UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS - UFAL
CAMPUS DE ENGENHARIAS E CIÊNCIAS AGRÁRIAS - CECA
ENGENHARIA DE AGRIMENSURA E CARTOGRÁFICA

SANDY CAROLYNE CARNEIRO ALVES SANTOS

MORFODINÂMICA DE PRAIAS ARENOSAS SOB INFLUÊNCIA DE ESTRUTURAS RÍGIDAS DE CONTENÇÃO: ESTUDO DE CASO APLICADO EM TRECHO DA PRAIA DE JATIÚCA EM MACEIÓ-AL

Rio Largo
2025

SANDY CAROLYNE CARNEIRO ALVES SANTOS

MORFODINÂMICA DE PRAIAS ARENOSAS SOB INFLUÊNCIA DE ESTRUTURAS RÍGIDAS DE CONTENÇÃO: ESTUDO DE CASO APLICADO EM TRECHO DA PRAIA DE JATIÚCA EM MACEIÓ-AL

Trabalho de Conclusão de Curso, para obtenção de título de Bacharel em Engenharia de Agrimensura, pelo Campus de Engenharias e Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas.

Orientador: Prof.º Dr. Henrique Ravi Rocha de Carvalho Almeida.

Rio Largo

2025

Catalogação na Fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Campus de Engenharias e Ciências Agrárias
Bibliotecário Responsável: Erisson Rodrigues de Santana - CRB4 - 1512

S237m Santos, Sandy Carolyne Carneiro Alves.

Morfodinâmica de praias arenosas sob influência de estruturas rígidas de contenção: estudo de caso aplicado em trecho da praia de jatiúca em Maceió - AL. / Sandy Carolyne Carneiro Alves Santos. – 2025.

120 f.: il.

Orientador(a): Henrique Ravi Rocha de Carvalho Almeida.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Agrimensura) – Graduação em Engenharia de Agrimensura, Campus de Engenharias e Ciências Agrárias, Universidade Federal de Alagoas. Rio Largo, 2025.

Inclui bibliografia

1. Erosão costeira. 2. Veículo Aéreo Não Tripulado (VANT). 3. Perfil praial. 4. Mudanças climáticas. 5. Contenção costeira.

CDU: 528.8

Folha de Aprovação

Sandy Carolyne Carneiro Alves Santos

Morfodinâmica de praias arenosas sob influência de estruturas rígidas de contenção: estudo de caso aplicado em trecho da praia de Jatiúca em Maceió - AL.

Monografia apresentada ao curso de Engenharia de Agrimensura da Universidade Federal de Alagoas, como requisito parcial para obtenção do título de bacharel.

Aprovado em: 21/05/2025.

BANCA EXAMINADORA

gov.br Documento assinado digitalmente
HENRIQUE RAVI ROCHA DE CARVALHO ALMEIDA
Data: 10/06/2025 19:43:35-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Prof. Drº. Henrique Ravi Rocha de Carvalho Almeida – UFAL (Orientador)

gov.br Documento assinado digitalmente
JUCIELA CRISTINA DOS SANTOS
Data: 10/06/2025 15:57:19-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Prof.ª Dr.ª Juciela Cristina dos Santos – UFAL

gov.br Documento assinado digitalmente
REGLA TOUJAGUEZ LA ROSA MASSAHUD
Data: 10/06/2025 17:30:45-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Prof.ª PhD. Regla Toujaguez la Rosa Massahud – UFAL

Dedico

In memoriam a Maria José Carneiro Alves (minha avó materna), cuja presença iluminou minha vida e cujo legado continua a me inspirar a cada dia. Sua ausência é sentida, mas sua lembrança permanece eterna em meu coração.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus, pelo dom da sabedoria, pelo conhecimento concedido e pela força que me sustentou durante todos os anos da graduação. Agradeço também à minha mãe Maria Santíssima, por sua intercessão constante e por cuidar de cada detalhe da minha jornada.

À minha mãe, Sueli Maria, dedico uma gratidão imensa, por ser minha maior incentivadora e fonte de inspiração. Foi ela quem me fortaleceu em todos os momentos difíceis e tornou possível a concretização deste sonho. Esta conquista é, sem dúvida, fruto do amor, apoio e dedicação que sempre recebi dela.

Estendo meus agradecimentos a toda minha família, pelo apoio incondicional e por estarem ao meu lado ao longo dessa caminhada.

Aos meus professores, deixo registrada minha sincera gratidão pelo conhecimento transmitido e pela formação que hoje carrego com orgulho. Em especial, agradeço aos docentes Michelle, Arthur, Ayrton, Jhonatan, Juciela, Rafaela, Luciana, Rosilene, Regla, Fabiane e demais professores que contribuíram para minha formação.

De maneira muito especial, expresso minha profunda gratidão ao meu orientador, professor Henrique Ravi, por ter me acolhido com generosidade em sua pesquisa e por ter despertado em mim o interesse e a paixão pelos estudos costeiros. Seu apoio, paciência e incentivo foram fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho e para o meu crescimento acadêmico e pessoal.

Agradeço também, de forma especial, à professora Regla, pela constante disponibilidade, apoio e dedicação durante todo o processo de pesquisa. Sua presença atenta e seu compromisso foram essenciais para a superação dos desafios enfrentados ao longo do caminho.

À professora Juciela, deixo um agradecimento afetuoso por ter sido uma verdadeira mãe na vida acadêmica, sempre pronta a orientar, aconselhar e compartilhar seus conhecimentos, tanto na esfera profissional quanto pessoal.

Aos meus amigos e colegas de profissão, sou grata por cada momento compartilhado: pelas conversas, conselhos, brincadeiras, viagens acadêmicas e pelo companheirismo. Agradeço especialmente ao meu amigo Aguinaldo Júnior, conterrâneo; ao Bruno César, que foi meu primeiro contato ao entrar na faculdade; ao meu amigo vaqueiro Neto, por me fazer "perder o juízo" nos tempos da Nortear; e

aos amigos de faculdade e trabalho: João Ribeiro, Eduardo de Melo, Gustavo Lima, Jessilany, Gustavo Camilo, Nykolas — especialmente pela paciência em responder minhas perguntas sobre vários assuntos ao longo desse processo —, Gabriel Carneiro (meu primo) que me ajudou em grande parte da pesquisa, indo inúmeras vezes ao laboratório para peneirar sedimentos, e à minha amiga e irmã Vitória Karoline por todo apoio durante essa trajetória.

Por fim, a todos que passaram por mim ao longo dessa jornada acadêmica, deixo registrada a minha eterna gratidão.

Tudo posso naquele que me fortalece
(Filipenses 4:13)

RESUMO

A praia de Jatiúca, situada na região central de Maceió (AL), tem apresentado intensificação do processo erosivo desde 2020, impactando diretamente as estruturas urbanas localizadas na Avenida Álvaro Otacílio, como calçadas e ciclovias. Como medida mitigadora, foi construída em 2022 uma estrutura de contenção em concreto (muro de arrimo) ao longo de 700 metros da linha de costa. Este trabalho tem como objetivo avaliar a eficácia dessa obra e seus efeitos sobre a morfodinâmica da praia. Para isso, entre setembro de 2023 e julho de 2024, foram realizados levantamentos bimestrais com VANT e receptor GNSS com módulo RTK, durante marés baixas de sizígia. Os dados geraram ortofotomosaicos e Modelos Digitais do Terreno (MDT), processados com os softwares *Agisoft Metashape Professional*® e *Global Mapper*®. A partir desses produtos, foram extraídos 14 perfis topográficos transversais. A análise morfodinâmica baseou-se na modelagem dos perfis e no cálculo de volumes sedimentares por meio da delimitação de prismas de sedimentos, dividindo-se a área em duas zonas: Zona 1 e Zona 2. A Zona 1 apresentou acúmulo sedimentar expressivo, sobretudo em maio, enquanto na Zona 2 indicou estabilidade com aumento de volume nos últimos dois meses analisados. As variações são atribuídas às condições sazonais do outono e inverno, que influenciam o regime hidrodinâmico. Complementarmente, foram realizadas análises granulométricas e morfológicas dos grãos, com uso de lupa binocular e classificação verbal de Wentworth (1922), visando à caracterização granulométrica e morfológica dos sedimentos. Os resultados demonstram que a obra de contenção contribuiu para a redução da erosão e estabilização da linha de costa, revelando-se eficaz na proteção das áreas adjacentes.

Palavras-chave: Erosão costeira; Veículo Aéreo Não Tripulado (VANT); perfil praial; mudanças climáticas; contenção costeira.

ABSTRACT

Jatiúca Beach, located in the central region of Maceió (AL), has experienced an intensification of coastal erosion since 2020, directly affecting urban infrastructure along Avenida Álvaro Otacílio, such as sidewalks and bike lanes. As a mitigation measure, a concrete retaining wall was built in 2022 along 576 meters of the shoreline. This study aims to assess the effectiveness of this structure and its impact on the beach's morphodynamics. Between September 2023 and July 2024, bimonthly surveys were conducted using a UAV and a GNSS receiver with RTK module during spring low tides. These surveys produced orthophotomosaics and Digital Terrain Models (DTMs), processed with Agisoft Metashape Professional® and Global Mapper® software. From these products, 14 cross-shore profiles and two longshore profiles were extracted. The morphodynamic analysis was based on profile modeling and sediment volume calculations through the delimitation of sediment prisms, dividing the area into two sectors: Sector 1 (profiles 0 to 7) and Sector 2 (profiles 8 to 13). Sector 1 showed significant sediment accumulation, especially in May, while Sector 2 exhibited general stability with increased volume during the last two months analyzed. These variations are attributed to seasonal conditions during autumn and winter, which influence the hydrodynamic regime. Additionally, sedimentary and morphological analyses of grains were carried out using a binocular magnifier and Wentworth’s (1922) verbal classification to characterize grain size and shape. The results indicate that the containment structure contributed to reducing erosion and stabilizing the shoreline, proving effective in protecting adjacent urban areas.

Keywords: coastal erosion; Unmanned Aerial Vehicle; beach profile; grain size analysis; coastal protection.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa de localização da área de estudo, abrangendo um trecho da praia de Jatiúca, Maceió-AL, com extensão aproximada de 700 metros..... 36
Figura 2 - Grandes sacos de areia (big bags) em trecho da orla de Jatiúca..... 37
Figura 3 - Precipitação média anual no Município de Maceió entre os anos de 2023 e 2024..... 39
Figura 4 - Representação simplificada da circulação oceânica e direção do vento na plataforma continental brasileira, segundo Peterson & Stramma (1991) e Castro & Belmiro (1996).....42
Figura 5 - Modelo espectral de ondas para a costa de Alagoas.....43
Figura 6 - Mapa geológico de Maceió-AL..... 46
Figura 7 - Mapa geomorfológico da cidade de Maceió-AL..... 48
Figura 8 - Fluxograma metodológico..... 50
Figura 9 - Zonas de estudo..... 51
Figura 10 - Pontos de controle utilizados no levantamento: a) pontos fixos; b) pontos removíveis..... 53
Figura 11 - Localização dos pontos de extração de sedimentos..... 55
Figura 12 - Distribuição sazonal das amostras quanto ao diâmetro médio..... 65
Figura 13 - Variação do diâmetro médio dos grãos..... 66
Figura 14 - Distribuição sazonal das amostras quanto ao selecionamento dos grãos..... 67
Figura 15 - Gráfico de distribuição espacial das amostras pelo desvio padrão....68
Figura 16 - Distribuição sazonal das amostras quanto a assimetria dos grãos....69
Figura 17 - Gráfico de dispersão das amostras pela Assimetria..... 70
Figura 18 - Gráfico de distribuição percentual das amostras quanto a curtose....72
Figura 19 - Gráfico de dispersão das amostras pela Curtose.....73
Figura 20 - Localização dos perfis transversais.....81
Fonte: Autora (2025).....81
Figura 21 - Variação do Perfil Transversal 0..... 82
Figura 22 - Variação do Volume Praial do perfil transversal 0..... 83
Figura 23 - Variação do Perfil Transversal 1..... 84
Figura 24 - Variação do Volume Praial do perfil transversal 1..... 85
Figura 25 - Variação do Perfil Transversal 2..... 87
Figura 26 - Variação do Volume Praial do perfil transversal 2..... 87
Figura 27 - Variação do Perfil Transversal 3..... 88
Figura 28 - Variação do volume praial do perfil transversal 3..... 90
Figura 29 - Variação do Perfil Transversal 4..... 90
Figura 30 - Variação do volume praial do perfil transversal 4..... 92
Figura 31 - Variação do perfil transversal 5..... 94
Figura 32 - Variação do volume praial do perfil transversal 5..... 95
Figura 33 - Variação do perfil transversal 6..... 96
Figura 34 - Variação do volume praial do perfil transversal 6..... 97

Figura 35 - Variação do perfil transversal 7..... 99
Figura 36 - Variação do volume praial do perfil transversal 7..... 100
Figura 37 - Variação do perfil transversal 8..... 101
Figura 38 - Variação do volume praial do perfil transversal 8..... 102
Figura 39 - Variação do perfil transversal 9..... 103
Figura 40 - Variação do volume praial do perfil transversal 9..... 104
Figura 41 - Variação do perfil transversal 10..... 105
Figura 42 - Variação do volume praial do perfil transversal 10..... 107
Figura 43 - Variação do perfil transversal 11..... 108
Figura 44 - Variação do volume praial do perfil transversal 11..... 109
Figura 45 - Variação do perfil transversal 12..... 111
Figura 46 - Variação do volume praial do perfil transversal 12..... 112
Figura 47 - Variação do perfil transversal 13..... 114
Figura 48 - Variação do volume praial do perfil transversal 13..... 115

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Características das amostras de sedimentos coletados no dia 16/09/2023..... 75
Tabela 2 - Características das amostras de sedimentos coletados no dia 13/11/2023..... 76
Tabela 3 - Características das amostras de sedimentos coletados no dia 12/01/2024..... 78
Tabela 4 - Características das amostras de sedimentos coletados no dia 22/05/2024..... 80

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CEMADEN	Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais
CMOS	Complementary Metal-Oxide Semiconductor
CPTEC	Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos
DHN	Diretoria de Hidrografia e Navegação
DJI	Dà-Jiāng Innovations
GCP	Ground Control Points
GLONASS	Sistema Global de Navegação por Satélite
GNSS	Global Navigation Satellite System
GPS	Sistema de Posicionamento Global
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
LABGREN	Laboratório de Geologia e Recursos Naturais
MDS	Modelo Digital da Superfície
MDT	Modelo Digital do Terreno
MMA	Ministério do Meio Ambiente
RRNN	Referências de Nível
RTK	Real Time Kinematic
SIRGAS	Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas
SIRH	Sistema de Informações de Recursos Hídricos de Alagoas
UFAL	Universidade Federal de Alagoas
VANT	Veículo Aéreo Não Tripulado
ZEE	Zoneamento ecológico-econômico

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO....16
2. OBJETIVOS....18
2.1 GERAL....18
2.2 ESPECÍFICOS....18
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA....19
3.1 SISTEMA PRAIAL....19
3.1.1 Estrutura e Compartimentos do Sistema Praial....19
3.1.2 Morfodinâmica e Tipos de Praias....20
3.1.3 Fatores de influência e importância da análise sistêmica....20
3.2 FEIÇÕES MORFOLÓGICAS DO PERFIL PRAIAL....21
3.2.1 Principais feições morfológicas....21
3.2.2 Feições secundárias....22
3.2.3 Dinâmica morfológica....22
3.3 MORFODINÂMICA E HIDRODINÂMICA PRAIAL....23
3.3.1 Princípios da morfodinâmica praial....23
3.3.2 Componentes hidrodinâmicos....24
3.3.3 Respostas morfológicas das praias....25
3.4 EROSÃO COSTEIRA....25
3.4.1 Fatores naturais e antrópicos....25
3.4.2 Tipos e consequências....27
3.5 DINÂMICA SEDIMENTAR EM PLATAFORMAS CONTINENTAIS....28
3.5.1 Principais processos dinâmicos....28
3.5.2 Compartimentação da plataforma e regimes sedimentares....29
3.6 AS VARIAÇÕES DO NÍVEL DO MAR....30
3.6.1 Causas das variações do nível do mar....30
3.6.1.1 Fatores naturais....31
3.6.1.2 Fatores antrópicos....31
3.6.2 Tipos de Variações do nível do mar....32
3.6.3 Mudanças climáticas e aumento do nível do mar....32
3.6.3.1 Consequências das Variações do Nível do Mar....32
3.7 GESTÃO TERRITORIAL DA ZONA COSTEIRA....33
3.7.1 Características da Zona Costeira....33
3.7.1.1 Objetivos da Gestão Costeira....34
3.7.1.2 Instrumentos e estratégias de gestão....35
3.7.1.3 Desafios e perspectivas....35
4. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO....37
4.1 PROBLEMÁTICAS....37
4.2 ASPECTOS FÍSICOS....39
4.2.1 Clima....39
4.2.2 Oceanografia....40
4.2.2.1 Regime de marés....40
4.2.2.2 Ventos....41

4.2.2.3 Sistema de correntes....42
4.2.2.4 Clima de ondas....43
4.1.3 Hidrografia....45
4.1.4 Aspectos geológicos e geomorfológicos....46
4.1.4.1 Aspectos geológicos....46
4.1.4.2 Aspectos geomorfológicos....48
5. METODOLOGIA....51
5.1 TRABALHO DE GABINETE....52
5.2 TRABALHO DE CAMPO....53
5.2.1 Levantamento aerofotogramétrico....54
5.2.2 Extração de sedimentos....55
5.2.3 Estado morfodinâmico praial....56
5.3 TRABALHO DE LABORATÓRIO....58
5.3.1 Análise granulométrica....58
5.3.2 Análise morfoscópica....59
5.4 PROCESSAMENTO E ANÁLISE DOS DADOS....61
5.4.1 Processamento digital de imagem....61
5.4.2 Geração de dados de perfis e volume praial....61
5.4.3 Análise estatística dos dados granulométricos....62
5.4.3.1 Parâmetros estatísticos....62
5.4.3.1.1 Diâmetro médio....62
5.4.3.1.2 Desvio padrão....62
5.4.3.1.3 Assimetria....63
5.4.3.1.4 Curtose....63
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO....65
6.1 MORFODINÂMICA PRAIAL....65
6.1.1 Variação sazonal da granulometria....65
6.1.1.1 Diâmetro médio....65
6.1.1.2 Desvio padrão....67
6.1.1.3 Assimetria....70
6.1.1.4 Curtose....72
6.1.2 Morfoscopia dos grãos....74
6.1.2.1 Morfoscopia dos grãos coletados no inverno....74
6.1.2.2 Morfoscopia dos grãos coletados na primavera....76
6.1.2.3 Morfoscopia dos grãos coletados no verão....77
6.1.2.4 Morfoscopia dos grãos coletados no outono....79
6.1.3 Alteração sazonal dos perfis praiais....81
6.1.3.1 Perfil 0....82
6.1.3.2 Perfil 1....84
6.1.3.3 Perfil 2....87
6.1.3.4 Perfil 3....89
6.1.3.5 Perfil 4....91
6.1.3.6 Perfil 5....94
6.1.3.7 Perfil 6....96

6.1.3.8 Perfil 7.....99
6.1.3.9 Perfil 8.....101
6.1.3.10 Perfil 9.....103
6.1.3.11 Perfil 10.....106
6.1.3.12 Perfil 11.....108
6.1.3.13 Perfil 12.....110
6.1.3.14 Perfil 13.....113
6.1.4 Estado morfodinâmico.....116
7. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....118
REFERÊNCIAS.....120

1. INTRODUÇÃO

A faixa litorânea do Brasil é uma área onde se concentra uma grande parte da população, dos investimentos e das atividades econômicas do país. Segundo os dados do Censo Demográfico de 2022, divulgado pelo IBGE, mais da metade da população brasileira reside em áreas próximas ao litoral. Especificamente, 111,28 milhões de pessoas vivem a até 150 km da costa, o que representa 54,8% da população total do país, estimada em 203,08 milhões de habitantes.

No entanto, essa intensa ocupação humana ao longo da costa provoca alterações significativas nas características naturais, devido à demanda por utilização e ao consequente impulso para o desenvolvimento, o que torna as regiões costeiras locais de grande importância econômica (IH-Cantábria, 2018).

De acordo com IH-Cantábria (2018), essa ocupação intensa se torna problemática quando interfere na dinâmica natural do local, dificultando o transporte adequado de sedimentos nessas áreas. Além disso, as praias estão entre os ambientes mais vulneráveis aos impactos das mudanças climáticas, especialmente quando ocorre a combinação do aumento do nível do mar com eventos climáticos extremos mais frequentes e intensos. Isso pode resultar em erosão costeira, representando um dos principais desafios das regiões litorâneas.

Segundo Marengo *et al.* (2017), conforme destacado em um estudo realizado pelo Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN) sobre os impactos, a vulnerabilidade e a adaptação das cidades costeiras brasileiras às mudanças climáticas, diversas regiões litorâneas do Brasil enfrentam os efeitos das mudanças climáticas, tais como: aumento dos extremos de chuva associados ao aquecimento dos oceanos; aumento na frequência e intensidade de tempestades devido à elevação do nível do mar; contaminação das águas subterrâneas e deterioração da qualidade da drenagem em áreas propensas a inundações, as quais já enfrentam problemas de drenagem.

De acordo com o Ministério do Meio Ambiente (MMA) em 2006, cerca de 40% da costa brasileira enfrenta problemas de erosão, sendo esses efeitos mais acentuados nas áreas urbanizadas. Embora a urbanização em si não seja a causa direta da erosão costeira, as estruturas e construções localizadas dentro da zona sujeita à dinâmica natural da praia durante tempestades tendem a ser afetadas pelo

avanço do mar, representando ocupações em áreas vulneráveis à erosão e inundação.

Além disso, é importante considerar a previsão de aumento do nível do mar ao prognosticar as mudanças na linha costeira devido aos processos erosivos e inundações, os quais têm se intensificado com o aumento do derretimento de geleiras e a tendência histórica de elevação da temperatura global, conforme destacado por Muehe (2004).

O Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, 2022) prevê que o aumento do nível do mar até o final do século será o mais rápido em comparação com todas as projeções anteriores, com uma estimativa de aumento entre 0,29 a 0,59 metros e de 0,61 a 1,10 metros até o ano de 2100. Isso terá um impacto direto na intensificação dos processos erosivos nas zonas costeiras.

Existem várias medidas para lidar com os impactos da erosão costeira, as quais podem ser categorizadas em prevenção e mitigação. Em outras palavras, há medidas destinadas a evitar os impactos da erosão costeira já em curso, assim como medidas para reduzir sua intensidade.

A maioria dessas medidas, especialmente aquelas voltadas para a mitigação, envolve a construção de obras rígidas, ou seja, estruturas ao longo da linha costeira. Dentro desse conjunto de obras, há uma ampla gama de estruturas disponíveis para lidar com diferentes casos de erosão costeira, oferecendo diversas opções que podem ser adaptadas às necessidades específicas e aos orçamentos disponíveis (Farinaccio, 2008; Paula, 2015).

O principal problema da maioria dessas medidas de mitigação, que envolvem a instalação de estruturas rígidas, sejam elas fixadas ao continente ou não (como muros de proteção, diques, quebra-mares, gabiões e outras técnicas de contenção), é que, embora sejam projetadas para resolver um problema local, podem acabar induzindo o processo de erosão em áreas próximas (Farinaccio, 2008; Souza, 2009; Paula, 2015).

Diante da deterioração das condições naturais da dinâmica costeira ao longo do litoral de Maceió-AL, bem como da adoção de medidas mitigadoras, torna-se evidente a importância da utilização de ferramentas que auxiliem na mensuração e análise das mudanças ocorridas no ambiente costeiro. Um exemplo disso é a implantação do muro de contenção na praia da Jatiúca, que tem despertado atenção quanto à sua real eficácia na contenção da erosão costeira, especialmente quando

considerada a morfodinâmica praial da região. Assim, compreender como obras isoladas — ou em conjunto — interferem nos processos costeiros é fundamental para o planejamento e a gestão eficazes da zona costeira.

2. OBJETIVOS

2.1 GERAL

O objetivo principal do estudo é compreender os efeitos morfodinâmicos resultantes de implantação de estruturas rígidas de contenção à erosão costeira em trecho da orla marítima do bairro de Jatiúca.

2.2 ESPECÍFICOS

- Materializar pontos de controle e transportar as altitudes entre Referências de Nível (RRNN);
- Determinar as Bases Cartográficas;
- Levantar planialtimetricamente os perfis praiais;
- Avaliar a dinâmica das componentes morfológicas dos perfis praiais.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste tópico, serão apresentadas as referências que sustentam a análise dos fenômenos estudados. Serão expostos conceitos, teorias e pesquisas relacionadas à morfodinâmica praial, à erosão costeira e aos impactos das estruturas rígidas de contenção. A partir desse embasamento, busca-se compreender os diversos fatores que influenciam a dinâmica sedimentar e a estabilidade da praia, permitindo uma análise crítica dos processos envolvidos e de suas possíveis consequências.

3.1 SISTEMA PRAIAL

O sistema praial constitui uma unidade dinâmica e complexa da zona costeira, caracterizada por uma intensa interação entre processos físicos, sedimentares e morfológicos. De maneira geral, ele compreende a faixa de transição entre os ambientes marinhos e continentais, estendendo-se da parte mais alta atingida pelas marés e ondas (linha de costa emersa) até a profundidade onde a ação das ondas ainda é capaz de mobilizar sedimentos (geralmente até cerca de 10–15 metros de profundidade) (Komar, 1998; Muehe, 2006).

3.1.1 Estrutura e Compartimentos do Sistema Praial

O sistema praial pode ser subdividido em compartimentos com diferentes funções e comportamentos hidro sedimentares. Conforme Wright e Short (1984), os principais compartimentos são:

- Backshore (retro praia): zona raramente submersa, atingida apenas durante eventos extremos (tempestades, marés altas com ressaca);
- Foreshore (zona de espraiamento): parte da praia que sofre influência direta das marés e da ação das ondas, apresentando variações frequentes de declividade;
- Surf zone (zona de arrebentação): região onde ocorre a dissipação da energia das ondas por meio da arrebentação;
- Shoaling zone (zona de aproximação): área submersa anterior à zona de arrebentação onde as ondas começam a interagir com o fundo marinho.

A interação entre essas zonas determina o comportamento morfodinâmico da praia, sendo fundamental para a manutenção do equilíbrio sedimentar do sistema costeiro (Klein; Costa, 2004).

3.1.2 Morfodinâmica e Tipos de Praias

O conceito de morfodinâmica refere-se à relação entre a morfologia da praia e os processos dinâmicos atuantes, como ondas, marés e transporte de sedimentos (Wright; Short, 1984). Através da análise morfodinâmica, é possível classificar as praias em distintos estados:

- Refletivas: alta declividade, ondas quebram diretamente na face da praia, com pouca zona de surfe e escasso transporte sedimentar.
- Dissipativas: baixa declividade, ampla zona de surfe, com quebra sucessiva de ondas e alto transporte sedimentar.
- Intermediárias: apresentam características mistas, com barras arenosas e canais alternados, comuns em trechos urbanos tropicais como os do litoral de Alagoas.

Essas classificações ajudam a entender padrões de erosão e deposição, bem como a sensibilidade de um sistema praial frente a eventos extremos ou modificações antrópicas.

3.1.3 Fatores de influência e importância da análise sistêmica

A dinâmica do sistema praial é condicionada por diversos fatores, como a energia das ondas incidentes, o regime de marés, a oferta de sedimentos, a presença de vegetação dunar, a declividade do fundo marinho e as intervenções humanas (Muehe, 2006; Bittencourt *et al.*, 2005). Cada um desses elementos pode afetar a estabilidade e a evolução da linha de costa ao longo do tempo.

De acordo com Komar (1998), um sistema praial em equilíbrio apresenta uma alternância natural entre processos erosivos e deposicionais. No entanto, interferências humanas como a urbanização da orla, instalação de estruturas rígidas (espigões, molhes, enrocamentos), dragagens e mudanças no aporte sedimentar dos rios alteram significativamente o comportamento natural da praia, muitas vezes agravando a erosão costeira.

Assim, a análise do sistema praial, dentro de uma perspectiva sistêmica e integrada, é fundamental para o planejamento e a gestão ambiental costeira. Estudos desse tipo subsidiam decisões técnicas voltadas à adaptação às mudanças climáticas, à proteção das infraestruturas costeiras e à sustentabilidade dos ecossistemas marinhos e costeiros (Cunha; Melo, 2018).

3.2 FEIÇÕES MORFOLÓGICAS DO PERFIL PRAIAL

O perfil praial representa a configuração transversal da praia, estendendo-se desde a zona emersa até a região submersa, refletindo a interação dinâmica entre processos hidrodinâmicos e sedimentares. As feições morfológicas presentes nesse perfil são moldadas por fatores como a energia das ondas, o regime de marés, a granulometria dos sedimentos e a topografia local.

3.2.1 Principais feições morfológicas

A identificação e o mapeamento das feições morfológicas são fundamentais para a compreensão da morfodinâmica praial, pois revelam padrões de comportamento costeiro e auxiliam no diagnóstico de processos erosivos, deposicionais ou de estabilidade. Essas formas também servem como indicadores de eventos extremos, como tempestades e ressacas, e são essenciais no planejamento e na gestão costeira, principalmente no contexto de vulnerabilidade frente às mudanças climáticas e à elevação do nível do mar (Klein; Trentini, 2020).

Dessa forma, a seguir são apresentadas as principais feições morfológicas observadas no perfil praial, as quais variam em escala e ocorrência de acordo com o tipo de praia e o regime energético dominante:

- Backshore (Pós-praia): Região superior da praia, raramente atingida por ondas sob condições normais, sendo influenciada principalmente por eventos de tempestade e marés extremas. É caracterizada pela presença de bermas e, em alguns casos, dunas costeiras.
- Foreshore (Face Praial): Zona intermediária entre a maré alta e a maré baixa, onde ocorre a ação direta das ondas. Apresenta inclinação variável e é fundamental na dissipação da energia das ondas e no transporte de sedimentos.

- Surf Zone (Zona de Arrebentação): Área onde as ondas quebram, dissipando energia e promovendo intensa movimentação sedimentar. É comum a formação de barras arenosas transversais nesta região.
- Shoaling Zone (Zona de Aproximação): Região onde as ondas começam a interagir com o fundo marinho, aumentando em altura antes de quebrar. Essa zona influencia diretamente a morfologia da praia, afetando a distribuição de energia e sedimentos.

3.2.2 Feições secundárias

As feições secundárias são especialmente úteis como indicadores de processos sedimentares recentes, sendo frequentemente utilizadas em estudos de monitoramento morfodinâmico e modelagem da zona costeira. Sua ocorrência está diretamente associada à granulometria dos sedimentos e ao regime energético vigente, podendo variar de acordo com a morfodinâmica de cada tipo de praia (Klein; Trentini, 2020).

A seguir, são descritas algumas das principais feições secundárias observadas em ambientes praiais arenosos:

- Bermas: Acúmulos de sedimentos formados na parte superior da praia devido à ação das ondas. Podem ser simples ou múltiplas, dependendo da variabilidade das condições hidrodinâmicas.
- Degraus de Praia (Beach Steps): Pequenas escarpas submersas formadas na base da face praial, resultantes da interação entre o refluxo das ondas e o fluxo descendente.
- Cúspides de Praia (Beach Cusps): Formações em forma de arcos ou saliências na zona de varrido, originadas por padrões rítmicos de erosão e deposição causados pela ação das ondas.
- Barras Submersas: Acúmulos de sedimentos localizados na zona de arrebentação, que podem ser paralelos ou transversais à linha de costa, influenciando a quebra das ondas e a distribuição de energia.

3.2.3 Dinâmica morfológica

A morfologia do perfil praial é altamente dinâmica, respondendo rapidamente às variações nas condições ambientais. Durante períodos de alta energia, como

tempestades, ocorre a erosão da face praial e o transporte de sedimentos para áreas mais profundas, resultando em perfis mais planos. Em contrapartida, em condições de baixa energia, há a deposição de sedimentos na zona de varrido, promovendo a reconstrução da praia e o desenvolvimento de bermas.

3.3 MORFODINÂMICA E HIDRODINÂMICA PRAIAL

A morfodinâmica praial pode ser definida como o ramo da geomorfologia costeira que estuda a relação recíproca entre os processos hidrodinâmicos (como ondas, marés e correntes) e a morfologia das praias (Wright; Short, 1984). Essa abordagem considera que as praias são sistemas altamente dinâmicos, que estão em constante modificação em resposta à energia fornecida pelo ambiente costeiro. Já a hidrodinâmica praial trata especificamente dos movimentos da água na zona costeira e sua interação com os sedimentos, influenciando diretamente a configuração do perfil praial ao longo do tempo (Komar, 1998; Muehe, 2006).

3.3.1 Princípios da morfodinâmica praial

A morfodinâmica busca compreender como diferentes combinações de condições de energia (ondas, marés e ventos) e características sedimentares (tipo, granulometria e disponibilidade de sedimentos) resultam em diferentes feições e comportamentos das praias. De acordo com Wright e Short (1984), essa relação pode ser observada em diferentes tipos morfodinâmicos de praias, classificados ao longo de um gradiente entre sistemas dissipativos e refletivos:

- Praias Refletivas: Apresentam alta declividade, sedimentos grossos (areia grossa a cascalho), zona de arrebentação estreita e energia dissipada junto à face da praia. A interação entre as ondas incidentes e o refluxo forma estruturas como *cusps* (cúspides).
- Praias Dissipativas: Têm baixa declividade, sedimentos finos (areia fina), larga zona de arrebentação e várias linhas de barras submersas paralelas à costa. A energia das ondas é progressivamente dissipada.
- Praias Intermediárias: Apresentam feições mistas, com barras móveis, canais e variações significativas de acordo com a sazonalidade e a energia das ondas.

Essa classificação é fundamental para entender os processos erosivos e deposicionais nas praias, uma vez que cada tipo responde de maneira distinta às variações hidrodinâmicas (Wright; Short, 1984).

3.3.2 Componentes hidrodinâmicos

A hidrodinâmica praial é condicionada por três elementos fundamentais: ondas, marés e correntes costeiras, os quais, em conjunto, controlam os padrões de mobilização e redistribuição dos sedimentos ao longo do perfil praial.

As ondas constituem o principal agente modelador do ambiente praial. Sua atuação, especialmente durante o processo de quebra na zona de arrebentação, gera fluxos turbulentos que promovem a erosão, o transporte e a deposição de sedimentos. O tipo de quebra das ondas — classificado em *spilling*, *plunging* ou *surging* — exerce influência direta na morfologia resultante da praia e na formação de feições sedimentares específicas (Komar, 1998).

As marés, por sua vez, modulam a posição da zona ativa das ondas sobre o perfil praial, provocando variações verticais e horizontais na linha de ação das ondas. Em ambientes com regime de macro-maré (amplitude superior a 4 metros), essa variação pode expor ou submergir amplas faixas da praia ao longo de um mesmo dia, aumentando significativamente a extensão da área de troca sedimentar (Muehe, 2006).

As correntes costeiras, especialmente as correntes longitudinais de deriva litorânea (*longshore currents*) e as correntes de retorno (*rip currents*), são mecanismos essenciais no transporte lateral e perpendicular de sedimentos. As primeiras são geradas pela incidência oblíqua das ondas em relação à linha de costa e contribuem para o deslocamento de sedimentos paralelamente à praia. Já as correntes de retorno, formadas entre bancos de areia e canais na zona de arrebentação, promovem o escoamento de massa d’água em direção ao mar aberto, podendo escavar canais e redistribuir sedimentos em zonas submersas (Short, 1999; Klein; Trentini, 2020).

Assim, a interação entre esses processos hidrodinâmicos determina o comportamento morfodinâmico das praias, influenciando diretamente sua estabilidade, sazonalidade e resposta a eventos extremos.

3.3.3 Respostas morfológicas das praias

A morfodinâmica praial refere-se à forma como o perfil da praia responde de maneira contínua e adaptativa às variações nas condições hidrodinâmicas, especialmente no que se refere à energia das ondas e à intensidade dos eventos meteorológicos. Durante eventos de alta energia, como tempestades e ressacas, observa-se a erosão da face praial, com o recuo da linha de costa e a migração de sedimentos para zonas submersas. Esse material frequentemente se acumula sob a forma de barras arenosas na zona de arrebentação, configurando um mecanismo de redistribuição sedimentar que atua como defesa natural frente à dissipação da energia incidente (Wright; Short, 1984; Komar, 1998).

Em contrapartida, durante períodos de baixa energia, caracterizados por ondas de menor altura e menor frequência, ocorre a reconstrução gradual do perfil praial. Nessa fase, os sedimentos anteriormente deslocados retornam da zona de arrebentação para a faixa emersa, contribuindo para o avanço da linha de costa e a reconstituição das bermas e da face da praia. Esse ajuste morfodinâmico cíclico é um mecanismo natural fundamental para a manutenção da estabilidade dos sistemas costeiros ao longo do tempo (Masslink; Hughes, 2003).

Compreender essa dinâmica é essencial para avaliar a resiliência e a vulnerabilidade dos ambientes costeiros frente a pressões naturais e antrópicas, incluindo a intensificação de eventos extremos, o uso desordenado do solo e as mudanças climáticas.

3.4 EROSÃO COSTEIRA

A erosão costeira é um processo morfodinâmico natural e/ou induzido por ações antrópicas, caracterizado pela retirada de sedimentos da linha de costa, resultando no recuo da faixa litorânea. Esse fenômeno ocorre quando há um desequilíbrio no balanço sedimentar da zona costeira — ou seja, quando a taxa de perda de sedimentos supera a taxa de deposição — comprometendo a estabilidade morfológica e ecológica das praias (Muehe, 2006; Komar, 1998).

3.4.1 Fatores naturais e antrópicos

A erosão costeira é um fenômeno caracterizado pela perda ou recuo da linha de costa, resultante da mobilização e remoção de sedimentos do perfil praial e

adjacências. Esse processo pode ser desencadeado por uma complexa interação entre fatores naturais e antrópicos, cuja intensidade e frequência variam conforme as características morfodinâmicas da região costeira.

Entre os fatores naturais, destacam-se:

- A ação das ondas e das correntes litorâneas, especialmente as correntes de deriva litorânea, que promovem o transporte longitudinal de sedimentos ao longo da costa. Quando esse transporte não é equilibrado por um aporte sedimentar equivalente, ocorrem déficits que resultam em erosão localizada (Komar, 1998; Short, 1999);
- A ocorrência de eventos extremos, como ressacas e tempestades, que elevam a energia das ondas incidentes, promovendo a erosão da face praial, o colapso de falésias e a redistribuição forçada dos sedimentos;
- A elevação do nível do mar, intensificada pelas mudanças climáticas globais, que favorece a transgressão marinha, provocando o recuo da linha de costa e a inundação de áreas anteriormente estáveis (IPCC, 2021);
- O déficit sedimentar natural, muitas vezes associado à ausência ou à redução do fornecimento de sedimentos fluviais e à falta de estruturas naturais como recifes ou deltas, que funcionam como barreiras ou fontes de suprimento.

No entanto, é no contexto antrópico que a erosão costeira tem apresentado agravamento significativo nas últimas décadas. Dentre os principais fatores antrópicos, destacam-se:

- A construção de obras de engenharia costeira, como espigões, quebra-mares e muros de contenção, que, ao interferirem nos fluxos de deriva litorânea, causam erosão severa nas áreas localizadas a jusante dessas estruturas (Muehe, 2006; Braga *et al*., 2018);
- A urbanização desordenada da faixa costeira, com a supressão de ambientes naturais como dunas, manguezais e restingas, compromete a capacidade natural de amortecimento das forças marinhas, aumentando a vulnerabilidade da linha de costa;
- Dragagens, aterros e assoreamentos, que alteram a batimetria local e os padrões hidro sedimentares, interferindo diretamente no equilíbrio dinâmico da zona costeira.

3.4.2 Tipos e consequências

A erosão costeira pode se manifestar por meio de distintos padrões temporais e espaciais, cuja compreensão é fundamental para o diagnóstico e manejo das áreas afetadas. De modo geral, classificam-se três formas principais de manifestação:

- Erosão sazonal: de natureza cíclica e, geralmente, reversível, está associada às variações naturais das estações do ano e ao regime de ondas. Durante períodos de maior energia (como o inverno), ocorre o recuo temporário da linha de costa, enquanto em épocas de menor energia (verão), há tendência de recuperação sedimentar (Wright; Short, 1984);
- Erosão crônica: caracteriza-se por um processo contínuo e progressivo de perda de material sedimentar ao longo do tempo. Está frequentemente relacionada a alterações permanentes nos padrões hidro sedimentares ou à modificação antrópica do uso e ocupação do solo, como a urbanização intensiva da faixa costeira e a construção de estruturas rígidas;
- Erosão episódica: ocorre de forma pontual, mas intensa, sendo desencadeada por eventos extremos, como tempestades tropicais, ciclones, ressacas ou tsunamis. Apesar de ocorrerem em intervalos irregulares, esses episódios podem provocar danos severos e irreversíveis ao ambiente costeiro.

As consequências da erosão costeira são amplas e afetam tanto o meio físico quanto os aspectos socioeconômicos da região impactada. Entre os principais efeitos, destacam-se:

- A perda de praias e habitats naturais, comprometendo a biodiversidade costeira e marinha;
- Danos à infraestrutura urbana, como vias, edificações e equipamentos públicos localizados próximos à linha de costa;
- Risco à integridade e segurança de populações residentes, especialmente em áreas de ocupação irregular ou vulnerável;
- Desvalorização paisagística e perda de atratividade turística, impactando economicamente regiões dependentes do turismo litorâneo;

- Desequilíbrios ecológicos, com impactos negativos sobre os sistemas sedimentares e a dinâmica de ecossistemas como manguezais, estuários e recifes.

3.5 DINÂMICA SEDIMENTAR EM PLATAFORMAS CONTINENTAIS

A dinâmica sedimentar em plataformas continentais refere-se ao conjunto de processos físicos, químicos e biológicos que controlam o transporte, deposição e retrabalho dos sedimentos marinhos nessa zona de transição entre o continente e o oceano profundo. A plataforma continental constitui uma das principais unidades geomorfológicas do fundo oceânico e representa o prolongamento submerso dos continentes, com profundidades que geralmente não ultrapassam os 200 metros (Petersen; Holland, 2005; Muehe, 2006).

As plataformas continentais são zonas de elevada produtividade biológica e intensa atividade sedimentar, sendo influenciadas tanto pelos processos continentais quanto pelos processos marinhos. O aporte sedimentar provém principalmente da descarga fluvial, da erosão das margens continentais e da ressuspensão de sedimentos pelo movimento das águas (Swift; Duane; Pilkey, 1972). Os sedimentos depositados sobre a plataforma podem ser terrígenos (derivados de fontes continentais), biogênicos (oriundos de restos orgânicos) ou autigênicos (formados in situ por processos químicos e biológicos).

3.5.1 Principais processos dinâmicos

A movimentação de sedimentos na plataforma continental é controlada por uma complexa interação de processos hidrodinâmicos, cuja intensidade e escala variam conforme a localização (interna, média ou externa) e as características ambientais da plataforma. Entre os principais mecanismos atuantes, destacam-se:

- Ondas e marés, que são agentes fundamentais na mobilização e suspensão dos sedimentos, especialmente na plataforma interna e na zona costeira adjacente. Esses processos promovem o transporte de partículas ao longo da interface água-sedimento, com grande influência sobre a dinâmica costeira e a morfologia do fundo (Nittrouer *et al.*, 1986);
- Correntes de fundo e de contorno (contour currents), associadas às circulações oceânicas regionais e profundas, desempenham papel crucial na

redistribuição lateral dos sedimentos ao longo da plataforma externa e do talude continental, influenciando a formação de depósitos alongados e alinhados às isóbatas;

- Correntes de densidade e fluxos gravitacionais, como fluxos de turbidez (turbidites), escoamentos hiperpicnais e escorregamentos submarinos, que operam em ambientes de alta energia e são responsáveis pelo transporte de grandes volumes de sedimentos em direção às bacias profundas. Esses processos contribuem para a formação de leques submarinos e depósitos em águas profundas (Nittrouer *et al*., 1986);
- Processos biogênicos, como bioturbação e bio irrigação, promovidos por organismos bentônicos escavadores ou filtradores, que alteram significativamente a estrutura física, química e granulométrica da camada superficial dos sedimentos, afetando a sua estabilidade e mobilidade (Dillenburg; Barboza, 2000).

A interação sinérgica desses processos determina os padrões de transporte sedimentar longitudinal (paralelo à linha de costa) e transversal (do continente em direção ao oceano profundo), os quais controlam a distribuição espacial dos depósitos marinhos e a evolução geomorfológica das plataformas. Como resultado, formam-se diversas feições sedimentares, tais como bancos arenosos, campos de dunas submersas, cordões de areia e deltas submarinos, que atuam como importantes registros da história sedimentar e oceanográfica regional (Komar, 1998; Dillenburg; Barboza, 2000).

3.5.2 Compartimentação da plataforma e regimes sedimentares

A plataforma continental pode ser subdividida em três setores principais com base na sua dinâmica sedimentar, considerando a profundidade e a predominância dos processos hidrodinâmicos:

- Plataforma interna (aproximadamente 0–50 m de profundidade): caracteriza-se por intensa influência da dinâmica costeira, com forte atuação das ondas, correntes litorâneas e marés. Nessa zona, ocorrem processos significativos de ressuspensão e transporte de sedimentos, predominando partículas de granulometria média a fina;

- Plataforma média (cerca de 50–100 m): representa uma zona de transição, onde a influência direta das ondas diminui progressivamente, e as correntes de fundo passam a assumir papel mais relevante na mobilização e redistribuição dos materiais sedimentares;
- Plataforma externa (aproximadamente 100–200 m): ambiente de menor energia hidrodinâmica relativa, onde predominam condições favoráveis à decantação de sedimentos finos, como siltes e argilas, além da deposição de materiais biogênicos, resultantes da atividade de organismos planctônicos e bentônicos (SWIFT et al., 1972).

Além dessa compartimentação vertical, os regimes sedimentares sobre a plataforma continental podem ser classificados de acordo com a forçante hidrodinâmica predominante, sendo tipicamente descritos como sistemas dominados por ondas, marés ou correntes de contorno. Essa tipologia influencia diretamente os padrões de transporte, o tipo de sedimento predominante e as feições geomorfológicas formadas.

3.6 AS VARIAÇÕES DO NÍVEL DO MAR

As variações do nível do mar representam uma mudança no nível médio das águas oceânicas ao longo do tempo, e essas flutuações podem ocorrer em diferentes escalas temporais, desde variações diárias e sazonais até mudanças de longo prazo, como aquelas associadas às alterações climáticas globais. Essas variações são um dos principais fatores que influenciam a dinâmica costeira e os processos morfodinâmicos, como a erosão e o avanço ou retrocesso da linha de costa (IPCC, 2021; Muehe, 2006).

3.6.1 Causas das variações do nível do mar

As variações do nível do mar resultam de uma complexa interação entre fatores naturais e antrópicos, sendo um fenômeno de grande relevância para a compreensão da evolução das zonas costeiras e dos riscos associados à elevação da linha de costa. Essas variações podem ocorrer em diferentes escalas temporais, desde oscilações diárias até mudanças geológicas de longo prazo.

3.6.1.1 Fatores naturais

- Variações orbitais (Ciclos de Milankovitch): Mudanças periódicas na órbita terrestre, incluindo excentricidade, obliquidade e precessão, influenciam a distribuição da radiação solar sobre a Terra, afetando os ciclos glaciais e interglaciais. Essas mudanças controlam a quantidade de gelo armazenado nos polos e, consequentemente, o volume de água nos oceanos (Came, 1998).
- Influência gravitacional (marés astronômicas): A atração gravitacional da Lua e do Sol sobre os oceanos gera as marés, causando variações cíclicas e previsíveis no nível do mar em escalas diárias e mensais. Esses movimentos periódicos são importantes para a dinâmica costeira, ainda que não representem variações permanentes (Pontoni *et al*., 2020).
- Expansão térmica dos oceanos: O aquecimento da água do mar provoca sua dilatação volumétrica, um processo conhecido como expansão térmica. Esse mecanismo tem sido um dos principais responsáveis pela elevação do nível médio do mar nas últimas décadas, associado ao aumento das temperaturas globais (Goldstein *et al*., 2012).
- Degelo de calotas polares e glaciares: Durante períodos interglaciais, o aumento da temperatura leva ao derretimento de geleiras e massas de gelo continentais, resultando no acréscimo de água doce aos oceanos. Esse fenômeno tem se intensificado nas últimas décadas, contribuindo significativamente para a elevação do nível do mar (o'brien, 2020).

3.6.1.2 Fatores antrópicos

- Mudanças climáticas induzidas por atividades humanas: A emissão de gases de efeito estufa (como CO_2, CH_4 e N_2O) provenientes da queima de combustíveis fósseis, desmatamento e uso do solo tem causado o aumento da temperatura média global. Como consequência, há intensificação do degelo polar e da expansão térmica dos oceanos, elevando o nível do mar em escala global (IPCC, 2021).
- Subsistência e subsidência da crosta terrestre: Processos de subsidência (afundamento do solo), decorrentes da extração de recursos subterrâneos como água, petróleo e gás, ou ainda da compactação de sedimentos, podem

causar um aumento relativo do nível do mar em determinadas regiões costeiras, independentemente da elevação absoluta dos oceanos (Petersen *et al*., 2017).

3.6.2 Tipos de Variações do nível do mar

As variações do nível do mar podem ser classificadas em diferentes tipos, com base na escala temporal e nas causas subjacentes:

- Variações diárias e sazonais: Essas flutuações ocorrem devido à ação das marés, que são causadas pela interação gravitacional entre a Terra, a Lua e o Sol. As marés seguem um ciclo regular de aproximadamente 12 horas e 25 minutos, com marés altas e baixas ocorrendo duas vezes ao dia em muitas regiões costeiras (Pontoni *et al.*, 2020).
- Variações de longo prazo: Essas flutuações podem ocorrer ao longo de décadas ou séculos, associadas a fenômenos como o ciclo glacial-interglacial e o aumento do nível do mar devido ao aquecimento global. Essas mudanças podem afetar permanentemente a linha de costa e ter impactos significativos nas zonas costeiras e nos ecossistemas associados (GOLDSTEIN et al., 2012).

3.6.3 Mudanças climáticas e aumento do nível do mar

O aumento do nível do mar devido ao aquecimento global é uma das maiores preocupações para as áreas costeiras, uma vez que resulta do derretimento das calotas polares e da expansão térmica das águas oceânicas. O IPCC estima que o nível do mar pode aumentar entre 0,3 e 1,1 metros até o final do século XXI, dependendo das emissões de gases de efeito estufa (IPCC, 2021).

3.6.3.1 Consequências das Variações do Nível do Mar

O aumento do nível do mar é uma das principais consequências das mudanças climáticas e tem implicações diretas para as zonas costeiras. Entre as consequências mais significativas, destacam-se:

- Inundações costeiras: O aumento do nível do mar pode levar à submersão de áreas costeiras, especialmente as baixas, provocando inundações e a perda de habitat para flora e fauna marinha e terrestre (Muehe, 2006).
- Erosão costeira acelerada: O recuo da linha de costa, frequentemente associado ao aumento do nível do mar, pode intensificar os processos de erosão costeira, comprometendo a estabilidade das praias e as infraestruturas litorâneas (Komar, 1998).
- Impactos socioeconômicos: O avanço do mar pode afetar negativamente as atividades econômicas nas zonas costeiras, como a pesca, o turismo e a agricultura, além de causar danos à infraestrutura urbana e à segurança das populações costeiras (IPCC, 2021).
- Alteração de ecossistemas: O aumento do nível do mar pode inundar ecossistemas costeiros, como manguezais, restingas e dunas, afetando a biodiversidade e a estabilidade desses habitats (Muehe, 2006).

3.7 GESTÃO TERRITORIAL DA ZONA COSTEIRA

A gestão territorial da zona costeira refere-se ao planejamento e à administração do uso e da conservação dos espaços litorâneos, considerando suas características ambientais, socioeconômicas e culturais. Este campo interdisciplinar envolve práticas de ordenamento territorial que visam equilibrar o desenvolvimento urbano, as atividades econômicas e a preservação ambiental nas áreas costeiras. O processo de gestão costeira busca garantir a sustentabilidade dessas zonas, que são extremamente vulneráveis às pressões urbanas, industriais, turísticas e ambientais (Morin, 2017; Muehe, 2006).

3.7.1 Características da Zona Costeira

A zona costeira, localizada entre a linha de costa e o limite da plataforma continental, é um espaço de transição entre os ambientes marinho e terrestre. Essas áreas são caracterizadas por uma grande diversidade ecológica e socioeconômica, além de desempenharem papel essencial no equilíbrio ambiental e no desenvolvimento humano (IPCC, 2021). No entanto, são também zonas altamente vulneráveis a processos de degradação, como a erosão costeira, a poluição e a urbanização desenfreada (Pereira *et al*., 2005).

A gestão da zona costeira deve lidar com desafios como a intensificação da ocupação urbana, a pressão das atividades pesqueiras e turísticas, e os impactos de fenômenos naturais como o aumento do nível do mar. Além disso, os processos de mudanças climáticas e os impactos de eventos climáticos extremos, como furacões e tempestades, são fatores que também devem ser considerados para garantir a resiliência dessas regiões (Goldstein *et al*., 2012).

3.7.1.1 Objetivos da Gestão Costeira

O principal objetivo da gestão territorial da zona costeira é promover um desenvolvimento sustentável, equilibrando as necessidades de preservação ambiental e de uso econômico dos recursos naturais. Entre as metas da gestão costeira, destacam-se:

- Proteção dos ecossistemas costeiros: Preservar áreas sensíveis como manguezais, restingas, dunas e recifes de corais, que desempenham papéis fundamentais na proteção da linha de costa, na manutenção da biodiversidade e na mitigação dos efeitos das mudanças climáticas (Muehe, 2006).
- Desenvolvimento urbano ordenado: Evitar a ocupação desordenada das zonas costeiras, que pode resultar em impactos negativos, como a erosão acelerada, a poluição e o comprometimento de recursos naturais (Morin, 2017).
- Uso sustentável dos recursos: Promover atividades econômicas como a pesca, o turismo e a extração de recursos naturais de maneira que não comprometam a capacidade de regeneração dos ecossistemas costeiros (Muehe, 2006).
- Resiliência e adaptação às mudanças climáticas: Implementar estratégias para mitigar os impactos do aumento do nível do mar, eventos climáticos extremos e outros fenômenos relacionados às mudanças climáticas, protegendo as infraestruturas e as populações vulneráveis (IPCC, 2021).
- Participação social: Garantir a participação ativa da comunidade local no processo de gestão, promovendo o engajamento dos moradores, pescadores, empresários e outros atores sociais nas decisões sobre o uso da terra e dos recursos (Bolletino *et al*., 2020).

3.7.1.2 Instrumentos e estratégias de gestão

A gestão da zona costeira é um processo complexo, que envolve uma série de instrumentos e estratégias, como o planejamento urbano, a regulamentação ambiental, a educação ambiental e a implementação de políticas públicas. Entre os principais instrumentos de gestão, destacam-se:

- Planejamento integrado da zona costeira: Trata-se de uma abordagem que envolve a análise conjunta de aspectos ambientais, sociais e econômicos, com o objetivo de promover um uso equilibrado e sustentável do território. O planejamento deve ser dinâmico, adaptando-se às mudanças nas condições ambientais e sociais ao longo do tempo (Pereira *et al*., 2005).
- Zoneamento ecológico-econômico (ZEE): O ZEE é uma ferramenta de planejamento que permite a divisão do território em áreas com diferentes usos permitidos, de acordo com suas características ecológicas e sua capacidade de suportar atividades humanas sem comprometer a sustentabilidade ambiental (Santos *et al*., 2018).
- Instrumentos legais e normativos: A legislação ambiental e urbanística desempenha um papel fundamental na gestão costeira, estabelecendo normas para a ocupação do solo, a proteção dos ecossistemas e o controle da poluição. No Brasil, a Política Nacional de Gestão Costeira (Lei nº 7.661/1988) é um exemplo de marco legal que orienta a gestão das áreas costeiras (Pereira *et al*., 2005).
- Monitoramento e avaliação ambiental: A implementação de sistemas de monitoramento ambiental é essencial para acompanhar os impactos das atividades humanas e naturais na zona costeira. Esse monitoramento pode incluir a análise da qualidade da água, a vegetação costeira, a erosão das praias e os processos de sedimentação (Muehe, 2006).

3.7.1.3 Desafios e perspectivas

A gestão territorial da zona costeira enfrenta uma série de desafios, como a falta de integração entre as políticas ambientais e urbanísticas, a escassez de recursos financeiros para implementar as estratégias necessárias e a dificuldade de adaptação às mudanças climáticas. A gestão costeira também deve lidar com a pressão de setores econômicos como a agricultura, a indústria e o turismo, que

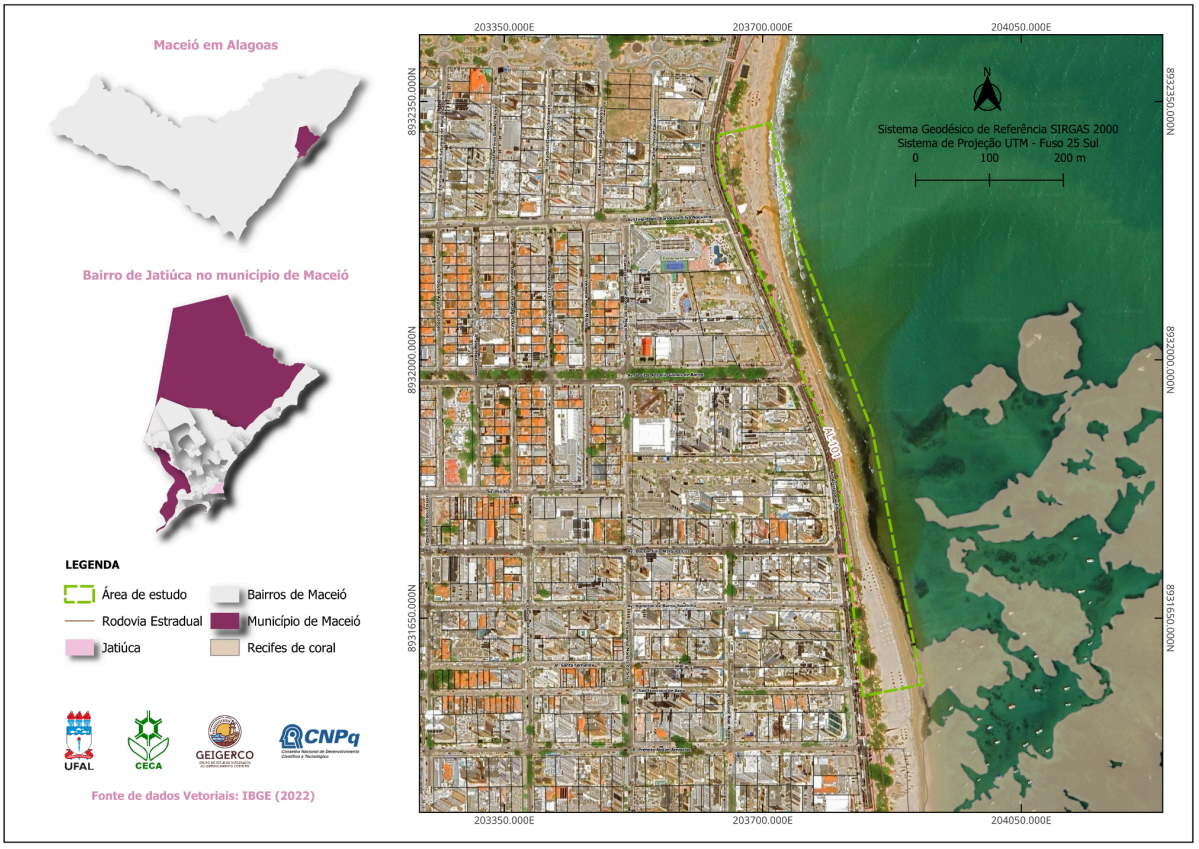
muitas vezes não consideram os impactos ambientais de suas atividades (Morin, 2017).

No entanto, a crescente conscientização sobre a importância da sustentabilidade e a valorização dos ecossistemas costeiros têm levado a uma maior participação social e a uma maior colaboração entre governos, sociedade civil e setor privado para a implementação de políticas públicas eficientes. A implementação de planos de adaptação às mudanças climáticas e a criação de áreas protegidas, como parques e reservas marinhas, também são estratégias promissoras para a conservação das zonas costeiras (IPCC, 2021).

4. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo localiza-se na porção central do litoral do município de Maceió, Alagoas, e compreende a zona costeira entre as praias de Ponta Verde (ao sul) e Jatiúca (ao norte). Transversalmente, é delimitada pela Avenida Álvaro Otacílio e pelo Oceano Atlântico, e longitudinalmente possui aproximadamente 700 metros de extensão. As coordenadas geográficas que delimitam a área estão no quadrante envolvente de latitude 9°38'55.74"S e longitude 35°42'0.91"O, e latitude 9°39'18.62"S e longitude 35°41'54.96"O, inseridas no Sistema Geodésico de Referência SIRGAS 2000 (Figura 1).

Figura 1 - Mapa de localização da área de estudo, abrangendo um trecho da praia de Jatiúca, Maceió-AL, com extensão aproximada de 700 metros.



Fonte: Autora (2025)

4.1 PROBLEMÁTICAS

A erosão costeira na região estudada tem sido um problema recorrente ao longo dos anos. Diversas medidas foram adotadas para minimizar ou solucionar as questões causadas por esse fenômeno.

Nas últimas décadas, a região tem sido intensamente afetada por processos erosivos. Estudos apontam para o agravamento da erosão costeira a partir de 2020, o que motivou a adoção de obras emergenciais de contenção, como a construção de muros de concreto ao longo da orla (Silva *et al*., 2023).

No ano de 2022 foram implantados *big bags* como uma solução emergencial amplamente utilizada em projetos de contenção costeira para controlar a erosão. Os *big bags* são uma alternativa prática e de rápida implementação para situações temporárias. Esses grandes sacos de areia foram posicionados em pontos vulneráveis como medida provisória para conter o avanço do mar e, assim, minimizar os impactos da erosão costeira (Figura 2)

Figura 2 - Grandes sacos de areia (*big bags*) em trecho da orla de Jatiúca.



Fonte: Edilson Omena - Tribuna independente (2022)

Após constatar que a utilização dos grandes sacos de areia não era suficiente para conter a erosão costeira da região, optou-se, ainda no ano de 2022, pela instalação de blocos de concreto pré-moldados. Esses blocos atuam como dissipadores de energia das ondas, formando uma espécie de escada de contenção para impedir o avanço do mar através da erosão costeira.

Esse tipo de estrutura é conhecido como sistema *BetonBloc*, uma tecnologia de contenção marítima de origem holandesa. Essa estrutura consiste na construção de um muro formado por blocos de concreto sem armadura, que se encaixam perfeitamente. Segundo Amorim *et al.* (2023), essa configuração é suficiente para conter a energia do mar, dissipando-a no próprio corpo da contenção.

4.2 ASPECTOS FÍSICOS

4.2.1 Clima

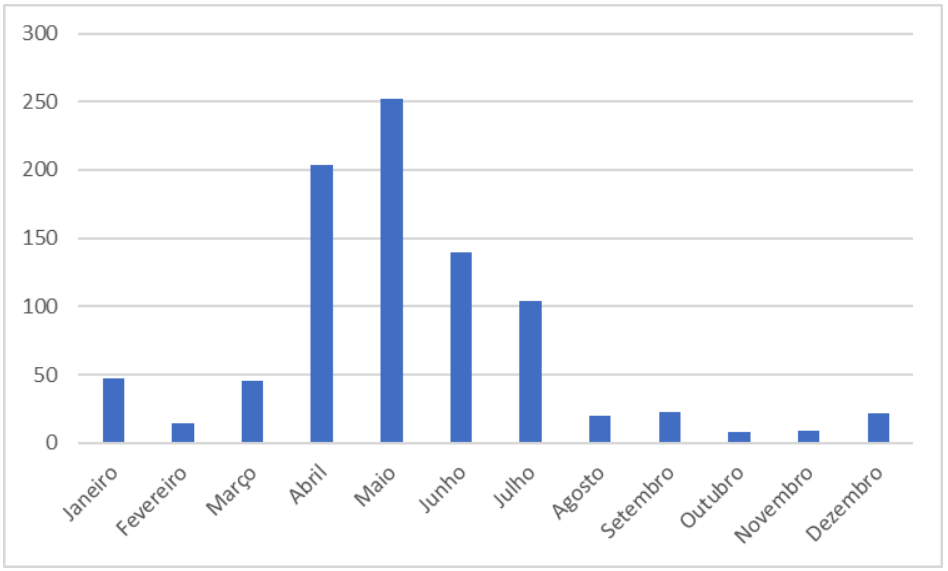
O território do Estado de Alagoas está subdividido em duas áreas de climas distintos sendo identificadas, segundo a classificação de KOPPEN, como Tropical Chuvoso (AMs') e Tropical (As'). O clima tipo AMs', está compreendido na região localizada entre o limite norte do Estado e as imediações ao sul de Maceió, com período seco no verão e com temperaturas variando entre 23° a 28°C.

O segundo clima, tipo As', é encontrado entre o sul de Maceió e o extremo sul do Estado, apresentando chuvas de inverno, verão seco e temperaturas de 20° a 25°C, tendo temperaturas mais frias inferiores a 18°C, e encontrado na área entre o sul da cidade de Maceió e o extremo sul da área (Araújo *et al*, 2006).

Com base na descrição climática apresentada, a área de estudo encontra-se em uma região de clima do tipo As'. Essa classificação indica uma estação seca que ocorre entre a primavera e o verão, acompanhada de chuvas e trovoadas ocasionais provenientes do Norte e Noroeste, e, em algumas ocasiões, do Nordeste. De acordo com Araújo *et al.* (2006), na região costeira, as chuvas são mais frequentes entre os meses de abril e junho, período em que predominam ventos vindos do Sudeste. Nos demais meses do ano, os ventos predominantes sopram de Leste-Nordeste.

Para determinar as precipitações médias anuais, foram analisados dados históricos da estação pluviométrica de Cruz das Almas, disponibilizados pelo Sistema de Informações de Recursos Hídricos de Alagoas (SIRH), referentes ao período de 2023 a 2024. Os resultados indicaram que a maior parte das precipitações anuais ocorre nos meses de abril, maio e junho, com destaque para o mês de maio, que registrou o maior índice pluviométrico no período analisado. Esse padrão caracteriza esses meses como pertencentes ao período chuvoso desse período (Figura 4).

Figura 3 - Precipitação média anual no Município de Maceió entre os anos de 2023 e 2024.



Fonte: SIRH (2025)

4.2.2 Oceanografia

4.2.2.1 Regime de marés

A amplitude das marés, definida como a diferença de nível entre a preamar e a baixamar, exerce uma influência significativa na modelagem da linha de costa, especialmente em função das velocidades das correntes geradas. Essas correntes de maré desempenham um papel essencial no transporte de sedimentos costeiros, sendo particularmente relevantes em regiões onde a variação da maré é expressiva (Tessler e Goya, 2005).

No estado de Alagoas, o monitoramento das marés é realizado por meio de uma única estação maregráfica, sob responsabilidade da Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN), órgão vinculado à Marinha do Brasil. Essa estação está localizada no Porto de Maceió, desempenhando um papel fundamental no acompanhamento das dinâmicas costeiras (Almeida, 2018).

Conforme Almeida (2018), as marés na região apresentam características de micro e mesomarés semidiurnas, com amplitudes e períodos que resultam na ocorrência de duas preamares e duas baixa-mares ao longo de um ciclo de um dia lunar (24 horas e 50 minutos). Araújo *et al.* (2005) destacam que esse regime de

marés pode ocasionar a ruptura dos cordões litorâneos durante a estação chuvosa, devido ao intenso aporte fluvial, evidenciando a complexa interação entre processos oceanográficos e fluviais no litoral alagoano.

4.2.2.2 Ventos

A circulação atmosférica é um fator determinante na dinâmica costeira, influenciando diretamente os processos de circulação das águas e dispersão de sedimentos. Os ventos atuam como principal agente na geração de correntes e ondas, além de desempenharem papel relevante no transporte horizontal de calor latente e sensível. A convergência dos ventos nos níveis mais baixos da atmosfera também favorece movimentos ascendentes, contribuindo para a formação de precipitação sobre determinadas regiões (Bernardo; Molion, 2000).

Na orla de Maceió, a circulação dos ventos é fortemente influenciada pelos ventos alísios de leste, com variação sazonal bem definida. No período entre os meses de abril a agosto, os ventos predominantes provêm dos quadrantes Sudeste (SE) a Sul (S), enquanto no intervalo entre setembro e março, observa-se predominância de ventos oriundos dos setores Leste (E) a Nordeste (NE). Em ambos os períodos, os ventos apresentam orientação convergente em relação à linha de costa (Santos, 2004), o que influencia diretamente os padrões hidrodinâmicos e morfodinâmicos da região.

De acordo com dados do Danish Hydraulic Institute (1974), os ventos na costa nordeste do Brasil apresentam, em geral, baixa intensidade, especialmente entre abril e junho, quando as velocidades raramente ultrapassam 5 m/s. No entanto, entre os meses de outubro e dezembro, são observadas velocidades superiores a 10 m/s, com registros acima de 15 m/s em novembro. As direções mais constantes concentram-se entre os azimutes de 70° e 100°, correspondendo à faixa leste predominante.

Essas características indicam que os ventos exercem influência significativa sobre os processos costeiros da orla de Maceió, afetando diretamente a formação de ondas, o transporte sedimentar ao longo da costa e os padrões de erosão e deposição observados na área de estudo.

4.2.2.3 Sistema de correntes

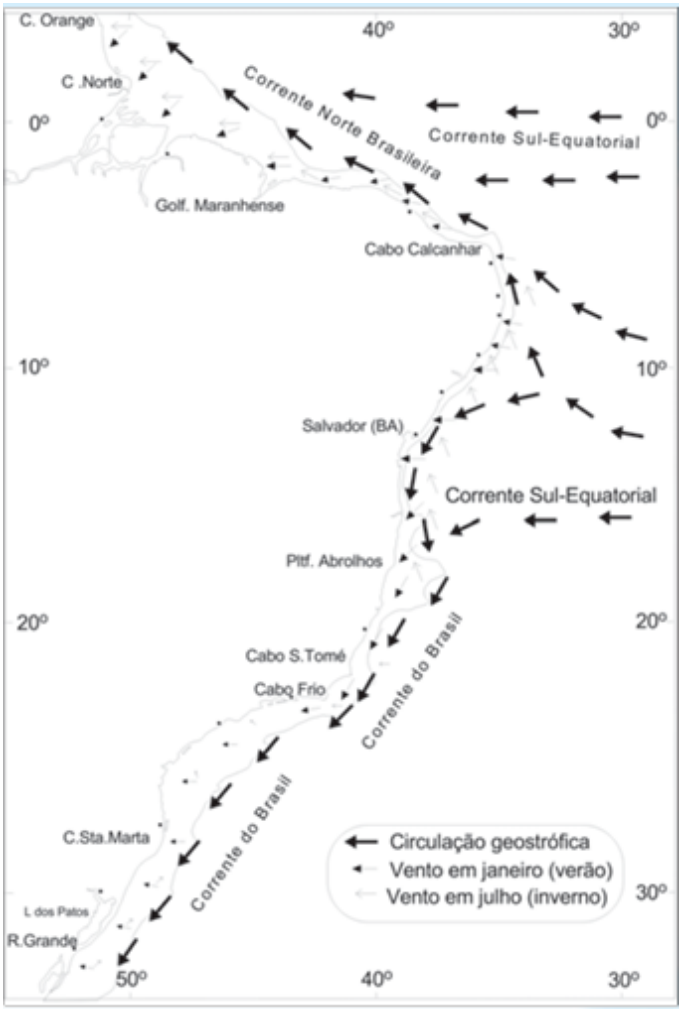
A dinâmica das correntes marinhas na orla da praia de Jatiúca, em Maceió-AL, é condicionada por uma complexa interação entre fatores como ação das marés, ventos predominantes e a morfologia costeira. Tais elementos influenciam diretamente os padrões de circulação e o transporte de sedimentos, afetando significativamente os processos morfodinâmicos ao longo da zona costeira.

Segundo o Plano de Área do Porto de Maceió (2023), as correntes próximas à costa apresentam variações sazonais distintas. Durante o período de abril a agosto, predominam fluxos com direção nordeste (NE), enquanto nos meses restantes do ano observa-se uma inversão, com predomínio de correntes direcionadas ao sudoeste (SW). Já em águas mais afastadas da costa, a corrente ao largo apresenta comportamento mais estável, mantendo direção constante para sudoeste ao longo de todo o ano.

A intensidade das correntes também varia de acordo com a estação e a posição relativa à costa. Em ambientes internos e abrigados, como a bacia de evolução e os píeres do porto, as velocidades são geralmente reduzidas, com valores próximos de zero na maior parte do ano. No entanto, durante o inverno, observa-se aumento na intensidade das correntes, sobretudo nas regiões externas às estruturas portuárias, o que pode contribuir para o transporte de sedimentos em direção à linha de costa (Porto de Maceió, 2023).

Além das influências locais, o sistema de correntes da orla de Jatiúca é impactado por grandes correntes oceânicas de escala regional, como a Corrente do Brasil, que se desloca para sudoeste paralelamente à costa leste brasileira, e a Corrente Norte do Brasil, que flui em direção ao noroeste ao longo da margem continental do país (Figura 5). Esta última é formada a partir da confluência dos ramos sul e central da Corrente Sul Equatorial, ao sul da latitude 10°30’S, contribuindo significativamente para o regime de circulação na plataforma continental (Gaiger *et al*., 2020).

Figura 4 - Representação simplificada da circulação oceânica e direção do vento na plataforma continental brasileira, segundo Peterson & Stramma (1991) e Castro & Belmiro (1996).



Fonte: Gaiger *et al.* (2020)

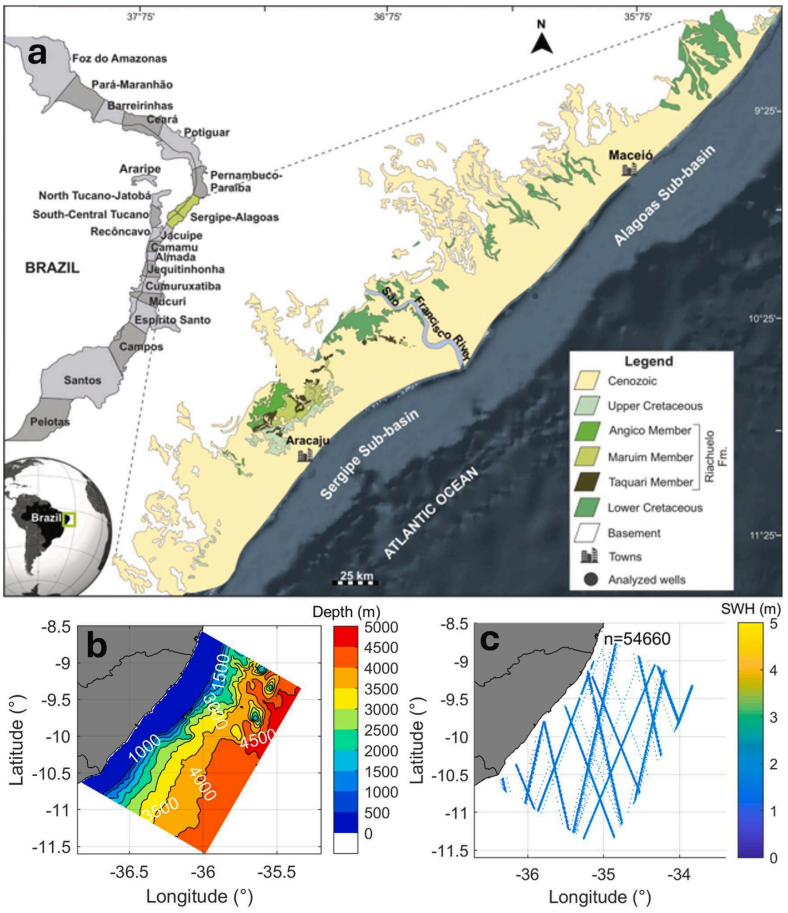
4.2.2.4 Clima de ondas

A caracterização do clima de ondas é um aspecto essencial para o entendimento da dinâmica sedimentar e morfodinâmica das zonas costeiras. Em ambientes litorâneos urbanizados como a praia de Jatiúca, o regime de ondas influencia diretamente processos como a erosão costeira, a movimentação de sedimentos e o desempenho de estruturas de contenção.

De acordo com Silva *et al.* (2024), que desenvolveram um modelo espectral de ondas para a costa de Alagoas, a região apresenta um regime de ondas predominantemente de Sudeste (SE) e Sul (S), com alturas significativas médias variando entre 0,8 e 1,5 metros e períodos de pico entre 7 e 12 segundos (Figura 6).

No verão, ocorrem ondas mais regulares e com menor energia, enquanto no inverno as ondas tendem a apresentar maior altura e intensidade, refletindo a influência de sistemas atmosféricos extratropicais que afetam o litoral nordestino.

Figura 5 - Modelo espectral de ondas para a costa de Alagoas.



Fonte: Silva *et al.* (2024)

Dados observacionais mais específicos indicam que, na capital alagoana, as ondas mais comuns são aquelas com altura significativa inferior a 1 metro e períodos de até 9 segundos. Segundo Oliveira e Kjerfver (1993), essas ondas chegam geralmente pela normal da costa, entre 120° e 140° em graus verdadeiros. Ondas mais altas, por sua vez, tendem a se aproximar obliquamente, provenientes da direção de 170°T (170° em relação ao norte verdadeiro - *True North*). Esse padrão de incidência das ondas favorece o transporte litorâneo de sedimentos ao longo da costa e influencia o balanço sedimentar da praia de Jatiúca.

Além disso, previsões de ondas obtidas através do modelo WaveWatch III, e disponibilizadas pela plataforma *online* Surfguru (2025), apontam que, em condições

médias, a altura das ondas na praia de Jatiúca varia entre 0,4 e 0,6 metros, com períodos entre 7 e 12 segundos. As direções predominantes coincidem com os dados históricos, confirmando o padrão oblíquo de aproximação das ondas. Tais informações são complementadas por dados do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC), que fornece monitoramento contínuo das condições oceânicas em todo o litoral brasileiro.

4.1.3 Hidrografia

A hidrografia da orla da Praia de Jatiúca está inserida em um contexto urbano e ambiental complexo, diretamente influenciado pela ocupação desordenada e pela infraestrutura de drenagem urbana. A região pertence à Região Hidrográfica do Pratagy, mais especificamente ao conjunto de bacias metropolitanas de Maceió, que inclui os riachos Reginaldo, Águas Férreas, Guaxuma, Garça Torta, Riacho Doce e Jacarecica. Essas bacias apresentam alto grau de urbanização, com expressiva impermeabilização do solo, o que intensifica o escoamento superficial e contribui para a ocorrência de inundações e o transporte de poluentes para a zona costeira (Maceió, 2016).

O relevo da área é predominantemente plano, com talvegues que conectam áreas mais elevadas do planalto ao oceano, facilitando o escoamento rápido das águas pluviais, especialmente durante eventos chuvosos intensos. Esse comportamento favorece a erosão dos sedimentos e o acúmulo de material transportado nas áreas mais baixas da faixa litorânea (Galindo *et al*., 2006).

A infraestrutura de drenagem urbana da Jatiúca é composta por canais abertos, galerias pluviais e bocas de lobo. No entanto, grande parte desse sistema encontra-se comprometida por obstruções, subdimensionamento e falta de manutenção adequada. Em resposta a essas deficiências, estão em implantação estações elevatórias que têm como objetivo captar o escoamento superficial contaminado com esgoto doméstico e direcioná-lo ao Riacho Gulandim, impedindo que esses efluentes cheguem diretamente ao mar (Maceió, 2016).

Mesmo com essas iniciativas, a região ainda sofre com a recorrente formação das chamadas “línguas sujas”, especialmente em períodos chuvosos. Esse fenômeno consiste em faixas escuras de água poluída visíveis na zona de arrebentação da praia, resultado da descarga de águas pluviais misturadas com esgoto doméstico. As línguas sujas comprometem a balneabilidade da praia e

representam riscos à saúde pública e ao turismo local. Segundo dados do Plano Municipal de Saneamento, cerca de 78% dos registros indicam condições próprias para banho em períodos de estiagem, mas essa qualidade se deteriora com rapidez após chuvas.

Além dos impactos sanitários, as línguas sujas também interferem diretamente na morfodinâmica da praia. O aporte irregular e concentrado de sedimentos e resíduos orgânicos transportados pelas drenagens urbanas pode alterar o perfil da praia, criando feições erosivas ou de deposição anômalas. A ação contínua dessas descargas provoca mudanças nos padrões de redistribuição sedimentar, podendo comprometer a estabilidade da linha de costa. Além disso, a introdução de poluentes e matéria orgânica afeta a biota bentônica e os processos ecológicos naturais que contribuem para a manutenção da morfologia costeira, como a fixação de sedimentos por organismos (bioconstrução). Assim, a ocorrência frequente dessas línguas modifica os processos naturais de transporte e acomodação dos sedimentos, o que pode agravar quadros de erosão costeira e prejudicar a recuperação natural da praia após eventos extremos.

Também são registrados alagamentos em pontos críticos da orla, como nas avenidas Júlio Marques Luz e Amélia Rosa, onde o sistema de drenagem é insuficiente frente ao volume de águas pluviais e à maré elevada.

4.1.4 Aspectos geológicos e geomorfológicos

4.1.4.1 Aspectos geológicos

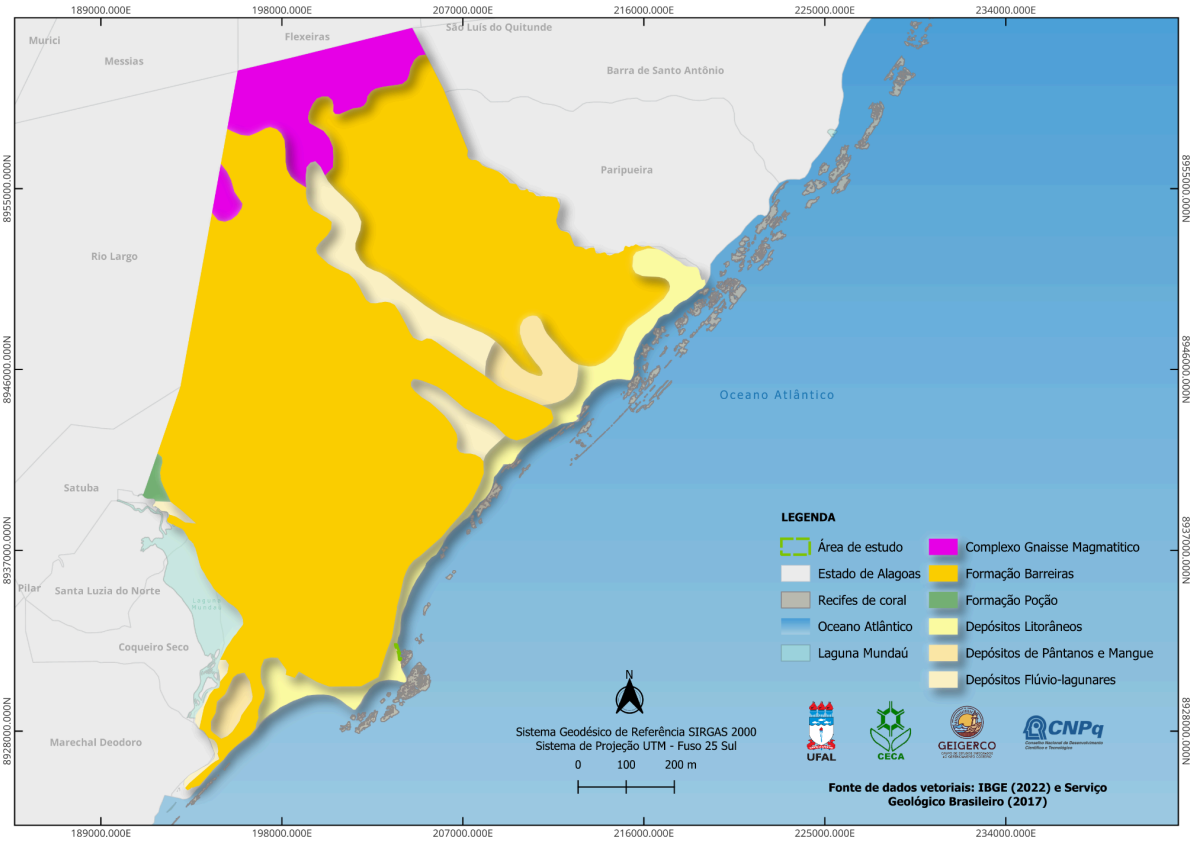
A área de estudo está localizada na Bacia Sedimentar de Alagoas, que faz parte da Bacia Sedimentar Sergipe-Alagoas. Essa bacia inclui unidades geológicas compostas por sedimentos neógenos da Formação Barreiras e sedimentos quaternários associados à planície costeira. Geologicamente, a bacia está inserida na Província Borborema e é delimitada ao sul pelo Cráton do São Francisco, por meio do sistema de falhas Vaza Barris, e ao norte pelas rochas graníticas proterozóicas do Batólito Alagoas-Pernambuco. A separação entre as sub-bacias de Sergipe e Alagoas é representada pelo Alto Estrutural de Japoatã-Penedo (Oliveira *et al*., 2012).

A evolução geológica da área de estudo está relacionada à formação da planície costeira durante o Terciário, influenciada por variações climáticas, e ao

Quaternário, caracterizado por flutuações do nível do mar. Essas oscilações causaram a migração da linha de costa e moldaram as feições geomorfológicas da região, conforme descrito no modelo de Suguio & Martin (1978) e corroborado por datações C-14 realizadas por Barbosa (1985).

A geologia do município de Maceió-AL é dominada pela Formação Barreiras, composta por sedimentos siliciclásticos de origem continental, e por depósitos litorâneos do Quaternário, resultantes de processos deposicionais marinhos e fluviais. Esses depósitos são formados principalmente por areias quartzosas, siltes e argilas, refletindo a dinâmica sedimentar da área. Segundo o Serviço Geológico do Brasil, essas unidades geológicas desempenham um papel fundamental na configuração morfológica da orla e na resposta da praia às variações hidrodinâmicas e climáticas (Figura 7).

Figura 6 - Mapa geológico de Maceió-AL**.**



Fonte: Adaptado de Serviço Geológico Brasileiro (2025)

A planície costeira quaternária é formada por depósitos recentes, entre os quais se destacam os terraços marinhos pleistocênicos e holocênicos, depósitos

flúvio-lagunares, recifes de arenito (*beach rocks*), recifes de coral e algas, dunas, manguezais e sedimentos arenosos de praia. Os terraços antigos representam paleoníveis marinhos, compostos por sedimentos arenosos de coloração creme e granulometria média a grossa, com cimento húmico em sua base (Santos, 2004).

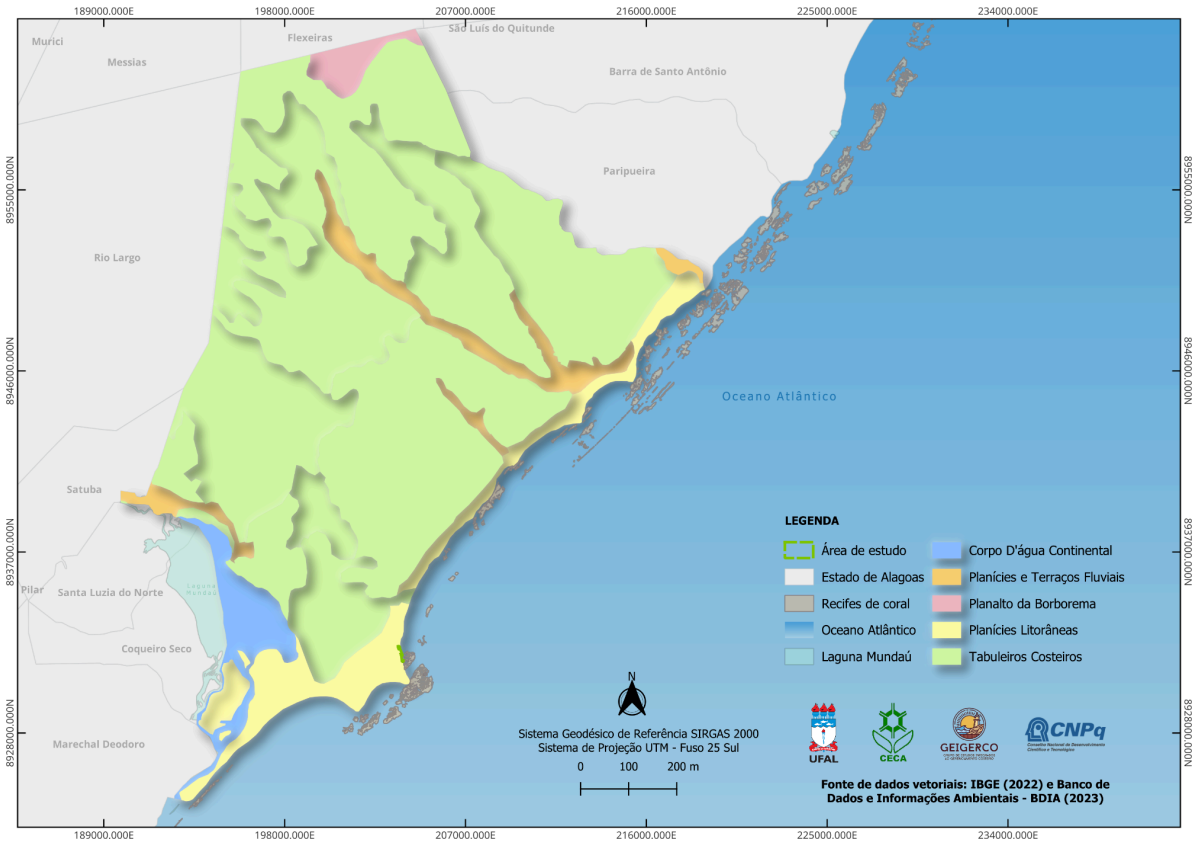
Recifes de arenito e de origem biogênica (corais e algas calcárias) também fazem parte da paisagem geológica litorânea, atuando na dissipação da energia das ondas e influenciando a sedimentação costeira. Esses recifes podem ser encontrados submersos ou expostos ao longo da costa de Maceió, com destaque para as áreas da Pajuçara, Ponta Verde, Jatiúca e Cruz das Almas (Santos, 2004).

A formação e a configuração atual da planície costeira resultam de eventos transgressivos e regressivos ocorridos ao longo do Quaternário, associados a oscilações climáticas e movimentos tectônicos. Esses processos deram origem a feições como falésias, cordões litorâneos, leques aluviais e sistemas lagunares (Santos, 2004).

4.1.4.2 Aspectos geomorfológicos

A cidade de Maceió, capital do estado de Alagoas, localiza-se na faixa costeira oriental do Nordeste brasileiro e apresenta um relevo diversificado resultante da atuação de diferentes processos geomorfológicos ao longo do tempo geológico. No contexto regional, destacam-se: tabuleiros costeiros, planaltos da Borborema, planícies e terraços fluviais, corpos d’água continentais e planícies litorâneas. Este último constitui o foco deste estudo, por abranger a área da praia de Jatiúca, localizada em um trecho da planície costeira de Maceió (Figura 8).

Figura 7 - Mapa geomorfológico da cidade de Maceió-AL.



Fonte: Adaptado de Serviço Geológico Brasileiro (2025)

As planícies litorâneas são feições sedimentares de origem quaternária, formadas por processos deposicionais resultantes da interação entre agentes marinhos e fluviais. Essas áreas, com altitudes geralmente inferiores a 10 metros, são compostas por sedimentos arenosos, argilosos e orgânicos, distribuídos em diversas formas geomorfológicas, como praias, dunas, manguezais, restingas e áreas alagadiças. Caracterizam-se por sua alta dinamicidade, estando sujeitas a processos contínuos de erosão, deposição e migração sedimentar. Fatores oceanográficos, como marés, ondas e correntes costeiras, desempenham um papel fundamental na modelagem desses ambientes (Santos, 2004; Lacerda *et al*., 1984).

Do ponto de vista geomorfológico, a área de estudo está inserida em um ambiente costeiro marcado por feições naturais dinâmicas e por alterações significativas resultantes da ação antrópica. A planície costeira que abriga o bairro da Jatiúca é composta, em sua maior parte, por cordões litorâneos formados pela deposição sedimentar ao longo de milhares de anos, os quais serviram de base para

o crescimento urbano de diversos bairros da orla, como Pajuçara, Ponta Verde, Jatiúca e Cruz das Almas (Andrade; Dantas; Medeiros, 2005).

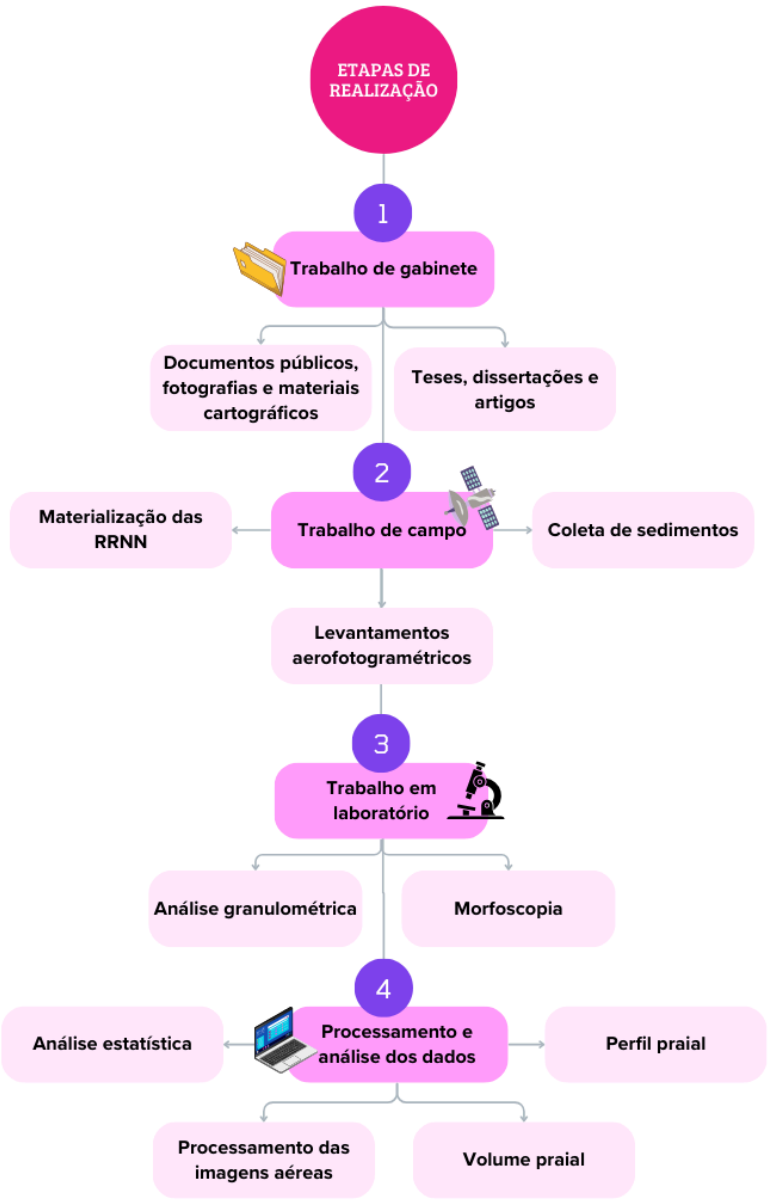
Registros cartográficos e fotografias aéreas históricas, como as de 1955, revelam uma configuração da linha de costa distinta da atual, evidenciando a progressiva modificação da paisagem litorânea ao longo do tempo (Andrade; Dantas; Medeiros, 2005). Além disso, é marcante a presença de recifes costeiros, notadamente de arenito de praia (*beachrocks*) e recifes de coral, os quais desempenham um papel importante na dissipação da energia das ondas e na proteção da linha de costa contra a erosão marinha.

O uso e ocupação do solo, com elevado adensamento urbano nas proximidades da linha de costa, tem contribuído significativamente para a alteração da morfodinâmica praial, fragilizando os mecanismos naturais de proteção costeira. A área é caracterizada pela predominância de Neossolos Quartzarênicos, solos arenosos, pouco coesos, de baixa fertilidade e altamente suscetíveis à erosão, típicos de ambientes sedimentares recentes (Embrapa, 2005).

5. METODOLOGIA

A estratégia metodológica para o entendimento morfodinâmico da praia de Jatiúca em Maceió-AL partiu da definição de uma caracterização da área de estudo e de um levantamento de informações coletadas durante a pesquisa, nas quais foram subdivididas em trabalho de gabinete, campo e laboratório, a fim de organizar e demonstrar com maior clareza as etapas desenvolvidas (Figura 9).

Figura 8 - Fluxograma metodológico.



Fonte: Autora (2025)

Com o objetivo de detalhar a análise das características morfodinâmicas locais, a área de estudo foi segmentada em duas zonas distintas, delimitadas por coordenadas geográficas. A Zona 1 está compreendida entre as coordenadas 9°38'55.74"S e 35°42'0.91"O até 9°39'8.34"S e 35°41'56.03"O, enquanto a Zona 2 se estende de 9°39'8.34"S e 35°41'56.03"O até 9°39'18.62"S e 35°41'54.96"O. Essa subdivisão espacial permitiu uma avaliação mais precisa dos processos atuantes nos diferentes setores da praia, facilitando a identificação de variações espaciais e temporais ao longo do período analisado (Figura 10).

Figura 9 - Zonas de estudo.



Fonte: Autora (2025)

5.1 TRABALHO DE GABINETE

Inicialmente, foram coletadas informações a partir de fontes primárias, como documentos públicos e privados, fotografias, materiais cartográficos, entre outros. Além disso, foram consultadas fontes secundárias, incluindo teses, dissertações, artigos, revistas e jornais, que fornecessem informações pertinentes ao tema. Em seguida, essas informações foram utilizadas para a construção das bases

conceituais que orientaram os procedimentos metodológicos desenvolvidos ao longo deste trabalho.

Após a coleta, as informações foram analisadas criticamente, sendo comparadas e cruzadas para verificar a consistência e a abrangência dos dados. Esse levantamento serviu como base para a construção das bases conceituais, que orientaram os procedimentos metodológicos adotados ao longo do trabalho.

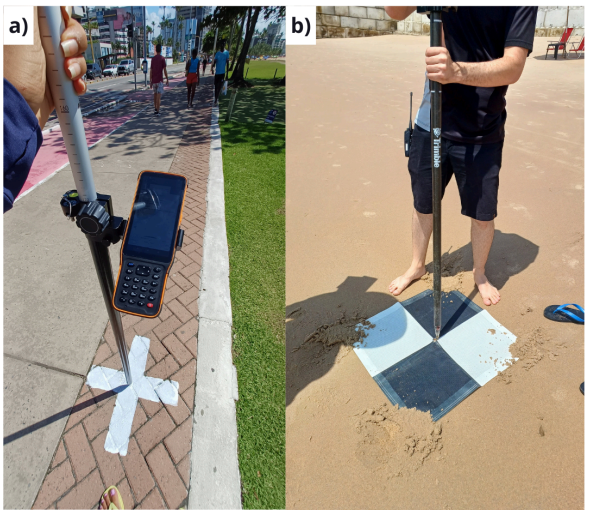
5.2 TRABALHO DE CAMPO

As atividades realizadas durante os trabalhos de campo consistiram na materialização das Referências de Nível (RRNN), que são pontos de referência geodésicos com altitude vinculadas a uma ou mais superfícies de referência.

A materialização de pinos de centragem forçada consistiu na identificação e a marcação física desses em solo através de pontos de controle. Esses pontos servem como base para a execução de levantamentos aerofotogramétricos, possibilitando a modelagem precisa da superfície terrestre e a integração de dados espaciais. Para tanto, os pontos de controle foram materializados em superfícies físicas, como calçadões, meios-fios e na própria estrutura de contenção, totalizando oito pontos fixos (Figura 11a).

Em adição aos pontos fixos, foram utilizados pontos de controle removíveis posicionados sobre a areia da praia, que também desempenharam um papel crucial na precisão dos levantamentos aerofotogramétricos (Figura 11b). Ao todo, dez pontos removíveis foram colocados ao longo da extensão longitudinal da praia na área delimitada.

Figura 10 - Pontos de controle utilizados no levantamento: a) pontos fixos; b) pontos removíveis.



Fonte: Autora (2025)

Além disso, uma estação base com um receptor GNSS foi instalada em um ponto com coordenadas e altitudes conhecidas, referenciadas ao Sistema Geodésico de Referência SIRGAS 2000.

Após a configuração da estação base, as coordenadas das RRNN foram coletadas utilizando um receptor móvel GNSS (rover), através do método de posicionamento cinemático em tempo real denominado RTK (Real Time Kinematic).

No contexto da coleta de coordenadas geodésicas em áreas costeiras, como praias, o método RTK demonstrou ser uma ferramenta vantajosa por permitir medições rápidas, precisas e com georreferenciamento em tempo real, mesmo nas regiões com variações topográficas sutis, como é o caso da face praial da área de estudo.

5.2.1 Levantamento aerofotogramétrico

Na sequência, foi realizado o levantamento aerofotogramétrico da área de estudo, dividido em duas zonas (Zona 1 e Zona 2), a fim de organizar e otimizar o processo de coleta de dados. Ao longo de um ano, foram realizadas seis sessões de voo, com uma frequência bimestral, totalizando um conjunto consistente de dados espaciais para análise.

As missões foram conduzidas utilizando a aeronave Phantom 4 *Advanced*. Desenvolvido pela DJI, é um veículo aéreo não tripulado (VANT) amplamente

utilizado em aerolevantamentos de áreas urbanas, rurais e costeiras devido à sua precisão, estabilidade e facilidade de operação (DJI, 2020).

O planejamento dos voos foi elaborado por meio da plataforma online e gratuita DroneDeploy®, por permitir a definição de rotas automatizadas. Durante o planejamento, foram considerados parâmetros técnicos fundamentais, como a altitude de voo de 60 metros. A altitude foi definida com base nas ocorrências de feições restritivas, como edificações e antenas de telefonia móvel. Os níveis de sobreposição longitudinal e lateral das imagens foram de 80 % e 80 %. O nível de sobreposição foi definido levando em consideração o número de baterias e tempo de voo.

Esses cuidados foram importantes para assegurar a redução dos erros, permitindo a geração de ortomosaicos e modelos digitais do terreno (MDT). Além disso, tais medidas contribuíram para a segurança das operações aéreas e para a integridade dos resultados obtidos.

5.2.2 Extração de sedimentos

A caracterização sedimentológica é essencial para compreender o balanço sedimentar em ambientes costeiros, pois permite analisar as propriedades físicas dos sedimentos e seus padrões de distribuição espacial e temporal. O balanço sedimentar consiste na quantificação das entradas, saídas e redistribuições de sedimentos em determinada área, sendo uma ferramenta importante para entender os processos de transporte, deposição e erosão ao longo do tempo. A compreensão desses aspectos é fundamental para o diagnóstico da dinâmica costeira e para o planejamento ambiental (Félix, 2020).

Para isso, foram realizadas seis coletas de sedimentos ao longo de um ano, com extrações pontuais e repetidas nos mesmos locais dentro da área de estudo. Os pontos amostrais foram definidos com base em coordenadas geodésicas, totalizando três pontos de amostragem (Figura 12).

Figura 11 - Localização dos pontos de extração de sedimentos.



Fonte: Autora (2025)

As coletas ocorreram nas seguintes datas: 1ª coleta em 16/09/2023 (inverno), 2ª em 13/11/2023 (primavera), 3ª em 12/01/2024 (verão), 4ª em 11/03/2024 (verão), 5ª em 22/05/2024 (outono) e 6ª em 22/07/2024 (inverno). No entanto, apenas as coletas de setembro de 2023, novembro de 2023, janeiro de 2024 e maio de 2024 foram utilizadas nas análises referentes à variação sazonal da granulometria e da morfoscopia dos grãos.

Cada amostra foi coletada manualmente, removendo-se uma camada de aproximadamente 10 cm de profundidade. As amostras foram acondicionadas em sacos plásticos devidamente etiquetados e transportadas para o Laboratório de Geologia e Recursos Naturais (LABGREN) da Universidade Federal de Alagoas (UFAL), onde foram realizadas as análises granulométricas e morfológicas.

5.2.3 Estado morfodinâmico praial

A identificação do estado morfodinâmico das praias é uma etapa fundamental na análise da dinâmica costeira, pois permite compreender os padrões de energia das ondas e o comportamento sedimentar que definem a morfologia praial. Para

essa classificação, foi adotada como base metodológica o modelo proposto por Wright e Short (1984), posteriormente complementado por Short (2006).

O modelo de Wright & Short (1984) classifica praias arenosas dominadas por ondas em um contínuo que vai do estado dissipativo ao refletivo, passando por estados intermediários, como *transverse bar and rip, rhythmic bar and beach*, entre outros. Essa classificação se baseia na interação entre a morfologia da praia, os padrões de quebra das ondas e as características sedimentares.

A metodologia aplicada para a identificação do estado morfodinâmico considerou a observação direta da morfologia da praia (declividade, presença de bancos e canais), o tipo de quebramento das ondas — spilling (dissipativo), plunging (mergulhante) ou surging (colapsante) — e a granulometria dominante do sedimento. Um parâmetro essencial utilizado foi o índice adimensional Ω (Ômega), calculado a partir da seguinte equação:

$$\Omega = \frac{H_b}{ws.T}$$

Onde:

- H_B é a altura da onda na zona de arrebentação;
- Ws é a velocidade de queda do sedimento (em m/s);
- T é o período das ondas (em segundos).

Valores de Ω menores que 1 indicam praias refletivas, enquanto valores superiores a 3 indicam praias dissipativas; valores intermediários são associados a estados morfodinâmicos intermediários.

Além disso, para áreas costeiras influenciadas por estruturas geológicas fixas, como plataformas rochosas ou recifes, foi considerada a classificação proposta por Short (2006), que reconhece a existência de praias controladas geologicamente e praias protegidas de baixa energia. Essas configurações apresentam comportamentos distintos dos modelos puramente arenosos, exigindo uma análise mais qualitativa da interação entre a morfologia costeira, a proteção natural e os processos hidrodinâmicos.

Assim, a combinação da análise morfológica, das condições oceanográficas e das características sedimentares permitiu a definição dos estados morfodinâmicos

das praias estudadas, oferecendo uma base consistente para a compreensão da dinâmica sedimentar e da vulnerabilidade costeira local.

5.3 TRABALHO DE LABORATÓRIO

O trabalho em laboratório desempenhou um papel essencial na investigação dos processos costeiros, permitindo a análise detalhada das características físicas dos sedimentos. No contexto da morfodinâmica praial, a análise granulométrica e morfológica dos grãos de areia forneceram informações fundamentais sobre os processos de transporte sedimentar, dinâmica das ondas e influência das estruturas costeiras.

5.3.1 Análise granulométrica

A análise granulométrica é fundamental para entender a morfodinâmica praial, pois revela o tamanho e distribuição dos sedimentos, indicando a energia do ambiente costeiro e os processos de erosão, transporte e deposição.

Neste estudo utilizou-se como base a classificação proposta por Wentworth (1922), a qual estabelece faixas de diâmetro para os diferentes tipos de sedimentos, permitindo uma descrição padronizada do tamanho dos grãos. Essa classificação, amplamente reconhecida na literatura sedimentológica, foi adotada por sua eficácia na categorização de sedimentos em classes como cascalho, areia (muito grossa, grossa, média, fina e muito fina), silte e argila, com base em intervalos específicos de diâmetro.

Para tanto, as amostras coletadas na região, foram analisadas no Laboratório de Geologia e Recursos Naturais (LABGREN-UFAL), quanto às suas características granulométricas através do peneiramento úmido e seco.

As etapas metodológicas para análise granulométrica das amostras, estão descritas a seguir:

a) Secagem das amostras à temperatura de 60° C em estufa;
b) Quarteamento da amostra para a extração de 100 gramas do total da amostra;
c) Com 100g é realizado o peneiramento úmido que consiste na lavagem do sedimento utilizando peneiras com malha de 2mm, entre <2,000mm e >0,062mm e menores de 0,062mm. De maneira a separar as frações

tipo cascalho, areia, silte e argila, e para retirar todos os sais solúveis,a fim de evitar a aglutinação dos grãos;

d) Após a separação pelo peneiramento úmido essas frações são secas em estufa a 60°C;
e) Após a secagem em estufa, a fração areia é submetida ao peneiramento a seco com a finalidade de separar as seguintes frações: 1,000mm, 0,500 mm, 0,250mm, 0,125mm e 0,062mm. Essa etapa ocorre em um conjunto de peneiras sobrepostas de forma que as inferiores estejam com a malha mais fina que as superiores, de forma a manter uma hierarquização quanto ao diâmetro do grão;
f) Em seguida todas as frações, isto é, >2,000mm, 1,000mm, 0,500mm, 0,250mm, 0,125mm e 0,062mm foram pesadas e os resultados inseridos numa ficha de análise granulométrica para posterior análise dos parâmetros estatísticos;
g) Na sequência, os resultados da pesagem das frações foram inseridos no software SYSGRAN para análise dos parâmetros estatísticos e posteriormente no excel para confecção dos gráficos representativos.

5.3.2 Análise morfoscópica

A análise morfoscópica dos sedimentos desempenha um papel importante na compreensão da dinâmica das praias, uma vez que possibilita a identificação de características como tamanho, forma, composição e grau de arredondamento dos grãos. Esses aspectos fornecem indícios sobre os processos de transporte e deposição atuantes no local, contribuindo para a avaliação da energia do ambiente, da origem dos materiais sedimentares e da evolução das condições costeiras ao longo do tempo.

Para a análise morfoscópica dos grãos, foram realizadas seis avaliações, com base nas coletas e levantamentos efetuados ao longo da pesquisa. O procedimento consistiu na seleção de grãos sedimentares de cada ponto de coleta (P1, P2 e P3), os quais foram analisados sob uma lupa binocular em diferentes ampliações, permitindo a observação detalhada de suas características morfológicas. Os grãos utilizados foram previamente separados durante a análise granulométrica, o que possibilitou uma avaliação mais criteriosa das amostras. Para isso, empregaram-se

lentes com ampliações específicas, garantindo uma análise precisa da morfologia dos grãos.

A análise dos grãos foi conduzida com base na metodologia clássica descrita por Pettijohn (1949), na segunda edição da obra *Sedimentary Rocks*, que estabelece critérios fundamentais para a caracterização dos grãos quanto à forma, superfície e grau de alteração mecânica ou química. O objetivo foi investigar o grau de retrabalhamento dos sedimentos, fornecendo subsídios para a interpretação da morfodinâmica da praia de Jatiúca.

A análise foi realizada com o auxílio de uma lupa binocular estereoscópica, com ampliação variando entre 1x, 2x e 4.5x, possibilitando a observação detalhada de aproximadamente 100 grãos por amostra, selecionados aleatoriamente sobre lâminas plásticas.

Com base em Pettijohn (1949), os grãos foram classificados segundo os seguintes critérios:

- Forma geral (angularidade e arredondamento):
    - Classificação visual em quatro categorias: angulosos, subangulosos, subarredondados e arredondados.
- Esfericidade:
    - Observação da razão entre o eixo maior e os eixos menores dos grãos, categorizando-os em baixa, média ou alta esfericidade.
- Brilho superficial:
    - Classificação em: brilhante (superfície lisa e polida), fosco (superfície opaca, sem reflexo) ou intermediário.
- Presença de películas ou cobertura superficial:
    - Detecção visual de películas esbranquiçadas, avermelhadas ou amareladas, frequentemente associadas à deposição de óxidos de ferro, minerais de argila ou silcretes.
- Fraturas e marcas de impacto:
    - Observação de bordas lascadas, microfraturas ou concavidades nos grãos, muitas vezes relacionadas à ação de impacto em transporte fluvial ou marinho de alta energia.

5.4 PROCESSAMENTO E ANÁLISE DOS DADOS

5.4.1 Processamento digital de imagem

Para o processamento digital de imagens, foram utilizadas as coordenadas dos pontos de controle em campo (GCPs – *Ground Control Points*), que serviram como referência geoespacial para garantir a acurácia posicional dos produtos gerados.

O processamento foi realizado no software Agisoft Metashape, uma ferramenta avançada de fotogrametria digital. Nesse ambiente, as imagens foram inicialmente alinhadas, permitindo a reconstrução da geometria tridimensional da área de estudo. Na sequência, foram gerados os produtos cartográficos, como o ortomosaico (imagem aérea corrigida geometricamente e com escala uniforme) e o Modelo Digital do Terreno (MDT), que representa a superfície do terreno.

5.4.2 Geração de dados de perfis e volume praial

Para a coleta desses dados, foi utilizado o software Global Mapper (Versão 26.1), no qual foi inserido o Modelo Digital de Terreno (MDT) de cada levantamento realizado. Os shapefiles dos perfis, previamente traçados no software QGIS (Versão 3.42), foram adicionados sobre esses MDTs para a extração dos dados dos perfis, gerando, para cada um, um arquivo em formato .txt contendo informações sobre a distância acumulada e a cota absoluta em metros.

Esses dados foram, então, inseridos no software Excel, onde foram consolidados para a geração dos gráficos de perfil. Após a extração dos dados de todos os levantamentos, as informações de cada perfil foram sobrepostas, permitindo a análise da evolução dos perfis ao longo do tempo.

Para o cálculo de volume, foi utilizado o software AutoCAD Civil 3D 2020. Nesse software, os shapefiles dos perfis extraídos do Global Mapper foram importados individualmente e, em seguida, foi realizado o cálculo de volume, considerando a área de cada perfil em metros quadrados, multiplicada por um metro. Dessa forma, obteve-se o volume de cada perfil para cada levantamento. Os valores dos volumes foram, então, adicionados em uma planilha do Excel e, a partir desses dados, foram gerados os gráficos de volume praial dos perfis.

5.4.3 Análise estatística dos dados granulométricos

Para as análises granulométricas das amostras de sedimentos, foi utilizado o software SysGran 4, uma ferramenta especializada no processamento de dados de granulometria. O SysGran possibilitou a análise detalhada da distribuição das partículas presentes nas amostras, utilizando métodos consagrados como o de Folk & Ward.

Por meio dessa ferramenta, foram gerados gráficos de distribuição granulométrica, diagramas ternários, histogramas e outras representações gráficas que permitiram uma visualização precisa da variabilidade dos sedimentos. Além disso, o software possibilitou a classificação textural das amostras, fornecendo parâmetros importantes como a granularidade e a heterogeneidade dos sedimentos, fundamentais para a compreensão da dinâmica sedimentar da área estudada. O uso do SysGran garantiu a precisão e a eficiência nas análises, sendo uma ferramenta essencial para a interpretação dos dados granulométricos no contexto da pesquisa.

5.4.3.1 Parâmetros estatísticos

5.4.3.1.1 Diâmetro médio

O diâmetro médio dos grãos representa um dos principais parâmetros na análise granulométrica, por fornecer informações valiosas sobre as características dos sedimentos e os processos que atuam no ambiente costeiro. A partir desse dado, foi possível classificar os sedimentos em categorias como areia fina, média e grossa, além de identificar a presença de silte e argila, o que contribui para a caracterização do ambiente deposicional.

Esse parâmetro também se mostrou relevante na interpretação dos processos sedimentares, apontando indícios de transporte ou retrabalhamento por ação de ondas e correntes. A comparação dos valores de diâmetro médio entre diferentes trechos da praia permitiu identificar variações na dinâmica sedimentar, fornecendo uma base mais sólida para a análise dos padrões de erosão e deposição ao longo do perfil praial.

5.4.3.1.2 Desvio padrão

O desvio padrão é um parâmetro importante na análise granulométrica, pois fornece informações sobre a dispersão dos tamanhos dos grãos em relação ao

diâmetro médio. Quanto maior o desvio padrão, maior a variação no tamanho dos grãos de sedimento, o que indica um ambiente deposicional mais dinâmico, com maior diversidade de processos sedimentares. Em ambientes de baixa energia, onde a sedimentação é mais uniforme, o desvio padrão tende a ser menor, indicando sedimentos mais homogêneos (Marino *et al.*, 2014).

A análise desse parâmetro desempenhou um papel importante na compreensão do comportamento dos sedimentos ao longo do perfil praial, permitindo inferir a intensidade dos processos de transporte atuantes. Valores elevados de desvio padrão indicam maior heterogeneidade granulométrica, geralmente associada à ação intensa de correntes e ondas. Por outro lado, desvios padrão mais baixos sugerem ambientes mais estáveis, com menor variação nos sedimentos depositados (Klein, Medeiros e Suguio, 2001).

5.4.3.1.3 Assimetria

A assimetria na análise granulométrica refere-se à distribuição dos tamanhos dos grãos de sedimento, indicando a predominância de grãos finos ou grossos. Quando a distribuição é assimétrica, há uma tendência para um dos lados, refletindo a direção do transporte dos sedimentos. Uma assimetria positiva (cauda maior à direita) indica a predominância de grãos finos, enquanto uma assimetria negativa (cauda maior à esquerda) está associada a ambientes com grãos mais grossos. Esses padrões fornecem informações valiosas sobre os processos de transporte e deposição dos sedimentos (Marino *et al*., 2014).

Com a análise granulométrica realizada e o processamento dos dados no software SysGran, foi possível examinar a assimetria de cada fração coletada, bem como a distribuição do tamanho dos grãos.

5.4.3.1.4 Curtose

A curtose na análise granulométrica refere-se à forma da distribuição dos tamanhos dos grãos, mais especificamente à "pontiagudez" ou "achatamento" da distribuição. Uma distribuição com alta curtose (cauda mais acentuada) indica uma concentração maior de partículas de tamanho semelhante, o que sugere um ambiente de deposição mais estável e com menos variação no transporte dos sedimentos. Por outro lado, uma curtose baixa (distribuição mais achatada) indica

uma maior variabilidade no tamanho dos grãos e uma diversidade de processos sedimentares (Marino *et al*., 2014).

A curtose está diretamente relacionada à intensidade e à energia do ambiente de deposição. Ambientes de alta energia, como praias expostas e áreas de forte agitação das águas, frequentemente apresentam uma distribuição mais achatada (baixa curtose), com uma variedade maior de tamanhos de grãos. Já ambientes de baixa energia, como lagoas ou praias protegidas, tendem a ter uma distribuição mais acentuada (alta curtose), pois o transporte e a deposição dos sedimentos são mais controlados (Klein; Medeiros; Suguio, 2001).

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 MORFODINÂMICA PRAIAL

6.1.1 Variação sazonal da granulometria

Para a obtenção dos resultados, foram quantificados os valores relativos aos parâmetros de granulometria de cada amostra analisada, considerando os períodos específicos de cada estação climática (primavera, verão, outono e inverno). As amostras foram coletadas ao longo da linha de costa, com foco nas variações da granulometria relacionadas aos processos morfodinâmicos da praia, como a ação das ondas, marés e correntes.

Para a análise estatística, foram considerados os parâmetros de diâmetro médio, desvio padrão, assimetria e curtose, com o objetivo de caracterizar as distribuições granulométricas das amostras e compreender as variações sazonais. Os dados foram processados e avaliados por meio dessas métricas estatísticas, buscando identificar padrões significativos e quantificar a representatividade das variações observadas.

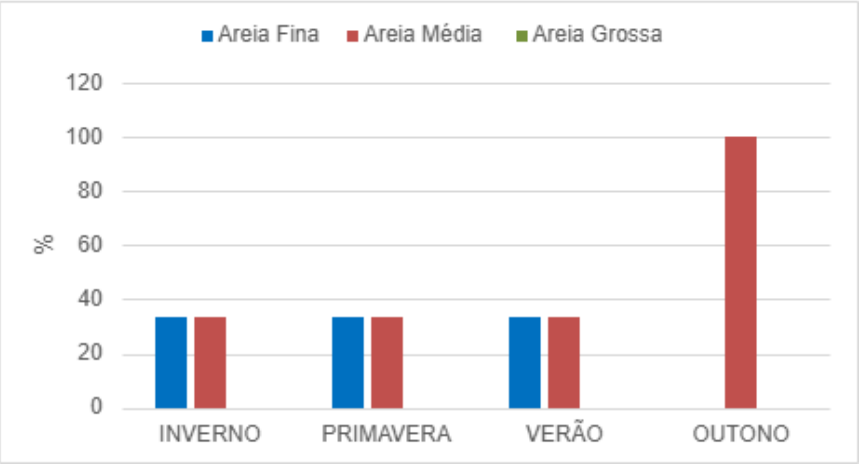
6.1.1.1 Diâmetro médio

A partir da análise do diâmetro médio dos grãos (Figura 13), observou-se que as areias médias foram predominantes ao longo das quatro estações do ano, com destaque significativo para o outono, no qual o valor médio atingiu 100% na classe de areia média. É fundamental destacar que esse valor refere-se ao diâmetro médio dos grãos amostrados, o que não implica na ausência absoluta de outras frações granulométricas, como a areia fina ou grossa, mas sim que, em termos estatísticos, os grãos de tamanho médio apresentaram maior representatividade nas amostras coletadas.

Nas estações de inverno, primavera e verão, observou-se um comportamento mais equilibrado entre as frações fina e média, ambas representando cerca de 33% do diâmetro médio, enquanto a fração de areia grossa não apresentou representatividade significativa em nenhuma das estações monitoradas. Esse padrão de distribuição granulométrica pode estar diretamente relacionado às características morfodinâmicas da praia de Jatiúca, classificada como uma praia dissipativa, com declividade suave, zona de arrebentação ampla e energia de ondas

mais distribuída. Esses fatores favorecem o transporte e deposição de sedimentos mais finos, dificultando a presença e mobilização de grãos mais grossos.

Figura 12 - Distribuição sazonal das amostras quanto ao diâmetro médio.



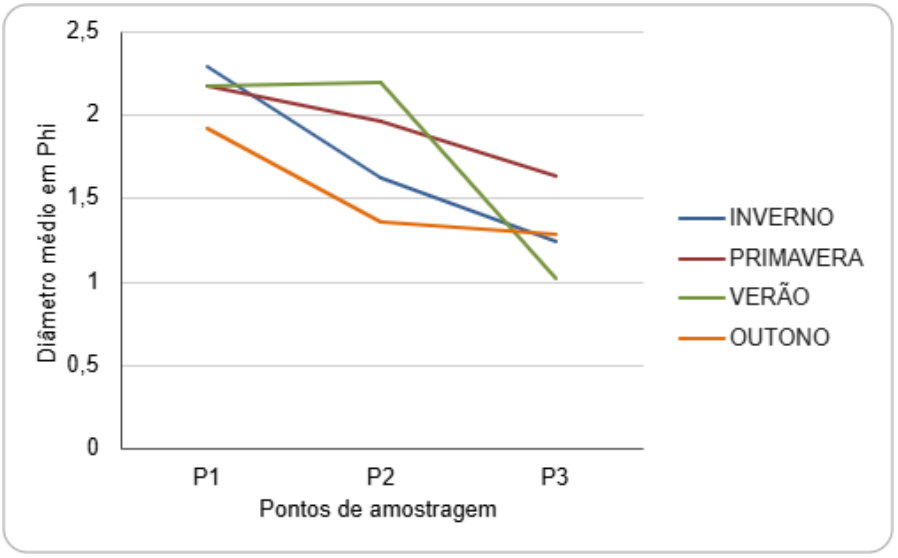
Fonte: Autora (2025)

Além disso, a energia hidrodinâmica local desempenha um papel importante nesse contexto. Grãos grossos requerem maior energia para serem transportados, e em períodos de menor energia – como os que predominam nas estações analisadas – a tendência é que os sedimentos depositados sejam compostos majoritariamente por areias finas e médias. Esse comportamento pode indicar uma relativa estabilidade das condições de transporte sedimentar, sem ocorrência de eventos extremos (como ressacas e tempestades) que poderiam promover o retrabalhamento e deposição de sedimentos mais grosseiros.

A análise da Figura 14, na qual representa a variação do diâmetro médio dos grãos de areia nos pontos de amostragem P1, P2 e P3 ao longo das estações do ano (Inverno, Primavera, Verão e Outono) revela um padrão espacial consistente, onde se observa uma tendência geral de diminuição do tamanho médio dos grãos à medida que se avança de P1 para P3. Essa gradação granulométrica sugere uma redução progressiva na energia do ambiente de deposição ao longo desse transecto, com os grãos mais grossos sendo preferencialmente depositados em áreas de maior hidrodinâmica e os mais finos alcançando regiões de menor energia. Adicionalmente, as curvas representativas de cada estação evidenciam uma modulação sazonal no diâmetro médio dos grãos. No Inverno, os maiores valores tendem a concentrar-se em P1, enquanto o Verão se destaca pela ocorrência dos

menores diâmetros médios em P3. O Outono apresenta uma particularidade com os menores valores médios observados em P1.

Figura 13 - Variação do diâmetro médio dos grãos.



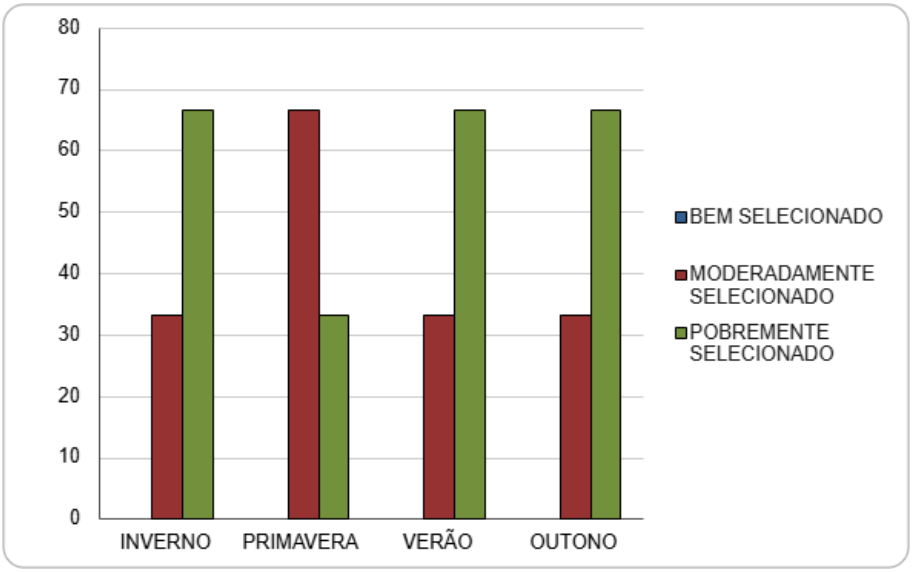
Fonte: Autora (2025)

Essas flutuações sazonais indicam a influência das variações climáticas e dos regimes hidrodinâmicos característicos de Maceió em cada período do ano sobre os processos de transporte e deposição sedimentar, alterando a distribuição granulométrica da areia nos diferentes pontos de amostragem.

6.1.1.2 Desvio padrão

O desvio padrão, conforme definido por Folk & Ward (1957), é um parâmetro estatístico que expressa o grau de selecionamento dos sedimentos, ou seja, a uniformidade dos tamanhos de grãos presentes em uma amostra. Valores baixos de desvio padrão indicam sedimentos bem selecionados, enquanto valores elevados apontam para sedimentos pobremente selecionados, com ampla variação granulométrica. A análise sazonal das amostras coletadas na praia de Jatiúca evidencia um predomínio marcante de sedimentos com alto desvio padrão, classificados como pobremente selecionados em todas as estações do ano. (Figura 15)

Figura 14 - Distribuição sazonal das amostras quanto ao selecionamento dos grãos.



Fonte: Autora (2025)

Conforme ilustrado no gráfico de distribuição sazonal, os sedimentos pobremente selecionados representaram cerca de 68% das amostras em todas as estações (inverno, primavera, verão e outono). Isso sugere uma dominância de materiais com ampla dispersão granulométrica, compostos por grãos de diferentes tamanhos misturados em uma mesma amostra, o que é característico de ambientes com energia variável e processos de sedimentação irregulares.

As amostras moderadamente selecionadas corresponderam a aproximadamente 32% dos dados (com exceção da primavera), enquanto nenhuma das estações apresentou percentual significativo de sedimentos bem selecionados, o que reforça a baixa uniformidade nos tamanhos de grão ao longo do ano. Essa distribuição estável entre as estações indica que, independentemente da sazonalidade, os processos sedimentares atuantes na praia de Jatiúca mantêm um padrão deposicional constante, porém com baixa capacidade de seleção natural dos sedimentos.

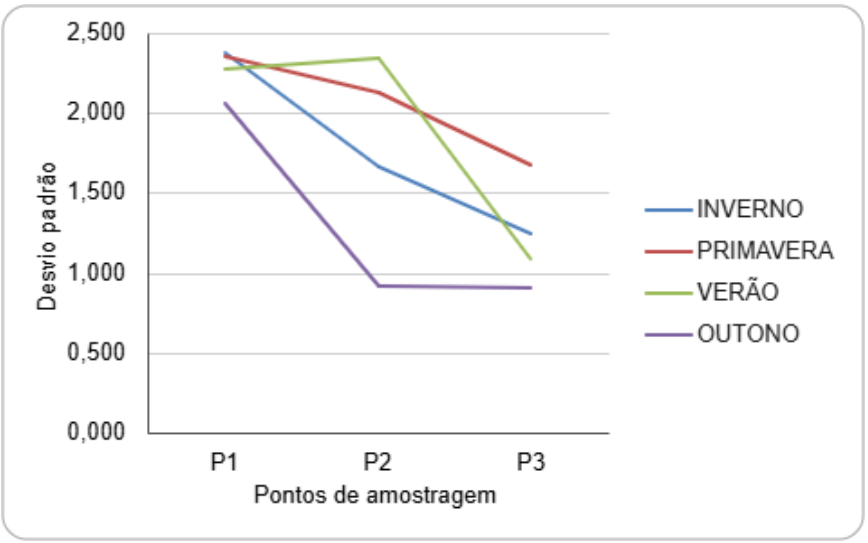
O elevado desvio padrão observado pode estar relacionado a múltiplos fatores ambientais e antrópicos. A ação alternada de ondas, marés e correntes costeiras com intensidade variável, combinada à influência da urbanização e presença de estruturas costeiras artificiais, pode comprometer a eficiência do processo natural de separação granulométrica. Como resultado, os sedimentos

depositados na faixa praial apresentam composição heterogênea, com mistura de frações arenosas finas, médias e grossas.

Dessa forma, a predominância de valores elevados de desvio padrão ao longo do ano permite concluir que os grãos de areia da praia de Jatiúca são, em sua maioria, pobremente selecionados, o que reflete um ambiente deposicional de alta variabilidade energética e influenciado por diversos mecanismos de transporte e deposição. Esse padrão é compatível com o comportamento típico de praias urbanas expostas à dinâmica costeira ativa e intervenções humanas que alteram os fluxos sedimentares naturais.

Complementando a análise do desvio padrão sazonal, a Figura 16 apresenta os valores deste parâmetro nos diferentes pontos de amostragem (P1, P2 e P3) evidencia uma tendência de redução do desvio padrão ao longo dos pontos, independentemente da estação do ano. Observa-se que os maiores valores de desvio padrão concentram-se em P1, com destaque para a primavera e o verão, indicando uma maior variabilidade nos tamanhos dos grãos nesses pontos. À medida que se avança para os pontos P2 e P3, os valores diminuem de forma progressiva, alcançando os menores níveis no P3, especialmente no outono, quando o desvio padrão se aproxima de 0,5.

Figura 15 - Gráfico de distribuição espacial das amostras pelo desvio padrão.



Fonte: Autora (2025)

Essa tendência indica que os sedimentos nos pontos iniciais da amostragem apresentam menor grau de seleção, enquanto os pontos finais são compostos por

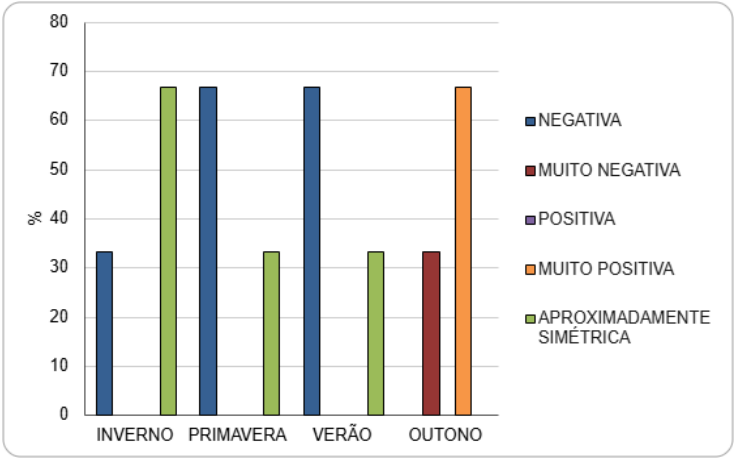
grãos mais uniformes em termos de tamanho. Embora não haja informações espaciais específicas sobre a disposição dos pontos P1 a P3, os dados sugerem que existem variações significativas na energia ou nas condições de deposição entre esses locais, o que afeta diretamente o grau de selecionamento dos sedimentos. Essa variação interna entre os pontos de coleta reforça a influência de fatores locais sobre a dinâmica sedimentar e complementa a análise sazonal, confirmando um sistema com comportamento heterogêneo tanto ao longo do tempo quanto entre os diferentes locais de amostragem.

6.1.1.3 Assimetria

A análise da assimetria dos grãos ao longo das estações do ano permite identificar o comportamento dos processos de transporte e deposição dos sedimentos na praia de Jatiúca. Conforme os critérios estabelecidos por Folk & Ward (1957), a assimetria descreve a forma da curva de frequência da granulometria, sendo um parâmetro importante para inferir o agente e a intensidade dos processos sedimentares.

Os dados da figura x indicam que nas estações da primavera e verão predomina a assimetria negativa (cerca de 67% das amostras), o que sugere um ambiente de maior energia hidrodinâmica, com a retirada de grãos finos e deposição preferencial de partículas mais grossas. Esse comportamento é típico de períodos com maior ação das ondas e correntes, comuns nas estações mais quentes, resultando em sedimentos com cauda à esquerda na curva granulométrica. Nesses períodos, a presença de amostras aproximadamente simétricas também é registrada, mas em menor proporção.

Figura 16 - Distribuição sazonal das amostras quanto a assimetria dos grãos.



Fonte: Autora (2025)

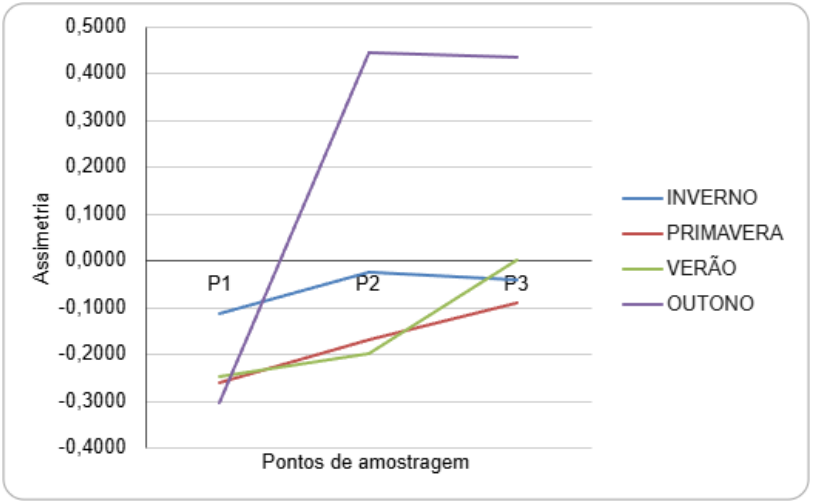
Durante o inverno, observa-se um equilíbrio maior entre as classes sedimentares, com predominância de amostras aproximadamente simétricas (cerca de 66%). Esse padrão sugere condições energéticas mais moderadas e constantes, promovendo uma deposição mais estável e menos seletiva, com pouca tendência à remoção seletiva de grãos finos ou grossos.

No outono, ocorre uma inversão no padrão observado nas outras estações. A maioria das amostras (aproximadamente 67%) apresenta assimetria muito positiva, o que indica maior concentração de grãos finos (cauda à direita), sinalizando um período de baixa energia e maior deposição de sedimentos mais leves. Esse comportamento pode estar relacionado a uma diminuição das forças hidrodinâmicas ou a eventos específicos de deposição, como chuvas intensas e menor mobilização das partículas.

Essas variações sazonais da assimetria refletem a dinâmica costeira variável ao longo do ano, influenciada por fatores climáticos, marés, intensidade das ondas e ação antrópica. A predominância de assimetrias negativas nas estações mais quentes reforça a ideia de um ambiente mais energético e erosivo, enquanto a assimetria positiva observada no outono revela um ambiente mais calmo e deposicional.

A análise da dispersão das amostras com base nos valores de assimetria revelou variações significativas entre as estações do ano, conforme apresentado na figura 18. Nota-se que os valores de assimetria oscilam entre negativos, próximos de zero e positivos, refletindo diferentes regimes hidrodinâmicos e padrões de transporte sedimentar ao longo do tempo.

Figura 17 - Gráfico de dispersão das amostras pela Assimetria.



Fonte: Autora (2025)

A estação do outono se destaca expressivamente, apresentando valores de assimetria positiva acentuada a partir do ponto P2, mantendo-se próximos de 0,45 até P3. Esse comportamento indica um ambiente dominado por sedimentos mais finos, típico de condições de baixa energia, nas quais ocorre menor *reworking* do material arenoso e maior deposição de partículas leves

Por outro lado, as estações de inverno, primavera e verão demonstram valores de assimetria negativa ou levemente negativos, com uma leve tendência de crescimento em direção ao P3. Esses resultados sugerem que, nessas estações, há maior influência de processos de triagem e transporte mais seletivos, que promovem a concentração de grãos mais grossos nos pontos iniciais (P1) e uma deposição mais equilibrada nos pontos seguintes (P2 e P3), indicando um ambiente de maior energia hidrodinâmica.

A progressão dos valores de assimetria ao longo dos pontos de amostragem indica uma possível transição gradativa nas condições deposicionais, sendo o outono a estação que mais se diferencia das demais em termos de comportamento granulométrico, o que reforça os achados já discutidos nas análises anteriores.

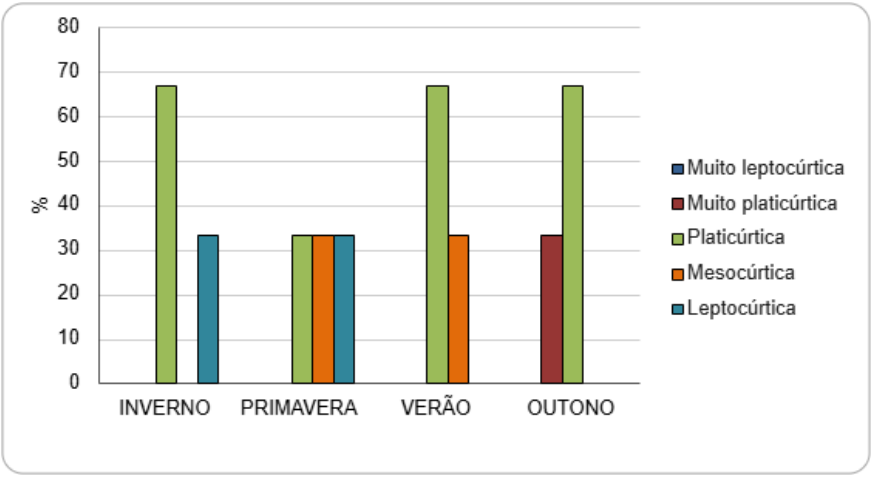
6.1.1.4 Curtose

A análise da curtose dos sedimentos ao longo das estações do ano demonstrou o predomínio da classe platicúrtica, que se manteve estável em cerca de 68% das amostras durante o inverno, verão e outono, e foi ligeiramente inferior na primavera, quando os valores de mesocúrtica e leptocúrtica se equipararam. A predominância da platicurtose indica que, na maior parte do ano, os sedimentos apresentam uma distribuição granulométrica achatada, ou seja, com ampla variação no tamanho dos grãos, refletindo baixa seleção sedimentar.

No inverno, embora a platicúrtica tenha se destacado, houve também uma contribuição significativa da classe leptocúrtica, sugerindo momentos de maior uniformidade nos grãos, possivelmente associados a condições de menor energia ou a períodos de calmaria. Na primavera, observou-se maior diversidade nas classes de curtose, com frequências equilibradas entre mesocúrtica, leptocúrtica e platicúrtica, indicando maior variação nos processos sedimentares atuantes nesse período de transição sazonal.

Nas estações mais quentes, verão e outono, a platicurtose manteve-se como a classe dominante, acompanhada por valores menores de mesocúrtica e muito platicúrtica. Isso reforça a interpretação de que, nesses períodos, os sedimentos foram mais expostos a processos de retrabalhamento ou alta energia, como ondas e correntes mais intensas, que favorecem a mistura de grãos com diferentes tamanhos.

Figura 18 - Gráfico de distribuição percentual das amostras quanto a curtose.



Fonte: Autora (2025)

Na Figura 20, observa-se uma tendência de diminuição dos valores de curtose do ponto P1 para o ponto P3, especialmente durante o outono, que apresenta os menores valores entre todas as estações.

No ponto P1, as estações de inverno, primavera e verão exibem valores de curtose próximos ou ligeiramente acima de 1, o que indica uma distribuição mesocúrtica a levemente leptocúrtica, refletindo uma melhor seleção dos grãos. Isso sugere que, na parte mais próxima da linha de costa, os processos de transporte são mais eficientes na seleção dos sedimentos.

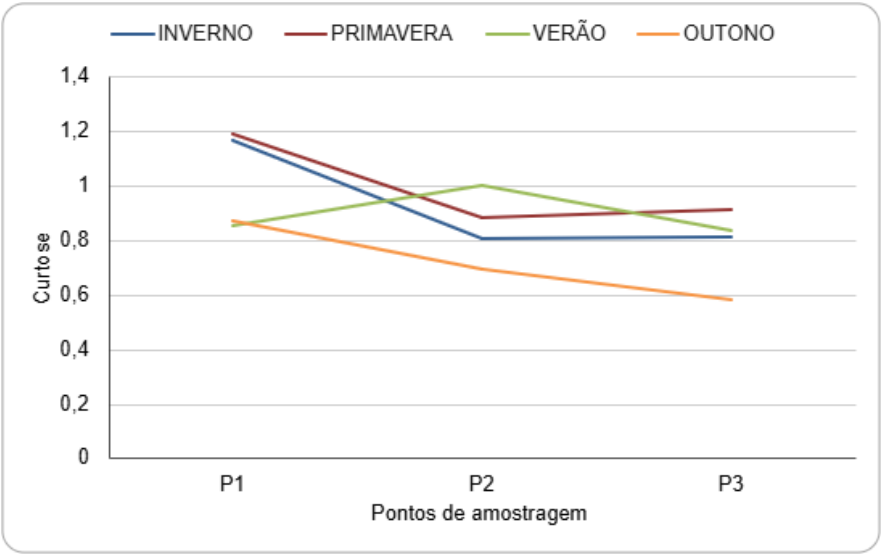
No ponto P2, há uma queda nos valores de curtose para todas as estações, exceto no verão, que mantém um valor ligeiramente mais elevado. Essa diminuição pode estar associada a uma maior variabilidade granulométrica, indicando o início da deposição de sedimentos com diferentes tamanhos.

No ponto P3, a tendência de queda continua, especialmente no outono, atinge os menores valores de curtose (em torno de 0,5), caracterizando uma distribuição platicúrtica. Isso evidencia uma baixa seleção sedimentar,

provavelmente devido à deposição em zonas de menor energia, onde grãos de diferentes tamanhos se acumulam.

Esses padrões reforçam a ideia de que há uma redução na qualidade da seleção dos sedimentos na direção transversal à praia, possivelmente controlada pela diminuição da energia das ondas e correntes ao longo do perfil praial.

Figura 19 - Gráfico de dispersão das amostras pela Curtose.



Fonte: Autora (2025)

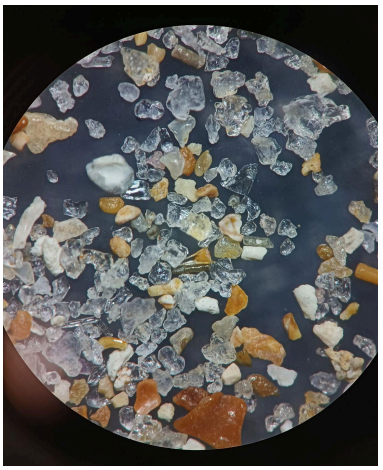
6.1.2 Morfoscopia dos grãos

6.1.2.1 Morfoscopia dos grãos coletados no inverno

As variações nas características dos sedimentos coletados nos três pontos da orla da Praia de Jatiúca refletem diretamente a dinâmica morfodinâmica da área, especialmente no contexto da estação de coleta, realizada no inverno. Nessa época do ano, é comum o aumento da energia das ondas devido à maior atuação de frentes frias e ventos mais intensos, o que influencia o transporte e a deposição sedimentar.

No ponto P1, a presença de grãos angulares e pouco retrabalhados indica maior energia hidrodinâmica, típica de trechos mais expostos. Em P2, os sedimentos mais arredondados e polidos sugerem uma zona de energia intermediária e maior retrabalhamento marinho. Já em P3, a predominância de grãos subangulosos e bioclásticos aponta para uma área de menor energia, possivelmente protegida pela barreira recifal, favorecendo a deposição de materiais mais heterogêneos.

Tabela 1 - Características das amostras de sedimentos coletados no dia 16/09/2023.

P1		**Cor:** predomínio de grãos incolores, amarelados e esbranquiçados **Forma:** grãos subarredondados e angulares **Arredondamento:** subarredondado a angular **Textura:** lisas ou ligeiramente rugosas, com algumas fraturas visíveis **Composição:** quartzo, fragmentos de conchas, feldspatos ou rochas
P2		**Cor:** predomínio de grãos incolores, amarelados, esbranquiçados, leitosos e alguns castanhos **Forma:** arredondados e subarredondados e presença de grãos alongados **Arredondamento:** moderadamente arredondada **Textura:** superfícies lisas e polidas, alguns grãos apresentam brilho vítreo ou leitoso **Composição:** quartzo, fragmento de conchas e materiais bioclásticos
P3		**Cor:** incolor, amarelados e esbranquiçados **Forma:** subangulares e subarredondados **Arredondamento:** subanguloso **Textura:** superfícies vítreas, irregulares, com fraturas e algumas superfícies mais lisas **Composição:** quartzo abundante, fragmento de conchas e feldspatos

Fonte: Autora (2025)

6.1.2.2 Morfoscopia dos grãos coletados na primavera

Durante o período da primavera, a análise dos sedimentos obtidos em três locais distintos da orla da Praia de Jatiúca evidenciou diferenças marcantes na composição e morfologia dos grãos, associadas às condições hidrodinâmicas específicas de cada ponto ao longo da faixa litorânea.

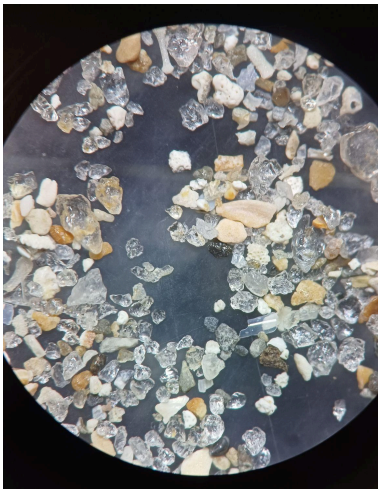
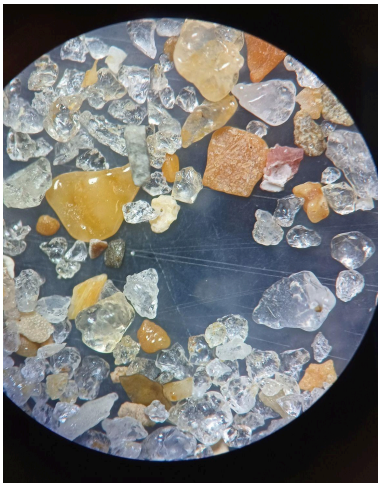
No ponto P1, identificou-se uma maior presença de grãos angulosos e subangulosos, com superfícies rugosas e composição mista de quartzo, fragmentos de rocha, materiais opacos e possíveis bioclastos, sugerindo uma menor atuação do retrabalhamento marinho e possível contribuição de aporte continental. No ponto P2, os sedimentos apresentaram grãos predominantemente subangulares a subarredondados, com algumas formas alongadas e tabulares, superfícies mais lisas e presença de fragmentos bioclásticos e litoclastos claros, o que indica um ambiente com energia moderada e influência mais significativa da dinâmica costeira.

Por fim, o ponto P3 mostrou grãos com formas irregulares e textura vítrea, composição dominada por quartzo e minerais opacos, além de fragmentos de rochas, evidenciando uma área de menor energia hidrodinâmica, possivelmente mais protegida ou com menor influência de correntes de alta energia.

Essas observações indicam que, durante o período da primavera, a menor energia das ondas em comparação ao inverno favorece a deposição de sedimentos menos retrabalhados e mais heterogêneos. Assim, a dinâmica sazonal influencia diretamente a morfodinâmica local, promovendo maior estabilidade na praia e modificando o padrão de transporte e acomodação dos grãos ao longo da costa.

Tabela 2 - Características das amostras de sedimentos coletados no dia 13/11/2023.

P1		**Cor:** translúcido, branco, bege, tons de amarelo e marrom claro **Forma:** prismáticos, alongados e blocosos **Arredondamento:** sub anguloso e anguloso **Textura:** superfícies em geral rugosas, com fraturas visíveis e bordas irregulares, alguns grãos apresentam aspecto mais liso ou vítreo **Composição:** quartzo, fragmento de rocha, possíveis feldspatos, bioclastos e

		materiais opacos/orgânicos
P2		**Cor:** predomínio de grãos incolores e transparentes, com presença de grãos brancos, amarelos e acastanhados **Forma:** Grãos subangulares a subarredondados, com alguns alongados ou tabulares **Arredondamento:** subarredondados a subangulosos **Textura:** superfícies lisas e levemente rugosas, algumas fraturas visíveis **Composição:** quartzo predominante, fragmentos bioclásticos e litoclastos claros
P3		**Cor:** grãos incolores e vítreos, com presença marcante de grãos alaranjados e amarelados **Forma:** grãos majoritariamente angulosos e subangulosos, presença de formas prismáticas e irregulares **Arredondamento:** baixo a moderado **Textura:** superfícies irregulares, com fraturas e aspecto vítreo **Composição:** quartzo dominante, minerais opacos ou fernicos e fragmentos de rochas

6.1.2.3 Morfoscopia dos grãos coletados no verão

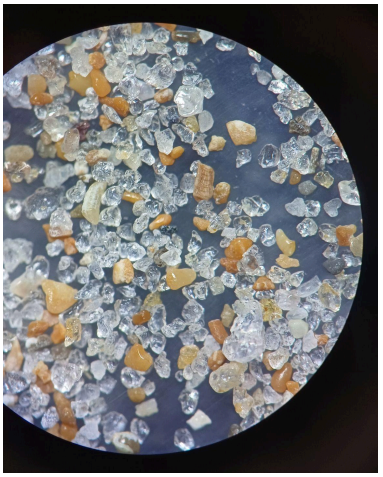
No período do verão, a análise dos sedimentos coletados em três diferentes pontos ao longo da orla da Praia de Jatiúca permitiu identificar variações texturais e composicionais que refletem a influência de uma dinâmica costeira mais intensa, típica dessa estação. O ponto P1 apresentou predominância de grãos incolores, com significativa presença de partículas amareladas e alaranjadas, formas mais uniformes e grãos subarredondados a arredondados. As superfícies se mostraram predominantemente lisas, com poucos grãos rugosos ou fraturados, e a composição mineralógica foi dominada por quartzo, minerais ferrosos e feldspatos, o que indica um ambiente mais estável e sujeito a ação contínua das ondas e correntes.

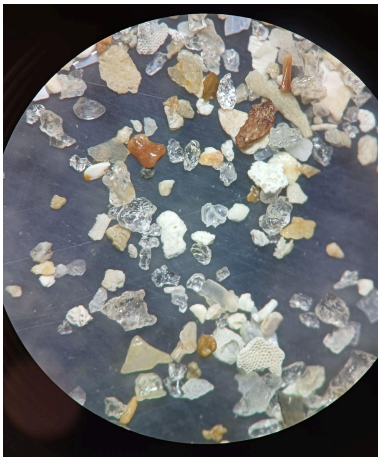
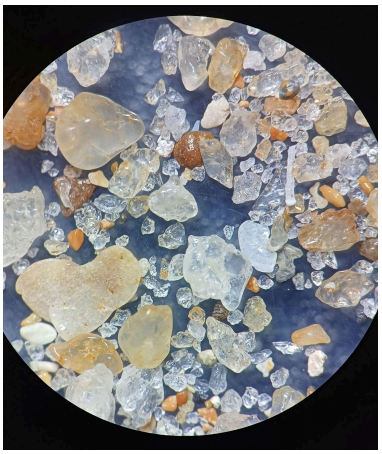
No ponto P2, observou-se uma maior quantidade de grãos angulosos e subangulosos, com coloração variando entre incolor, esbranquiçada, amarelada e castanha. As superfícies dos grãos apresentaram textura rugosa e fraturada, com indícios de porosidade, o que sugere uma menor maturidade dos sedimentos e possível influência de aporte bioclástico, como fragmentos de conchas e organismos marinhos. Esse padrão pode estar relacionado à presença de zonas de maior energia ou ressuspensão de materiais mais recentes.

Já no ponto P3, os sedimentos apresentaram uma composição dominada por grãos incolores e vítreos, com presença de partículas amareladas, alaranjadas e tons mais escuros. A forma dos grãos variou entre irregular e sub arredondada a angulosa, com baixo a moderado grau de arredondamento. As superfícies eram vítreas, com fraturas evidentes e aspecto áspero, indicando um transporte mais curto ou menor grau de retrabalhamento. A composição inclui quartzo dominante, minerais ferrosos ou litoclastos, e possível presença de bioclastos, o que reforça a influência de múltiplas fontes sedimentares.

Esses resultados sugerem que, no verão, o aumento da energia hidrodinâmica, associado à maior intensidade das ondas e correntes litorâneas, favorece tanto o retrabalhamento de sedimentos quanto a mistura de materiais de diferentes origens, refletindo uma maior heterogeneidade nos depósitos ao longo da praia.

Tabela 3 - Características das amostras de sedimentos coletados no dia 12/01/2024.

P1		**Cor:** predomínio de grãos incolores, com presença significativa de grãos amarelados e alaranjados **Forma:** grãos subarredondados e arredondados e formas mais uniformes **Arredondamento:** bem e moderadamente arredondados **Textura:** superfícies predominantemente lisas, com poucos grãos rugosos ou com fraturas **Composição:** quartzo dominante, minerais ferrosos ou feldspatos

P2		**Cor:** grãos incolores, esbranquiçados, amarelados e tons castanhos **Forma:** grãos angulosos a subarredondados, com formas irregulares **Arredondamento:** predominante angular e subangular **Textura:** superfícies rugosas e fraturosas e presença de grãos com porosidade **Composição:** quartzo, fragmentos de conchas ou organismos marinhos
P3		**Cor:** grãos incolores, com presença de grãos amarelados, alaranjados e alguns mais escuros **Forma:** grãos de formato irregular, com subarredondados a angulosos **Arredondamento:** baixo a moderado e grãos com cantos visíveis **Textura:** superfícies vítreas, com fraturas e aspecto áspero em vários grãos **Composição:** quartzo dominante, minerais férricos ou litoclastos e possível presença de bioclastos

6.1.2.4 Morfoscopia dos grãos coletados no outono

No período do outono, os sedimentos coletados nos três diferentes pontos da orla da Praia de Jatiúca apresentaram características morfológicas que refletem a atuação de distintos processos morfodinâmicos costeiros. As diferenças observadas entre os pontos analisados evidenciam variações no regime energético das ondas, no grau de retrabalhamento sedimentar e nos padrões de transporte ao longo da zona entre marés.

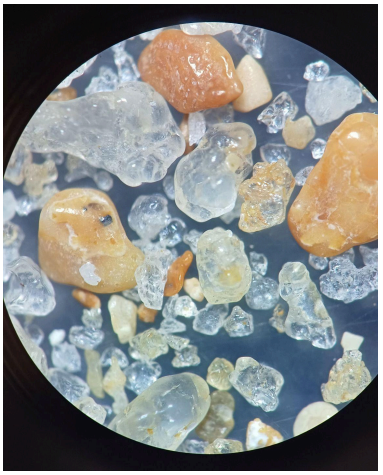
No ponto P1, a predominância de grãos vítreos e transparentes, com formas sub arredondadas a bem arredondadas, indica uma zona de maior exposição à energia hidrodinâmica, provavelmente associada à atuação de ondas mais intensas ou à movimentação constante da maré. As superfícies lisas e o alto grau de arredondamento sugerem um ambiente de maior retrabalhamento, típico de setores da praia com ação mais prolongada das ondas e correntes costeiras. A presença de

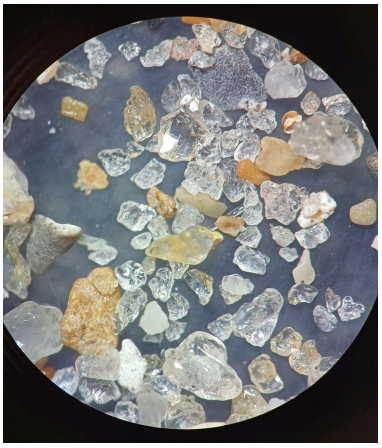
minerais ferrosos e bioclastos também sugere um intercâmbio entre sedimentos terrígenos e biogênicos, comum em setores de dissipação de energia.

No ponto P2, por outro lado, observa-se maior angularidade dos grãos, com presença de partículas alongadas e bordas irregulares, indicando menor grau de transporte ou retrabalhamento. Essa característica pode estar associada a um setor da praia mais protegido, como a zona de sombra hidrodinâmica ou áreas com menor exposição direta ao impacto das ondas. A textura rugosa e as fraturas visíveis reforçam a hipótese de deposição mais recente, com menor maturidade sedimentar. A diversidade composicional, com fragmentos de conchas e possíveis restos biológicos, aponta para um ambiente influenciado por eventos locais de deposição, como ressacas e marés altas.

Já no ponto P3, os grãos apresentam predomínio de formas sub arredondadas, com superfície vítrea e aspecto mais homogêneo, o que pode refletir um ambiente de transição morfodinâmica. A presença de grãos amarelados e partículas de aparência opaca indica mistura de sedimentos retrabalhados com materiais recém-depositados. As evidências texturais sugerem um nível moderado de energia, com transporte contínuo, mas não intenso o suficiente para promover o arredondamento completo dos grãos.

Tabela 4 - Características das amostras de sedimentos coletados no dia 22/05/2024.

P1		**Cor:** grãos transparentes, com forte presença de grãos amarelados e alaranjados **Forma:** grãos arredondados a subarredondados, alguns com forma quase esférica **Arredondamento:** bem arredondados, indicando alto grau de retrabalhamento **Textura:** superfícies lisas e polidas, alguns grãos vítreos e poucos com microfraturas **Composição:** quartzo dominante, presença de minerais ferrosos ou litoclastos

P2		**Cor:** predominância de grãos incolores, com grãos amarelados, alaranjados e brancos **Forma:** grãos angulosos até bem arredondados, fragmentos alongados (possíveis restos biológicos) **Arredondamento:** presença de grãos angulosos **Textura:** superfícies lisas predominantes, com alguns grãos apresentando fraturas e porosidade **Composição:** quartzo, bioclastos, minerais ferruginosos e possível presença de fragmentos de conchas
P3		**Cor:** predominância de grãos transparentes e incolores, com presença de grãos amarelados e levemente acastanhados **Forma:** grãos de formas subarredondadas a angulosas **Arredondamento:** predominantemente subarredondados, alguns grãos angulosos ainda perceptíveis **Textura:** superfícies lisas e vítreas, com algumas fraturas e bordas irregulares **Composição:** maioria quartzo, com possíveis fragmentos de rochas e materiais bioclásticos (mais opacos e porosos)

6.1.3 Alteração sazonal dos perfis praiais

Os perfis monitorados, cuja localização está indicada na Figura 20, foram distribuídos estrategicamente ao longo da faixa costeira da área de estudo, abrangendo diferentes setores da praia. Essa disposição permitiu observar como as características morfológicas responderam às variações, especialmente em relação aos processos de erosão e deposição. A seguir, são apresentados os resultados dessas alterações sazonais nos perfis.

Figura 20 - Localização dos perfis transversais.



Fonte: Autora (2025)

6.1.3.1 Perfil 0

Com base na análise do perfil transversal 0, foi possível observar uma largura média da face praial consistente com a morfologia característica da praia de Jatiúca. A inclinação suave é refletida no aumento gradual da cota absoluta ao longo da distância acumulada no gráfico apresentado. Durante o período analisado, as variações de declividade foram identificadas em diferentes meses, indicando a influência de processos sazonais de deposição e erosão (Figura 21).

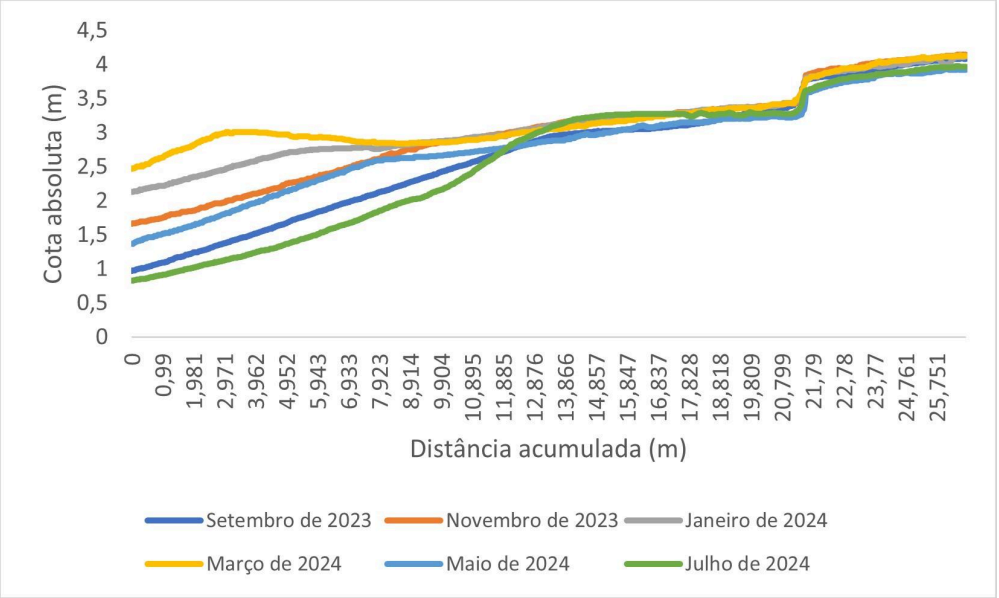
Em setembro de 2023, o perfil apresentou cotas menores nas áreas iniciais, sugerindo maior exposição à ação das ondas ou a processos erosivos típicos do período de inverno. Em novembro de 2023, as cotas iniciais mostraram elevação, possivelmente associada à deposição de sedimentos e condições de menor energia das ondas. Em janeiro de 2024, foi observada uma leve redução nas cotas iniciais em comparação a novembro, ocorrendo uma leve erosão.

Em março de 2024, a elevação das cotas indicou um possível avanço da linha de praia, refletindo a deposição sazonal de sedimentos. Em maio de 2024, o perfil

apresentou os maiores valores de cota ao longo de toda a extensão, indicando sedimentação significativa. Já em julho de 2024, houve uma leve diminuição nas cotas em comparação a maio, indicando um leve processo erosivo ou retirada de sedimentos.

Essas variações refletem a dinâmica natural da praia, marcada por ciclos de erosão e deposição ao longo das estações, típicos de áreas sujeitas à ação de ondas e correntes litorâneas. A estabilidade geral do perfil transversal 0 ao longo do tempo sugere que a obra de contenção na praia de Jatiúca tem contribuído para a manutenção da linha de costa e para a preservação dos sedimentos, minimizando variações abruptas.

Figura 21 - Variação do Perfil Transversal 0.



Fonte: Autora (2025)

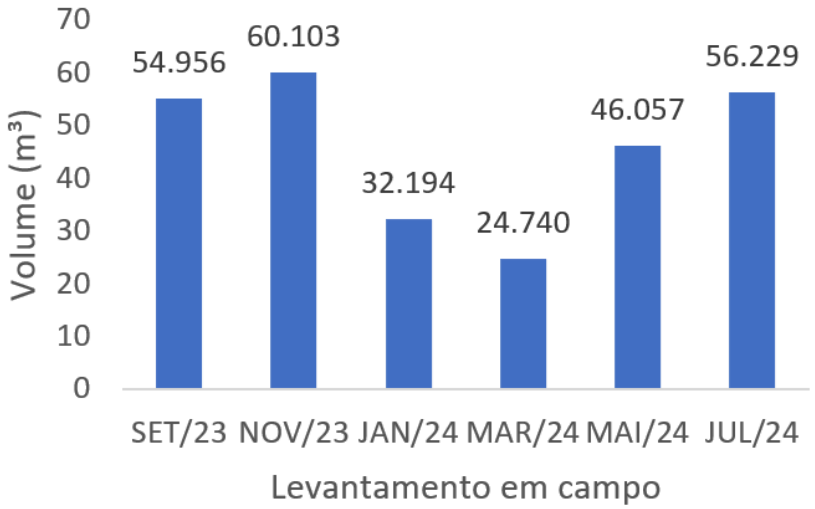
Em relação ao volume desse perfil, foram observadas variações significativas no volume de sedimentos ao longo de seis levantamentos de campo, refletindo uma dinâmica constante de erosão e deposição (Figura 22). O volume inicial foi de 54,956 m³, com um aumento para 60,103 m³ no segundo levantamento (novembro de 2023), indicando um período de deposição e estabilização, possivelmente influenciado por condições marítimas favoráveis ou pela eficácia da estrutura de contenção na retenção de sedimentos.

Entretanto, observa-se uma queda acentuada para 32,194 m³ no terceiro levantamento (janeiro de 2024) e um volume mínimo de 24,740 m³ em março de

2024, indicando um período de forte erosão. Essa redução pode estar associada ao aumento da energia das ondas, tempestades sazonais ou mudanças nas correntes marinhas.

Após esse ponto crítico, inicia-se uma recuperação gradual, com o volume aumentando para 46,057 m³ em maio de 2024 e para 56,229 m³ em julho de 2024. Esse aumento sugere uma reposição natural de sedimentos ou a atuação mais eficaz da estrutura de contenção na proteção da linha de costa e na promoção da retenção de materiais.

Figura 22 - Variação do Volume Praial do perfil transversal 0.

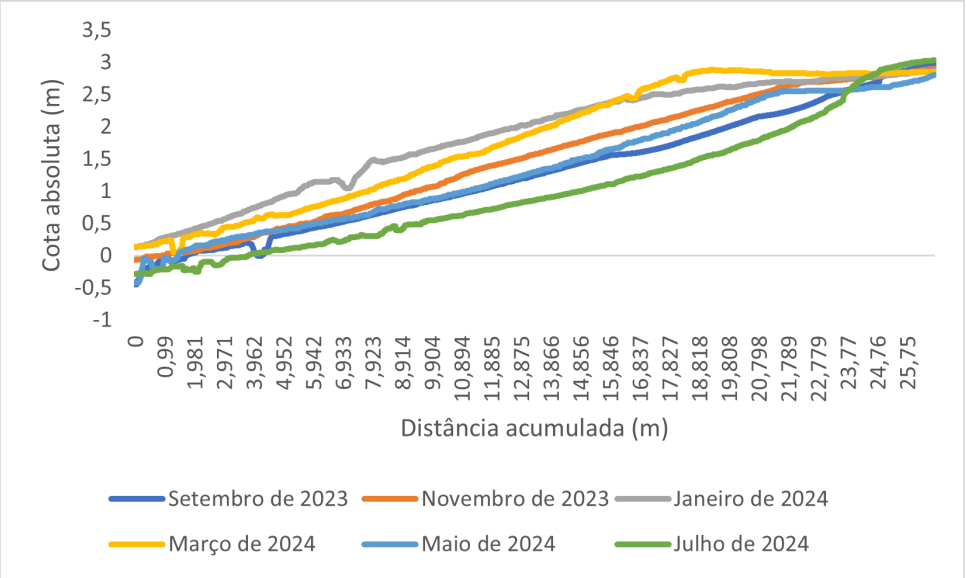


Fonte: Autora (2025)

6.1.3.2 Perfil 1

A análise do perfil transversal 1 apresentou uma inclinação suave e contínua, com aumento gradual da cota absoluta à medida que a distância acumulada aumentou, indicando uma topografia relativamente estável, sem alterações abruptas que sugerissem processos erosivos severos (Figura 23).

Figura 23 - Variação do Perfil Transversal 1.



Fonte: Autora (2025)

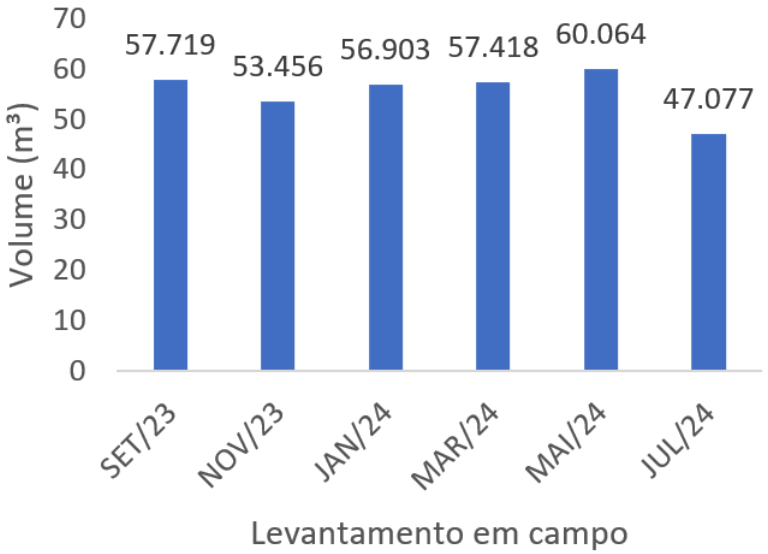
No mês de setembro de 2023, foram registradas as cotas iniciais mais baixas, indicando maior exposição à ação das ondas e possível processo erosivo característico do período de inverno. Em novembro de 2023, observou-se uma leve elevação nas cotas iniciais, associada à deposição de sedimentos em função da redução da energia das ondas. Em janeiro de 2024, os dados mostraram uma elevação adicional no perfil, indicando continuidade no processo de deposição sedimentar.

Em março de 2024, as cotas mais altas foram observadas na parte inicial do perfil, sugerindo maior sedimentação e recuperação da face praial. Em maio de 2024, o perfil alcançou as maiores cotas ao longo de toda a extensão, refletindo a deposição sedimentar significativa e estabilidade da linha de praia durante este período. Já em julho de 2024, houve uma leve redução nas cotas em comparação a maio, sugerindo um pequeno processo de erosão ou retirada de sedimentos, mas ainda dentro do comportamento sazonal esperado.

Essas variações refletem a dinâmica natural do perfil transversal 1, marcada por ciclos de erosão e deposição controlados por mudanças nas condições hidrodinâmicas e climáticas sazonais. O balanço sedimentar observado ao longo do período foi, em geral, positivo, favorecendo a conservação da praia de Jatiúca.

Os volumes, expressos em metros cúbicos, apresentam flutuações ao longo do tempo, refletindo a dinâmica sazonal de erosão e deposição sedimentar característica da região (Figura 24).

Figura 24 - Variação do Volume Praial do perfil transversal 1.



Fonte: Autora (2025)

Em setembro de 2023, o volume registrado foi de 57,719 m³, indicando uma condição inicial de relativa estabilidade sedimentar. Já em novembro de 2023, houve uma redução para 53,456 m³, sugerindo um processo erosivo possivelmente decorrente de um aumento da energia das ondas ou da ação de correntes litorâneas. O terceiro levantamento (janeiro de 2024) revelou um aumento do volume para 56,903 m³, sinalizando uma recuperação parcial da face praial por deposição de sedimentos, possivelmente durante um período de menor energia hidrodinâmica.

No quarto levantamento (março de 2024), o volume permaneceu praticamente estável, com 57,418 m³, indicando equilíbrio sedimentar naquele intervalo de tempo. Em maio de 2024, observa-se o maior volume do período analisado, com 60,064 m³, refletindo uma deposição sedimentar acentuada e uma recuperação significativa da praia. No entanto, o sexto levantamento (julho de 2024) mostrou uma redução no volume para 47,077 m³, indicando um processo erosivo mais intenso, provavelmente associado a condições hidrodinâmicas adversas, como tempestades ou mudanças na direção e intensidade das correntes.

Essas variações volumétricas refletem a influência direta das condições sazonais e hidrodinâmicas sobre o balanço sedimentar da praia de Jatiúca. A diminuição observada no último levantamento sugere a necessidade de atenção para possíveis processos erosivos mais severos.

6.1.3.3 Perfil 2

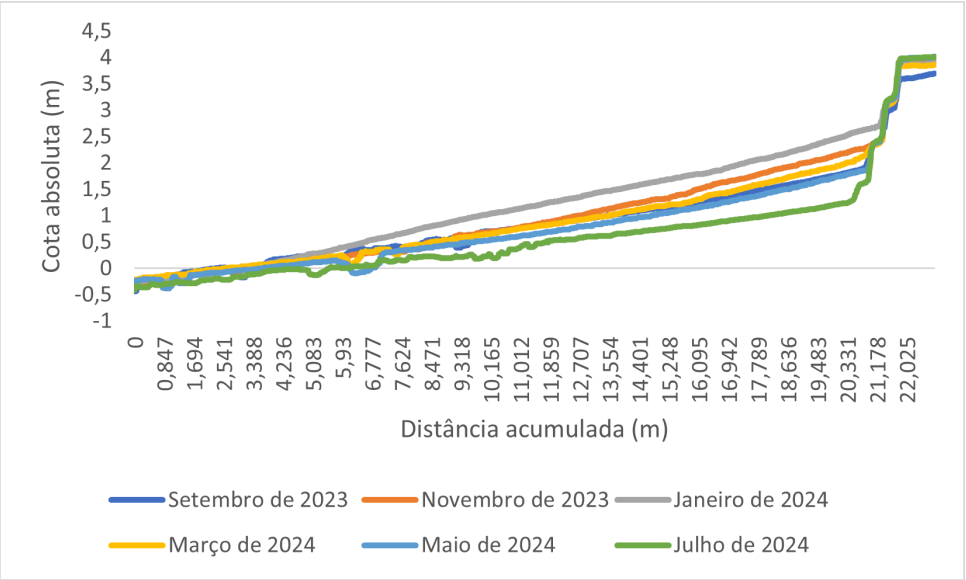
A análise desse perfil revela um processo progressivo de acréscimo sedimentar, indicando uma possível recuperação da praia. Inicialmente, nos meses de setembro e novembro de 2023, o perfil apresentava cotas relativamente baixas, sugerindo uma condição erosiva ou um estado de equilíbrio. Durante esse período, as variações foram mínimas, demonstrando estabilidade na morfologia da praia.

A partir de janeiro e março de 2024, observa-se um leve aumento na cota, especialmente na face praial, entre 10 e 18 metros de distância acumulada. Esse comportamento sugere o início da deposição de sedimentos, possivelmente influenciado por uma diminuição na energia das ondas. Esse processo se intensifica em maio de 2024, quando o crescimento das cotas se torna mais evidente, principalmente na porção superior do perfil. A formação de bermas na face praial sugere um acúmulo progressivo de sedimentos, possivelmente favorecido pela ação das ondas e pelo transporte eólico.

O levantamento de julho de 2024 indica a maior elevação do perfil em toda a sua extensão, com um aumento significativo na pós-praia e na formação de dunas. Esse crescimento acentuado sugere um ambiente dominado pela deposição sedimentar, no qual o transporte de areia pelo vento contribui para a estabilização da linha de costa.

Dessa forma, os dados indicam uma evolução positiva do perfil, caracterizada por deposição progressiva ao longo dos meses. A tendência de recuperação da praia se confirma pelo aumento da cota absoluta, sugerindo que os processos de acreção superaram os de erosão e favoreceram a estabilização do ambiente costeiro (Figura 25).

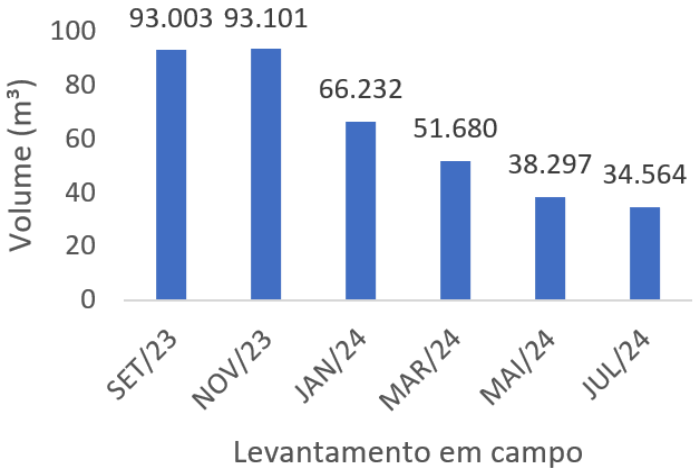
Figura 25 - Variação do Perfil Transversal 2.



Fonte: Autora (2025)

A Figura 26 representa o volume temporal para o Perfil 2. Em setembro de 2023, o volume registrado foi de 93,003 m³, mantendo-se praticamente estável em novembro de 2023, com 93,101 m³. A partir do mês de janeiro de 2024, ocorreu uma redução significativa para 66,232 m³. Já em março de 2024, o volume diminuiu ainda mais, chegando a 51,680 m³. A tendência de redução continuou em maio de 2024, com um volume de 38,297 m³, e o menor valor foi registrado em julho de 2024, com 34,564 m³.

Figura 26 - Variação do Volume Praial do perfil transversal 2.



Fonte: Autora (2025)

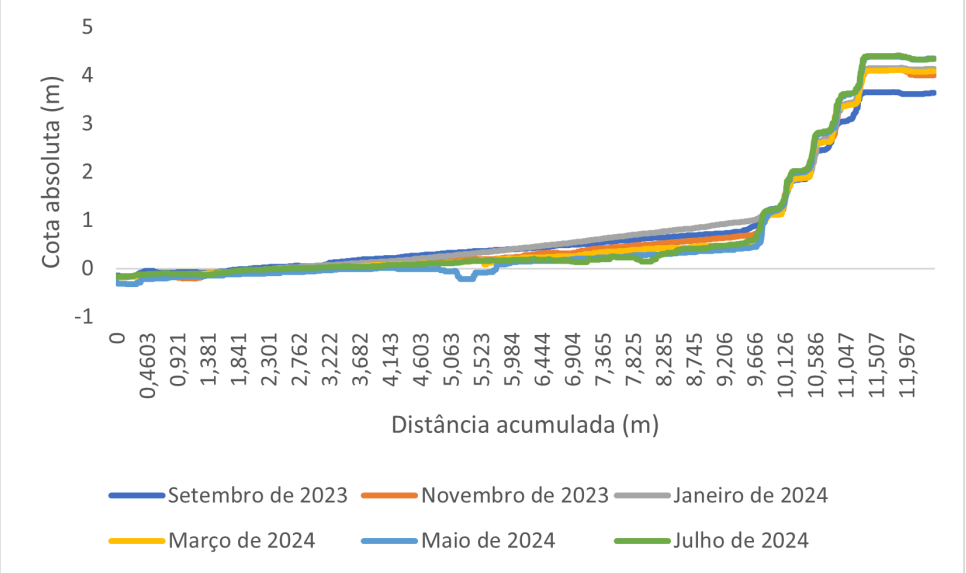
Esse comportamento indica uma estabilidade inicial, sugerindo um equilíbrio entre deposição e erosão nos dois primeiros levantamentos. Entretanto, a redução progressiva a partir do terceiro levantamento sinaliza perda sedimentar constante, possivelmente influenciada por fatores como intensificação de ondas e correntes, que podem ter causado erosão adicional.

A presença da estrutura de contenção, também pode ter redirecionado o fluxo sedimentar para áreas afastadas do perfil, contribuindo para a perda de volume. Além disso, eventos climáticos extremos, como ressacas ou tempestades, e um possível déficit sedimentar, devido à falta de reposição natural ou artificial, podem ter agravado o processo erosivo.

6.1.3.4 Perfil 3

Na análise do perfil 3 observou-se uma elevação gradual até uma transição mais acentuada entre aproximadamente 10,000 m e 10,500 m, onde ocorreu um aumento brusco na cota, indicando a presença de uma região mais elevada no perfil (Figura 27).

Figura 27 - Variação do Perfil Transversal 3



Fonte: Autora (2025)

Em setembro, o perfil marca o ponto de partida, com elevação gradual e uma transição para a área elevada ao final do perfil. Em novembro, ocorreu uma leve redução da cota absoluta, sugerindo um processo inicial de erosão ou redistribuição

de sedimentos. Em janeiro, a cota se mantém estável, indicando um período de equilíbrio entre deposição e erosão. No levantamento de março, observa-se um leve aumento da cota em áreas de menor elevação, o que sugere uma possível recuperação sedimentar. Em maio, há uma recuperação mais pronunciada nas áreas elevadas, possivelmente indicando uma deposição mais significativa de sedimentos. Finalmente, em julho, nota-se uma leve redução do perfil em relação a maio, apontando para uma perda recente de sedimentos.

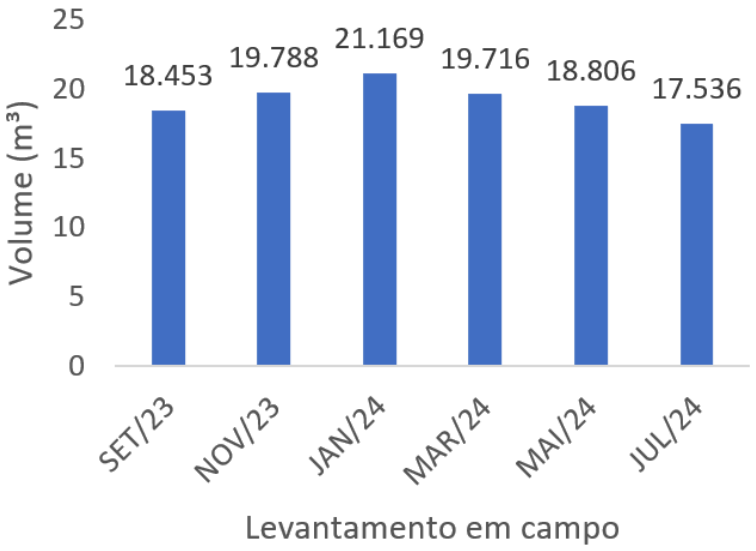
Os processos de erosão e recuperação ao longo do período podem ser atribuídos à ação de ondas e marés, que podem ter causado transporte e redistribuição de sedimentos. A recuperação observada em março e maio de 2024 pode estar relacionada a uma deposição natural ou artificial de sedimentos, bem como à redução temporária da energia das ondas. Eventos climáticos sazonais, como ressacas ou tempestades, também podem ter contribuído para as variações observadas nas cotas e no transporte sedimentar. Além disso, a presença da estrutura de contenção pode ter influenciado a redistribuição dos sedimentos ao longo do tempo, afetando o comportamento dinâmico da praia.

Dessa forma, o Perfil Transversal 3 apresenta um padrão de erosão inicial, seguido por uma recuperação parcial e uma nova leve perda de sedimentos ao final do período analisado.

Ao associar com o gráfico de volume temporal dos perfis praiais, percebe-se um padrão de variação relativamente estável no início do monitoramento, seguido por uma leve oscilação e uma redução mais significativa no último levantamento. Em setembro de 2023, o volume registrado foi de 18,453 m³, aumentando para 19,788 m³ em novembro de 2023 e atingindo o pico em janeiro de 2024, com 21,169 m³. Esse aumento sugere uma leve deposição de sedimentos ao longo do período inicial. Entretanto, a partir do mês de março de 2024, o volume caiu para 19,716 m³, e essa tendência de redução continuou até o mês de julho desse mesmo ano, que registrou o menor valor do período, com 17,536 m³.

Esse comportamento indica uma dinâmica sedimentar de equilíbrio e recuperação parcial nos primeiros levantamentos, seguida por uma fase de perda progressiva de sedimentos nos levantamentos seguintes. Fatores como eventos sazonais, ressacas e tempestades podem ter contribuído para a redistribuição e posterior perda de sedimentos ao longo do tempo.

Figura 28 - Variação do volume praial do perfil transversal 3.

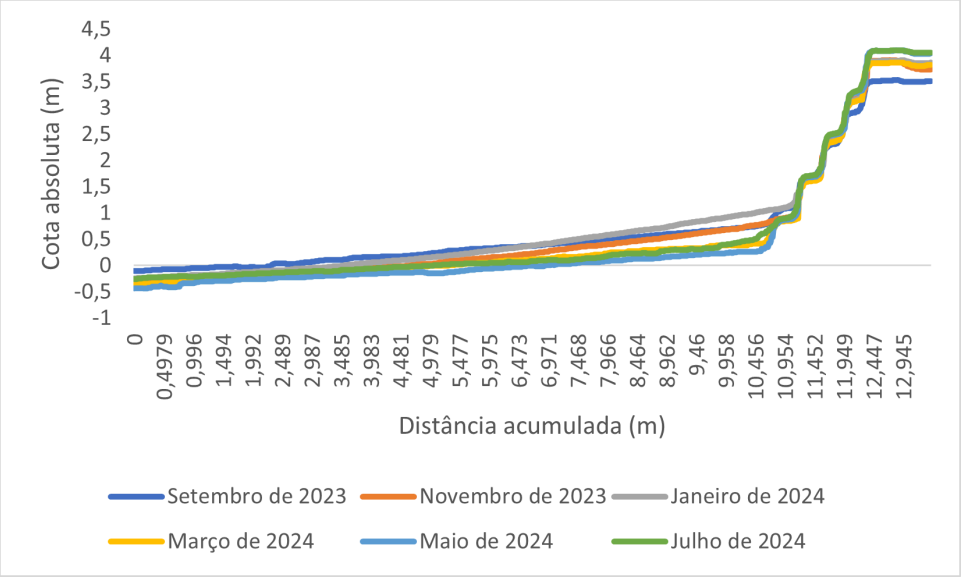


Fonte: Autora (2025)

6.1.3.5 Perfil 4

O Perfil Transversal 4 no período de setembro de 2023 a julho de 2024 revelou mudanças significativas na cota absoluta ao longo da distância acumulada, permitindo compreender a dinâmica sedimentar da área (Figura 29).

Figura 29 - Variação do Perfil Transversal 4



Fonte: Autora (2025)

O gráfico apresentado demonstra que, até aproximadamente 9,5 metros de distância acumulada, a morfologia manteve-se relativamente estável, com pequenas oscilações na cota absoluta ao longo dos meses. No entanto, entre 9,5 metros e 12,9 metros, houve um aumento expressivo da cota, especialmente nos últimos meses analisados, o que indica um acúmulo de sedimentos nesta região.

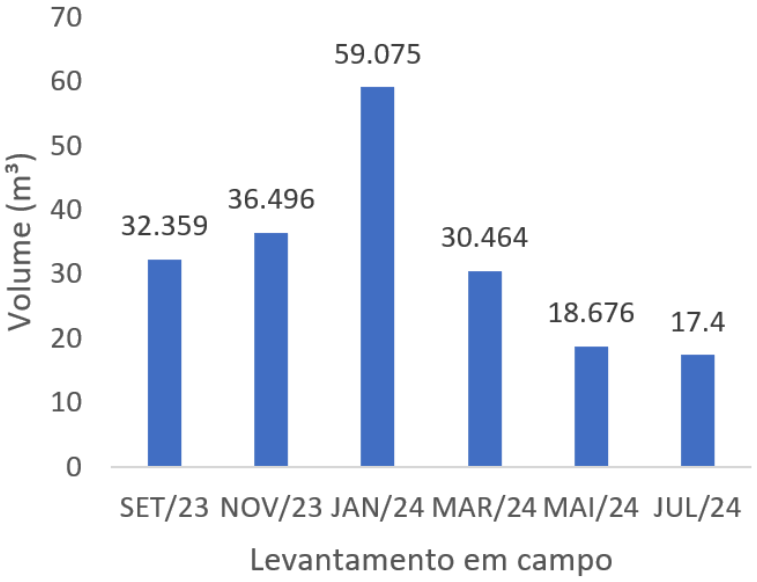
Entre setembro e novembro de 2023, observou-se um pequeno acréscimo na cota absoluta, evidenciando um acúmulo moderado de sedimentos. Esse comportamento pode estar relacionado a um período de menor energia das ondas, favorecendo a deposição. Já entre novembro de 2023 e janeiro de 2024, ocorreu uma elevação contínua da cota, queda que o transporte sedimentar ocorre particularmente, possivelmente devido à menor intensidade de tempestades e ao aumento da deposição natural.

No período entre janeiro e março de 2024, a variação do perfil foi menos expressiva, demonstrando uma tendência de estabilização. Esse comportamento pode estar associado a um equilíbrio sonoro da praia, no qual os processos erosivos e deposicionais se compensam. No entanto, entre março e maio de 2024, ocorreu um aumento significativo da cota absoluta na região posterior da praia, diminuindo um acúmulo substancial de sedimentos. Esse aumento pode ter sido influenciado por fatores sazonais, como ventos e correntes marítimas que favorecem a deposição sedimentar em determinados períodos do ano.

Por fim, entre maio e julho de 2024, o perfil manteve-se elevado, afirmando a consolidação da deposição sedimentar e a estabilização da morfologia praial. Esse padrão pode ser associado à alternância entre períodos de maior e menor energia das ondas ao longo das estações do ano, além de possíveis interferências antrópicas.

A análise do gráfico de volume temporal do Perfil 4 (Figura 30) revela variações significativas na quantidade de sedimentos ao longo do período de monitoramento, indicando processos dinâmicos de erosão e deposição.

Figura 30 - Variação do volume praial do perfil transversal 4



Fonte: Autora (2025)

Em setembro de 2023, observa-se um volume de 32,359 m³, indicando uma condição inicial de sedimentação moderada. Esse valor pode estar associado a um período de relativa estabilidade, no qual os processos erosivos e deposicionais se equilibram. Em novembro de 2023, há um leve aumento para 36,496 m³, o que sugere uma deposição sedimentar contínua, possivelmente favorecida por uma menor energia das ondas ou condições climáticas mais amenas. Esse acréscimo pode indicar que a praia estava em um período de recuperação, no qual sedimentos transportados pelo mar foram depositados na região analisada.

Em Janeiro de 2024 apresenta o maior volume registrado no período, com um salto para 59,075 m³. Esse aumento expressivo pode estar relacionado a uma fase intensa de deposição sedimentar, causada por mudanças sazonais, como o regime de ventos e correntes que favorecem o transporte de areia para a praia. Esse padrão também pode indicar um evento de reposição sedimentar natural, no qual o perfil recebeu uma grande quantidade de sedimentos transportados por correntes costeiras ou ressacas de baixa energia. Outra possibilidade é a influência de ações antrópicas, como atividades de dragagem e realocação de areia.

No entanto, nos levantamentos seguintes, o volume de sedimentos começa a diminuir consideravelmente. No quarto levantamento (março de 2024), há uma redução para 30,464 m³, indicando que parte do material depositado anteriormente

foi removido, possivelmente devido ao aumento da energia das ondas, tempestades ou mudanças nas correntes litorâneas. Essa redução pode estar associada à transição para uma estação de maior energia hidrodinâmica, onde as ondas e marés passam a retirar mais sedimentos do que depositam.

A tendência de redução continua nos levantamentos seguintes, com os valores caindo para 18,676 m³ em maio de 2024 e atingindo um mínimo de 17,4 m³ em julho do mesmo ano. Essa queda acentuada sugere um período de erosão intensa, no qual a retirada de sedimentos superou a deposição. Essa erosão pode ter sido provocada por tempestades, aumento da energia das ondas ou mudanças no regime de ventos e correntes, que passaram a remover o material previamente depositado. Além disso, a menor disponibilidade de sedimentos na região pode ter contribuído para a dificuldade da praia em se recuperar rapidamente.

Em resumo, o gráfico evidencia um ciclo de deposição e erosão, com um pico máximo de acúmulo de sedimentos seguido por um período de perda progressiva de material. Esse comportamento pode estar relacionado às variações sazonais na hidrodinâmica costeira, mudanças no regime de ondas e correntes, além de possíveis interferências humanas na dinâmica sedimentar da região.

6.1.3.6 Perfil 5

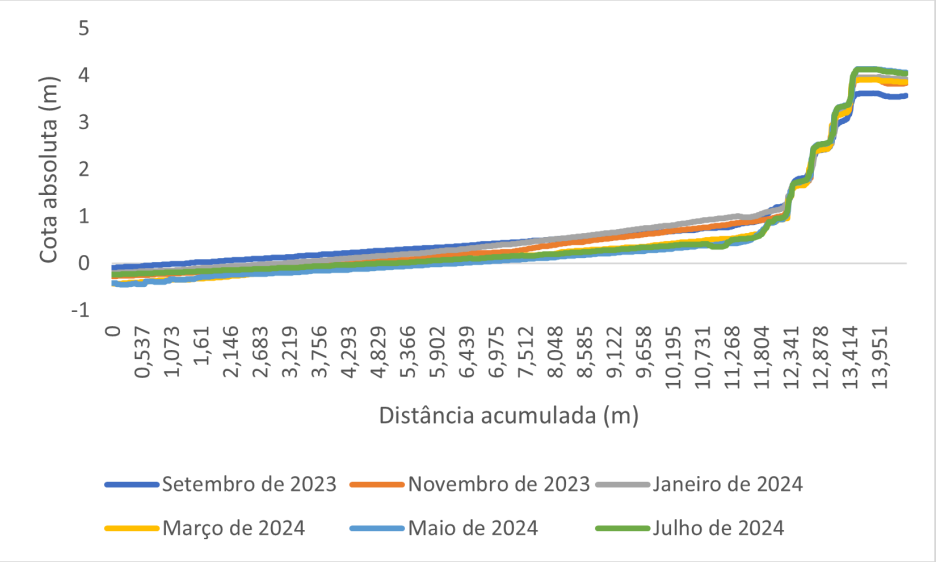
Os resultados indicam que a área mais interna do perfil permaneceu relativamente estável durante todo o período de monitoramento, sugerindo uma menor influência dos processos erosivos e deposicionais nesta região. A área intermediária apresentou pequenas variações na cota absoluta em determinados meses, o que pode estar relacionado a processos sazonais de acumulação e remoção de sedimentos.

As mudanças mais significativas foram observadas na região próxima à área de arrebentação, onde se verificou um aumento mais acentuado da cota absoluta ao longo do tempo. Algumas curvas, especialmente referentes aos meses de março e maio de 2024, indicam variações que podem estar associadas à deposição ou remoção de sedimentos em resposta às condições hidrodinâmicas sazonais.

Durante os meses de verão e outono, a maior energia das ondas pode ter promovido a erosão de sedimentos e redistribuição do material ao longo da praia. Nos meses de menor energia, há indícios de recuperação da praia, possivelmente devido a processos naturais de deposição.

Além disso, a presença da estrutura de contenção na região pode estar influenciando a morfodinâmica local. Essas estruturas, ao interferirem no transporte sedimentar, podem contribuir para a estabilização de alguns trechos da praia enquanto potencializam processos erosivos em outros. Eventos extremos, como ressacas e marés altas, também podem ter impactado o perfil ao longo do período analisado, alterando a distribuição sedimentar.

Figura 31 - Variação do perfil transversal 5



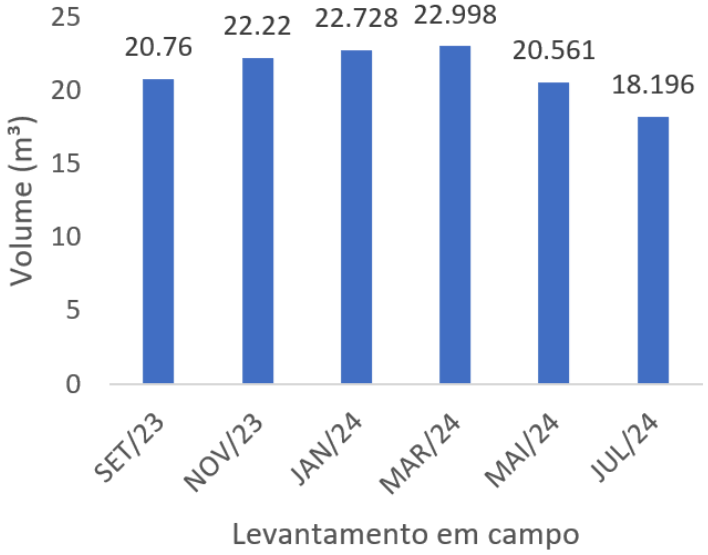
Fonte: Autora (2025)

Ao analisar a Figura 32, podemos observar que ao longo de seis levantamentos, o perfil transversal 5 revelou variações significativas na disponibilidade de sedimentos. Inicialmente, o volume sedimentar era de 20,76 m³, apresentando um aumento progressivo até atingir 22,998 m³ no quarto levantamento. Esse crescimento pode indicar um período de maior deposição sedimentar, possivelmente associado a condições hidrodinâmicas favoráveis, como menor energia das ondas e aporte de sedimentos de fontes externas.

A partir do quinto levantamento (maio de 2024), observou-se uma redução progressiva do volume, chegando ao menor valor registrado em julho de 2024 (18,196 m³). Essa queda pode ser reflexo de um período de maior erosão costeira, possivelmente causado pelo aumento da energia das ondas, marés mais intensas ou eventos extremos, como ressacas. A diferença entre o pico de volume sedimentar e o menor valor registrado indica uma perda de aproximadamente 4,8 m³ de sedimentos ao longo dos últimos levantamentos.

A variação do volume sedimentar pode estar diretamente relacionada à sazonalidade climática, com períodos mais calmos favorecendo a deposição e períodos de maior energia hidrodinâmica promovendo a erosão.

Figura 32 - Variação do volume praial do perfil transversal 5.

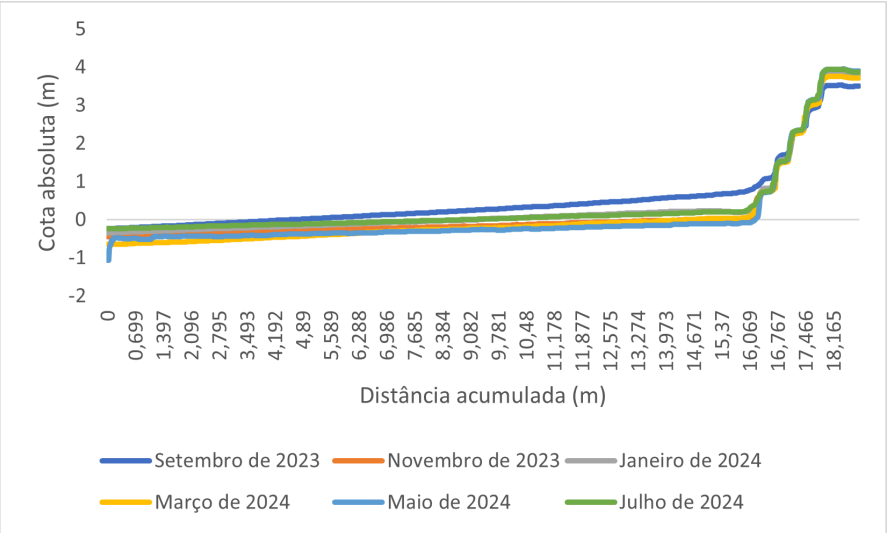


Fonte: Autora (2025)

6.1.3.7 Perfil 6

O gráfico do Perfil Transversal 6 apresenta a variação da cota absoluta ao longo da distância acumulada em diferentes meses de monitoramento, permitindo a análise da dinâmica sedimentar da praia (Figura 33). De modo geral, observa-se uma estabilidade relativa nos primeiros 16.000 metros do perfil, com pequenas variações ao longo dos levantamentos. No entanto, a partir dessa marca, há um aumento significativo da cota absoluta, possivelmente inferior à formação de uma berma ou banco de areia .

Figura 33 - Variação do perfil transversal 6



Fonte: Autora (2025)

Ao analisar a variação do volume temporal, nota-se que, em setembro de 2023, o perfil apresentava uma cota mais baixa, indicando um período de erosão ou menor deposição de sedimentos. Já em novembro de 2023, houve um aumento no nível de elevação, diminuindo uma possível fase inicial de recuperação sedimentar. Nos meses seguintes, como janeiro de 2024, os valores são relativamente constantes, demonstrando estabilidade durante o período de verão.

A partir de março e maio de 2024, há um aumento discreto na cota absoluta, possivelmente refletindo a deposição natural de sedimentos ao longo do tempo. Em julho de 2024, as elevações se tornam mais destacadas, principalmente no trecho final do perfil, indicando um acúmulo significativo de sedimentos, possivelmente associado ao transporte de areia específico das estações mais frias.

Essa variação ao longo do tempo evidencia processos naturais como erosão e recuperação da praia, influenciados por fatores sazonais, como a variação das ondas e dos ventos. A elevação observada em julho pode indicar a formação de uma berma de tempestade ou o acúmulo de sedimentos trazidos por correntes marinhas. Desta forma, o monitoramento contínuo desse perfil é essencial para compreender melhor a evolução da linha de costa, identificar tendências erosivas ou deposicionais e auxiliar na gestão da área costeira.

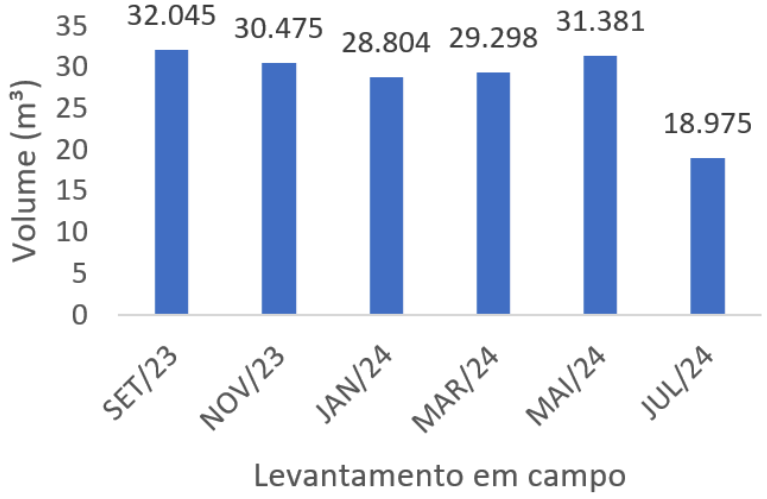
O gráfico do volume temporal do Perfil 6 revela variações significativas no volume de sedimentos ao longo dos levantamentos em campo (Figura 34). Em

setembro de 2023, o volume registrado foi de 32,045 m³, seguido de uma leve redução para 30,475 m³ em novembro de 2023. No terceiro levantamento (janeiro de 20240, o volume caiu para 28,804 m³, apresentando a menor variação até então. Em março de 2024, houve um pequeno aumento para 29,298 m³, seguido por uma nova elevação em maio de 2024, que atingiu 31,381 m³, indicando um possível processo de recuperação sedimentar.

Entretanto, no mês de julho de 2024, observa-se uma queda expressiva no volume, atingindo 18,975 m³, o que representa uma perda significativa de sedimentos. Essa redução pode estar associada a processos erosivos mais intensos, possivelmente causados por fatores como tempestades e ressacas, que aumentam a energia das ondas e removem grandes quantidades de areia da área monitorada.

Além disso, mudanças na dinâmica costeira, como alterações na deriva litorânea e no regime de correntes marinhas, podem ter redistribuído os sedimentos para outras regiões. A sazonalidade também pode ter influenciado essa variação, já que períodos de maior energia das ondas, como outono e inverno, favorecem a erosão.

Figura 34 - Variação do volume praial do perfil transversal 6



Fonte: Autora (2025)

6.1.3.8 Perfil 7

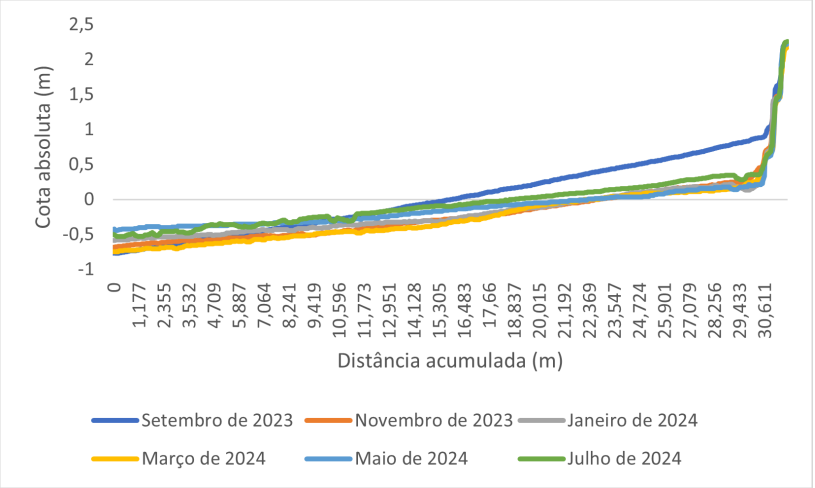
O perfil transversal 7 indica que, em setembro de 2023, o perfil apresentou elevações relativamente mais altas, sugerindo um período de maior deposição sedimentar. No entanto, em novembro de 2023, observa-se uma redução na cota absoluta, caracterizando um provável processo erosivo. Essa tendência se mantém em janeiro e março de 2024, evidenciando uma possível estabilização do perfil, porém com níveis mais baixos em relação a setembro de 2023. Nos meses subsequentes, maio e julho de 2024, nota-se um aumento na elevação do perfil, especialmente próximo à linha d'água, indicando uma recuperação sedimentar.

As variações observadas podem estar relacionadas a diversos fatores ambientais e antrópicos. A influência sazonal é um fator determinante, uma vez que os meses entre novembro e março coincidem com períodos de maior energia de ondas, favorecendo processos erosivos. Além disso, tempestades, correntes litorâneas e alterações no regime de ventos podem ter intensificado a redistribuição dos sedimentos. A recuperação observada nos meses de maio e julho sugere uma redução na energia das ondas, permitindo a deposição de sedimentos e a reconstrução parcial da praia.

Outro aspecto relevante a ser considerado é a influência da obra de contenção presente na área de estudo. A estrutura pode ter modificado os padrões de transporte sedimentar, interferindo na dinâmica erosiva e deposicional da região. A avaliação da eficácia dessa intervenção pode ser aprofundada mediante a comparação das variações morfológicas em diferentes trechos da praia e ao longo de um período mais extenso.

Portanto, os resultados obtidos evidenciam a complexidade da morfodinâmica praial na região da Praia de Jatiúca, reforçando a necessidade de monitoramento contínuo para compreender a evolução dos processos erosivos e a efetividade das intervenções antrópicas na preservação da linha de costa.

Figura 35 - Variação do perfil transversal 7.



Fonte: Autora (2025)

A análise do volume temporal para o Perfil 7 evidencia variações significativas ao longo dos levantamentos de campo, refletindo a dinâmica sedimentar da região. O primeiro levantamento (setembro de 2023) registrou o maior volume sedimentar (42,379 m³), indicando um período de maior deposição de sedimentos e um perfil mais robusto. No entanto, no segundo levantamento (novembro de 2023), observa-se uma redução expressiva para 29,425 m³, representando uma perda significativa de material. Essa diminuição pode estar associada a processos erosivos intensificados por ressacas, maior energia das ondas ou mudanças nas correntes litorâneas.

A tendência de redução continua no mês de janeiro de 2024, com um volume de 26,981 m³, sugerindo que a erosão permaneceu atuante. Em março de 2024, ocorre um leve aumento para 30,243 m³, indicando um possível episódio de deposição sedimentar, possivelmente associado a uma diminuição da energia hidrodinâmica, permitindo a acumulação de sedimentos na área.

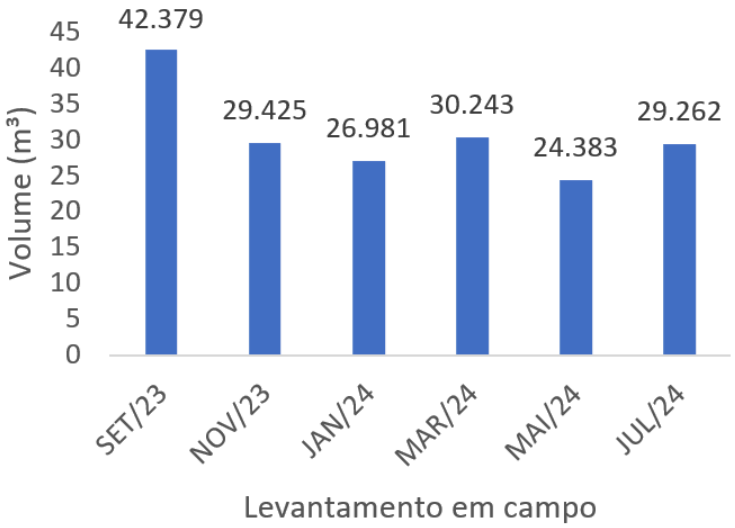
No entanto, essa recuperação não se sustenta, e no mês de maio de 2024 o volume atinge seu menor valor registrado (24,383 m³), evidenciando um novo episódio de erosão mais intenso, possivelmente relacionado a condições climáticas adversas ou ao aumento da intensidade das ondas e correntes.

No sexto levantamento (julho de 2024), há um leve aumento para 29,262 m³, sugerindo uma recuperação parcial da praia. Essa variação pode estar relacionada à

diminuição da energia das ondas, permitindo a deposição de sedimentos transportados ao longo da costa.

A oscilação dos volumes ao longo dos levantamentos indica que a praia está sujeita a períodos alternados de erosão e deposição, influenciados por fatores sazonais, hidrodinâmicos e antrópicos. A perda acentuada de sedimentos em determinados períodos destaca a vulnerabilidade da área a processos erosivos, enquanto os momentos de recuperação sugerem que a deposição pode ocorrer em condições favoráveis.

Figura 36 - Variação do volume praial do perfil transversal 7



Fonte: Autora (2025)

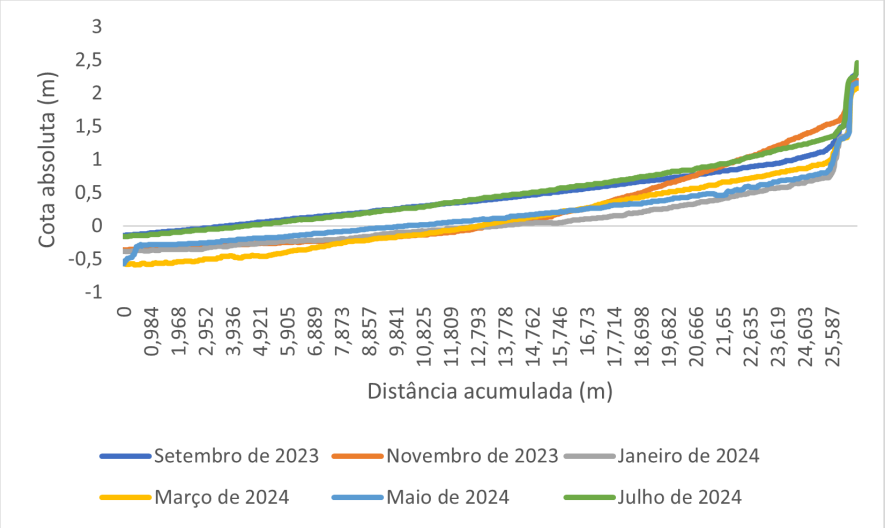
6.1.3.9 Perfil 8

A análise do Perfil Transversal 8 ao longo do período estudado revela variações morfológicas significativas, evidenciando processos dinâmicos de erosão e sedimentação. Os dados indicam que, em setembro de 2023, o perfil apresentou elevações relativamente mais altas, sugerindo um período de maior deposição sedimentar. No entanto, em novembro de 2023, observa-se uma leve redução na cota absoluta, caracterizando um possível início de processo erosivo. Essa tendência se mantém nos meses de janeiro e março de 2024, evidenciando uma continuidade na remoção de sedimentos, possivelmente associada ao aumento da energia das ondas e correntes litorâneas durante esse período.

Nos meses seguintes, maio e julho de 2024, nota-se um aumento na elevação do perfil, indicando uma recuperação sedimentar. Esse comportamento pode estar associado à redução da energia hidrodinâmica, permitindo a deposição de sedimentos e uma possível estabilização da linha de costa. A linha correspondente a julho de 2024 apresenta o maior acúmulo de sedimentos, especialmente na porção final do perfil, sugerindo que a região pode estar passando por um período de reposição natural dos materiais anteriormente removidos.

A estrutura de contenção pode estar modificando os padrões de transporte sedimentar, interferindo na dinâmica erosiva e deposicional da região. A avaliação da eficácia dessa intervenção pode ser aprofundada mediante a comparação das variações morfológicas em diferentes trechos da praia e ao longo de um período mais extenso.

Figura 37 - Variação do perfil transversal 8.

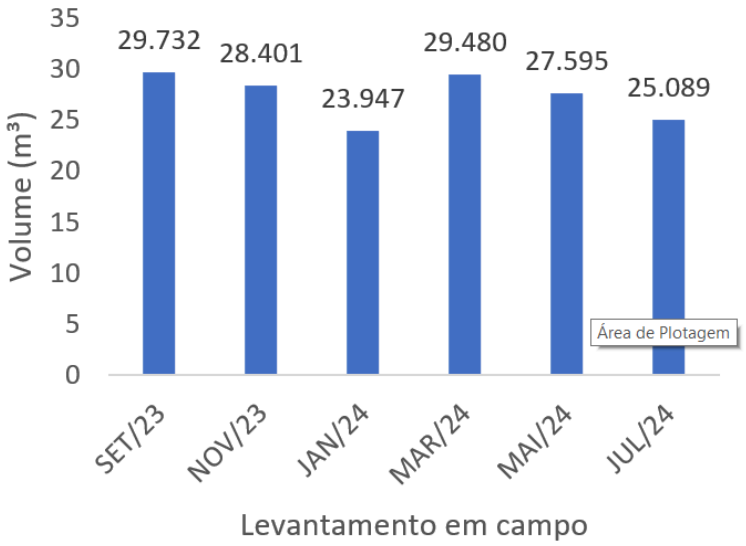


Fonte: Autora (2025)

A figura 38 apresenta a variação do volume de sedimentos para o Perfil 8, evidenciando flutuações nos valores registrados. Inicialmente, observa-se um volume de 29,732 m³, seguido de uma leve redução para 28,401 m³ em novembro de 2023. Em Janeiro de 2024, há uma queda mais acentuada, atingindo 23,947 m³, indicando uma possível perda significativa de sedimentos. Em março de 2024, verifica-se uma recuperação para 29,480 m³, sugerindo um processo de deposição. Posteriormente, ocorre uma nova redução no mês de maio desse mesmo ano

(27,595 m³) e outra queda no mês de julho (25,089 m³), demonstrando um padrão de variação que pode estar relacionado a processos naturais e antrópicos.

Figura 38 - Variação do volume praial do perfil transversal 8.



Fonte: Autora (2025)

A queda mais acentuada registrada no terceiro levantamento pode estar associada a um evento erosivo significativo, como a ocorrência de ressacas ou períodos de maior energia das ondas. Já a recuperação no quarto levantamento sugere uma fase de menor intensidade hidrodinâmica, favorecendo a deposição de sedimentos. Além disso, a sazonalidade pode desempenhar um papel relevante, considerando que diferentes estações do ano influenciam a intensidade das ondas e dos ventos, impactando diretamente a dinâmica sedimentar.

6.1.3.10 Perfil 9

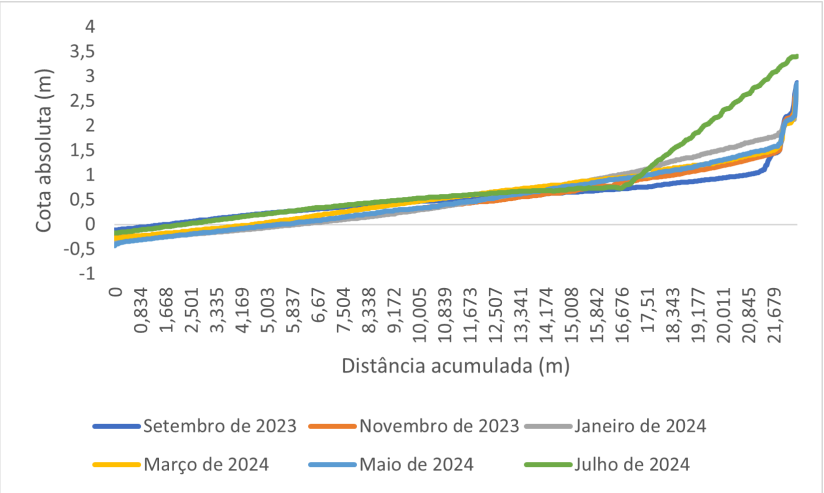
O gráfico do Perfil Transversal 9 apresenta a evolução da topografia da praia ao longo do período estudado, evidenciando mudanças significativas na deposição de sedimentos. Nos primeiros meses analisados, entre setembro de 2023 e março de 2024, observa-se uma relativa estabilidade na morfologia do perfil, com variações sutis na cota absoluta ao longo da distância acumulada. Esse padrão sugere um equilíbrio dinâmico entre erosão e deposição, sem alterações expressivas na estrutura da praia.

A partir de maio de 2024, no entanto, começa a ser perceptível um leve aumento na cota absoluta, especialmente nos pontos mais distantes da linha de base. Esse crescimento pode indicar o início de um processo de acresção sedimentar, possivelmente associado a uma redução na energia das ondas, permitindo a deposição de sedimentos, ou a mudanças nas correntes litorâneas que favoreceram a retenção de material arenoso.

Essa tendência se intensifica ainda mais em julho de 2024, quando há um aumento expressivo da elevação do perfil na porção distal da praia. Esse comportamento pode estar diretamente relacionado a fatores naturais, como variações sazonais nas condições hidrodinâmicas, onde períodos de menor energia das ondas favorecem a sedimentação, além da possível influência de eventos meteorológicos que modificaram temporariamente o transporte de sedimentos na área.

Dessa forma, a análise do Perfil Transversal 9 sugere que a praia está passando por um processo de progradação, caracterizado pelo crescimento da linha de praia devido à deposição contínua de sedimentos. Essa tendência pode ser resultado de uma combinação de fatores naturais e antrópicos que modificaram a dinâmica sedimentar ao longo do tempo.

Figura 39 - Variação do perfil transversal 9.

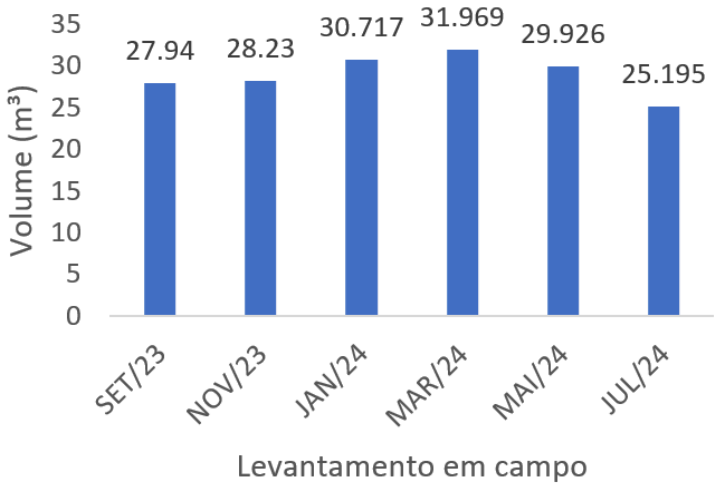


Fonte: Autora (2025)

A figura 40 apresenta a variação do volume sedimentar ao longo do tempo para o Perfil 9, evidenciando flutuações no armazenamento de sedimentos durante

os levantamentos de campo. Observa-se um aumento gradual do volume nos primeiros quatro levantamentos, seguido por uma redução nos dois últimos registros.

Figura 40 - Variação do volume praial do perfil transversal 9.



Fonte: Autora (2025)

Inicialmente, o volume era de 27,94 m³, aumentando para 28,23 m³ no mês de novembro. Esse crescimento sugere um leve acúmulo sedimentar, possivelmente causado por períodos de menor energia hidrodinâmica, favorecendo a deposição. Nos levantamentos subsequentes, há um aumento mais expressivo para 30,717 m³ e 31,969 m³, indicando uma fase de acresção sedimentar intensa, que pode estar relacionada a mudanças nas condições ambientais, como redução da ação erosiva das ondas ou maior aporte sedimentar de fontes externas, como rios ou transporte eólico.

No entanto, a partir do quinto levantamento (maio de 20240, há um declínio no volume para 29,926 m³, seguido de uma queda mais acentuada para 25,195 m³ no mês de julho. Essa diminuição sugere um processo erosivo que pode ter sido desencadeado por fatores como aumento da intensidade das ondas, correntes costeiras mais ativas ou eventos climáticos adversos, como ressacas e tempestades.

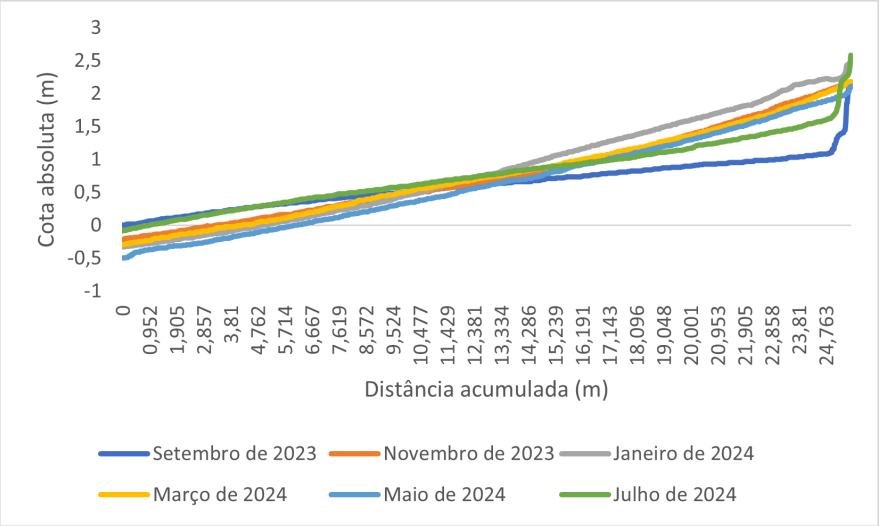
A tendência observada nesse perfil indica que houve um período de estabilidade seguido por uma fase de crescimento do volume sedimentar, culminando em um pico no quarto levantamento. A posterior redução pode representar um ciclo natural de erosão e deposição, característico de ambientes

praiais dinâmicos, influenciados por sazonalidade, variações meteorológicas e impactos antrópicos.

6.1.3.11 Perfil 10

Ao analisar o perfil 10 observa-se uma tendência de acréscimo gradual da cota absoluta ao longo do perfil, caracterizando um avanço suave na topografia da praia em direção ao mar. No entanto, mudanças sazonais significativas foram registradas (Figura 41).

Figura 41 - Variação do perfil transversal 10.



Fonte: Autora (2025)

Nos primeiros levantamentos, correspondentes aos meses de setembro e novembro de 2023, o perfil apresentou menores cotas absolutas ao longo de toda a extensão. A curva referente a setembro de 2023 destaca-se por apresentar os menores valores entre todos os períodos, sugerindo que esse levantamento foi realizado após um evento erosivo ou em um período de baixa deposição sedimentar.

A partir de janeiro de 2024, verifica-se um aumento gradual das cotas absolutas, indicando processos de recuperação sedimentar na área. Esse comportamento se intensifica nos meses de março e maio de 2024, com elevações mais marcantes em praticamente toda a extensão do perfil, sugerindo um período de maior deposição de sedimentos, possivelmente favorecido por condições hidrodinâmicas mais brandas ou maior aporte sedimentar.

O levantamento de julho de 2024 representa o momento de maior elevação da cota absoluta, especialmente na extremidade final do perfil (a partir de aproximadamente 22 m até 24,76 m de distância acumulada), onde os valores superam 2,5 m. Esse comportamento pode estar associado a um processo de engorda natural da praia ou ao acúmulo de sedimentos induzido por condições oceanográficas favoráveis. Vale destacar que, em comparação com o perfil inicial de setembro, houve um ganho significativo de sedimentos ao longo do tempo, indicando uma tendência geral de acréscimo morfodinâmico positivo.

As variações observadas ao longo dos meses podem ser explicadas pela sazonalidade climática e hidrodinâmica, que influencia diretamente o transporte sedimentar na zona costeira. Durante os períodos de menor energia das ondas, há favorecimento da deposição; já em épocas de maior energia (como o verão), podem ocorrer erosões localizadas, que não foram fortemente evidenciadas nesse perfil.

Dessa forma, o Perfil Transversal 10 revela um comportamento predominantemente estável, com indicativos de recuperação morfodinâmica progressiva ao longo do período analisado.

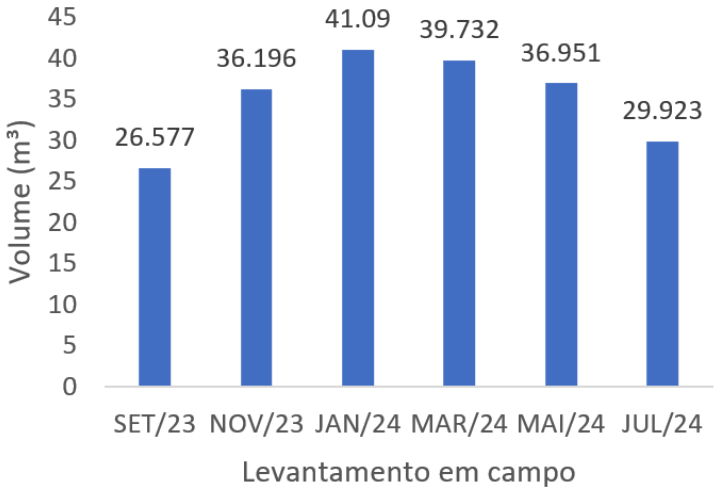
Essa evolução positiva da topografia praial é corroborada pelos dados de volume sedimentar (Figura 42). Em setembro de 2023, o volume era de 26,577 m³. Nos levantamentos seguintes, houve um acréscimo expressivo, atingindo o pico de 41,09 m³ no mês de janeiro de 2024. Esse aumento de volume está diretamente relacionado à deposição sedimentar observada no perfil, indicando um período de acréscimo significativo de sedimentos, possivelmente favorecido por um regime hidrodinâmico mais calmo ou aporte sedimentar externo.

Nos levantamentos seguintes (março e maio de 2024), o volume apresentou uma leve redução, mas ainda manteve-se em níveis elevados (39,732 m³ e 36,951 m³, respectivamente), sinalizando uma relativa estabilidade sedimentar. No entanto, o sexto levantamento (julho de 2024) apresentou uma redução mais acentuada, com volume de 29,923 m³, embora a morfologia do perfil tenha permanecido elevada. Essa aparente contradição pode estar relacionada a redistribuições internas dos sedimentos ao longo do perfil, com possível migração de material para áreas adjacentes ou reconfiguração da faixa ativa.

A oscilação do volume sedimentar sugere que o perfil esteve sujeito a variações sazonais no regime de ondas e marés, com períodos de maior energia promovendo erosão e redistribuição, e fases de menor energia favorecendo a

deposição. Em síntese, o Perfil Transversal 10 demonstrou um comportamento predominantemente positivo em termos morfodinâmicos ao longo do período estudado, com fases de recuperação sedimentar evidentes tanto na elevação da topografia quanto no aumento do volume.

Figura 42 - Variação do volume praial do perfil transversal 10.



Fonte: Autora (2025)

6.1.3.12 Perfil 11

Os resultados indicam que, no levantamento inicial, o perfil apresentava as menores cotas absolutas em praticamente toda a sua extensão, com destaque para o trecho mais interno, onde a elevação do terreno era inferior a zero em alguns pontos. Essa condição sugere a ocorrência de processos erosivos recentes ou uma ausência significativa de aporte sedimentar na zona supratidal e intertidal.

A partir do levantamento de novembro de 2023, observa-se um incremento nas cotas absolutas, especialmente na porção intermediária do perfil, indicando processos iniciais de recuperação morfodinâmica. Essa tendência de recuperação se intensifica no levantamento de janeiro de 2024, o qual apresenta um aumento expressivo das cotas em comparação aos meses anteriores, refletindo provável deposição associada à redução da energia hidrodinâmica durante esse período.

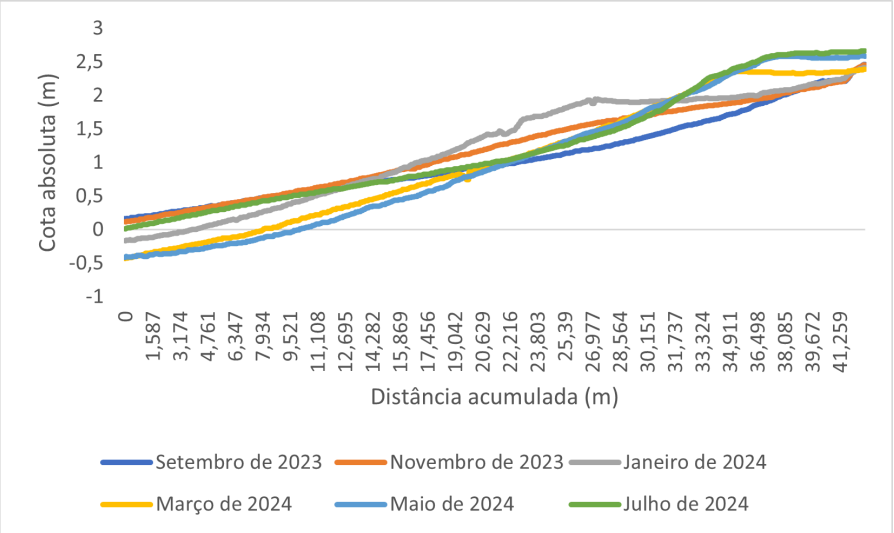
Nos levantamentos de março e maio de 2024, o perfil manteve-se relativamente estável, com pequenas variações localizadas. A estabilidade

observada pode estar relacionada à consolidação dos sedimentos depositados nos meses anteriores e à ausência de eventos erosivos intensos durante esse intervalo.

O maior destaque ocorre no levantamento de julho de 2024, quando o perfil atinge as maiores cotas absolutas registradas, especialmente a partir da distância acumulada de 30 metros, onde as elevações superam 2,5 metros. Esse comportamento evidencia um aumento significativo da deposição sedimentar, resultando em um perfil mais elevado e suavizado, o que pode indicar uma recuperação eficiente da faixa praial, possivelmente influenciada por condições oceanográficas mais favoráveis (menor energia de onda, regime de marés moderado) ou maior estabilidade no aporte de sedimentos.

A evolução observada no Perfil Transversal 11 revela uma tendência clara de acréscimo sedimentar e recuperação topográfica ao longo do tempo. Tal padrão pode ser atribuído a fatores sazonais, como a variação na energia das ondas e marés, que podem ter influenciado positivamente a retenção de sedimentos. A ausência de erosão significativa nos últimos levantamentos também sugere uma fase de equilíbrio morfodinâmico ou deposição contínua no período final do monitoramento.

Figura 43 - Variação do perfil transversal 11.



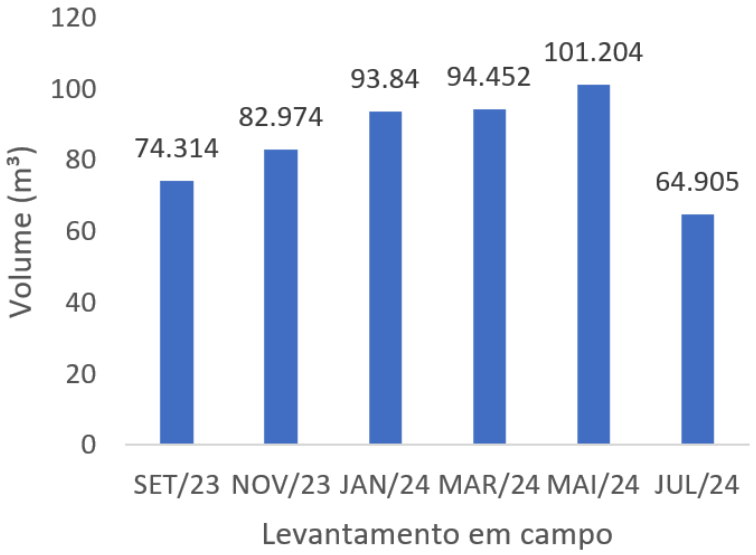
Fonte: Autora (2025)

Os dados de volume sedimentar corroboram essa tendência. No primeiro levantamento, o volume registrado foi de 74,314 m³, com um crescimento constante nos levantamentos subsequentes: 82,974 m³ (novembro de 2023), 93,840 m³

(janeiro de 2024), 94,452 m³ (março de 2024), e atingindo seu pico de 101,204 m³ em maio de 2024. Esse incremento volumétrico está diretamente relacionado ao aumento da cota absoluta observado nas curvas do perfil, indicando um período de deposição sedimentar contínua e intensiva.

No entanto, o levantamento de julho de 2024 revela uma queda abrupta no volume sedimentar, com o valor reduzido para 64,905 m³ — o mais baixo da série após o início do monitoramento. Essa diminuição acentuada pode ser atribuída a eventos erosivos recentes, como ressacas ou marés de sizígia, além da possível intensificação da energia das ondas durante o inverno. Essa perda de volume reflete-se também na suavização das curvas de cota na parte superior do perfil, ainda que não tenha havido recuo expressivo da linha de costa visível na morfologia geral do perfil.

Figura 44 - Variação do volume praial do perfil transversal 11.



Fonte: Autora (2025)

6.1.3.13 Perfil 12

A análise do perfil 12 indica uma tendência geral de estabilidade morfológica ao longo do período analisado, especialmente nas áreas proximal (até ~15 metros) e intermediária (~15 a ~35 metros). Essas áreas apresentaram variações discretas nas curvas de cota, refletindo um comportamento relativamente equilibrado entre

processos erosivos e deposicionais, com leve crescimento altimétrico em alguns trechos entre janeiro e maio de 2024.

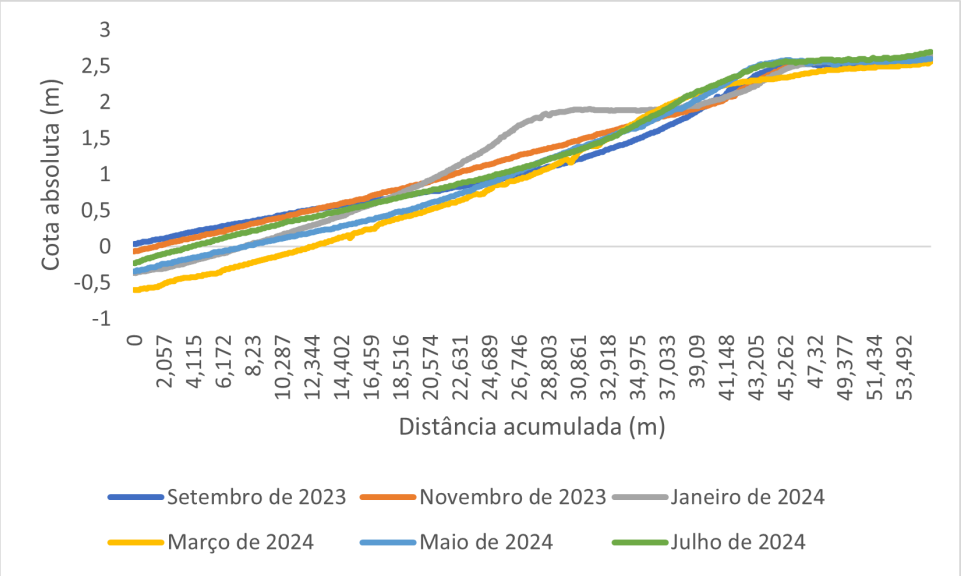
As mudanças mais expressivas ocorreram na porção distal do perfil, a partir de aproximadamente 36 metros da linha de base. Em especial, o levantamento de janeiro de 2024 apresenta uma elevação acentuada da cota absoluta em comparação aos demais meses, sugerindo um episódio de deposição expressiva de sedimentos nesse intervalo. Essa alteração pode estar relacionada a eventos de menor energia hidrodinâmica, como períodos de calmaria entre ressacas, favorecendo a acumulação de material transportado ao longo da faixa ativa da praia.

Nos levantamentos subsequentes (março, maio e julho de 2024), observa-se que os valores de cota voltam a se aproximar dos patamares anteriores, indicando uma redistribuição dos sedimentos ou possível erosão parcial da área que havia acumulado material. Ainda assim, a porção final do perfil manteve-se com elevações superiores às observadas nos meses iniciais (setembro e novembro de 2023), sugerindo uma tendência de ganho sedimentar ao longo do tempo.

A estabilidade relativa na base do perfil e as variações moderadas nas zonas médias e distais podem estar associadas à interação entre o regime de ondas, a morfologia submersa e a presença de estruturas de contenção na área. Esses fatores influenciam diretamente a capacidade de retenção e mobilização de sedimentos ao longo do perfil. Além disso, as variações sazonais — especialmente a alternância entre períodos de maior e menor energia de ondas — parecem desempenhar papel fundamental nos padrões observados.

Portanto, o Perfil Transversal 12 apresenta características que indicam um comportamento morfodinâmico relativamente estável, mas com capacidade de resposta rápida a alterações nas condições hidrodinâmicas, como evidenciado pelas variações pontuais nas elevações de cota. A continuidade do monitoramento é essencial para determinar se essa tendência de equilíbrio será mantida ou se a região está sujeita a ciclos erosivos mais intensos em períodos futuros.

Figura 45 - Variação do perfil transversal 12.



Fonte: Autora (2025)

Do ponto de vista morfodinâmico, o perfil apresentou um comportamento relativamente estável nas zonas proximal e intermediária (até aproximadamente 35 metros), com variações discretas entre os levantamentos. A porção distal do perfil, a partir de cerca de 36 metros, mostrou alterações mais significativas na cota absoluta, especialmente no levantamento de janeiro de 2024, onde se observou um aumento expressivo da elevação topográfica. Esse comportamento indica a ocorrência de processos deposicionais concentrados na parte inferior da praia, possivelmente associados a uma redução da energia hidrodinâmica no período ou à influência de processos sazonais de redistribuição sedimentar.

A análise do volume sedimentar total reforça a interpretação morfodinâmica. Os dados indicam um aumento contínuo no volume de sedimentos entre o primeiro (99,512 m³) e o quarto levantamento (123,011 m³), o que representa um ganho acumulado significativo de material ao longo da faixa praial. Esse crescimento pode estar relacionado a condições mais favoráveis à deposição, como a atuação de ondas de menor energia ou o transporte de sedimentos oriundos de outras áreas da costa.

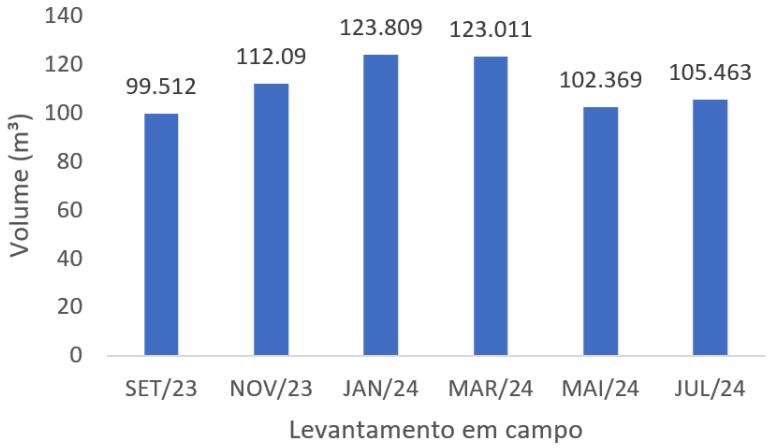
A partir do mês de maio de 2024, no entanto, o volume sedimentar apresenta uma leve redução para 102,369 m³, seguida de uma recuperação parcial no mês de julho de 2024 (105,463 m³). Essa flutuação pode ser atribuída a eventos de maior

energia, como ressacas ou marés altas, que tendem a remover parte do material acumulado na praia. Apesar dessa perda parcial, o volume final permanece superior ao registrado no início do monitoramento, indicando uma tendência geral de ganho sedimentar ao longo do período analisado.

A consistência entre a elevação topográfica na zona distal do perfil e o aumento do volume sedimentar sugere que a área está passando por um processo de acumulação progressiva, ainda que sujeito a oscilações sazonais e à ação de eventos extremos. Além disso, a presença de estruturas de contenção na região da praia de Jatiúca pode ter desempenhado papel importante na retenção de sedimentos, influenciando o padrão de acúmulo observado.

Esses resultados reforçam a importância do monitoramento contínuo da morfodinâmica praial, permitindo identificar tendências de evolução costeira e subsidiar estratégias eficazes de gestão e conservação da faixa litorânea. No caso do Perfil 12, os dados apontam para um cenário de relativa estabilidade com predominância de deposição, o que pode indicar uma resposta positiva da praia frente às atuais condições ambientais e antrópicas.

Figura 46 - Variação do volume praial do perfil transversal 12.



Fonte: Autora (2025)

6.1.3.14 Perfil 13

O Perfil Transversal 13 foi monitorado entre setembro de 2023 e julho de 2024, com o objetivo de acompanhar a evolução da morfodinâmica praial na região. A análise da variação da cota absoluta em função da distância acumulada permitiu

identificar alterações sazonais na topografia do perfil, revelando padrões de erosão e deposição ao longo do tempo.

Na zona proximal do perfil (até aproximadamente 25 metros), observou-se uma variação moderada da cota absoluta entre os diferentes levantamentos. Os dados indicam um ligeiro aumento da elevação topográfica ao longo do tempo, sugerindo a ocorrência de processos de deposição contínuos, embora sutis, nessa porção da praia. Essa área, por estar mais próxima da linha da maré alta, tende a apresentar maior estabilidade devido à menor exposição direta à energia das ondas.

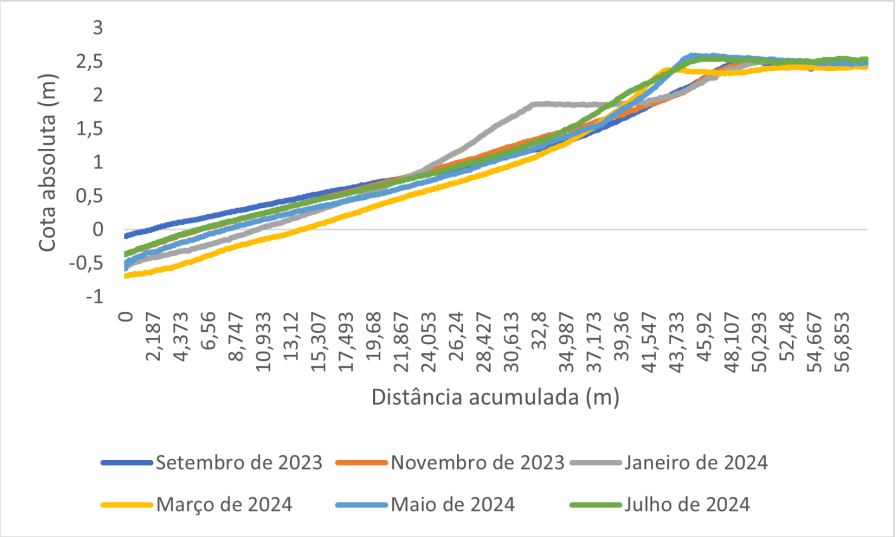
A zona intermediária e distal (aproximadamente entre 25 e 50 metros) apresentou as variações mais significativas, especialmente durante o levantamento de janeiro de 2024, no qual foi registrada uma elevação acentuada da cota absoluta. Esse comportamento aponta para uma deposição intensa de sedimentos nesse período, que pode estar associada a um transporte significativo de material sedimentar da zona submersa para a faixa de praia, favorecido por condições hidrodinâmicas específicas, como marés mais calmas ou mudanças na direção das correntes costeiras.

Nos meses subsequentes, especialmente em maio e julho de 2024, o perfil apresentou uma tendência de estabilização, com as curvas sobrepondo-se quase totalmente, indicando que o sistema atingiu um estado de equilíbrio relativo. Isso sugere que, após a intensa deposição observada no verão, o perfil passou por uma reorganização e acomodação dos sedimentos, com pouca modificação topográfica adicional.

A elevada uniformidade nas cotas absolutas entre maio e julho, especialmente na zona distal, indica que os processos morfodinâmicos atuantes nesse intervalo foram menos intensos ou que o perfil já havia sido modelado pelas dinâmicas sazonais anteriores. A presença de obras de contenção nas proximidades também pode estar influenciando essa estabilidade, ao reduzir a mobilidade dos sedimentos e limitar a ação erosiva das ondas.

Em resumo, o Perfil Transversal 13 demonstra um comportamento de acumulação progressiva de sedimentos, com uma deposição mais expressiva no verão (janeiro de 2024), seguida de uma fase de estabilização morfológica. Esse padrão é compatível com a sazonalidade observada em outras regiões da praia de Jatiúca, onde a energia das ondas e a variabilidade do regime de marés influenciam diretamente a dinâmica sedimentar ao longo do tempo.

Figura 47 - Variação do perfil transversal 13.



Fonte: Autora (2025)

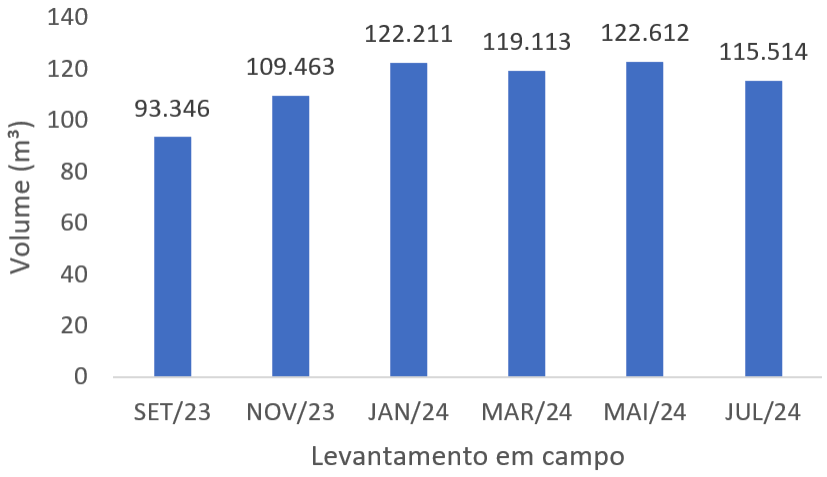
A evolução do volume sedimentar do Perfil 13 ao longo dos seis levantamentos de campo (setembro de 2023 a julho de 2024) mostra uma tendência inicial de acúmulo de sedimentos, seguida por uma leve oscilação e posterior estabilização com pequena perda volumétrica. No primeiro levantamento (setembro de 2023), o volume registrado foi de 93,346 m³, valor que aumentou significativamente até atingir um pico de 122,211 m³ no terceiro levantamento (janeiro de 2024), coincidindo com o período do verão, quando foi observada a maior elevação da cota absoluta no gráfico morfométrico.

Esse expressivo aumento de volume evidencia um processo de intensa deposição sedimentar, possivelmente influenciado por condições hidrodinâmicas mais calmas e favoráveis à retenção de sedimentos na zona costeira. A atuação de correntes mais suaves, associadas à redução da energia das ondas durante o verão, pode ter contribuído para esse aporte de material, especialmente na porção intermediária e distal do perfil, conforme identificado na análise da cota.

Após esse pico, os volumes mantêm-se relativamente elevados, com variações discretas: 119,113 m³ (março de 2024), 122,612 m³ (maio de 2024) e uma leve redução para 115,514 m³ no sexto levantamento (julho de 2024). Esses valores refletem uma fase de estabilidade volumétrica, com pequenas perdas que podem estar relacionadas a eventos pontuais de erosão, como ressacas ou marés mais energéticas, típicas do final do outono e início do inverno.

A coerência entre os dados morfométricos e os volumétricos sugere que o Perfil 13 atua como uma área de retenção e armazenamento de sedimentos ao longo do ciclo anual, com elevada capacidade de acomodação de material na zona distal. A estabilidade observada nos últimos meses pode indicar que o perfil atingiu um estado de equilíbrio dinâmico, no qual a deposição e a erosão se compensam ao longo do tempo.

Figura 48 - Variação do volume praial do perfil transversal 13.



Fonte: Autora (2025)

6.1.4 Estado morfodinâmico

Na praia de Jatiúca, a largura da faixa de areia foi determinada com base em um dos ortomosaicos georreferenciados obtidos durante a maré de sizígia, quando a maré baixa atinge sua maior amplitude, facilitando a exposição máxima da praia. A partir desse mosaico, foram medidos diversos perfis ao longo da área de estudo, permitindo o cálculo da média das larguras da faixa de areia exposta durante a maré baixa.

A declividade dos perfis praiais foi avaliada por meio de levantamentos topográficos e análise visual, conforme apresentado anteriormente nos gráficos dos perfis, com o objetivo de compreender o gradiente do terreno desde a linha da maré baixa até o topo da praia.

Observações detalhadas possibilitaram a identificação de importantes feições morfológicas, tais como escarpas de erosão e estruturas de enrocamento instaladas

para contenção costeira, além de uma faixa de areia relativamente estreita, característica de praias com perfil intermediário a refletivo.

A granulometria dominante da areia local é classificada como fina a média, conforme apresentado nas análises granulométricas e na observação morfoscópica dos sedimentos coletados. Com base nessa classificação, estimou-se a velocidade de queda dos grãos sedimentares em aproximadamente 0,025 m/s. Esse dado foi utilizado na aplicação do índice morfodinâmico proposto por Wright e Short (1984), possibilitando a classificação do estado morfodinâmico da praia.

Em resumo, a combinação das análises de imagens georreferenciadas, levantamentos de campo, caracterização granulométrica e dados oceanográficos históricos forneceu uma visão integrada do estado morfodinâmico da praia de Jatiúca, evidenciando um ambiente praial com predominância de processos erosivos localizados, caracterizado por faixas de areia estreitas, quebra de ondas e feições morfológicas dinâmicas, como escarpas de erosão.

7. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O presente trabalho teve como objetivo principal avaliar os efeitos morfodinâmicos decorrentes da implantação de uma estrutura rígida de contenção costeira em trecho da orla da Praia de Jatiúca, em Maceió-AL, instalada em 2022 como resposta ao avanço erosivo iniciado em 2020. Por meio de levantamentos planialtimétricos com tecnologias geoespaciais, como VANT e GNSS com RTK, aliados a análises granulométricas e morfoscópicas em laboratório, foi possível realizar um monitoramento detalhado da evolução dos perfis praiais e da dinâmica sedimentar ao longo do tempo.

Os resultados demonstraram que o uso combinado de aeronaves remotamente pilotadas e ferramentas de geoprocessamento constitui um instrumento eficaz para o monitoramento da morfodinâmica costeira, especialmente em áreas impactadas por obras de contenção. A estrutura implantada mostrou-se eficaz na redução da erosão e estabilização da linha de costa, principalmente na Zona 1, onde se verificou acúmulo significativo de sedimentos. Já a Zona 2 apresentou estabilidade, com deposição sedimentar mais duradoura, favorecida por sua localização em uma área semi protegida por recifes de coral tipo franja.

As análises sedimentológicas indicaram predominância de areia média e moderadamente selecionada, compatível com ambientes praiais intermediários, sensíveis tanto a variações naturais quanto a intervenções antrópicas. Observou-se ainda que a deriva litorânea promove o transporte dos sedimentos aportados no setor 1, vindos de nordeste, os quais são intensamente retrabalhados e redistribuídos ao longo dos setores subsequentes.

A análise morfoscópica evidenciou a sazonalidade da dinâmica costeira: maior retrabalhamento dos grãos no inverno, deposição na primavera, mistura no verão e redistribuição no outono, refletindo a variabilidade da energia hidrodinâmica e sua influência na erosão e sedimentação ao longo da praia.

Ficou evidente que, apesar da efetividade local da obra de contenção, houve perda da faixa de praia exposta durante a preamar entre os perfis 3 e 9, sugerindo efeitos secundários relacionados à reflexão de ondas e intensificação de correntes, o que reforça a necessidade de monitoramento contínuo.

Conclui-se, portanto, que intervenções dessa natureza devem ser acompanhadas de programas permanentes de monitoramento costeiro, com base

em dados técnicos e científicos, não apenas para mitigar impactos imediatos, mas também para antecipar possíveis efeitos a médio e longo prazo em regiões adjacentes. Tais estudos são fundamentais para subsidiar políticas públicas, orientar projetos de engenharia costeira e promover o uso sustentável dos ambientes litorâneos urbanos, especialmente frente aos desafios impostos pelas mudanças climáticas e pela elevação do nível do mar. Como contribuição técnica para a gestão urbana e costeira de Maceió, este trabalho será entregue ao Conselho de Arquitetura e Urbanismo (CAU), à Secretaria Municipal de Infraestrutura e ao Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Maceió (IPLAN).

REFERÊNCIAS

AGISOFT. *Metashape Professional – User Manual, Version 2.0*. 2023. Acesso em: 01 de Mai. 2025. Disponível em: https://www.agisoft.com

ALMEIDA, L. E. S.; HORN FILHO, N. O.; FERNANDES, L. A. Relação entre as variações da linha de costa e as características morfodinâmicas do sistema praial da Praia da Armação, Ilha de Santa Catarina, Brasil. *Revista Geociências*, v. 35, n. 1, p. 74-86, 2016. Disponível em: https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/geociencias/article/download/12585/8816/72694. Acesso em: 10 fev. 2025.

ANDRADE, R. F.; DANTAS, E. W.; MEDEIROS, C. R. S. Diagnóstico ambiental do município de Maceió. Maceió: IBAMA/IBDFLORA, 2005. Disponível em: https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/340033/2/Diagnostico-ambiental-do-municipio-de-Maceio-2005.pdf. Acesso em: 7 abr. 2025.

ARAÚJO, T. M. et al. Erosão e progradação do litoral brasileiro, Alagoas. In: MUEHE, D. (org.). *Erosão e progradação no litoral brasileiro*. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2006.

BITTENCOURT, A. C. S. P. et al. Dinâmica sedimentar e erosão costeira no litoral brasileiro. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 35, n. 2, p. 103–116, 2005.

BRAGA, A. C.; FEITOSA, F. A.; RIBEIRO, L. A. [Dados incompletos — favor revisar].

COLÓMINA, I.; MOLINA, P. *Unmanned aerial systems for photogrammetry and remote sensing: A review*. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, v. 92, p. 79–97, 2014.

CPTEC – CENTRO DE PREVISÃO DE TEMPO E ESTUDOS CLIMÁTICOS. Previsão de ondas – Região Nordeste. 2025. Disponível em: https://ondas.cptec.inpe.br. Acesso em: 7 abr. 2025.

CUNHA, L. S.; MELO, O. A. Avaliação da vulnerabilidade costeira frente às mudanças climáticas: uma abordagem integrada. *Boletim de Geografia*, v. 36, n. 2, p. 142–162, 2018.

DJI. *Phantom 4 Advanced – Specifications*. 2020. Acesso em: 01 de Mai. 2025. Disponível em: https://www.dji.com/phantom-4-advanced

DRONEDEPLOY. *Mapping Best Practices Guide*. 2022. Acesso em: 01 de Mai. 2025. Disponível em: https://www.dronedeploy.com

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. *Sistema brasileiro de classificação de solos*. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2005.

FÉLIX, A. *Apostila de Sedimentologia*. 2020. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Alexandre-Felix/publication/347576758_APOSTILA_DE_SEDIMENTOLOGIA/links/5fe23367299bf14088372e85/APOSTILA-DE-SEDIMENTOLOGIA.pdf. Acesso em: 14 maio 2025.

GALINDO, M. S. V. et al. Estudo da curva característica de solos da Formação Barreiras – Maceió-AL. In: *Congresso Brasileiro de Geotecnia Ambiental*, 2006.

GAIGER, F. et al. *Macrodiagnóstico da Zona Costeira e Marinha do Brasil: Geomorfologia*. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2020. Disponível em: https://gaigerco.furg.br/images/Arquivos-PDF/MDZC___Geomorfologia.pdf. Acesso em: 7 abr. 2025.

HERRING, J. R. *Introdução à Fotogrametria com Drones*. São Paulo: Oficina de Textos, 2021.

KLEIN, A. H. F.; COSTA, M. B. Influência da morfodinâmica praial nos processos de erosão marinha em praias arenosas. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, v. 5, n. 1, p. 49–59, 2004.

KLEIN, A. H. F.; MEDEIROS, C.; SUGUIO, K. Morfodinâmica praial: uma breve revisão. *Revista Brasileira de Oceanografia*, v. 49, n. 1–2, p. 9–19, 2001. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rboce/a/LmPQtj4ZwBmvcQWBQfyg5cC. Acesso em: 10 fev. 2025.

KOMAR, P. D. *Beach processes and sedimentation*. 2. ed. New Jersey: Prentice Hall, 1998.

LACERDA, L. D.; DIAS, G. T.; SANTOS, A. M. P. *Restingas: origem, estrutura, processos*. Rio de Janeiro: Ed. UFRJ, 1984.

LIMA, A. S. de. *Climatologia das ondas no estado de Alagoas: uma aplicação do modelo Swan (1979–2009)*. 2020. 52 f. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) – Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2020. Disponível em: http://www.repositorio.ufal.br/handle/riufal/7138. Acesso em: 14 maio 2025.

LIMA, E. A. *Estudo da vulnerabilidade à erosão costeira nas praias urbanas de Maceió – AL*. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia) – Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2022. Disponível em: https://www.repositorio.ufal.br/jspui/bitstream/123456789/14328/1/.... Acesso em: 7 abr. 2025.

MACEIÓ (Município). *Plano Municipal de Saneamento Básico do Município de Maceió: Diagnóstico da Situação do Sistema de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais Urbanas (Produto 2.7)*. Maceió: Prefeitura Municipal, 2016.

MARINO, C. G. et al. Variações granulométricas ao longo da costa da região metropolitana de Fortaleza, Ceará, Brasil. *Revista da Gestão Costeira Integrada*, v. 14, n. 3, p. 319–330, 2014. Disponível em: https://www.aprh.pt/rgci/pdf/rgci-411_Marino.pdf. Acesso em: 10 fev. 2025.

MASSLINK, G.; HUGHES, M. G. *Introduction to coastal processes and geomorphology*. London: Hodder Arnold, 2003.

MUEHE, D. (org.). *Geomorfologia costeira do Brasil*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006.

OLIVEIRA, A. M.; KJERFVE, B. Environmental responses of a tropical coastal lagoon system to hydrological variability: Mundaú-Manguaba, Brazil. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, v. 37, n. 6, p. 575–591, 1993. DOI: https://doi.org/10.1006/ecss.1993.1078.

OLIVEIRA, A. I. B.; RICHTER, L. P.; PONTES, A. T. *Geologia e recursos minerais da folha Penedo (SC.24-Y-C-IV)*. Recife: CPRM – Serviço Geológico do Brasil, 2012.

PETTIJOHN, F. J. *Sedimentary Rocks*. 2ª ed. New York: Harper and Brothers, 1949.

PIX4D. *Drone Mapping for Beginners – Pix4Dcapture Guide*. 2023. Acesso em: 01 de Mai. 2025. Disponível em: https://www.pix4d.com

PORTO DE MACEIÓ. *Plano de Área – Porto de Maceió*. Maceió: Autor, 2023. Disponível em: https://www.portodemaceio.com.br/.... Acesso em: 7 abr. 2025.

SANTOS, G. M. *Geologia e Geomorfologia da Região Costeira de Maceió-AL*. Maceió: Universidade Federal de Alagoas, 2004.

SANTOS, R. C. A. L. *Evolução da linha de costa a médio e curto prazo associada ao grau de desenvolvimento urbano e aos aspectos geoambientais na planície costeira de Maceió – Alagoas*. 2004. 192 f. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2004. Disponível em: https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/6577. Acesso em: 14 maio 2025.

SHORT, A. D. *Beaches of the New South Wales coast: a guide to their nature, characteristics, surf and safety*. Sydney: Coastal Studies Unit, University of Sydney, 2006.

SILVA, D. M. M. et al. Impactos da erosão costeira e estratégias de contenção adotadas no litoral de Maceió – AL. In: *SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA*, 2023, Fortaleza. Anais [...]. Fortaleza: SBG, 2023. p. 1–10. Disponível em: https://www.sinageo.org.br/.... Acesso em: 7 abr. 2025.

SILVA, M. L. S. et al. Wave climate characterization for the coast of Alagoas using satellite data and spectral modeling. *Continental Shelf Research*, v. 273, 104171, 2024. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0278434324002279. Acesso em: 7 abr. 2025.

SURFGURU. Previsão de ondas para Praia de Jatiúca – Maceió/AL. 2025. Disponível em: https://www.surfguru.com.br/previsao/brasil/alagoas/maceio/praia-jatiuca. Acesso em: 7 abr. 2025.

TESSLER, M. G.; GOYA, S. C. Processos costeiros condicionantes do litoral brasileiro. *Revista do Departamento de Geografia*, São Paulo, v. 17, p. 11–23, 2011.

WRIGHT, L. D.; SHORT, A. D. Morphodynamic variability of surf zones and beaches: a synthesis. *Marine Geology*, v. 56, p. 93–118, 1984. DOI: https://doi.org/10.1016/0025-3227(84)90008-2.