



**UFC**  
**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**INSTITUTO DE CIÊNCIAS DO MAR**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS MARINHAS TROPICAIS**

**KARINA PINHEIRO GURGEL FREIRE**

**DINÂMICA SEDIMENTAR DO SISTEMA ESTUARINO-LAGUNAR DA ILHA DO  
GUAJIRÚ - ITAREMA/ CE**

**FORTALEZA**

**2020**

KARINA PINHEIRO GURGEL FREIRE

**DINÂMICA SEDIMENTAR DO SISTEMA ESTUARINO-LAGUNAR DA ILHA DO  
GUAJIRÚ - ITAREMA/ CE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Marinhas Tropicais do Instituto de Ciências do Mar - LABOMAR - Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências Marinhas Tropicais. Área de concentração: Utilização e Manejo de Ecossistemas Marinhos e Estuarinos.

Orientador: Profa. Dra. Lidriana de Souza Pinheiro.

FORTALEZA

2020

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

- F933d Freire, Karina.  
Dinâmica sedimentar do sistema estuarino-lagunar ilha do Guajirú - Itarema/ CE / Karina Freire. – 2020.  
101 f. : il. color.
- Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Instituto de Ciências do Mar, Programa de Pós-Graduação em Ciências Marinhas Tropicais, Fortaleza, 2020.  
Orientação: Profa. Dra. Lidriana de Souza Pinheiro.
1. Estuário-Lagunar. 2. Sedimentologia. 3. SIG. I. Título.

CDD 551.46

---

KARINA PINHEIRO GURGEL FREIRE

**DINÂMICA MORFOSEDIMENTAR DO SISTEMA ESTUARINO-LAGUNAR DA  
ILHA DO GUAJIRÚ - ITAREMA/ CE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Marinhas Tropicais do Instituto de Ciências do Mar - LABOMAR - Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências Marinhas Tropicais. Área de concentração: Utilização e Manejo de Ecossistemas Marinhos e Estuarinos.

Aprovada em: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_\_.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Profa. Dra. Lidriana de Souza Pinheiro (Orientadora)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Dr. Antônio Rodrigues Ximenes Neto  
Universidade Estadual do Ceará (UECE)

---

Prof. Dr. David Hélio Miranda de Medeiros  
Universidade Estadual do Ceará (UECE)

Aos meus pais, Adriana e Anibal.

## AGRADECIMENTOS

À Profa. Dra. Lidriana de Souza Pinheiro, pelo enorme incentivo, confiança e orientação ao longo do meu trajeto na Oceanografia e no Mestrado.

Aos professores participantes da banca examinadora Prof. Antônio Ximenes e Prof. Dr. David Hélio pelas valiosas colaborações e sugestões.

Ao projeto “Dinâmica ambiental e impactos nos sistemas estuarinos-lagunares da costa Oeste do Estado do Ceará”, que propiciou desenvolvimento dessa pesquisa e no qual a minha dissertação está inserida.

Ao programa de Pós-Graduação em Ciências Marinhas Tropicais (PPGCMT) da Universidade Federal do Ceará - UFC, ao coordenador Luiz Ernesto, vice-coordenador Marcelo Soares e a Isabela Abreu pelo suporte, acompanhamento e esclarecimentos ao longo dos dois anos de mestrado.

À Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico - FUNCAP, pela bolsa concedida.

À equipe do Laboratório de Oceanografia Geológica - LOG do LABOMAR: Dr<sup>a</sup>. Mônica Castelo Branco, Maria Cidrônea Silva (Cida) e o Dr. Gleidson Gastão por toda ajuda durante as atividades de laboratório, suporte e contribuições.

Ao Antônio Ximenes Neto (Tião) por toda ajuda nas atividades em campo e por sempre está disponível para ajudar da melhor forma possível.

Ao seu Pici e filho, pelo excelente trabalho, simpatia e paciência durante as atividades em campo.

Aos meus amigos de laboratório: Ana Rodrigues, Brunno Franco, David Hélio Medeiros, Débora Melo, Kevin Samuel, Regimário Filho, Victor Nascimento e Thomas Ravelly. Todos me ajudaram de alguma forma, e essa ajuda foi fundamental!

E à todos que contribuíram de alguma forma e me incentivaram no decorrer dessa jornada. Muito obrigada!

“Essa falsa ideia que o mar  
nos dá de que é a gente que entra  
nele”

Maraíza Labanca

## RESUMO

A costa oeste do Estado do Ceará é marcada pela presença de sistemas estuarinos-lagunares associados a barreiras arenosas. Esses ambientes são sistemas físicos complexos, formados em costas planas e com elevada acumulação, que estão sujeitos a mudanças naturais e de origem antrópica devido sua localização estratégica e, conseqüentemente, as inúmeras atividades socioeconômicas aí praticadas. A sedimentação desses sistemas está diretamente ligada as diversas fontes de sedimento, como: praias, mar, barreiras, erosão da bacia no qual o sistema está inserido além dos processos que ocorrem dentro do próprio sistema. Além do aporte, contribuem também para a dinâmica sedimentar, as condições hidrológicas, tendo como os principais agentes os ventos, marés, ondas e fluxos fluviais. O objetivo desta pesquisa é mapear as fácies sedimentológicas do sistema estuarino-lagunar da Ilha do Guajirú no município de Itarema, localizado a 220 km de Fortaleza. Primeiramente, foram realizadas duas campanhas (período de estiagem e chuvoso) para coletas de sedimentos. Estes foram processados em laboratório, utilizando à análise granulométrica e determinação dos teores de carbonato de cálcio ( $\text{CaCO}_3$ ) e de matéria orgânica (MO). Para análise estatística desses dados foi utilizado o Sistema de Análise Granulométrica - SAG. Posteriormente, esses dados foram plotados em ambiente de Sistema de Informação Geográfica (SIG) para a confecção dos mapas de cobertura sedimentar utilizando o método de interpolação IDW. Os resultados mostraram padrões de sedimentação semelhantes no período de estiagem e no período chuvoso. No entanto, foi observado durante o período de estiagem a maior presença de sedimentos selecionados em ambientes de alta energia. Sedimentos de maior granulometria estiveram associados aos leitos dos canais e sedimentos de menor granulometria associados as margens com ocorrência de manguezal. Os maiores teores de  $\text{CaCO}_3$ , foram verificados nos canais secundários da localidade do Portos dos Barcos, associados os fragmentos de conchas e carapaças de animais marinhos. Os maiores teores de MO foram encontrados próximos, áreas de mangue e em regiões onde há a maior atividade antrópica. Essa pesquisa funciona como subsidio para pesquisas futuras e para adoção de uma gestão ambiental dessa região, que sofre com a influência da atividade antrópica, fazendo-se necessário ações de conservação e medidas de saneamento, principalmente na região do porto.

**Palavras-chave:** Estuário-Lagunar. Sedimentologia. SIG.

## ABSTRACT

The west coast of the State of Ceará is marked by the presence of estuarine-lagoon systems associated with sandy barriers. These environments are complex physical systems, formed on flat coasts and with high accumulation, which are subject to natural changes and of anthropic origin due to their strategic location and, consequently, the countless socioeconomic activities practiced there. The sedimentation of these systems is directly linked to the various sources of sediment, such as: beaches, sea, barriers, erosion of the basin in which the system is inserted in addition to the processes that occur within the system itself. In addition to the contribution, they also contribute to the sedimentary dynamics, the hydrological conditions, having winds, tides, waves and river flows as the main agents. The objective of this research is to map the sedimentological facies of the estuarine-lagoon system of Ilha do Guajirú in the municipality of Itarema, located 220 km from Fortaleza. First, two campaigns were carried out (drought and rainy season) for sediment collections. These were processed in the laboratory, using granulometric analysis and determination of calcium carbonate ( $\text{CaCo}_3$ ) and organic matter (OM) contents. For statistical analysis of these data, the Granulometric Analysis System - SAG was used. Subsequently, these data were plotted in a Geographic Information System (GIS) environment for making sedimentary cover maps using the IDW interpolation method. The results showed similar sedimentation patterns in the dry season and in the rainy season. However, during the dry season, the highest presence of selected sediments was observed in high energy environments. Higher granulometry sediments were associated with channel beds and smaller granulometry sediments associated with mangrove margins. The highest levels of  $\text{CaCo}_3$  were found in the secondary channels of the locality of Portos dos Barcos, associated with fragments of shells and shells of marine animals. The highest levels of OM were found nearby, in mangrove areas and in regions where there is the greatest anthropic activity. This research works as a subsidy for future research and for the adoption of environmental management in this region, which suffers from the influence of human activity, making conservation actions and sanitation measures necessary, especially in the port region.

**Keywords:** Estuary-Lagoon. Sedimentology. GIS.

## LISTA DE FIGURAS

|           |  |    |
|-----------|--|----|
| Figura 1  | – Localização do sistema estuarino-lagunar Porto dos Barcos/ Ilha do Guajirú.....  | 23 |
| Figura 2  | – Representação sistemática das definições de estuário de acordo com Pritchard (1967) .....  | 24 |
| Figura 3  | – (a) variação da energia e (b) distribuição de facies em (1) Estuários dominados por ondas e (2) Estuários dominados pela maré.....   | 27 |
| Figura 4  | – Tipos fisiográficos de estuários: (1) Fiorde, (2) Ria, (3) Planície Costeira, (4) Delta Estuarino, (5) Construído por barra, (6) Delta, (7) Laguna Costeira e (8) Tectônico..... | 29 |
| Figura 5  | – Estágios da atual Ilha do Guajirú.....   | 31 |
| Figura 6  | – Pontos de coleta de sedimentos do Porto dos Barcos.....  | 33 |
| Figura 7  | – Pontos de coleta de sedimentos na porção da Ilha do Guajirú.....   | 33 |
| Figura 8  | – Procedimentos realizados em campo.....   | 34 |
| Figura 9  | – Processo da análise granulométrica.....  | 36 |
| Figura 10 | – Calcímetro de Bernard Modificado (CBM).....  | 38 |
| Figura 11 | – Mapa de distribuição do diâmetro médio dos sedimentos no Porto dos Barcos em novembro/2018.....  | 44 |
| Figura 12 | – Mapa de distribuição do diâmetro médio dos sedimentos no Porto dos Barcos em maio/2019.....  | 45 |
| Figura 13 | – Mapa de distribuição do diâmetro médio dos sedimentos na Ilha do Guajirú em novembro/2018.....   | 47 |
| Figura 14 | – Mapa de distribuição do diâmetro médio dos sedimentos na Ilha do Guajirú em maio/2019.....   | 48 |
| Figura 15 | – Mapa de distribuição da seleção dos sedimentos no Porto dos Barcos em novembro/2018.....   | 50 |
| Figura 16 | – Mapa de distribuição da seleção dos sedimentos no Porto dos barcos em maio/2019.....   | 51 |

|   |    |
|---|----|
| Figura 17 – Mapa de distribuição da seleção dos sedimentos na Ilha do Guajirú em novembro/2018.....                     | 53 |
| Figura 18 – Mapa de distribuição da seleção dos sedimentos na Ilha do Guajirú em maio/2019.....                         | 54 |
| Figura 19 – Mapa de distribuição da assimetria dos sedimentos no Porto dos Barcos em novembro/2018.....                 | 56 |
| Figura 20 – Mapa de distribuição da assimetria dos sedimentos no Porto dos Barcos em maio/2019.....                     | 57 |
| Figura 21 – Mapa de distribuição da assimetria dos sedimentos na Ilha do Guajirú em novembro/2018.....                  | 59 |
| Figura 22 – Mapa de distribuição da assimetria dos sedimentos na Ilha do Guajirú em maio/2019.....                      | 60 |
| Figura 23 – Mapa de distribuição da curtose dos sedimentos no Porto dos Barcos em novembro/2018.....                    | 62 |
| Figura 24 – Mapa de distribuição da curtose dos sedimentos no Porto dos Barcos em maio/2019.....                        | 63 |
| Figura 25 – Mapa de distribuição da curtose dos sedimentos na Ilha do Guajirú em novembro/2018.....                     | 65 |
| Figura 26 – Mapa de distribuição da curtose dos sedimentos na Ilha do Guajirú em maio/2019.....                         | 66 |
| Figura 27 – Mapa de distribuição dos teores de $\text{CaCO}_3$ dos sedimentos no Porto dos Barcos em novembro/2018..... | 69 |
| Figura 28 – Mapa de distribuição dos teores de $\text{CaCO}_3$ dos sedimentos no Porto dos Barcos em maio/2019.....     | 69 |
| Figura 29 – Mapa de distribuição dos teores de $\text{CaCO}_3$ dos sedimentos na Ilha do Guajirú em novembro/2018.....  | 70 |
| Figura 30 – Mapa de distribuição dos teores de $\text{CaCO}_3$ dos sedimentos na Ilha do Guajirú em maio/2019.....      | 70 |

|   |    |
|---|----|
| Figura 31 – Mapa de distribuição da M.O. dos sedimentos no Porto dos Barcos em novembro/2018..... | 72 |
| Figura 32 – Mapa de distribuição da M.O. dos sedimentos no Porto dos Barcos em maio/2019.....     | 72 |
| Figura 33 – Mapa de distribuição da M.O. dos sedimentos na Ilha do Guajirú em novembro/2018.....  | 73 |
| Figura 34 – Mapa de distribuição da M.O. dos sedimentos na Ilha do Guajirú em maio/2019.....      | 73 |

## LISTA DE GRÁFICOS

|  |    |
|--|----|
| Gráfico 1 - Precipitação mensal no município de Itarema (1989-2019) .....                      | 21 |
| Gráfico 2 - Precipitação Média Anual nos últimos 30 anos.....                                  | 21 |
| Gráfico 3 - Diâmetro médio dos sedimentos na localidade do Porto dos Barcos.....               | 42 |
| Gráfico 4 - Diâmetro médio dos sedimentos na localidade da Ilha do Guajirú.....                | 46 |
| Gráfico 5 - Percentuais do grau de seleção na localidade do Porto dos Barcos.....              | 49 |
| Gráfico 6 - Percentuais do grau de seleção na localidade da Ilha do Guajirú.....               | 52 |
| Gráfico 7 - Percentuais do grau de assimetria na localidade do Porto dos Barcos.....           | 55 |
| Gráfico 8 - Percentuais do grau de assimetria na localidade da Ilha do Guajirú.....            | 58 |
| Gráfico 9 - Percentuais do grau de curtose na localidade do Porto dos Barcos.....              | 61 |
| Gráfico 10- Percentuais do grau de curtose na localidade da Ilha do Guajirú.....               | 64 |
| Gráfico 11- Percentuais dos teores de CaCO <sub>3</sub> na localidade do Porto dos barcos..... | 67 |
| Gráfico 12- Percentuais dos teores de CaCO <sub>3</sub> na localidade da Ilha do Guajirú.....  | 68 |

## LISTA DE TABELAS

|   |    |
|---|----|
| Tabela 1 - Procedimento de Pipetagem.....                                   | 37 |
| Tabela 2 - Limites para classificação quanto ao grau de seleção.....        | 40 |
| Tabela 3 - Limites para classificação quanto grau de assimetria.....        | 41 |
| Tabela 4 - Limites para classificação quanto ao grau de agudez do pico..... | 41 |

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

|         |  |
|---------|--|
| FUNCAP  | Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico |
| FUNCEME | Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos                  |
| GPS     | Sistema de Posicionamento Global                                       |
| GIS     | Geographical Information System  |
| IPECE   | Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará                  |
| LABOMAR | Instituto de Ciências do Mar LACOR                                     |
| LOG     | Laboratório de Oceanografia Geológica                                  |
| Mm      | Milímetro  |
| PNRH    | Política Nacional de Recursos Hídricos                                 |
| SAG     | Sistema de Análises Granulométricas                                    |
| UTM     | Universal Transversa de Mercator                                       |

## **LISTA DE SÍMBOLOS**

|        |             |
|--------|-------------|
| $\Phi$ | Phi         |
| %      | Porcentagem |

## SUMÁRIO

|                |   |           |
|----------------|---|-----------|
| <b>1</b>       | <b>INTRODUÇÃO.....</b>  | <b>18</b> |
| <b>1.1</b>     | <b>Objetivos.....</b>   | <b>20</b> |
| <b>1.1.1</b>   | <b><i>Geral.....</i></b>  | <b>20</b> |
| <b>1.1.2</b>   | <b><i>Específicos.....</i></b>                                      | <b>20</b> |
| <b>1.2</b>     | <b>Área de estudo.....</b>  | <b>20</b> |
| <b>2</b>       | <b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....</b>                                   | <b>24</b> |
| <b>2.1</b>     | <b>Estuários.....</b>   | <b>24</b> |
| <b>2.1.1</b>   | <b><i>Origem geológica.....</i></b>                                 | <b>26</b> |
| <b>2.1.2</b>   | <b><i>Circulação e sedimentação estuarina.....</i></b>              | <b>26</b> |
| <b>2.1.3</b>   | <b><i>Classificação dos estuários.....</i></b>                      | <b>28</b> |
| <b>2.2</b>     | <b>Estuários-Lagunares.....</b>                                     | <b>29</b> |
| <b>3</b>       | <b>MATERIAL E MÉTODOS.....</b>                                      | <b>31</b> |
| <b>3.1</b>     | <b>Etapa de gabinete.....</b>                                       | <b>32</b> |
| <b>3.2</b>     | <b>Atividades de campo.....</b>                                     | <b>32</b> |
| <b>3.2.1</b>   | <b><i>Coletas de sedimentos.....</i></b>                            | <b>32</b> |
| <b>3.3</b>     | <b>Procedimentos em laboratório.....</b>                            | <b>34</b> |
| <b>3.3.1</b>   | <b><i>Análise granulométrica.....</i></b>                           | <b>35</b> |
| <b>3.3.2</b>   | <b><i>Determinação dos teores de carbonato de cálcio.....</i></b>   | <b>37</b> |
| <b>3.3.3</b>   | <b><i>Determinação dos teores de matéria orgânica.....</i></b>      | <b>38</b> |
| <b>3.4</b>     | <b>Processamento dos dados.....</b>                                 | <b>39</b> |
| <b>3.4.1</b>   | <b><i>Dados Sedimentológicos.....</i></b>                           | <b>39</b> |
| <b>3.4.1.1</b> | <b><i>Parâmetros Granulométricos.....</i></b>                       | <b>39</b> |
| <b>4</b>       | <b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>                                  | <b>42</b> |
| <b>4.1</b>     | <b>Caracterização Sedimentológica.....</b>                          | <b>42</b> |
| <b>4.1.1</b>   | <b><i>Diâmetro Médio.....</i></b>                                   | <b>42</b> |
| <b>4.1.2</b>   | <b><i>Desvio Padrão.....</i></b>                                    | <b>49</b> |
| <b>4.1.3</b>   | <b><i>Assimetria.....</i></b>                                       | <b>55</b> |
| <b>4.1.4</b>   | <b><i>Curtose.....</i></b>  | <b>61</b> |
| <b>4.1.5</b>   | <b><i>Teores de Carbonato de Cálcio (CaCO<sub>3</sub>).....</i></b> | <b>67</b> |
| <b>4.1.6</b>   | <b><i>Teores de Matéria Orgânica (M.O.).....</i></b>                | <b>71</b> |
| <b>5</b>       | <b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>                                    | <b>74</b> |

|                         |           |
|-------------------------|-----------|
| <b>REFERÊNCIAS.....</b> | <b>76</b> |
|-------------------------|-----------|

**APÊNDICE 1**

**APÊNDICE 2**

## 1 INTRODUÇÃO

A Zona Costeira, definida como uma faixa marítima de 12 milhas náuticas de largura (mar territorial) e uma faixa terrestre com 50 km de largura, é constituída por uma diversidade de ecossistemas: praias arnosas, dunas, manguezais, recife de corais, marismas, restingas, manguezais, baías, enseadas, costões e fundos rochosos, estuários, sistemas lagunares, e outros mais. Dentre esses, encontram-se os sistemas estuarinos-lagunares, corpos de água costeiros rasos separados do oceano por uma barreira, conectados intermitentemente ou não por uma ou mais entradas restritas, e geralmente orientada em direção à costa paralela (Kjerve, 1994).

Sua origem está relacionada a submersão das margens continentais durante a transgressão marinha no Quaternário tardio e são responsáveis pela captura de sedimentos inorgânicos e matéria orgânica, funcionando assim como sumidouros ou filtros de materiais (MEDEIROS E KJERFVE, 1993, KJERFVE, 1994, MARTIN E DOMINGUEZ in KJERFVE, 1994).

O depósito sedimentar de um estuário é constituído por diferentes proporções de materiais originados a partir da interações entre o mar e continente. A distribuição desses materiais dentro do sistema está relacionada a sua morfologia, tipo de aporte e processos de circulação.

Além dos fatores naturais, a morfologia e a distribuição de fácies no interior dos estuários podem estar relacionadas aos fatores antrópicos tais como construção de barragens ao longo do curso dos rios, dragagens, obras portuárias, desmatamentos das margens, dentre outros (PINHEIRO et al., 2006 , DOMINGUEZ, 2009; PINHEIRO E MORAIS, 2010; MORAIS E PINHEIRO, 2011).

Destacado no Plano Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) como um importante sistema da bacia hidrográfica, os estuários vêm sendo tratados como um importante corpo d'água costeiro diante seu caráter ambiental, comercial e científico. No aspecto socioeconômico, os estuários são ambientes nos quais são realizadas diversas práticas, como: áreas de cultivo (ex. Aquicultura), extrativismo, pesca artesanal, atividades portuárias, recreação, turismo (ex. passeios de barco, pesca recreativa, esportes aquáticos) (PINHEIRO, 2003; PINHEIRO; MORAIS, 2010).

Segundo Miranda et al. (2012), as principais razões para o desenvolvimento de cidades e o crescimento dessas atividades próximas aos estuários são: a) as facilidades para instalações portuárias e navais; b) sua capacidade natural para renovar de forma periódica as águas sob

incidência das marés; c) abundância de diversidade biológica; e d) sua associação com os manguezais.

Os manguezais presentes nesses ambientes possuem a capacidade de armazenar sedimentos dando origem a novas zonas de sedimentação, além de serem capaz de colonizar rapidamente praias e bancos de areia. Essa vegetação utiliza áreas de sedimentação para a expandir sua cobertura vegetal dado que seu estabelecimento e sua sobrevivência dependem do equilíbrio entre erosão e sedimentação de uma dada região costeira (MIOLA, 2017). No Ceará, destacam-se como principais fornecedores naturais de sedimentos as dunas de areia e o Grupo Barreiras MORAIS et al., 2018). Além das fontes naturais, o aporte de sedimentos nos estuários e lagoas costeiras, pode ter origem nas atividades antrópicas, como a urbanização, agricultura, pecuária e a aquicultura (GODOY, 2015; MORAIS et al., 2020).

Apesar de sua dinâmica peculiar e importância no fornecimento de importantes serviços ecológicos, os estuários lagunares são pouco estudados. Em Portugal, os sistemas de canais que formam as Rias de Aveiro (estuário-lagunar) são responsáveis pela produção de pescado e pelas diversas atividades tradicionais como a pesca artesanal e recreativa, coleta de mariscos, produção de sal, além do turismo; sendo considerados não só uma importante fonte de sobrevivência para as populações que ali vivem, mas também contribuindo na economia regional e nacional (SOUSA et al., 2013). Já a Laguna Madre, separada pelo Golfo do México pela maior barreira do mundo (Ilha do Padre), representa cerca de 20% das águas costeiras protegidas do Texas, contribuindo historicamente com 40% a 51% da pesca comercial do estado (ONUF, 2007).

Ao longo da costa brasileira também são encontrados inúmeros sistemas estuarinos-lagunares, dentre eles: Mundaú-Manguaba, no litoral alagoano; Cananéia-Iguape no estado de São Paulo; Tramandaí-Armazém, no Rio Grande do Sul. Os sistemas estuarino-lagunares são predominantes na costa Oeste do Ceará (PINHEIRO et al., 2016; MORAIS et al, 2018) em decorrência do alinhamento das linhas de costa frente a direção dos ventos, correntes costeiras e morfologia da plataforma continental interna. Na região de Itarema, área dessa pesquisa, nos são desenvolvidas atividades importantes e em pleno desenvolvimento, a exemplo do turismo e atividades de esporte a vela, a exemplo do *kitesurf*, que atrai turistas nacionais e internacionais.

A morfodinâmica de estuários pode fornecer informações importantes para o uso sustentando desses ambientes, pois reflete em curta escala as transformações das trocas energia e matéria entre os sistemas terrestres e marinhos e aqueles induzidos pelo homem. O presente

trabalho focou na compreensão da morfologia e distribuição sedimentar buscando associações entre os mesmos e os processos sedimentares em cada localidade do sistema.

## **1.1 Objetivos**

### **1.1.1 Geral**

Analisar o comportamento sedimentar do sistema estuarino-lagunar formado na região do Guajirú, no município de Itarema, Ceará, Brasil.

### **1.1.2 Específicos**

1. Determinar as principais características dos sedimentos superficiais a partir da elaboração de mapas sedimentológicos;
2. Analisar a tendência da distribuição das frações granulométricas e dos parâmetros estatísticos correlatos (diâmetro médio, desvio padrão, assimetria e curtose);
3. Obter as concentrações de matéria orgânica e teores de  $\text{CaCO}_3$  nos sedimentos e inferir sobre as possíveis fontes;
4. Fornecer subsídios para a gestão costeira, a partir da identificação dos possíveis pontos de assoreamento e/ou erosão e impactos nesse ambiente.

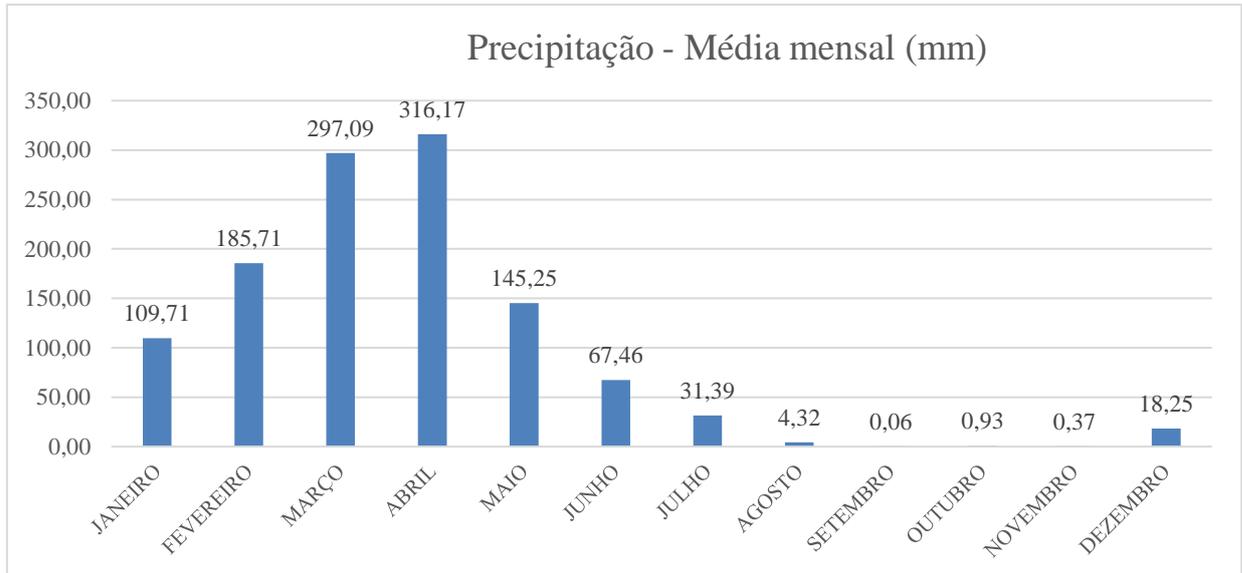
## **1.2 Área de Estudo**

O sistema estuarino-lagunar em estudo está localizado no município de Itarema localizado na costa oeste do estado do Ceará, mais especificamente, nas coordenadas geográficas  $2^\circ 55' 13''$  sul de latitude e  $39^\circ 54' 54''$  oeste de longitude, aproximadamente 220 km de Fortaleza. Limita-se ao Norte com o Oceano Atlântico, e o município de Acaraú, ao Sul com os municípios de Acaraú e Amontada, ao Leste com o município de Amontada e o Oceano Atlântico e ao Oeste com o município de Acaraú (IPECE, 2017).

O clima da região é classificado como Tropical Quente Semiárido Brando e Tropical Quente Semiárido, com temperatura média variando entre 26 e 28°C e ocorrência do período chuvoso geralmente nos cinco primeiros meses do ano (janeiro a maio) (IPECE, 2017). Com base nas médias mensais das precipitações nos últimos 30 anos foi possível observar variações de 0 a 316 mm (Gráfico 1). As chuvas são concentradas entre os meses de janeiro a julho, com

maiores valores entre fevereiro e abril. Os meses de março e abril concentram aproximadamente 52% de todo o volume de chuva.

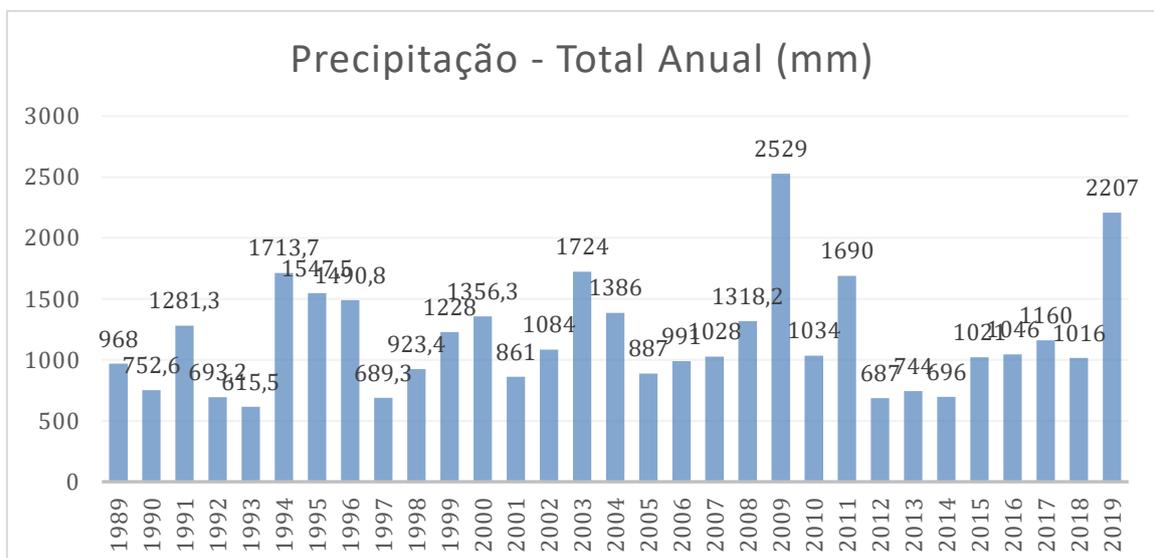
Gráfico 1 – Precipitação média mensal do município de Itarema nos últimos 30 anos (1989-2019).



Fonte: Elaborado pela autora (2020), com base nos dados da FUNCEME (<http://www.funceme.br/>).

A média da precipitação total anual nos últimos 30 anos foi de aproximadamente 1173,2 mm. No ano de 2018, a precipitação total anual foi de 1016 mm. Já o ano de 2019 apresentou valor acima da média, sendo observada uma precipitação total anual de 2207 mm (Gráfico 2).

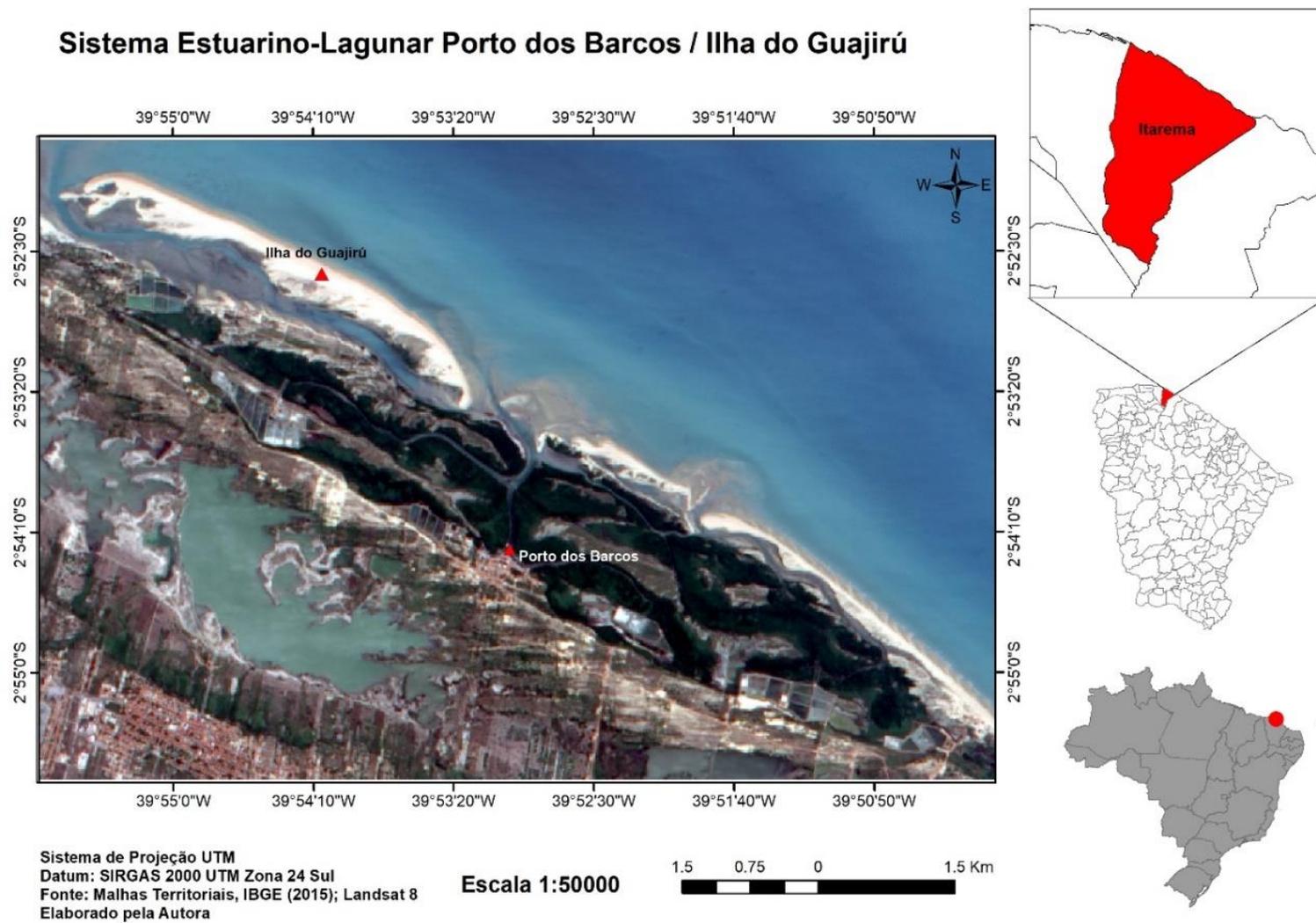
Gráfico 2 – Precipitação Total Anual nos últimos 30 anos.



Fonte: Elaborado pela autora (2020), com base nos dados da FUNCEME (<http://www.funceme.br/>).

As feições geomorfológicas são compostas pela planície litorânea que, por sua vez, é composta por subunidades como faixa de praia, campo de duns moveis, fixas e paleodunas, desembocaduras fluviais em planícies fluvio-marinhas recobertas por vegetação de mangue e ocorrências pontuais de promontórios e falésias (LIMA SOARES & SILVA ALBUQUERQUE, 2014). Além dessas, podemos citar a presença dos tabuleiros pré-litorâneos, planícies fluviais e planícies fluviolacustres.

Figura 1 – Localização do sistema estuarino-lagunar Porto dos Barcos/ Ilha do Guajirú.



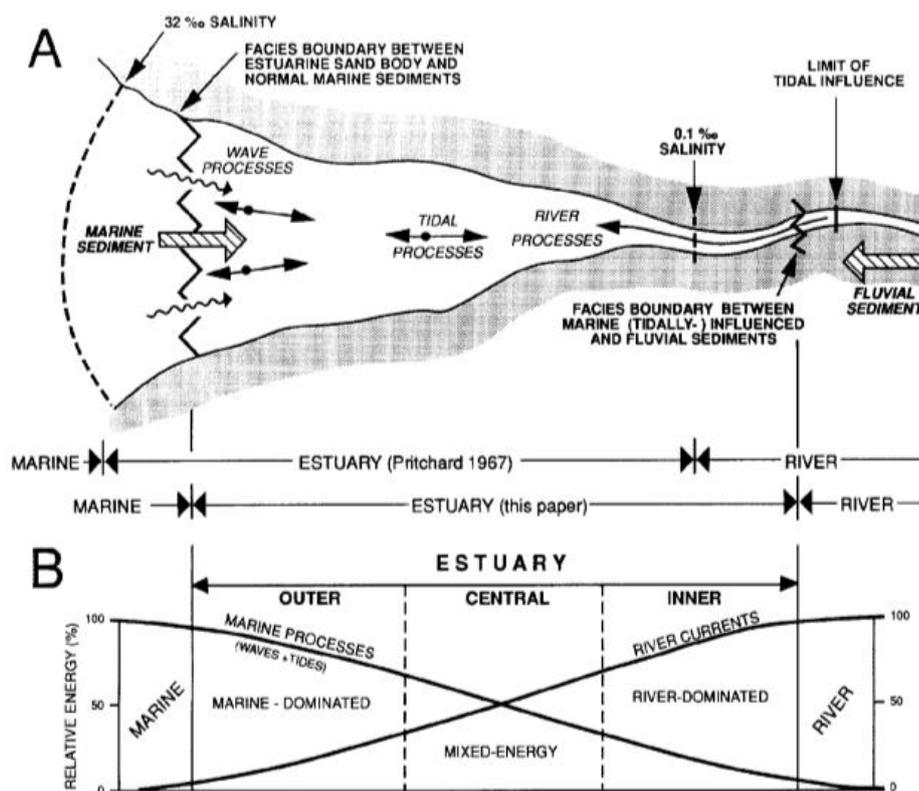
Fonte: Elaborado pela autora, 2020.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Estuários

A definição mais adotada é a de Cameron e Pritchard (1963) que afirma que: “Um estuário é um corpo de água costeiro semifechado que possui livre conexão com o oceano aberto e no qual a água salgada é diluída mensuravelmente pela água doce provinda da drenagem continental”. Essa definição coincide com a de Pritchard (1967) (Figura 2); e ambas são uma modificação da definição antes adotada por Pritchard (1952).

Figura 2 – Representação sistemática das definições de estuário de acordo com Pritchard (1967).



Fonte: Dalrymple, 1992.

No mesmo ano, Dionne (1963) apresentou uma definição similar, mas levando em consideração a influência da maré afirmando que “Um estuário é uma reentrância do mar que alcança o vale fluvial até o limite superior da elevação das marés, geralmente sendo divisível em três setores: a) um estuário marinho ou inferior, com livre conexão com o mar aberto; b) um

estuário intermediário, sujeito a mistura forte de sal e água doce; c) um estuário superior ou fluvial, caracterizado por água doce, mas sujeito a ação diária de maré”.

Os aspectos físicos e geomorfológicos são mais comuns em muitas definições enquanto os aspectos químicos (relacionada à diluição da água salgada) e biológicos são menos utilizados. Este último pode ser apresentado quando o estuário serve de habitat de espécies adaptadas para resistir a mudanças importantes na salinidade (RINGUELET, 1962; PERILLO, 1995).

Numa abordagem mais sedimentológica podemos citar a definição de Dalrymple (1992) que conceituou um estuário como: “A parte voltada para o mar de um sistema de vales inundados, os quais recebem sedimentos de fontes fluviais e marinhas, contendo fácies influenciadas pela maré, ondas e processos fluviais. Considera-se que o estuário se estende desde o limite interno das fácies de maré, até o limite oceânico das fácies costeiras na entrada”. Alguns pesquisadores, ainda, incorporam a região da plataforma continental como parte do sistema estuarino devido ao aporte da pluma de sedimentos (MIRANDA, BELMIRO e KJERFVE, 2002).

A dificuldade em estabelecer uma definição para estuário deve-se principalmente porque: (1) cada estuário possui características intrínsecas próprias tornando-os únicos e distintos uns dos outros (PERILLO, 1995); (2) existe uma variedade de definições dentro de cada disciplina devido as diferentes abordagens dos pesquisadores e da localização dos estuários nos quais essas definições se baseiam (PERILLO, 1989).

Por exemplo, Day (1980) apresentou uma definição considerando que alguns desses sistemas estuarinos podem, durante determinada época, permanecer separados do mar aberto em função da formação de barras arenosas. Sua definição foi modificada por Potter et al. (2010), ao estudar sistemas estuarinos em regiões da África e Austrália, revelando que: “Um estuário é uma massa de água costeira parcialmente fechada que fica permanentemente ou periodicamente aberta ao mar e que recebe pelo menos uma descarga periódica de um rio(s), e assim, enquanto sua salinidade é tipicamente menor que a da água do mar natural e varia temporalmente e ao longo de sua extensão, pode se tornar hipersalino em regiões onde a perda de água por evaporação é alta e as entradas de água doce e de maré são insignificantes”.

Pode-se citar alguns estudos em sistemas estuarinos no Ceará, como: no estuário Rio Acaraú (ARAÚJO & FREIRE, 2007), do Rio Catú (PINHEIRO & MORAIS, 2010), do Rio Curú (FALCÃO et al., 2011), Timonha-Ubatuba (MORAIS, DIAS & PINHEIRO, 2014), Coreaú (COLARES et al., 2016).

Catu (PINHEIRO; MORAIS; 2010), Coreaú (VALENTIM, 2016), Malcozinhado (PINHEIRO, 2003), Pirangi (SCHETTINI et al., 2017).

### ***2.1.1 Origem geologica***

Embora possua varias definições, a origem dos estuários está associada às variações do nível relativo do mar no Quaternário, mais especificamente durante a transgressão do Holoceno. O início desse periodo foi marcado por uma rápida subida do nivel do marinho, que teve início há cerca de 15.000 anos A.P. (quando o mar estava 125 m abaixo do nivel marinho atual) e estendeu-se até cerca de 7.000 anos AP. Esse período foi denominado como Transgressão Flandriana, responsável pela inundação das planícies costeiras continentais e dos vales dos rios dando origem as baías, lagoas costeiras, enseadas e estuários (FONTES, MIRANDA e ANDUTTA, 2014).

As flutuações do nivel marinho são resultante não apenas das glaciações e deglaciações (glacioeustasia), mas também da tectônica de placas, movimentos isostaticos, configuração geoidal da superfície oceânica e continental, entre outras variáveis (SUGUIO, 1985; SCHNACK AND PIRAZZOLI, 1990). Os fatores citados acima transcorrem em varias escalas de tempo e estão sujeito a variações locais e regionais, não fornecendo uma tendencia global e uniforme do nivel marinho e, conseqüentemente, dificultando uma estimativa exata.

A partir da datação do material de poços em planícies costeiras (mais especificamente, em vales enterrados e em organismos e sedimentos de águas rasa), é possível determinar esse nivel marinho, visto que esses ambientes mostram evidências dos avanços na forma de características erosivas e deposicionais (EVANS, 1979). Essas características deposicionais exibem "marcadores" físicos, químicos e biológicos do nível do mar antigo, assim como sua idade e condições ambientais associadas (SCHNACK AND PIRAZZOLI, 1990).

### ***2.1.2 Circulação e sedimentação estuarina***

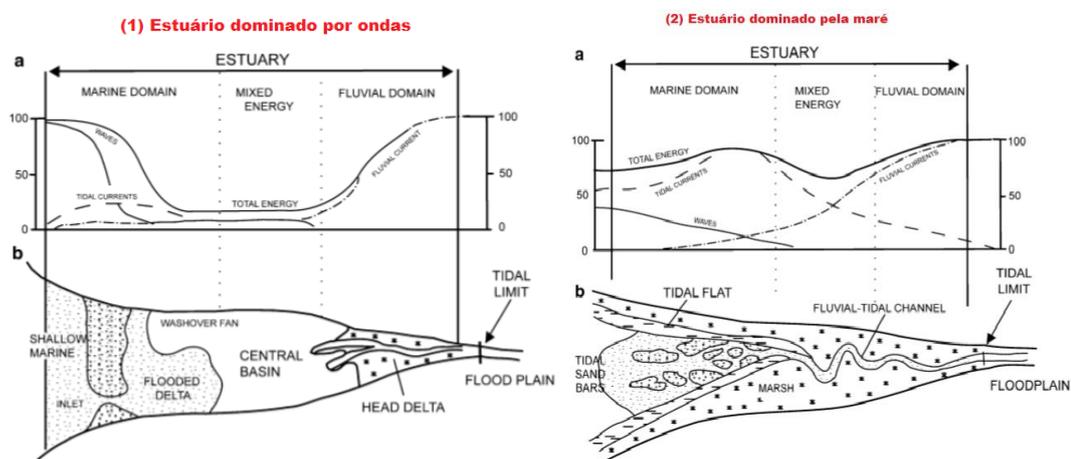
As principais forçantes da circulação e mistura no sistema estuarino são: a descarga de água doce, a oscilação da maré, o gradiente longitudinal de salinidade, a circulação da plataforma continental e o vento; estas são responsáveis pelas variações do nivel do mar e, conseqüentemente, por esses movimentos nesse ambiente (MIRANDA et al., 2002). O sistema recebe energia cinética através das correntes de maré nas quais, durante o fluxo de entrada ocorre o processo de mistura entre água salgada e doce e, durante o fluxo de saída, a água

salgada é diluída pela água doce proveniente da descarga fluvial, promovendo o gradiente longitudinal de salinidade. O vento é responsável pela aeração das massas de água estuarinas e costeiras, além gerar ondas e correntes que intensificam a mistura (MIRANDA et al., 2002).

Dalrymple et al. (1992), definiu um zoneamento no qual tanto estuários dominados por ondas quanto por marés podem ser divididos em três zonas: (1) zona externa, dominada por processos marinhos (correntes de maré ou ondas) e predominância de facies mais grossas; (2) zona central, na qual as correntes de maré são equilibradas a longo prazo pela descarga fluvial e onde os sedimentos finos são depositados ; (3) zona interna, dominada pela energia fluvial.

Os estuários dominados por ondas (Figura 3) apresentam um perfil com dois picos de energia, um na boca resultante da energia das ondas e outro na cabeceira produzido pelas correntes fluviais. A porção central apresenta um mínimo de energia, por vezes, decorrente da formação de barreiras ou ilhas barreiras submersas ou emergentes que impedem a penetração das ondas e da energia das marés. Apresentam uma distribuição de facies grossa-fina-grossa desde a boca até a cabeceira. Já os estuários dominados por maré, apresentam energia mínima da porção central menos pronunciada que os anteriores, pois sua forma de funil gera um aumento das correntes de maré a montante, e energia reduzida a jusante devido a fricção do fundo e das margens. A energia das marés domina a boca desenvolvendo barras de maré longitudinais que quebram a energia das ondas. Essa barras localizam-se na porção com máxima de energia das marés e são compostas de sedimentos médios e grossos, enquanto que os sedimentos finos acumulam-se principalmente nas margens do estuário e /ou pântanos (DALRYMPLE et al., 1992).

Figura 3 – (a) variação da energia e (b) distribuição de facies em (1) Estuários dominados por ondas e (2) Estuários dominados pela maré.



Fonte: Adaptado de Dalrymple et al., 1992.

### *2.1.3 Classificação dos estuários*

Os estuários podem ser classificados de acordo com a sua geomorfologia (PRITCHARD, 1952; FARIBRIGDE, 1980), balanço de água (VALLE-LEVINSON et al., 2010), estratificação da salinidade (PRITCHARD, 1955; CAMERON E PRITCHARD, 1963; DYER, 1997), características da maré (DIONME, 1963) e com base em outras características dependendo da abordagem.

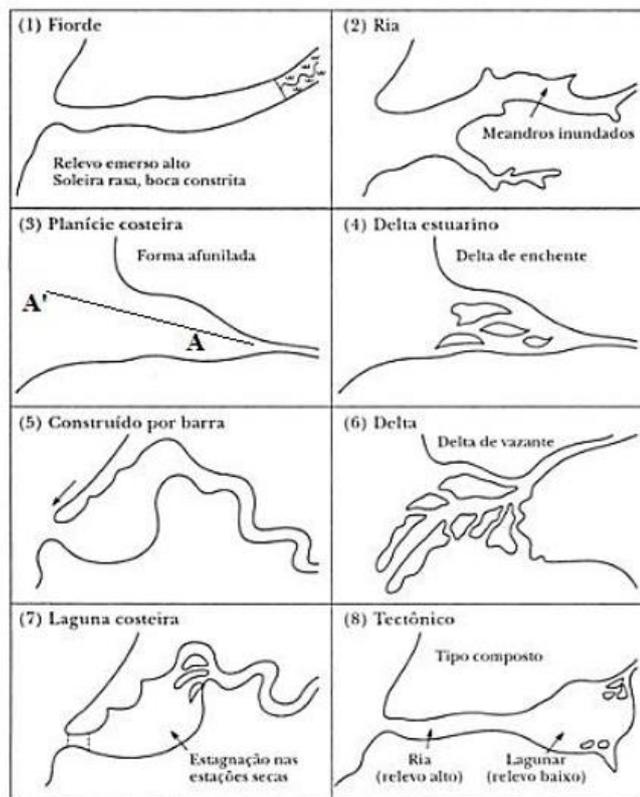
Com base no balanço hídrico, os estuários podem ser classificados como: clássico (positivo), inverso (negativo) e de baixo influxo. Os estuários positivos são aqueles em que a descarga de água dos rios, chuva e derretimento de gelo excedem a perda por evaporação ou congelamento, estabelecendo um gradiente de densidade longitudinal conduzido pela circulação gravitacional (fluxo de água doce pela superfície e de água salgada e mais densa próximo ao fundo).

Os estuários inversos são comumente localizados em regiões áridas, nas quais as perdas de água doce resultantes da evaporação excedem os acréscimos de água doce da precipitação. São chamados de inversos, pois a densidade da água aumenta para o interior do sistema, ou seja, possui influxos superficiais mais fortes que o fluxo de saída pelo fundo. As perdas de água associadas aos estuários inversos tornam o seu fluxo mais lento e, portanto, é provável que esses estuários sejam mais propensos a problemas de qualidade da água do que estuários positivos. Estuários de baixo influxo também ocorrem em regiões de altas taxas de evaporação, mas com pequena influência da descarga fluvial (ordem de poucos  $m^3/s$ ). Durante a estação seca e fria, os processos de evaporação podem gerar uma zona máxima de salinidade (tampão salino), ocasionando a diminuição da densidade da água como em um estuário inverso (VALLE-LEVINSON, 2010).

Geomorfologicamente, os estuários são agrupados em quatro categorias de acordo com os eventos geológicos e geomorfológicos associados a sua origem (Figura 4), sendo eles: (1) planície costeira, formados durante a transgressão marinha ocorrida no Holoceno (cerca de 15.000 anos atrás) que inundou os vales dos rios, possui uma razão largura/profundidade grande (profundidade não ultrapassa os 30 m) e são encontrados geralmente em regiões tropicais e subtropicais; (2) fiorde, formados em regiões cobertas por calotas de gelo durante o Pleistoceno, ou seja, regiões de altas latitudes (ex. Alasca, Groelândia, Antártida, Escandinávia etc) onde a escavação glacial é intensa, sendo sua razão largura/profundidade baixa (profundos, estreitos e com paredes laterais íngremes); (3) construído por barras, também formados pela inundação de vales de rios no período da transgressão marinha no Holoceno, mas a

sedimentação recente deu origem a barras arenosas; (4) estuários formados por processos como falhas tectônicas, tremores, erupções vulcânicas e deslizamentos de terras, além daqueles que tiveram sua morfologia alterada por processos de sedimentação recente como, por exemplo, os deltas e rios (PRITCHARD, 1952; FAIRBRIGDE, 1980; MIRANDA et al, 2002; VALLE-LEVINSON, 2010).

Figura 4 – Tipos fisiográficos de estuários: (1) Fiorde, (2) Ria, (3) Planície Costeira, (4) Delta Estuarino, (5) Construído por barra, (6) Delta, (7) Laguna Costeira e (8) Tectônico.



Fonte: Adaptado de Fairbridge, 1980.

## 2.1 Estuários-lagunares

Os estuários do tipo *construídos por barras*, comumente descritos como sistemas “estuarinos-lagunares”, merecem destaque nesse trabalho por serem o objeto de estudo. São originados em costas que sofrem com processos erosivos, acarretando na produção de uma grande quantidade de sedimentos que são retrabalhados pelas ondas e transportados por correntes (VALLE-LEVINSON, 2010). Podem ter uma ou mais entradas do mar, que podem ser permanentes ou intermitentes através das barreiras arenosas.

Podem ocorrer como ilhas barreiras (barrier islands) e flechas litorâneas (spits e esporões arenosos), e são constituídas principalmente por de areia, mas algumas consistem em cascalho ou misturas de areia e cascalho, podendo sofrer mudanças na sua geometria dependendo da estação do ano e da descarga fluvial. Também pode ser erodida completamente em períodos de fortes chuvas e enchentes, e reconstruída pela ação das ondas quando o bom tempo retorna. O crescimento das barreiras costeiras pode ser explicado como consequência dos efeitos das ondas, marés e correntes na distribuição de sedimentos, que modela a morfologia deposicional e determina a posição e as dimensões das entradas do mar (KJERFVE. 1994).

De acordo com Davidson-Arnott (2010), as barreiras arenosas estão entre as feições deposicionais mais dinâmicas e mutáveis, podendo, em alguns casos, terem suas entradas fechadas pela deposição dos sedimentos como consequência da ação das ondas e da deriva litorânea. Uma vez fechados, são remodelados pela erosão e deposição ao redor das margens, pelo acúmulo de material lavado ou soprado sobre as barreiras anexadas e pelo acúmulo de sedimentos fluviais, resultando na baixa profundidade e encolhimento das mesmas.

A salinidade e temperatura da água, também são condições ecológicas importantes na evolução geomorfológica dos sistemas estuarinos-lagunares, pois exercem papel controlador na extensão da vegetação que pode colonizar as margens da lagoa, impedindo a erosão, gerando padrões de sedimentação e criando depósitos orgânicos.

Segundo Moura (2018), a morfologia das barras arenosas na costa do Ceará, principalmente aquelas localizadas na região de Acaraú e Itarema, é a que mais se adequa aos modelos teóricos encontrados na literatura, por conta de sua característica alongada e com a porção distal recurvada, e possuem avançado processo migratório sendo dispostas em sequência no sentido da deriva litorânea. Assumem um importante papel na configuração da linha de costa, atuando na criação de sistemas costeiros abrigado (ex. manguezais).

A Ilha do Guajirú é a maior barreira costeira localizada no Ceará, com aproximadamente 6 quilômetros de extensão. Caracterizada por ser uma barreiras costeiras com processo migratório e mudanças morfológicas muito dinâmicas, alterna-se em fases de spit e ilha barreira de forma não regular (MOURA, 2018). Atualmente configura-se como ilha barreira, visto que sofreu rompimento no ano de 2013 (Figura 5).

Figura 5 – Estágios da atual Ilha do Guajirú.



Fonte: Google Earth.

### 3 METODOLOGIA

A metodologia consistiu em 4 etapas: gabinete, atividades em campo, procedimentos laboratoriais e processamento de dados.

### **3.1 Etapa de gabinete**

Para o melhor conhecimento sobre a área e os processos em estudo foram consultados artigos científicos nacionais e internacionais, relatórios técnicos, dissertações e teses, além de livros que tratam do tema no acervo da biblioteca do Instituto de Ciências do Mar – LABOMAR/UFC.

### **3.2 Atividades de campo**

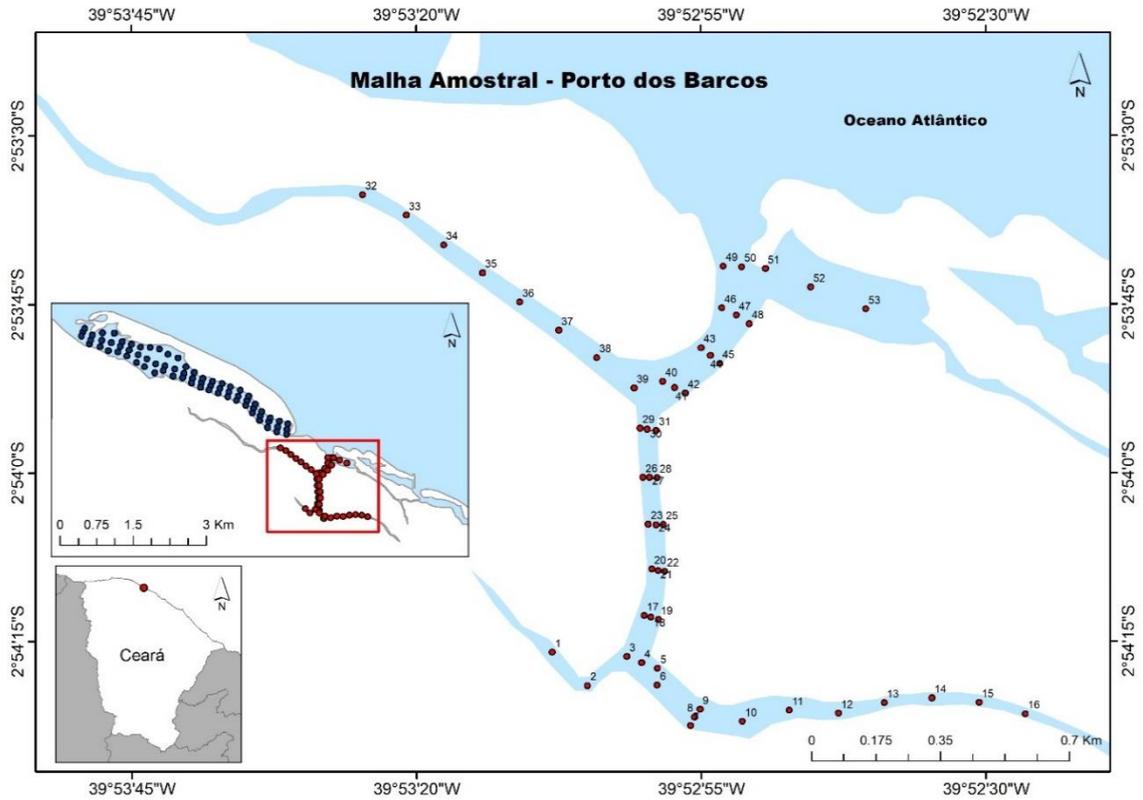
Para aquisição de dados *in situ* foram realizadas três campanhas. A primeira campanha foi realizada em novembro de 2018 objetivando o reconhecimento da área e coleta dos sedimentos correspondente ao período de estiagem; a segunda foi realizada em março de 2019, na qual foi realizado o levantamento batimétrico e, a terceira realizada em maio de 2019 para a coleta de sedimentos correspondente ao período chuvoso.

#### ***3.2.1 Coleta de sedimentos***

No total foram coletadas 106 amostras nos canais próximos ao Porto dos Barcos (Figura 6), 53 em cada período (estiagem e chuvoso); e 144 amostras no setor entre a ilha barreira do Guajirú (Figura 7) e a linha de costa abrigada em cada período, totalizando assim 250 amostras. Todos os pontos foram previamente estabelecidos e tiveram suas posições geográficas demarcadas por um GPS (GARMIN GPSmap 62s). A localização de cada ponto e o espaçamento entre eles foram escolhidos com a finalidade de alcançar uma maior extensão do sistema e caracterizar as mudanças nas características dos sedimentos do substrato.

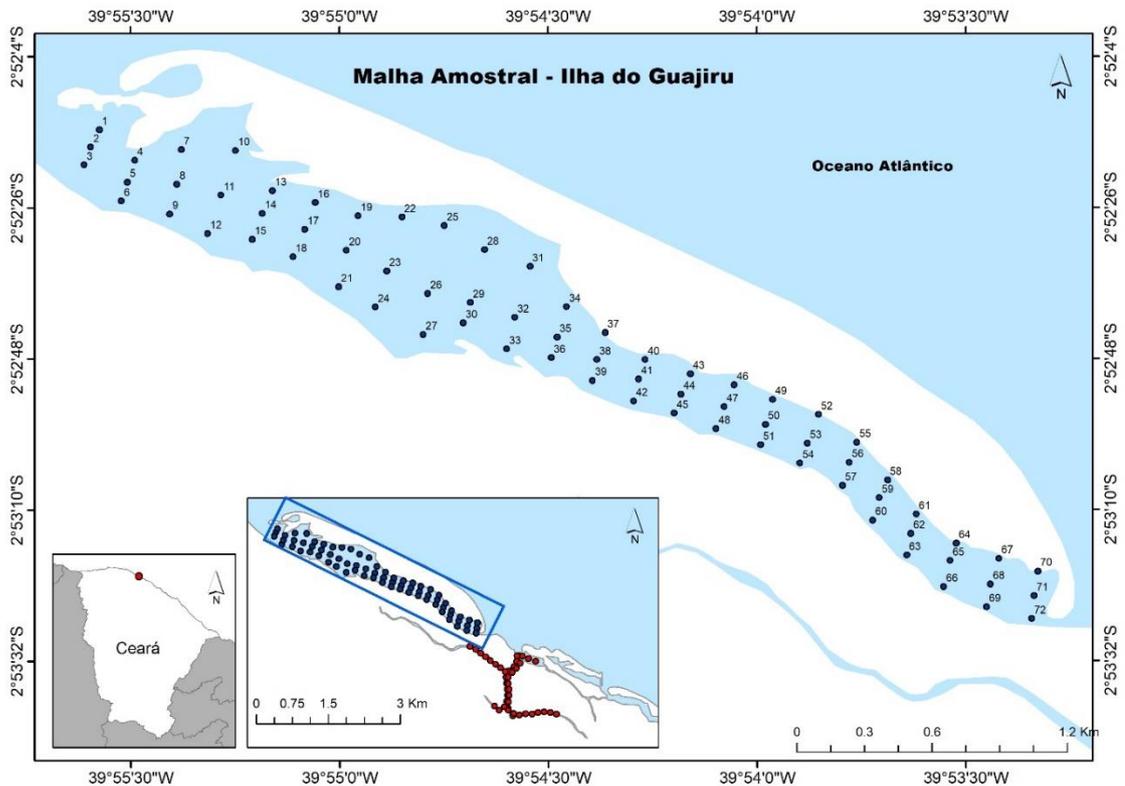
Na localidade do Porto dos Barcos, o canal de maior largura, foi amostrado em séries de 3 pontos de coleta (margens e centro do canal) com 130 metros de espaçamento entre as seções, e os canais mais estreitos foram amostrados com apenas ponto de coleta por seção, seguindo o mesmo espaçamento. Já a porção entre a ilha barreira do Guajirú e a linha de costa abrigada foi amostrada em séries de 3 pontos de coletas, com o espaçamento de 200 metros entre as seções.

Figura 6 - Pontos de coleta de sedimentos do Porto dos Barcos.



Fonte: Elaborado pela autora, 2020.

Figura 7 - Pontos de coleta de sedimentos na porção da Ilha do Guajirú.



Fonte: Elaborado pela autora, 2020.

A coleta dos sedimentos foi realizada com o auxílio de uma draga do tipo Van Veen (Figura 8), de forma que ao entrar em contato com o substrato os sedimentos foram aprisionados e trazidos para a superfície. Estes sedimentos foram depositados em sacos plásticos devidamente etiquetados e lacrados e, posteriormente, levados ao Laboratório de Oceanografia Geológica – LOG, onde foram refrigerados para a conservação de suas características físicas e químicas.

Figura 8 – Procedimentos realizados em campo.



### 3.2 Procedimentos em laboratório

As amostras refrigeradas foram colocadas na estufa a uma temperatura de 60°C, conforme a metodologia proposta por Suguio (1973). Depois de secas, foram retiradas da estufa e esfriadas em temperatura ambiente. Em seguida, foram pesadas para cada amostra as quantidades de necessárias para cada análise: 100g para a análise granulométrica, 0,5g para o teor de carbonato de cálcio e 1g para a quantificação de matéria orgânica.

### 3.3.1 Análise granulométrica

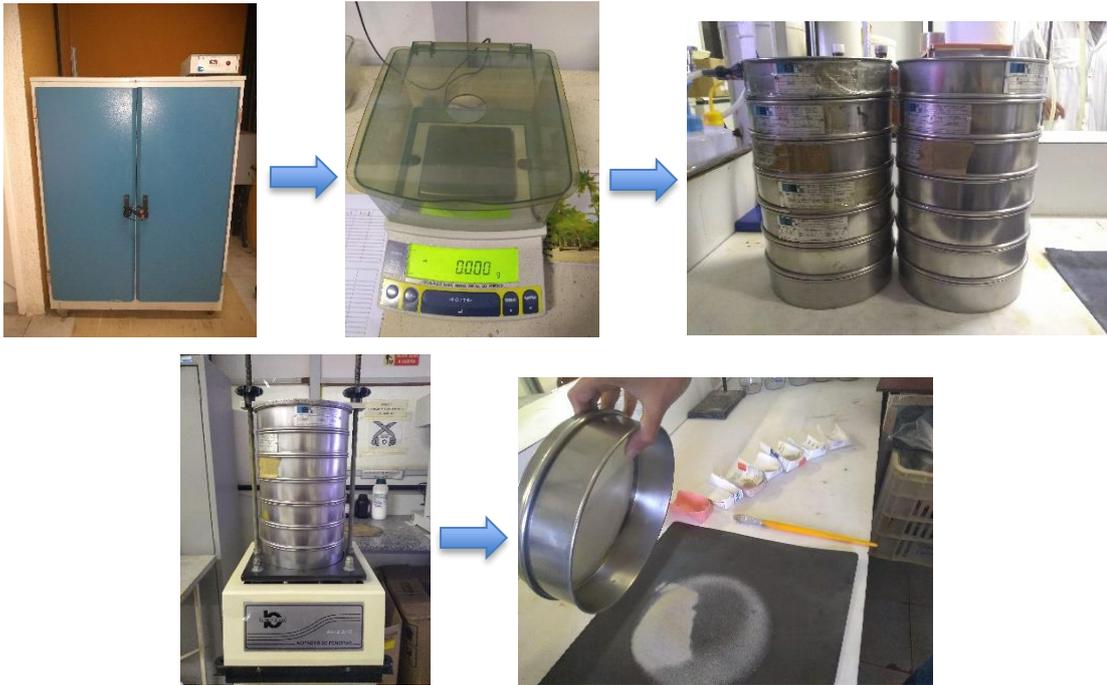
A análise granulométrica é um método utilizado para classificar os sedimentos de acordo com o seu tamanho e textura e, a partir dessas características, compreender os agentes de transporte e deposição presentes na área.

Primeiramente, as amostras foram submetidas ao peneiramento úmido, processo no qual o sedimento é depositado em uma peneira com abertura de 0,062 mm e lavado com água corrente, para a retirada de sais e das frações mais finas (silte e argila). Esse processo se faz necessário pois a concentração de sais nas amostras proporciona a aglutinação das argilas, podendo ocasionar erros no resultado da granulometria seca (SUGUIO, 1973). Após a lavagem, as amostras foram novamente colocadas na estufa para a secagem.

O processo de granulometria seca (Figura 9) consiste na separação dos grãos de tamanhos distintos, utilizando um conjunto de 12 peneiras com malhas de aberturas variando entre 4,00 a 0,090 mm (aumentando de baixo para cima) de acordo com a escala de Wentworth (1922), e com auxílio de um agitador mecânico (*rot-ap*). O material foi depositado na peneira de maior abertura e, em seguida, a sequência de peneiras foi colocada no agitador mecânico por 10 minutos. Finalizado este procedimento, o material retido em cada peneira foi pesado e anotado.

A quantidade de finos presente em cada amostra foi determinada pela diferença entre o peso inicial (100g) e o somatório das outras frações obtidas no processo de granulometria seca. Aquelas com a fração fina maior que 20% do total tiveram seus pesos obtidos pelo método da pipetagem, seguindo a lei de Stokes (1851) que tem como base a velocidade de decantação das partículas em meio fluido (SUGUIO, 1973).

Figura 9 – Processo da análise granulométrica.



Fonte: Elaborado pela autora, 2020.

A fração fina de cada uma das amostras (anteriormente armazenadas durante o processo de peneiramento úmido), são colocadas em provetas de 1000ml. Devido à forte tendência de floculação dos sedimentos com alto teor de silte e argila, são adicionadas 0,67g de Oxalato de Sódio ( $C_2O_4Na_2$ ), para a desagregação das partículas e, em seguida, o material dentro da proveta é agitado fortemente para a dissolução da substância e homogeneização da amostra. Quando homogeneizada, as partículas de mesmo diâmetro começam a decantar juntas, e em determinada profundidade da proveta para. Quanto maior o grão, mais rápido irá decantar, e quanto menor o grão mais tempo ficará suspenso na coluna. Com uma pipeta de 20ml foram realizadas 6 retiradas de acordo com a seguinte tabela 4.

Tabela 1 – Procedimento de pipetagem.

| Tempo da pipetagem (hh:mm:ss) | Profundidade de retirada na proveta (cm) | Tamanho da partícula |            | Fração           |
|-------------------------------|--|----------------------|------------|------------------|
|                               |  | (mm)                 | ( $\Phi$ ) |                  |
| 00:00:58                      | 20                                       | 0,0442               | 4,5        | Silte grosso     |
| 00:03:52                      | 10                                       | 0,0313               | 5,0        | Silte médio      |
| 00:07:44                      | 10                                       | 0,0156               | 6,0        | Silte fino       |
| 00:31:00                      | 10                                       | 0,0078               | 7,0        | Silte muito fino |
| 02:03:00                      | 10                                       | 0,0039               | 8,0        | Argila grossa    |
| 08:10:00                      | 10                                       | 0,0020               | 9,0        | Argila média     |

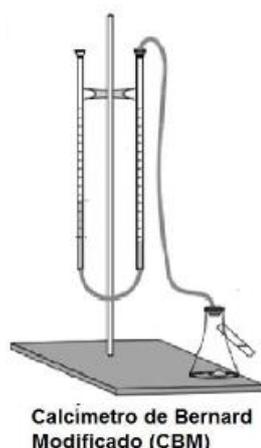
Elaborado pela autora, 2020.

As frações retiradas em cada pipetagem foram colocadas em placas de petri previamente numeradas e pesadas e, em seguida, postas para secar na estufa. Por fim, as placas contendo amostras foram pesadas e o valor de cada amostra foi definido pela diferença entre o peso final e peso inicial.

### 3.3.2 Determinação dos teores de carbonato de cálcio

Os teores de carbonato de cálcio ( $\text{CaCO}_3$ ) foram determinados pelo método do Calcímetro de Bernard Modificado (LAMAS et al., 2005). Esse aparelho (Figura 10) é composto por duas buretas e um *kitasato* modificado interligados por uma mangueira, formando um sistema hermeticamente fechado. A concentração de  $\text{CaCO}_3$  dos sedimentos é medida através da captação e medição de gás carbônico, que ocorre quando o ácido clorídrico (HCl) entra em contato com o  $\text{CaCO}_3$  presente na amostra de sedimento.

Figura 10 – Calcímetro de Bernard Modificado (CBM).



Fonte: Soares, 2017.

Inicialmente, foram pesados 0,5g de amostra sedimentar e 2 ml de ácido clorídrico (HCl) diluído em 10%; ambos foram colocados no *kitasato*, de forma que permanecessem isolados até o que o sistema fosse vedado. Quando os componentes entraram em contato, o CO<sub>2</sub> foi liberado proporcionalmente à concentração de carbonato no sedimento, deslocando o líquido pertencente a uma das buretas em direção a outra. Os valores obtidos foram anotados, para os posteriores cálculos. Vale ressaltar, que todas as análises foram feitas em triplicata.

O mesmo procedimento foi realizado com o CaCO<sub>3</sub> puro, para definir um volume padrão que será utilizado no cálculo da proporção:

$$\text{Camostra (\% CaCO}_3\text{)} = (\text{Vamostra} \times \text{Cpadrão}) / \text{Vpadrão}$$

Onde:

**Camostra:** concentração de CaCO<sub>3</sub> da amostra;

**Cpadrão:** concentração padrão da amostra a 99 % de CaCO<sub>3</sub>;

**Vamostra:** volume da solução salina deslocado pelo CO<sub>2</sub>;

**Vpadrão:** volume de solução salina deslocado pela amostra padrão.

### 3.3.3 Determinação dos teores de matéria orgânica

Os teores de M.O. foram determinados a partir do método de Dean (1974), no qual primeiramente foram pesadas 2 granas de amostra dentro do cadinho. Em seguida a amostra e o cadinho foram colocados em um forno de mufla e aquecidos a 550 ° C por uma hora. São retiradas da mufla e após o resfriamento até a temperatura ambiente, as amostras foram pesadas

novamente. A diferença entre o peso inicial e o peso após a queima mostra a quantidade de carbono orgânico inflamado.

### 3.4 Processamento dos dados

#### 3.4.1 Dados Sedimentológicos

Os dados sedimentológicos foram processados no SAG® – Sistema de Análise Granulométrica, programa computacional desenvolvido na Universidade Federal Fluminense (UFF) pelos pesquisadores Gilberto T. M Dias e Clarisse B. Ferraz, objetivando a realização de cálculos de parâmetros granulométricos de sedimentos.

Para a interpolação e representação gráfica dos dados sedimentológicos foi utilizado o software ArcGIS. O método utilizado para a interpolação da cobertura sedimentar foi o Inverso do Quadrado da Distância (IDW). Esse método assume que pontos próximos são mais semelhantes entre si, ou seja, os valores medidos próximos ao ponto terão maior influência que outros mais distantes.

##### 3.4.1.1 Parâmetros Granulométricos

Os parâmetros de análise estatística usualmente utilizados para caracterizar os sedimentos são calculados com base em dados gráficos das curvas acumulativas de distribuição de frequências das amostras, sendo estes representados na escala  $\Phi$  (phi).

- **Diâmetro Médio ou Média** – é o mais importante dentre as medidas de tendência central (média, mediana e moda), e consiste no tamanho médio das partículas, demonstrada por Folk e Ward (1957 in Sugio 1973) pela fórmula:

$$Mz = (\Phi_{16} + \Phi_{50} + \Phi_{84}) / 3$$

Onde,  $\Phi_{16}$  fornece uma média para o terço mais grosseiro,  $\Phi_{50}$  fornece uma média para o terço intermediário e  $\Phi_{84}$  fornece uma média para o terço mais fino.

- **Selecionamento ou Grau de seleção** – é uma medida de dispersão da amostra, ou seja, fornece o desvio padrão ( $\sigma$ ) da distribuição de tamanho. Amostras de sedimentos bem

selecionados incluem grãos com pequena dispersão dos seus valores granulométricos ou dos valores das medidas de tendência central. A fórmula que melhor representa esse parâmetro foi sugerida por Folk e Ward (1957 in Sugio 1973):

$$\sigma = [(\Phi_{84} - \Phi_{16}) / 4] + [(\Phi_{95} - \Phi_5) / 6.6]$$

A partir dos valores de  $\sigma$  obtidos pela fórmula, Folk e Ward (1957 in Sugio 1973) sugeriram uma escala para a classificação dos sedimentos que apresenta os seguintes limites (Tabela 2):

Tabela 2 – Limites para classificação quanto ao grau de seleção.

| $\sigma$              | Classificação (Folk e Ward, 1957) |
|-----------------------|-----------------------------------|
| <b>Menor que 0,35</b> | Muito Bem Selecionado             |
| <b>0,35 a 0,50</b>    | Bem Selecionado                   |
| <b>0,50 a 1,00</b>    | Moderadamente Selecionado         |
| <b>1,00 a 2,00</b>    | Pobrememente Selecionado          |
| <b>2,00 a 4,00</b>    | Muito Pobrememente Selecionado    |
| <b>Maior que 4,00</b> | Extremamente Mal Selecionado      |

Elaborada pela autora, 2020.

- **Grau de Assimetria** – reflete o grau de deformação da curva de frequência simples para a direita ou para esquerda, analisando a relação entre o diâmetro médio, a mediana e a moda. Quando os valores destes forem iguais, a distribuição é considerada simétrica. Segundo Folk e Ward (1957 in Sugio 1973), se dar pela fórmula:

$$Sk = [(\Phi_{16} + \Phi_{84} - 2*\Phi_{50}) / (2*(\Phi_{84} - \Phi_{16}))] + [(\Phi_5 + \Phi_{95} - 2*\Phi_{50}) / (2*(\Phi_{95} - \Phi_5))]$$

Os limites dessa fórmula são +1,0 e -1,0 (Tabela 3), nos quais os valores positivos de assimetria são observados quando o valor da média > valor da mediana > valor da moda, resultando em uma cauda da curva mais para a direita (grãos mais finos). Valores negativos de assimetria são observados quando valor da média < valor da mediana < valor da moda, implicando numa cauda mais acentuada para a esquerda (grãos mais grossos).

Tabela 3 – Limites para classificação quanto grau de assimetria.

| Sk, entre: | Classificação (Folk e Ward, 1957) |
|------------|-----------------------------------|
|------------|-----------------------------------|

|                      |                           |
|----------------------|---------------------------|
| <b>-1,00 e -0,30</b> | Assimetria Muito Negativa |
| <b>-0,30 e -0,10</b> | Assimetria Negativa       |
| <b>-0,10 e +0,10</b> | Aproximadamente Simétrica |
| <b>+0,10 e +0,30</b> | Assimetria Positiva       |
| <b>+0,30 e +1,00</b> | Assimetria Muito Positiva |

Elaborada pela autora, 2020.

- **Curtose ou Grau de Agudez do Pico** – expressa o grau de agudez dos picos na curva de distribuição de frequência, ou seja, o achatamento de uma curva em relação a uma curva de uma distribuição normal. Folk e Ward (1957 in Sugio 1973) sugeriram a seguinte fórmula para a curtose:

$$K_g = (\Phi_{95} - \Phi_5) / (2.44 * (\Phi_{75} - \Phi_{25}))$$

Usam-se os seguintes limites (Tabela 4) para classificar uma curva quanto a sua curtose:

Tabela 4 – Limites para a classificação quanto ao grau de agudez do pico.

| <b>K<sub>G</sub></b>  | Classificação (Folk e Ward, 1957) |
|-----------------------|-----------------------------------|
| <b>Menor que 0,67</b> | Muito Platicúrtica                |
| <b>0,67 a 0,90</b>    | Platicúrtica                      |
| <b>0,90 a 1,11</b>    | Mesocúrtica                       |
| <b>1,11 a 1,50</b>    | Leptocúrtica                      |
| <b>1,50 a 3,00</b>    | Muito Leptocúrtica                |
| <b>Maior que 3,00</b> | Extremamente Leptocúrtica         |

Elaborada pela autora, 2020.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Caracterização Sedimentológica

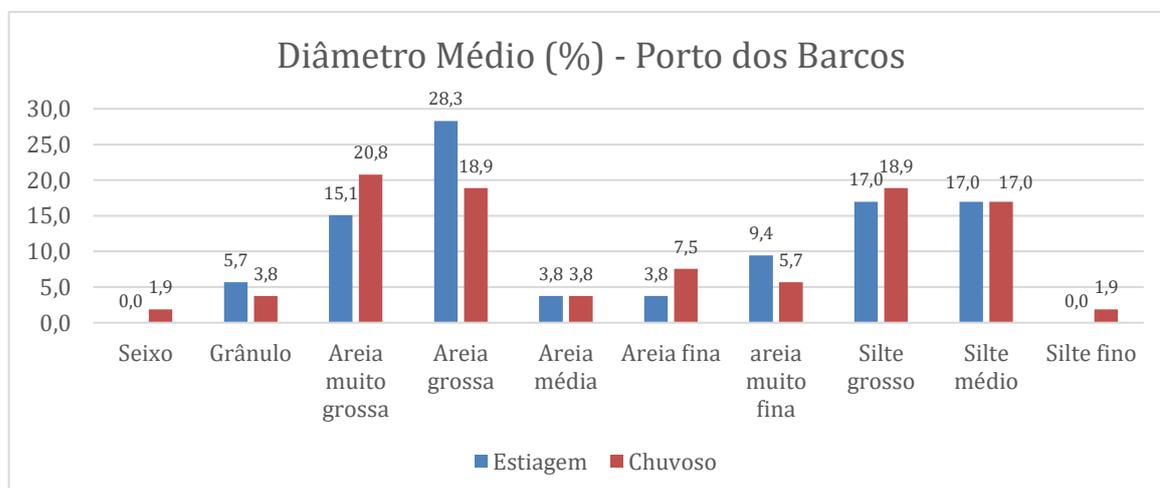
A compreensão da natureza e distribuição dos sedimentos de fundo em corpos hídricos através da análise de suas partículas é essencial para o entendimento de ambientes deposicionais, pois nelas são indicados o comportamento do seu agente deposicional relacionado aos respectivos níveis de energia, assim como suas áreas fontes, locais de perda e mecanismos de transporte.

A distribuição espacial dos sedimentos do sistema estuarino foi realizada utilizando os dados de parâmetros estatísticos das distribuições granulométricas. Nesse trabalho são abordados os seguintes parâmetros: diâmetro médio, selecionamento, assimetria e curtose, além da determinação dos teores de carbonato de cálcio (CaCo<sub>3</sub>) e matéria orgânica.

#### 4.1.1 Diâmetro Médio

A distribuição dos valores do diâmetro médio na localidade do Porto dos Barcos apresentou padrões parecidos na quadra seca e na quadra chuvosa (Gráfico 3). No período de estiagem, foram coletados sedimentos com tamanho médio dos grãos (phi) variando entre - 1.573 (grânulo) e 5.712 (silte médio), enquanto que período chuvoso o tamanho médio dos grãos (phi) variou entre -2.217 (seixo) e 6.315 (silte fino). O período de estiagem não apresentou as frações seixos e silte fino.

Gráfico 3 – Diâmetro médio dos sedimentos na localidade do Porto dos Barcos.



Fonte: Elaborado pela autora, 2020.

As frações que ocorreram com maior frequência no período de estiagem foram areia grossa (28,3% das amostras) seguida de silte grosso (17% das amostras) e silte médio (17% das amostras), enquanto no período chuvoso as frações predominantes foram areia muito grossa (20,8% das amostras) seguida de areia grossa (18,8% das amostras) e silte grosso (18,8% das amostras).

Sedimentos com diâmetros médios maiores são registrados nos leitos do canal principal e dos canais secundários, associados a zonas de maiores profundidades e dinâmica mais intensa (Figuras 11 e 12). Embora ocorra a predominância de areias grossas gradando para areias muito grossas à medida que avançamos pelo leito do canal principal em direção a foz, foi observada na porção leste da desembocadura, a ocorrência de sedimentos com diâmetros médios em frações distintas. Essa região da foz, que faz confluência com um canal secundário, no período de estiagem apresentou silte médio e, na porção inicial do canal secundário, foram verificadas areia fina e areia muito fina. No período chuvoso foi observada a presença de areia fina e, na porção inicial do canal secundário, a presença de silte grosso.

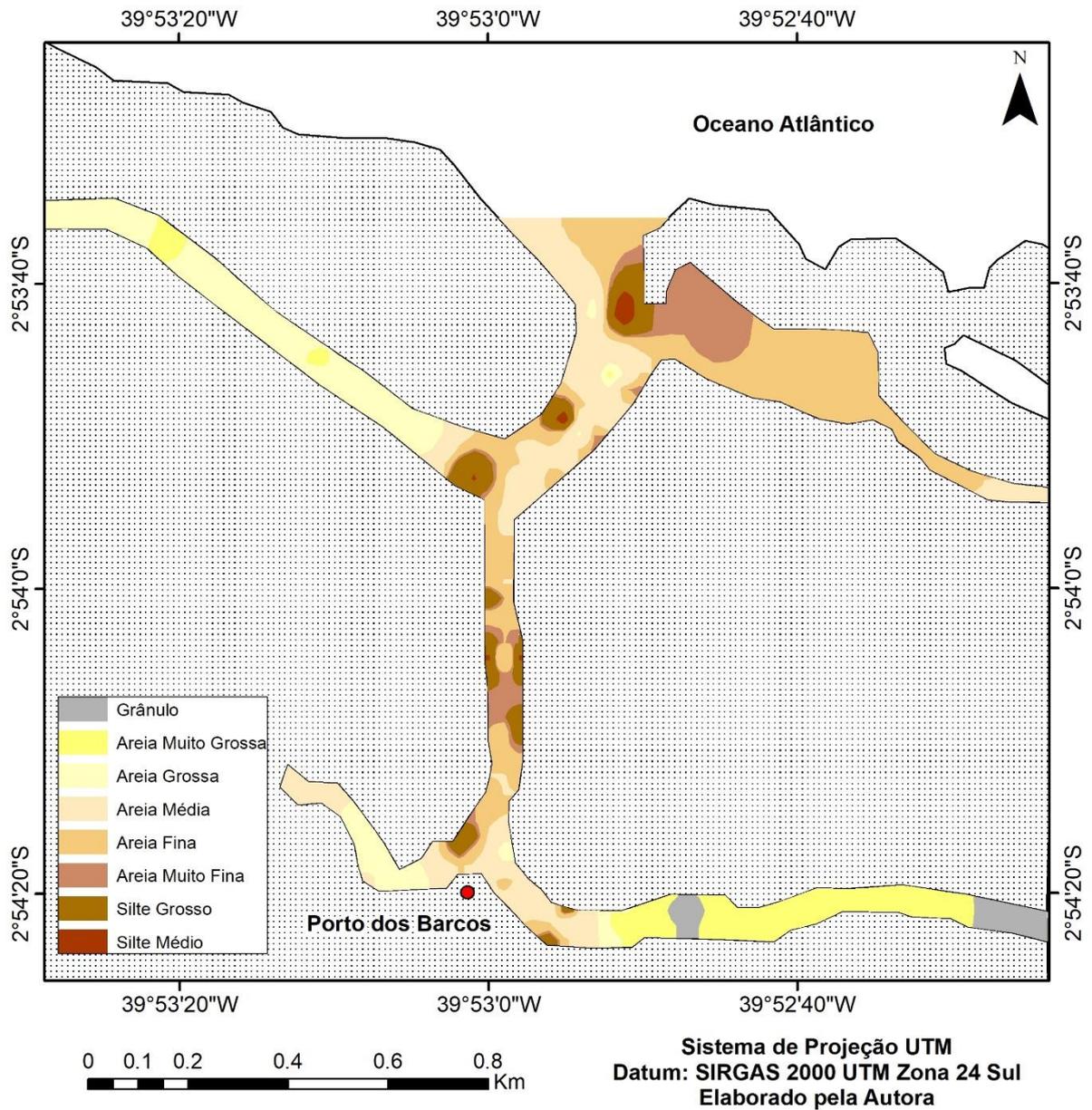
Estudos sedimentológicos realizados em sedimentos do Rio Formoso (MENDES, 2000) e no estuário do Rio Mamanguape (ALENCAR, 2010) também demonstraram uma tendência a um aumento geral das frações mais grossas em direção a foz. Adicionalmente, esses autores sugerem que esse comportamento pode ser interpretado como o de uma planície de maré sofrendo processo de assoreamento.

Os sedimentos coletados nos canais secundários demonstraram a presença de conchas e carapaças de organismos associadas as frações mais grossas e cascalhosas. Esses sedimentos mais grosseiros possuem seguramente origem marinha, sendo transportados pela ação conjunta das ondas e maré para o interior do estuário.

Nos trechos próximos as margens dos canais, onde a lâmina d'água tem menor espessura, prevaleceram sedimentos com diâmetro médio menores. Esses sedimentos mais finos servem de suporte para estabelecimento da vegetação manguezal.

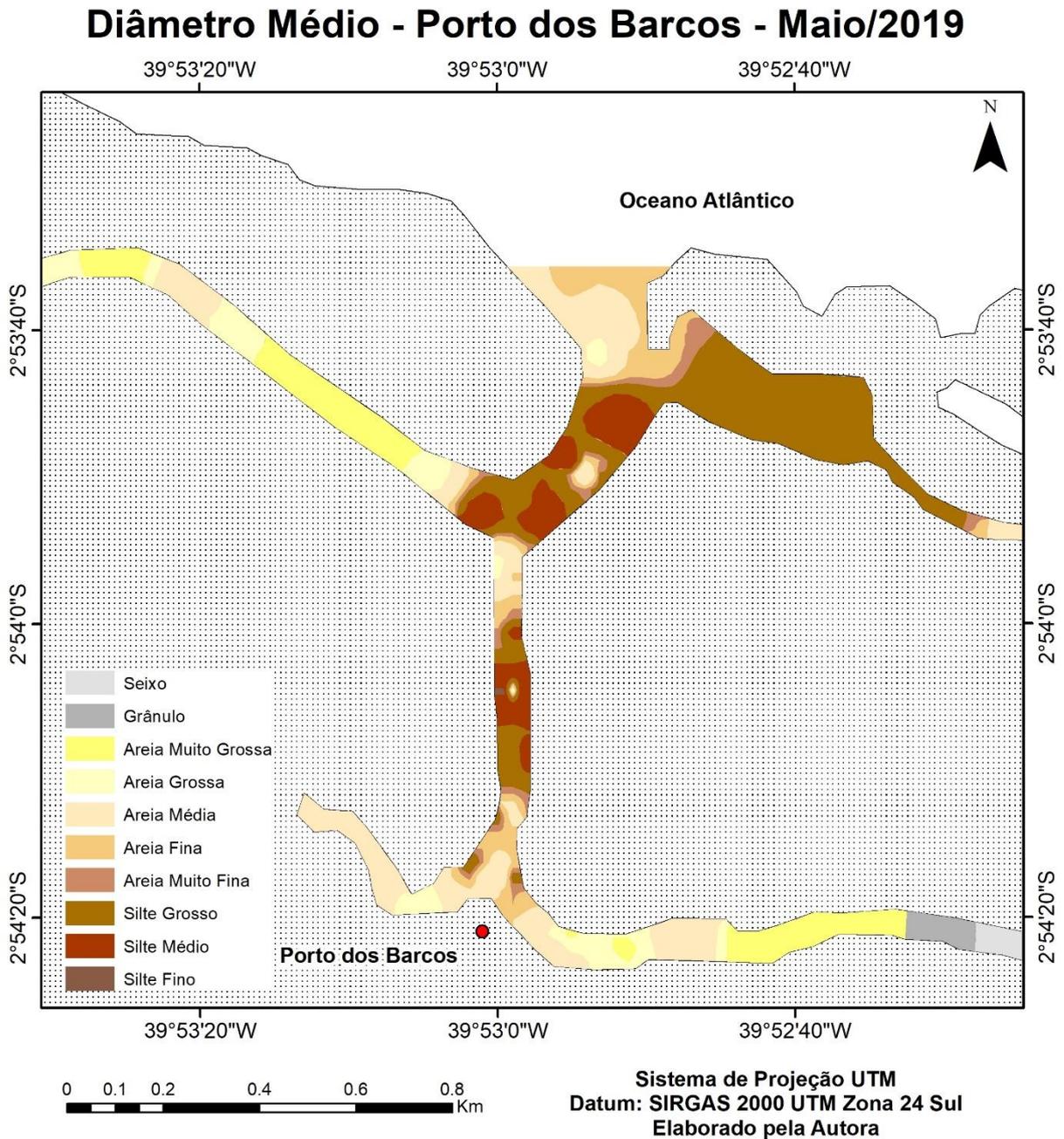
Figura 11 – Mapa de distribuição do diâmetro médio dos sedimentos no Porto dos Barcos em novembro/2018.

### Diâmetro Médio - Porto dos Barcos - Novembro/2018



Fonte: Elaborado pela autora, 2020.

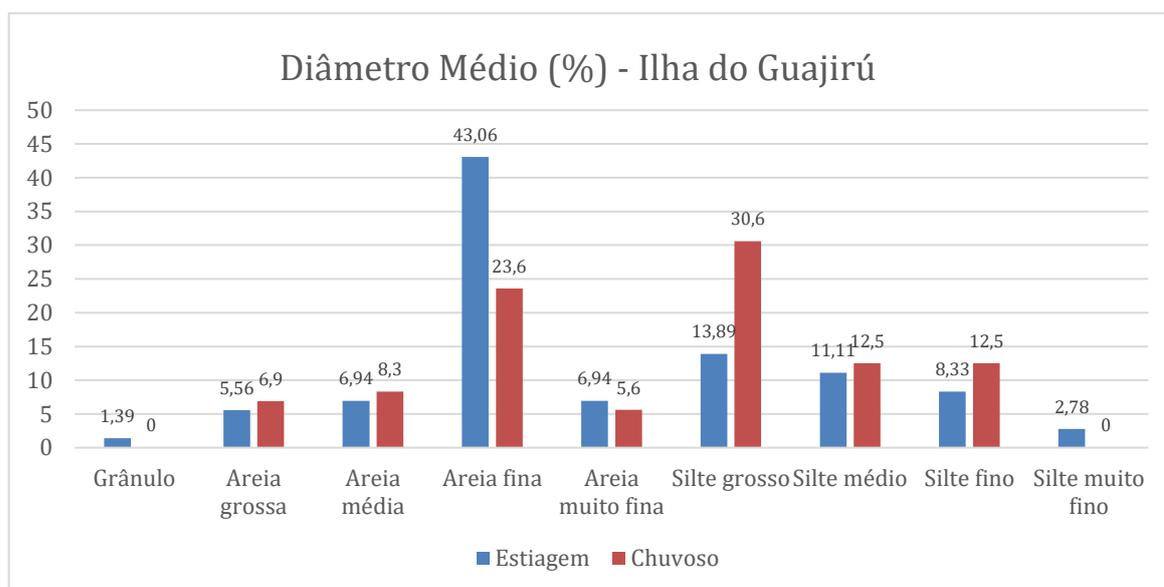
Figura 12 – Mapa de distribuição do diâmetro médio dos sedimentos no Porto dos Barcos em maio/2019.



Fonte: Elaborado pela autora, 2020.

Na porção abrigada pela Ilha do Guajirú, verifica-se irregularidades na distribuição sedimentar (Gráfico 4). Os sedimentos apresentaram valores de diâmetro médio variando entre -1.053 (grânulo) e 7.518 (silte muito fino). O período chuvoso não apresentou diâmetros médios dentro das frações grânulo e silte muito fino.

Gráfico 4 – Diâmetro médio dos sedimentos na localidade da Ilha do Guajirú.



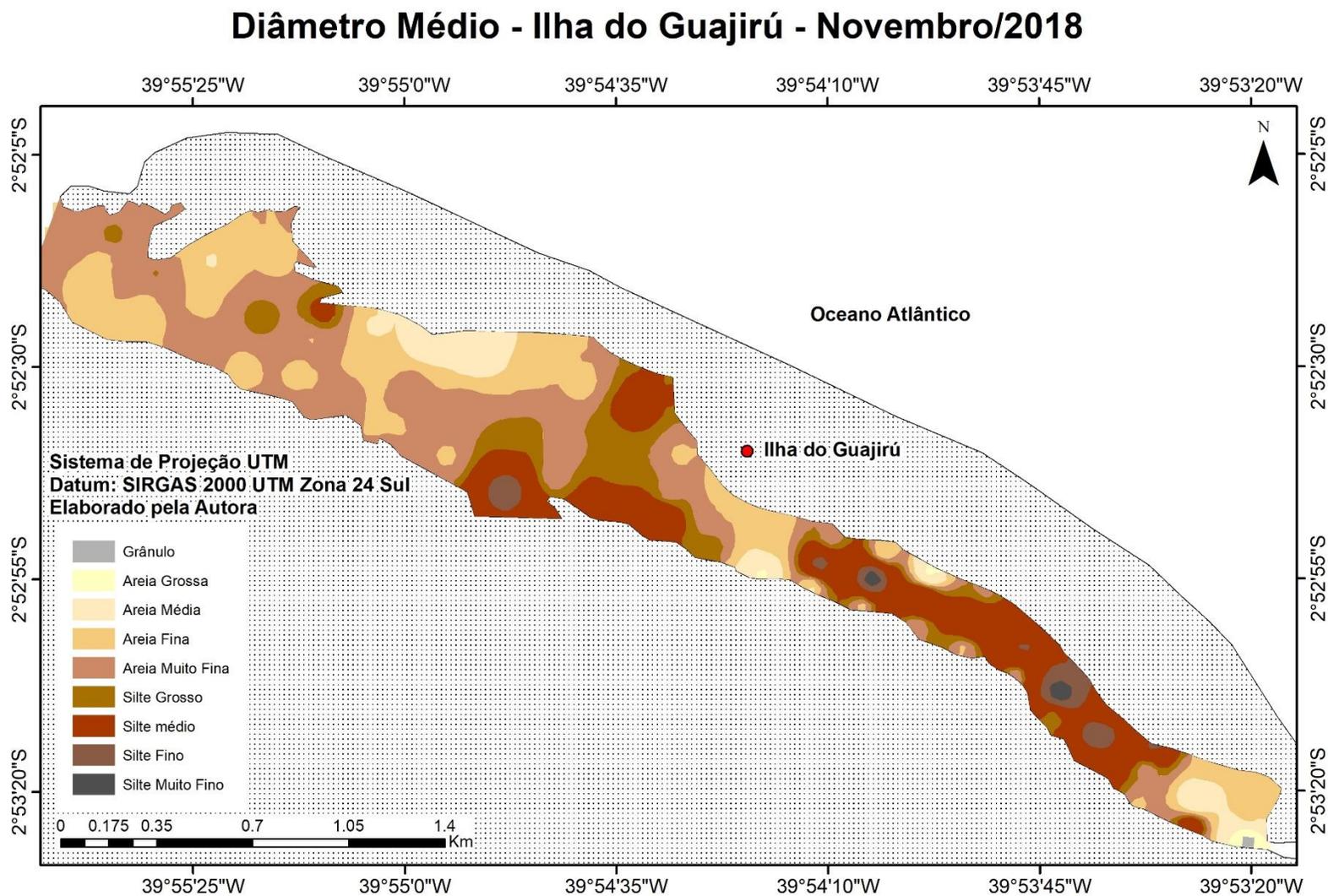
Fonte: Elaborado pela autora, 2020.

Nos dois períodos foi verificada a maior ocorrência das frações areia fina e silte grosso (Figuras 13 e 14). No período de estiagem a fração areia fina (43% das amostras) superou a fração de silte grosso (13,9% das amostras), mas no período chuvoso a fração silte grosso (30,6% das amostras) foi predominante sobre a fração areia fina (23,6% das amostras).

Na porção leste do canal, marcada por ser a região mais estreita, foram observados os menores valores de diâmetro médio. A predominância desses sedimentos finos pode estar associada a instalação da vegetação de mangue em alguns setores da ilha do Guajirú e a presença do mesmo na margem continental.

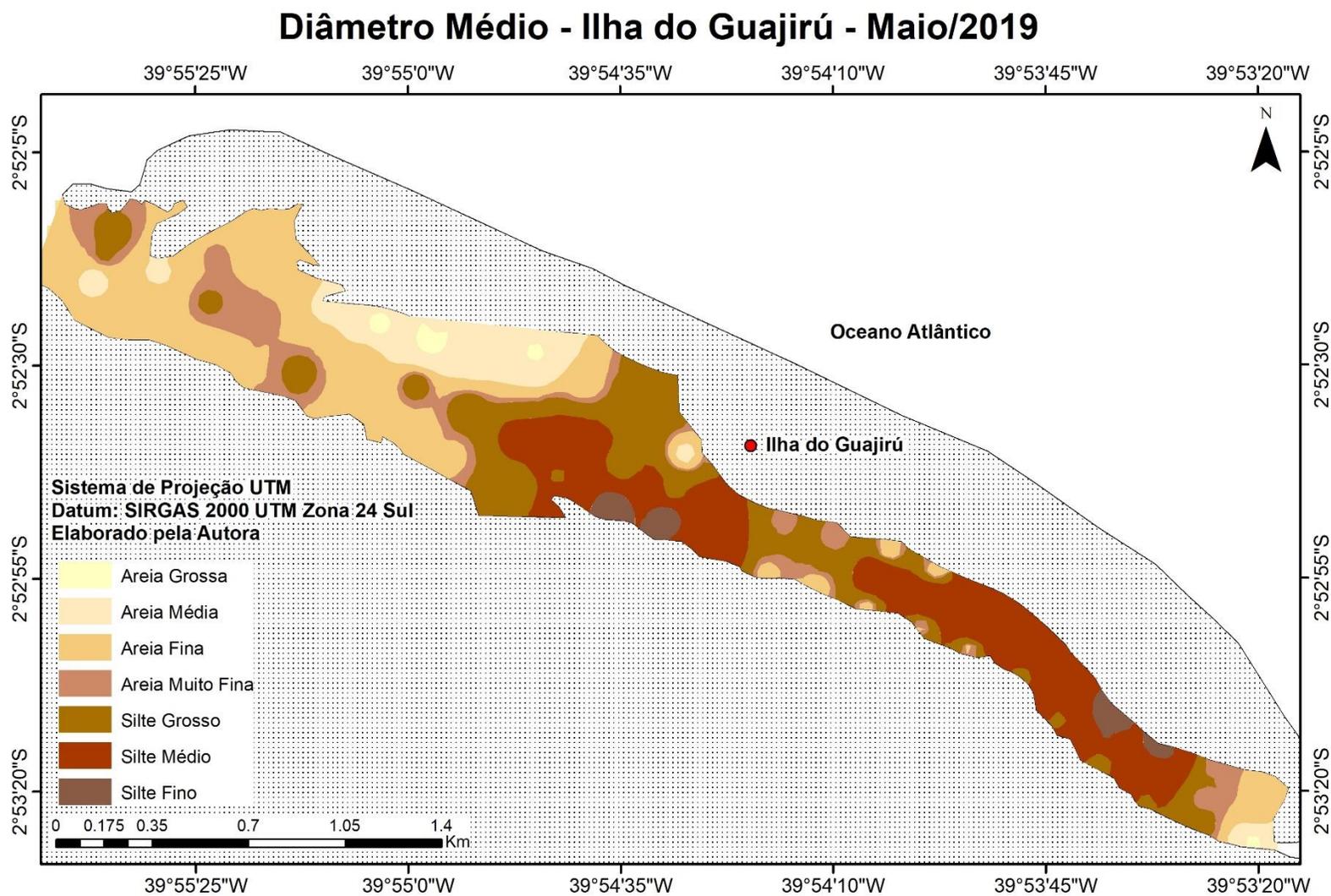
A porção oeste do canal, e também a mais larga, é marcada pela presença de bancos constituídos por areia muito fina, silte grosso e silte fino. Estes bancos são intercalados e margeados por faixas de sedimentos de frações superiores. Nessa região, foi observada a uma maior cobertura do fundo por areia fina no período de estiagem, enquanto que no período chuvoso o fundo era recoberto principalmente pelas frações mais finas (areia muito fina e silte). Nessa região, as margens são constituídas principalmente por areia fina, média e grossa, com exceção de alguns setores em que ocorre mangue em associação aos sedimentos finos.

Figura 13 – Mapa de distribuição do diâmetro médio dos sedimentos na Ilha do Guajirú em novembro/2018.



Fonte: Elaborado pela autora, 2020.

Figura 14 – Mapa de distribuição do diâmetro médio dos sedimentos na Ilha do Guajirú em maio/2019.



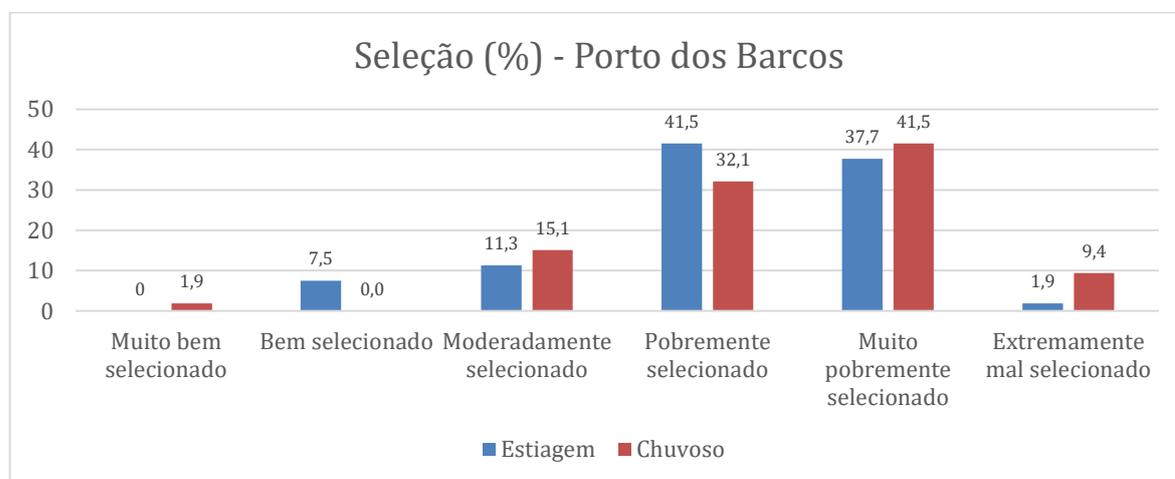
Fonte: Elaborada pela autora, 2020.

#### 4.1.2 Desvio Padrão

O desvio padrão refere-se ao grau de selecionamento das amostras de sedimentos, ou seja, fornece informações sobre o agrupamento de partículas em torno média, representando a capacidade de um agente de transporte em selecionar partículas sedimentares. De acordo com Tucker (1981), fluxos mais fluidos possuem uma maior capacidade de seleção, resultando em uma maior homogeneidade granulométrica devido ao seu retrabalhamento através da água. Por outro lado, fluxos mais viscosos (ou mais densos), possuem uma menor capacidade de seleção, significando em material com maior heterogeneidade.

No período de estiagem (Gráfico 5), constatou-se a predominância de sedimentos *pobremente selecionados* (41,5%) e *muito pobremente selecionados* (37,7%) na localidade do Porto dos Barcos, seguido de sedimentos *moderadamente selecionados* (11,3%), *bem selecionados* (7,5%) e *extremamente mal selecionados* (1,9%), sem ocorrência de sedimentos *muito bem selecionados* (Gráfico 5).

Gráfico 5 – Percentuais do grau de seleção na localidade o Porto dos Barcos.

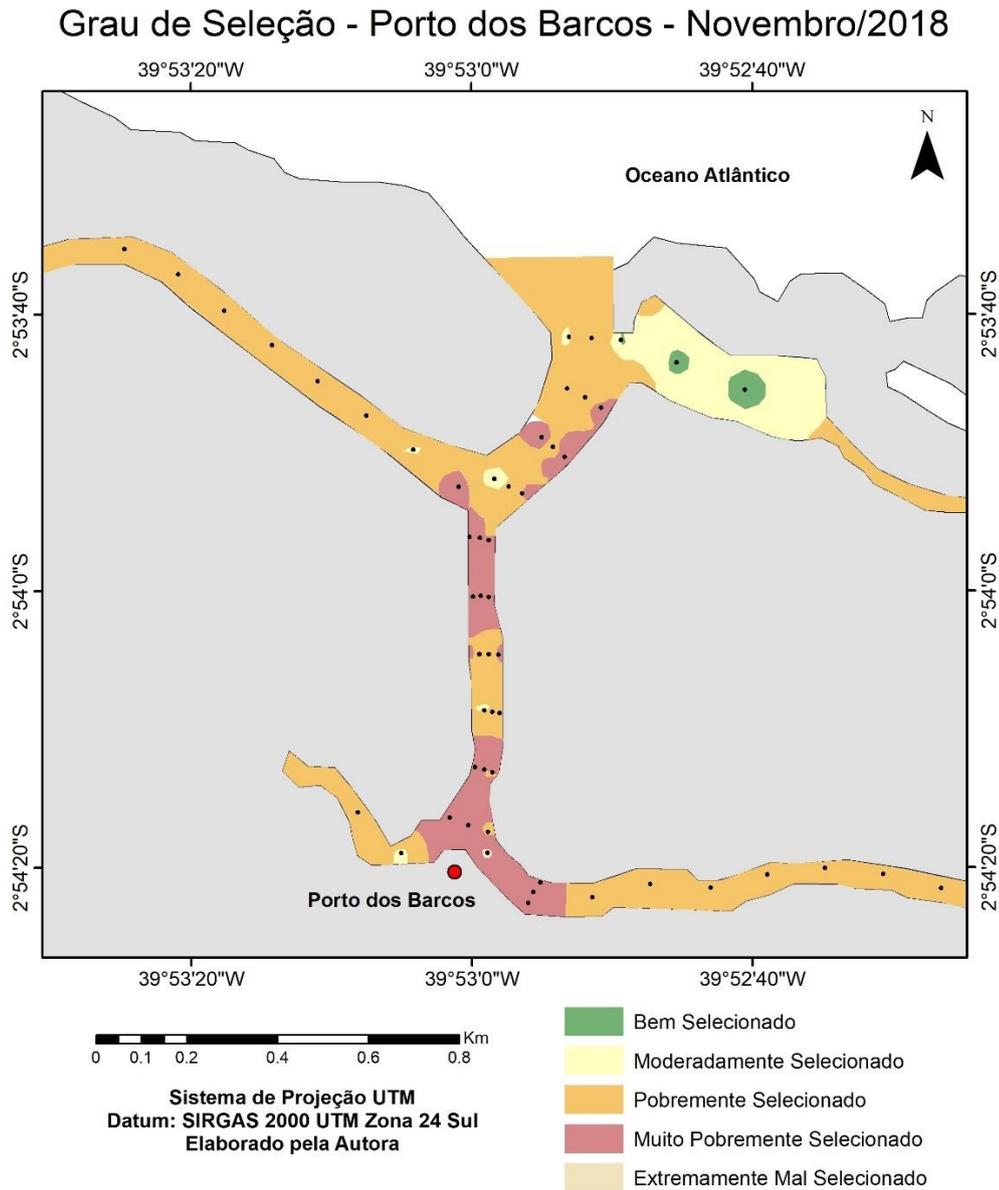


Fonte: Elaborado pela autora, 2020.

O mapa de distribuição (Figura 15) do desvio padrão confirma uma tendência dominante dos sedimentos *pobremente selecionados* e *muito pobremente selecionados* na localidade do Porto dos Barcos. Esses sedimentos estão distribuídos ao longo do canal principal e dos canais secundários, com exceção do canal próximo à foz do sistema, onde são encontrados sedimentos *moderadamente selecionados* e *bem selecionados*. Nessa porção prevaleceu a fração areia fina e muito fina.

Suguio (1973) afirma que a seleção dos sedimentos resulta também da granulometria do material, sendo melhores selecionados os sedimentos com média granulométrica entre 2 e 3 phi, do que aqueles com granulometria mais grossa ou mais fina.

Figura 15 – Mapa de distribuição da seleção dos sedimentos no Porto dos Barcos em novembro/2018.



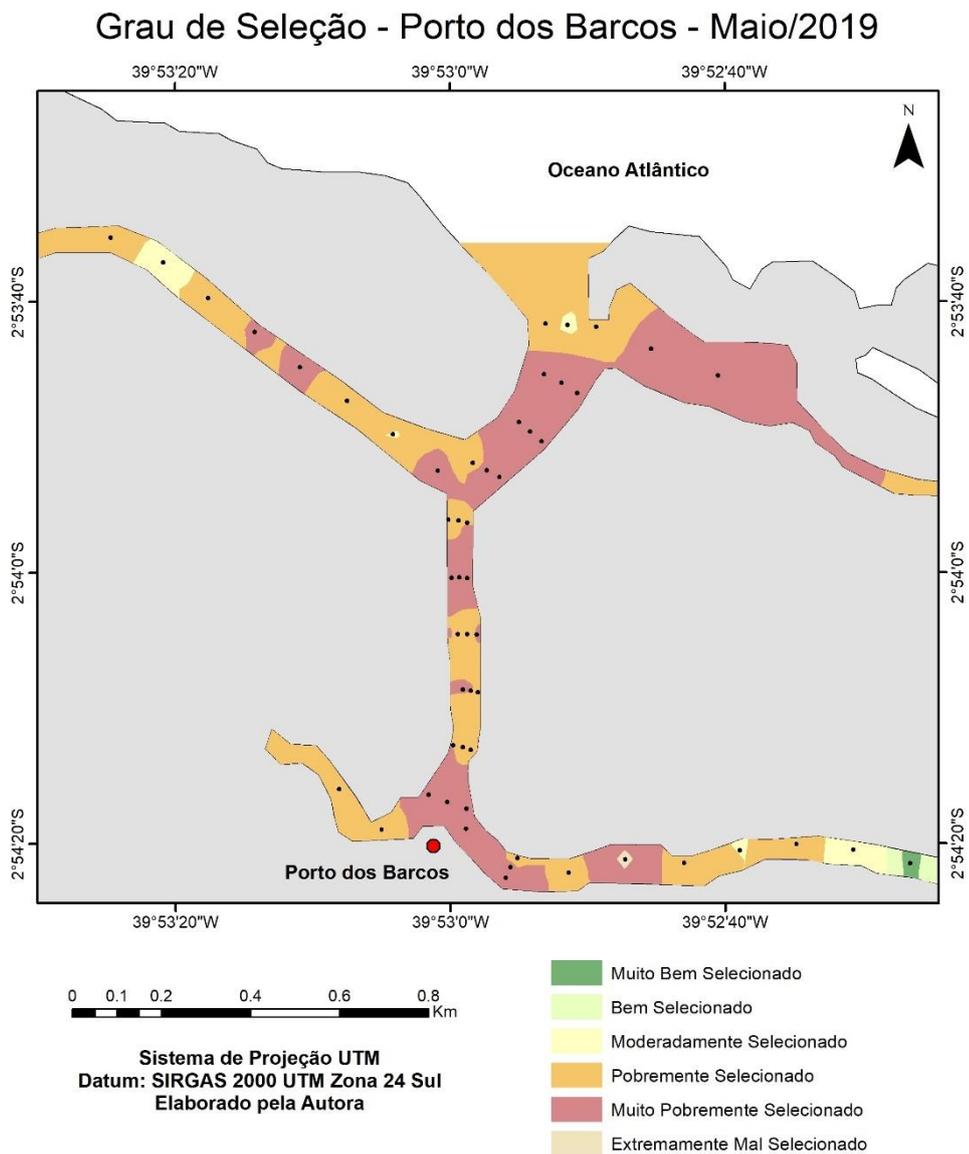
Fonte: Elaborado pela autora, 2020.

No período chuvoso (Gráfico 5), foi verificada a predominância de *sedimentos muito pobremente selecionados* (41,5%) e *pobremente selecionados* (32,1%), seguidos de sedimentos

*moderadamente selecionados* (15,1%), *extremamente mal selecionados* (9,4%) e *muito bem selecionados* (1,9%), sem ocorrência de sedimentos *muito bem selecionados*.

No período chuvoso (Figura 16), foi verificada uma distribuição semelhante a da estiagem, porém com uma maior concentração de sedimentos *muito pobremente selecionados* na área mais externa do sistema e na porção anteriormente coberta por sedimentos *moderadamente selecionados* e *bem selecionados*. O baixo grau de seleção na desembocadura do sistema, pode estar relacionada a grande variedade de frações resultantes da remobilização pelos fluxos de maré.

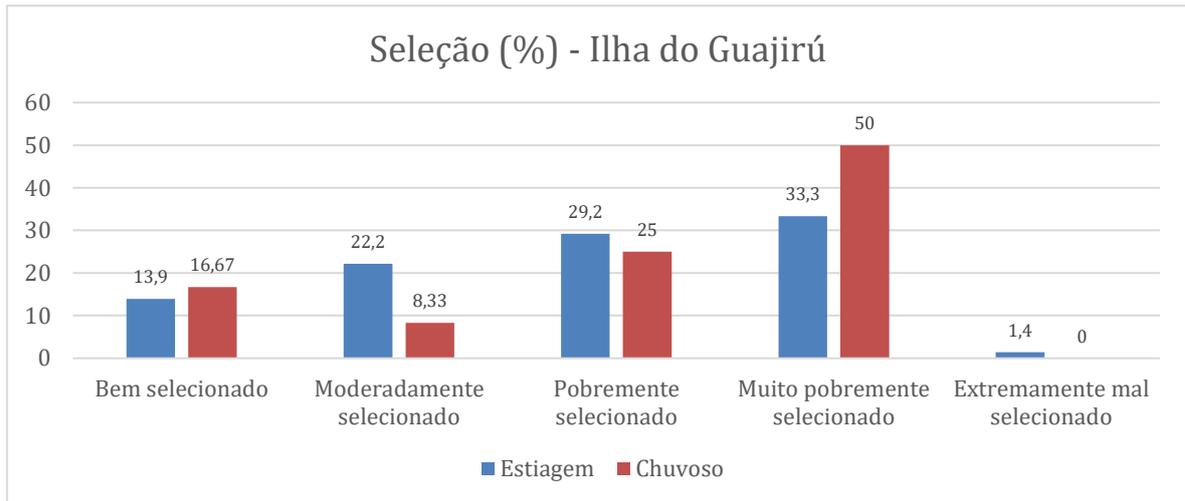
Figura 16 – Mapa de distribuição da seleção dos sedimentos no Porto dos Barcos em maio/2019.



Fonte: Elaborado pela autora, 2020.

A porção abrigada pela Ilha do Guajirú apresentou, no período de estiagem (Gráfico 6), predominantemente sedimentos *muito pobremente selecionados* (33,3%) e *pobremente selecionados* (29,2%). Os sedimentos *moderadamente selecionados* (22,2%), bem selecionados (14%) e *extremamente mal selecionados* (1,4%), ambos ocorrendo como manchas (Figura 17).

Gráfico 6 – Percentuais do grau de seleção na localidade da Ilha do Guajirú.



Fonte: Elaborada pela autora, 2020.

Durante o período chuvoso (Gráfico 6), 50% das amostras apresentaram sedimentos *muito pobremente selecionados*. As amostras *pobremente selecionadas*, *bem selecionadas* e *moderadamente selecionadas* corresponderam a 25%, 16,67% e 8,33%, respectivamente. Não foi verificada a ocorrência de sedimentos *extremamente mal selecionados* durante esse período (Figura 18).

Em ambos períodos, as amostras que se apresentaram como *moderadamente selecionadas* e *bem selecionadas* eram compostas por areia fina. No período de estiagem, as amostras *muito pobremente selecionadas* estavam associadas aos trechos de mangue contidos no canal, já no período chuvoso houve uma maior ocorrência sendo distribuída por grandes faixas no canal.

Figura 17 – Mapa de distribuição da seleção dos sedimentos na Ilha do Guajirú em novembro/2018.

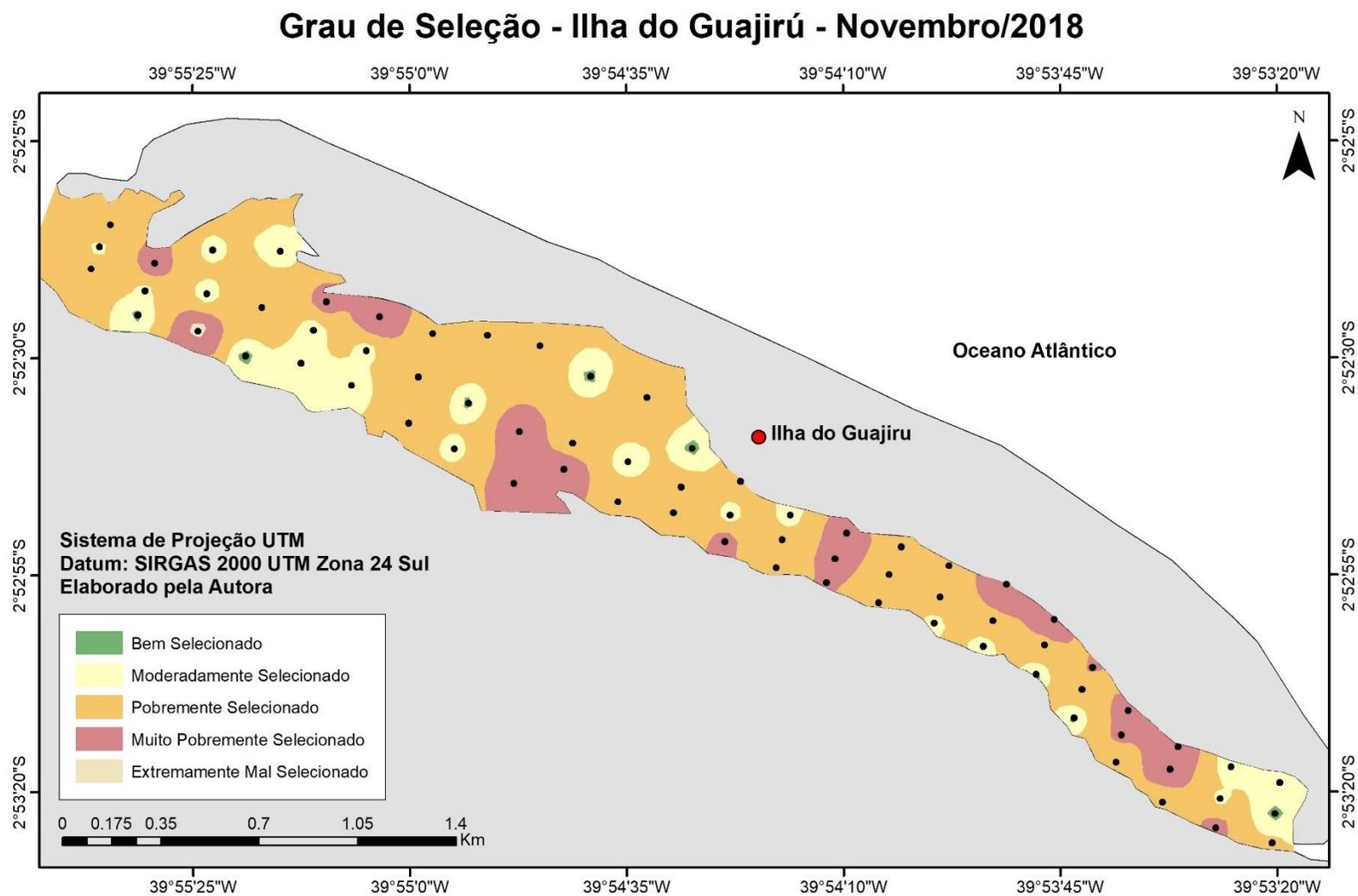
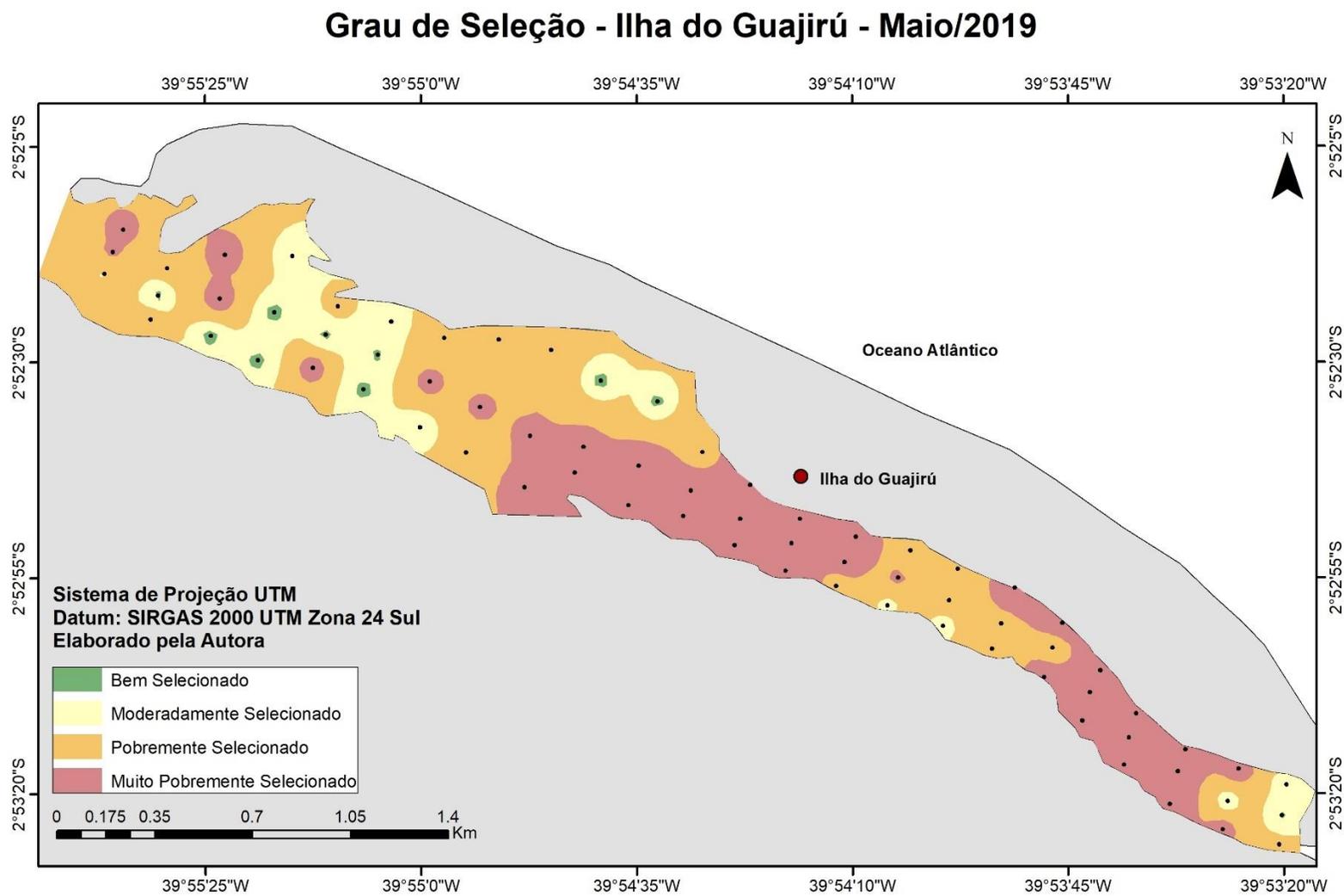


Figura 18 – Mapa de distribuição da seleção dos sedimentos na Ilha do Guajirú em maio/2019.



Fonte: Elaborado pela autora, 2020.

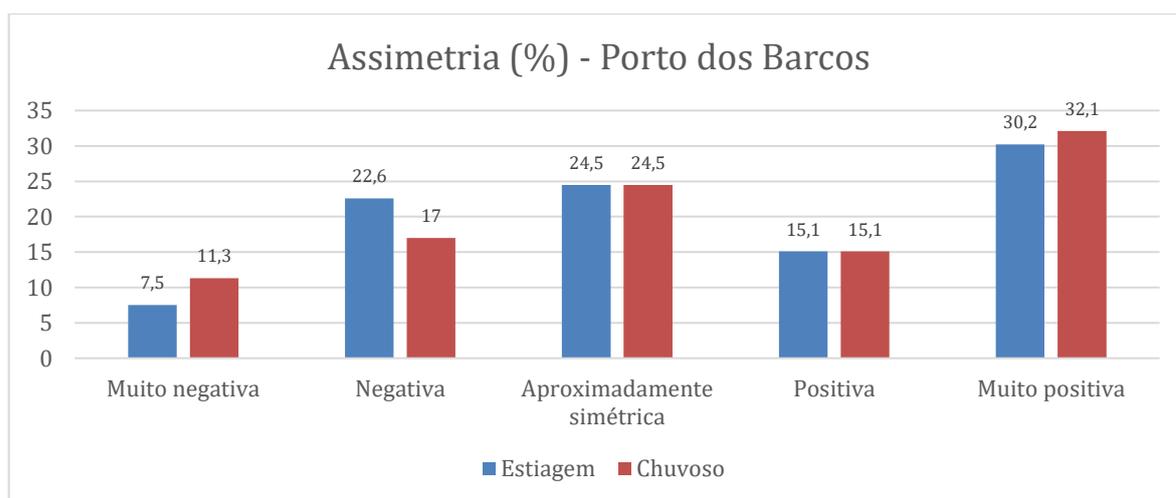
### 4.1.3 Assimetria

O grau de assimetria possibilita a caracterização de um ambiente de sedimentação através da sua correlação com o nível de energia atuante. Sedimentos de granulometria mais grossas são representados por valores negativos de assimetria, na qual sua presença está associada a uma área com nível de energia mais intenso, enquanto que sedimentos de granulometria mais fina estão associados a valores de assimetria positivos, indicando um ambiente de menor energia. Os sedimentos aproximadamente simétricos sugerem níveis intermediário de energia.

No período de estiagem, as amostras correspondentes à localidade do Porto dos Barcos apresentaram-se predominantemente  *muito positivas* (30%), essas distribuídas nas margens dos canais, locais de baixa energia e com predominância das frações mais finas (Figura 24). O restante da área foi recoberto por sedimentos *aproximadamente simétricos* (24,5%), *assimetria negativa* (22,6%), *assimetria positiva* (15,1%) e *assimetria muito negativa* (7,5%) (Gráfico 7).

O período chuvoso, também apresentou predominantemente amostras com *assimetria muito positiva* (32%), além dos mesmos percentuais de sedimentos com *assimetria positiva* e *aproximadamente simétricos*. Os valores dos sedimentos com *assimetria negativa* e *assimetria muito negativa* correspondem a 17% e 13%, respectivamente (Gráfico 7).

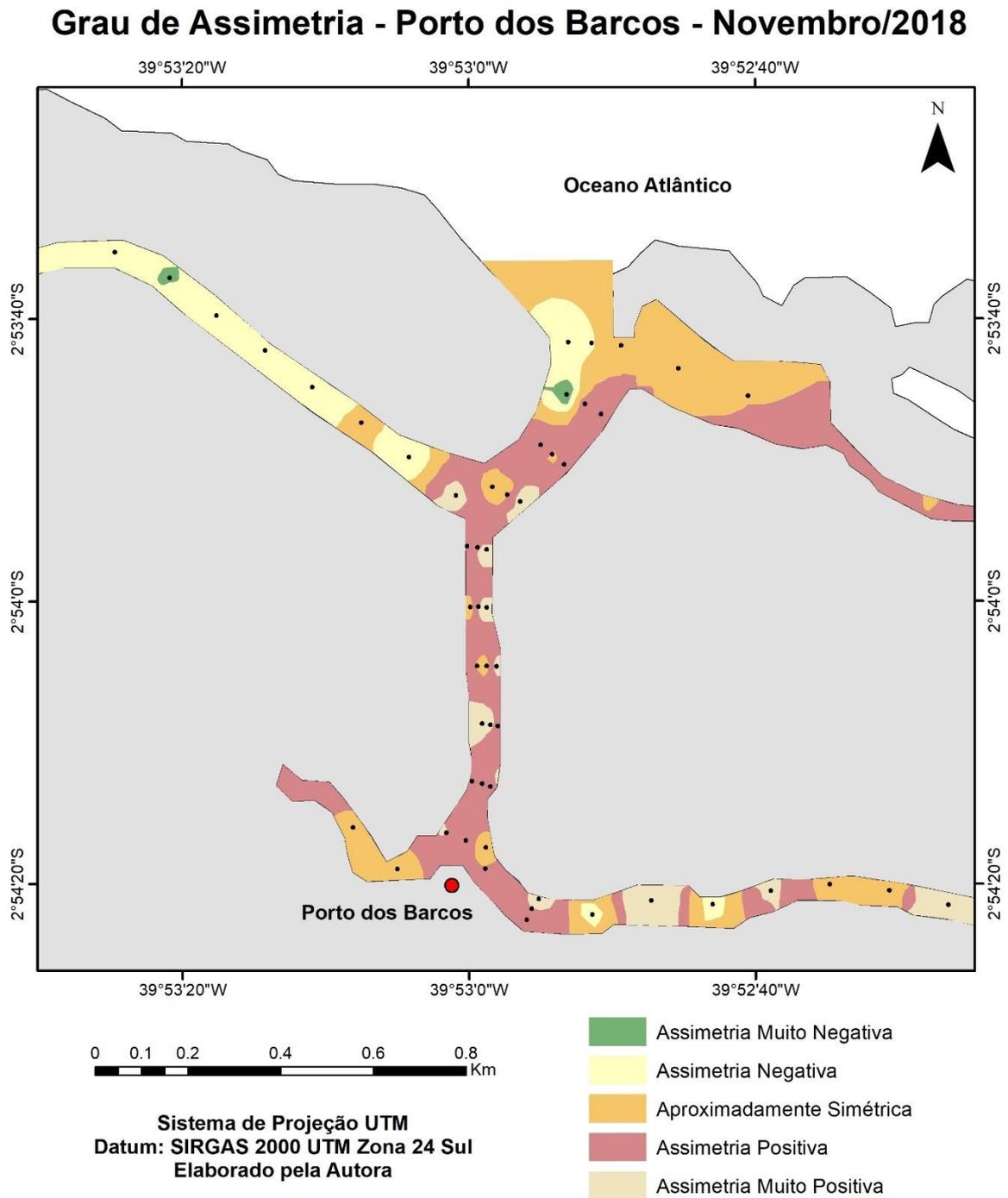
Gráfico 7 – Percentuais do grau de assimetria na localidade do Porto dos Barcos.



Fonte: Elaborado pela autora, 2020.

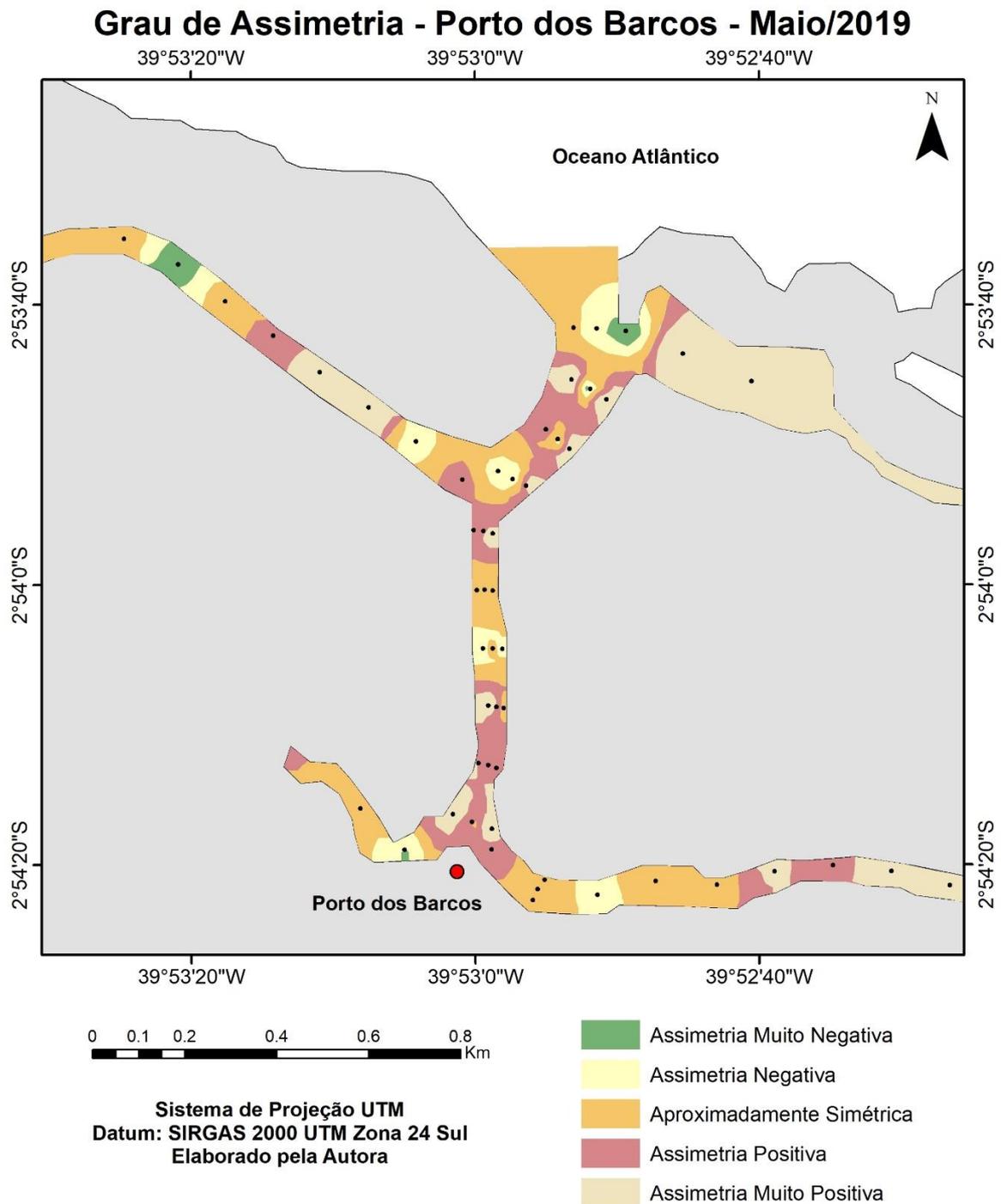
As amostras *aproximadamente simétricas* ocorreram, em ambos períodos, ocupando a mesmo percentual de área (24,5%). Foi verificada a sua ocorrência principalmente próxima a desembocadura do canal, indicando um ambiente de energia intermediaria (Figuras 19 e 20).

Figura 19 – Mapa de distribuição da assimetria dos sedimentos no Porto dos Barcos em novembro/2018.



Fonte: Elaborado pela autora, 2020.

Figura 20 – Mapa de distribuição da assimetria dos sedimentos no Porto dos Barcos em maio/2019.

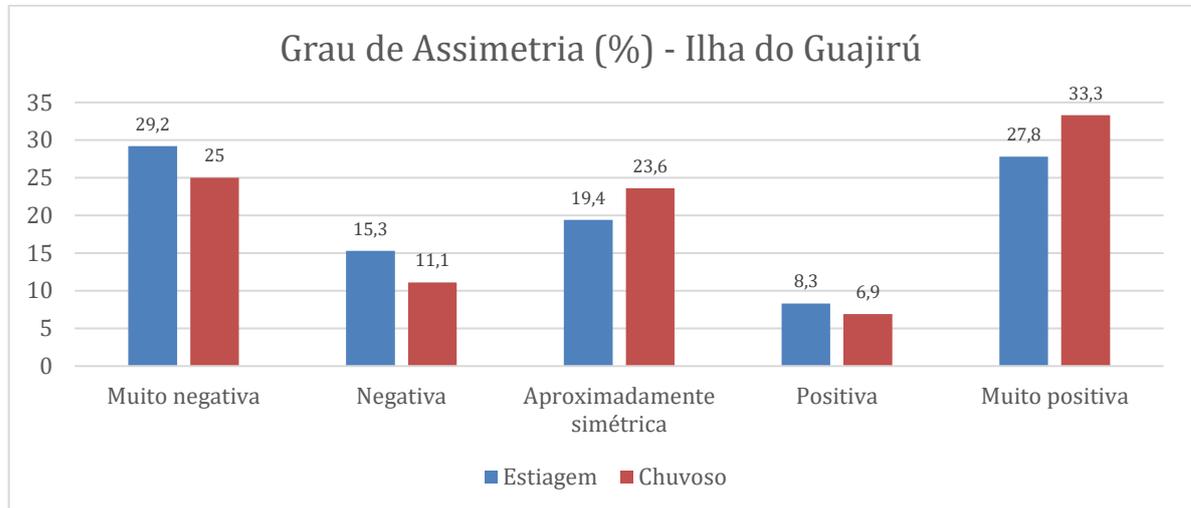


Fonte: Elaborado pela autora, 2020.

Na porção da ilha do Guajirú não foi possível observar um padrão de distribuição exato (Figuras 21 e 22). Durante o período de estiagem, foram predominantes sedimentos com *assimetria muito negativa* (29,2%) e *assimetria muito positiva* (27,8%). Em menor ocorrência

foram verificados sedimentos *aproximadamente simétricos* (19,4%), sedimentos com *assimetria negativa* (15,3%) e *assimetria positiva* (8,3%) (Gráfico 8).

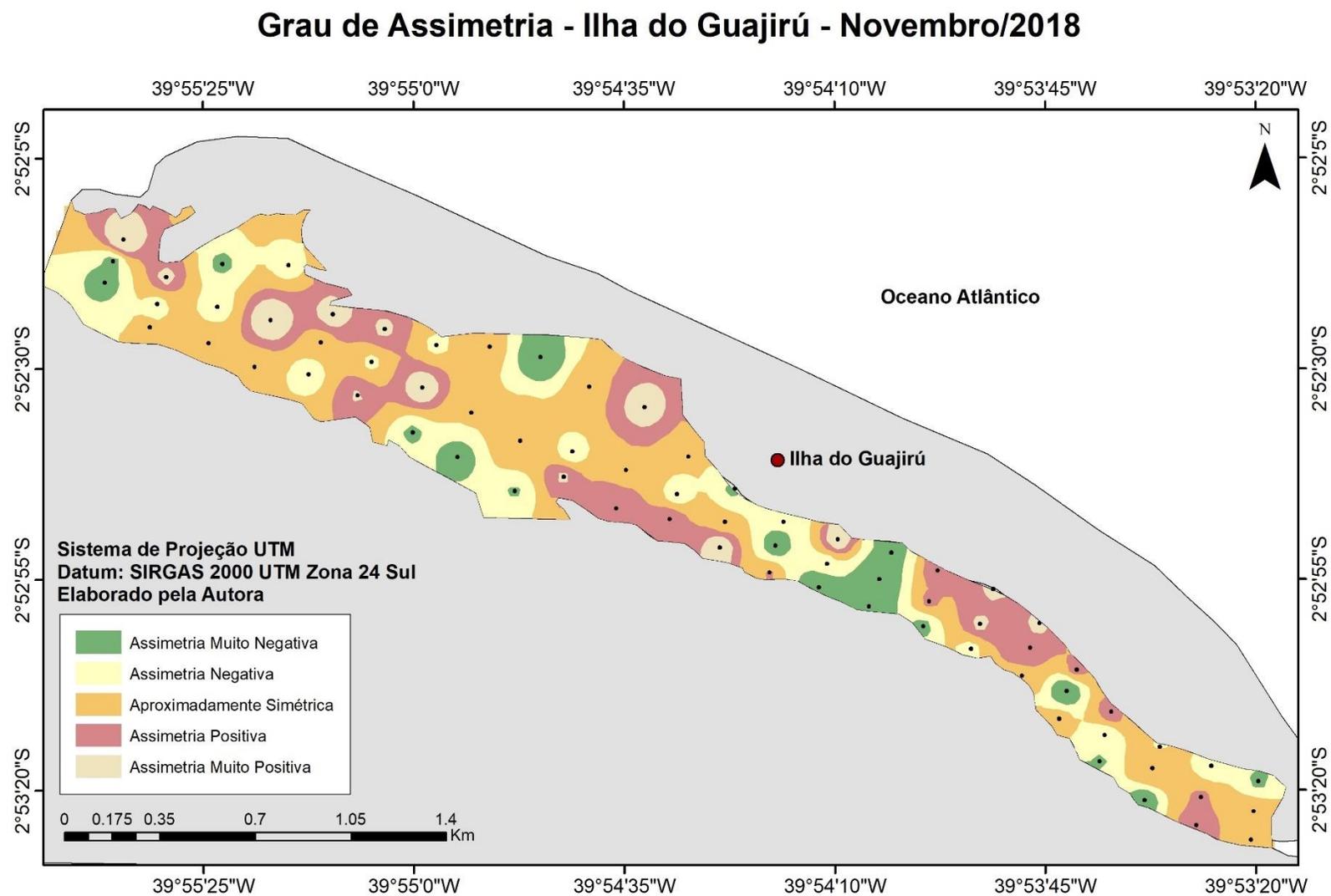
Gráfico 8 – Percentuais do grau de assimetria na localidade da Ilha do Guajirú.



Fonte: Elaborado pela autora, 2020.

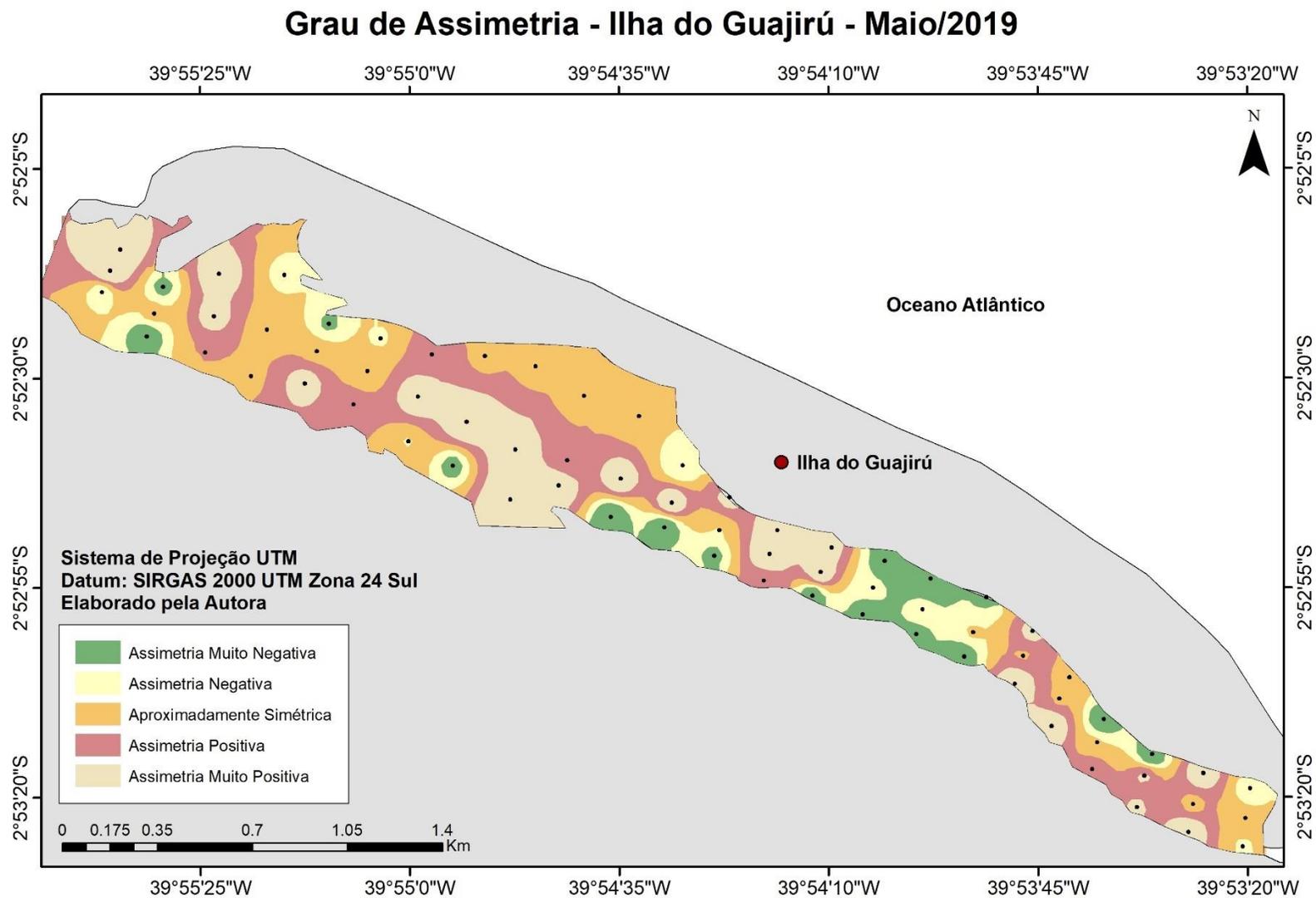
No período chuvoso foi verificada a predominância de sedimentos com curvas *muito positivas* (33,3%) e curvas *muito negativas* (25%), seguida de curvas *aproximadamente simétricas* (23,6%), e com *assimetrias negativas* (11%) e *positivas* (7%) (Gráfico 8).

Figura 21 – Mapa de distribuição da assimetria dos sedimentos na Ilha do Guajirú em novembro/2018.



Fonte: Elaborado pela autora, 2020.

Figura 22 – Mapa de distribuição da assimetria dos sedimentos na Ilha do Guajirú em maio/2019.



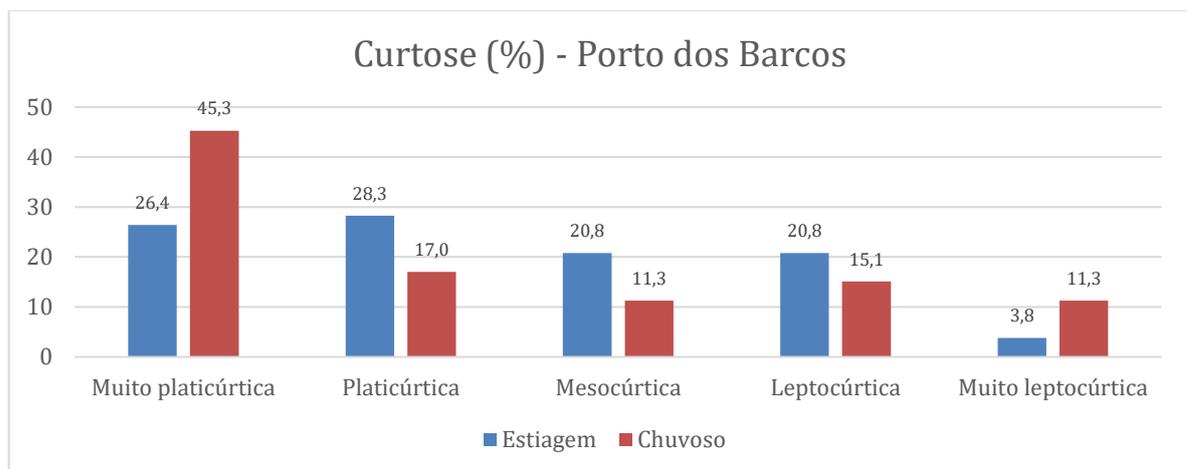
Fonte: Elaborado pela autora, 2020.

#### 4.1.4 Curtose

Segundo Ponçano (1986), curvas leptocúrticas representam a existência de sedimentos unimodais, associados a uma hidrodinâmica mais intensa; e curvas platicúrticas representam a existência de sedimentos bimodais ou polimodais, ocorrendo em ambientes menos energéticos. As curvas mesocúrticas estão relacionadas a níveis energéticos intermediários.

A coleta realizada no período de estiagem demonstrou, na localidade do Porto dos Barcos (Gráfico 9), curvas predominantemente *platicúrticas* (28,3%) e *muito platicúrticas* (26,4%), seguido de curvas *mesocúrticas* (20,8%), *leptocúrticas* (20,8%) e *muito leptocúrticas* (3,8%). No período chuvoso, foram predominantes sedimentos com curvas *muito platicúrticas* (45,3%) seguidos de curvas *platicúrticas* (17%), *leptocúrticas* (15%), *muito leptocúrticas* (11,3%) e *mesocúrticas* (11,3%) (Gráfico 9).

Gráfico 9 – Percentuais do grau de curtose na localidade do Porto dos Barcos.



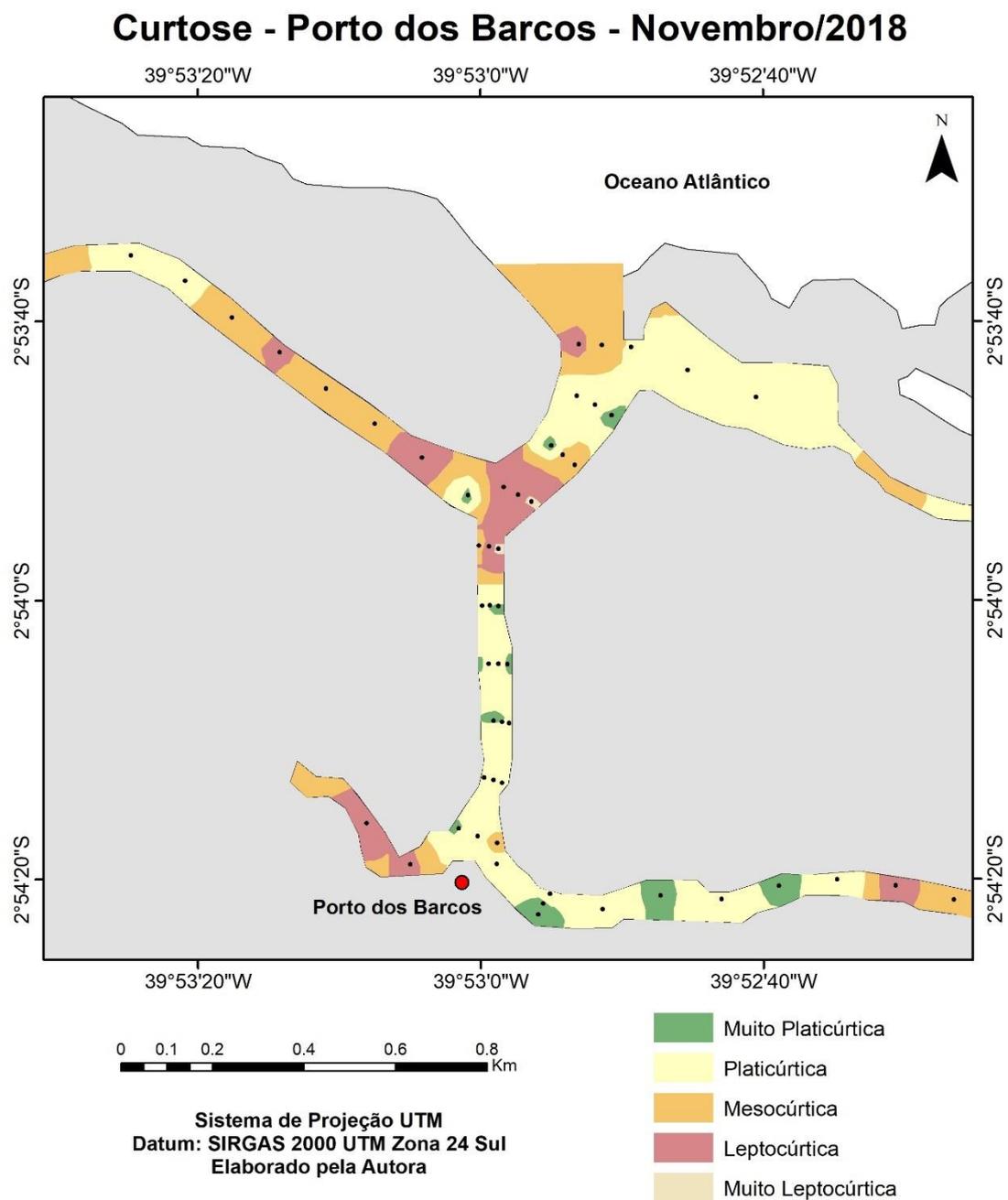
Fonte: Elaborado pela autora, 2020.

A foz do canal apresentou-se como um ambiente sedimentar intermediário, contendo sedimentos predominantemente *mesocúrticos* em pequena associação com sedimentos *leptocúrticos*. O canal principal apresentou sedimentos predominantemente *platicúrticos*. Os sedimentos *muito platicúrticos* estiveram associados os sedimentos mais finos das margens do canal, locais dominados pela baixa energia.

Durante o período chuvoso (Figura 24), a porção central do canal principal (que faz confluência com o canal secundário a leste) concentra sedimentos classificados como *muito platicúrticos*, *platicúrticos*, *mesocúrticos* que durante o período de estiagem, foram substituídos por sedimentos extremamente *mesocúrticos*, *leptocúrticos* e *extremamente leptocúrticos*

(Figura 23). Essa substituição de curvas revela que, durante a estiagem, os sedimentos que se depositam nessa região foram selecionados em ambiente de alta energia.

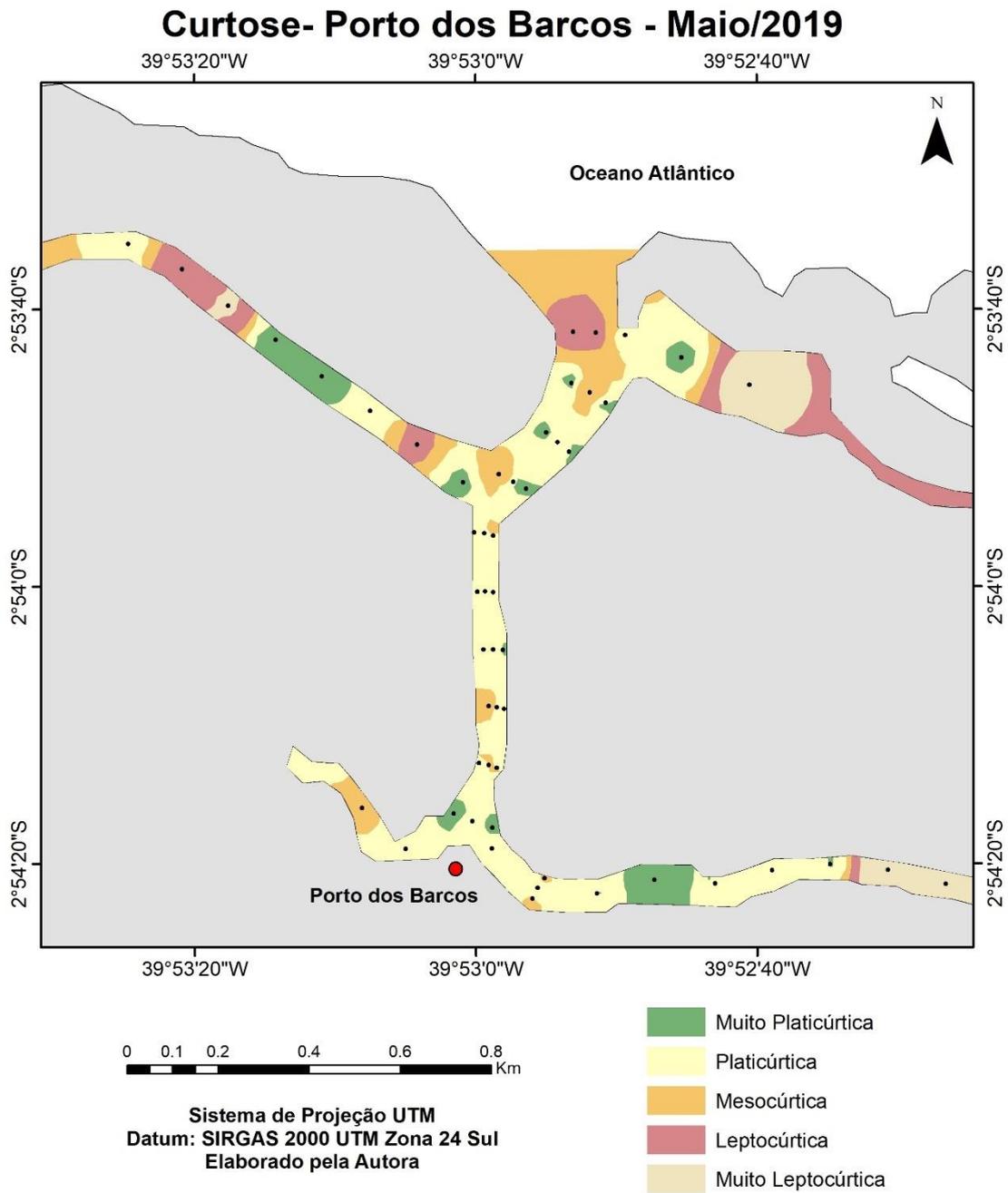
Figura 23 – Mapa de distribuição da curtose dos sedimentos no Porto dos Barcos em novembro/2018.



Fonte: Elaborado pela autora, 2020.

Da mesma forma, ocorreu com os canais secundários, nos quais durante o período de chuva, ocorreram sedimentos de curvas distintas e na estigem estes, foram substituídos predominantemente por sedimentos *mesocúrticos* e *leptocúrticos*.

Figura 24 – Mapa de distribuição da curtose dos sedimentos no Porto dos Barcos em maio/2019.



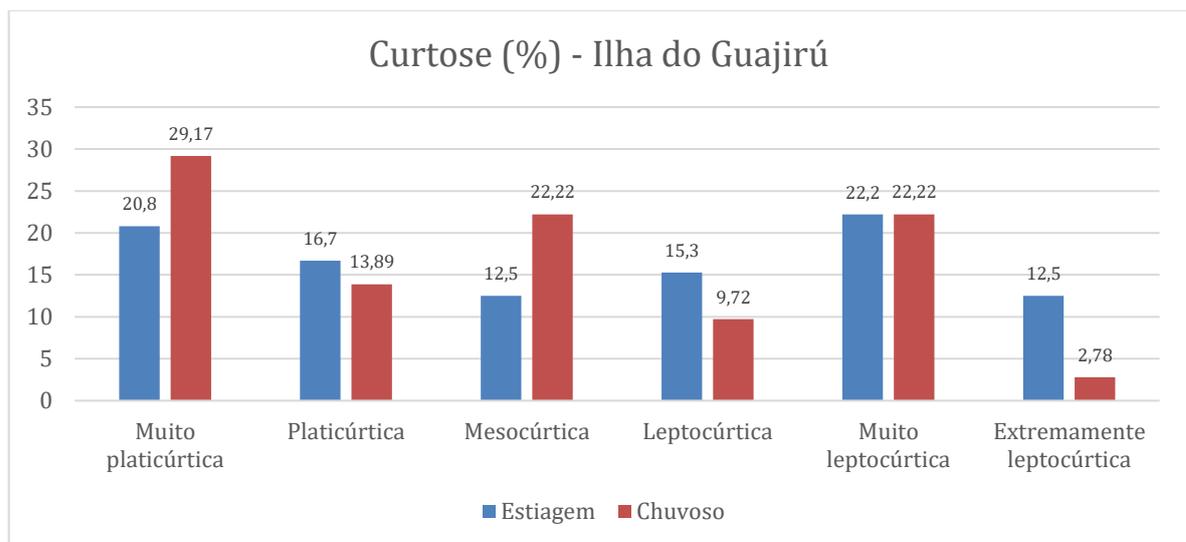
Fonte: Elaborado pela autora, 2020.

A área abrigada pela ilha do Guajirú apresentou, no período de estiagem, curvas *muito leptocúrticas* (22,2%) e *muito platicúrticas* (20,8%) seguido de curvas *platicúrticas* (16,7%), *leptocúrticas* (15,3%), *mesocúrticas* (12,5%) e *extremamente leptocúrticas* (12,5%) (Gráfico 10).

Assim, 50% da área é composta por sedimentos selecionados em ambiente mais energético, esses distribuídos em sua maior parte na porção oeste do canal (Figura 25). Os 37,5% de sedimentos selecionados em ambiente menos energético e os 12,5% em ambiente com níveis intermediários, distribuídos na porção leste.

Pinheiro (2000), aponta que valores de curtose mais extremos podem indicar que o sedimento foi selecionado em ambiente de alta energia, e transportado sem grandes modificações de suas características para outro ambiente, associando-se a sedimentos formados em condições distintas.

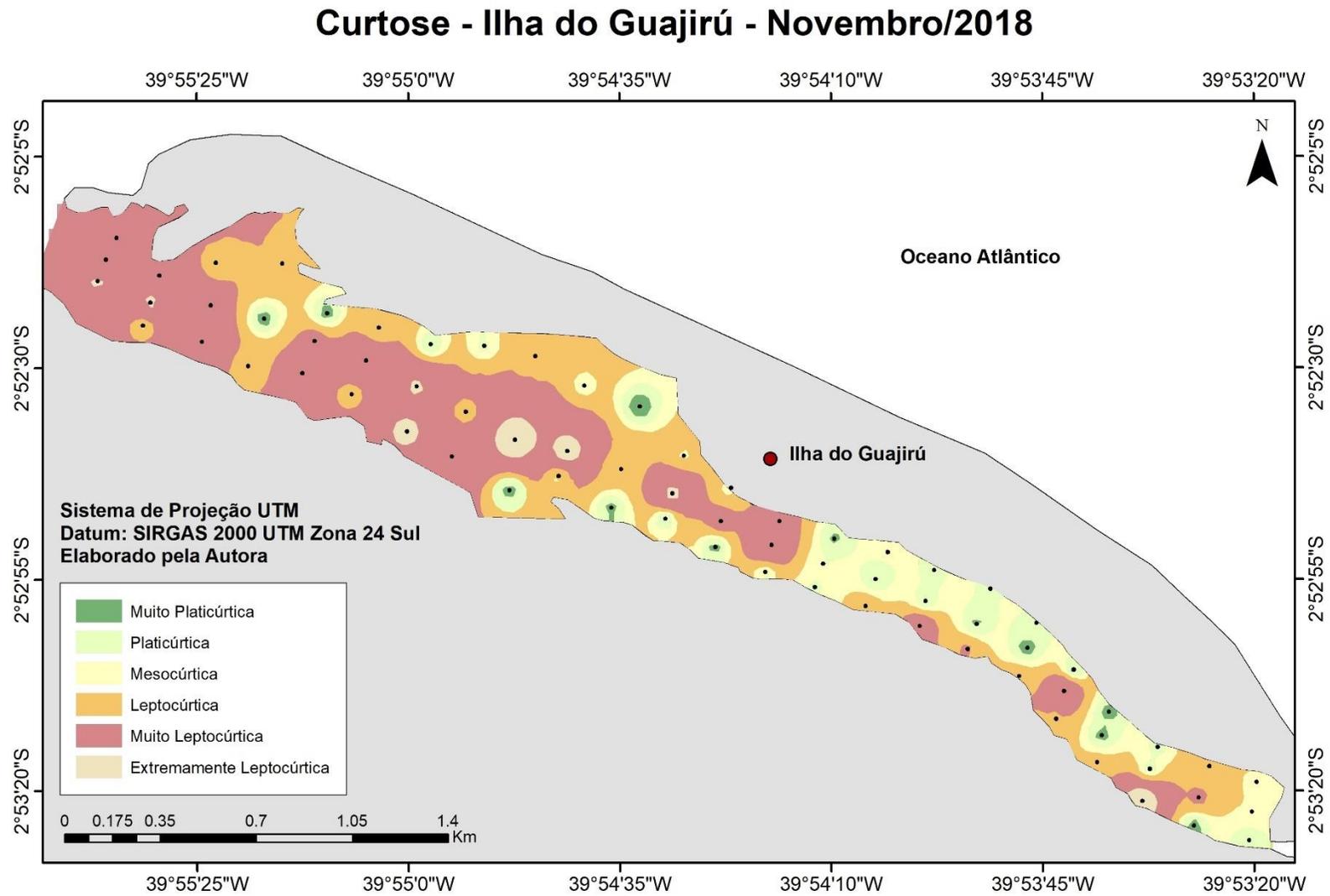
Gráfico 10 - Percentuais do grau de curtose na localidade da Ilha do Guajirú.



Fonte: Elaborado pela autora, 2020.

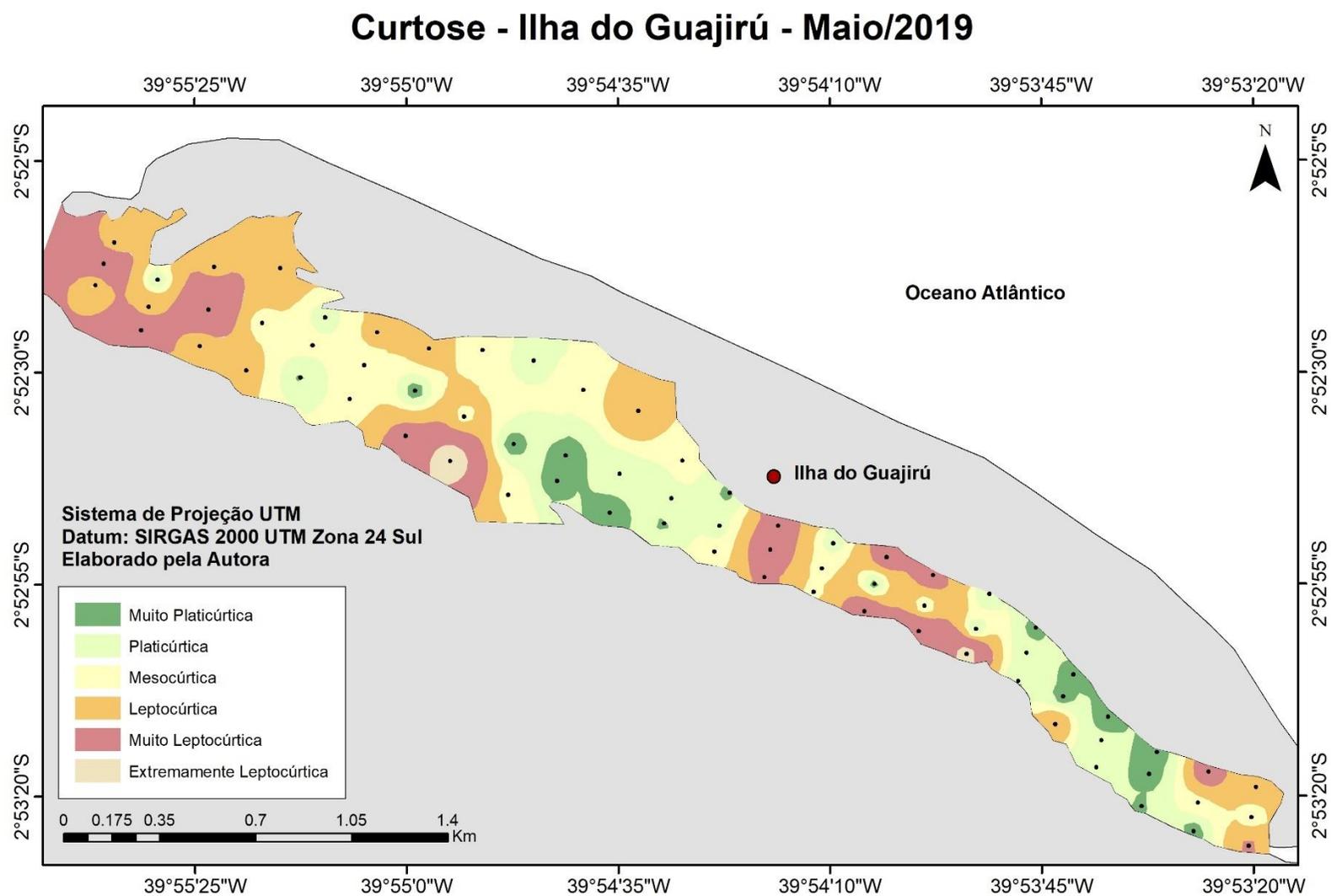
No período chuvoso, os sedimentos se apresentaram distribuídos de forma mais irregular (Figura 26). Foi verificada a predominância de curvas *muito platicúrticas* cobrindo 29,2% da área, seguida pelas curvas *muito leptocúrticas* (22,2%) e *mesocúrticas* (22,2%) e, em menor ocorrência as curvas *platicúrticas* (13,9%), *leptocúrticas* (9,72%) e *extremamente leptocúrticas* (2,78%) (Gráfico 10).

Figura 25 – Mapa de distribuição da curtose dos sedimentos na Ilha do Guajirú em novembro/2018.



Fonte: Elaborado pela autora, 2020.

Figura 26 – Mapa de distribuição da curtose dos sedimentos na Ilha do Guajirú em maio/2019.



Fonte: Elaborado pela autora, 2020.

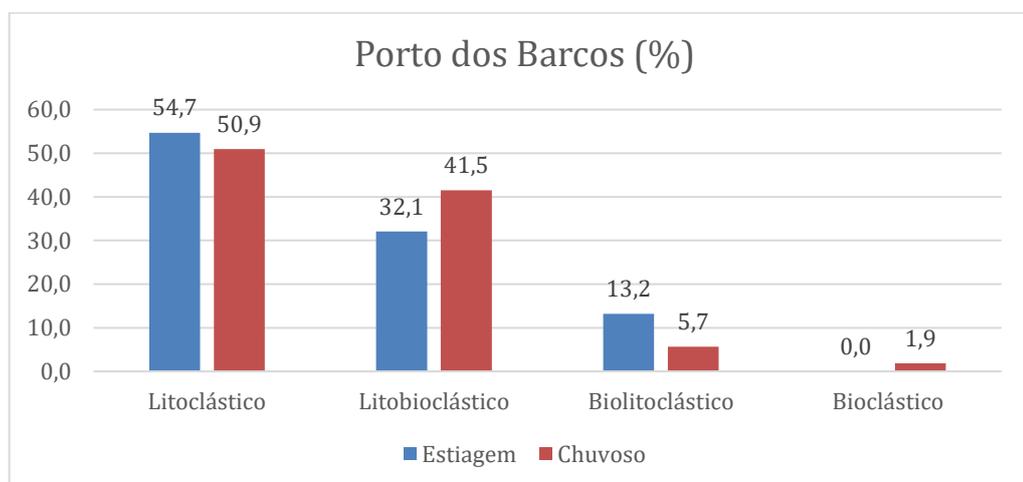
### Teores de Carbonato de Cálcio (CaCO<sub>3</sub>)

Na localidade do Porto dos Barcos, os percentuais de CaCO<sub>3</sub> durante o período de estiagem variaram entre 16% e 55,8% (média 33,2%), já no período chuvoso os teores variaram entre 13,3 e 72,3 (média 31,8%), mas não obtiveram concentrações maiores como é demonstrada pelas médias (Gráfico 11). Os maiores percentuais são encontrados nos canais secundários (Figuras 27 e 28), demonstrando uma forte influência marinha que carregam esse material biogênico até as partes mais internas do sistema, promovendo um acúmulo de fragmentos de conchas e moluscos bivalves.

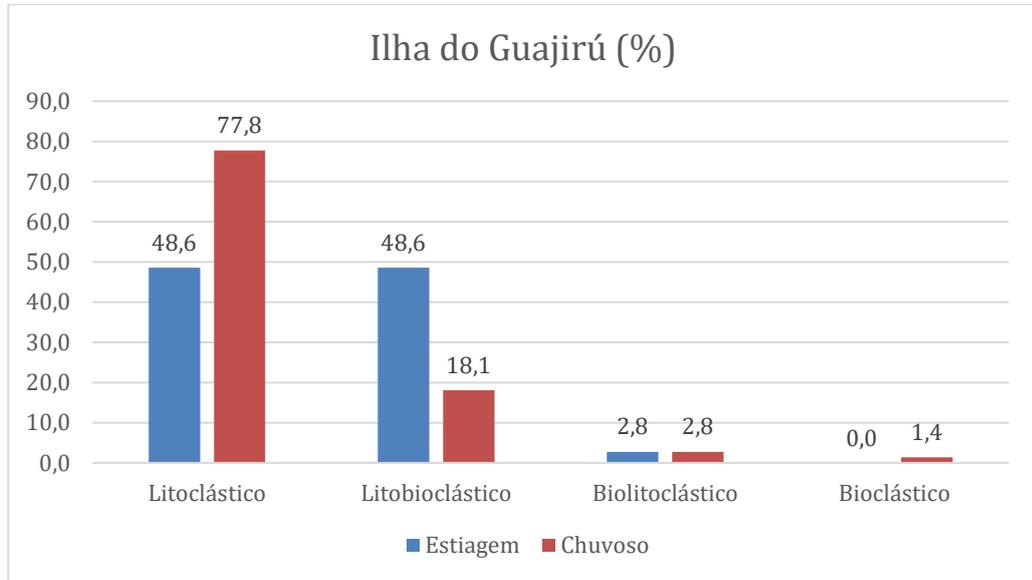
Na ilha do Guajirú (Figuras 29 e 30), os percentuais variaram entre 11,6% e 59,6% (média 31,4%) no período de estiagem e 16,9% e 78,5% (média 31,3%) no período chuvoso (Gráfico 12), indicando que nas duas localidades e em ambos períodos não houve variação significativa da concentração de carbonatos no sistema.

Seguindo a classificação de Larssoneur et al. (1977/*Dias, 1996*), as amostras correspondentes a tanto na localidade do Porto dos Barcos assim como na localidade da Ilha do Guajirú, são predominantemente litoclásticas (concentração de carbonatos abaixo de 30%) e litobioclásticas (concentração de carbonatos entre 30 a 50%). A ocorrência de amostras biolitoclásticas (concentração de carbonatos entre 50 e 70%) e bioclásticas (concentração >70%) são muito baixas, sendo a bioclástica inexistente no período seco.

Gráfico 11 – Percentuais dos teores de CaCO<sub>3</sub> na localidade do Porto dos barcos.



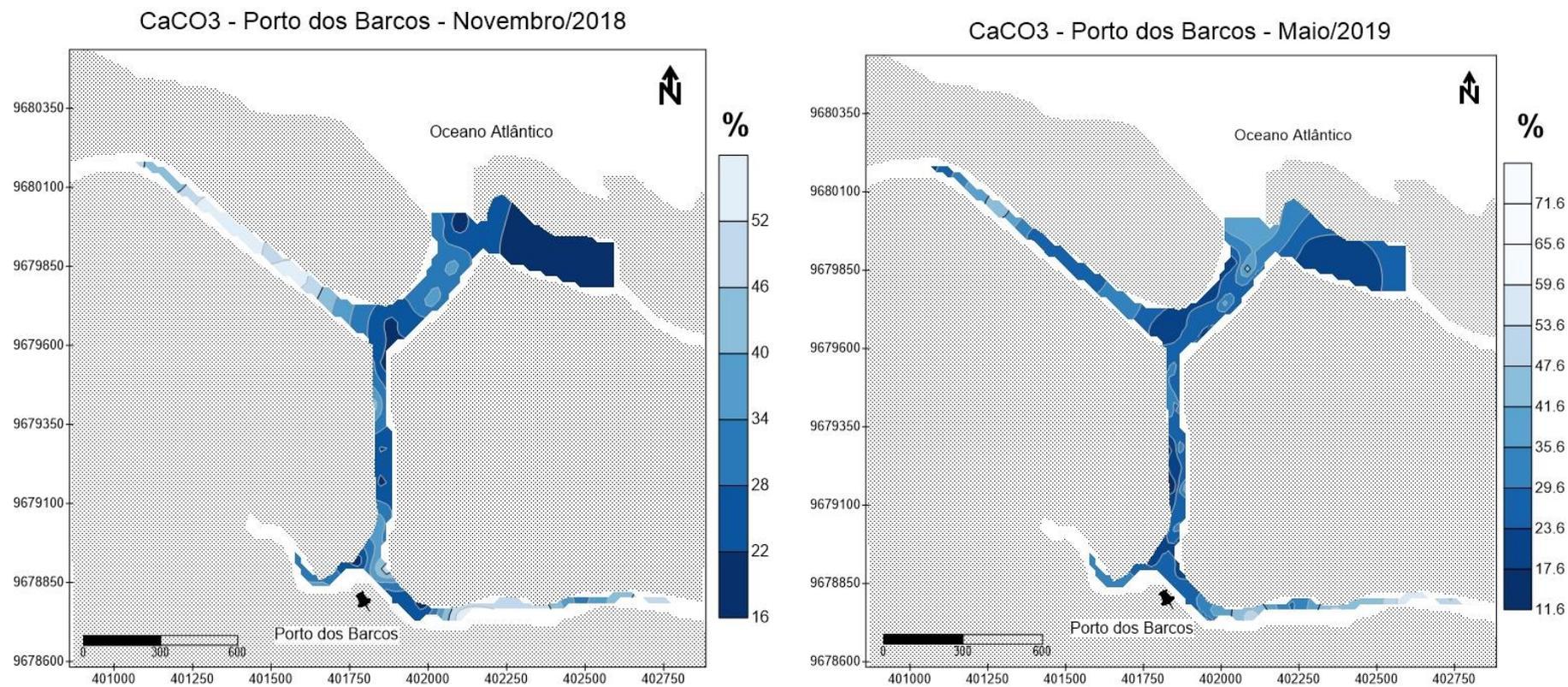
Fonte: Elaborado pela autora, 2020.

Gráfico 12 – Percentuais dos teores de  $\text{CaCO}_3$  na localidade da Ilha do Guajirú.

Fonte: Elaborado pela autora, 2020.

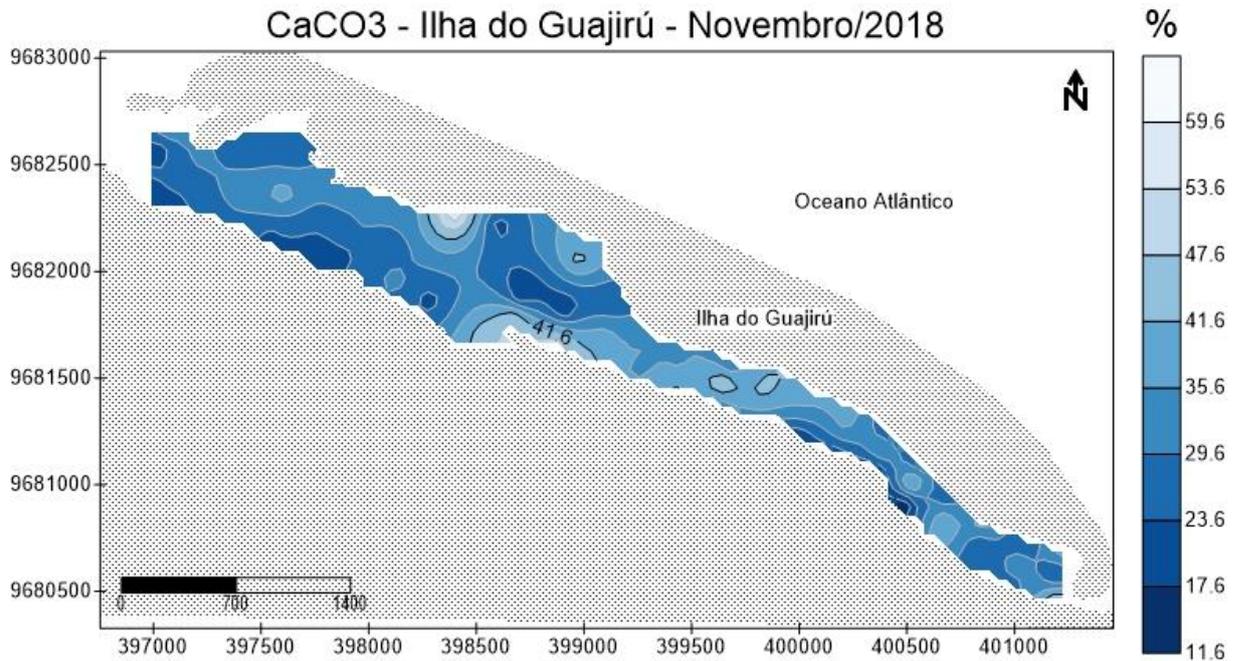
Figura 27 – Mapa de distribuição dos teores de  $\text{CaCO}_3$  dos sedimentos no Porto dos Barcos em novembro/2018. //

Figura 28 – Mapa de distribuição dos teores de  $\text{CaCO}_3$  dos sedimentos no Porto dos Barcos em maio/2019.



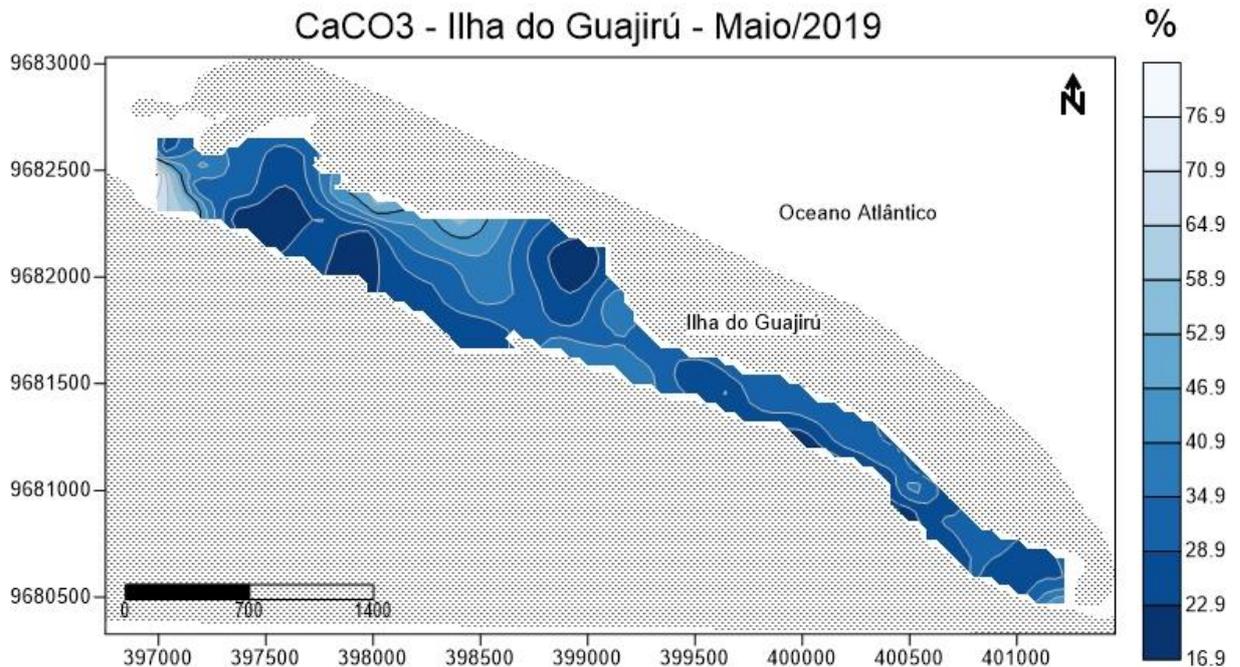
Fonte: Elaborados pela autora, 2020.

Figura 29 – Mapa de distribuição dos teores de  $\text{CaCO}_3$  dos sedimentos na Ilha do Guajirú em novembro/2018.



Fonte: Elaborado pela autora, 2020.

Figura 30 - Mapa de distribuição dos teores de  $\text{CaCO}_3$  dos sedimentos na Ilha do Guajirú em maio/2019.



Fonte: Elaborado pela autora, 2020.

#### 4.1.5 Teores de Matéria Orgânica (M.O.)

O estudo das formas de distribuição espacial e temporal da matéria orgânica presentes nos sedimentos tem sido um importante agente na determinação da ocorrência de aportes de material de origem continental, assim como para a investigação da influência antrópica, visto que o aporte excessivo de descargas de material orgânico e de nutrientes, resultantes de atividades humanas, atinge os ecossistemas costeiros e marinhos (KILMINSTER, 2010; STEIN, 1991).

Os teores de M.O. nas amostras de sedimentos de fundo na localidade do Porto dos Barcos (Figuras 31 e 32) apresentaram uma variação entre 0,5% e 10,2% (média 2,96%) no período de estiagem. Os maiores percentuais estiveram associados as amostras do canal principal e da região do porto onde estão situadas as embarcações. Os valores mais baixos correspondem as amostras dos afluentes. No período de chuvas, os teores variaram entre 0,9% e 16% (média 4,62%), e sua distribuição foi semelhante com a do período seco, concentrando maiores teores no canal principal e menores teores nos canais secundários.

A localidade da Ilha do Guajirú (Figuras 33 e 34) apresentou padrões de distribuição dos percentuais parecidos nos dois períodos, tendo os maiores índices de M.O. no setor leste do canal onde há a ocorrência da vegetação de mangue, e na porção central em que também é verificada a ocorrência da vegetação, além de uma fazenda de carcinicultura que margeia o canal. Relacionado a esse fato, Oliveira & Mattos (2007) afirmam que os teores mais elevados de matéria orgânica e  $\text{CaCO}_3$  estão associadas a fontes externas e/ou influencias antrópicas.

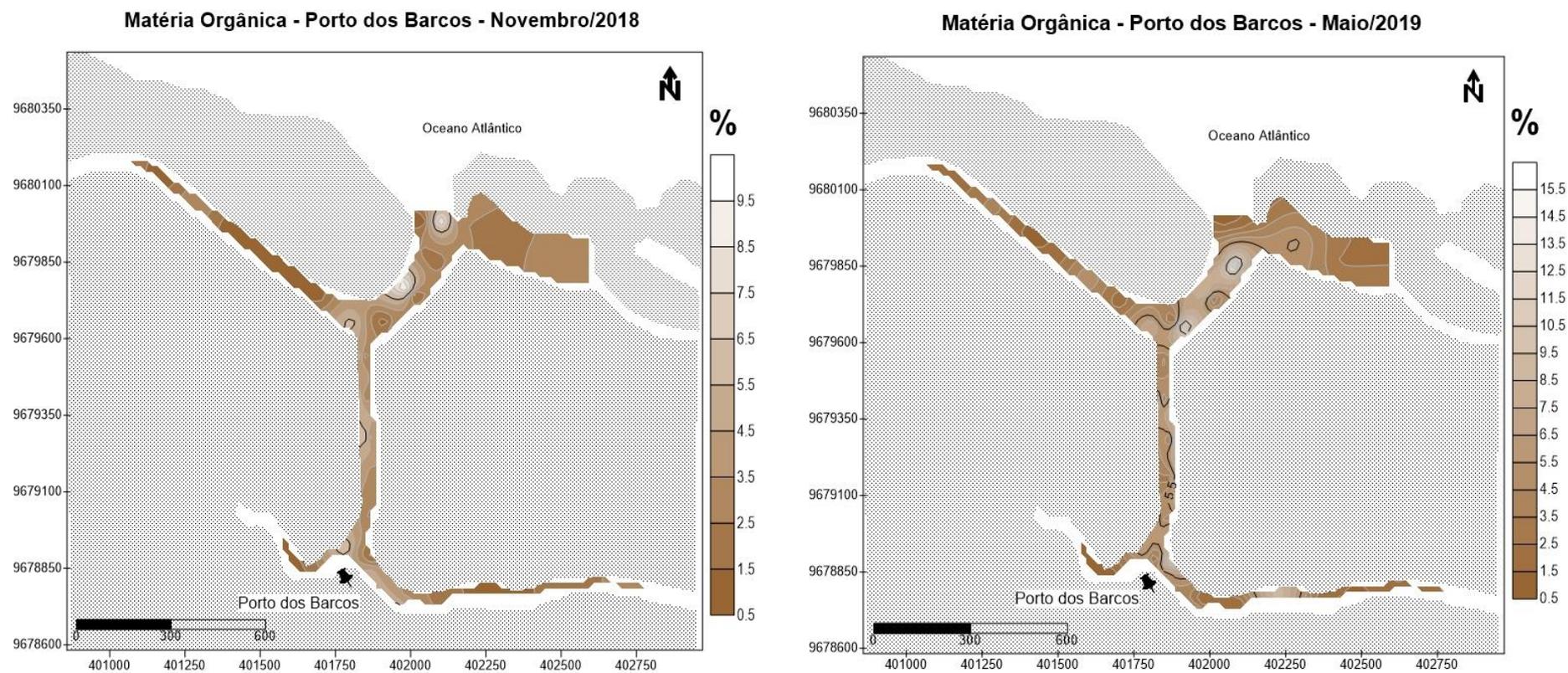
Os percentuais variaram entre 0,7% e 14,2% (média 3,64%) na estiagem, e entre 0,5% e 15,7% (média 4,15%) no período de chuvas, demonstrando também, assim como no Porto dos Barcos, um aumento de valores nesse último período.

Os maiores percentuais nas duas localidades (em ambos períodos) estão associados, de maneira geral, as amostras com maiores teores de sedimentos finos esses, por sua vez, associados a menores profundidades e a influência de uma hidrodinâmica mais baixa. Fato este, também observado por Scigliano (2016) no complexo Estuarino-lagunar de Cananeia-Iguape, embora seus percentuais tenham sido menores.

Segundo Oliveira (2014), em ambientes estuarinos é possível observar os conteúdos orgânicos se comportando de maneira previsível, demonstrando distribuições proporcionais com os parâmetros granulométricos, profundidades do sistema e grau de confinamento do mesmo.

Figura 31 – Mapa de distribuição da M.O. dos sedimentos no Porto dos Barcos em novembro/2018. //

Figura 32 – Mapa de distribuição da M.O. dos sedimentos no Porto dos Barcos em maio/2019.



Fonte: Elaborados pela autora, 2020.

Figura 33 – Mapa de distribuição da M.O. dos sedimentos na Ilha do Guajirú em novembro/2018.

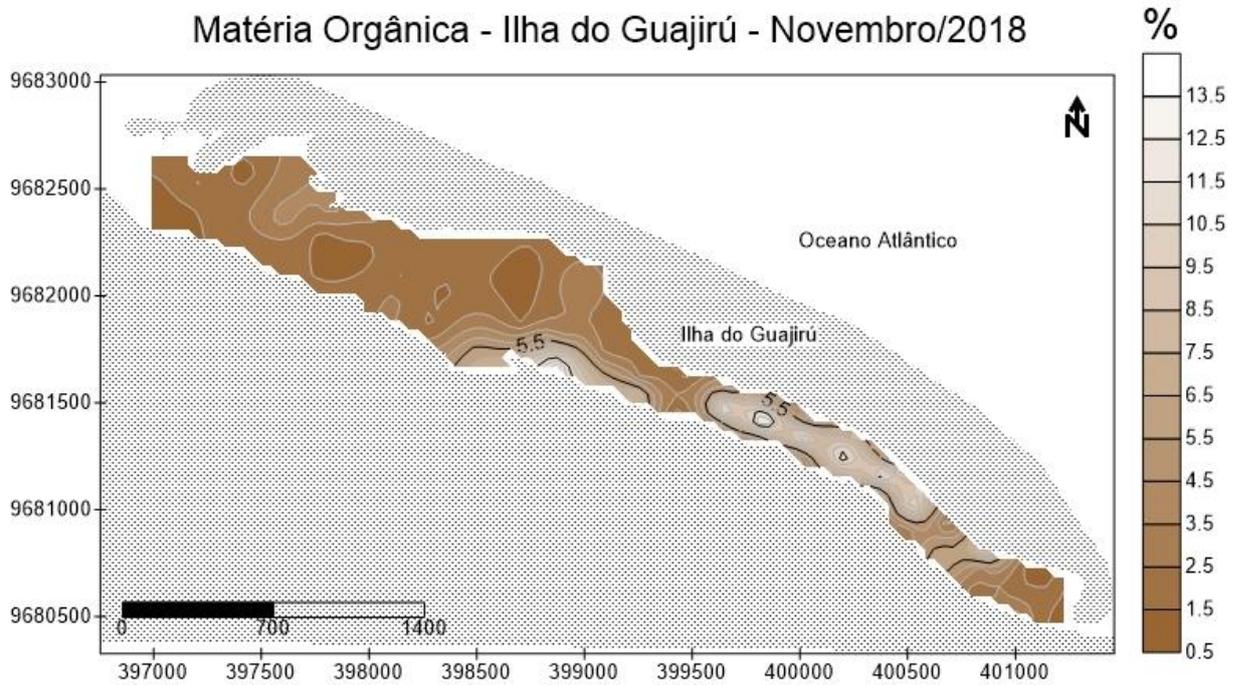
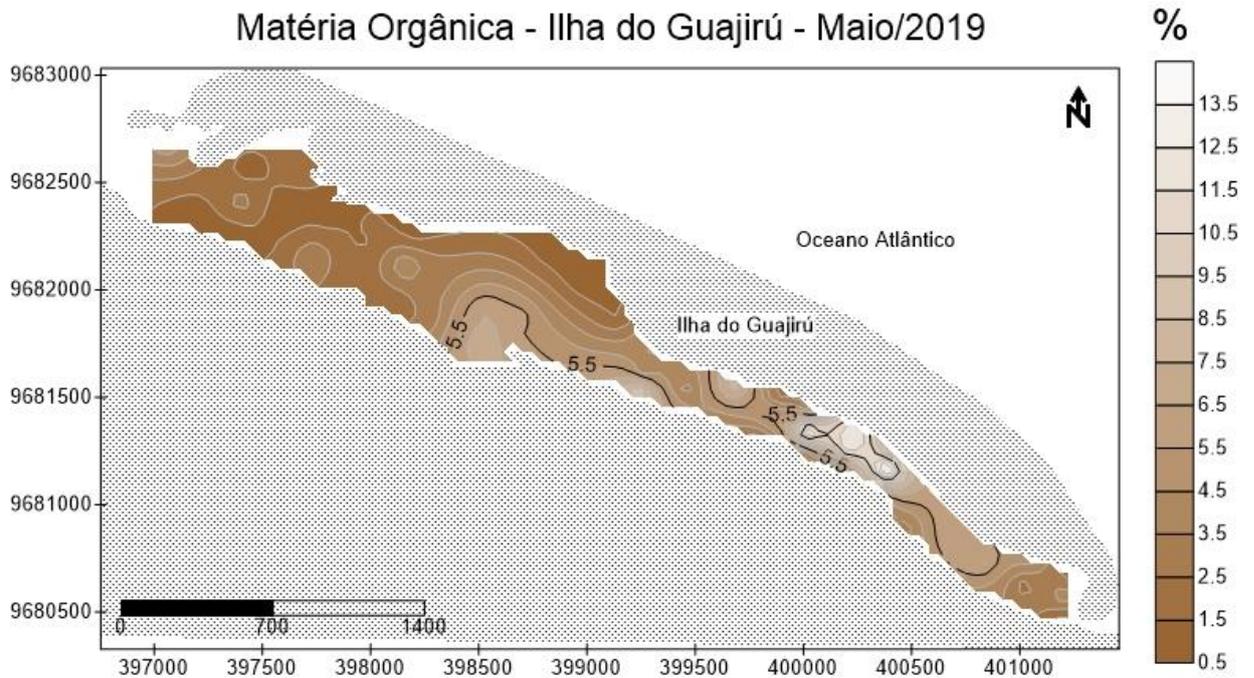


Figura 34 – Mapa de distribuição da M.O. dos sedimentos na Ilha do Guajirú em maio/2019.



## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir das análises texturais dos sedimentos do sistema estuário-lagunar do Guajirú foi possível concluir que:

- a. Não houveram mudanças significativas nos padrões de sedimentação entre o período chuvoso e o período seco, predominando sedimentos da fácies *areia grossa e muito grossa* na localidade do Porto dos Barcos e, sedimentos da fácies *areia fina e silte grosso* na localidade da Ilha do Guajirú;
- b. Na localidade do Porto dos Barcos, as frações mais grossas estiveram associadas aos leitos dos canais, enquanto que as frações mais finas estiveram associadas as margens do canal (onde era verificada vegetação de mangue). Foram encontrados principalmente sedimentos *pobremente selecionados e muito pobremente selecionados*, indicando heterogeneidade granulométrica e um menor grau de retrabalhamento. Durante o período de estiagem, foi verificado a presença de sedimentos moderadamente selecionados e bem selecionados, no canal leste próximo a foz, que pode ser explicada pelo assoreamento do canal pelos sedimentos advindos da barreira paralela;
- c. Os parâmetros de assimetria e curtose na localidade do Porto dos Barcos, demonstraram características de um ambiente de baixo a moderado nível energético, apesar de terem sido observado em pontos isolados (por exemplo, a confluência entre canais durante o período de estiagem), um aumento de energia. Sedimentos de *assimetria positiva e muito positivas* foram encontrados principalmente associados aos sedimentos finos das margens dos canais;
- d. Foi verificado um aumento no diâmetro médio dos sedimentos do interior do canal principal em direção a foz. Nessa região mais externa do sistema, foram verificados predominantemente sedimentos *pobremente selecionados, aproximadamente simétricos, assimetria negativa e muito negativa e mesocúrticos e leptocúrticos*, indicando ser um ambiente de energia intermediária a alta;
- e. Os canais secundários apresentaram sedimentos de maior granulometria (areia grossa, muito grossa, grânulos e seixos) predominantemente biogênicos, indicando elevados índices energéticos que favoreçam a deposição desse material;
- f. No canal situado entre ilha do Guajirú e a linha de costa, há uma tendência majoritária para as frações finas, sendo verificados sedimentos de maiores diâmetros médios (principalmente areia média, fina e muito fina) com ocorrência em pontos isolados, de silte grosso. No setor mais a leste foi verificado, principalmente, a ocorrência de siltes,

na qual pode ser associada a instalação da vegetação de mangue presente em porções da ilha barreira e do estuário. Os sedimentos demonstraram-se, predominantemente, pobremente selecionados, mas no período chuvoso, foi verificada heterogeneidade ainda maior. Com ralação a assimetria e curtose, o ambiente pode ser considerado com diferentes níveis de energia e variedade de frações, visto que não foi encontrada uma predominância, ou um padrão de distribuição específico.

- g.** Na localidade do Porto dos Barcos, os percentuais de  $\text{CaCO}_3$  obtiveram médias parecidas nos dois períodos (33,2 e 31,8%), com os maiores valores percentuais presentes nos canais secundários, como consequência da forte influência marinha no carreamento do material biogênico. No canal da ilha do Guajirú, os valores médios foram semelhantes ao restante do sistema estuarino- lagunar (31,4 e 31,3%).
- h.** A localidade do Porto dos Barcos, obteve média de MO variando entre 2,96 e 4,62%, nos quais os maiores valores estiveram associados as amostras do canal principal e da região do porto onde estão situadas as embarcações. No canal da ilha do Guajirú, a média variou 3,64% e 4,15%, no qual os maiores valores foram encontrados no setor leste do canal onde havia a presença do manguezal, e na porção central caracterizada pela forte ação antrópica.

## REFERÊNCIAS

ALENCAR, A. E. B. de Caracterização batimétrica, sedimentológica e geoquímica do estuário do Rio Mamanguape – PB. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa de Pós-Graduação em Geociências, Recife, 2010.

BEZERRA FILHO, F. A. A. Sistemas Estuarinos de Torrões e Porto dos Barcos, Itarema (Ceará, Brasil): um olhar a partir da percepção ambiental. 177f. Dissertação (Mestrado em Ciências Marinhas Tropicais) - Instituto de Ciências do Mar, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2017.

CAMERON W. M.; PRITCHARD D. W. Estuaries. In: HILL MN (Ed.). The sea: ideas and observations on progress in the study of the seas. New York: Interscience, 1963. p. 306-324.

CAMARGO, O.A.; MONIZ, A.C.; JORGE, J.A.; VALADARES, J.M.A.S. Métodos de Análise Química, Mineralógica e Física de Solos do Instituto Agronômico de Campinas. Campinas, Instituto Agronômico, 2009. 77 p. (Boletim técnico, 106, Edição revista e atualizada).

DALRYMPLE, R. W.; ZAITLIN, B. B.; BOYD, R. A Conceptual Model of Estuarine Sedimentation. J. SediM. Petrol., v. 62. p. 1130 – 1146. 1992.

DAY, J. H. 1980 What is an estuary? South African Journal of Science 76, 1980.

DEAN, W. E. Determination of carbonate and organic matter in calcareous sediments and sedimentar rocks by loss on ignition: comparison with other methods. Journal of Sedimentary Petrology, v.44 (1) p. 242-248, 1974.

DIONNE, J. C. Towards a more adequate definition of the St. Lawrence estuary. Geomorph., v.7, p.36–44, 1963.

DOMINGUEZ, J. M. L. The Coastal Zone of Brazil. In: DILLEMBURG, S. R.; HESP, P. (Org.). Geology and Geomorphology of Holocene Coastal Barriers of Brazil. Springer-Verlag, 2009.

DYER, K. R. Estuaries: a physical introduction, New York, John Wiley and Sons, 2nd ed., 195 p., 1997.

EVANS, G. Quaternary transgressions and regressions J1 *ged. Soc. Lond. Vol. 136*, 1979, pp. 125-132.4 figs. Printed in Northern Ireland. 1979.

FAIRBRIDGE, R. W. The estuary: its definition and geodynamic cycle. In: *Chemistry and Biogeochemistry of Estuaries*. eds. E. Olausson & I. Cato, John Wiley, New York, p. 1–35, 1980.

FALCÃO, T. O.; MORAIS, J. O.; PINHEIRO, L. S. Morphodynamics of the Curu Estuary Inlet-Brazil. *Journal of Coastal Research* , v. 64, p. 805-808, 2011.

FONTES, R. F. C.; MIRANDA, L. B.; ANDUTTA, F. Estuarine circulation. *Encyclopedia of Earth Sciences Series*, p. 247-258. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/171366>>.

GODOY, M. D. P. Alterações nas áreas de mangue em estuários no estado do Ceará devido a mudanças no uso do solo e mudanças climáticas. 202 f. Tese (Doutorado em Ciências Marinhas Tropicais) - Instituto de Ciências do Mar, Universidade Federal do Ceará, 2015.

INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA ECONÔMICA DO CEARÁ. Perfil Básico Municipal 2017 Itarema. Fortaleza: Seplag, 2017.

KETCHUM, B. H. The flushing of tidal estuaries. *Sewage Ind. Wastes*, 23: 198-209.

KJERFVE, B. Coastal Lagoons. In: *KJERFVE, B. Coastal Lagoon Processes*. Elsevier Oceanography series, 60. 1994.

LAMAS, F.; IRIGARAY, C.; OTEO, C.; CHACON, J. Selection of the most appropriate method to determine the carbonate content for engineering purposes with particular regard to marls. *Engineer. geol.*, v. 81, p. 32-41, 2005.

ONUF, C. Laguna Madre. In: *Seagrass Status and Trends in the Northern Gulf of Mexico*. DEMAY, A. R. p. 1940–2002, 2007.

LIMA SOARES, V.; SILVA ALBUQUERQUE, E. L. Análise dos sistemas ambientais do município de Itarema, Ceará. *Revista Geonorte*. 4, v.10, n.1, p.127-130, 2014.

MEDEIROS, C.; B. KJERFVE; M. ARAÚJO & S. NEUMANN-LEITÃO. The Itamaracá Estuarine Ecosystem, Brazil, p.71-81.b In: U.SEELINGER, B. & KJERFVE (Eds.). *Ecological Studies*, 144. Coastal Marine Ecosystems of Latin America, Berlin, Springer-Verlag, 360p. 2001.

MIOLA, B. Proveniência de sedimentos para ecossistemas estuarinos do litoral oeste do Ceará. 166 f. Tese (Doutorado em Ciências Marinhas Tropicais) - Instituto de Ciências do Mar, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2017.

MIRANDA, L. B., BELMIRO, M. C., KJERFVE, B. Princípios de Oceanografia Física de Estuários. USP, São Paulo. 2002.

MORAIS, J. O.; PINHEIRO, L.S. The effect of semi-aridity and damming on sedimentary dynamics in estuaries -Northeastern region of Brazil. *Journal of Coastal Research Special Issue 64: Proceedings of the 11th international coastal symposium*, p. 1540-1544, 2011.

MORAIS, J. O.; DIAS, C. B.; PINHEIRO, L. S.. Depuration capacity of Timonha-Ubatuba estuarine system, Ceara State, Brazil. *Arquivos de Ciências do Mar*, v. 47, p. 30-37, 2014.

MORAIS, J.O.; PINHEIRO, L.S.; PESSOA, P.R.S.; FREIRE, G.S.; CARVALHO, A.M.; GUERRA, R.G.P.; BARROS, E.L.; MOURA, F.J.M. Capítulo Ceará. In: *Erosão e progradação do litoral brasileiro*. MUEHE, D. (Coordr); Ministério do Meio Ambiente (MMA). 2ed. Rio de Janeiro, v.1, p. 261 –289, 2018.

MORAIS, P. C.V.; LIMA, M. F.B.; MARTINS, D. A.; FONTENELE, L. G.; LIMA, J. L.R.; SILVA, Í. B. DA; PINHEIRO, L. S.; NASCIMENTO, R. F.; CAVALCANTE, R. M.; MARQUES, E. V. Use of an environmental diagnostic study on a coastal lagoon as a decision support tool for environmental management policies in a coastal zone. *Management of Environmental Quality: An International Journal* Vol. 31 No. 1, pp. 167-184, 2020.

MOURA, F. J. M. Dinâmica de Barreiras Costeiras na Costa Semiárida Brasileira: O Caso do Litoral de Acaraú e Itarema – Ceará. 267 f. Tese (Doutorado em Ciências Marinhas Tropicais) - Instituto de Ciências do Mar, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2018.

OLIVEIRA, T. S. Processo sedimentar atual e distribuição da matéria orgânica no sistema estuarino dos rios Capibaribe, Beberibe e Bacia do Pina, Recife-Pe. Dissertação de Mestrado. Pós-graduação em Oceanografia. Universidade Federal de Pernambuco – PE, 112 p. 2014.

PERILLO G. M. E. 1989 New geodynamic definition of estuaries. *Rev. Geofísica*, 31: 281-287.

PERILLO, G. M. E. Definition and geomorphologic classifications of estuaries. In: Perillo G. M. E. (ed.) *Geomorphology and sedimentology of estuaries*. Elsevier, Amsterdam, cAp. 2, p. 17-49, 1995.

PINHEIRO, L. S.; MEDEIROS, L. C.; MORAIS, J. O. Erosive processes monitoring linked to the estuarine evolution systems nearby Aguas Belas, Cascavel, Ceará, Brazil. *Journal of Coastal Research*, Itajaí, v. 39, n.1, p. 1403-1406, 2006.

PINHEIRO, L. S.; MORAIS, J. O. Interferências de barramentos no regime hidrológico do Estuário do Rio Catú – Ceará – Nordeste do Brasil. *Sociedade & Natureza*, Uberlândia, 22 (2): 237-250, ago. 2010.

PONÇANO, W. L. Sobre a interpretação ambiental de parâmetros estatístico granulométrico: exemplos de sedimentos quaternários da costa brasileira. *Ver. Bras. Geociências* 16(2): 157-170, 1986.

POTTER, I. C., CHUWEN, B. M., HOEKSEMA, S. D., ELLIOTT, M. The concept of an estuary: A definition that incorporates systems which can become closed to the ocean and hypersaline. *Estuar Coast Shelf Sci*, p.497-500, 2010.

PRITCHARD, D. W. Estuarine hydrography. *Advances in Geophysics*. 1, p. 243 – 280, 1952.

PRITCHARD, D. W. Salinity distribution and the circulation in the Chesapeake Bay Estuaries system. *J. Mar. Res.* 11, 106-123, 1952.

PRITCHARD, D. W. What is an estuary, physical view point. In: G. H. Lauf (editor): *Estuaries*. American Association for the Advancement of Science, Washington D.C., publ. no. 83, 1967.

RINGUELET, R. A. 1962 *Ecología Acuática Continental*. Buenos Aires: EUDEBA pp. 138

SCHNACK, E. AND PIRAZZOLI, P., Quaternary sea-level changes. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology (Global and Planetary Change Section)* 82: 65-68, 1990.

SCIGLIANO, B. F. Estudo do equilíbrio biogeoquímico das formas de fósforo considerando sua distribuição, partição e comportamento ao longo do complexo estuarino-lagunar de Cananeia-Iguape (SP) como ferramenta para indicação de impacto ambiental. 132f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016.

SOARES, R. S. Novas proposições metodológicas para o calcímetro de bernard e caracterização dos sedimentos marinhos do Espírito Santo. 2017. 89 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Marinhas Tropicais) - Instituto de Ciências do Mar, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2017.

SOUSA, L. P.; LILLEBØ, A. I.; GOOCH, G. D.; SOARES, J. A.; ALVES F. L. Incorporation of Local Knowledge in the Identification of Ria de Aveiro Lagoon Ecosystem Services (Portugal). *Journal of Coastal Research, Special Issue n. 65*, p. 1051-1056, 2013.

STEIN, R. Accumulation of Organic Carbon in Marine Sediments. Results from the Deep Sea Drilling Project/ Ocean Drilling Program. *Bhattacharji, S; G. M.* 1991.

Suguio, K. (1973) *Introducao a Sedimentologia*. Edgard Blucher/EDUSP, Sao Paulo, 317 p.

SUGUIO K, MARTIN L, BITTENCOURT A. C. S. P., DOMINGUEZ J. M.L., FLEXOR J-M & AZEVEDO A. E. G. Flutuações do nível relativo do mar durante o Quaternário Superior ao

longo do litoral brasileiro e suas implicações na sedimentação costeira. *Revista Brasileira de Geociências*, 15(4):273-286, 1985.

VALLE-LEVINSON, A., DELGADO, J. A., ATKINSON, L. P. Reversing water exchange patterns at the entrance to a semiarid coastal lagoon. *Estuarine Coastal and Shelf Science*, 53, p. 825-838, 2001.

## **Apêndice 1**

## 1. Classificação sedimentológica das amostras dos canais do Porto dos Barcos no período de estiagem.

| AMOSTRA      | MÉDIA   | CLASSIFICAÇÃO      | MEDIANA | SELEÇÃO | CLASSIFICAÇÃO                  | ASSIMETRIA | CLASSIFICAÇÃO    | CURTOSE | CLASSIFICAÇÃO      |
|--------------|---------|--------------------|---------|---------|--------------------------------|------------|------------------|---------|--------------------|
| <b>PB-01</b> | 0.5338  | Areia grossa       | 0.4247  | 1.354   | Pobrememente selecionado       | 0.08422    | Aprox. simétrica | 1.338   | Leptocúrtica       |
| <b>PB-02</b> | 0.3124  | Areia grossa       | 0.3596  | 0.8319  | Moderadamente selecionado      | -0.0308    | Aprox. simétrica | 1.18    | Leptocúrtica       |
| <b>PB-03</b> | 5.036   | Silte médio        | 4.173   | 2.608   | Muito pobrememente selecionado | 0.334      | Muito positiva   | 0.5924  | Muito platicúrtica |
| <b>PB-04</b> | 3.396   | Areia muito fina   | 2.436   | 3.824   | Muito pobrememente selecionado | 0.2504     | Positiva         | 0.8646  | Platicúrtica       |
| <b>PB-05</b> | -0.3813 | Areia muito grossa | -0.1786 | 1.332   | Pobrememente selecionado       | -0.1068    | Negativa         | 0.9791  | Mesocúrtica        |
| <b>PB-06</b> | 3.325   | Areia muito fina   | 2.749   | 4.034   | Extremamente mal selecionado   | 0.1373     | Positiva         | 0.8637  | Platicúrtica       |
| <b>PB-07</b> | 5.084   | Silte médio        | 4.107   | 2.537   | Muito pobrememente selecionado | 0.4187     | Muito positiva   | 0.5452  | Muito platicúrtica |
| <b>PB-08</b> | 0.2971  | Areia grossa       | 0.3836  | 1.991   | Pobrememente selecionado       | -0.02852   | Aprox. simétrica | 0.6836  | Platicúrtica       |
| <b>PB-09</b> | 4.716   | Silte grosso       | 3.25    | 2.655   | Muito pobrememente selecionado | 0.5758     | Muito positiva   | 0.7103  | Platicúrtica       |
| <b>PB-10</b> | -0.5357 | Areia muito grossa | -0.3243 | 1.193   | Pobrememente selecionado       | -0.2061    | Negativa         | 0.7367  | Platicúrtica       |
| <b>PB-11</b> | -1.27   | Granulo            | -1.965  | 1.233   | Pobrememente selecionado       | 0.7279     | Muito positiva   | 0.6363  | Muito platicúrtica |
| <b>PB-12</b> | -0.4118 | Areia muito grossa | -0.1688 | 1.279   | Pobrememente selecionado       | -0.1829    | Negativa         | 0.8529  | Platicúrtica       |
| <b>PB-13</b> | -1.084  | Granulo            | -1.365  | 1.192   | Pobrememente selecionado       | 0.3351     | Muito positiva   | 0.6152  | Muito platicúrtica |
| <b>PB-14</b> | -0.8721 | Areia muito grossa | -0.8711 | 1.175   | Pobrememente selecionado       | 0.0529     | Aprox. simétrica | 0.6712  | Platicúrtica       |
| <b>PB-15</b> | -0.7677 | Areia muito grossa | -0.7066 | 1.038   | Pobrememente selecionado       | 0.02071    | Aprox. simétrica | 1.208   | Leptocúrtica       |
| <b>PB-16</b> | -1.573  | Granulo            | -2.071  | 1.005   | Pobrememente selecionado       | 0.7393     | Muito positiva   | 1.065   | Mesocúrtica        |
| <b>PB-17</b> | 3.933   | Areia muito fina   | 3.394   | 3.757   | Muito pobrememente selecionado | 0.08644    | Aprox. simétrica | 0.6506  | Muito platicúrtica |
| <b>PB-18</b> | 1.415   | Areia média        | 1.449   | 1.242   | Pobrememente selecionado       | -0.1163    | Negativa         | 0.9187  | Mesocúrtica        |
| <b>PB-19</b> | 4.882   | Silte grosso       | 3.461   | 2.411   | Muito pobrememente selecionado | 0.7017     | Muito positiva   | 0.5114  | Muito platicúrtica |
| <b>PB-20</b> | 4.9     | Silte grosso       | 3.449   | 2.376   | Muito pobrememente selecionado | 0.7372     | Muito positiva   | 0.4993  | Muito platicúrtica |
| <b>PB-21</b> | 0.6416  | Areia grossa       | 0.6696  | 0.5255  | Moderadamente selecionado      | -0.08971   | Aprox. simétrica | 1.156   | Leptocúrtica       |
| <b>PB-22</b> | 5.465   | Silte médio        | 4.881   | 2.392   | Muito pobrememente selecionado | 0.2726     | Positiva         | 0.512   | Muito platicúrtica |
| <b>PB-23</b> | 5.601   | Silte médio        | 4.936   | 2.284   | Muito pobrememente selecionado | 0.3242     | Muito positiva   | 0.5264  | Muito platicúrtica |
| <b>PB-24</b> | 0.3504  | Areia grossa       | 0.4342  | 0.6465  | Moderadamente selecionado      | -0.2102    | Negativa         | 1.157   | Leptocúrtica       |
| <b>PB-25</b> | 5.337   | Silte médio        | 4.355   | 2.339   | Muito pobrememente selecionado | 0.4883     | Muito positiva   | 0.4948  | Muito platicúrtica |
| <b>PB-26</b> | 4.143   | Silte grosso       | 4.042   | 3.81    | Muito pobrememente selecionado | -0.04657   | Aprox. simétrica | 0.7175  | Platicúrtica       |
| <b>PB-27</b> | 0.3906  | Areia grossa       | 0.3614  | 1.674   | Pobrememente selecionado       | -0.004829  | Aprox. simétrica | 0.9303  | Mesocúrtica        |

|              |         |                    |         |        |                              |           |                  |        |                    |
|--------------|---------|--------------------|---------|--------|------------------------------|-----------|------------------|--------|--------------------|
| <b>PB-28</b> | 4.995   | Silte grosso       | 3.612   | 2.356  | Muito pobremente selecionado | 0.6984    | Muito positiva   | 0.5076 | Muito platicúrtica |
| <b>PB-29</b> | 5.009   | Silte médio        | 3.904   | 3.177  | Muito pobremente selecionado | 0.2247    | Positiva         | 0.8546 | Platicúrtica       |
| <b>PB-30</b> | 0.2314  | Areia grossa       | 0.4544  | 1.154  | Pobremente selecionado       | -0.2926   | Negativa         | 1.164  | Leptocúrtica       |
| <b>PB-31</b> | 4.65    | Silte grosso       | 3.117   | 2.398  | Muito pobremente selecionado | 0.7712    | Muito positiva   | 1.825  | Muito leptocúrtica |
| <b>PB-32</b> | 0.6807  | Areia grossa       | 1.04    | 1.715  | Pobremente selecionado       | -0.2991   | Negativa         | 0.8815 | Platicúrtica       |
| <b>PB-33</b> | -0.4618 | Areia muito grossa | -0.1065 | 1.263  | Pobremente selecionado       | -0.3084   | Muito negativa   | 0.8032 | Platicúrtica       |
| <b>PB-34</b> | 0.06292 | Areia grossa       | 0.1971  | 1.157  | Pobremente selecionado       | -0.1626   | Negativa         | 1.095  | Mesocúrtica        |
| <b>PB-35</b> | 0.2738  | Areia grossa       | 0.4356  | 1.423  | Pobremente selecionado       | -0.1561   | Negativa         | 1.138  | Leptocúrtica       |
| <b>PB-36</b> | -0.2267 | Areia muito grossa | -0.0439 | 1.114  | Pobremente selecionado       | -0.2374   | Negativa         | 0.9454 | Mesocúrtica        |
| <b>PB-37</b> | 0.4603  | Areia grossa       | 0.5213  | 1.595  | Pobremente selecionado       | -0.08384  | Aprox. simétrica | 1.005  | Mesocúrtica        |
| <b>PB-38</b> | 0.08627 | Areia grossa       | 0.2273  | 0.9268 | Moderadamente selecionado    | -0.3197   | Muito negativa   | 1.301  | Leptocúrtica       |
| <b>PB-39</b> | 5.162   | Silte médio        | 4.257   | 2.429  | Muito pobremente selecionado | 0.4276    | Muito positiva   | 0.5307 | Muito platicúrtica |
| <b>PB-40</b> | 2.841   | Areia fina         | 2.805   | 0.4175 | Bem selecionado              | 0.02207   | Aprox. simétrica | 1.2    | Leptocúrtica       |
| <b>PB-41</b> | 0.4958  | Areia grossa       | 0.5789  | 0.8836 | Moderadamente selecionado    | -0.1709   | Negativa         | 1.463  | Leptocúrtica       |
| <b>PB-42</b> | 4.61    | Silte grosso       | 3.085   | 2.414  | Muito pobremente selecionado | 0.7608    | Muito positiva   | 2.126  | Muito leptocúrtica |
| <b>PB-43</b> | 5.502   | Silte médio        | 4.827   | 2.346  | Muito pobremente selecionado | 0.3224    | Muito positiva   | 0.5166 | Muito platicúrtica |
| <b>PB-44</b> | 0.0997  | Areia grossa       | 0.1235  | 1.385  | Pobremente selecionado       | 0.0001221 | Aprox. simétrica | 1.025  | Mesocúrtica        |
| <b>PB-45</b> | 4.635   | Silte grosso       | 3.421   | 3.219  | Muito pobremente selecionado | 0.2814    | Positiva         | 0.9664 | Mesocúrtica        |
| <b>PB-46</b> | 1.916   | Areia média        | 2.462   | 1.221  | Pobremente selecionado       | -0.5907   | Muito negativa   | 0.7588 | Platicúrtica       |
| <b>PB-47</b> | -0.681  | Areia muito grossa | -0.7156 | 1.528  | Pobremente selecionado       | 0.1858    | Positiva         | 0.9048 | Mesocúrtica        |
| <b>PB-48</b> | 4.921   | Silte grosso       | 3.424   | 2.324  | Muito pobremente selecionado | 0.7728    | Muito positiva   | 0.5083 | Muito platicúrtica |
| <b>PB-49</b> | 0.191   | Areia grossa       | 0.2844  | 0.7856 | Moderadamente selecionado    | -0.3135   | Muito negativa   | 1.255  | Leptocúrtica       |
| <b>PB-50</b> | 5.712   | Silte médio        | 5.771   | 2.378  | Muito pobremente selecionado | -0.1088   | Negativa         | 0.9531 | Mesocúrtica        |
| <b>PB-51</b> | 3.035   | Areia muito fina   | 3.023   | 0.398  | Bem selecionado              | 0.1173    | Positiva         | 0.8755 | Platicúrtica       |
| <b>PB-52</b> | 3.042   | Areia muito fina   | 3.056   | 0.3558 | Bem selecionado              | 0.000513  | Aprox. simétrica | 0.8371 | Platicúrtica       |
| <b>PB-53</b> | 2.951   | Areia fina         | 2.914   | 0.355  | Bem selecionado              | 0.1001    | Positiva         | 0.8428 | Platicúrtica       |

Fonte: Elaborada pela autora, 2020.

## 2. Classificação sedimentológica das amostras da porção abrigada pela Ilha do Guájiro no período de estiagem.

| AMOSTRA     | MÉDIA  | CLASSIFICAÇÃO    | MEDIANA | SELEÇÃO | CLASSIFICAÇÃO                | ASSIMETRIA | CLASSIFICAÇÃO    | CURTOSE | CLASSIFICAÇÃO             |
|-------------|--------|------------------|---------|---------|------------------------------|------------|------------------|---------|---------------------------|
| <b>G-01</b> | 4.838  | Silte grosso     | 3.357   | 2.25    | Muito pobremente selecionado | 0.7966     | Muito positiva   | 2.851   | Muito leptocúrtica        |
| <b>G-02</b> | 2.557  | Areia fina       | 2.681   | 0.8237  | Moderadamente selecionado    | -0.411     | Muito negativa   | 1.731   | Muito leptocúrtica        |
| <b>G-03</b> | 2.558  | Areia fina       | 2.704   | 1.166   | Pobremente selecionado       | -0.4922    | Muito negativa   | 3.126   | Extremamente leptocúrtica |
| <b>G-04</b> | 4.469  | Silte grosso     | 3.266   | 2.925   | Muito pobremente selecionado | 0.4108     | Muito positiva   | 2.618   | Muito leptocúrtica        |
| <b>G-05</b> | 2.74   | Areia fina       | 2.734   | 0.8065  | Moderadamente selecionado    | -0.1888    | Negativa         | 3.216   | Extremamente leptocúrtica |
| <b>G-06</b> | 2.589  | Areia fina       | 2.635   | 0.3842  | Bem selecionado              | -0.0829    | Aprox. simétrica | 0.9941  | Mesocúrtica               |
| <b>G-07</b> | 2.004  | Areia fina       | 2.171   | 0.8288  | Moderadamente selecionado    | -0.3782    | Muito negativa   | 1.165   | Leptocúrtica              |
| <b>G-08</b> | 2.665  | Areia fina       | 2.71    | 0.6277  | Moderadamente selecionado    | -0.2534    | Negativa         | 1.801   | Muito leptocúrtica        |
| <b>G-09</b> | 3.237  | Areia muito fina | 2.964   | 4.017   | Extremamente mal selecionado | 0.0646     | Aprox. simétrica | 2.986   | Muito leptocúrtica        |
| <b>G-10</b> | 2.612  | Areia fina       | 2.663   | 0.5723  | Moderadamente selecionado    | -0.2262    | Negativa         | 1.503   | Muito leptocúrtica        |
| <b>G-11</b> | 4.996  | Silte grosso     | 3.562   | 2.259   | Muito pobremente selecionado | 0.7575     | Muito positiva   | 0.5215  | Muito platicúrtica        |
| <b>G-12</b> | 2.626  | Areia fina       | 2.673   | 0.3637  | Bem selecionado              | -0.0953    | Aprox. simétrica | 1.211   | Leptocúrtica              |
| <b>G-13</b> | 5.128  | Silte médio      | 3.98    | 2.52    | Muito pobremente selecionado | 0.502      | Muito positiva   | 0.5318  | Muito platicúrtica        |
| <b>G-14</b> | 2.774  | Areia fina       | 2.765   | 0.5807  | Moderadamente selecionado    | -0.0645    | Aprox. simétrica | 1.768   | Muito leptocúrtica        |
| <b>G-15</b> | 2.655  | Areia fina       | 2.715   | 0.5069  | Moderadamente selecionado    | -0.3097    | Muito negativa   | 2.116   | Muito leptocúrtica        |
| <b>G-16</b> | 3.28   | Areia muito fina | 2.091   | 3.687   | Muito pobremente selecionado | 0.3602     | Muito positiva   | 1.083   | Mesocúrtica               |
| <b>G-17</b> | 2.74   | Areia fina       | 2.749   | 0.7082  | Moderadamente selecionado    | -0.1753    | Negativa         | 2.71    | Muito leptocúrtica        |
| <b>G-18</b> | 2.956  | Areia fina       | 2.833   | 0.4687  | Bem selecionado              | 0.3356     | Muito positiva   | 1.243   | Leptocúrtica              |
| <b>G-19</b> | 1.326  | Areia média      | 1.499   | 1.429   | Pobremente selecionado       | -0.1688    | Negativa         | 0.658   | Muito platicúrtica        |
| <b>G-20</b> | 4.63   | Silte grosso     | 3.207   | 2.557   | Muito pobremente selecionado | 0.6007     | Muito positiva   | 3.178   | Extremamente leptocúrtica |
| <b>G-21</b> | 2.757  | Areia fina       | 2.783   | 1.221   | Pobremente selecionado       | -0.3619    | Muito negativa   | 3.354   | Extremamente leptocúrtica |
| <b>G-22</b> | 0.7088 | Areia grossa     | 0.6272  | 1.23    | Pobremente selecionado       | 0.02143    | Aprox. simétrica | 0.8411  | Platicúrtica              |
| <b>G-23</b> | 3.197  | Areia muito fina | 3.225   | 0.3863  | Bem selecionado              | -0.0699    | Aprox. simétrica | 1.248   | Leptocúrtica              |
| <b>G-24</b> | 2.465  | Areia fina       | 2.679   | 0.808   | Moderadamente selecionado    | -0.4984    | Muito negativa   | 1.826   | Muito leptocúrtica        |

|             |        |                  |        |        |                                |         |                  |        |                           |
|-------------|--------|------------------|--------|--------|--------------------------------|---------|------------------|--------|---------------------------|
| <b>G-25</b> | 1.896  | Areia média      | 2.575  | 1.441  | Pobrememente selecionado       | -0.6523 | Muito negativa   | 1.242  | Leptocúrtica              |
| <b>G-26</b> | 4.769  | Silte grosso     | 3.429  | 3.016  | Muito pobrememente selecionado | 0.3565  | Muito positiva   | 4.379  | Extremamente leptocúrtica |
| <b>G-27</b> | 6.042  | Silte fino       | 6.683  | 2.469  | Muito pobrememente selecionado | -0.331  | Muito negativa   | 0.5126 | Muito platicúrtica        |
| <b>G-28</b> | 2.547  | Areia fina       | 2.566  | 0.4063 | Bem selecionado                | 0.06453 | Aprox. simétrica | 0.9967 | Mesocúrtica               |
| <b>G-29</b> | 2.915  | Areia fina       | 2.878  | 1.052  | Pobrememente selecionado       | -0.3088 | Muito negativa   | 3.892  | Extremamente leptocúrtica |
| <b>G-30</b> | 3.962  | Areia muito fina | 2.832  | 3.323  | Muito pobrememente selecionado | 0.3511  | Muito positiva   | 0.9666 | Mesocúrtica               |
| <b>G-31</b> | 5.313  | Silte médio      | 4.263  | 2.326  | Muito pobrememente selecionado | 0.5268  | Muito positiva   | 0.4973 | Muito platicúrtica        |
| <b>G-32</b> | 2.908  | Areia fina       | 2.864  | 0.4467 | Bem selecionado                | 0.02702 | Aprox. simétrica | 1.147  | Leptocúrtica              |
| <b>G-33</b> | 6.057  | Silte fino       | 5.499  | 1.927  | Pobrememente selecionado       | 0.2995  | Positiva         | 0.5742 | Muito platicúrtica        |
| <b>G-34</b> | 2.608  | Areia fina       | 2.654  | 0.3773 | Bem selecionado                | -0.0854 | Aprox. simétrica | 1.057  | Mesocúrtica               |
| <b>G-35</b> | 2.994  | Areia fina       | 2.95   | 1.134  | Pobrememente selecionado       | -0.2795 | Negativa         | 3.404  | Extremamente leptocúrtica |
| <b>G-36</b> | 5.654  | Silte médio      | 4.975  | 2.166  | Muito pobrememente selecionado | 0.3302  | Muito positiva   | 0.6358 | Muito platicúrtica        |
| <b>G-37</b> | 1.976  | Areia média      | 2.249  | 1.074  | Pobrememente selecionado       | -0.3918 | Muito negativa   | 0.9509 | Mesocúrtica               |
| <b>G-38</b> | 2.844  | Areia fina       | 2.785  | 0.723  | Moderadamente selecionado      | -0.0536 | Aprox. simétrica | 1.826  | Muito leptocúrtica        |
| <b>G-39</b> | 4.904  | Silte grosso     | 3.558  | 2.521  | Muito pobrememente selecionado | 0.6     | Muito positiva   | 0.536  | Muito platicúrtica        |
| <b>G-40</b> | 2.329  | Areia fina       | 2.379  | 0.6804 | Moderadamente selecionado      | -0.29   | Negativa         | 1.735  | Muito leptocúrtica        |
| <b>G-41</b> | 2.29   | Areia fina       | 2.422  | 1.156  | Pobrememente selecionado       | -0.5004 | Muito negativa   | 3.147  | Extremamente leptocúrtica |
| <b>G-42</b> | 0.6395 | Areia grossa     | 0.3901 | 1.561  | Pobrememente selecionado       | 0.1263  | Positiva         | 0.8501 | Platicúrtica              |
| <b>G-43</b> | 4.469  | Silte grosso     | 2.84   | 2.79   | Muito pobrememente selecionado | 0.6225  | Muito positiva   | 0.6077 | Muito platicúrtica        |
| <b>G-44</b> | 6.379  | Silte fino       | 6.358  | 2.493  | Muito pobrememente selecionado | -0.2092 | Negativa         | 0.8862 | Platicúrtica              |
| <b>G-45</b> | 1.015  | Areia média      | 2.096  | 2.082  | Muito pobrememente selecionado | -0.6151 | Muito negativa   | 0.85   | Platicúrtica              |
| <b>G-46</b> | 1.726  | Areia média      | 2.122  | 1.411  | Pobrememente selecionado       | -0.4348 | Muito negativa   | 0.9329 | Mesocúrtica               |
| <b>G-47</b> | 7.113  | Silte muito fino | 8.087  | 1.905  | Pobrememente selecionado       | -0.7068 | Muito negativa   | 0.6817 | Platicúrtica              |
| <b>G-48</b> | 2.08   | Areia fina       | 2.584  | 1.104  | Pobrememente selecionado       | -0.6376 | Muito negativa   | 1.401  | Leptocúrtica              |
| <b>G-49</b> | 0.5316 | Areia grossa     | -0.004 | 1.627  | Pobrememente selecionado       | 0.3112  | Muito positiva   | 0.8406 | Platicúrtica              |
| <b>G-50</b> | 6.155  | Silte fino       | 5.677  | 2.025  | Muito pobrememente selecionado | 0.1741  | Positiva         | 0.6999 | Platicúrtica              |

|             |        |                  |        |        |                              |         |                  |        |                           |
|-------------|--------|------------------|--------|--------|------------------------------|---------|------------------|--------|---------------------------|
| <b>G-51</b> | 2.623  | Areia fina       | 2.704  | 0.6677 | Moderadamente selecionado    | -0.3981 | Muito negativa   | 2.284  | Muito leptocúrtica        |
| <b>G-52</b> | 4.071  | Silte grosso     | 2.98   | 3.204  | Muito pobremente selecionado | 0.3498  | Muito positiva   | 0.8698 | Platicúrtica              |
| <b>G-53</b> | 5.937  | Silte médio      | 5.235  | 1.951  | Pobremente selecionado       | 0.3721  | Muito positiva   | 0.6011 | Muito platicúrtica        |
| <b>G-54</b> | 2.555  | Areia fina       | 2.62   | 0.5521 | Moderadamente selecionado    | -0.208  | Negativa         | 1.577  | Muito leptocúrtica        |
| <b>G-55</b> | 4.843  | Silte grosso     | 3.437  | 3.118  | Muito pobremente selecionado | 0.3541  | Muito positiva   | 0.8483 | Platicúrtica              |
| <b>G-56</b> | 6.224  | Silte fino       | 5.747  | 1.823  | Pobremente selecionado       | 0.3101  | Muito positiva   | 0.5112 | Muito platicúrtica        |
| <b>G-57</b> | 2.852  | Areia fina       | 2.811  | 0.3825 | Bem selecionado              | 0.03547 | Aprox. simétrica | 1.333  | Leptocúrtica              |
| <b>G-58</b> | 5.967  | Silte médio      | 5.486  | 2.095  | Muito pobremente selecionado | 0.2251  | Positiva         | 0.5842 | Muito platicúrtica        |
| <b>G-59</b> | 7.518  | Silte muito fino | 8.335  | 1.557  | Pobremente selecionado       | -0.739  | Muito negativa   | 2.92   | Muito leptocúrtica        |
| <b>G-60</b> | 2.828  | Areia fina       | 2.79   | 0.3811 | Bem selecionado              | 0.03116 | Aprox. simétrica | 1.444  | Leptocúrtica              |
| <b>G-61</b> | 5.264  | Silte médio      | 4.514  | 2.452  | Muito pobremente selecionado | 0.3356  | Muito positiva   | 0.5484 | Muito platicúrtica        |
| <b>G-62</b> | 6.305  | Silte fino       | 6.823  | 2.196  | Muito pobremente selecionado | -0.2969 | Negativa         | 0.5498 | Muito platicúrtica        |
| <b>G-63</b> | 3.789  | Areia muito fina | 4.157  | 1.138  | Pobremente selecionado       | -0.3429 | Muito negativa   | 1.22   | Leptocúrtica              |
| <b>G-64</b> | 5.815  | Silte médio      | 5.827  | 2.693  | Muito pobremente selecionado | -0.1399 | Negativa         | 0.7978 | Platicúrtica              |
| <b>G-65</b> | 4.449  | Silte grosso     | 2.808  | 3.243  | Muito pobremente selecionado | 0.4386  | Muito positiva   | 0.7565 | Platicúrtica              |
| <b>G-66</b> | 2.583  | Areia fina       | 2.697  | 1.081  | Pobremente selecionado       | -0.5662 | Muito negativa   | 4.577  | Extremamente leptocúrtica |
| <b>G-67</b> | 2.507  | Areia fina       | 2.573  | 0.5392 | Moderadamente selecionado    | -0.302  | Muito negativa   | 1.321  | Leptocúrtica              |
| <b>G-68</b> | 0.4706 | Areia grossa     | 0.4703 | 0.85   | Moderadamente selecionado    | 0.1546  | Positiva         | 1.622  | Muito leptocúrtica        |
| <b>G-69</b> | 5.305  | Silte médio      | 4.634  | 2.516  | Muito pobremente selecionado | 0.2915  | Positiva         | 0.511  | Muito platicúrtica        |
| <b>G-70</b> | 2.209  | Areia fina       | 2.377  | 0.7336 | Moderadamente selecionado    | -0.3674 | Muito negativa   | 1.047  | Mesocúrtica               |
| <b>G-71</b> | 2.877  | Areia fina       | 2.833  | 0.3592 | Bem selecionado              | 0.08548 | Aprox. simétrica | 1.109  | Mesocúrtica               |
| <b>G-72</b> | -1.053 | Granulo          | -1.071 | 1.062  | Pobremente selecionado       | 0.08169 | Aprox. simétrica | 0.6838 | Platicúrtica              |

Fonte: Elaborada pela autora, 2020.

## 3. Classificação sedimentológica das amostras dos canais do Porto dos Barcos no período chuvoso.

| AMOSTRA      | MÉDIA   | CLASSIFICAÇÃO      | MEDIANA | SELEÇÃO | CLASSIFICAÇÃO                  | ASSIMETRIA | CLASSIFICAÇÃO    | CURTOSE | CLASSIFICAÇÃO      |
|--------------|---------|--------------------|---------|---------|--------------------------------|------------|------------------|---------|--------------------|
| <b>PB-01</b> | 1.282   | Areia média        | 1.274   | 1.161   | Pobrememente selecionado       | -0.0775    | Aprox. simétrica | 0.9805  | Mesocúrtica        |
| <b>PB-02</b> | -0.2976 | Areia muito grossa | 0.1466  | 1.371   | Pobrememente selecionado       | -0.3359    | Muito negativa   | 0.8629  | Platicúrtica       |
| <b>PB-03</b> | 5.056   | Silte médio        | 3.836   | 2.367   | Muito pobrememente selecionado | 0.6152     | Muito positiva   | 0.5101  | Muito platicúrtica |
| <b>PB-04</b> | 0.2251  | Areia grossa       | 0.359   | 1.884   | Pobrememente selecionado       | -0.042     | Aprox. simétrica | 0.847   | Platicúrtica       |
| <b>PB-05</b> | 4.809   | Silte grosso       | 3.347   | 2.547   | Muito pobrememente selecionado | 0.6399     | Muito positiva   | 0.5497  | Muito platicúrtica |
| <b>PB-06</b> | 3.325   | Areia muito fina   | 2.749   | 4.034   | Extremamente mal selecionado   | 0,1373     | Positiva         | 0.8637  | Platicúrtica       |
| <b>PB-07</b> | 3.093   | Areia muito fina   | 2.69    | 4.093   | Extremamente mal selecionado   | 0.1092     | Positiva         | 1.01    | Mesocúrtica        |
| <b>PB-08</b> | -0.1034 | Areia muito grossa | 0.0757  | 1.756   | Pobrememente selecionado       | -0.0576    | Aprox. simétrica | 0.6846  | Platicúrtica       |
| <b>PB-09</b> | -0.3953 | Areia muito grossa | -0.0719 | 1.526   | Pobrememente selecionado       | -0.1199    | Negativa         | 0.9364  | Mesocúrtica        |
| <b>PB-10</b> | -0.4711 | Areia muito grossa | -0.1435 | 1.336   | Pobrememente selecionado       | -0.2456    | Negativa         | 0.667   | Muito platicúrtica |
| <b>PB-11</b> | 2.884   | Areia fina         | 2.719   | 4.271   | Extremamente mal selecionado   | 0.06383    | Aprox. simétrica | 0.576   | Muito platicúrtica |
| <b>PB-12</b> | -0.8204 | Areia muito grossa | -0.7884 | 1.179   | Pobrememente selecionado       | 0.00847    | Aprox. simétrica | 0.6647  | Muito platicúrtica |
| <b>PB-13</b> | -1.365  | Granulo            | -1.568  | 0.9505  | Moderadamente selecionado      | 0.3423     | Muito positiva   | 0.7492  | Platicúrtica       |
| <b>PB-14</b> | -0.8436 | Areia muito grossa | -0.9476 | 1.314   | Pobrememente selecionado       | 0.1676     | Positiva         | 0.6495  | Muito platicúrtica |
| <b>PB-15</b> | -1.951  | Granulo            | -2.162  | 0.6251  | Moderadamente selecionado      | 0.6585     | Muito positiva   | 2.351   | Muito leptocúrtica |
| <b>PB-16</b> | -2.217  | Seixo              | -2.217  | 0.3083  | Muito bem selecionado          | 0.3182     | Muito positiva   | 2.029   | Muito leptocúrtica |
| <b>PB-17</b> | 5.296   | Silte médio        | 4.395   | 2.381   | Muito pobrememente selecionado | 0.4314     | Muito positiva   | 0.5213  | Muito platicúrtica |
| <b>PB-18</b> | 0.04032 | Areia grossa       | 0.1376  | 1.172   | Pobrememente selecionado       | -0.0928    | Aprox. simétrica | 1.298   | Leptocúrtica       |
| <b>PB-19</b> | 5.015   | Silte médio        | 3.859   | 2.354   | Muito pobrememente selecionado | 0.5963     | Muito positiva   | 0.5114  | Muito platicúrtica |
| <b>PB-20</b> | 4.763   | Silte grosso       | 3.34    | 2.323   | Muito pobrememente selecionado | 0.7561     | Muito positiva   | 1.087   | Mesocúrtica        |
| <b>PB-21</b> | 0.9978  | Areia grossa       | 0.9263  | 1.185   | Pobrememente selecionado       | 0.0171     | Aprox. simétrica | 0.9706  | Mesocúrtica        |
| <b>PB-22</b> | 5.975   | Silte médio        | 6.134   | 2.235   | Muito pobrememente selecionado | -0.096     | Aprox. simétrica | 0.5251  | Muito platicúrtica |
| <b>PB-23</b> | 6.315   | Silte fino         | 6.94    | 2.233   | Muito pobrememente selecionado | -0.3578    | Muito negativa   | 0.5448  | Muito platicúrtica |
| <b>PB-24</b> | 0.5933  | Areia grossa       | 0.6289  | 0.812   | Moderadamente selecionado      | -0.0166    | Aprox. simétrica | 1.464   | Leptocúrtica       |
| <b>PB-25</b> | 5.983   | Silte médio        | 6.221   | 2.318   | Muito pobrememente selecionado | -0.1385    | Negativa         | 0.5084  | Muito platicúrtica |
| <b>PB-26</b> | 3.049   | Areia muito fina   | 2.992   | 4.278   | Extremamente mal selecionado   | 0.02657    | Aprox. simétrica | 0.6569  | Muito platicúrtica |

|              |         |                    |         |        |                              |         |                  |        |                    |
|--------------|---------|--------------------|---------|--------|------------------------------|---------|------------------|--------|--------------------|
| <b>PB-27</b> | 0.3839  | Areia grossa       | 0.5098  | 0.841  | Moderadamente selecionado    | -0.2319 | Negativa         | 1.321  | Leptocúrtica       |
| <b>PB-28</b> | 5.678   | Silte médio        | 5.326   | 2.264  | Muito pobremente selecionado | 0.1739  | Positiva         | 0.5218 | Muito platicúrtica |
| <b>PB-29</b> | 0.2377  | Areia grossa       | -0.1699 | 2.249  | Muito pobremente selecionado | 0.2356  | Positiva         | 0.493  | Muito platicúrtica |
| <b>PB-30</b> | 0.03687 | Areia grossa       | 0.1417  | 1.015  | Pobremente selecionado       | -0.1841 | Negativa         | 1.359  | Leptocúrtica       |
| <b>PB-31</b> | 4.781   | Silte grosso       | 3.348   | 2.351  | Muito pobremente selecionado | 0.7465  | Muito positiva   | 0.7003 | Platicúrtica       |
| <b>PB-32</b> | -0.5978 | Areia muito grossa | -0.4143 | 1.472  | Pobremente selecionado       | -0.011  | Aprox. simétrica | 0.7559 | Platicúrtica       |
| <b>PB-33</b> | 2.425   | Areia fina         | 2.548   | 0.6184 | Moderadamente selecionado    | -0.4457 | Muito negativa   | 1.413  | Leptocúrtica       |
| <b>PB-34</b> | 0.2933  | Areia grossa       | 0.3315  | 1.044  | Pobremente selecionado       | -0.0419 | Aprox. simétrica | 1.587  | Muito leptocúrtica |
| <b>PB-35</b> | 0.1333  | Areia grossa       | -0.1293 | 2.093  | Muito pobremente selecionado | 0.1574  | Positiva         | 0.4709 | Muito platicúrtica |
| <b>PB-36</b> | -0.2253 | Areia muito grossa | -1.089  | 2.08   | Muito pobremente selecionado | 0.5075  | Muito positiva   | 0.47   | Muito platicúrtica |
| <b>PB-37</b> | -0.5566 | Areia muito grossa | -1.621  | 1.96   | Pobremente selecionado       | 0.6934  | Muito positiva   | 0.7476 | Platicúrtica       |
| <b>PB-38</b> | 0.231   | Areia grossa       | 0.354   | 0.8978 | Moderadamente selecionado    | -0.2774 | Negativa         | 1.278  | Leptocúrtica       |
| <b>PB-39</b> | 5.372   | Silte médio        | 4.98    | 2.399  | Muito pobremente selecionado | 0.2085  | Positiva         | 0.4931 | Muito platicúrtica |
| <b>PB-40</b> | 2.643   | Areia fina         | 2.696   | 0.5421 | Moderadamente selecionado    | -0.2346 | Negativa         | 1.516  | Muito leptocúrtica |
| <b>PB-41</b> | 4.329   | Silte grosso       | 6.108   | 4.307  | Extremamente mal selecionado | -0.5076 | Muito negativa   | 0.5052 | Muito platicúrtica |
| <b>PB-42</b> | 4.882   | Silte grosso       | 3.671   | 2.313  | Muito pobremente selecionado | 0.6476  | Muito positiva   | 0.6374 | Muito platicúrtica |
| <b>PB-43</b> | 5.365   | Silte médio        | 4.915   | 2.328  | Muito pobremente selecionado | 0.2417  | Positiva         | 0.5359 | Muito platicúrtica |
| <b>PB-44</b> | -0.0896 | Areia muito grossa | 0.1058  | 1.084  | Pobremente selecionado       | -0.2768 | Negativa         | 1.077  | Mesocúrtica        |
| <b>PB-45</b> | 4.877   | Silte grosso       | 3.452   | 2.324  | Muito pobremente selecionado | 0.7423  | Muito positiva   | 0.5483 | Muito platicúrtica |
| <b>PB-46</b> | 4.98    | Silte grosso       | 3.665   | 2.413  | Muito pobremente selecionado | 0.6583  | Muito positiva   | 0.4836 | Muito platicúrtica |
| <b>PB-47</b> | 4.631   | Silte grosso       | 5.888   | 3.686  | Muito pobremente selecionado | -0.4761 | Muito negativa   | 1.571  | Muito leptocúrtica |
| <b>PB-48</b> | 5.027   | Silte médio        | 3.723   | 2.331  | Muito pobremente selecionado | 0.6701  | Muito positiva   | 0.5103 | Muito platicúrtica |
| <b>PB-49</b> | -0.2713 | Areia muito grossa | -0.1389 | 1.319  | Pobremente selecionado       | -0.0211 | Aprox. simétrica | 1.331  | Leptocúrtica       |
| <b>PB-50</b> | 2.331   | Areia fina         | 2.385   | 0.5933 | Moderadamente selecionado    | -0.274  | Negativa         | 1.296  | Leptocúrtica       |
| <b>PB-51</b> | 1.675   | Areia média        | 2.288   | 1.428  | Pobremente selecionado       | -0.5572 | Muito negativa   | 0.7107 | Platicúrtica       |
| <b>PB-52</b> | 4.898   | Silte grosso       | 3.497   | 2.324  | Muito pobremente selecionado | 0.7285  | Muito positiva   | 0.5393 | Muito platicúrtica |
| <b>PB-53</b> | 4.36    | Silte grosso       | 3.198   | 2.081  | Muito pobremente selecionado | 0.7612  | Muito positiva   | 2.145  | Muito leptocúrtica |

Fonte: Elaborada pela autora, 2020.

## 4. Classificação sedimentológica das amostras da porção abrigada pela Ilha do Guájiro no período chuvoso.

| AMOSTRA | MÉDIA   | CLASSIFICAÇÃO    | MEDIANA | SELEÇÃO | CLASSIFICAÇÃO                | ASSIMETRIA | CLASSIFICAÇÃO    | CURTOSE | CLASSIFICAÇÃO             |
|---------|---------|------------------|---------|---------|------------------------------|------------|------------------|---------|---------------------------|
| G-01    | 4.77    | Silte grosso     | 3.417   | 2.273   | Muito pobremente selecionado | 0.7386     | Muito positiva   | 1.148   | Leptocúrtica              |
| G-02    | 4.611   | Silte grosso     | 3.308   | 2.169   | Muito pobremente selecionado | 0.7712     | Muito positiva   | 2.817   | Muito leptocúrtica        |
| G-03    | 1.779   | Areia média      | 1.957   | 0.9399  | Moderadamente selecionado    | -0.3343    | Muito negativa   | 1.052   | Mesocúrtica               |
| G-04    | 1.638   | Areia média      | 2.056   | 1.267   | Pobremente selecionado       | -0.4534    | Muito negativa   | 0.6639  | Muito platicúrtica        |
| G-05    | 2.784   | Areia fina       | 2.766   | 0.3772  | Bem selecionado              | 0.02606    | Aprox. simétrica | 1.343   | Leptocúrtica              |
| G-06    | 2.057   | Areia fina       | 2.455   | 1.351   | Pobremente selecionado       | -0.6403    | Muito negativa   | 2.165   | Muito leptocúrtica        |
| G-07    | 4.474   | Silte grosso     | 2.986   | 2.547   | Muito pobremente selecionado | 0.6428     | Muito positiva   | 1.395   | Leptocúrtica              |
| G-08    | 4.651   | Silte grosso     | 3.298   | 2.666   | Muito pobremente selecionado | 0.5038     | Muito positiva   | 2.945   | Muito leptocúrtica        |
| G-09    | 2.886   | Areia fina       | 2.838   | 0.3578  | Bem selecionado              | 0.1063     | Positiva         | 1.102   | Mesocúrtica               |
| G-10    | 2.656   | Areia fina       | 2.699   | 0.6814  | Moderadamente selecionado    | -0.2122    | Negativa         | 1.603   | Muito leptocúrtica        |
| G-11    | 3.097   | Areia muito fina | 3.132   | 0.3733  | Bem selecionado              | -0.0487    | Aprox. simétrica | 0.951   | Mesocúrtica               |
| G-12    | 2.884   | Areia fina       | 2.834   | 0.4109  | Bem selecionado              | 0.05222    | Aprox. simétrica | 1.188   | Leptocúrtica              |
| G-13    | 1.7     | Areia média      | 2.037   | 1.187   | Pobremente selecionado       | -0.3852    | Muito negativa   | 0.7772  | Platicúrtica              |
| G-14    | 2.949   | Areia fina       | 2.919   | 0.3905  | Bem selecionado              | 0.02174    | Aprox. simétrica | 0.9379  | Mesocúrtica               |
| G-15    | 4.87    | Silte grosso     | 3.49    | 2.583   | Muito pobremente selecionado | 0.5506     | Muito positiva   | 0.6408  | Muito platicúrtica        |
| G-16    | 0.1623  | Areia grossa     | 0.1981  | 0.8449  | Moderadamente selecionado    | -0.1422    | Negativa         | 1.238   | Leptocúrtica              |
| G-17    | 3.03    | Areia muito fina | 3.041   | 0.4295  | Bem selecionado              | -0.0378    | Aprox. simétrica | 1.015   | Mesocúrtica               |
| G-18    | 2.978   | Areia fina       | 2.939   | 0.3949  | Bem selecionado              | 0.1682     | Positiva         | 0.9205  | Mesocúrtica               |
| G-19    | 0.07242 | Areia grossa     | -0.047  | 1.17    | Pobremente selecionado       | 0.2188     | Positiva         | 1.297   | Leptocúrtica              |
| G-20    | 4.918   | Silte grosso     | 3.602   | 2.447   | Muito pobremente selecionado | 0.625      | Muito positiva   | 0.5299  | Muito platicúrtica        |
| G-21    | 2.761   | Areia fina       | 2.763   | 0.4859  | Bem selecionado              | -0.1251    | Negativa         | 1.667   | Muito leptocúrtica        |
| G-22    | 0.8551  | Areia grossa     | 0.7192  | 1.426   | Pobremente selecionado       | 0.02147    | Aprox. simétrica | 0.9191  | Mesocúrtica               |
| G-23    | 5       | Silte grosso     | 3.665   | 2.193   | Muito pobremente selecionado | 0.7356     | Muito positiva   | 1.028   | Mesocúrtica               |
| G-24    | 2.672   | Areia fina       | 2.745   | 1.112   | Pobremente selecionado       | -0.4682    | Muito negativa   | 4.406   | Extremamente leptocúrtica |
| G-25    | 0.482   | Areia grossa     | 0.4844  | 1.784   | Pobremente selecionado       | -0.0297    | Aprox. simétrica | 0.7405  | Platicúrtica              |

|             |       |                  |       |        |                              |         |                  |        |                    |
|-------------|-------|------------------|-------|--------|------------------------------|---------|------------------|--------|--------------------|
| <b>G-26</b> | 5.504 | Silte médio      | 4.463 | 2.186  | Muito pobremente selecionado | 0.5491  | Muito positiva   | 0.5158 | Muito platicúrtica |
| <b>G-27</b> | 4.415 | Silte grosso     | 3.071 | 2.267  | Muito pobremente selecionado | 0.7439  | Muito positiva   | 1.064  | Mesocúrtica        |
| <b>G-28</b> | 2.616 | Areia fina       | 2.661 | 0.3874 | Bem selecionado              | -0.0657 | Aprox.simétrica  | 1.068  | Mesocúrtica        |
| <b>G-29</b> | 5.913 | Silte médio      | 5.955 | 2.309  | Muito pobremente selecionado | -0.0401 | Aprox.simétrica  | 0.5084 | Muito platicúrtica |
| <b>G-30</b> | 5.021 | Silte médio      | 3.689 | 2.363  | Muito pobremente selecionado | 0.6752  | Muito positiva   | 0.4996 | Muito platicúrtica |
| <b>G-31</b> | 3.32  | Areia muito fina | 3.29  | 0.3984 | Bem selecionado              | -0.0609 | Aprox. simétrica | 1.798  | Muito leptocúrtica |
| <b>G-32</b> | 4.602 | Silte grosso     | 3.008 | 2.615  | Muito pobremente selecionado | 0.6599  | Muito positiva   | 0.8025 | Platicúrtica       |
| <b>G-33</b> | 6.756 | Silte fino       | 8.078 | 2.193  | Muito pobremente selecionado | -0.7382 | Muito negativa   | 0.5216 | Muito platicúrtica |
| <b>G-34</b> | 1.443 | Areia média      | 1.91  | 1.584  | Pobremente selecionado       | -0.4996 | Muito negativa   | 0.9442 | Mesocúrtica        |
| <b>G-35</b> | 4.713 | Silte grosso     | 3.252 | 2.372  | Muito pobremente selecionado | 0.7503  | Muito positiva   | 0.8927 | Platicúrtica       |
| <b>G-36</b> | 6.97  | Silte fino       | 8.082 | 2.024  | Muito pobremente selecionado | -0.7214 | Muito negativa   | 0.6377 | Muito platicúrtica |
| <b>G-37</b> | 4.947 | Silte grosso     | 3.876 | 2.607  | Muito pobremente selecionado | 0.4405  | Muito positiva   | 0.5593 | Muito platicúrtica |
| <b>G-38</b> | 4.049 | Silte grosso     | 4.24  | 3.991  | Muito pobremente selecionado | -0.1179 | Negativa         | 0.8018 | Platicúrtica       |
| <b>G-39</b> | 5.793 | Silte médio      | 6.429 | 3.232  | Muito pobremente selecionado | -0.4371 | Muito negativa   | 0.9308 | Mesocúrtica        |
| <b>G-40</b> | 4.232 | Silte grosso     | 2.946 | 2.673  | Muito pobremente selecionado | 0.5202  | Muito positiva   | 1.857  | Muito leptocúrtica |
| <b>G-41</b> | 4.595 | Silte grosso     | 3.133 | 2.393  | Muito pobremente selecionado | 0.7343  | Muito positiva   | 2.211  | Muito leptocúrtica |
| <b>G-42</b> | 2.973 | Areia fina       | 2.687 | 3.166  | Muito pobremente selecionado | 0.1213  | Positiva         | 1.538  | Muito leptocúrtica |
| <b>G-43</b> | 4.454 | Silte grosso     | 2.954 | 3.128  | Muito pobremente selecionado | 0.431   | Muito positiva   | 0.7299 | Platicúrtica       |
| <b>G-44</b> | 4.682 | Silte grosso     | 3.285 | 2.376  | Muito pobremente selecionado | 0.699   | Muito positiva   | 0.9969 | Mesocúrtica        |
| <b>G-45</b> | 1.928 | Areia média      | 2.536 | 1.569  | Pobremente selecionado       | -0.6522 | Muito negativa   | 1.031  | Mesocúrtica        |
| <b>G-46</b> | 2.143 | Areia fina       | 2.43  | 1.165  | Pobremente selecionado       | -0.5404 | Muito negativa   | 1.883  | Muito leptocúrtica |
| <b>G-47</b> | 6.253 | Silte fino       | 6.673 | 2.181  | Muito pobremente selecionado | -0.2434 | Negativa         | 0.5226 | Muito platicúrtica |
| <b>G-48</b> | 2.57  | Areia fina       | 2.684 | 0.7191 | Moderadamente selecionado    | -0.4599 | Muito negativa   | 2.231  | Muito leptocúrtica |
| <b>G-49</b> | 1.897 | Areia média      | 2.353 | 1.366  | Pobremente selecionado       | -0.6781 | Muito negativa   | 1.819  | Muito leptocúrtica |
| <b>G-50</b> | 5.833 | Silte médio      | 6.227 | 1.378  | Pobremente selecionado       | -0.1895 | Negativa         | 0.8155 | Platicúrtica       |
| <b>G-51</b> | 2.691 | Areia fina       | 2.742 | 0.6815 | Moderadamente selecionado    | -0.3426 | Muito negativa   | 2.558  | Muito leptocúrtica |
| <b>G-52</b> | 5.543 | Silte médio      | 6.312 | 3.114  | Muito pobremente selecionado | -0.3968 | Muito negativa   | 0.6669 | Muito platicúrtica |
| <b>G-53</b> | 6.421 | Silte fino       | 6.451 | 1.825  | Pobremente selecionado       | -0.055  | Aprox. simétrica | 0.6393 | Muito platicúrtica |

|             |       |                  |        |        |                                |         |                  |        |                           |
|-------------|-------|------------------|--------|--------|--------------------------------|---------|------------------|--------|---------------------------|
| <b>G-54</b> | 2.519 | Areia fina       | 2.706  | 1.17   | Pobrememente selecionado       | -0.5735 | Muito negativa   | 3.591  | Extremamente leptocúrtica |
| <b>G-55</b> | 5.086 | Silte médio      | 4.051  | 2.561  | Muito pobrememente selecionado | 0.4342  | Muito positiva   | 0.5436 | Muito platicúrtica        |
| <b>G-56</b> | 6.643 | Silte fino       | 6.507  | 1.574  | Pobrememente selecionado       | 0.05951 | Aprox. simétrica | 0.7312 | Platicúrtica              |
| <b>G-57</b> | 4.691 | Silte grosso     | 3.212  | 2.421  | Muito pobrememente selecionado | 0.7345  | Muito positiva   | 0.6468 | Muito platicúrtica        |
| <b>G-58</b> | 5.944 | Silte médio      | 5.938  | 2.259  | Muito pobrememente selecionado | -0.0221 | Aprox. simétrica | 0.5618 | Muito platicúrtica        |
| <b>G-59</b> | 6.393 | Silte fino       | 6.328  | 1.768  | Pobrememente selecionado       | 0.05107 | Aprox. simétrica | 0.549  | Muito platicúrtica        |
| <b>G-60</b> | 4.874 | Silte grosso     | 3.431  | 2.267  | Muito pobrememente selecionado | 0.7381  | Muito positiva   | 1.65   | Muito leptocúrtica        |
| <b>G-61</b> | 6.65  | Silte fino       | 8.066  | 2.324  | Muito pobrememente selecionado | -0.7501 | Muito negativa   | 0.5207 | Muito platicúrtica        |
| <b>G-62</b> | 6.43  | Silte fino       | 6.438  | 1.924  | Pobrememente selecionado       | -0.0688 | Aprox. simétrica | 0.7069 | Platicúrtica              |
| <b>G-63</b> | 4.213 | Silte grosso     | 3.015  | 3.428  | Muito pobrememente selecionado | 0.2839  | Positiva         | 0.8099 | Platicúrtica              |
| <b>G-64</b> | 6.573 | Silte fino       | 8.045  | 2.397  | Muito pobrememente selecionado | -0.7519 | Muito negativa   | 0.5203 | Muito platicúrtica        |
| <b>G-65</b> | 5.341 | Silte médio      | 4.554  | 2.368  | Muito pobrememente selecionado | 0.3835  | Muito positiva   | 0.5201 | Muito platicúrtica        |
| <b>G-66</b> | 4.834 | Silte grosso     | 3.741  | 2.872  | Muito pobrememente selecionado | 0.3472  | Muito positiva   | 0.65   | Muito platicúrtica        |
| <b>G-67</b> | 4.429 | Silte grosso     | 2.948  | 2.64   | Muito pobrememente selecionado | 0.638   | Muito positiva   | 2.059  | Muito leptocúrtica        |
| <b>G-68</b> | 2.929 | Areia fina       | 2.906  | 0.4589 | Bem selecionado                | -0.0141 | Aprox. simétrica | 1.061  | Mesocúrtica               |
| <b>G-69</b> | 4.823 | Silte grosso     | 3.443  | 2.439  | Muito pobrememente selecionado | 0.6713  | Muito positiva   | 0.5187 | Muito platicúrtica        |
| <b>G-70</b> | 2.423 | Areia fina       | 2.535  | 0.6372 | Moderadamente selecionado      | -0.2813 | Negativa         | 1.22   | Leptocúrtica              |
| <b>G-71</b> | 3.024 | Areia muito fina | 3.034  | 0.4336 | Bem selecionado                | -0.0316 | Aprox. simétrica | 1.004  | Mesocúrtica               |
| <b>G-72</b> | 0.238 | Areia grossa     | 0.3498 | 1.116  | Pobrememente selecionado       | -0.1383 | Negativa         | 1.574  | Muito leptocúrtica        |

Fonte: Elaborada pela autora, 2020.

## **Apêndice 2**

1. Classificação dos sedimentos dos canais do Porto dos Barcos (estiagem) segundo Larsonneur (DIAS, 96).

| <b>AMOSTRA</b> | <b>%CACO3</b> | <b>CLASSIFICAÇÃO LARSONNEUR<br/>(DIAS/96)</b> |
|----------------|---------------|---|
| <b>PB-01</b>   | 31.96         | Areia litobioclástica grossa a m.grossa       |
| <b>PB-02</b>   | 34.94         | Areia litobioclástica grossa a m.grossa       |
| <b>PB-03</b>   | 17.73         | Lama terrígena arenosa                        |
| <b>PB-04</b>   | 38.76         | Areia litobioclástica grossa a m.grossa       |
| <b>PB-05</b>   | 52.11         | Areia litobioclástica c/grânulos              |
| <b>PB-06</b>   | 28.82         | Lama terrígena arenosa                        |
| <b>PB-07</b>   | 23.17         | Lama terrígena arenosa                        |
| <b>PB-08</b>   | 27.23         | Areia litoclástica c/grânulo                  |
| <b>PB-09</b>   | 17.21         | Areia litoclástica fina a m.fina              |
| <b>PB-10</b>   | 55.77         | Cascalho biolitooclástico                     |
| <b>PB-11</b>   | 51.42         | Cascalho biolitooclástico                     |
| <b>PB-12</b>   | 50.93         | Areia litobioclástica c/grânulos              |
| <b>PB-13</b>   | 31            | Cascalho litobioclástico                      |
| <b>PB-14</b>   | 43.83         | Areia litobioclástica c/grânulos              |
| <b>PB-15</b>   | 50.94         | Areia litobioclástica c/grânulos              |
| <b>PB-16</b>   | 47.57         | Cascalho litobioclástico                      |
| <b>PB-17</b>   | 41.4          | Marga arenosa                                 |
| <b>PB-18</b>   | 38.29         | Areia litobioclástica fina a m.fina           |
| <b>PB-19</b>   | 21.62         | Areia litoclástica fina a m.fina              |
| <b>PB-20</b>   | 20.28         | Areia litoclástica fina a m.fina              |
| <b>PB-21</b>   | 25.54         | Areia litoclástica grossa a m.grossa          |
| <b>PB-22</b>   | 24.64         | Lama terrígena arenosa                        |
| <b>PB-23</b>   | 21.55         | Lama terrígena arenosa                        |
| <b>PB-24</b>   | 21.51         | Areia litoclástica grossa a m.grossa          |
| <b>PB-25</b>   | 28.51         | Lama terrígena arenosa                        |
| <b>PB-26</b>   | 43.66         | Marga arenosa                                 |
| <b>PB-27</b>   | 34.56         | Areia litobioclástica c/grânulos              |
| <b>PB-28</b>   | 25.57         | Areia litoclástica fina a m.fina              |
| <b>PB-29</b>   | 29.02         | Lama terrígena arenosa                        |
| <b>PB-30</b>   | 20.86         | Areia litoclástica c/grânulo                  |
| <b>PB-31</b>   | 19.26         | Areia litoclástica fina a m.fina              |
| <b>PB-32</b>   | 47.25         | Areia litobioclástica c/grânulos              |
| <b>PB-33</b>   | 41.93         | Areia litobioclástica c/grânulos              |
| <b>PB-34</b>   | 54.08         | Areia biolitooclástica grossa a m. grossa     |
| <b>PB-35</b>   | 55.22         | Areia biolitooclástica grossa a m. grossa     |
| <b>PB-36</b>   | 51.15         | Areia litobioclástica c/grânulos              |
| <b>PB-37</b>   | 53.9          | Areia biolitooclástica grossa a m. grossa     |
| <b>PB-38</b>   | 39.64         | Areia litobioclástica grossa a m.grossa       |
| <b>PB-39</b>   | 28.44         | Lama terrígena arenosa                        |
| <b>PB-40</b>   | 19.52         | Areia litoclástica fina a m.fina              |
| <b>PB-41</b>   | 23.34         | Areia litoclástica grossa a m.grossa          |
| <b>PB-42</b>   | 23.23         | Areia litoclástica fina a m.fina              |

|              |       |                                      |
|--------------|-------|--------------------------------------|
| <b>PB-43</b> | 29.92 | Lama terrígena arenosa               |
| <b>PB-44</b> | 40.98 | Areia litobioclástica c/grânulos     |
| <b>PB-45</b> | 27.11 | Lama terrígena arenosa               |
| <b>PB-46</b> | 29.87 | Areia litoclástica fina a m.fina     |
| <b>PB-47</b> | 37.53 | Areia litobioclástica c/grânulos     |
| <b>PB-48</b> | 28.08 | Areia litoclástica fina a m.fina     |
| <b>PB-49</b> | 29.79 | Areia litoclástica grossa a m.grossa |
| <b>PB-50</b> | 16.01 | Lama terrígena arenosa               |
| <b>PB-51</b> | 28.08 | Areia litoclástica fina a m.fina     |
| <b>PB-52</b> | 17.72 | Areia litoclástica fina a m.fina     |
| <b>PB-53</b> | 18.75 | Areia litoclástica fina a m.fina     |

Fonte: Elaborada pela autora, 2020.

2. Classificação dos sedimentos da Ilha do Guajirú (estiagem) segundo Larssonneur (DIAS, 96).

| AMOSTRA | %CACO3 | CLASSIFICAÇÃO LARSSONNEUR (DIAS/96)     |
|---------|--------|---|
| G-01    | 33.75  | Areia litobioclástica fina a m.fina     |
| G-02    | 19.22  | Areia litoclástica fina a m.fina        |
| G-03    | 24.03  | Areia litoclástica fina a m.fina        |
| G-04    | 31.07  | Areia litobioclástica fina a m.fina     |
| G-05    | 25.89  | Areia litoclástica fina a m.fina        |
| G-06    | 23.47  | Areia litoclástica fina a m.fina        |
| G-07    | 23.91  | Areia litoclástica fina a m.fina        |
| G-08    | 33.04  | Areia litobioclástica fina a m.fina     |
| G-09    | 29.16  | Areia litoclástica c/grânulo            |
| G-10    | 23.85  | Areia litoclástica fina a m.fina        |
| G-11    | 38.92  | Areia litobioclástica fina a m.fina     |
| G-12    | 23.02  | Areia litoclástica fina a m.fina        |
| G-13    | 34.21  | Areia litobioclástica fina a m.fina     |
| G-14    | 26.46  | Areia litoclástica fina a m.fina        |
| G-15    | 22.92  | Areia litoclástica fina a m.fina        |
| G-16    | 31.49  | Areia litobioclástica grossa a m.grossa |
| G-17    | 29.91  | Areia litoclástica fina a m.fina        |
| G-18    | 23.17  | Areia litoclástica fina a m.fina        |
| G-19    | 32.92  | Areia litobioclástica fina a m.fina     |
| G-20    | 27.68  | Areia litoclástica fina a m.fina        |
| G-21    | 31.80  | Areia litobioclástica fina a m.fina     |
| G-22    | 59.63  | Areia biolitoclástica grossa a m.grossa |
| G-23    | 31.00  | Areia litobioclástica fina a m.fina     |
| G-24    | 20.60  | Areia litoclástica fina a m.fina        |
| G-25    | 20.87  | Areia litoclástica fina a m.fina        |
| G-26    | 31.00  | Areia litobioclástica fina a m.fina     |
| G-27    | 41.72  | Marga arenosa                           |
| G-28    | 30.00  | Areia litoclástica fina a m.fina        |
| G-29    | 17.51  | Areia litoclástica fina a m.fina        |
| G-30    | 46.84  | Areia litobioclástica fina a m.fina     |
| G-31    | 43.83  | Lama Arenosa                            |
| G-32    | 17.85  | Areia litoclástica fina a m.fina        |
| G-33    | 50.78  | Marga calcárea arenosa                  |
| G-34    | 23.21  | Areia litoclástica fina a m.fina        |
| G-35    | 36.88  | Areia litobioclástica fina a m.fina     |
| G-36    | 34.14  | Marga arenosa                           |
| G-37    | 32.04  | Areia litobioclástica fina a m.fina     |
| G-38    | 35.71  | Areia litobioclástica fina a m.fina     |
| G-39    | 27.49  | Areia litoclástica fina a m.fina        |
| G-40    | 35.63  | Areia litobioclástica fina a m.fina     |

|             |       |   |
|-------------|-------|---|
| <b>G-41</b> | 35.13 | Areia litobioclástica fina a m.fina     |
| <b>G-42</b> | 43.04 | Areia litobioclástica grossa a m.grossa |
| <b>G-43</b> | 29.27 | Areia litoclástica fina a m.fina        |
| <b>G-44</b> | 49.53 | Marga arenosa                           |
| <b>G-45</b> | 30.55 | Areia litoclástica c/grânulo            |
| <b>G-46</b> | 42.41 | Areia litobioclástica fina a m.fina     |
| <b>G-47</b> | 42.60 | Marga arenosa                           |
| <b>G-48</b> | 32.19 | Areia litobioclástica fina a m.fina     |
| <b>G-49</b> | 37.19 | Areia litobioclástica grossa a m.grossa |
| <b>G-50</b> | 34.02 | Marga arenosa                           |
| <b>G-51</b> | 19.64 | Areia litoclástica fina a m.fina        |
| <b>G-52</b> | 38.59 | Areia litobioclástica fina a m.fina     |
| <b>G-53</b> | 35.90 | Marga arenosa                           |
| <b>G-54</b> | 21.05 | Areia litoclástica fina a m.fina        |
| <b>G-55</b> | 19.68 | Areia litoclástica fina a m.fina        |
| <b>G-56</b> | 38.76 | Marga arenosa                           |
| <b>G-57</b> | 15.09 | Areia litoclástica fina a m.fina        |
| <b>G-58</b> | 24.49 | Lama terrígena arenosa                  |
| <b>G-59</b> | 46.88 | Marga arenosa                           |
| <b>G-60</b> | 11.64 | Areia litoclástica fina a m.fina        |
| <b>G-61</b> | 24.56 | Lama terrígena arenosa                  |
| <b>G-62</b> | 39.02 | Marga arenosa                           |
| <b>G-63</b> | 40.35 | Marga arenosa                           |
| <b>G-64</b> | 38.16 | Marga arenosa                           |
| <b>G-65</b> | 24.24 | Areia litoclástica fina a m.fina        |
| <b>G-66</b> | 25.16 | Areia litoclástica fina a m.fina        |
| <b>G-67</b> | 24.26 | Areia litoclástica fina a m.fina        |
| <b>G-68</b> | 34.13 | Areia litobioclástica grossa a m.grossa |
| <b>G-69</b> | 26.85 | Lama terrígena arenosa                  |
| <b>G-70</b> | 39.26 | Areia litobioclástica fina a m.fina     |
| <b>G-71</b> | 20.02 | Areia litoclástica fina a m.fina        |
| <b>G-72</b> | 48.21 | Cascalho litobioclástico                |

Fonte: Elaborada pela autora, 2020.

3. Classificação dos sedimentos dos canais do Porto dos Barcos (chuvoso) segundo Larsonneur (DIAS, 96).

| <b>AMOSTRA</b> | <b>%CACO3</b> | <b>CLASSIFICAÇÃO LARSONNEUR<br/>(DIAS/96)</b> |
|----------------|---------------|---|
| <b>PB-01</b>   | 35.0          | Areia litobioclástica grossa a m.grossa       |
| <b>PB-02</b>   | 34.5          | Areia litobioclástica c/grânulos              |
| <b>PB-03</b>   | 20.6          | Areia litoclástica fina a m.fina              |
| <b>PB-04</b>   | 31.4          | Areia litobioclástica c/grânulos              |
| <b>PB-05</b>   | 17.9          | Areia litobioclástica c/grânulos              |
| <b>PB-06</b>   | 28.8          | Lama terrígena arenosa                        |
| <b>PB-07</b>   | 20.0          | Areia litoclástica c/grânulo                  |
| <b>PB-08</b>   | 38.4          | Areia litobioclástica c/grânulos              |
| <b>PB-09</b>   | 36.2          | Areia litobioclástica c/grânulos              |
| <b>PB-10</b>   | 52.6          | areia biolitoclástica fina a muito fina       |
| <b>PB-11</b>   | 27.6          | Lama terrígena arenosa                        |
| <b>PB-12</b>   | 49.3          | Areia litobioclástica c/grânulos              |
| <b>PB-13</b>   | 42.2          | Cascalho litobioclástico                      |
| <b>PB-14</b>   | 59.9          | Areia biolitoclastica c/ cascalho             |
| <b>PB-15</b>   | 46.3          | Cascalho litobioclástico                      |
| <b>PB-16</b>   | 72.3          | Coquinas ou rodolitos                         |
| <b>PB-17</b>   | 22.1          | Lama terrígena arenosa                        |
| <b>PB-18</b>   | 41.1          | Areia litobioclástica c/grânulos              |
| <b>PB-19</b>   | 16.5          | Areia litoclástica fina a m.fina              |
| <b>PB-20</b>   | 13.3          | Areia litoclástica fina a m.fina              |
| <b>PB-21</b>   | 53.9          | Areia biolitoclástica grossa a m.grossa       |
| <b>PB-22</b>   | 25.4          | Lama terrígena arenosa                        |
| <b>PB-23</b>   | 15.6          | Lama terrígena arenosa                        |
| <b>PB-24</b>   | 40.6          | Areia litobioclástica grossa a m.grossa       |
| <b>PB-25</b>   | 22.4          | Lama terrígena arenosa                        |
| <b>PB-26</b>   | 33.3          | Marga arenosa                                 |
| <b>PB-27</b>   | 27.2          | Areia litoclástica grossa a m.grossa          |
| <b>PB-28</b>   | 31.0          | Marga arenosa                                 |
| <b>PB-29</b>   | 28.5          | Areia litoclástica c/grânulo                  |
| <b>PB-30</b>   | 33.4          | Areia litoclástica c/grânulo                  |
| <b>PB-31</b>   | 23.6          | Areia litoclástica fina a m.fina              |
| <b>PB-32</b>   | 21.2          | Areia litoclástica c/grânulo                  |
| <b>PB-33</b>   | 36.1          | Areia litobioclástica fina a m.fina           |
| <b>PB-34</b>   | 45.3          | Areia litobioclástica grossa a m.grossa       |
| <b>PB-35</b>   | 27.9          | Areia litoclástica c/grânulo                  |
| <b>PB-36</b>   | 28.5          | Cascalho litoclástico                         |
| <b>PB-37</b>   | 28.7          | Cascalho litoclástico                         |
| <b>PB-38</b>   | 33.5          | Areia litobioclástica grossa a m.grossa       |
| <b>PB-39</b>   | 19.6          | Lama terrígena arenosa                        |
| <b>PB-40</b>   | 22.9          | Areia litoclástica fina a m.fina              |
| <b>PB-41</b>   | 28.3          | Lama terrígena arenosa                        |
| <b>PB-42</b>   | 20.1          | Areia litoclástica fina a m.fina              |

|              |      |                                     |
|--------------|------|-------------------------------------|
| <b>PB-43</b> | 21.2 | Lama terrígena arenosa              |
| <b>PB-44</b> | 40.4 | Areia litobioclástica c/grânulos    |
| <b>PB-45</b> | 21.8 | Areia litoclástica fina a m.fina    |
| <b>PB-46</b> | 18.4 | Areia litoclástica fina a m.fina    |
| <b>PB-47</b> | 48.1 | Marga arenosa                       |
| <b>PB-48</b> | 21.8 | Marga arenosa                       |
| <b>PB-49</b> | 40.0 | Areia litobioclástica c/grânulos    |
| <b>PB-50</b> | 39.1 | Areia litobioclástica fina a m.fina |
| <b>PB-51</b> | 38.1 | Areia litobioclástica fina a m.fina |
| <b>PB-52</b> | 21.8 | Areia litoclástica fina a m.fina    |
| <b>PB-53</b> | 21.1 | Areia litoclástica fina a m.fina    |

Fonte: Elaborada pela autora, 2020.

4. Classificação dos sedimentos da Ilha do Guajirú (chuvoso) segundo Larssonneur (DIAS, 96).

| AMOSTRA | %CACO3 | CLASSIFICAÇÃO LARSSONNEUR<br>(DIAS/96)  |
|---------|--------|---|
| G-01    | 27.6   | Areia litoclástica fina a m.fina        |
| G-02    | 26.2   | Areia litoclástica fina a m.fina        |
| G-03    | 78.5   | Areia bioclástica fina a m.fina         |
| G-04    | 43.5   | Areia litobioclástica fina a m.fina     |
| G-05    | 26.6   | Areia litoclástica fina a m.fina        |
| G-06    | 55.6   | Areia litoclástica fina a m.fina        |
| G-07    | 30.7   | Areia litobioclástica fina a m.fina     |
| G-08    | 32.7   | Areia litobioclástica fina a m.fina     |
| G-09    | 17.9   | Areia litoclástica fina a m.fina        |
| G-10    | 27.8   | Areia litoclástica fina a m.fina        |
| G-11    | 18.5   | Areia litoclástica fina a m.fina        |
| G-12    | 20.5   | Areia litoclástica fina a m.fina        |
| G-13    | 44.8   | Areia litobioclástica fina a m.fina     |
| G-14    | 22.3   | Areia litoclástica fina a m.fina        |
| G-15    | 28.0   | Areia litoclástica fina a m.fina        |
| G-16    | 54.1   | Areia biolitoclástica grossa a m.grossa |
| G-17    | 19.2   | Areia litoclástica fina a m.fina        |
| G-18    | 18.6   | Areia litoclástica fina a m.fina        |
| G-19    | 42.0   | Areia litobioclástica grossa a m.grossa |
| G-20    | 33.5   | Areia litobioclástica fina a m.fina     |
| G-21    | 25.8   | Areia litoclástica fina a m.fina        |
| G-22    | 54.9   | Areia biolitoclástica grossa a m.grossa |
| G-23    | 30.2   | Areia litoclástica fina a m.fina        |
| G-24    | 27.9   | Areia litoclástica fina a m.fina        |
| G-25    | 41.9   | Areia litobioclástica c/grânulos        |
| G-26    | 39.4   | Marga arenosa                           |
| G-27    | 22.9   | Marga arenosa                           |
| G-28    | 24.5   | Areia litoclástica fina a m.fina        |
| G-29    | 34.5   | Marga arenosa                           |
| G-30    | 29.9   | Areia litoclástica fina a m.fina        |
| G-31    | 16.9   | Areia litoclástica fina a m.fina        |
| G-32    | 23.5   | Areia litoclástica fina a m.fina        |
| G-33    | 39.7   | Marga arenosa                           |
| G-34    | 42.1   | Areia litobioclástica fina a m.fina     |
| G-35    | 33.5   | Areia litobioclástica fina a m.fina     |
| G-36    | 39.2   | Marga arenosa                           |
| G-37    | 29.9   | Areia litoclástica fina a m.fina        |
| G-38    | 33.5   | Marga arenosa                           |
| G-39    | 39.7   | Marga arenosa                           |
| G-40    | 29.6   | Areia litoclástica fina a m.fina        |
| G-41    | 25.6   | Areia litoclástica fina a m.fina        |
| G-42    | 30.4   | Areia litoclástica fina a m.fina        |

|             |      |   |
|-------------|------|---|
| <b>G-43</b> | 32.5 | Areia litobioclástica fina a m.fina     |
| <b>G-44</b> | 20.8 | Areia litoclástica fina a m.fina        |
| <b>G-45</b> | 29.6 | Areia litoclástica fina a m.fina        |
| <b>G-46</b> | 34.5 | Areia litobioclástica fina a m.fina     |
| <b>G-47</b> | 34.5 | Marga arenosa                           |
| <b>G-48</b> | 22.2 | Areia litoclástica fina a m.fina        |
| <b>G-49</b> | 32.5 | Areia litobioclástica fina a m.fina     |
| <b>G-50</b> | 29.1 | Lama terrígena arenosa                  |
| <b>G-51</b> | 18.6 | Areia litoclástica fina a m.fina        |
| <b>G-52</b> | 32.7 | Marga arenosa                           |
| <b>G-53</b> | 35.4 | Marga arenosa                           |
| <b>G-54</b> | 22.4 | Areia litoclástica fina a m.fina        |
| <b>G-55</b> | 23.4 | Lama terrígena arenosa                  |
| <b>G-56</b> | 35.6 | Marga arenosa                           |
| <b>G-57</b> | 20.9 | Areia litoclástica fina a m.fina        |
| <b>G-58</b> | 25.5 | Lama terrígena arenosa                  |
| <b>G-59</b> | 40.7 | Marga arenosa                           |
| <b>G-60</b> | 19.6 | Areia litoclástica fina a m.fina        |
| <b>G-61</b> | 26.3 | Lama terrígena arenosa                  |
| <b>G-62</b> | 29.9 | Lama terrígena arenosa                  |
| <b>G-63</b> | 24.0 | Areia litoclástica fina a m.fina        |
| <b>G-64</b> | 35.5 | Marga arenosa                           |
| <b>G-65</b> | 29.8 | Lama terrígena arenosa                  |
| <b>G-66</b> | 29.6 | Lama terrígena arenosa                  |
| <b>G-67</b> | 26.8 | Areia litoclástica fina a m.fina        |
| <b>G-68</b> | 25.7 | Areia litoclástica fina a m.fina        |
| <b>G-69</b> | 24.9 | Areia litoclástica fina a m.fina        |
| <b>G-70</b> | 30.4 | Areia litoclástica fina a m.fina        |
| <b>G-71</b> | 27.9 | Areia litoclástica fina a m.fina        |
| <b>G-72</b> | 48.2 | Areia litobioclástica grossa a m.grossa |

Fonte: Elaborada pela autora, 2020.