



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOLOGIA
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO:
GEOLOGIA MARINHA, COSTEIRA E SEDIMENTAR**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**CARACTERIZAÇÃO DA MORFODINÂMICA DAS PRAIAS DA
ILHA DA TRINDADE**

THAYNÁ PELIÇÃO NASCIMENTO

**SALVADOR
2025**

CARACTERIZAÇÃO DA MORFODINÂMICA DAS PRAIAS DA ILHA DA TRINDADE

Thayná Pelição Nascimento

Orientador: Prof. Dr. Arthur Antônio Machado

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geologia do Instituto de Geociências da Universidade Federal da Bahia como requisito parcial à obtenção do Título de Mestre em Geologia, Área de Concentração: Geologia Marinha, Costeira e Sedimentar.

SALVADOR
2025

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Universitária de
Ciências e Tecnologias Prof. Omar Catunda, SIBI – UFBA.

N244 Nascimento, Thayná Pelição

Caracterização da morfodinâmica das praias da Ilha da Trindade/
Thayná Pelição Nascimento. – Salvador, 2025.

53 f.

Orientador: Prof. Dr. Arthur Antônio Machado

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal da Bahia. Instituto
de Geociências, 2025.

1. Morfodinâmica. 2. Linha de Costa. 3. Mobilidade. 4. Erosão. 5.
Acreção I. Machado, Arthur Antônio. II. Universidade Federal da Bahia.
III. Título.

CDU: 551.435.36

THAYNÁ PELIÇÃO NASCIMENTO

**CARACTERIZAÇÃO DA MORFODINÂMICA DAS PRAIAS DA
ILHA DA TRINDADE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geologia da Universidade Federal da Bahia, como requisito para a obtenção do Grau de Mestre em Geologia na área de concentração em Geologia Marinha, Costeira e Sedimentar em 25/07/2025.

DISSERTAÇÃO APROVADA PELA BANCA EXAMINADORA:

Dr. Arthur Antônio Machado
Orientador – PPPGG/UFBA

Dra. Elaine Goulart
Examinador Externo – FURG

Dra. Junia Kacenelenbagen Guimarães
Examinador Interno – PPPGG/UFBA

Salvador – BA
2025

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com o apoio da CAPES - Código de financiamento 001.

A realização desta tese de mestrado só foi possível graças ao apoio e à colaboração de diversas pessoas e instituições, às quais sou profundamente grata.

Em primeiro lugar, agradeço ao meu orientador, Arthur Antônio Machado, pela orientação dedicada, pela paciência, pelas valiosas contribuições científicas e pelo apoio constante ao longo de toda a pesquisa. Sua experiência e comprometimento foram fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho.

Agradeço também ao Programa de Pós-Graduação em Geologia da Universidade Federal da Bahia (UFBA) pela formação acadêmica de excelência e pelo ambiente de aprendizado que me proporcionou ao longo desses anos.

Ao Laboratório de Oceanografia Operacional (LOOP), agradeço pelo suporte técnico prestado durante todo o desenvolvimento deste trabalho. Estendo meus agradecimentos ao CNPq pelo financiamento do projeto que viabilizou esta pesquisa, por meio do processo n.º 443254/2019-2.

Registro minha sincera gratidão à Marinha do Brasil pelo fundamental apoio logístico e operacional à realização dos trabalhos de campo na Ilha da Trindade. Sem essa colaboração, a execução desta pesquisa em um ambiente tão remoto e desafiador não teria sido possível.

À minha família, especialmente minha mãe, Maristela, e ao meu noivo, Felipe, agradeço pelo amor incondicional, pela paciência e pelo incentivo contínuo. Suas presenças foram essenciais para que eu pudesse seguir em frente nos momentos mais difíceis.

Por fim, agradeço a todas as pessoas que, de alguma forma, contribuíram para a concretização desta etapa da minha vida acadêmica.

Muito obrigada!

RESUMO

A Ilha da Trindade, situada no Atlântico Sul, constitui um ambiente insular tropical de grande relevância científica e ambiental, mas ainda pouco estudado quanto à sua dinâmica sedimentar. Este trabalho tem como objetivo caracterizar a morfodinâmica de seis praias arenosas da ilha — Calheta, Cabritas, Tartarugas, Príncipe, Andrada e Vermelha — a partir da análise de séries temporais de perfis topográficos coletados em cinco expedições realizadas entre 2013 e 2024. Os levantamentos de campo foram processados em ambiente Matlab®, possibilitando o cálculo da variação volumétrica (m^3/m), parâmetros de mobilidade praial (Largura média da praia (γ_b); Índice de mobilidade da praia ($\sigma\gamma_b$) e coeficiente de variação (CV)) e a identificação de padrões sazonais de erosão e acreção. Os resultados indicaram comportamentos morfodinâmicos contrastantes entre as praias. Processos de erosão crítica predominaram em Calheta, Cabritas e Príncipe, refletindo maior exposição às ondas de tempestade e menor proteção geológica. Em contrapartida, Andrada e Tartarugas apresentaram maior tendência de acreção, associada tanto ao aporte sedimentar quanto a fatores biológicos, como a movimentação de sedimentos por tartarugas marinhas. A Praia Vermelha mostrou comportamento intermediário, condicionado por feições recifais e pela dinâmica de correntes de retorno. A mobilidade praial variou substancialmente entre os anos e estações, revelando forte influência de frentes frias e ondulações de sul, além de potenciais efeitos antrópicos indiretos. A análise integrada de múltiplas campanhas de campo permitiu identificar setores mais suscetíveis à erosão e contribuiu para a compreensão dos mecanismos de transporte sedimentar em ilhas oceânicas brasileiras. Os resultados reforçam a importância do monitoramento de longo prazo para subsidiar estratégias de conservação e manejo costeiro em ambientes insulares vulneráveis às mudanças climáticas e à elevação do nível do mar.

Palavras-chave: Morfodinâmica, Linha de costa, Mobilidade, Erosão, Acreção

ABSTRACT

Trindade Island, located in the South Atlantic Ocean, represents a tropical insular environment of high scientific and environmental relevance, yet remains poorly investigated regarding its coastal morphodynamics. This study aimed to characterize the morphodynamic behavior of six sandy beaches — Calheta, Cabritas, Tartarugas, Príncipe, Andrada, and Vermelha — through the analysis of topographic profiles collected during five field campaigns conducted between 2013 and 2024. Data were processed using Matlab®, allowing the calculation of volumetric variation (m^3/m), beach mobility parameters (mean width, standard deviation, and coefficient of variation), and the identification of seasonal erosion and progradation patterns. The results revealed contrasting morphodynamic behaviors among the beaches. Critical erosion prevailed at Calheta, Cabritas, and Príncipe, reflecting their greater exposure to storm waves and limited geological protection. Conversely, Andrada and Tartarugas showed a stronger tendency toward progradation, related both to sediment supply and to biogenic disturbances, particularly sediment reworking caused by nesting green turtles. Vermelha Beach exhibited an intermediate response, influenced by reef structures and rip-current dynamics. Temporal variations in beach mobility highlighted the combined influence of cold fronts and southern swells, as well as possible indirect anthropogenic effects. The integrated approach combining long-term field surveys enabled the identification of the most erosion-prone sectors and provided valuable insights into sediment transport processes in Brazilian oceanic islands. These findings underscore the importance of continuous monitoring as a basis for conservation and coastal management strategies in vulnerable insular systems, particularly in the face of climate change and projected sea-level rise.

Keywords: Morphodynamics, Shoreline, Mobility, Erosion, Accretion

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	-7
INTRODUÇÃO GERAL	-7
CAPÍTULO 2	-9
ARTIGO 1 – CARACATERIZAÇÃO DA MORFODINÂMICA DAS PRAIAS DA ILHA DA TRINDADE	-9
RESUMO	9
INTRODUÇÃO	-9
MÉTODOS	-11
RESULTADOS	-14
PRAIA DA CALHETA	-15
PRAIA DAS CABRITAS	-20
PRAIA DAS TARTARUGAS	-24
PRAIA DO PRINCIPE	-30
PRAIA DA ANDRADA	-34
PRAIA VERMELHA	-38
DISCUSSÃO	-43
CONCLUSÃO	-45
DECLARAÇÃO DE DISPONIBILIDADE DOS DADOS	-45
AGRADECIMENTOS	-45
CONTRIBUIÇÃO DO AUTOR	-45
REFERÊNCIAS	-45
CAPÍTULO 3	-48
CONCLUSÃO	-48
ANEXO A – REGRAS DE FORMATAÇÃO DA REVISTA OCEAN AND COASTAL RESEARCH	-49

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO GERAL

A variabilidade física e ambiental da costa brasileira também é expressiva, incluindo heterogeneidade na morfologia costeira e em componentes hidrodinâmicos como ondas, marés, variações do nível do mar, e gradientes atmosféricos (Ângulo et al., 2018).

A costa brasileira apresenta grande diversidade morfológica e ambiental, influenciada por processos hidrodinâmicos como ondas, marés e variações do nível do mar (González et al., 2018). As ilhas oceânicas brasileiras, incluindo a Ilha da Trindade, são ecossistemas únicos e sensíveis a perturbações naturais e antrópicas (Borges et al., 2009).

A Ilha da Trindade, de origem vulcânica ligada à atividade de *hotspots* e tectônica de placas (Almeida, 1955; 2006), possui 16 praias, com 24% de sedimentos arenosos, sendo Cabritas, Calheta, Andrada, Tartarugas, Príncipe e Vermelha as mais relevantes em volume sedimentar (Calliari et al., 2016). Estudos de morfodinâmica são fundamentais para entender o transporte sedimentar e a evolução da linha de costa, considerando a interação contínua entre hidrodinâmica e morfologia (Komar, 1998; Hoefel, 1998; Wright & Short, 1984; Calliari et al., 2003). Globalmente, cerca de 2% das praias arenosas recuam, 28% progradam e 48% permanecem estáveis (Luijendijk et al., 2018). Voudoukas et al. (2020), indicam que as mudanças climáticas e a subida do nível do mar podem levar a uma erosão generalizada e à perda de uma parte significativa das praias arenosas até o final do século.

Com uma linha de costa de aproximadamente 21,8 km, a Ilha da Trindade abriga 16 praias, das quais apenas 24% são compostas por sedimentos arenosos e seixos, sendo as praias de Cabritas, Calheta, Andrada, Tartarugas, Príncipe e Vermelha algumas das mais significativas em termos de volume sedimentar (Calliari et al., 2016).

Diante desse contexto, o presente trabalho tem como objetivo analisar as mudanças morfométricas e morfológicas em seis praias da Ilha da Trindade — Andradas, Cabritas, Calheta, Tartarugas, Príncipe e Vermelha — ao longo do tempo. Por meio da análise de perfis topográficos, busca-se identificar padrões predominantes de erosão e deposição sedimentar, bem como os trechos mais suscetíveis à erosão costeira.

A realização deste estudo é de grande relevância científica e ambiental, especialmente diante da crescente preocupação com os efeitos da erosão costeira e das mudanças morfodinâmicas em ambientes insulares tropicais. A Ilha da Trindade, embora faça parte do território brasileiro, permanece pouco estudada em termos de sua dinâmica sedimentar e evolução costeira. Compreender os padrões de erosão e acreção em suas praias não apenas contribui para o avanço do conhecimento geológico e oceanográfico regional, como também fornece subsídios importantes para ações de monitoramento, conservação e gestão costeira em ilhas oceânicas vulneráveis. A escolha da revista *Ocean and Coastal Research* se justifica pelo seu escopo interdisciplinar voltado à publicação de estudos relevantes nas áreas de oceanografia, geologia costeira e gestão de zonas costeiras. A revista é reconhecida por divulgar pesquisas com foco em ambientes marinhos e costeiros da América Latina e regiões tropicais, o que se alinha diretamente com os objetivos e a abordagem deste trabalho. Publicar neste periódico proporciona uma maior visibilidade internacional ao tema e contribui para o intercâmbio de conhecimento científico voltado à sustentabilidade e à preservação dos ecossistemas costeiros e insulares.

Referências

- Ângulo, R.J. et al., *Quaternary sealevel changes and coastal evolution of the Island of Trindade, Brazil. Journal of South American Earth Sciences*, [S.l.], v. 84, p. 208-222, 2018.
- Borges, P. A. V.; Azevedo, E. B.; Borba, A.; Dinis, F. O.; Gabriel, R.; Silva, E. 2006. *Ilhas oceânicas*. In: ECOSISTEMAS. p. 463.
- Calliari, L. J.; Pereira, P. De S.; Short, A. D.; Sobral, F. C.; Machado, A. A.; Pinheiro, Y. G.; Fitzpatrick, C. 2016. *Sandy beaches of Brazilian oceanic islands*. In: Short, A. D.; Klein, A. H. da F. (eds.). *Brazilian Beach Systems*. Cham: Springer International Publishing., p. 379–402. (Coastal Research Library, v. 17). DOI: 10.1007/978-3-319-30394-9_19.
- Calliari, L. J.; Muehe, D.; Hoefel, F. G.; Toldo Jr., E. *Morfodinâmica praias: uma breve revisão (Beach morphodynamics: a brief review)*. 2003. *Revista Brasileira de Oceanografia*, São Paulo, v. 51, edição única, p. 63–78.
- González, M.; Nicolodi, J.L.; Gutiérrez, O.Q.; Cánovas, V.; Espejo, A. 2018. *Processos costeiros brasileiros: ventos, clima de ondas e nível do mar com base em reanálises de dados*. In: Dalinghaus, C;

Komar, P. D. 1998. *Processos de Praia e sedimentação*. 2. ed. Nova Jersey: Prentice Hall. 544 p. ISBN: 9780137549382.

Luijendijk, A; Hagenaaars, G.; Ranasinghe, R.; Baart, F.; Donchyts, G.; Aarninkhof, S. 2018. *The state of the world's beaches*. Scientific Reports, v. 8, p. 6641.

Vousdoukas, M.I., Ranasinghe, R., Mentaschi, L. et al. Sandy coastlines under threat of erosion. *Nature Climate Change*. 10, 260–263 (2020). <https://doi.org/10.1038/s41558-020-0697-0>

Wright, L.D., & Short, A.D., 1984. Morphodynamic Variability of Surf Zones and Beaches: A Synthesis. *Marine Geology*, 56, 93-118.

CAPÍTULO 2

ARTIGO 1 – CARACTERIZAÇÃO DA MORFODINÂMICA DAS PRAIAS DA ILHA DA TRINDADE

Caracterização da Morfodinâmica das Praias da Ilha da Trindade

Thayná P. Nascimento¹, Arthur A. Machado¹²

1 Universidade Federal da Bahia – Instituto de Geociências – Programa de Pós Graduação em Geologia (Salvador – Bahia – Brasil)

* Corresponding author: mailto:thayna_pelicao@outlook.com

RESUMO

A Ilha da Trindade, situada no Atlântico Sul, constitui um ambiente insular tropical de grande relevância científica e ambiental, mas ainda pouco estudado quanto à sua dinâmica sedimentar. Este trabalho tem como objetivo caracterizar a morfodinâmica de seis praias arenosas da ilha — Calheta, Cabritas, Tartarugas, Príncipe, Andrada e Vermelha — a partir da análise de séries temporais de perfis topográficos coletados em cinco expedições realizadas entre 2013 e 2024. Os levantamentos de campo foram processados em ambiente Matlab®, possibilitando o cálculo da variação volumétrica (m^3/m), parâmetros de mobilidade praial (Largura média da praia (y_b); Índice de mobilidade da praia (σy_b) e coeficiente de variação (CV)) e a identificação de padrões sazonais de erosão e acreção. Os resultados indicaram comportamentos morfodinâmicos contrastantes entre as praias. Processos de erosão crítica predominaram em Calheta, Cabritas e Príncipe, refletindo maior exposição às ondas de tempestade e menor proteção geológica. Em contrapartida, Andrada e Tartarugas apresentaram maior tendência de acreção, associada tanto ao aporte sedimentar quanto a fatores biológicos, como a movimentação de sedimentos por tartarugas marinhas. A Praia Vermelha mostrou comportamento intermediário, condicionado por feições recifais e pela dinâmica de correntes de retorno. A mobilidade praial variou substancialmente entre os anos e estações, revelando forte influência de frentes frias e ondulações de sul, além de potenciais efeitos antrópicos indiretos. A análise integrada de múltiplas campanhas de campo permitiu identificar setores mais suscetíveis à erosão e contribuiu para a compreensão dos mecanismos de transporte sedimentar em ilhas oceânicas brasileiras. Os resultados reforçam a importância do monitoramento de longo prazo para subsidiar estratégias de conservação e manejo costeiro em ambientes insulares vulneráveis às mudanças climáticas e à elevação do nível do mar.

PALAVRAS-CHAVE: MORFODINÂMICA, LINHA DE COSTA, MOBILIDADE, EROSÃO, ACREÇÃO

INTRODUÇÃO

As ilhas oceânicas possuem ecossistemas únicos e geralmente possuem uma elevada biodiversidade nos processos ecológicos e nos serviços ecossistêmicos. As ilhas, são particularmente sensíveis às perturbações e os seus ecossistemas e espécies devem ser geridos de forma a evitar sua destruição/extinção irreversível (Borges, et al., 2009).

As ilhas oceânicas brasileiras (Arquipélago de São Pedro e São Paulo, Atol das Rocas, Arquipélago de

Fernando de Noronha, Arquipélago de Trindade e Martin Vaz) tiveram sua origem relacionada a diferentes processos geológicos. Na Cadeia Submarina Vitória-Trindade, encontram-se nas zonas de fragilidade *hotspots* ou plumas mantélicas que através de uma intensa atividade tectônica formam elevações oceânicas (*guyots* ou ilhas), dando origem a montes submarinos arrastados pela erosão marinha e a Ilha da Trindade, no sentido Leste-Oeste (Almeida, 2006, 2015; Calliari et al., 2016).

O Brasil possui uma grande diversidade física e ambiental em sua costa, caracterizada pela heterogeneidade quanto à morfologia da costa e os seus componentes hidrodinâmicos, como ondas, marés, mudanças de nível do mar e gradientes de pressão atmosférica. Flutuações do nível do mar são respostas contínuas a interações atmosféricas, oceanográficas e astronômicas em distintas escalas de tempo (González et al., 2018). No Brasil, a erosão costeira é mais comum que a acreção da linha de costa, com maiores taxas de erosão em praias, falésias e estuários (Muehe, 2006).

Os estudos sobre a morfodinâmica das praias são essenciais para a compreensão dos processos de transporte sedimentar, da atuação das correntes longitudinais, das mudanças espaciais e temporais, bem como da evolução dos ambientes sedimentares costeiros (Komar, 1998; Hoefel, 1998). A morfodinâmica praial constitui um método integrativo que combina observações morfológicas e dinâmicas, permitindo uma descrição mais abrangente e coerente da praia e da zona de arrebenção (Calliari, et al., 2003). Conforme apontado por Wright e Short (1984), a interação entre hidrodinâmica e morfologia ocorre de forma contínua e recíproca: a hidrodinâmica molda a morfologia costeira, que, por sua vez, influencia os padrões hidrodinâmicos subsequentes. Segundo Coco et al. (2014) a erosão de longo prazo é uma característica comum das linhas costeiras em todo o mundo (e.g., Bird, 1985, Komar, 1998). A erosão de curto prazo pode ser atribuída a efeitos antropogênicos (e.g., Frihy e Komar, 1993), enquanto as mudanças climáticas ou variações no suprimento de sedimentos são potencialmente os principais causadores da erosão de longo prazo (Stive, 2004, Zhang et al., 2004).

Segundo Wright & Short (1894), a hidrodinâmica que existe ao longo da praia é o resultado da interação de ondas incidentes, refletidas ou parcialmente refletidas da face da praia, modos ressonantes de oscilação (ondas de borda, estacionárias ou progressivas), fluxos permanentes e aperiódicos, que resultam da arrebenção e dos fluxos gerados por ondas e marés.

A hidrodinâmica que existe ao longo da praia exerce atrito sobre os sedimentos móveis da praia, causando gradientes espaciais e temporais em seu transporte. São esses gradientes que ocasionam as mudanças em morfologia, as quais, por sua vez induzem modificações no padrão hidrodinâmico atuante. À medida que a hidrodinâmica produz determinadas morfologias as mesmas induzem mudanças no padrão hidrodinâmico atuante, ou seja, morfologia e hidrodinâmica evoluem conjuntamente (Masselink & Hughes, 2003, Calliari et al., 2003, Short & Klein, 2016, Carvalho & Woodroffe, 2023).

Além da ação das ondas e de outros processos complexos, as modificações das praias, são em parte, causadas pela troca bidirecional de sedimentos entre o limite da antepraia, através de uma zona de arrebenção. O regime da zona de arrebenção, por sua vez, depende do clima de ondas de águas profundas do local, e pelo grau de modificação que as mesmas sofrem (diminuição ou aumento) antes de atingir o ponto de quebra (Calliari et al., 2003, Short & Klein, 2016, Vicens-Miquel et al., 2024).

Estimativas globais indicam que cerca de 24% das costas arenosas do planeta estão recuando (com taxas superiores a 0,5 m/ano), 28% estão em processo de acreção e 48% permanecem relativamente estáveis (Luijendijk et al., 2018). Diante desse contexto, o presente trabalho tem como foco a análise da morfodinâmica de seis praias localizadas na Ilha da Trindade: Andradas, Cabritas, Calheta, Tartarugas, Príncipe e Vermelha (Túnel).

O principal objetivo é avaliar o comportamento morfodinâmico de seis praias localizadas na Ilha da Trindade: Andradas, Cabritas, Calheta, Tartarugas, Príncipe e Vermelha, avaliando suas transformações morfométricas e morfológicas ao longo do tempo, para identificar tendências dominantes de erosão ou deposição sedimentar, bem como delimitar os trechos mais suscetíveis a processos erosivos costeiros.

MÉTODOS

A Ilha da Trindade faz parte de uma grande cadeia vulcânica submarina orientada Leste-Oeste no chamado lineamento Vitória-Trindade, com início no talude continental ao largo da capital capixaba a 175 quilômetros da costa (Figura 1). A ilha possui 16 praias, dispostas em uma linha de costa de 21,8 km, sendo 16,7 km (76%) de formação rochosa, e 5,1 km (24%) composta por areias e seixos (Calliari et al., 2016).

As praias da Cabritas, Calheta, Andrada, Tartarugas, Túnel, Príncipe e Praia do “EME (M)”, apresentam os maiores volumes de sedimentos na Ilha da Trindade, compostas por areia média a grossa, com fragmentos de algas calcárias, exceto a Praia Vermelha (Calliari et al, 2016).

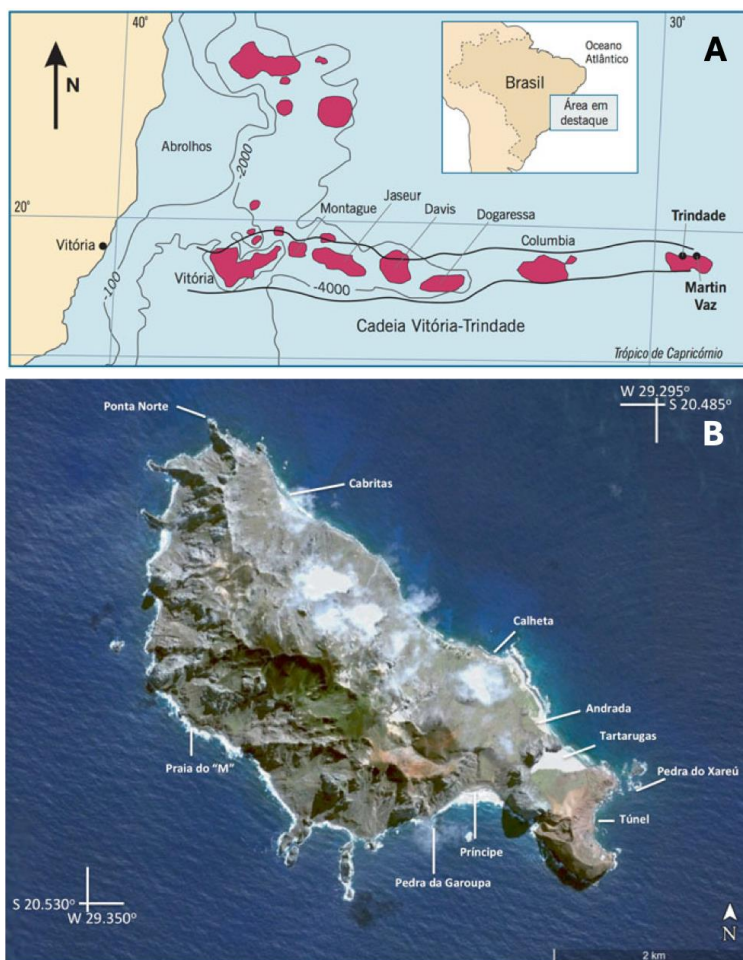


Figura 1 – A: Cadeia Vitória-Trindade com a Ilha da Trindade à leste. B: Praias da Ilha da Trindade (praias que foram estudadas no presente trabalho: Andradas, Cabritas, Calheta, Tartarugas, Príncipe e Vermelha/Túnel) (Modificado de Almeida, 2006 e Calliari et al. 2016).

Na Ilha da Trindade ocorrem duas estações bem definidas, sendo a seca de janeiro a março. O clima tropical oceânico é mitigado pelos ventos alísios, sendo fevereiro o mês mais quente (32°C) e agosto o mais frio (17,3°C). Durante os meses de outono-inverno (abril a outubro) frentes frias atingem periodicamente a ilha com intervalos de aproximadamente uma semana (Alves, 1998; Almeida, 2002; Clemente *et al.*, 2012).

O principal fator controlador da energia de ondas para as proximidades da Ilha da Trindade são as frentes frias advindas da região Sul do Brasil (Pianca *et al.* 2010). As ondas que atingem a Ilha da Trindade podem ser classificadas em três tipos, cuja ocorrência, algumas vezes ocorre de forma concomitante: ondulações (*swell*), vagas (*sea waves*) e as ondas de tempestade (*storm waves*). O regime de ondas é o maior responsável pelas variações temporais de arrebentação, enquanto as variações espaciais são consequência da interação das ondas

com a topografia e com o tipo de sedimento. Fatores como a exposição e orientação da linha de costa podem ampliar ou minimizar a ação dos agentes físicos (Sonu, 1973; Sunamura, 1984).

Para cada local estudado foi instalado um marco (*bench mark*), e todos os perfis foram realizados com estes marcos como base. A Figura 2 consta uma representação de um perfil transversal de praia com o posicionamento dos objetos fixados como referência. Adotou-se um ponto fixo no final das dunas frontais, falésias ou estruturas antrópicas, para cada local de estudo, como o início do pós-praia e considerou-se como largura da praia a distância desse ponto até o ponto onde os perfis alcançaram a elevação zero, ou seja, ao nível do mar.

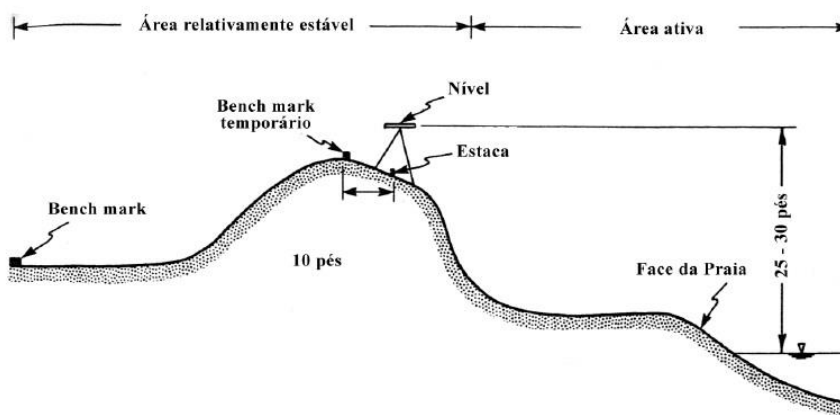


Figura 2 - Esquema de um perfil transversal à praia mostrando o posicionamento do nível e dos objetos fixados como referência (Guedes 2008).

Na praia da Calheta o marco foi instalado no heliporto, apresenta uma cota de 4,80 m acima do nível médio do mar. Na praia dos Andradas o marco está a 5,24 m acima do nível médio do mar. Na Praia das Tartarugas o marco foi instalado em uma rocha e está a 25,77 m acima do nível do mar, ficando a 424 metros da linha de costa, mas para facilitar a visualização dos dados nos gráficos foram apresentados os perfis a partir de 357 metros do marco. Para a praia das Cabritas o marco utilizado tem a sua cota em 5,14 m acima do nível médio do mar. Na praia Vermelha (ou praia do Túnel) foram utilizados dois marcos, o primeiro de 2013 a 2016 (cota 6,55m) e o segundo 2023 a 2024 (cota 3 m), em locais diferentes, pois o primeiro marco foi perdido devido à erosão de uma voçoroca. Os perfis foram coletados com o mesmo alinhamento para posterior comparação. A Figura 3 consta a apresentação de todas as praias que foram estudadas e monitoradas durante as expedições. As linhas em vermelho demonstram a posição dos perfis topográficos, em cada praia estudada.





Figura 3 – Praias monitoradas. Linhas vermelhas marcando a posição dos perfis das praias estudadas.

Foram coletados perfis das praias ao longo de cinco expedições para a Ilha da Trindade (2013, 2014, 2016, 2023 e 2024). Com os dados obtidos através do levantamento dos perfis, foram desenvolvidas rotinas com os dados do levantamento topográfico através do *software* Matlab®, e calculado a média, o desvio padrão, a variação volumétrica do sedimento praial (m^3m^{-1}) conforme o período sazonal, e a mobilidade de praia. Na expedição de 2014, realizada na Ilha da Trindade, foi feita a coleta de sedimentos ao longo dos perfis topográficos. Esses materiais foram coletados para posterior classificação quanto à morfologia dos grãos.

Para um estudo comparativo entre o comportamento das praias ao longo dos anos, foram efetuados cálculos do volume do pacote sedimentar de cada praia, com o objetivo de identificar os setores que apresentam acreção ou erosão. Para cada praia, os cálculos de volume foram comparados em períodos sazonais, primavera, verão, outono e inverno, permitindo a identificação dessas dinâmicas de sedimentação e erosão. Para o cálculo da variação volumétrica, os perfis topográficos foram delimitados no setor subaéreo, para ocorrer uma padronização nas análises, e nos resultados.

A mobilidade da praia foi avaliada com base nos parâmetros morfométricos propostos por Short & Hesp (1982): γ_b , $\sigma\gamma_b$ e CV, que representam, respectivamente, a largura média da praia, a variação na largura da praia e o coeficiente de variação da largura da praia. Valores baixos desses parâmetros indicam baixa mobilidade, enquanto valores elevados refletem uma maior mobilidade da praia, sugerindo uma maior susceptibilidade a episódios de erosão e acreção. De acordo com os autores, praias de baixa mobilidade são típicas de sistemas dissipativos e refletivos extremos.

Na morfodinâmica praial, os termos perfil de inverno e perfil de verão representam estados extremos ideais do ciclo sazonal. Perfil de inverno → resultado de maior energia de onda, erosão e transporte *offshore* (praia mais íngreme e com menos sedimento na faixa emersa). Perfil de verão → resultado de menor energia de onda, deposição e transporte *onshore* (praia mais larga e com mais sedimento na faixa emersa).

Para evitar comparações de perfis em períodos diferentes, no presente trabalho os perfis foram divididos em três tipos: perfis de inverno, perfis de verão e perfis intermediários (primavera e outono). Também foi calculado o parâmetro de embaimento (Short e Masselink, 1999) para identificar o tipo de circulação de cada praia.

$$\delta = \frac{S_l^2}{\kappa C_l H_b}$$

Onde,

Sl=comprimento da linha de praia

Cl = largura entre os promontórios

Hb= altura da arrebentação

$\delta > 19$ – Circulação Normal

$8 < \delta < 19$ – Circulação transicional

$\delta < 8$ – Circulação celular

RESULTADOS

O parâmetro de embaimento proposto por Short e Masselink (1999), é uma medida morfodinâmica utilizada para quantificar o grau de confinamento lateral de uma praia entre promontórios rochosos ou outras feições costeiras que limitam o desenvolvimento da linha de costa. Esse parâmetro busca expressar a relação entre a largura da abertura da enseada e o comprimento de onda predominante incidente, fornecendo uma indicação do controle geológico na dinâmica costeira. Apesar da presença de *beachrock* na face de praia e de plataformas recifais de algas calcárias, cujas larguras variam entre 84 e 120 m, a maioria das praias apresenta circulação celular na zona de arrebentação. Isso é verdadeiro para as Praias Vermelha e Príncipe, onde os recifes de algas estão ausentes. Nas Praias Tartarugas e Cabritas, a plataforma recifal é contínua, enquanto é descontínua nas praias da Andrada e Calheta (Calliari et al., 2016). A Tabela 1 mostra o parâmetro de embaimento (δ) proposto por Short e Masselink (1999) para as praias estudadas.

Tabela 1 - Cálculo de embaimento (δ) das praias da Ilha da Trindade através dos parâmetros de Short e Masselink (1999).

Praia	Si (m)	Ci (m)	Hb (m)	$\delta = \frac{Si^2}{100 Ci Hb}$	Largura do recife de algas calcárias (m)
Túnel ou Vermelha	452,43	229,54	2,19	4,06	-
Tartarugas	761,61	561,48	2,19	4,70	120
Andradas	409,5	249,11	2,19	3,06	117
Calheta	212	104,49	2,19	1,95	98
Cabritas	781,4	654,56	2,19	4,24	84
Príncipe	1236,8	911,53	2,19	7,62	-

A partir dos dados dos perfis topográficos obtidos durante as campanhas de campo realizadas nos anos de 2013, 2014, 2016, 2023 e 2024, nas praias da Calheta, Cabritas, Príncipe, Vermelha, Tartarugas e Andradas, foi possível gerar gráficos de média e desvio padrão. Esses gráficos permitem identificar os setores das praias que apresentaram maior mobilidade ao longo do período analisado. Além disso, foi possível sobrepor todos os perfis levantados ao longo dos anos, proporcionando uma visão abrangente do comportamento das praias. Para a interpretação dos resultados obtidos por meio dos gráficos de Média e Desvio Padrão referentes às praias da Ilha da Trindade, foi adotado como referência o perfil de "Terminologia de Praia e Ante-praia"

proposto por Calliari et al. (2003) (Figura 4).

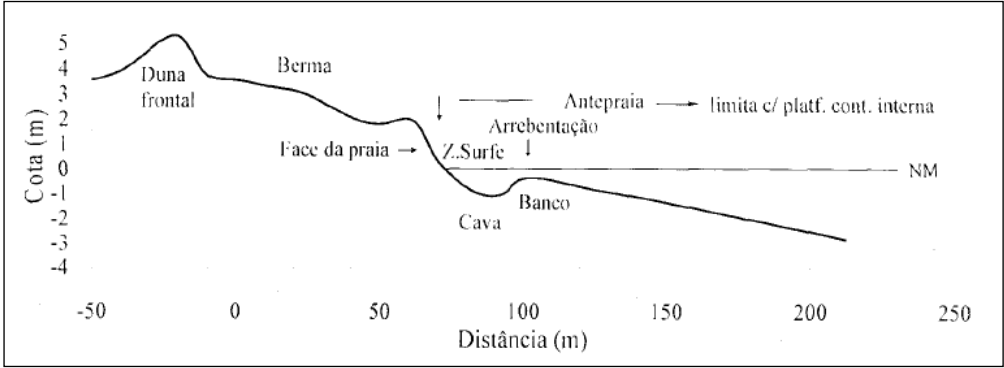


Figura 4 - Terminologia de praia e antepraia tomando como exemplo uma praia de estágio intermediário com desenvolvimento nítido de banco e cava submarina (Fonte: CALLIARI et al., (2003)).

Para facilitar a visualização dos resultados, as informações a seguir são apresentadas separadamente por praia, com uma descrição detalhada dos resultados obtidos em cada uma delas.

PRAIA DA CALHETA

Na Praia da Calheta, foram realizados dezesseis levantamentos topográficos entre os anos de 2013 e 2024. Esses levantamentos foram conduzidos em diferentes estações do ano, informação que se mostra relevante para a análise dos resultados. No período de 2013 a 2016 foram levantados doze perfis topográficos, enquanto nos anos de 2023 e 2024 foram levantados quatro perfis adicionais. A Tabela 2 abaixo apresenta as datas de aquisição de cada perfil, bem como sua classificação sazonal por cores: perfis obtidos no inverno estão representados em azul, os de verão em rosa, primavera na cor verde e outono, amarelo.

Tabela 2 - Perfis obtidos na Praia da Calheta com a classificação, por cores, das estações sazonais. Em azul, os perfis obtidos no inverno, verde primavera, amarelo outono e rosa verão.

Nome do Perfil	Data de Aquisição
Perfil Calheta	29/06/2013
Perfil Calheta	30/06/2013
Perfil Calheta	09/07/2013
Perfil Calheta	13/07/2013
Perfil Calheta	04/11/2013
Perfil Calheta	08/11/2013
Perfil Calheta	18/11/2013
Perfil Calheta	22/11/2013
Perfil Calheta	28/11/2013
Perfil Calheta	28/03/2014
Perfil Calheta	10/04/2014
Perfil Calheta	25/05/2014
Perfil Calheta	18/08/2016
Perfil Calheta	29/08/2016
Perfil Calheta	21/12/2023
Perfil Calheta	29/01/2024

A praia da Calheta apresenta estágios morfodinâmicos de Intermediária a Refletiva. Durante o período de junho a novembro, observou-se uma redução no volume dos sedimentos, enquanto que entre março e abril ocorreu um aumento significativo neste volume, com variações no pacote sedimentar variando entre 1 e 2

metros. A Figura 5 apresenta a localização dos histogramas de granulometria sedimentar da Praia da Calheta ao longo do perfil topográfico. A composição sedimentar é predominantemente de areia média, com presença de frações de areia grossa, variando de bem selecionada a moderadamente selecionada.

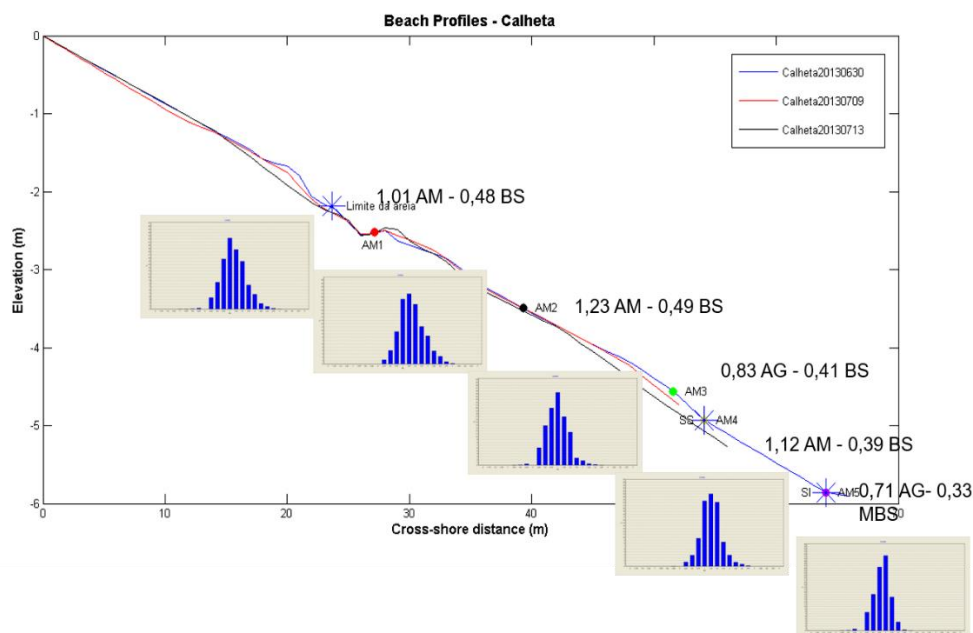


Figura 5 – Perfil de Praia da Calheta com os histogramas de granulometria dos sedimentos ao longo do perfil. (AM: areia média, AG: areia grossa, BS: bem selecionado, MBS: muito bem selecionado).

A análise dos levantamentos topográficos realizados entre 2013 e 2024 na Praia da Calheta revelou que as maiores variações espaciais se concentraram na zona de transição entre a berma e a face da praia. Entre 2013 e 2016, essas variações ocorreram entre 30 m e 55 m ao longo do perfil de média e desvio padrão (Figura 6), enquanto nos anos de 2023 e 2024 concentraram-se entre 20 m e 40 m (Figura 7). Esses padrões indicam que a dinâmica morfológica da praia se manteve, de modo geral, confinada a essa faixa ao longo do período analisado, sugerindo estabilidade relativa nas áreas de maior variação sedimentar.

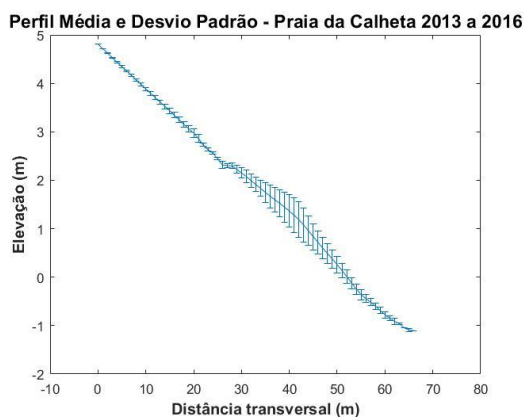


Figura 6 – Perfil Médio e Desvio Padrão da Praia da Calheta, considerando os anos de 2013 a 2016. A linha contínua representa o perfil médio obtido a partir dos levantamentos topográficos, enquanto as barras verticais indicam os valores do desvio padrão, evidenciando a variabilidade morfológica ao longo do perfil.

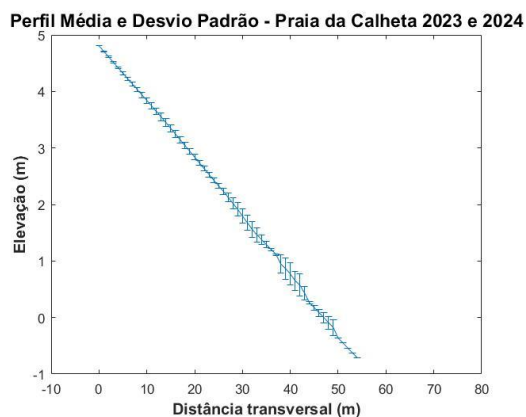


Figura 7 – Perfil Médio e Desvio Padrão da Praia da Calheta, considerando os anos de 2023 a 2024. A linha contínua representa o perfil médio obtido a partir dos levantamentos topográficos, enquanto as barras verticais indicam os valores do desvio padrão, evidenciando a variabilidade morfológica ao longo do perfil.

Os resultados de variação volumétrica a seguir serão apresentados conforme as análises realizadas para cada período sazonal.

- Perfis de Primavera

Foram analisados quatro perfis sazonais correspondentes ao período da Primavera, os quais foram agrupados em pares para o cálculo das variações volumétricas. As maiores variações volumétricas ocorreram entre os perfis de 04/11/2013 e 08/11/2013, com acreção de $1,53 \text{ m}^3\text{m}^{-1}$. Em contraste, entre os perfis 08/11/2013 e 18/11/2013 observou-se uma pequena erosão de $0,27 \text{ m}^3\text{m}^{-1}$, representando o único período na primavera em que houve perda de sedimentos na Praia da Calheta. A Tabela 3 apresenta os resultados da variação volumétrica durante a primavera na Praia da Calheta. Durante este intervalo, verificou-se que 75% dos intervalos entre os perfis de praia esteve em processo de acreção, e 25% de erosão.

Tabela 3 - Variação Volumétrica dos Perfis de Primavera na Praia da Calheta em m^3m^{-1} .

Datas	Período (dias)	Variação Volumétrica (m^3m^{-1})	Interpretação
04/11/2013 – 08/11/2013	4 dias	1,53	Ganho
08/11/2013 – 18/11/2013	10 dias	-0,27	Perda
18/11/2013 – 22/11/2013	4 dias	1,10	Ganho
22/11/2013 – 28/11/2013	6 dias	0,14	Ganho

A Tabela 4 representa a mobilidade da Praia da Calheta durante a primavera, indicando uma mobilidade de 3,68%. A variação volumétrica total da praia foi calculada a partir da média das variações volumétricas observadas durante a primavera, combinada com o valor da variação volumétrica entre o perfil de 29/06/2013 e o perfil de 29/01/2024, que correspondem, respectivamente, ao primeiro e ao último perfil obtidos nas expedições realizadas na praia. O resultado da variação total do volume sedimentar aponta que, durante os perfis de primavera, a Praia da Calheta passou por um processo de acreção, com perda de $2,50 \text{ m}^3\text{m}^{-1}$.

Tabela 4 – Resultados para os perfis de primavera para variação volumétrica da Praia da Calheta em m^3m^{-1} e Coeficiente de Variação (%).

Variação do volume da praia (Vv)	2,50 m^3m^{-1}
Largura média da praia (γ_b)	59,60 m
Variação da largura da praia ($\sigma\gamma_b$)	5 m
Coeficiente de variação (CV)	3,68%

- Perfis de Outono

No Outono foram obtidos três perfis topográficos, os quais foram analisados em pares para o cálculo das variações volumétricas. Entre os perfis 28/11/2013 e 10/04/2014 observou-se um pequeno ganho de sedimentos, com um acréscimo de $0,88 \text{ m}^3\text{m}^{-1}$. Por outro lado, os perfis 10/04/2014 e 25/05/2014 indicam erosão, com uma perda de $7,30 \text{ m}^3\text{m}^{-1}$. Esses resultados estão apresentados na Tabela 5.

Tabela 5 - Variação Volumétrica dos perfis de Outono na Praia da Calheta em m^3m^{-1} .

Datas	Período (dias)	Variação Volumétrica (m^3m^{-1})	Interpretação
28/03/2014 - 10/04/2014	13 dias	0,88	Ganho
10/04/2014 - 25/05/2014	419 dias	-7,30	Perda

A Tabela 6, apresenta os resultados relativos ao cálculo do coeficiente de variação da praia e à variação volumétrica total durante o outono. Para os perfis de outono o cálculo da variação volumétrica total da praia indicou um processo de erosão, com perda de sedimentos de $6,42 \text{ m}^3\text{m}^{-1}$. Além disso, o coeficiente de variação, indicou uma mobilidade de 1,64% durante o outono.

Tabela 6 - Resultados para os perfis de outono para variação volumétrica da Praia da Calheta em m^3m^{-1} e Coeficiente de Variação (%).

Variação do volume da praia (Vv)	-6,42 m^3m^{-1}
Largura média da praia (γ_b)	61,00 m
Variação da largura da praia ($\sigma\gamma_b$)	2 m
Coeficiente de variação (CV)	1,64 %

- Perfis Inverno

Durante o inverno, foram levantados seis perfis topográficos durante o inverno na Praia da Calheta, sendo este o período com a maior número de perfis coletados. Observa-se, no entanto, que não houve períodos de acreção sedimentar durante o inverno. A maior perda de sedimentos ocorreu entre os dias 18/11/2016 e 29/08/2016, um intervalo de 11 dias entre os perfis, resultando em uma erosão de $15,20 \text{ m}^3\text{m}^{-1}$, conforme apresentado na Tabela 7.

Tabela 7 – Variação Volumétrica dos Perfis de Inverno na Praia da Calheta em m^3m^{-1} .

Datas	Período (dias)	Variação Volumétrica (m^3m^{-1})	Interpretação
29/06/2013 - 30/06/2013	1 dia	0	Sem variação
30/06/2013 - 09/07/2013	9 dias	-1,38	Perda
09/07/2013 - 13/07/2013	4 dias	-1,49	Perda

13/07/2013 – 18/08/2016	114 dias	-77,89	Perda
18/08/2016 – 29/08/2016	11 dias	-15,20	Perda

Durante o inverno a Praia da Calheta apresentou uma variação volumétrica, com perda de $93,09 \text{ m}^3\text{m}^{-1}$, configurando o período de maior perda de sedimentos na praia. O coeficiente de variação da praia durante essa estação indicou uma mobilidade de 9,70%. Destaca-se que, ao longo do inverno, a Praia da Calheta apresentou os maiores valores de mobilidade e variação volumétrica, conforme evidenciado na Tabela 8.

Tabela 8 – Resultados para os perfis de inverno para variação volumétrica da Praia da Calheta em m^3m^{-1} e Coeficiente de Variação (%).

Variação total do volume da praia (Vv)	-93,09 m^3m^{-1}
Largura média da praia (y_b)	59,17 m
Variação da largura da praia (σy_b)	7 m
Coeficiente de variação (CV)	9,70 %

- Perfis Verão

No período de 2023 e 2024, foram obtidos os perfis de verão. Dois perfis foram obtidos durante essa estação do ano, nas datas de 21/12/2023 e 29/01/2024. Em relação à variação volumétrica para o período analisado, ocorreu uma acreção de $1,69 \text{ m}^3\text{m}^{-1}$ (Tabela 9). A Tabela 10 apresenta os resultados da variação volumétrica durante o verão e o coeficiente de variação. Os resultados indicam uma mobilidade de 6,87% nesse período.

Tabela 9 - Variação Volumétrica dos Perfis de Verão na Praia da Calheta em m^3m^{-1} .

Datas	Período (dias)	Variação Volumétrica (m^3m^{-1})	Interpretação
21/12/2023 – 29/01/2024	39 dias	1,69	Ganho

Tabela 10 – Resultados para os perfis de verão para variação volumétrica da Praia da Calheta em m^3m^{-1} e Coeficiente de Variação (%).

Variação total do volume da praia (Vv)	1,69 m^3m^{-1}
Largura média da praia (y_b)	51,50 m
Variação da largura da praia (σy_b)	5 m
Coeficiente de variação (CV)	6,87 %

A Figura 8 ilustra a sobreposição de todos os perfis topográficos analisados, possibilitando a visualização integrada e comparativa das variações morfológicas ao longo do período de 11 anos.

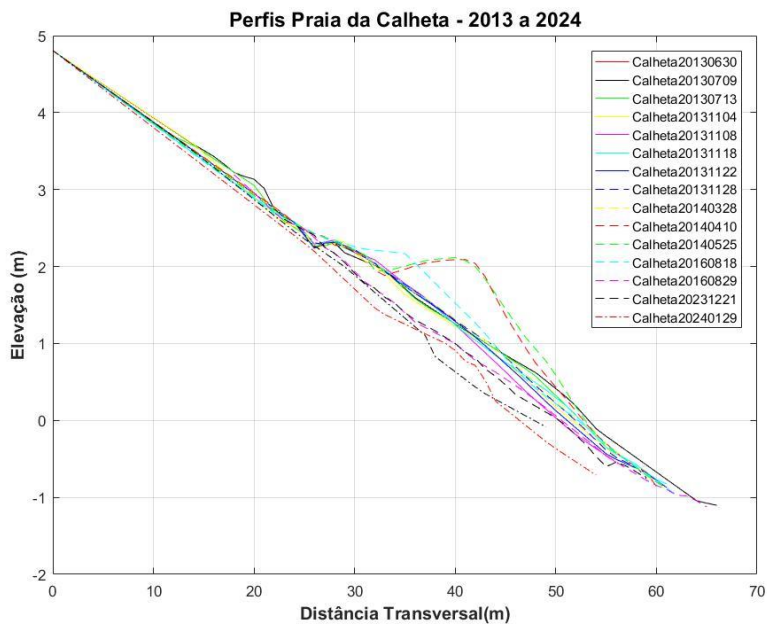


Figura 8 - Sobreposição dos perfis topográficos obtidos na Praia da Calheta entre os anos de 2013 e 2024, evidenciando a dinâmica morfológica e a variação espacial ao longo do período analisado.

PRAIA DAS CABRITAS

Na Praia das Cabritas, foi feito o levantamento de onze perfis topográficos nos períodos de 2013 a 2016 e 2023 e 2024. Estes que também foram separados para análise por estações do ano. Nos anos de 2013 a 2016 foram obtidos quatro perfis topográficos, e para 2023 e 2024 foram obtidos sete perfis.

Abaixo na Tabela 11, segue a descrição dos perfis topográficos que foram obtidos na Praia das Cabritas com as datas as quais foi feito o levantamento. Esses perfis estão organizados conforme a estação do ano a qual foram obtidos. Perfis obtidos no inverno estão representados em azul, os de verão em rosa, e outono, amarelo. Na Praia das Cabritas, não houve aquisição de perfis durante a primavera.

Tabela 11 – Perfis topográficos levantados na Praia das Cabritas, onde em azul são os perfis obtidos no inverno, em amarelo, os perfis de outono, em rosa, os perfis de verão.

Nome do Perfil	Data de Aquisição
Perfil Cabritas	01/07/2013
Perfil Cabritas	11/04/2014
Perfil Cabritas	25/05/2014
Perfil Cabritas	27/08/2016
Perfil Cabritas	21/12/2023
Perfil Cabritas	29/12/2023
Perfil Cabritas	05/01/2024
Perfil Cabritas	09/01/2024
Perfil Cabritas	18/01/2024
Perfil Cabritas	23/01/2024
Perfil Cabritas	30/01/2024

A praia das Cabritas apresenta areias médias e areia grossa (Figura 9), com sedimentos influenciados por pelo menos 3 formações geológicas próximas. O estágio morfodinâmico é Reflectiva-Terraço de baixa-mar (R-LTT) e a face praial inferior apresenta seixos cobrindo a areia que se conecta com o recife de algas calcárias.



Figura 9 – a) Vista lateral da Praia das Cabritas com a face coberta por seixos b) Presença de “Camas de Tartarugas” na berma da Praia das Cabritas.

A Figura 10 faz referência à análise morfológica dos sedimentos coletados ao longo do perfil topográfico. Os resultados indicam que a Praia das Cabritas é formada por areia média moderadamente selecionada e areia grossa, pobremente selecionada.

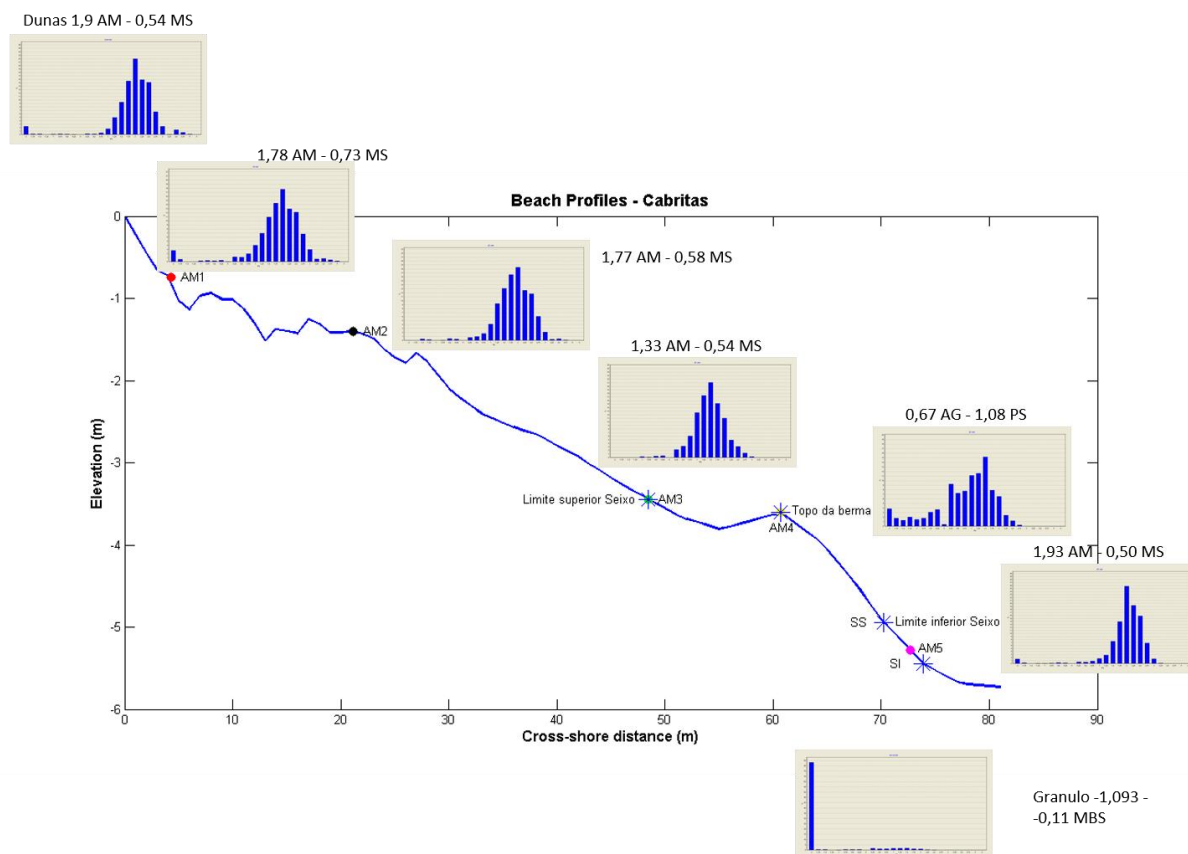


Figura 10 - Perfil de Praia das Cabritas com os histogramas de granulometria dos sedimentos ao longo do perfil. (AM: areia média, AG: areia grossa, BS: bem selecionado, MBS: muito bem selecionado, OS: pobremente selecionado, MS: moderadamente selecionado).

A análise dos perfis de média e desvio padrão da Praia das Cabritas (2013–2016) mostrou variações morfológicas relativamente uniformes, com um pico expressivo entre 60 m e 75 m, correspondente à transição entre a face da praia e a berma. Foi identificado um ponto de inflexão na distância horizontal de 60 m, além

de variações pontuais nas distâncias de 25 m e 35 m (Figura 11). Nos perfis de 2023 e 2024 da Praia das Cabritas, observou-se aumento significativo nas variações a partir da distância horizontal de 50 m até aproximadamente 63 m, com pico máximo próximo de 65 m, indicando alterações recentes no perfil sedimentar e na dinâmica costeira da região (Figura 12).

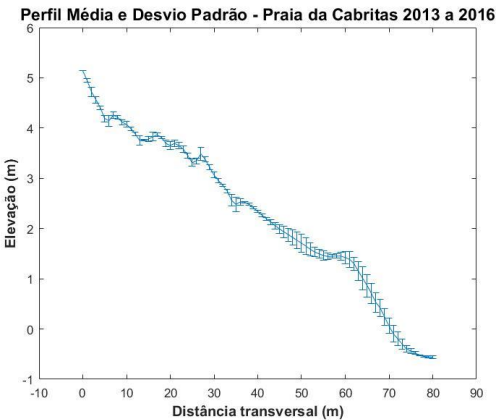


Figura 11 - Perfil Médio e Desvio Padrão da Praia das Cabritas, considerando os anos de 2013 a 2016. A linha contínua representa o perfil médio obtido a partir dos levantamentos topográficos, enquanto as barras verticais indicam os valores do desvio padrão, evidenciando a variabilidade morfológica ao longo do perfil.

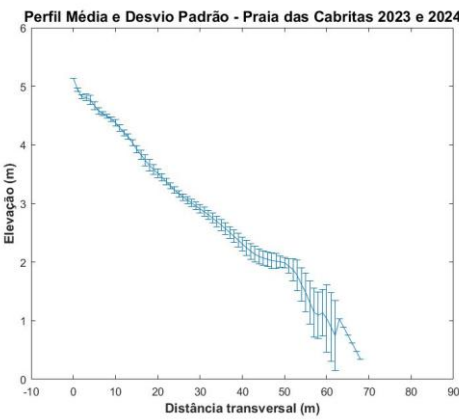


Figura 12 - Perfil Médio e Desvio Padrão da Praia das Cabritas, considerando os anos de 2023 a 2024. A linha contínua representa o perfil médio obtido a partir dos levantamentos topográficos, enquanto as barras verticais indicam os valores do desvio padrão, evidenciando a variabilidade morfológica ao longo do perfil.

Para o cálculo da variação volumétrica os perfis foram separados conforme as estações, inverno, verão e outono, tendo em vista não ter sido obtido perfis na primavera para a Praia das Cabritas.

• Perfis de Verão

Foram obtidos sete perfis topográficos durante o verão, os quais foram analisados em pares para avaliação da variação volumétrica. O maior ganho de sedimentos foi registrado entre os perfis 23/01/2024 e 30/01/2024 como acréscimo de 5,60 m³m⁻¹ em um intervalo de sete dias, caracterizando o período de maior acreção da praia nesta estação. Em contrapartida, a maior perda de sedimentos, ocorreu entre os perfis de 09/01/2024 e 18/01/2024 apresentaram uma erosão de 4,08 m³m⁻¹. De modo geral os resultados indicam que 66,7% dos intervalos analisados na Praia das Cabritas durante o verão apresentaram acreção, enquanto 33,3%, correspondem a processos erosivos. A Tabela 12 apresenta os perfis analisados, os valores de variação volumétrica (m³m⁻¹), e o intervalo de dias entre os levantamentos.

Tabela 12 - Variação Volumétrica dos perfis de Verão na Praia das Cabritas durante em m³m⁻¹.

Datas	Período (dias)	Variação Volumétrica (m³m ⁻¹)	Interpretação
21/12/2023 – 29/12/2023	8 dias	-3,25	Perda
29/12/2023 – 05/01/2024	7 dias	2,38	Ganho
05/01/2024 – 09/01/2024	4 dias	5,31	Ganho
09/01/2024 – 18/01/2024	9 dias	-4,08	Perda
18/01/2024 – 23/01/2024	5 dias	1,20	Ganho
23/01/2024 – 30/01/2024	7 dias	5,60	Ganho

O resultado da variação volumétrica total para a Praia das Cabritas durante o verão, indicou que a praia teve um ganho de sedimentos de $7,16 \text{ m}^3\text{m}^{-1}$, resultando em acreção. Em relação ao coeficiente de variação, a praia apresentou 7,52% de mobilidade (Tabela 13).

Tabela 13 - Resultados para os perfis de verão para variação volumétrica da Praia das Cabritas em m^3m^{-1} e Coeficiente de Variação (%).

Variação total do volume da praia (Vv)	$7,16 \text{ m}^3\text{m}^{-1}$
Largura média da praia (y_b)	59,43 m
Variação da largura da praia (σy_b)	10 m
Coeficiente de variação (CV)	7,52 %

- Perfis de Outono

No outono, foi feito o levantamento de dois perfis topográficos, os quais após o cálculo da variação volumétrica, apresentou acreção de $0,41 \text{ m}^3\text{m}^{-1}$, com um intervalo de 44 dias entre as datas. Os perfis de outono foram obtidos nos dias 11/04/2014 e 25/05/2014. A Tabela 14 apresenta os perfis de outono com o intervalo de dias entre eles e a variação volumétrica em m^3m^{-1} .

Tabela 14 - Variação Volumétrica de Outono na Praia das Caritas em m^3m^{-1} .

Datas	Período (dias)	Variação Volumétrica (m^3m^{-1})	Interpretação
11/04/2014 – 25/05/2014	44 dias	0,41	Ganho

A variação volumétrica total da Praia das Cabritas durante o outono indicou para a acreção da praia de $5,34 \text{ m}^3\text{m}^{-1}$, e o coeficiente de variação de 5,51%. Resultados apresentados na Tabela 15.

Tabela 15 - Resultados para os perfis de outono para variação volumétrica da Praia das Cabritas em m^3m^{-1} e Coeficiente de Variação (%).

Variação total do volume da praia (Vv)	$0,41 \text{ m}^3\text{m}^{-1}$
Largura média da praia (y_b)	77 m
Variação da largura da praia (σy_b)	6 m
Coeficiente de variação (CV)	5,51 %

- Perfis de Inverno

Durante o inverno, foi feito o levantamento de dois perfis topográficos nos períodos de 01/07/2013 e 27/08/2016, intervalo de 3 anos. O resultado da variação volumétrica apresentou uma perda de sedimentos de $7,95 \text{ m}^3\text{m}^{-1}$ e o coeficiente de variação de 12,51%, sendo a maior mobilidade da praia dentre os períodos estudados (Tabela 16 e Tabela 17).

Tabela 16 - Variação Volumétrica da Praia das Caritas no inverno em m^3m^{-1} .

Datas	Período (dias)	Variação Volumétrica (m^3m^{-1})	Interpretação
01/07/2013 - 27/08/2016	1.153 dias	-7,95	Perda

Tabela 17 - Resultados para os perfis de inverno para variação volumétrica da Praia das Cabritas em m^3m^{-1} e Coeficiente de Variação (%).

Variação total do volume da praia (V_v)	-7,95 m^3m^{-1}
Largura média da praia (γ_b)	73,50 m
Variação da largura da praia (σ_{γ_b})	13 m
Coeficiente de variação (CV)	12,51 %

O gráfico apresentado na Figura 13 reúne a sobreposição de todos os perfis topográficos obtidos na Praia das Cabritas nos anos de 2013, 2014, 2016, 2023 e 2024, permitindo a análise comparativa das variações morfológicas ao longo do período de 11 anos.

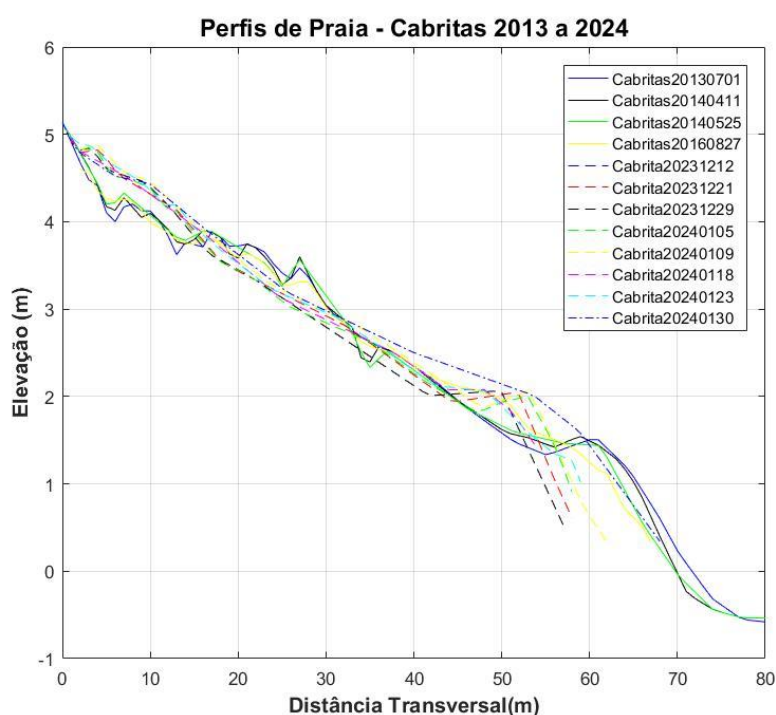


Figura 13 - Sobreposição dos perfis topográficos obtidos na Praia das Cabritas entre os anos de 2013 e 2024, evidenciando a dinâmica morfológica e a variação espacial ao longo do período analisado.

PRAIA DAS TARTARUGAS

A Praia das Tartarugas apresenta um estágio morfodinâmico refletiva com terraço de baixa-mar (R-LTT), areias claras e *beachrocks* que emergem na baixa mar. A praia possui aproximadamente 300 metros de largura e 500 metros de comprimento (Figura 14), o que oferece o maior estoque sedimentar dentre as praias da Ilha da Trindade, este ambiente apresenta modificações no pós-praia causadas pelas tartarugas verdes.

À primeira vista, as principais modificações que ocorrem na Praia das Tartarugas é a atuação de ventos de sudeste e a ação das tartarugas que cavam revirando sedimentos para confecção dos seus ninhos, representando alterações topográficas significativas, que podem ser observados ao longo dos perfis longitudinais (Castro & Antonello, 2006; Castro, 2009; Calliari et al., 2016).

A Figura 15 apresenta o histograma de granulometria dos sedimentos ao longo do perfil na Praia das

Tartarugas, composta por areia média variando de bem selecionada a moderadamente selecionada. As amostras foram coletadas ao longo dos perfis de 30/06/2013 e 09/07/2013.



Figura 14 – a) Vista superior da Praia da Tartarugas b) exposição dos *beachrocks* na Praia das Tartarugas.

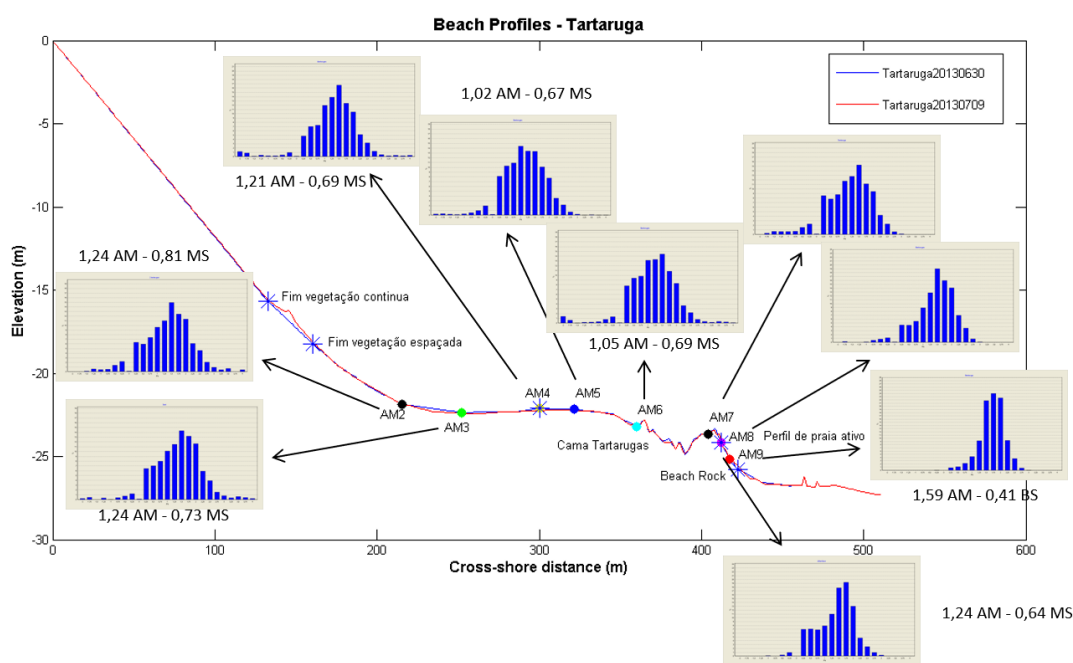


Figura 15 - Perfil de Praia das tartarugas com os histogramas de granulometria dos sedimentos ao longo do perfil. (AM: areia média, AG: areia grossa, BS: bem selecionado, MBS: muito bem selecionado, OS: pobremente selecionado, MS: moderadamente selecionado).

Os perfis da Praia das Tartarugas, obtidos entre 2013 e 2016 e em 2023 e 2024, indicam estabilidade até aproximadamente 350 metros. A partir desse ponto, ocorrem variações morfológicas significativas na berma e na face da praia, com um ponto de inflexão na transição entre esses ambientes. Próximo a 450 metros, a estabilidade retorna, conforme ilustrado na Figura 16. Nos anos de 2023 e 2024, o perfil da Praia das Tartarugas mostrou estabilidade até cerca de 360 metros, seguido por variações acentuadas entre 370 e 400 metros, com um ponto de inflexão identificado nesse trecho (Figura 17).

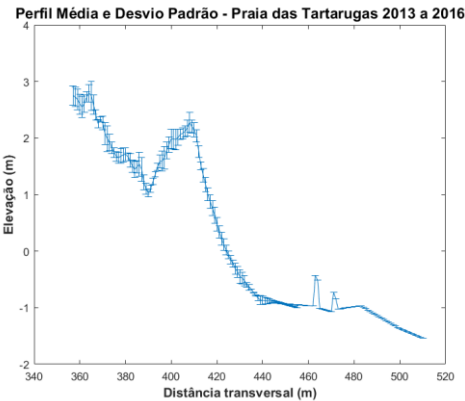


Figura 16 - Perfil Médio e Desvio Padrão da Praia das Tartarugas, considerando os anos de 2013 a 2016. A linha contínua representa o perfil médio obtido a partir dos levantamentos topográficos, enquanto as barras verticais indicam os valores do desvio padrão, evidenciando a variabilidade morfológica ao longo do perfil.

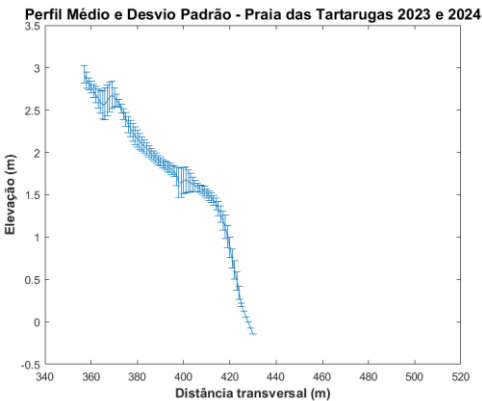


Figura 17 - Perfil Médio e Desvio Padrão da Praia das Tartarugas, considerando os anos de 2023 a 2024. A linha contínua representa o perfil médio obtido a partir dos levantamentos topográficos, enquanto as barras verticais indicam os valores do desvio padrão, evidenciando a variabilidade morfológica ao longo do perfil.

Na praia das Tartarugas foi feito o levantamento de dezesseis perfis topográficos, os quais foram separados conforme as estações sazonais para uma análise de variação volumétrica mais efetiva. Os perfis foram separados em Primavera e Outono (Perfis Intermediários), Inverno e Verão. A Tabela 18 apresenta os perfis orientado por cores para cada estação. Perfis obtidos no inverno estão representados em azul, os de verão em rosa, outono em amarelo e primavera em verde.

Tabela 18 - Perfis Topográficos obtidos na Praia das Tartarugas separados por períodos sazonais. Em azul, os perfis de inverno, em amarelo os perfis de outono, em verde, primavera e em rosa os perfis obtidos no verão.

Nome do Perfil	Data de Aquisição
Perfil Tartarugas	30/06/2013
Perfil Tartarugas	09/07/2013
Perfil Tartarugas	08/11/2013
Perfil Tartarugas	18/11/2013
Perfil Tartarugas	22/11/2013
Perfil Tartarugas	27/11/2013
Perfil Tartarugas	02/04/2014
Perfil Tartarugas	24/05/2014
Perfil Tartarugas	19/08/2016
Perfil Tartarugas	30/08/2016
Perfil Tartarugas	20/12/2023
Perfil Tartarugas	26/12/2023
Perfil Tartarugas	08/01/2024
Perfil Tartarugas	15/01/2024
Perfil Tartarugas	22/01/2024
Perfil Tartarugas	29/01/2024

Para apresentação dos resultados de variação volumétrica, os perfis foram organizados conforme as estações de cada ano.

- Perfis de Inverno

No inverno foram obtidos três perfis topográficos, analisados em pares para o cálculo da variação volumétrica (Tabela 19). Os resultados indicam predomínio de erosão na Praia das Tartarugas. Entre os perfis de 09/07/2013 a 19/08/2016, foi registrada uma perda de $6,00 \text{ m}^3\text{m}^{-1}$, correspondente a um intervalo de 1.137 dias. Em um período mais curto, de onze dias, entre 19/08/2016 a 30/08/2016 também foi observada erosão, com perda de $1,04 \text{ m}^3\text{m}^{-1}$.

Tabela 19 – Variação Volumétrica dos perfis de Inverno da Praia das Tartarugas em m^3m^{-1} .

Datas	Período (dias)	Variação Volumétrica (m^3m^{-1})	Interpretação
09/07/2013 – 19/08/2016	1.137 dias	-6,00	Perda
19/08/2016 - 30/08/2016	11 dias	-1,04	Perda

O cálculo do coeficiente de variação da Praia das Tartarugas durante o inverno, apresentou resultados de 10,41% de mobilidade. Em relação à variação de volume total para este período, a praia apresentou erosão de $7,04 \text{ m}^3\text{m}^{-1}$ de sedimentos, conforme resultados apresentados na Tabela 20.

Tabela 20 - Resultados para os perfis de inverno para variação volumétrica da Praia das Tartarugas em m^3m^{-1} e Coeficiente de Variação (%).

Variação total do volume da praia (Vv)	-7,04 m^3m^{-1}
Largura média da praia (γ_b)	455,33 m
Variação da largura da praia ($\sigma\gamma_b$)	84 m
Coeficiente de variação (CV)	10,41 %

- Perfis de Primavera

Na primavera foram obtidos cinco perfis topográficos, analisados em pares para o cálculo da variação volumétrica. O maior ganho de sedimentos foi registrado entre os perfis de 27/11/2013 e 20/12/2023, com acreção de $12,40 \text{ m}^3\text{m}^{-1}$. Destaca-se que este intervalo corresponde ao maior período entre levantamentos em uma mesma estação, abrangendo aproximadamente dez anos. Em relação à erosão, a maior perda foi observada entre os perfis de 22/11/2013 e 27/11/2013, com redução de $3,51 \text{ m}^3\text{m}^{-1}$ (Tabela 21).

Tabela 21 - Variação Volumétrica dos perfis de Primavera da Praia das Tartarugas em m^3m^{-1} .

Datas	Período (dias)	Variação Volumétrica (m^3m^{-1})	Interpretação
08/11/2013 – 18/11/2013	10 dias	-0,26	Perda
18/11/2013 – 22/11/2013	4 dias	2,13	Ganho
22/11/2013 – 27/11/2013	5 dias	-3,51	Perda
27/11/2013 – 20/12/2023	3.675 dias (10 anos)	12,40	Ganho

A Tabela 22 apresenta os resultados do coeficiente de variação da praia durante a primavera, com resultados de 0,86% de mobilidade da praia. Em relação à variação volumétrica, a praia apresentou um ganho de sedimentos de $10,76 \text{ m}^3\text{m}^{-1}$, indicando acreção da praia.

Tabela 22 - Resultados para os perfis de primavera para variação volumétrica da Praia das Tartarugas em m^3m^{-1} e Coeficiente de Variação (%).

Variação total do volume da praia (Vv)	10,76 m^3m^{-1}
Largura média da praia (γ_b)	429,20 m
Variação da largura da praia ($\sigma\gamma_b$)	7 m
Coeficiente de variação (CV)	0,86 %

- Perfis de Outono

No outono foram obtidos três perfis topográficos, sendo analisados aos pares de perfis para identificação da variação volumétrica durante a estação. Para todos os perfis estudados durante o outono, os resultados indicam para a erosão da praia, com a perda de sedimentos. O destaque é para os perfis estudados nos dias 30/06/2013 e 02/04/2014, com um intervalo de 276 dias entre os perfis e uma perda de sedimentos de 4,70 m^3m^{-1} (Tabela 23). A Tabela 24 apresenta os resultados do coeficiente de variação da praia durante a outono, que apresentou resultados de 4,10% de mobilidade da praia.

Tabela 23 - Variação Volumétrica dos perfis de Outono da Praia das Tartarugas em m^3m^{-1} .

Datas	Período (dias)	Variação Volumétrica (m^3m^{-1})	Interpretação
30/06/2013 – 02/04/2014	276 dias	-4,70	Perda
02/04/2014 – 24/05/2014	52 dias	-0,20	Perda

Tabela 24 - Resultados para os perfis de outono para variação volumétrica da Praia das Tartarugas em m^3m^{-1} e Coeficiente de Variação (%).

Variação total do volume da praia (Vv)	-4,90 m^3m^{-1}
Largura média da praia (γ_b)	436,33 m
Variação da largura da praia ($\sigma\gamma_b$)	24 m
Coeficiente de variação (CV)	4,10%

- Perfis de Verão

Durante o verão foram obtidos cinco perfis topográficos, com destaque para os perfis 08/01/2024 e 15/01/2024 que apresentaram resultados significativos para a acreção da praia, com um ganho de sedimentos de 9,80 m^3m^{-1} , e um intervalo de apenas sete dias entre os perfis. Os únicos resultados que apresentaram perda de sedimentos foram em relação aos perfis obtidos nos dias 15/01/2024 e 22/01/2024, com uma erosão de 10,77 m^3m^{-1} (Tabela 25).

Tabela 25 - Variação Volumétrica dos perfis de Verão da Praia das Tartarugas em m^3m^{-1} .

Datas	Período (dias)	Variação Volumétrica (m^3m^{-1})	Interpretação
26/12/2023 - 08/01/2024	13 dias	0,86	Ganho
08/01/2024 - 15/01/2024	7 dias	9,80	Ganho
15/01/2024 - 22/01/2024	4 dias	-10,77	Perda
22/01/2024 - 29/01/2024	7 dias	3,83	Ganho

A Tabela 26 apresenta os resultados do coeficiente de variação da praia durante a verão, que apresentou resultados de 0,79% de mobilidade da praia, sendo a menor em relação a todas as outras estações. Em relação

à variação volumétrica, a praia apresentou um ganho de sedimentos de $3,71\text{ m}^3\text{m}^{-1}$, indicando acreção da praia.

Tabela 26 - Resultados para os perfis de verão para variação volumétrica da Praia das Tartarugas em m^3m^{-1} e Coeficiente de Variação (%).

Variação total do volume da praia (Vv)	3,71 m^3m^{-1}
Largura média da praia (γ_b)	424,60 m
Variação da largura da praia ($\sigma\gamma_b$)	5 m
Coeficiente de variação (CV)	0,79%

A Figura 18 apresenta todos os perfis topográficos da Praia das Tartarugas sobrepostos, onde é possível observar que a variação entre 350 m a 450 m, indica o local utilizado pelas tartarugas verdes (*Chelonia mydas*), causando variações morfológicas que escavam as camas para nidificação, como ilustrado na Figura 19.

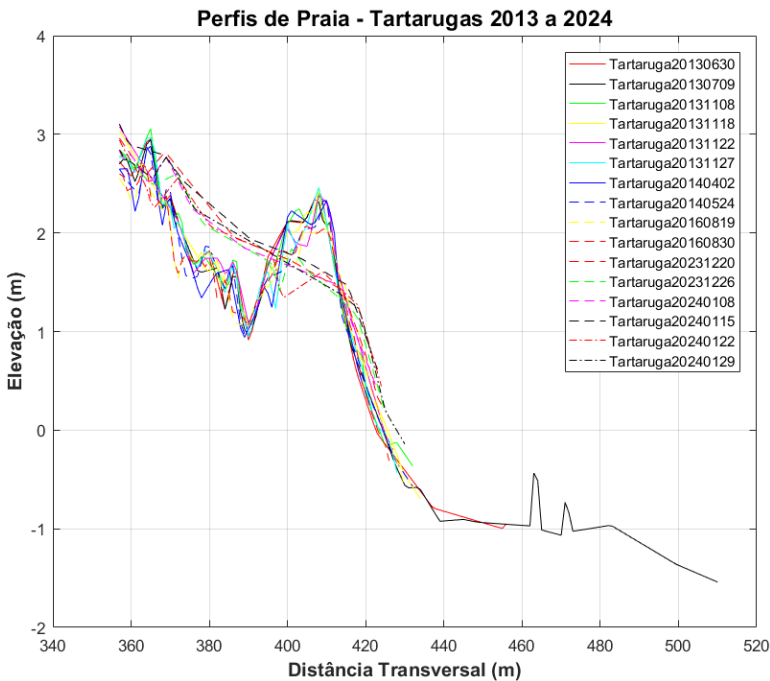


Figura 18 - Sobreposição dos perfis topográficos obtidos na Praia das Tartarugas entre os anos de 2013 e 2024, evidenciando a dinâmica morfológica e a variação espacial ao longo do período analisado.



Figura 19 - Cama das tartarugas verdes (*Chelonia mydas*). (Foto: Arthur Antônio Machado).

PRAIA DO PRÍNCIPE

A praia do Príncipe apresenta o estágio morfodinâmico Refletiva, tem areia média ao longo do perfil e areia grossa na base da face da praia, com a composição dos sedimentos mais heterogênea como piroclastos, diques de fonólitos do Complexo de Trindade. Tufos da Formação Valado, Cones Aluviais do Córrego Vermelho (cânion) e ainda tufos do Vulcão do Paredão (Almeida, 1961, Souza & Schaefer, 2011). A praia do Príncipe não tem proteção de recifes e é exposta diretamente as ondulações de sul originadas pelos ciclones extra-tropicais. Mostra sazonalidade com variação vertical de 2 m do pacote arenoso.

Os levantamentos topográficos na Praia do Príncipe foram realizados em diferentes setores ao longo do tempo, permitindo a caracterização da variação morfológica da área. Os primeiros perfis foram obtidos em uma região de falésia, onde se observou uma acentuada ruptura no relevo com declive abrupto em direção à faixa de areia. Em campanhas posteriores, os perfis passaram a ser levantados em trechos mais próximos da planície costeira, caracterizados pela ausência dessa descontinuidade topográfica.

As amostras sedimentares coletadas na Praia do Príncipe, indicam que a mesma é formada por areia média variando de bem selecionada a muito bem selecionada, e areia grossa moderadamente selecionado (Figura 20).

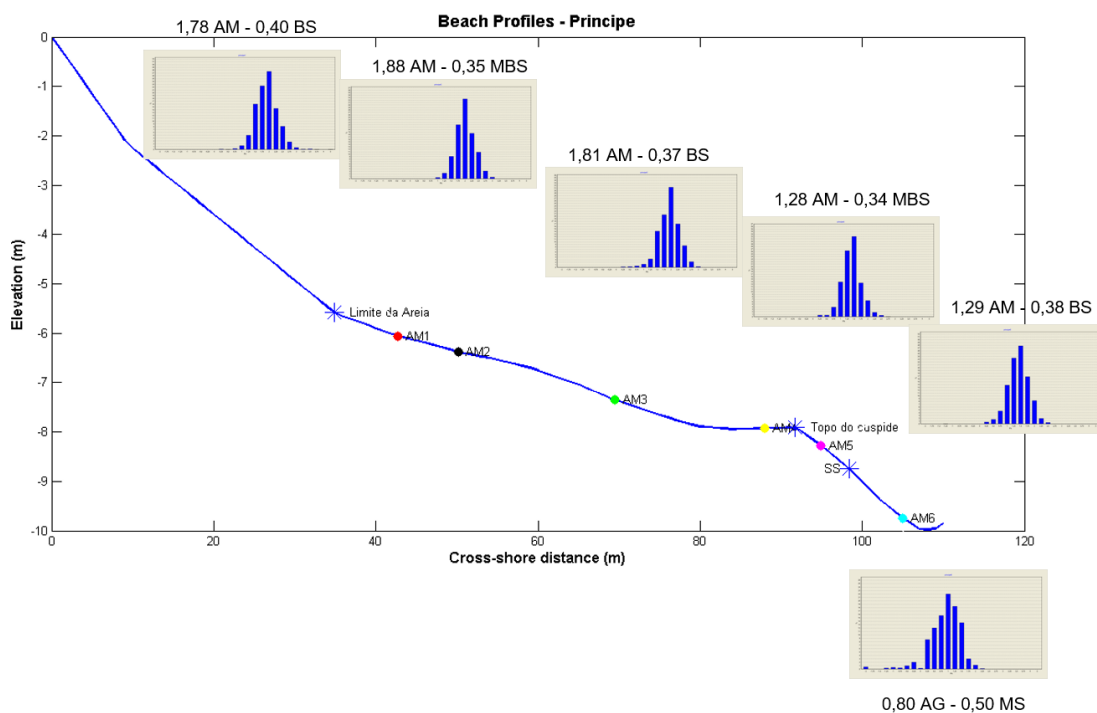


Figura 20 - Perfil de Praia do Príncipe com os histogramas de granulometria dos sedimentos ao longo do perfil. (AM: areia média, AG: areia grossa, BS: bem selecionado, MBS: muito bem selecionado, OS: pobremente selecionado, MS: moderadamente selecionado).



Figura 21 - Vista superior da Praia do Príncipe.

Foram obtidos cinco perfis entre 2013 e 2016, iniciando em uma elevação de aproximadamente 35 m na borda da falésia e declinando até a cota zero. A berma da praia começa por volta dos 50 metros, estendendo-se até a base da face da praia próxima a 150 metros (Figura 22).

Perfil Média e Desvio Padrão - Praia do Príncipe 2013 a 2016

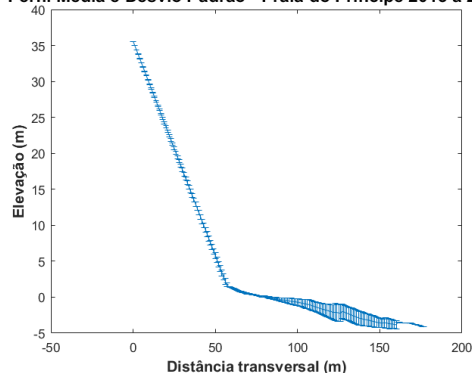


Figura 22 - Perfil Médio e Desvio Padrão da Praia do Príncipe, considerando os anos de 2013 a 2016. A linha contínua representa o perfil médio obtido a partir dos levantamentos topográficos, enquanto as barras verticais indicam os valores do desvio padrão, evidenciando a variabilidade morfológica ao longo do perfil.

Perfil Médio e Desvio Padrão - Praia do Príncipe 2023 e 2024

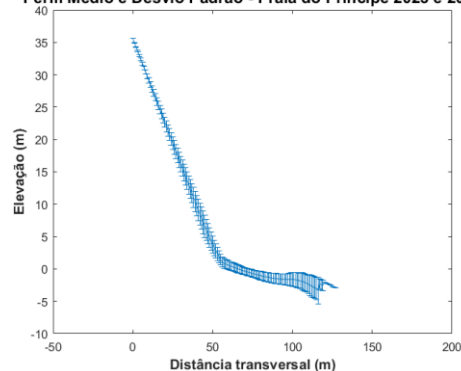


Figura 23 - Perfil Médio e Desvio Padrão da Praia do Príncipe, considerando os anos de 2013 a 2016. A linha contínua representa o perfil médio obtido a partir dos levantamentos topográficos, enquanto as barras verticais indicam os valores do desvio padrão, evidenciando a variabilidade morfológica ao longo do perfil.

Foram coletados seis perfis em 2023 e 2024, apresentando comportamento morfológico similar ao período anterior. A variação da média e do desvio padrão inicia-se a partir dos 50 metros, estendendo-se até a face da praia, que teve largura média reduzida de cerca de 130 metros. A sobreposição dos perfis mostra que eles se iniciam em uma elevação de aproximada de 38 m (falésia) e declinam até cerca de 5 m, onde começa a faixa de areia. Ao longo dos anos, os perfis mantiveram comportamento morfológico relativamente homogêneo (Figura 23).

A Figura 24 apresenta todos os perfis topográficos da Praia do Príncipe sobrepostos, onde é possível observar que o perfil obtido em 03/04/2014 apresentou a maior extensão transversal, alcançando cerca de 175 metros e caracterizado por uma berma mais ampla em comparação aos outros anos. Em contraste, o perfil de 03/01/2024 exibiu uma extensão transversal reduzida, aproximadamente 105 metros, evidenciando claramente a transição entre a berma e a face da praia.

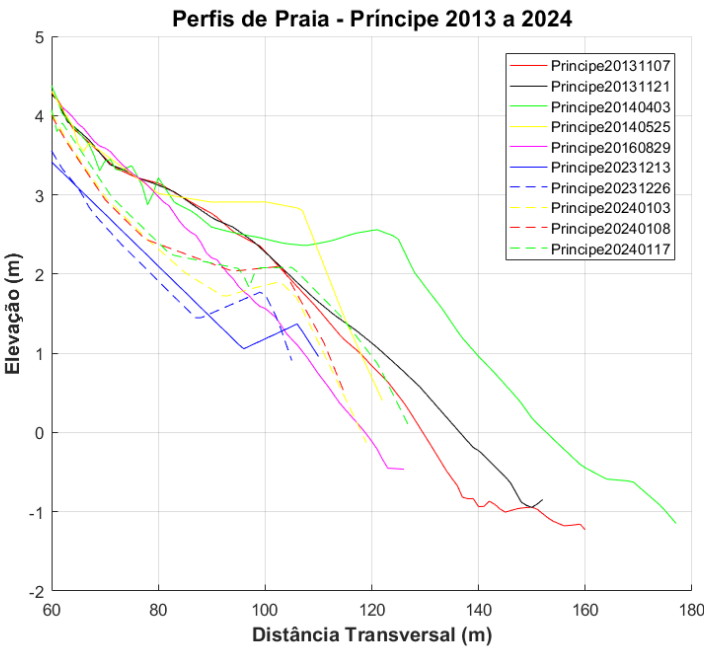


Figura 24 - Sobreposição dos perfis topográficos obtidos na Praia do Príncipe entre os anos de 2013 e 2024, evidenciando a dinâmica morfológica e a variação espacial ao longo do período analisado.

Abaixo, na Tabela 27 consta todos os perfis topográficos que foram obtidos na Praia do Príncipe e as datas de levantamento. Os perfis foram separados por cores, considerado a estação as quais foram obtidos, os perfis de verão, estão apresentados na cor rosa, de primavera na cor verde, outono na cor amarela e inverno na cor azul.

Tabela 27 - Perfis obtidos na Praia do Príncipe, segmentados por cores conforme as estações em que os perfis foram levantados. Em rosa, os perfis de verão, em verde a primavera, em amarelo o outono e em azul, os perfis de inverno.

Nome do Perfil	Data de Aquisição
Perfil Príncipe	07/11/2013
Perfil Príncipe	21/11/2013
Perfil Príncipe	03/04/2014
Perfil Príncipe	25/05/2014
Perfil Príncipe	29/08/2016
Perfil Príncipe	13/12/2023
Perfil Príncipe	26/12/2023
Perfil Príncipe	03/01/2024
Perfil Príncipe	08/01/2024
Perfil Príncipe	17/01/2024
Perfil Príncipe	29/01/2024

Os resultados de variação volumétrica serão apresentados por período sazonal. Destaca-se que durante o inverno foi obtido apenas um perfil topográfico em 29/08/2016, desta forma, não foi possível realizar o cálculo

da variação volumétrica durante o inverno, tendo em vista não haver outro perfil para o cálculo em pares.

- Perfil Primavera

Foram obtidos três perfis topográficos durante a primavera na Praia do Príncipe. O maior destaque que ocorreu durante a primavera foi no levantamento dos perfis de 21/11/2013 e 13/12/2023, com intervalo de aproximadamente 10 anos, que apresenta uma erosão da praia de $45,06 \text{ m}^3\text{m}^{-1}$.

Em contrapartida, os perfis de 07/11/2013 e 21/11/2013, apresentou uma acreção de apenas $0,12 \text{ m}^3\text{m}^{-1}$, em um intervalo de 14 dias (Tabela 28).

Tabela 28 - Variação Volumétrica dos perfis de Primavera da Praia do Príncipe em m^3m^{-1} .

Datas	Período (dias)	Variação Volumétrica (m^3m^{-1})	Interpretação
07/11/2013 – 21/11/2013	14 dias	0,12	Ganho
21/11/2013 - 13/12/2023	3.674 dias (10 anos)	-45,06	Perda

Durante a primavera a Praia do Príncipe apresentou um coeficiente de variação de 16,33%. A variação volumétrica para a praia, indicou uma erosão de $44,94 \text{ m}^3\text{m}^{-1}$. Os resultados estão apresentados na Tabela 29.

Tabela 29 - Resultados para os perfis de primavera para variação volumétrica da Praia do Príncipe em m^3m^{-1} e Coeficiente de Variação (%).

Variação total do volume da praia (Vv)	-44,94 m^3m^{-1}
Largura média da praia (y_b)	142,33 m
Variação da largura da praia (σy_b)	35 m
Coeficiente de variação (CV)	16,33%

- Perfil de Outono

Para este período, foram obtidos dois perfis topográficos na Praia do Príncipe, o qual o resultado apresenta ganho de sedimento de $7,96 \text{ m}^3\text{m}^{-1}$, indicando que a praia neste período sofreu acreção (Tabela 30).

Tabela 30 - Variação Volumétrica dos perfis de Outono da Praia do Príncipe em m^3m^{-1} .

Datas	Período (dias)	Variação Volumétrica (m^3m^{-1})	Interpretação
03/04/2014 – 25/05/2014	52 dias	7,96	Ganho

- Perfil de Verão

Durante o verão, foram obtidos cinco perfis topográficos na Praia do Príncipe. No que se refere à acreção da praia, há destaque para os perfis obtidos nos dias 03/01/2024 e 08/01/2024 com um ganho de sedimentos de $17,31 \text{ m}^3\text{m}^{-1}$, resultados apresentados na Tabela 31.

Tabela 31 - Variação Volumétrica dos perfis de Verão da Praia do Príncipe em m^3m^{-1} .

Datas	Período (dias)	Variação Volumétrica (m^3m^{-1})	Interpretação
26/12/2023 – 03/01/2024	8 dias	1,44	Ganho
03/01/2024 – 08/01/2024	14 dias	17,31	Ganho
08/01/2024 – 17/01/2024	9 dias	5,46	Ganho
17/01/2024 – 29/01/2024	12 dias	2,31	Ganho

A Tabela 32 apresenta a variação volumétrica para a Praia do Príncipe durante o verão, indicou uma acreção de 26,52 m³m⁻¹, e o coeficiente de variação de 7,35%.

Tabela 32 - Resultados para os perfis de verão para variação volumétrica da Praia do Príncipe em m³m⁻¹ e Coeficiente de Variação (%).

Variação total do volume da praia (Vv)	26,52 m³m ⁻¹
Largura média da praia (yb)	112,4 m
Variação da largura da praia (oyb)	17 m
Coeficiente de variação (CV)	7,35%

PRAIA DA ANDRADA

A praia dos Andradas é uma praia de areias claras, foi classificada como Refletiva com Terraço de baixa-mar (R-LTT), apresenta estabilidade devido a proteção por promontórios e afloramentos rochosos e mostra uma sutil variação sazonal. Na praia dos Andradas foram realizados oito levantamentos topográficos entre 2013 e 2016 e sete entre 2023 e 2024 na Praia da Andrada.

No intervalo de 2013 a 2016, o perfil topográfico apresentou variação altimétrica mais expressiva entre 5 e 30 metros de distância, relacionada à transição entre a berma e a face da praia. Após essa faixa, o perfil manteve comportamento mais estável (Figura 25). No período de 2023 a 2024, o perfil médio apresentou variações altimétricas concentradas até aproximadamente 15 metros de distância, com alterações adicionais entre 30 e 40 metros. Essas variações refletem as transições dos compartimentos morfológicos da praia, incluindo berma e face da praia (Figura 26).

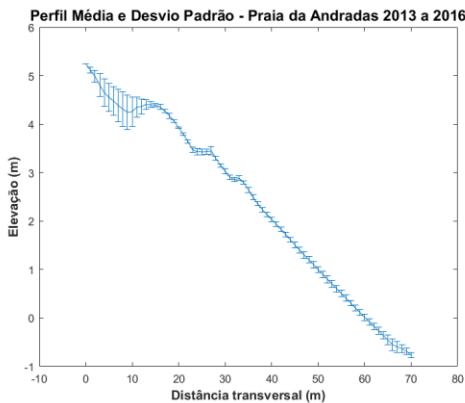


Figura 25 - Perfil Médio e Desvio Padrão da Praia da Andrada, considerando os anos de 2013 a 2016. A linha contínua representa o perfil médio obtido a partir dos levantamentos topográficos, enquanto as barras verticais indicam os valores do desvio padrão, evidenciando a variabilidade morfológica ao longo do perfil.

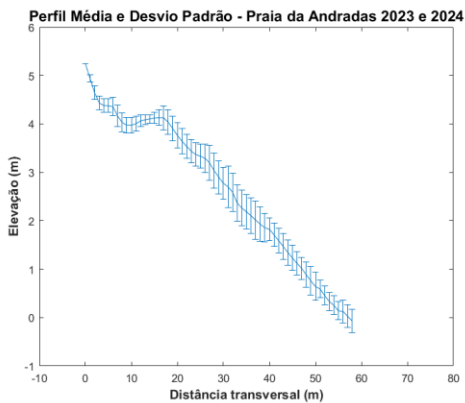


Figura 26 - Perfil Médio e Desvio Padrão da Praia da Andrada, considerando os anos de 2023 a 2024. A linha contínua representa o perfil médio obtido a partir dos levantamentos topográficos, enquanto as barras verticais indicam os valores do desvio padrão, evidenciando a variabilidade morfológica ao longo do perfil.

A Figura 27 apresenta todos os perfis topográficos obtidos na Praia da Andrada ao longo dos anos. De forma geral, os perfis exibem comportamento semelhante, com pontos de inflexão consistentes entre os levantamentos. As maiores variações ocorreram entre 0 e 20 metros de distância transversal, correspondendo à berma, indicando maior dinâmica sedimentar nessa região.

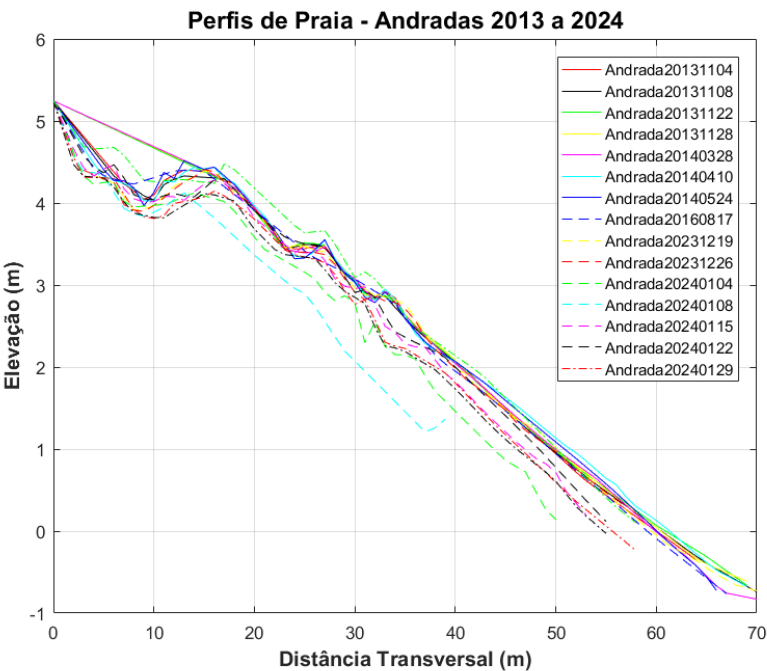


Figura 27 - Sobreposição dos perfis topográficos obtidos na Praia da Andradas entre os anos de 2013 e 2024, evidenciando a dinâmica morfológica e a variação espacial ao longo do período analisado.

Na Praia da Andrada foi feito o levantamento de dezesseis perfis topográficos, os quais estes foram separados conforme as estações em que foram obtidos. Na Tabela 33 consta todos os perfis levantados na Praia da Andrada, onde na cor azul há os perfis obtidos durante o inverno, no verão os perfis estão na cor rosa, em verde os perfis de primavera, e na cor amarela os perfis de outono.

Tabela 33 - Perfis obtidos na Praia da Andrada, segmentados por cores conforme as estações em que os perfis foram levantados. Em rosa, os perfis de verão, em verde os perfis obtidos na primavera, em amarelo no outono e em azul, no inverno.

Nome do Perfil	Data de Aquisição
Perfil Andrada	04/11/2013
Perfil Andrada	08/11/2013
Perfil Andrada	18/11/2013
Perfil Andrada	22/11/2013
Perfil Andrada	28/11/2013
Perfil Andrada	28/03/2014
Perfil Andrada	10/04/2014
Perfil Andrada	24/05/2014
Perfil Andrada	17/08/2016
Perfil Andrada	29/08/2016
Perfil Andrada	19/12/2023
Perfil Andrada	26/12/2023
Perfil Andrada	04/01/2024
Perfil Andrada	08/01/2024
Perfil Andrada	15/01/2024
Perfil Andrada	22/01/2024
Perfil Andrada	29/01/2024

- Perfis de Primavera

Durante a primavera, na Praia da Andrada foram obtidos seis perfis topográficos. Há destaque para os perfis de 28/11/2013 e 19/12/2023 o qual apresentou os maiores resultados para perda de sedimentos de $25,04 \text{ m}^3\text{m}^{-1}$, caracterizando então, um período de erosão da praia, em um intervalo de aproximadamente 10 anos. Quando observado os resultados para acreção da praia, há destaque para os perfis obtidos em 08/11/2013 e 18/11/2013, os quais houve um ganho de $5,63 \text{ m}^3\text{m}^{-1}$. Abaixo na Tabela 34, segue os perfis levantados durante a primavera, com o intervalo em dias entre os períodos e a variação volumétrica em m^3m^{-1} .

Tabela 34 - Variação Volumétrica dos perfis de Primavera da Praia da Andrada em m^3m^{-1} .

Datas	Período (dias)	Variação Volumétrica (m^3m^{-1})	Interpretação
04/11/2013 – 08/11/2013	4 dias	-0,93	Perda
08/11/2013 – 18/11/2013	10 dias	5,63	Ganho
18/11/2013 – 22/11/2013	4 dias	0,57	Ganho
22/11/2013 – 28/11/2013	6 dias	-0,23	Perda
28/11/2013 – 19/12/2023	3.673 dias	-25,04	Perda

A Tabela 35 apresentou os resultados para a variação volumétrica na Praia da Andradas na primavera que indica uma erosão de $20 \text{ m}^3\text{m}^{-1}$, e um coeficiente de variação de 12%.

Tabela 35 - Resultados para os perfis de primavera para variação volumétrica da Praia da Andrada em m^3m^{-1} e Coeficiente de Variação (%).

Variação total do volume da praia (Vv)	-20 m^3m^{-1}
Largura média da praia (y_b)	65,33 m
Variação da largura da praia (σy_b)	14 m
Coeficiente de variação (CV)	12%

- Perfis de Outono

No outono foi feito o levantamento de três perfis topográficos, os após o estudo em pares desses perfis, a praia da Príncipe durante o outono apresentou período de erosão e acreção. No intervalo de treze dias, entre os dias 28/03/2014 e 10/04/2014, a praia apresentou uma leve acreção de $0,13 \text{ m}^3\text{m}^{-1}$. Entre os dias 10/04/2014 e 24/05/2014, com um intervalo de 44 dias, a praia apresentou uma erosão de $1,70 \text{ m}^3\text{m}^{-1}$ (Tabela 36).

Tabela 36 - Variação Volumétrica dos perfis de Outono da Praia da Andrada em m^3m^{-1} .

Datas	Período (dias)	Variação Volumétrica (m^3m^{-1})	Interpretação
28/03/2014 – 10/04/2014	13 dias	0,13	Ganho
10/04/2014 – 24/05/2014	44 dias	-1,70	Perda

No outono, a variação volumétrica da Praia da Andrada apresentou uma erosão de $1,57 \text{ m}^3\text{m}^{-1}$, e uma mobilidade da praia de 2,59%, conforme resultados apresentados na Tabela 37.

Tabela 37 - Resultados para os perfis de outono para variação volumétrica da Praia da Andrada em m^3m^{-1} e Coeficiente de Variação (%).

Variação total do volume da praia (Vv)	1,57 m^3m^{-1}
Largura média da praia (γ_b)	67 m
Variação da largura da praia ($\sigma\gamma_b$)	3 m
Coeficiente de variação (CV)	2,59%

- Perfis de Verão

No verão foram obtidos seis perfis topográficos, com destaque para os resultados obtidos entre os perfis 26/12/2023 e 04/01/2024 com um ganho de sedimentos de $31,10 \text{ m}^3\text{m}^{-1}$, caracterizando o maior intervalo de acreção durante o verão. Os perfis 22/01/2024 e 29/01/2024 também se destacam pelo ganho de sedimentos de $20,33 \text{ m}^3\text{m}^{-1}$, indicando as maiores acreções que a praia sofreu durante o verão (Tabela 38). O destaque para a erosão da praia ocorreu nos períodos de 08/01/2024 a 15/01/2024, com perda de $8,57 \text{ m}^3\text{m}^{-1}$.

Tabela 38 - Variação Volumétrica dos perfis de Verão da Praia da Andrada em m^3m^{-1} .

Datas	Período (dias)	Variação Volumétrica (m^3m^{-1})	Interpretação
26/12/2023 – 04/01/2024	9 dias	31,10	Ganho
04/01/2024 – 08/01/2024	13 dias	4,14	Ganho
08/01/2024 – 15/01/2024	7 dias	-8,57	Perda
15/01/2024 – 22/01/2024	7 dias	-1,99	Perda
22/01/2024 – 29/01/2024	7 dias	20,33	Ganho

Na Tabela 39 há os resultados para a variação do volume na Praia da Andradas durante o verão, o qual indica que a praia sofreu uma acreção de $4,32 \text{ m}^3\text{m}^{-1}$, e um coeficiente de variação de 13,45%, sendo um dos períodos que apresentou os melhores resultados.

Tabela 39 - Resultados para os perfis de verão para variação volumétrica da Praia da Andrada em m^3m^{-1} e Coeficiente de Variação (%).

Variação total do volume da praia (Vv)	45,01 m^3m^{-1}
Largura média da praia (γ_b)	53 m
Variação da largura da praia ($\sigma\gamma_b$)	19 m
Coeficiente de variação (CV)	13,45%

- Perfis de Inverno

No inverno, foi obtido apenas dois perfis topográficos, nos dias 17/08/2016 e 29/08/2016, com um intervalo de 12 dias entre os perfis. Os resultados da variação volumétrica para os perfis em questão, apresentou um ganho de sedimentos de $3,24 \text{ m}^3\text{m}^{-1}$, indicando que nesse período a praia sofreu acreção (Tabela 40). A Tabela 41 apresenta o coeficiente de variação de 14,48%, em relação aos resultados das demais estações, no inverno ocorreu a maior mobilidade para a Praia da Andrada.

Tabela 40 - Variação Volumétrica dos perfis de Inverno da Praia da Andrada em m^3m^{-1} .

Datas	Período (dias)	Variação Volumétrica (m^3m^{-1})	Interpretação
17/08/2016 – 29/08/2016	12 dias	3,24	Ganho

Tabela 41 - Resultados para os perfis de inverno para variação volumétrica da Praia da Andrada em m³m¹ e Coeficiente de Variação (%).

Variação total do volume da praia (Vv)	3,24 m³m¹
Largura média da praia (yb)	63,5 m
Variação da largura da praia (oyb)	13 m
Coeficiente de variação (CV)	14,48%

PRAIA VERMELHA

A praia Vermelha apresenta características morfodinâmicas de Refletiva com Terraço de baixa-mar (R-LTT), tem areias vermelhas sob a influência de derrames de ankaratrito e tufos do vulcão do paredão e seus cones e aventais de talude. Praia com menor conteúdo de CaCO₃ e não apresenta proteção de recifes, mas a estabilidade proporcionada pela Ponta do Túnel e Afloramentos de ankaratrito (vulcânicas alcalinas) (Almeida, 2006).

Na Praia Vermelha foram realizados 12 perfis topográficos entre 2013 e 2016, e outros 6 perfis adicionais foram obtidos nos anos de 2023 e 2024. A análise da média e do desvio padrão dos perfis entre 2013 e 2016 indicou um comportamento morfológico mais homogêneo em comparação às demais praias, com menor variabilidade nas alterações da linha de costa (Figura 28). As principais variações ocorreram a partir dos 30 metros de distância transversal, marcando a transição entre a berma e a face da praia, o que sugere relativa estabilidade do sistema praial nesse período. Os perfis obtidos entre 2023 e 2024 (Figura 29) mostraram um comportamento morfológico menos uniforme em relação ao período anterior. As alterações no relevo iniciam-se a partir dos 10 metros de distância transversal, com pico de variação entre 25 e 35 metros, correspondente à transição da berma para a face da praia, sugerindo mudanças nos processos sedimentares atuantes na área.

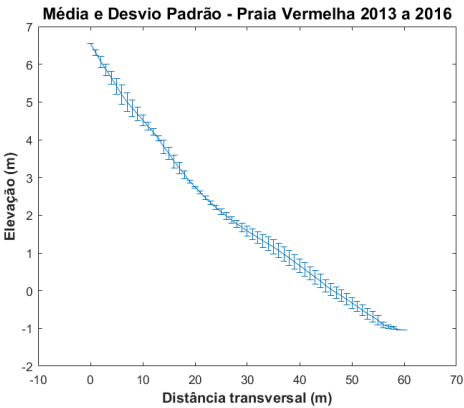


Figura 28 - Perfil Médio e Desvio Padrão da Praia Vermelha, considerando os anos de 2013 a 2016. A linha contínua representa o perfil médio obtido a partir dos levantamentos topográficos, enquanto as barras verticais indicam os valores do desvio padrão, evidenciando a variabilidade morfológica ao longo do perfil.

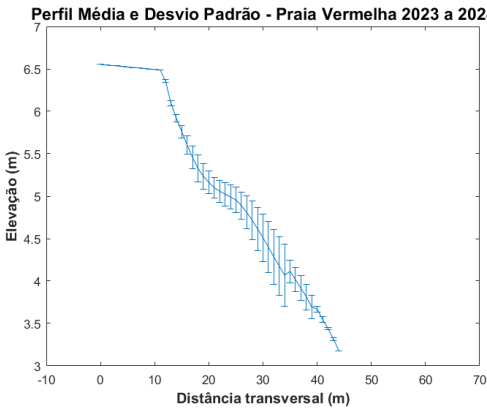


Figura 29 - Perfil Médio e Desvio Padrão da Praia Vermelha, considerando os anos de 2023 a 2024. A linha contínua representa o perfil médio obtido a partir dos levantamentos topográficos, enquanto as barras verticais indicam os valores do desvio padrão, evidenciando a variabilidade morfológica ao longo do perfil.

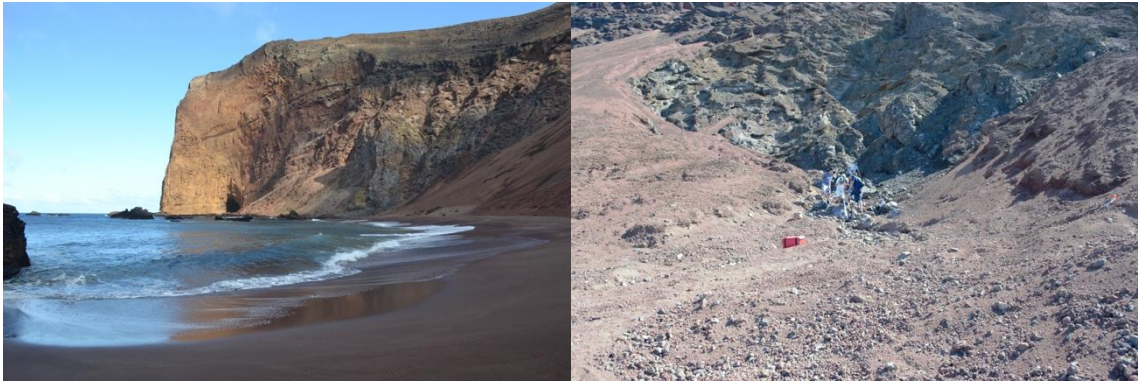


Figura 30 - Praia Vermelha. Foto da direita mostrando a voçoroca que levou o marco original.

Na Praia Vermelha, os perfis topográficos foram analisados separadamente conforme seus respectivos períodos de aquisição, uma vez que o marco utilizado como referência topográfica foi removido por processos erosivos. Essa perda impossibilita a comparação direta entre todos os perfis ao longo do tempo (Figura 30).

A Figura 31 mostra que, entre 2013 e 2016, a Praia Vermelha apresentou um comportamento morfológico relativamente estável. Pequenas variações altimétricas foram observadas entre 30 e 40 metros de distância transversal, associadas à transição entre a berma e a face da praia.

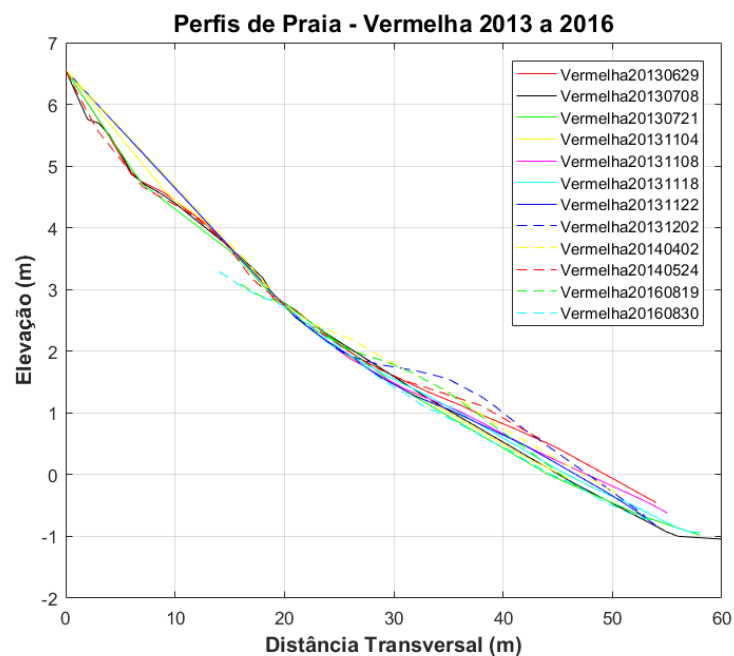


Figura 31 - Sobreposição dos perfis topográficos levantados na Praia Vermelha, no período de 2013 a 2016, demonstrando a variação morfológica do sistema praial ao longo dos anos analisados.

A Figura 32 mostra que, entre 2023 e 2024, os perfis da Praia Vermelha apresentaram variações entre 10 e 30 metros de distância transversal, refletindo a transição entre os compartimentos morfodinâmicos da berma e da face praial.

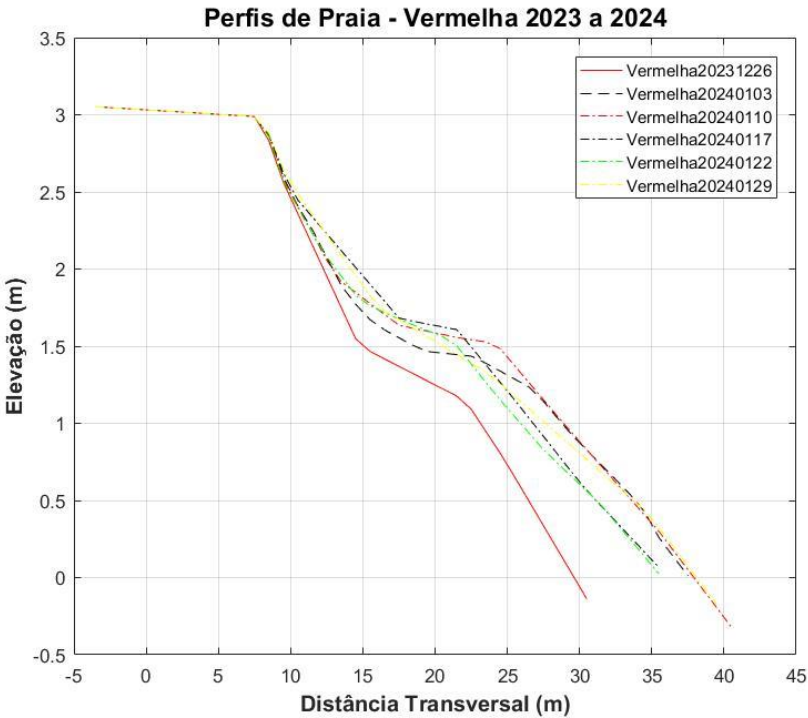


Figura 32 - Sobreposição dos perfis topográficos levantados na Praia Vermelha, no período de 2013 a 2016, demonstrando a variação morfológica do sistema praiial ao longo dos anos analisados.

Para o cálculo da variação volumétrica, os dados da Praia do Príncipe, foram separados conforme o período de aquisição, tendo em vista que ocorreu o levantamento em locais distintos. Os resultados serão apresentados primeiro, no período de 2013 a 2016, e posteriormente no período de 2023 e 2024. Além da separação dos perfis nos períodos de aquisição, também será feita a separação conforme o período sazonal o qual os perfis foram levantados. Esses perfis foram separados por cores, onde na cor azul há os perfis obtidos durante o inverno, no verão os perfis estão na cor rosa, em verde os perfis de primavera, e na cor amarela os perfis de outono. A Tabela 42 consta a apresentação dos perfis de 2013 a 2016, que foram os primeiros levantamentos realizados, e os perfis de 2023 e 2024.

Tabela 42 – Perfis obtidos na Praia do Príncipe, segmentados por cores conforme as estações em que os perfis foram levantados. Em azul, os perfis obtidos no inverno, em verde primavera, em amarelo outono, e os perfis rosa, obtidos no verão.

Nome do Perfil	Data de Aquisição	Nome do Perfil	Data de Aquisição
Perfil Vermelha	29/06/2013	Perfil Vermelha	26/12/2023
Perfil Vermelha	08/07/2013	Perfil Vermelha	03/01/2024
Perfil Vermelha	21/07/2013	Perfil Vermelha	10/01/2024
Perfil Vermelha	04/11/2013	Perfil Vermelha	17/01/2024
Perfil Vermelha	08/11/2013	Perfil Vermelha	22/01/2024
Perfil Vermelha	18/11/2013	Perfil Vermelha	29/01/2024
Perfil Vermelha	22/11/2013		
Perfil Vermelha	20/12/2013		
Perfil Vermelha	02/04/2014		
Perfil Vermelha	24/05/2014		
Perfil Vermelha	19/08/2016		
Perfil Vermelha	30/08/2016		

Os levantamentos da Praia Vermelha ocorreram em locais distintos, porém, todos os perfis dos anos de 2023 e 2024 ocorreram durante o verão, desta forma, a apresentação dos resultados para a variação volumétrica seguirá conforme o período sazonal de cada perfil.

- Perfis de Inverno

Durante o inverno, foram obtidos cinco perfis topográficos, com destaque para a erosão da Praia Vermelha neste período. Entre os dias 21/07/2013 e 19/08/2016 quase não houve variação no pacote de sedimentos, $0,10 \text{ m}^3\text{m}^{-1}$, sendo o maior intervalo temporal da praia, com aproximadamente três anos e o único período que houve ganho de sedimentos na Praia Vermelha durante o inverno. No período de 19/08/2016 e 30/08/2016 ocorreu uma erosão de $2,44 \text{ m}^3\text{m}^{-1}$ (Tabela 43).

Tabela 43 - Variação Volumétrica dos perfis de Inverno da Praia Vermelha em m^3m^{-1} .

Datas	Período (dias)	Variação Volumétrica (m^3m^{-1})	Interpretação
29/06/2013 – 08/07/2013	9 dias	-3,41	Perda
08/07/2013 – 21/07/2013	13 dias	-2,20	Perda
21/07/2013 – 19/08/2016	1.125 dias	0,10	Ganho
19/08/2016 – 30/08/2016	11 dias	-2,44	Perda

O cálculo do volume durante o inverno, indicou que a Praia Vermelha apresentou uma erosão de $7,95 \text{ m}^3\text{m}^{-1}$. O coeficiente de variação indica que a praia teve uma mobilidade de 9,12%, conforme apresentado na Tabela 44.

Tabela 44 - Resultados para os perfis de inverno para variação volumétrica da Praia Vermelha em m^3m^{-1} e Coeficiente de Variação (%).

Variação total do volume da praia (Vv)	-7,95 m^3m^{-1}
Largura média da praia (yb)	54,6 m
Variação da largura da praia (σ_{yb})	0 m
Coeficiente de variação (CV)	9,12 %

- Perfil Primavera

Na primavera, foram obtidos cinco perfis topográficos. Durante este período, a Praia Vermelha apresentou intervalos com erosão e acreção, com destaque para os dias 22/11/2013 e 02/12/2013, onde ocorreu um ganho de sedimentos de $6,03 \text{ m}^3\text{m}^{-1}$. Quando observado os dados de erosão, os resultados foram pequenos quanto à perda de sedimentos, com variações menores que $1 \text{ m}^3\text{m}^{-1}$, conforme pode ser observado na Tabela 45.

Tabela 45 - Variação Volumétrica dos perfis de Primavera da Praia Vermelha em m^3m^{-1} .

Datas	Período (dias)	Variação Volumétrica (m^3m^{-1})	Interpretação
04/11/2013 – 08/11/2013	4 dias	3,13	Ganho
08/11/2013 – 18/11/2013	10 dias	-0,19	Perda
18/11/2013 – 22/11/2013	4 dias	-0,17	Perda
22/11/2013 – 02/12/2013	10 dias	6,03	Ganho

O cálculo do volume total durante a primavera, indicou que a Praia Vermelha apresentou uma acreção de

$8,81 \text{ m}^3\text{m}^{-1}$. O coeficiente de variação indica que a praia teve uma mobilidade de 8,33%, conforme apresentado na Tabela 46.

Tabela 46 - Resultados para os perfis de primavera para variação volumétrica da Praia Vermelha em m^3m^{-1} e Coeficiente de Variação (%).

Variação total do volume da praia (Vv)	$8,81 \text{ m}^3\text{m}^{-1}$
Largura média da praia (γ_b)	53 m
Variação da largura da praia ($\sigma\gamma_b$)	7 m
Coeficiente de variação (CV)	8,33 %

- Perfis de Outono

No outono, foi obtido apenas dois perfis topográficos, nos dias 02/04/2014 e 24/05/2014, e os resultados da variação volumétrica para os perfis em questão, indica que ocorreu uma perda de sedimentos de $6,10 \text{ m}^3\text{m}^{-1}$, caracterizando a erosão da praia no período analisado (Tabela 47). O coeficiente de variação indica que a praia teve uma mobilidade de 10,42%, conforme apresentado na Tabela 48.

Tabela 47 - Variação Volumétrica dos perfis de Outono da Praia Vermelha em m^3m^{-1} .

Datas	Período (dias)	Variação Volumétrica (m^3m^{-1})	Interpretação
02/04/2014 – 24/05/2014	52 dias	-6,10	Perda

Tabela 48 - Resultados para os perfis de outono para variação volumétrica da Praia Vermelha em m^3m^{-1} e Coeficiente de Variação (%).

Variação total do volume da praia (Vv)	$-6,10 \text{ m}^3\text{m}^{-1}$
Largura média da praia (γ_b)	47,50 m
Variação da largura da praia ($\sigma\gamma_b$)	7 m
Coeficiente de variação (CV)	10,42 %

- Perfis de Verão

Os perfis de verão foram todos obtidos no período de 2023 e 2024, com o levantamento de seis perfis topográficos. Durante esse período o destaque é para a acreção da Praia Vermelha. Nos dias 26/12/2023 e 03/01/2024, com um intervalo de oito dias, os resultados indicam que a praia apresentou um ganho de sedimentos com $8,37 \text{ m}^3\text{m}^{-1}$, indicando a maior acreção da praia neste período. Em relação à erosão, nos dias 17/01/2024 e 22/01/2024, a praia apresentou uma perda de sedimentos de $1,90 \text{ m}^3\text{m}^{-1}$, sendo a maior da praia durante o verão (Tabela 49).

Tabela 49 - Variação Volumétrica dos perfis de Verão da Praia Vermelha em m^3m^{-1}

Datas	Período (dias)	Variação Volumétrica (m^3m^{-1})	Interpretação
26/12/2023 – 03/01/2024	8 dias	8,37	Ganho
03/01/2024 – 10/01/2024	7 dias	1,34	Ganho
10/01/2024 – 17/01/2024	7 dias	-0,69	Perda
17/01/2024 – 22/01/2024	5 dias	-1,90	Perda
22/01/2024 – 29/01/2024	7 dias	1,87	Ganho

O cálculo do volume total durante o verão, indicou que a Praia Vermelha apresentou uma acreção de $9,00 \text{ m}^3\text{m}^{-1}$. O coeficiente de variação indica que a praia teve uma mobilidade de 8,61%, conforme apresentado na Tabela 50.

Tabela 50 - Resultados para os perfis de verão para variação volumétrica da Praia Vermelha em m^3m^{-1} e Coeficiente de Variação (%).

Variação total do volume da praia (Vv)	$9,00 \text{ m}^3\text{m}^{-1}$
Largura média da praia (yb)	39,86 m
Variação da largura da praia (oyb)	8 m
Coeficiente de variação (CV)	8,61 %

DISCUSSÃO

Estudos na Ilha da Trindade evidenciam que o atual contexto costeiro da ilha é marcado por erosão persistente, déficit sedimentar e processos de modificação morfológica acelerada, especialmente em perfis costeiros expostos e onde o aporte sedimentar é limitado (Ângulo et al. 2018).

A Praia da Calheta apresentou uma tendência geral de erosão ao longo dos períodos analisados, com uma perda de sedimentos tanto na primavera como no outono, e com o inverno sendo o período de maior erosão (perda de $93,09 \text{ m}^3\text{m}^{-1}$ em 3 anos). No entanto, a variabilidade sazonal é evidente, com a primavera e o verão apresentando períodos de acreção que, no entanto, não foram suficientes para contrabalançar as perdas volumétricas em outras estações. A mobilidade da praia foi significativamente maior no inverno (9,70%), o que corrobora a ideia de que esse período é caracterizado por uma maior instabilidade da linha de costa, o que pode estar relacionado à tempestades mais frequentes e ondas de maior intensidade. Segundo Castro (2010), a remoção parcial dos depósitos de rochas vulcânicas/recifes calcários na faixa praial para permitir o atracamento de embarcações nas proximidades da base oceanográfica (POIT) resultou em um recuo da linha de costa de 20 metros na Praia da Calheta.

Ao comparar os resultados das diferentes estações, é evidente que a Praia das Cabritas apresenta uma tendência de acréscimo de sedimentos durante o verão e outono, com maior erosão no inverno, perda de $7,95 \text{ m}^3\text{m}^{-1}$ em 3 anos. Este comportamento pode ser influenciado por vários fatores sazonais, como a intensidade das ondas, a direção do vento e a variação das marés. As praias de estágio Reflectiva-Terraço de Baixa-Mar normalmente apresentam baixa energia durante o verão e o outono, o que facilita a deposição dos sedimentos. Contudo, no inverno, as ondas mais intensas e frequentes podem causar maior erosão, removendo sedimentos da praia e aumentando a mobilidade dos mesmos. Além disso, a mobilidade da Praia das Cabritas mostra uma variação considerável, sendo mais alta no inverno (12,51%) e mais baixa no outono (5,51%). Isso sugere uma praia altamente dinâmica durante os períodos de maior intensidade de ondas, mas tende a ser mais estável quando as condições de energia do mar são mais amenas, como ocorre no verão e no outono.

A Praia das Tartarugas, exibe uma dinâmica morfodinâmica complexa, influenciada por fatores ambientais como ventos, ondas, e forte influência antrópica-biológica causada pelas tartarugas-verde. Embora a praia seja predominantemente estável em termos de volume sedimentar, ela experimenta variações sazonais significativas em sua mobilidade e variação volumétrica. A mobilidade mais baixa no verão (0,79%), o que indica uma maior estabilidade da linha de costa durante esse período, possivelmente devido à menor variação nas condições ambientais. Já o inverno e o outono apresentaram maior mobilidade, com 10,41% e 4,10%, respectivamente, refletindo um padrão de movimentação mais dinâmico do sedimento ao longo dessas estações. A presença de *beachrocks* e a topografia induzida pela nidificação das tartarugas também são elementos chave na morfodinâmica da praia, contribuindo para uma constante configuração do perfil e a formação de micohabitats únicos. Os perfis de primavera mostraram uma acreção de $12,40 \text{ m}^3\text{m}^{-1}$ em 10 anos.

Do ponto de vista geológico, a Praia do Príncipe apresenta materiais como piroclastos, tufo e fonólitos, oriundos de múltiplas formações geológicas da ilha (Almeida, 2006), contribui para a heterogeneidade sedimentar local, afetando a resposta mecânica dos sedimentos frente à energia das ondas. O que pode explicar parcialmente a variabilidade nos processos de mobilização e deposição observados entre as estações.

A Praia do Príncipe demonstra um comportamento altamente sensível às variações hidrodinâmicas sazonais, com eventos erosivos e acrescionais intensos e de curta duração, compatíveis com seu estágio morfodinâmico refletivo e sua alta exposição às ondas oceânicas. A ausência de recifes de proteção e a exposição direta às ondulações de ciclones a tornam vulnerável à erosão, especialmente nos perfis de primavera (perda de $45,06 \text{ m}^3\text{m}^{-1}$ em 10 anos). A mobilidade da praia foi mais alta no período de primavera, 16,33%.

A Praia da Andradinhas apresenta uma dinâmica sazonal. Eventos extremos de erosão e acreção ocorrem, especialmente no verão e na primavera (perda de $25,04 \text{ m}^3\text{m}^{-1}$ em 10 anos), refletindo a resposta morfodinâmica rápida e localizada, típica de praias refletivas com compartimentos morfológicos bem definidos. A atuação de estruturas naturais de proteção e a granulometria mais homogênea das areias conferem maior resiliência geomorfológica.

A Praia Vermelha, apesar de ser morfológicamente classificada como estável devido à presença de afloramentos rochosos-promontórios, apresenta uma resposta sensível às variações sazonais, principalmente no verão e inverno. A falta de proteção recifal, aliada ao substrato geológico predominantemente vulcânico e à baixa coesão dos sedimentos favorece a erosão em períodos de maior energia hidrodinâmica. A variação dos perfis ao longo do tempo também evidencia possíveis mudanças nos processos costeiros recentes, como aumento da energia das ondas ou alterações no regime de ventos, o que pode ter intensificado os processos sedimentares mais próximos da linha de costa nos anos mais recentes. No intervalo de 3 anos analisando os perfis de inverno foi observada uma perda de $7,95 \text{ m}^3\text{m}^{-1}$ em 10 anos e um coeficiente de variação de 9,12%.

Essas diferenças observadas entre as praias refletem a complexidade dos sistemas costeiros da Ilha da Trindade, sendo influenciadas por diversos fatores, como a orientação das praias, a exposição às ondas predominantes, a morfologia do fundo marinho adjacente e a disponibilidade de sedimentos.

A mobilidade das praias, quando analisada de forma comparativa, reforça o padrão encontrado: praias com maior exposição ou menor aporte sedimentar apresentam maior mobilidade e instabilidade, enquanto ambientes mais protegidos ou com maior suprimento sedimentar tendem a apresentar estabilidade morfológica.

De modo geral, os dados indicam que a estabilidade da largura das praias é fortemente condicionada pela interação entre fatores morfológicos, geológicos e oceanográficos. Praias mais protegidas lateralmente por promontórios ou afloramentos tendem a apresentar menor mobilidade lateral, como observado em Cabritas e Andradinhas. Em contrapartida praia mais expostas e sem barreiras naturais, como a Vermelha demonstram maior sensibilidade às mudanças na energia das ondas e à ação das tempestades.

Apesar da presença de *beachrock* na face da praia e de plataformas de recifes de algas calcárias cujas larguras variam entre 84 e 120 m, a maioria das praias da Ilha da Trindade exibe circulação celular na zona de arrebenção. Isso é especialmente verdadeiro para as praias Vermelha/Túnel e Príncipe, onde os recifes de algas calcárias estão ausentes. Nas praias Tartarugas e Cabritas, a plataforma de recifes é contínua, enquanto nas praias Andradinha e Calheta é descontínua (Calliari et al. 2016).

Salvadori, et al., (2020) estudando os controles geomorfológicos na Ilha da Trindade observou que as estruturas rígidas na zona de arrebenção (por exemplo, recifes calcários e afloramentos de rocha vulcânica) atuam como barreiras naturais ao deslocamento costeiro, reduzindo a mobilidade nas praias que essas estruturas estão presentes.

Angulo et al. (2018) observaram que as mudanças do nível do mar no Quaternário, principalmente durante períodos de alta no Pleistoceno e Holoceno, influenciaram fortemente a evolução costeira da Ilha da Trindade, com subsidência e erosão costeira dominando nos estágios recentes, acompanhadas de decretação de baixos

aportes sedimentares.

CONCLUSÃO

O estudo da morfodinâmica das seis praias arenosas da Ilha da Trindade revelou um cenário costeiro marcado por elevada instabilidade e déficit sedimentar, refletindo a interação entre condicionantes geológicos, oceanográficos e biológicos. A análise de séries temporais de perfis topográficos (2013–2024) permitiu identificar padrões distintos de erosão, acreção e mobilidade ao longo das praias.

A Praia da Calheta apresentou forte tendência erosiva, especialmente no inverno, com perdas volumétricas significativas associadas à maior energia de ondas e a intervenções antrópicas passadas. A Praia das Cabritas evidenciou acreção no verão e outono, mas erosão no inverno, confirmando sua alta mobilidade sazonal. Já a Praia das Tartarugas mostrou relativa estabilidade em escala de longo prazo, embora influenciada pela nidificação de tartarugas-verdes, que altera a configuração topográfica local.

A Praia do Príncipe destacou-se pela alta sensibilidade hidrodinâmica, com erosão crítica na primavera devido à exposição direta às ondulações oceânicas. A Andradas apresentou dinâmica intermediária, alternando erosão e acreção, mas com maior resiliência conferida por sua compartimentação morfológica. Por fim, a Praia Vermelha, apesar do confinamento lateral, revelou instabilidade sazonal, sobretudo em eventos de maior energia.

De modo geral, praias expostas e sem barreiras naturais mostraram maior mobilidade e vulnerabilidade, enquanto ambientes parcialmente protegidos apresentaram maior estabilidade. Esses resultados reforçam a importância do monitoramento contínuo em ilhas oceânicas tropicais, fornecendo subsídios para estratégias de conservação e gestão costeira diante dos impactos das mudanças climáticas e da elevação do nível do mar.

DECLARAÇÃO DE DISPONIBILIDADE DE DADOS

Os dados que apoiam a conclusão deste estudo estão disponíveis junto ao autor correspondente mediante a solicitação.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Programa de Pós-Graduação em Geologia da Universidade Federal da Bahia (UFBA) e ao Laboratório de Oceanografia Operacional (LOOP) pelo suporte técnico oferecido durante todo o desenvolvimento deste trabalho. Estendo meus agradecimentos ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo financiamento da pesquisa, por meio do processo n.º 443254/2019-2, o qual foi fundamental para a realização deste estudo.

CONTRIBUIÇÃO DO AUTOR

A.A.M.: Conceitualização, Redação – Revisão e Edição.

REFERÊNCIAS

- Almeida, F.F.M. Ilhas Oceânicas Brasileiras E Suas Relações Com A Tectônica Atlântica. Terra E Didática, V. 2, N. 1, P. 3-18, 2006. Disponível Em: <http://Www.lge.Unicamp.Br/Terraedidatica/>.
- Almeida, F.F.M. Ilha De Trindade – Registro De Vulcanismo Cenozoico No Atlântico Sul. In: Schobbenhaus, C.;

- Campos, D. A.; Queiroz, E. T.; Winge, M.; Berbet-Born, M. L. C. (Eds.). *Sítios Geológicos E Paleontológicos Do Brasil*. 1. Ed. Brasília, Df: Comissão Brasileira De Sítios Geológicos E Paleobiológicos, 2002. P. 369-377.
- Almeida, F.F.M. *Geologia E Petrologia Da Ilha Da Trindade*. Rio De Janeiro: Dnpm/Dgm, 1961.
- Almeida, L.R. De; González, M.; Klein, A. H. Da F. (Orgs.). *Sistema De Modelagem Costeira Do Brasil: Estudos De Caso*. Florianópolis: Editora Da Ufsc, 2006. P. 11-64. Disponível Em: <http://Editora.Ufsc.Br/Estante-Aberta/>
- Alves, R.J.V. *Ilha Da Trindade & Arquipélago Martin Vaz: Um Ensaio Geobotânico*. Serviço De Documentação Da Marinha, 1998. P. 144.
- Angle, R.J. Et Al. Quaternary Sealevel Changes And Coastal Evolution Of The Island Of Trindade, Brazil. *Journal Of South American Earth Sciences*, [S.L.], V. 84, P. 208-222, 2018. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2018.04.003>
- Bird, E.C.F., 1985. *Coastline Changes*. Wiley & Sons, New York (219 pp.)
- Borges, P. A. V. Et Al. *Ilhas Oceânicas*. In: *Ecosistemas*. P. 463, 2006.
- Calliari, L. J.; Machado, A.A.; Pinheiro, Y. G.; Costa, R. L.; Nicolodi, J. L.; Biolchi, L. G. *As Praias Da Ilha Da Trindade*. In: Sidnei Da Costa Abrantes; Marina Nasri Sissini. (Org.). *Protrindade: Programa De Pesquisas Científicas Na Ilha Da Trindade - 10 Anos De Pesquisas*. 1. Ed. Brasília: Secretaria Da Comissão Interministerial Para Os Recursos Do Mar, 2017. P. 81-87.
- Calliari, L. J.; Pereira, P. S.; Short, A. D.; Sobral, F. N. C.; Machado, A. A.; Pinheiro, Y. G.; Fitzpatrick, C. *Sandy Beaches Of Brazilian Oceanic Islands*. In: Short, A.D.; Klein, A. H. Da F. (Org.). *Brazilian Beach Systems*. 1. Ed. Springer International Publishing, 2016. V. 17, P. 543-571.
- Calliari, L. J.; Muehe, D.; Hoefel, F. G.; Toldo Jr., E. *Morfodinâmica Praial: Uma Breve Revisão*. *Revista Brasileira De Oceanografia*, São Paulo, V. 51, Edição Única, P. 63-78, 2003.
- Carvalho, R. C. & Woodroffe, C. D. 2023. Coastal compartments: the role of sediment supply and morphodynamics in a beach management context. *Journal of Coastal Conservation*, 27(6), 1–17. DOI: <https://doi.org/10.1007/S11852-023-00984-6/FIGURES/7>
- Castro, J.W.A.; Antonello, R. *Geologia Das Ilhas Oceânicas Brasileiras*. In: *Ilhas Oceânicas Brasileiras - Da Pesquisa Ao Manejo*. Mma:Sbf, Brasília, 2006. P. 29-57.
- Castro, J.W.A. *Ilhas Oceânicas Da Trindade E Fernando De Noronha, Brasil: Uma Visão Da Geologia Ambiental*. *Revista Da Gestão Costeira Integrada*, V. 10, N. 3, P. 303-319, 2009.
- Clemente, E. De P.; Schaefer, C.; Oliveira, F.S.; Marciano, L.D.C.; Clemente, A.D. *Gеоquímica Dos Solos Da Ilha Da Trindade, Atlântico Sul, Brasil*. *Geociências*, V. 31, N. 1, P. 57-67, 2012.
- Coco, G. Et Al. Beach Response To A Sequence Of Extreme Storms. *Geomorphology*, [S.L.], V. 204, P. 493-501, 2014. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2013.08.028>
- Frihy, O.E., Komar, P.D., 1993. Long-term shoreline changes and the concentration of heavy minerals in beach sands of the Nile Delta, Egypt. *Mar. Geol.* 115, 253–261.
- González, M.; Nicolodi, J.L.; Gutiérrez, O.Q.; Cánovas, V.; Espejo, A. *Processos Costeiros Brasileiros: Ventos, Clima De Ondas E Nível Do Mar Com Base Em Reanálises De Dados*. In: Dalinghaus, C. (Org.), 2018.
- Hoefel, F. G. *Morfodinâmica De Praias Arenosas: Bibliografias Oceânicas, Uma Revisão*. Itajaí: Editora Da Universidade Do Vale Do Itajaí, 1998. Isbn 85-86447-08-0. P. 92.
- Luijendijk, A.; Hagenaars, G.; Ranasinghe, R.; Baart, F.; Donchyts, G.; Aarninkhof, S. *The State Of The World's Beaches*. *Scientific Reports*, V. 8, P. 6641, 2018.
- Mathworks. *Matlab: Versão 9.0*. Natick, Ma: The Mathworks, Inc., 2019. Disponível Em: <https://www.mathworks.com/products/matlab.html>

- Muehe, D. Erosão E Progradação Do Litoral Brasileiro. Brasília: Ministério Do Meio Ambiente, 2006. P. 476.
- Pinheiro, Y.G. Morfodinâmica Das Praias Arenosas E Riscos Costeiros Do Setor Leste Da Ilha Da Trindade, Es. Dissertação (Mestrado Em Oceanografia Física, Química E Geológica) – Universidade Federal Do Rio Grande, 2017. P. 134.
- Pianca, C.; Mazzini, P.L.F.; Siegle, E. Brazilian Offshore Wave Climate Based On Nww3 Reanalysis. *Brazilian Journal Of Oceanography*, V. 58, N. 1, P. 53-70, 2010.
- Short, Ad., & Masselink, G. Embayed And Structurally Controlled Beaches. In Ad. Short (Ed.), *Handbook Of Beach And Shoreface Morphodynamics* (Pp. 230-250). John Wiley And Sons Ltd. . 1999.
- Souza, K.K.D.; Schaefer, C.E.G.R. Imagem De Alta Resolução Como Auxílio Pré-Campo: Correlação Entre Resposta Espectral E Mineralogia Das Praias Magnéticas Da Ilha Da Trindade, Atlântico Sul. *Geociências*, P. 1298-1310, 2011.
- Salvadori Olsen, W. Os controles geomorfológicos na resposta costeira à elevação do nível do mar nas praias arenosas da Ilha da Trindade, Brasil. 2020. 84 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande, Mestrado em Oceanologia, Área de Concentração: Geologia Marinha e Costeira, Rio Grande, 2020.
- Sonu, C.J. Three-Dimensional Beach Changes. *Journal Of Geophysical Research*, V. 9, N. 1, P. 1-6, 1973.
- Short, Ad., & Masselink, G. Embayed And Structurally Controlled Beaches. In Ad. Short (Ed.), *Handbook Of Beach And Shoreface Morphodynamics* (Pp. 230-250). John Wiley And Sons Ltd. 1999.
- Short, A. D. & Klein, A. H. Da F. 2016. *Brazilian Beach Systems*. (Andrew D. Short & Antonio Henrique da F. Klein, eds.). Springer International Publishing , 611 pp. DOI: <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-3-319-30394-9>
- Sunamura, T. Quantitative Predictions Of Beach-Face Slopes. *Marine Geology*, V. 95, N. 2, P. 242-245, 1984.
- Vicens-Miquel, M., Williams, D. D., Tissot, P. E. & Institute, C. B. 2024. Analysis of Sandy Beach Morphology Changes and Inundation Events from a High Spatiotemporal Resolution Dataset. *Journal of Coastal Research*, 40(6), 1001–1018. DOI: <https://doi.org/10.2112/JCOASTRES-D-24-00007.1>
- Wright, L.D.; Short, A.D. Morphodynamic Variability Of Surf Zones And Beaches: A Synthesis. *Marine Geology*, V. 56, P. 93-118, 1984.
- Zhang, K., Douglas, B.C., Leatherman, S.P., 2004. Global warming and coastal erosion. *Clim. Chang.* 64, 41–58. <http://dx.doi.org/10.1023/B:CLIM.0000024690.32682.48>.

CAPÍTULO 3

CONCLUSÕES

A caracterização morfodinâmica das seis praias estudadas na Ilha da Trindade evidencia um quadro costeiro marcado por forte heterogeneidade espacial e temporal, refletindo a interação entre fatores geológicos, oceanográficos, biológicos e antrópicos. Os resultados confirmam que a ilha se insere em um contexto de erosão persistente, déficit sedimentar e elevada instabilidade morfológica, como já indicado por estudos anteriores (Ângulo et al., 2018).

A Praia da Calheta mostrou-se altamente vulnerável, com predominância de erosão em todas as estações, especialmente no inverno, quando apresentou perdas sedimentares expressivas e maior mobilidade. Tal comportamento está associado tanto à exposição às ondas de tempestade quanto a intervenções antrópicas passadas, como a remoção de recifes para atracação de embarcações. A Praia das Cabritas, embora apresente tendência de acreção no verão e outono, sofre forte erosão no inverno, revelando elevada mobilidade sazonal típica de praias refletivas com aporte sedimentar limitado.

A Praia das Tartarugas destaca-se por sua relativa estabilidade em escala de longo prazo, ainda que sujeita a variações sazonais importantes. A influência biológica da nidificação das tartarugas-verdes introduz uma dinâmica particular, gerando micro-habitats e reorganização constante do perfil praial. Já a Praia do Príncipe, sem proteção recifal e diretamente exposta às ondulações oceânicas, apresentou comportamento extremamente sensível, com perdas acentuadas de sedimento, sobretudo na primavera, e mobilidade elevada, compatível com seu estágio morfodinâmico refletivo.

A Praia da Andradas revelou uma dinâmica intermediária, com eventos alternados de erosão e acreção, condicionados por sua compartimentação morfológica e granulometria homogênea, que lhe conferem maior resiliência relativa. Por fim, a Praia Vermelha demonstrou comportamento instável apesar do confinamento lateral, sendo bastante sensível às variações sazonais e aos eventos de maior energia hidrodinâmica.

De forma integrada, os resultados apontam que praias mais expostas, sem barreiras recifais ou promontórios, apresentam maior mobilidade e instabilidade, enquanto aquelas com maior proteção geológica tendem à relativa estabilidade. A circulação celular predominante nas zonas de arrebenção reforça a importância dos controles geomorfológicos rígidos, como recifes e afloramentos rochosos, na contenção dos processos erosivos.

Portanto, este estudo contribui para o entendimento da evolução costeira em ambientes insulares tropicais e destaca a necessidade de monitoramento contínuo. Em um cenário de mudanças climáticas e elevação do nível do mar, a Ilha da Trindade se apresenta como um laboratório natural para compreender a resiliência e a vulnerabilidade de praias oceânicas, fornecendo subsídios essenciais para estratégias de conservação e gestão costeira.

ANEXO A – REGRAS DE FORMATAÇÃO DA REVISTA OCEAN AND COASTAL RESEARCH



Manuscript Template

<http://dx.doi.org/10.1590/FOR PEER REVIEW>

ISSN 2675-2824

Running Title: Short version of the manuscript title (up to six words)

Manuscript Title

Firstname Lastname¹, Firstname Lastname^{1,2}, Firstname Lastname³

A.B.C.: [ORCID](#)® XXXX-XXXX-XXXX-XXXX

D.E.F.G.: [ORCID](#)® XXXX-XXXX-XXXX-XXXX

H.I.: [ORCID](#)® XXXX-XXXX-XXXX-XXXX

1 Affiliation 1

2 Affiliation 2

3 Affiliation 3

* Corresponding author: email@uni.edu

ABSTRACT

Abstract should be limited to up to 300 words and it should give a complete understanding of the manuscript, including the main objective(s) or hypothesis/hypotheses, summarized methods, key results and final/concluding remarks. Do not use subheadings in the abstract body (such as "objective" or "results"). Do not cite references.

KEYWORDS: KEYWORD 1, KEYWORD 2, KEYWORD 3, KEYWORD 4, KEYWORD 5 (LIMIT TO FIVE KEYWORDS)

Using This Template

This template is a general guideline of the complete Instructions for Authors of the Ocean and Coastal Research (OCR) journal. Note that each section in this template has a corresponding "OCR style" (click 'Styles Pane' to visualize them) and may be used to quickly format the document. The manuscript sections below are given for Original Articles. Other manuscript formats such as Review Articles may have a more flexible structure. In the case of Brief Communications, all sections below should appear in sequence, without headings and subheadings. The sections Author Contributions, Data Availability Statement, Conflicts of Interest, Funding and References are also mandatory in all manuscripts. For details, please refer to our webpage (Instruction for Authors) or contact the editorial office at ocr_journal@usp.br. Please, remove this paragraph before submitting your manuscript.

INTRODUCTION

- 1 The introduction should be concise and place the manuscript in broader context. The text should
- 2 present the current state of the knowledge in the topic related to the research, sharing the baseline
- 3 information and citing key and relevant publications.
- 4 The introduction should outline the significance and purpose of the work and clearly describe specific
- 5 hypotheses being tested, in the last paragraph(s). Authors are free to describe their objective(s) as one or

more hypothesis to be tested, or as a question to be answered, or even as an interesting/important environmental feature/phenomenon to be described.

The Introduction must be straight to the point, and preferably without subheadings. Authors should keep in mind that the introduction must be comprehensible to scientists from other research areas unrelated to the topic of the manuscript.

Lines should be numbered in the document, starting from the first paragraph of the **Introduction**, as shown in this template.

METHODS

This section should be described with sufficient detail to allow others to replicate and build on published results. New methods and protocols should be described in detail while well-established methods can be briefly described and appropriately cited. We strongly recommend that authors reference the study/survey in time and space, if applicable. Authors should describe the main characteristics of the surveyed area and/or the experimental design. The description of data analyses is strongly recommended. The name and version of any relevant software or computer code relevant to the study should be cited or made available. Include any pre-registration codes. Research permits should be placed in this section whenever necessary.

RESULTS

This section must address the main results gathered from the sampling procedures, survey design and/or experimental work described in the Methods section.

*The sections **'Results'** and **'Discussion'** must not be merged into a single section of **'Results and Discussion'**. Invited manuscripts and/or those articles featured in Special Article Collections may be exempted from this directive upon consultation with the Editorial Board prior to initial submission.*

SUBHEADINGS

Authors are free to use specific subheadings to better share the most important results that support or reject their research hypothesis or that better describe the oceanographic features being treated in the manuscript.

The information in the Results section should follow the same logical presentation provided in the Methods section. Tables and figures can be used to summarize or illustrate the results. Additional data (large tables, extra figures, images, videos, etc.) can be shared as Supplementary Material in case the manuscript is accepted. Please correctly identify such material upon submission.

EQUATIONS

Equations must be written using either the **Microsoft Equation Editor** or the **MathType** add-on. Equations should be editable by the editorial office and not appear as images.

PREPARING FIGURES AND TABLES

Figures and graphics at a sufficiently high resolution (minimum 1000 pixels width/height, or a resolution of 300 dpi or higher) can be uploaded in a proper field in the submission platform. Make sure figures have sufficient pixel definition before submission. Common formats are accepted; however, TIFF,

JPEG and EPS are preferred.

The text within the figures and graphics must be in a font size large enough to be perfectly legible even after a figure is reduced to fit the journal's page format. Ocean and Coastal Research can publish multimedia files in articles or as supplementary materials. Please contact the editorial office for further information.

All Figures and Tables must be numbered following their number of appearance (Figure 1, Figure 2, Table 1, etc.).

All Figures and Tables should have a self-explanatory caption.

All table columns should have an explanatory heading. To facilitate the copy-editing of larger tables, smaller fonts may be used, but no less than 8 pt. in size. Authors should use the Table option of Microsoft Word to create tables.

Authors are encouraged to prepare figures in color (RGB at 8-bits per channel).

Further direction on Figures and Tables are detailed below in this [document](#).

DISCUSSION

The Discussion must start with a statement of main findings, preferably in one sentence, without repeating the results. Discussion without citations referencing pertinent literature to the manuscript will not be accepted.

The authors must then indicate the strengths and weaknesses of their results, in perspective with other studies, and address the meaning of their findings without entering speculative or circular reasoning. Unanswered questions and future research directions may also be mentioned.

Quote tables and figures only when it is essential to draw the reader's attention to one or more important results.

SUBHEADINGS

Authors are free to use specific and useful subheadings according to their manuscript requirements to better discuss the results.

CONCLUSION

This section is not mandatory but can be added to stress the main findings and future directions of the research, usually within one or two paragraphs. This section must have a strong link to the main objectives, questions or hypotheses. Avoid sentences such as "in conclusion ..." or "in summary...". Use the section to highlight the value of your research and position your findings within a large context.

DATA AVAILABILITY STATEMENT

In this section, authors must provide clear information about the availability of the data supporting the results reported in the study. This should include direct links to any publicly archived datasets analyzed or generated during the research. If the data are available only upon request, please include the sentence: "All data are available from the corresponding author upon reasonable request." If the study does not involve any data, this section should state: "This study does not involve any data."

We strongly recommend that any **supplementary data** associated with your article be submitted

71 through the [Zenodo](https://zenodo.org/) platform (<https://zenodo.org/>).

72 CONFLICTS OF INTEREST

72 Authors must declare existing or potential conflicts of interest during the online manuscript submission
 73 process and this statement will be published in the final version of the manuscript. A conflict of interest
 74 can be of a personal, commercial, political, academic, or financial nature when authors, reviewers or editors
 75 have interests that can influence the preparation or evaluation of manuscripts. Disclose any role of funding
 76 sponsors in selecting the research project, study design, data collection, analysis, interpretation, writing,
 77 or publication decisions. If no conflicts of interest exist, authors should state: "The authors declare no
 78 conflicts of interest."

FUNDING

79 All funding sources related to the research presented in the manuscript must be declared. Clearly state
 80 any grants received for your research or scholarships to the authors. Include one of the following
 81 statements: "This research received no external funding." OR "This research was funded by [Funder Name],
 82 Grant/Scholarship No. [XXX]". Include this information to each author as necessary.

ACKNOWLEDGMENTS

83 Acknowledgments must be brief, straight to the point. Funding agencies and other funding sources
 84 must be disclosed, with their respective grant number(s) if necessary. Keep the original names and
 85 acronyms of the native language of institutions and sponsors.

AUTHOR CONTRIBUTION

86 **Ocean and Coastal Research** follows the **CRedit** criteria for authorship role designation. All co-
 87 authors must have at least (1) actively participated in the discussion of results, and (2) reviewed and
 88 approved the final version of the manuscript. Please select the role(s) for each author as expressed on the
 89 CRediT website at <https://casrai.org/credit/> and inform them in this section, using author initials, followed
 90 by the respective role(s).

91 Example for three authors:

92 A.B.C.: Conceptualization; Investigation; Writing – original draft; Writing – review & editing;

93 D.E.F.G.: Methodology; Software; Formal Analysis; Investigation; Writing – review & editing;

94 H.I.: Supervision; Resources; Project Administration; Funding Acquisition; Writing – review & editing.

REFERENCES

95 Ocean and Coastal Research follows the Harvard style of literature referencing. For speeding up the
 96 reviewing and the publishing processes, we strongly suggest the authors to use the 'Ocean and Coastal
 97 Research' style available in the reference manager freeware Zotero. The Citation Style Language (.CSL) file
 98 is also available at our webpage and can be freely used in other reference manager software that uses the
 99 CSL format, such as Mendeley, Papers, ReadCube and others (visit <https://citationstyles.org/> for a complete

list). It is the responsibility of the authors to double check the list of references and their quotations in the main text. Preparing the references using appropriate software will assist in avoiding typing mistakes, duplicated references and formatting issues. Citations and References in Supplementary files are permitted provided that they also appear in the main text and in the reference list. Citations in the main text must include the author's names and year of publication, following the 'Ocean and Coastal Research' style. References to thesis, dissertations and reports are allowed as long as a valid and active URL pointing to the full text is included, along with the date of access.

Use the paragraph formatting as below, organizing the references in alphabetical order:

- Albright, R., Caldeira, L., Hosfelt, J., Kwiatkowski, L., Maclaren, J. K., Mason, B. M., Nebuchina, Y., Ninokawa, A., Pongratz, J., Ricke, K. L., Rivlin, T., Schneider, K., Sesboue, M., Shamberger, K., Silverman, J., Wolfe, K., Zhu, K. & Caldeira, K. 2016. Reversal of ocean acidification enhances net coral reef calcification. *Nature*, 531, 362-365.
- Natalio, L. F., Pardo, J. C. F., Machado, G. B. O., Fortuna, M. D., Gallo, D. G. & Costa, T. M. 2017. Potential effect of fiddler crabs on organic matter distribution: a combined laboratory and field experimental approach. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 184, 158-165.
- Roberts, J. M., Wheeler, A. J. & Freiwald, A. 2006. Reefs of the deep: the biology and geology of cold-water coral ecosystems. *Science*, 312, 543- 547.