: Cprm.
- VIEIRA, H.; CALLIARI, L.J; OLIVEIRA, G.P.2004. **O Estudo Do Impacto Da Circulação De Veículos Em Praias Arenosas Através De Parâmetros Físicos: Um Estudo De Caso**. Revista De Engenharia Da Universidade Federal Fluminense. 54-63 P.
- VILES, H. & SPENCER, T. 1995. **Coastal Problems: Geomorphology, Ecology and Society at The Coast**. Hodder Arnold Publ., 36p. London, Uk. Arnold. (ISBN-13: 978-0340531976).

WANG, P.; KRAUS, N.C. & DAVIS JR., R.A. 1998. **Total Longshore Sediment Transport Rate in The Surf Zone: Field Measurements and Empirical Predictions.** Journal of Coastal Research, 14(1): 269-282.

WRIGHT, L. D. & SHORT, A. D. 1984. **Morphodynamic Variability of Surf Zones and Beaches: a synthesis.** Mar. Geol., 56(1-4):93-118.

WRIGHT, L.D. & SHORT, A.D. 1983. **Morphodynamics of Beaches and Surf Zones in Australia.** In: KOMAR, P.D. (ED.). Handbook of Coastal Process and Erosion. Crc Press, Boca Raton, 35-66.

WRIGHT, L.D.; NIELSEN, P. SHORT, A.D. & GREEN, M.O., 1982. **Morphodynamics of A Macrotidal Beach.** Marine Geology. 50: 97-128.

APÊNDICES

APÊNDICES A - Valores de média, mediana, grau de seleção (desvio padrão), assimetria, curtose porcentagem de cascalho, areia, silte, argile e respectiva classificação verbal das praias amostradas por km de costa.

| AMOSTRA (km) | Média | Classificação | Mediana | Seleção | Classificação | Assimetria | Classificação | Curtose | Classificação | % Cascalho | % Areia | % Silte | % Argila |
|-----------------------------------|-------|------------------|---------|---------|---------------------------|------------|---------------------------|---------|---------------|---------------|------------|------------|-------------|
| Praia da Guia (1) | | | | | | | | | | | | | |
| 0,5 | 2,242 | Areia fina | 2,236 | 0,5887 | Moderadamente selecionado | 0,01567 | Aproximadamente simétrica | 1,095 | Mesocúrtica | 0 | 99,85 | 0,1515 | 0 |
| 1 | 2,596 | Areia fina | 2,623 | 0,6121 | Moderadamente selecionado | -0,1653 | Negativa | 1,14 | Leptocúrtica | 0 | 99,68 | 0,3159 | 0 |
| 1,5 | 3,107 | Areia muito fina | 3,178 | 0,4611 | Bem selecionado | -0,2216 | Negativa | 1,357 | Leptocúrtica | 0 | 97,77 | 2,231 | 0 |
| 2 | 2,867 | Areia fina | 3,061 | 0,659 | Moderadamente selecionado | -0,4075 | Muito negativa | 0,9398 | Mesocúrtica | 0 | 99,46 | 0,5358 | 0 |
| 2,5 | 2,624 | Areia fina | 2,606 | 0,5188 | Moderadamente selecionado | 0,003998 | Aproximadamente simétrica | 0,9547 | Mesocúrtica | 0 | 99,72 | 0,2781 | 0 |
| 3 | 3,008 | Areia muito fina | 3,117 | 0,499 | Bem selecionado | -0,403 | Muito negativa | 1,175 | Leptocúrtica | 0 | 99,55 | 0,4534 | 0 |
| 3,5 | 3,469 | Areia muito fina | 3,469 | 0,4117 | Bem selecionado | -0,1411 | Negativa | 1,024 | Mesocúrtica | 0,4199 | 95,97 | 3,608 | 0 |
| 4 | 3,129 | Areia muito fina | 3,18 | 0,3435 | Muito bem selecionado | -0,1738 | Negativa | 1,227 | Leptocúrtica | 0,6382 | 98 | 1,36 | 0 |
| Praia da Ponta d'Areia (2) | | | | | | | | | | | | | |
| 4,5 | 2,639 | Areia fina | 2,68 | 0,3564 | Bem selecionado | -0,0911 | Aproximadamente simétrica | 1,132 | Leptocúrtica | 0 | 99,85 | 0,1497 | 0 |
| 5 | 2,81 | Areia fina | 2,786 | 0,3842 | Bem selecionado | 0,03076 | Aproximadamente simétrica | 1,172 | Leptocúrtica | 0 | 99,91 | 0,09165 | 0 |
| 5,5 | 2,759 | Areia fina | 2,78 | 0,5859 | Moderadamente selecionado | -0,08255 | Aproximadamente simétrica | 1,195 | Leptocúrtica | 0 | 97,77 | 2,233 | 0 |
| 6 | 2,743 | Areia fina | 2,794 | 0,5938 | Moderadamente selecionado | -0,1836 | Negativa | 0,8232 | Platicúrtica | 0 | 99,43 | 0,567 | 0 |
| 6,5 | 2,871 | Areia fina | 2,829 | 0,3578 | Bem selecionado | 0,0859 | Aproximadamente simétrica | 1,089 | Mesocúrtica | 0 | 99,83 | 0,1711 | 0 |
| 7 | 2,585 | Areia fina | 2,59 | 0,4228 | Bem selecionado | 0,07147 | Aproximadamente simétrica | 0,9081 | Mesocúrtica | 0 | 99,54 | 0,4616 | 0 |
| 7,5 | 2,084 | Areia fina | 2,12 | 0,3609 | Bem selecionado | -0,05845 | Aproximadamente simétrica | 0,9308 | Mesocúrtica | 0,3874 | 99,58 | 0,03179 | 0 |

| Praia de São Marcos (do Farol) (3) | | | | | | | | | | | | | |
|---|-------|------------|--------|--------|---------------------------|-----------|---------------------------|--------|--------------|--------|-------|---------|---|
| 8 | 2,578 | Areia fina | 2,615 | 0,3557 | Bem selecionado | -0,08469 | Aproximadamente simétrica | 0,901 | Mesocúrtica | 0 | 99,96 | 0,03585 | 0 |
| 8,5 | 2,785 | Areia fina | 2,781/ | 0,4181 | Bem selecionado | -0,01612 | Aproximadamente simétrica | 1,064 | Mesocúrtica | 0 | 99,83 | 0,1711 | 0 |
| 9 | 2,436 | Areia fina | 2,407 | 0,3596 | Bem selecionado | 0,04495 | Positiva | 0,8778 | Platicúrtica | 0 | 99,94 | 0,06197 | 0 |
| 9,5 | 2,78 | Areia fina | 2,77 | 0,4163 | Bem selecionado | 0,0173 | Positiva | 1,111 | Leptocúrtica | 0 | 99,19 | 0,81 | 0 |
| Praia do Calhau (4) | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | 2,807 | Areia fina | 2,824 | 0,4569 | Bem selecionado | -0,08028 | Aproximadamente simétrica | 0,8868 | Platicúrtica | 0 | 99,86 | 0,1414 | 0 |
| 10,5 | 2,563 | Areia fina | 2,603 | 0,3809 | Bem selecionado | -0,0939 | Aproximadamente simétrica | 0,9245 | Mesocúrtica | 0 | 99,96 | 0,04374 | 0 |
| 11 | 2,834 | Areia fina | 2,808 | 0,3904 | Bem selecionado | 0,02568 | Aproximadamente simétrica | 1,047 | Mesocúrtica | 0 | 99,92 | 0,0839 | 0 |
| 11,5 | 2,721 | Areia fina | 2,722 | 0,4452 | Bem selecionado | 0,008573 | Aproximadamente simétrica | 0,8901 | Platicúrtica | 0 | 99,8 | 0,204 | 0 |
| 12 | 2,432 | Areia fina | 2,385 | 0,4189 | Bem selecionado | 0,115 | Positiva | 1,049 | Mesocúrtica | 0 | 99,97 | 0,0319 | 0 |
| 12,5 | 2,647 | Areia fina | 2,689 | 0,3499 | Muito bem selecionado | -0,1062 | Negativa | 1,192 | Leptocúrtica | 0 | 99,95 | 0,05194 | 0 |
| 13 | 2,53 | Areia fina | 2,514 | 0,4006 | Bem selecionado | 0,1366 | Positiva | 0,8796 | Platicúrtica | 0 | 99,92 | 0,08374 | 0 |
| 13,5 | 2,67 | Areia fina | 2,686 | 0,4085 | Bem selecionado | -0,004945 | Aproximadamente simétrica | 0,9794 | Mesocúrtica | 0 | 99,99 | 0,00597 | 0 |
| Praia do Caolho (5) | | | | | | | | | | | | | |
| 14 | 2,464 | Areia fina | 2,422 | 0,4377 | Bem selecionado | 0,1125 | Positiva | 1,05 | Mesocúrtica | 0 | 99,75 | 0,2544 | 0 |
| 14,5 | 2,438 | Areia fina | 2,382 | 0,4319 | Bem selecionado | 0,1409 | Positiva | 1,117 | Leptocúrtica | 0 | 99,9 | 0,1007 | 0 |
| 15 | 2,188 | Areia fina | 2,257 | 0,5937 | Moderadamente selecionado | -0,1868 | Negativa | 1,076 | Mesocúrtica | 0,3319 | 99,58 | 0,08868 | 0 |
| 15,5 | 2,613 | Areia fina | 2,64 | 0,378 | Bem selecionado | -0,00918 | Aproximadamente simétrica | 0,9508 | Mesocúrtica | 0 | 99,93 | 0,06864 | 0 |
| 16 | 2,404 | Areia fina | 2,344 | 0,4351 | Bem selecionado | 0,1717 | Positiva | 1,15 | Leptocúrtica | 0 | 99,71 | 0,2936 | 0 |
| 16,5 | 2,67 | Areia fina | 2,705 | 0,345 | Muito bem selecionado | -0,08134 | Aproximadamente simétrica | 1,244 | Leptocúrtica | 0 | 100 | 0 | 0 |
| 17 | 2,608 | Areia fina | 2,636 | 0,3745 | Bem selecionado | -0,01595 | Aproximadamente simétrica | 0,9505 | Mesocúrtica | 0 | 100 | 0 | 0 |
| Praia do Olho d'Água (6) | | | | | | | | | | | | | |
| 17,5 | 2,819 | Areia fina | 2,823 | 0,5257 | Moderadamente selecionado | 0,02708 | Aproximadamente simétrica | 0,8758 | Platicúrtica | 0 | 99,43 | 0,5673 | 0 |

| | | | | | | | | | | | | | |
|------|-------|------------|-------|--------|---------------------------|----------|---------------------------|--------|--------------|--------|-------|---------|---|
| 18 | 2,582 | Areia fina | 2,603 | 0,3811 | Bem selecionado | 0,01473 | Aproximadamente simétrica | 0,9249 | Mesocúrtica | 0 | 100 | 0,00322 | 0 |
| 18,5 | 2,598 | Areia fina | 2,625 | 0,4173 | Bem selecionado | 0,005748 | Aproximadamente simétrica | 0,9481 | Mesocúrtica | 0 | 99,84 | 0,157 | 0 |
| 19 | 2,733 | Areia fina | 2,737 | 0,3968 | Bem selecionado | 0,009214 | Aproximadamente simétrica | 1,19 | Leptocúrtica | 0 | 99,99 | 0,01024 | 0 |
| 19,5 | 2,372 | Areia fina | 2,4 | 0,912 | Moderadamente selecionado | -0,06798 | Aproximadamente simétrica | 1,24 | Leptocúrtica | 0 | 99,69 | 0,3121 | 0 |
| 20 | 2,746 | Areia fina | 2,754 | 0,511 | Moderadamente selecionado | -0,05976 | Aproximadamente simétrica | 0,9044 | Mesocúrtica | 0 | 99,87 | 0,1295 | 0 |
| 20,5 | 2,46 | Areia fina | 2,409 | 0,3496 | Muito bem selecionado | 0,2526 | Positiva | 0,8586 | Platicúrtica | 0 | 99,98 | 0,01855 | 0 |
| 21 | 2,709 | Areia fina | 2,718 | 0,4157 | Bem selecionado | 0,05035 | Aproximadamente simétrica | 1,295 | Leptocúrtica | 0 | 99,91 | 0,0924 | 0 |
| 21,5 | 2,776 | Areia fina | 2,76 | 0,5014 | Moderadamente selecionado | 0,07769 | Aproximadamente simétrica | 0,8502 | Platicúrtica | 0 | 99,58 | 0,4199 | 0 |
| 22 | 2,387 | Areia fina | 2,354 | 0,5414 | Moderadamente selecionado | 0,01472 | Aproximadamente simétrica | 1,264 | Leptocúrtica | 0 | 99,96 | 0,03839 | 0 |
| 22,5 | 2,559 | Areia fina | 2,552 | 0,4736 | Bem selecionado | 0,2058 | Positiva | 1,159 | Leptocúrtica | 0 | 99,54 | 0,4644 | 0 |
| 23 | 2,367 | Areia fina | 2,326 | 0,2798 | Muito bem selecionado | 0,2788 | Positiva | 1,118 | Leptocúrtica | 0 | 99,99 | 0,00654 | 0 |
| 23,5 | 2,914 | Areia fina | 2,919 | 0,5093 | Moderadamente selecionado | 0,004696 | Aproximadamente simétrica | 0,9709 | Mesocúrtica | 0 | 99,48 | 0,522 | 0 |
| 24 | 2,479 | Areia fina | 2,424 | 0,396 | Bem selecionado | 0,3175 | Muito positiva | 1,021 | Mesocúrtica | 0 | 99,99 | 0,01141 | 0 |
| 24,5 | 2,446 | Areia fina | 2,4 | 0,4992 | Bem selecionado | 0,05612 | Aproximadamente simétrica | 1,262 | Leptocúrtica | 0,2601 | 99,71 | 0,03068 | 0 |

Praia do Meio (7)

| | | | | | | | | | | | | | |
|------|-------|------------|-------|--------|---------------------------|----------|---------------------------|--------|--------------|---|-------|--------|---|
| 25 | 2,723 | Areia fina | 2,721 | 0,4701 | Bem selecionado | 0,01497 | Aproximadamente simétrica | 0,8677 | Platicúrtica | 0 | 99,59 | 0,4078 | 0 |
| 25,5 | 2,668 | Areia fina | 2,693 | 0,7051 | Moderadamente selecionado | -0,09538 | Aproximadamente simétrica | 0,9568 | Mesocúrtica | 0 | 98,7 | 1,296 | 0 |
| 26 | 2,835 | Areia fina | 3,039 | 0,736 | Moderadamente selecionado | -0,4036 | Muito negativa | 0,9904 | Mesocúrtica | 0 | 98,94 | 1,057 | 0 |
| 26,5 | 2,635 | Areia fina | 2,736 | 0,7288 | Moderadamente selecionado | -0,2266 | Negativa | 0,8176 | Platicúrtica | 0 | 99,49 | 0,5074 | 0 |
| 27 | 2,976 | Areia fina | 3,026 | 0,4682 | Bem selecionado | -0,1704 | Negativa | 0,9972 | Mesocúrtica | 0 | 98,48 | 1,522 | 0 |
| 27,5 | 2,728 | Areia fina | 2,722 | 0,477 | Bem selecionado | 0,02255 | Aproximadamente simétrica | 0,8253 | Platicúrtica | 0 | 99,77 | 0,2271 | 0 |
| 28 | 2,757 | Areia fina | 3,096 | 1,015 | Pobrememente selecionado | -0,4248 | Muito negativa | 0,717 | Platicúrtica | 0 | 96,08 | 3,921 | 0 |
| 28,5 | 2,882 | Areia fina | 2,989 | 0,5199 | Moderadamente selecionado | -0,3553 | Muito negativa | 0,9503 | Mesocúrtica | 0 | 99,76 | 0,2355 | 0 |

| | | | | | | | | | | | | | |
|------|-------|------------|-------|--------|---------------------------|---------|---------------------------|--------|--------------|---|-------|--------|---|
| 29 | 2,902 | Areia fina | 3,282 | 0,9769 | Moderadamente selecionado | -0,5076 | Muito negativa | 0,8723 | Platicúrtica | 0 | 95,28 | 4,717 | 0 |
| 29,5 | 2,786 | Areia fina | 2,841 | 0,6195 | Moderadamente selecionado | -0,1732 | Negativa | 1 | Mesocúrtica | 0 | 98,78 | 1,217 | 0 |
| 30 | 2,66 | Areia fina | 2,662 | 0,5698 | Moderadamente selecionado | -0,0771 | Aproximadamente simétrica | 0,8901 | Platicúrtica | 0 | 99,75 | 0,2511 | 0 |
| 30,5 | 2,824 | Areia fina | 2,785 | 0,5679 | Moderadamente selecionado | 0,1334 | Positiva | 0,975 | Mesocúrtica | 0 | 98,84 | 1,159 | 0 |
| 31 | 2,863 | Areia fina | 2,928 | 0,5774 | Moderadamente selecionado | -0,1575 | Negativa | 1,005 | Mesocúrtica | 0 | 98,94 | 1,058 | 0 |

Praia do Araçagy (8)

| | | | | | | | | | | | | | |
|------|-------|------------------|-------|--------|---------------------------|----------|---------------------------|--------|--------------|---|-------|--------|---|
| 31,5 | 2,857 | Areia fina | 2,764 | 0,5481 | Moderadamente selecionado | 0,24 | Positiva | 1,326 | Leptocúrtica | 0 | 99,62 | 0,3773 | 0 |
| 32 | 2,803 | Areia fina | 2,699 | 0,5845 | Moderadamente selecionado | 0,2645 | Positiva | 1,206 | Leptocúrtica | 0 | 99,77 | 0,2346 | 0 |
| 32,5 | 2,949 | Areia fina | 2,808 | 0,5837 | Moderadamente selecionado | 0,2823 | Positiva | 0,9009 | Mesocúrtica | 0 | 99,37 | 0,6305 | 0 |
| 33 | 2,864 | Areia fina | 2,781 | 0,5397 | Moderadamente selecionado | 0,2212 | Positiva | 1,193 | Leptocúrtica | 0 | 99,62 | 0,3813 | 0 |
| 33,5 | 2,834 | Areia fina | 2,674 | 0,7082 | Moderadamente selecionado | 0,2491 | Positiva | 0,7766 | Platicúrtica | 0 | 97,89 | 2,111 | 0 |
| 34 | 2,903 | Areia fina | 2,882 | 0,4002 | Bem selecionado | -0,01675 | Aproximadamente simétrica | 0,9187 | Mesocúrtica | 0 | 99,56 | 0,4429 | 0 |
| 34,5 | 2,637 | Areia fina | 2,639 | 0,4388 | Bem selecionado | 0,07706 | Aproximadamente simétrica | 0,9759 | Mesocúrtica | 0 | 99,77 | 0,2347 | 0 |
| 35 | 2,82 | Areia fina | 2,785 | 0,5835 | Moderadamente selecionado | 0,1186 | Positiva | 0,9019 | Mesocúrtica | 0 | 99,31 | 0,6904 | 0 |
| 35,5 | 2,927 | Areia fina | 3,053 | 0,5807 | Moderadamente selecionado | -0,3051 | Muito negativa | 1,046 | Mesocúrtica | 0 | 99,03 | 0,9658 | 0 |
| 36 | 2,888 | Areia fina | 2,739 | 0,6644 | Moderadamente selecionado | 0,2832 | Positiva | 0,6824 | Platicúrtica | 0 | 97,18 | 2,816 | 0 |
| 36,5 | 2,999 | Areia fina | 3,041 | 0,5038 | Moderadamente selecionado | -0,1081 | Negativa | 1,027 | Mesocúrtica | 0 | 98,28 | 1,717 | 0 |
| 37 | 2,978 | Areia fina | 3,008 | 0,4644 | Bem selecionado | -0,09826 | Aproximadamente simétrica | 0,9893 | Mesocúrtica | 0 | 99,16 | 0,8363 | 0 |
| 37,5 | 3,041 | Areia muito fina | 2,738 | 0,8888 | Moderadamente selecionado | 0,4795 | Muito positiva | 0,8499 | Platicúrtica | 0 | 81,05 | 18,95 | 0 |
| 38 | 2,815 | Areia fina | 2,686 | 0,6495 | Moderadamente selecionado | 0,2508 | Positiva | 0,9137 | Mesocúrtica | 0 | 99,87 | 0,1301 | 0 |
| 38,5 | 2,976 | Areia fina | 3,03 | 0,5255 | Moderadamente selecionado | -0,1078 | Negativa | 0,9823 | Mesocúrtica | 0 | 98,24 | 1,761 | 0 |
| 39 | 2,73 | Areia fina | 2,719 | 0,4645 | Bem selecionado | 0,1094 | Positiva | 1,224 | Leptocúrtica | 0 | 99,29 | 0,7108 | 0 |

| | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------|-------|------------------|-------|--------|---------------------------|-----------|---------------------------|--------|--------------------|---------|-------|---------|---|
| 39,5 | 2,795 | Areia fina | 2,79 | 0,4583 | Bem selecionado | 0,0006434 | Aproximadamente simétrica | 0,9432 | Mesocúrtica | 0 | 99,33 | 0,6667 | 0 |
| Praia do Mangue Seco (9) | | | | | | | | | | | | | |
| 40 | 1,531 | Areia média | 1,39 | 0,5708 | Moderadamente selecionado | 0,3735 | Muito positiva | 1,262 | Leptocúrtica | 0 | 100 | 0 | 0 |
| 40,5 | 2,703 | Areia fina | 2,675 | 0,6365 | Moderadamente selecionado | 0,06541 | Aproximadamente simétrica | 1,417 | Leptocúrtica | 0,09481 | 96,13 | 3,776 | 0 |
| 41 | 2,567 | Areia fina | 2,47 | 0,436 | Bem selecionado | 0,3337 | Muito positiva | 0,822 | Platicúrtica | 0 | 100 | 0 | 0 |
| 41,5 | 2,18 | Areia fina | 2,254 | 0,6115 | Moderadamente selecionado | -0,1851 | Negativa | 1,078 | Mesocúrtica | 0 | 99,67 | 0,3275 | 0 |
| 42 | 2,737 | Areia fina | 2,772 | 0,7056 | Moderadamente selecionado | -0,1962 | Negativa | 1,633 | Muito leptocúrtica | 0 | 99,61 | 0,3867 | 0 |
| Praia de Raposa (10) | | | | | | | | | | | | | |
| 42,5 | 2,426 | Areia fina | 2,409 | 0,8007 | Moderadamente selecionado | 0,001533 | Aproximadamente simétrica | 0,9187 | Mesocúrtica | 0 | 98,13 | 1,868 | 0 |
| 43 | 2,905 | Areia fina | 2,891 | 0,494 | Bem selecionado | 0,06399 | Aproximadamente simétrica | 1,008 | Mesocúrtica | 0 | 98,06 | 1,942 | 0 |
| 43,5 | 2,747 | Areia fina | 2,741 | 0,4356 | Bem selecionado | 0,03071 | Aproximadamente simétrica | 1,015 | Mesocúrtica | 0 | 99,36 | 0,6357 | 0 |
| 44 | 2,42 | Areia fina | 2,602 | 0,999 | Moderadamente selecionado | -0,2589 | Negativa | 0,8302 | Platicúrtica | 0,338 | 99,41 | 0,2555 | 0 |
| 44,5 | 2,959 | Areia fina | 3,09 | 0,7026 | Moderadamente selecionado | -0,3619 | Muito negativa | 1,373 | Leptocúrtica | 0,06421 | 98,41 | 1,521 | 0 |
| 45 | 2,996 | Areia fina | 2,953 | 0,6019 | Moderadamente selecionado | 0,06608 | Aproximadamente simétrica | 0,9063 | Mesocúrtica | 0,04963 | 97,84 | 2,11 | 0 |
| 45,5 | 2,731 | Areia fina | 2,74 | 0,4562 | Bem selecionado | -0,02572 | Aproximadamente simétrica | 0,9314 | Mesocúrtica | 0,02588 | 99,94 | 0,03782 | 0 |
| 46 | 3,007 | Areia muito fina | 3,018 | 0,477 | Bem selecionado | -0,04283 | Aproximadamente simétrica | 1,005 | Mesocúrtica | 0 | 100 | 0 | 0 |
| 46,5 | 2,379 | Areia fina | 2,316 | 0,4941 | Bem selecionado | 0,1177 | Positiva | 1,593 | Muito leptocúrtica | 0 | 99,64 | 0,356 | 0 |
| 47 | 2,786 | Areia fina | 2,744 | 0,6175 | Moderadamente selecionado | 0,08776 | Aproximadamente simétrica | 1,021 | Mesocúrtica | 0,02193 | 98,79 | 1,192 | 0 |
| 47,5 | 3,203 | Areia muito fina | 3,234 | 0,58 | Moderadamente selecionado | -0,1402 | Negativa | 0,9085 | Mesocúrtica | 0,026 | 96,35 | 3,624 | 0 |
| 48 | 2,89 | Areia fina | 2,909 | 0,5143 | Moderadamente selecionado | -0,03966 | Aproximadamente simétrica | 0,9754 | Mesocúrtica | 0,06097 | 99,41 | 0,526 | 0 |
| 48,5 | 2,998 | Areia fina | 3,022 | 0,4096 | Bem selecionado | -0,1336 | Negativa | 0,9407 | Mesocúrtica | 0 | 100 | 0 | 0 |
| 49 | 2,717 | Areia fina | 2,714 | 0,4483 | Bem selecionado | 0,02779 | Aproximadamente simétrica | 0,9392 | Mesocúrtica | 0,014 | 99,27 | 0,7155 | 0 |

| | | | | | | | | | | | | | |
|------|-------|------------------|-------|--------|---------------------------|----------|---------------------------|--------|--------------------|----------|-------|---------|---|
| 49,5 | 2,808 | Areia fina | 2,844 | 0,497 | Bem selecionado | -0,1145 | Negativa | 0,7941 | Platicúrtica | 0 | 99,87 | 0,128 | 0 |
| 50 | 3,012 | Areia muito fina | 3,031 | 0,4798 | Bem selecionado | -0,06278 | Aproximadamente simétrica | 1,017 | Mesocúrtica | 0,03222 | 99,54 | 0,4249 | 0 |
| 50,5 | 3,04 | Areia muito fina | 3,119 | 0,7156 | Moderadamente selecionado | -0,2828 | Negativa | 1,288 | Leptocúrtica | 0,1956 | 98,18 | 1,627 | 0 |
| 51 | 2,515 | Areia fina | 2,617 | 0,7161 | Moderadamente selecionado | -0,2581 | Negativa | 1,093 | Mesocúrtica | 0,05241 | 99,91 | 0,03661 | 0 |
| 51,5 | 3,073 | Areia muito fina | 3,288 | 0,92 | Moderadamente selecionado | -0,3947 | Muito negativa | 1,13 | Leptocúrtica | 0,1679 | 93,67 | 6,161 | 0 |
| 52 | 3,133 | Areia muito fina | 3,39 | 0,8648 | Moderadamente selecionado | -0,5469 | Muito negativa | 1,272 | Leptocúrtica | 0,02805 | 99,11 | 0,8596 | 0 |
| 52,5 | 2,403 | Areia fina | 2,341 | 0,4644 | Bem selecionado | 0,124 | Positiva | 1,302 | Leptocúrtica | 0 | 99,91 | 0,09428 | 0 |
| 53 | 3,445 | Areia muito fina | 3,614 | 0,7909 | Moderadamente selecionado | -0,4743 | Muito negativa | 2,032 | Muito leptocúrtica | 0,009948 | 91,13 | 8,855 | 0 |
| 53,5 | 3,007 | Areia muito fina | 3,018 | 0,477 | Bem selecionado | -0,04283 | Aproximadamente simétrica | 1,005 | Mesocúrtica | 0 | 100 | 0 | 0 |
| 54 | 2,843 | Areia fina | 2,861 | 0,7068 | Moderadamente selecionado | -0,1091 | Negativa | 1,015 | Mesocúrtica | 0,03538 | 99,29 | 0,6788 | 0 |
| 54,5 | 2,997 | Areia fina | 3,126 | 0,7694 | Moderadamente selecionado | -0,3375 | Muito negativa | 1,11 | Leptocúrtica | 0,03051 | 99,12 | 0,8459 | 0 |
| 55 | 3,011 | Areia muito fina | 3,15 | 0,6921 | Moderadamente selecionado | -0,3285 | Muito negativa | 1,037 | Mesocúrtica | 0 | 100 | 0 | 0 |
| 55,5 | 2,771 | Areia fina | 3,029 | 0,8129 | Moderadamente selecionado | -0,4526 | Muito negativa | 0,9738 | Mesocúrtica | 0,2683 | 99,44 | 0,2938 | 0 |
| 56 | 3,025 | Areia muito fina | 3,143 | 0,7769 | Moderadamente selecionado | -0,2644 | Negativa | 0,8955 | Platicúrtica | 0 | 95,09 | 4,913 | 0 |

Praia de Panaquatira (11)

| | | | | | | | | | | | | | |
|------|-------|------------------|-------|--------|---------------------------|----------|---------------------------|--------|--------------------|---|-------|--------|---|
| 56,5 | 2,901 | Areia fina | 2,852 | 0,5011 | Moderadamente selecionado | 0,08124 | Aproximadamente simétrica | 1,359 | Leptocúrtica | 0 | 96,25 | 3,748 | 0 |
| 57 | 3,045 | Areia muito fina | 3,078 | 0,4833 | Bem selecionado | -0,06953 | Aproximadamente simétrica | 1,043 | Mesocúrtica | 0 | 97,59 | 2,412 | 0 |
| 57,5 | 2,722 | Areia fina | 2,729 | 0,594 | Moderadamente selecionado | -0,03429 | Aproximadamente simétrica | 0,8756 | Platicúrtica | 0 | 99,53 | 0,4673 | 0 |
| 58 | 2,282 | Areia fina | 2,273 | 0,8672 | Moderadamente selecionado | 0,03603 | Aproximadamente simétrica | 0,6521 | Muito platicúrtica | 0 | 97,01 | 2,995 | 0 |
| 58,5 | 2,885 | Areia fina | 3,179 | 0,867 | Moderadamente selecionado | -0,4413 | Muito negativa | 0,8811 | Platicúrtica | 0 | 97,1 | 2,903 | 0 |
| 59 | 2,756 | Areia fina | 3,019 | 0,7974 | Moderadamente selecionado | -0,4177 | Muito negativa | 0,8569 | Platicúrtica | 0 | 98,76 | 1,241 | 0 |
| 59,5 | 2,904 | Areia fina | 2,858 | 0,5119 | Moderadamente selecionado | 0,06936 | Aproximadamente simétrica | 1,363 | Leptocúrtica | 0 | 96,15 | 3,85 | 0 |

| | | | | | | | | | | | | | |
|------|-------|------------------|-------|--------|---------------------------|----------|---------------------------|--------|--------------|---|-------|--------|---|
| 60 | 2,674 | Areia fina | 3,095 | 0,8792 | Moderadamente selecionado | -0,581 | Muito negativa | 0,7743 | Platicúrtica | 0 | 99,32 | 0,6759 | 0 |
| 60,5 | 2,875 | Areia fina | 3,079 | 0,6438 | Moderadamente selecionado | -0,5564 | Muito negativa | 1,236 | Leptocúrtica | 0 | 99,61 | 0,3948 | 0 |
| 61 | 2,647 | Areia fina | 3,039 | 0,8849 | Moderadamente selecionado | -0,538 | Muito negativa | 0,7414 | Platicúrtica | 0 | 99,44 | 0,5621 | 0 |
| 61,5 | 3,315 | Areia muito fina | 3,427 | 0,5721 | Moderadamente selecionado | -0,3116 | Muito negativa | 0,7567 | Platicúrtica | 0 | 95,02 | 4,98 | 0 |
| 62 | 3,248 | Areia muito fina | 3,25 | 0,3364 | Muito bem selecionado | -0,01551 | Aproximadamente simétrica | 1,358 | Leptocúrtica | 0 | 99,43 | 0,5703 | 0 |
| 62,5 | 1,788 | Areia média | 1,704 | 0,6353 | Moderadamente selecionado | 0,291 | Positiva | 1,085 | Mesocúrtica | 0 | 99,95 | 0,0498 | 0 |
