



UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
INSTITUTO DE GEOGRAFIA, DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA - PPGG
CURSO DE MESTRADO EM GEOGRAFIA

DIVA CRISTINA BARBOSA SURUAGY

ÁREAS DE RISCOS GEOMORFOLÓGICOS ASSOCIADAS A INSTABILIDADE DAS
FALÉSIAS DA PRAIA DE LAGOA AZEDA, MUNICÍPIO DE JEQUIÁ DA PRAIA,
LITORAL SUL DE ALAGOAS

Maceió, Alagoas

2025

DIVA CRISTINA BARBOSA SURUAGY

ÁREAS DE RISCOS GEOMORFOLÓGICOS ASSOCIADAS A INSTABILIDADE DAS
FALÉSIAS DA PRAIA DE LAGOA AZEDA, MUNICÍPIO DE JEQUIÁ DA PRAIA,
LITORAL SUL DE ALAGOAS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós
Graduação em Geografia do Instituto de
Geografia, Desenvolvimento e Meio
Ambiente, da Universidade Federal de
Alagoas.

Orientador: Prof. Dr. Bruno Ferreira
Coorientador: Prof. Dr. Diogo Cavalcanti
Galvão

Maceió, Alagoas

2025

Catálogo na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Central
Divisão de Tratamento Técnico

Bibliotecária: Girlaine da Silva Santos – CRB-4 – 1127

S961a Suruagy, Diva Cristina Barbosa.

Áreas de riscos geomorfológicos associadas a instabilidade das falésias da praia de Lagoa Azeda, município de Jequiá da Praia, litoral sul de alagoas / Diva Cristina Barbosa Suruagy. – 2025.

84 f. : il.

Orientador: Bruno Ferreira.

Coorientador: Diogo Cavalcanti Galvão.

Dissertação (Mestrado em Geografia.) – Universidade Federal de Alagoas, Instituto de Geografia, Desenvolvimento e Meio Ambiente. Programa de Pós-Graduação em Geografia. Maceió, 2025.

Bibliografia: f. 71 - 84.

1. Morfodinâmica costeira. 2. Riscos geomorfológicos costeiros. 3. Falésias. 4. Falésias - Lagoa Azeda (AL). 5. Geomorfologia. I. Título.

CDU: 911: 551.4(813.5)



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
INSTITUTO DE GEOGRAFIA, DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA – MESTRADO

ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO FINAL

Em sessão pública, no dia 25 (Vinte e Cinco) de fevereiro de 2025, às 14:30h, na sala virtual <https://meet.google.com/krb-yjnp-sdc>, de forma remota, deu-se início à defesa de dissertação final do programa de mestrado em geografia, com área de concentração em Organização do Espaço Geográfico, linha de pesquisa: DINÂMICA SOCIOAMBIENTAL E GEOPROCESSAMENTO, da aluna DIVA CRISTINA BARBOSA SURUAGY, orientanda do Prof. Dr. Bruno Ferreira e coorientado pelo Prof. Diogo Cavalcanti Galvão, intitulada: “**ÁREAS DE RISCO GEOMORFOLÓGICOS ASSOCIADAS A INSTABILIDADE DAS FALÉSIAS DA PRAIA DE LAGOA AZEDA, MUNICÍPIO DE JEQUIÁ DA PRAIA, LITORAL SUL DE ALAGOAS**”, como requisito para a obtenção do título de **Mestre**. A banca examinadora foi constituída pelo **Prof. Dr. BRUNO FERREIRA (PPGG/UFAL)**, orientador do trabalho e presidente da banca, **Profa. Dra. ANA PAULA LOPES DA SILVA (PPGG/UFAL)**, membro titular interno e **Prof. Dr. OSVALDO GIRÃO DA SILVA, (DCG/UFPE)**, membro titular externo. A defesa constituiu de uma apresentação oral de 30 (trinta) minutos, seguida de inquirições para cada um dos examinadores e das respostas, e foi assistida pelas pessoas que se fizeram presentes. Ao final, a Banca Examinadora reuniu-se reservadamente e decidiu em atribuir ao conteúdo do trabalho e à defesa a menção: **aprovada**, com base no art. 63 do Regimento Interno do Curso. Nada mais havendo a tratar, deu-se por encerrada a defesa, sendo a presente ata assinada pelos componentes da Banca Examinadora.

Pareceres da Banca Examinadora conforme art. 63 e seus parágrafos do Regimento do Programa de Pós-Graduação em Geografia.

Parecer 1: Aprovação com sugestão de revisões.

Documento assinado digitalmente
gov.br ANA PAULA LOPES DA SILVA
Data: 26/02/2025 12:14:44-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Assinatura: _____

Parecer 2: Aprovação com indicação de correções.

Documento assinado digitalmente
gov.br OSVALDO GIRAO DA SILVA
Data: 26/02/2025 10:04:18-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Assinatura: _____

Maceió, 25 de fevereiro de 2025.



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
INSTITUTO DE GEOGRAFIA, DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA – MESTRADO

ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO - Assinaturas

Maceió, 25 de fevereiro de 2025.

Documento assinado digitalmente
gov.br **BRUNO FERREIRA**
Data: 26/02/2025 19:09:46-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Bruno Ferreira
PPGG/IGDema/UFAL
Orientador

Documento assinado digitalmente
gov.br **ANA PAULA LOPES DA SILVA**
Data: 26/02/2025 12:16:18-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. Ana Paula Lopes da Silva
PPGG/IGDema/UFAL
Membro interno

Documento assinado digitalmente
gov.br **OSVALDO GIRAÔ DA SILVA**
Data: 26/02/2025 10:06:11-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Osvaldo Girão da Silva
PPGEO/CFCH/UFPE
Membro externo

DEDICATÓRIA

Dedico aos meus pais.

AGRADECIMENTO

Agradeço à minha família, especialmente aos meus pais, por sempre colocarem a educação como prioridade, pelo incentivo ao estudo e à leitura desde cedo, pelos ensinamentos e por serem meus exemplos de honestidade, força, determinação e bondade. À minha sobrinha, pelas inúmeras alegrias e por me inspirar a cada dia.

Ao meu parceiro, Marcel Lessa, por estar ao meu lado em todos os momentos e tornar essa jornada mais leve. Aos meus amigos e amigas, cuja amizade e apoio incondicionais foram essenciais para superar os desafios ao longo do caminho. A todas as pessoas que de maneira direta ou indireta contribuíram para o desenvolvimento da minha dissertação.

À sociedade brasileira, cujo investimento por meio dos impostos financiou a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), viabilizando a concessão da minha bolsa de estudos.

Ao Programa de Pós-Graduação em Geografia (PPGG) do Instituto de Geografia, Desenvolvimento e Meio Ambiente e ao seu corpo docente pelo suporte contínuo, com destaque para as professoras Rochana Campos, Ana Paula Lopes, Nivaneide de Melo e Kalliana Dantas, pelas sugestões, esclarecimentos e valiosas contribuições.

Aos professores da especialização em Análise Ambiental, realizada concomitantemente com o mestrado, que enriqueceram minha formação acadêmica e profissional. Em especial, Esdras Andrade, pela sua disponibilidade, paciência e auxílio com às imagens georreferenciadas.

Ao Instituto de Geografia, Desenvolvimento e Meio Ambiente (IGDEMA) e seus servidores, especialmente ao assistente administrativo Washington Narciso, pela atenção e eficiência. À Universidade Federal de Alagoas (UFAL), por toda a minha formação profissional.

Ao professor Kinsey, cuja orientação e incentivo à pesquisa durante a graduação foram determinantes para o meu desenvolvimento acadêmico. Aos meus orientadores, Bruno Ferreira e Diogo Galvão, por aceitarem me guiar nesta trajetória acadêmica, especialmente durante os trabalhos de campo. As reuniões e sugestões foram fundamentais para o desenvolvimento desta pesquisa.

À banca examinadora, composta pela professora Ana Paula e pelo professor Osvaldo Girão, agradeço o tempo dedicado, as críticas construtivas e as sugestões que aprimoraram este estudo. Minha admiração por cada um de vocês é imensa!

Aos integrantes dos laboratórios de Geologia do IGDEMA (LABGEO) e ao Núcleo de Estudos do Quaternário do Nordeste do Brasil (NEQUAT) pelo suporte e, sobretudo, pelo apoio nos trabalhos de campo, em especial Mikael Ferreira e José Gomes.

Ao Jonas Herisson Santos, por aceitar me orientar na especialização e pelas inúmeras sugestões, aprendizados e contribuições para esta pesquisa. Agradeço também ao Renato Wilian Santos de Lima, pelos ensinamentos valiosos e pelas contribuições tanto nesta pesquisa quanto em outras demandas do mestrado. Sou imensamente grata a ambos pela amizade e pelos esclarecimentos que tornaram essa jornada mais enriquecedora e acessível.

Aos meus colegas e amigos da turma do mestrado, Luana Tavares, José Gomes, Jeilsson Junior, Lucas Moraes e Erick Ruan, pelos diálogos, lembretes dos prazos e momentos de descontração. Aos amigos da especialização, Antônio Rodrigues e José Júnior, cujas contribuições foram significativamente importantes para este estudo.

Por fim, a todas as pessoas que, de alguma forma, estiveram ao meu lado durante essa caminhada, o meu mais sincero agradecimento. Essa conquista não é apenas minha, mas de todos que fizeram parte dela.

MUITO OBRIGADA!

RESUMO

As falésias são formações costeiras complexas e dinâmicas, moldadas por processos erosivos. Além de sua beleza cênica, a qual as torna um atrativo turístico, desempenham funções ambientais relevantes para a dinâmica costeira. O estudo destas feições permite compreender as interações entre fatores naturais e antrópicos que influenciam sua instabilidade, bem como os riscos associados, especialmente os movimentos de massa, que podem representar uma ameaça à sociedade. A pesquisa teve como objetivo identificar e avaliar os riscos geomorfológicos associados à instabilidade das falésias de Lagoa Azeda no município de Jequiá da Praia. Para isso, foram utilizadas técnicas de geoprocessamento, revisão bibliográfica e análises de campo. Os resultados mostram que a área urbana, com suas infraestruturas e atividades, influencia a dinâmica do sistema costeiro. As estruturas de contenção, somadas aos arenitos, estão contribuindo para o processo de progradação no setor sul, enquanto o setor central encontra-se estável e o setor norte é marcado pela retrogradação da linha de costa. No tocante aos usos e coberturas das falésias, foi observada a ausência de planejamento urbano que auxilie na proteção ambiental da área. A agricultura com canalização das drenagens, próximas às feições, interfere em sua estabilidade. Essa interação entre fatores antropogênicos e naturais resulta em distintas tipologias morfológicas, onde na área de estudo predominam falésias dissecadas. A classificação dessas feições contribui para o entendimento dos processos erosivos e no diagnóstico dos riscos. O risco a movimentos de massa na área edificada foi classificado como baixo, devido ao muro de contenção, enquanto os outros setores foram classificados principalmente com risco alto e muito alto. Por fim, o estudo propõe sugestões para contribuir com o planejamento, preservação e a segurança na área das falésias, envolvendo a comunidade de Lagoa Azeda e os órgãos responsáveis pelo controle e gestão ambiental da área.

Palavras-chave: Geomorfologia costeira; Jequiá da Praia; Povoado de Lagoa Azeda; Falésia; Risco.

ABSTRACT

The cliffs are complex and dynamic coastal formations, shaped by erosive processes. In addition to their scenic beauty, which makes them a tourist attraction, they perform significant environmental functions for coastal dynamics. The study of these features allows for an understanding of the interactions between natural and anthropic factors that influence their instability, as well as the associated risks, especially mass movements, which can pose a threat to society. The research aimed to identify and assess the geomorphological risks associated with the instability of the cliffs of Lagoa Azeda in the municipality of Jequiá da Praia. To achieve this, geoprocessing techniques, literature review, and field analyses were employed. The results show that the urban area, with its infrastructures and activities, influences the dynamics of the coastal system. The containment structures, combined with the sandstones, are contributing to the progradation process in the southern sector, while the central sector is stable, and the northern sector is marked by coastline retrogradation. Regarding land use and cover on the cliffs, the lack of urban planning that supports the environmental protection of the area was observed. Agriculture, with the channeling of drainage near the features, interferes with their stability. This interaction between anthropogenic and natural factors results in distinct morphological typologies, with dissected cliffs predominating in the study area. The classification of these features contributes to understanding erosive processes and diagnosing risks. The risk of mass movements in the built-up area was classified as low due to the containment wall, while the other sectors were classified mainly as high and very high risk. Finally, the study proposes suggestions to contribute to planning, preservation, and safety in the cliff area, involving the Lagoa Azeda community and the responsible agencies for environmental control and management of the area.

Keywords: Coastal geomorphology; Jequiá da Praia; Lagoa Azeda settlement; Cliff; Risk.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Panorama das interações entre os geoelementos.	18
Figura 2 - Diagrama da interação entre processos climáticos, oceânicos e continentais. ...	19
Figura 3 - Delimitação da zona costeira brasileira.	19
Figura 4 - Fatores que moldaram os níveis marinhos e continentais.	22
Figura 5 - Nomenclaturas e limites do sistema praial.	23
Figura 6 - Falésia inativa e ativa em Lagoa Azeda.....	25
Figura 7 - Exemplos de tipologias de falésias presentes no Nordeste.....	26
Figura 8 - Esquema do processo de erosão na base da falésia (A), formação de fendas (B), ocorrência de movimentos de massa e depósito de talús (C).	26
Figura 9 - Evolução das falésias submetidas aos eventos eustáticos.....	27
Figura 10 - Falésias sofrendo com a ação direta das ondas em sua base com perda de material (A) e recuo da falésia com acúmulo de sedimentos a sua frente (B).	28
Figura 11 - Tipologia de processos erosivos.	29
Figura 12 - Mirante natural na praia de Jacarecica do Sul, próximo à praia de Lagoa Azeda.....	31
Figura 13 - Exemplificação de área de risco e processos físicos presentes nas falésias.	32
Figura 14 - Fluxograma da concepção de risco geomorfológico.	33
Figura 17 - Parte da vegetação presente na área de estudo.	37
Figura 18 - Cadeiras e mesas próximas às falésias.....	37
Figura 20 - Matriz de perfis para falésias com a combinação entre os processos.	42
Figura 21 - Sequência de procedimentos desenvolvidos durante a elaboração das setorizações de áreas de risco geomorfológico.....	43
Figura 22 - Variações da linha de costa de Lagoa Azeda.....	46
Figura 23 - Aerofotografia do povoado e arenitos	47
Figura 24 - Setas indicando arenitos da praia de Lagoa Azeda, com destaque para o setor central.....	488
Figura 25 - Setores com destaque para a retrogradação.	499
Figura 26 - Falésia do setor C e seta indicando a laguna passando próximo à base da feição..	49
Figura 27 - Mapa de uso e cobertura na área de 100 metros da APP.....	51

Figura 31 - Falésias sem contato marinho: (A) graças ao muro e (B) devido aos depósitos à sua frente.....	56
Figura 34 - Topo de falésia carstificado e algumas características evidentes no perfil.....	58
Figura 35 - Construção do muro de contenção.....	59
Figura 36 - Imagem (C) do ano de 2023 e imagem (D) registrada no ano de 2024.....	60
Figura 37 - Falésia com fratura (E - 2023) e blocos colapsados (F - 2024).	61
Figura 38 - Mapa com as classificações de risco geomorfológico em Lagoa Azeda.....	62
Figura 40 - Escombros de estrutura de contenção.....	65
Figura 41 - Lacuna entre falésia e muro de contenção sendo preenchida.	66
Figura 43 - Residências em processo de construção.	67

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Taxas de variação dos anos analisados.....	45
---	----

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Notícias de acidentes e mortes em falésias no Rio Grande do Norte.....	33
Quadro 2 - Informações das imagens georreferenciadas	38
Quadro 3 - Classes e taxas adotadas como parâmetro da análise da linha de costa	40
Quadro 4 - Critérios para a determinação dos níveis de risco	43
Quadro 5 - Classificação morfológica das falésias de Lagoa Azeda	57
Quadro 6 - Sugestões de medidas de mitigação para Lagoa Azeda.....	65

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Distribuição dos níveis de riscos.....	62
--	----

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	16
2. EMBASAMENTO TEÓRICO.....	18
2.1 A morfodinâmica costeira.....	18
2.1.2 Mudanças no nível médio do mar.....	19
2.1.3 Variações da linha de costa.....	20
2.1.4 Falésias: Formação e aspectos gerais.....	24
2.2 Riscos geomorfológicos.....	31
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	35
3.1 A área de estudo.....	35
3.2 Procedimentos metodológicos.....	38
3.2.1 Variação da linha de costa.....	38
3.2.2 Mapeamento e análise de uso e cobertura de terras.....	40
3.2.3 Classificação morfológica de falésias.....	41
3.2.4 Mapeamento dos níveis de riscos a movimentos de massa.....	42
3.2.5 Propostas de ações e medidas de mitigação.....	44
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	45
4.1 Análise das áreas de retrogração, progradação e estabilidade da linha de costa.....	45
4.2 Avaliação de uso e cobertura das terras	50
4.3 Classificação morfológica das falésias de Lagoa Azeda.....	56
4.4 Classificação e mapeamento dos níveis de risco geomorfológico.....	60
4.5 Propostas de ações e medidas de mitigação.....	65
5. CONCLUSÕES.....	70
6. REFERÊNCIAS.....	72

1. INTRODUÇÃO

Diante da diversidade morfológica presente nos ambientes costeiros, encontram-se formas de relevos originados pelo processo de abrasão marinha, tal feição recebe o nome de falésia, encosta, talude ou escarpa costeira (Silva, 2021; Silva; Silva, 2012). Cerca de 52% das praias do Planeta são compostas por falésias, elas são estruturadas no litoral pela ação marinha, podendo ser ativas ou inativas. Quando a erosão marinha cessa, são denominadas de paleofalésia, inativa ou fóssil (Young; Carilli, 2019; Scudelari, *et al.*, 2005).

Segundo Silva *et al.* (2011), existe entre os pesquisadores um consenso de que essas áreas são insubstituíveis devido à vasta biodiversidade e seu alto grau de endemismo. Assim como funções ecossistêmicas desempenhadas através da vegetação, que atua na regulação dos ciclos biológicos e biogeoquímicos nas bacias hidrográficas, assim como na manutenção sustentável dos ecossistemas naturais.

A beleza paisagística dessas feições contribui para serem consideradas atrativos turísticos. Além de ter importância para atividades econômicas, as falésias são responsáveis por fornecer parte dos sedimentos que garantem a manutenção das praias e dunas frontais. Tem função ambiental na proteção da linha de costa, recarga de aquíferos subterrâneos e conservação da vegetação, contribui para o entendimento do processo sedimentares deposicionais e pós-deposicionais (Câmara; Silva, 2021; Meireles, 2014).

Diante de sua relevância, as falésias do Brasil são protegidas por Lei, com destaque para o Código Florestal, Lei Federal n.º 12.651/2012 e o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) n.º 303/ 2002, ambos a consideram como Área de Preservação Permanente (APP). Uma parte das falésias do Nordeste está estruturada sob a Formação Barreiras, assim como as falésias deste estudo, localizadas na praia de Lagoa Azeda, município de Jequiá da Praia, Litoral Sul de Alagoas.

Na área de estudo, o turismo não é de massa, mas, segundo Oliveira, Amorim e Lemos (2020), vem crescendo, devido à beleza paisagística e às diversas cores que constituem as falésias, formando um cenário único de beleza e risco. Algumas atividades turísticas são desenvolvidas próximas a áreas de falésias, como trilhas, passeios e acampamentos. Além dessas atividades recreativas, a praia de Lagoa Azeda possui um povoado homônimo à praia, este localiza-se próximo às encostas.

Conforme a Secretaria Municipal de Administração (Decreto n.º 28/2024), o Povoado de Lagoa Azeda encontra-se em situação emergencial, devido à erosão marinha estar comprometendo estradas, contenções, causando destruição de imóveis e a comunidade

local está em risco iminente. O risco geomorfológico desencadeado pelos processos erosivos contribui para o desenvolvimento dos movimentos de massa, de tal forma que os moradores e turistas podem encontrar-se em situação de risco.

Nesta perspectiva, o objetivo desta pesquisa foi identificar e avaliar as áreas de riscos geomorfológicos associadas à instabilidade das falésias de Lagoa Azeda, Litoral Sul de Alagoas. Tendo como objetivos específicos: realizar uma análise da variação da linha de costa, analisar as formas de uso e cobertura das terras para fins de identificação de conflitos com a legislação, propor uma classificação morfológica das falésias, classificar e mapear os níveis de risco geomorfológico e propor medidas mitigadoras.

Os procedimentos metodológicos foram realizados por meio da utilização de *softwares*, equipamentos de geotecnologia e levantamentos de campo. A análise da linha de costa foi realizada através do método EPR, a classificação dos usos e ocupações de terras foram realizadas manualmente via *software* QGIS, assim como os demais mapas. A classificação dos níveis de risco foi elaborada com a ficha de campo, seguindo os mesmos critérios que o SGB utilizou na área em 2016. Em campo, foram utilizados instrumentos como: GPS, ficha e drone para fotografar áreas com difícil acesso.

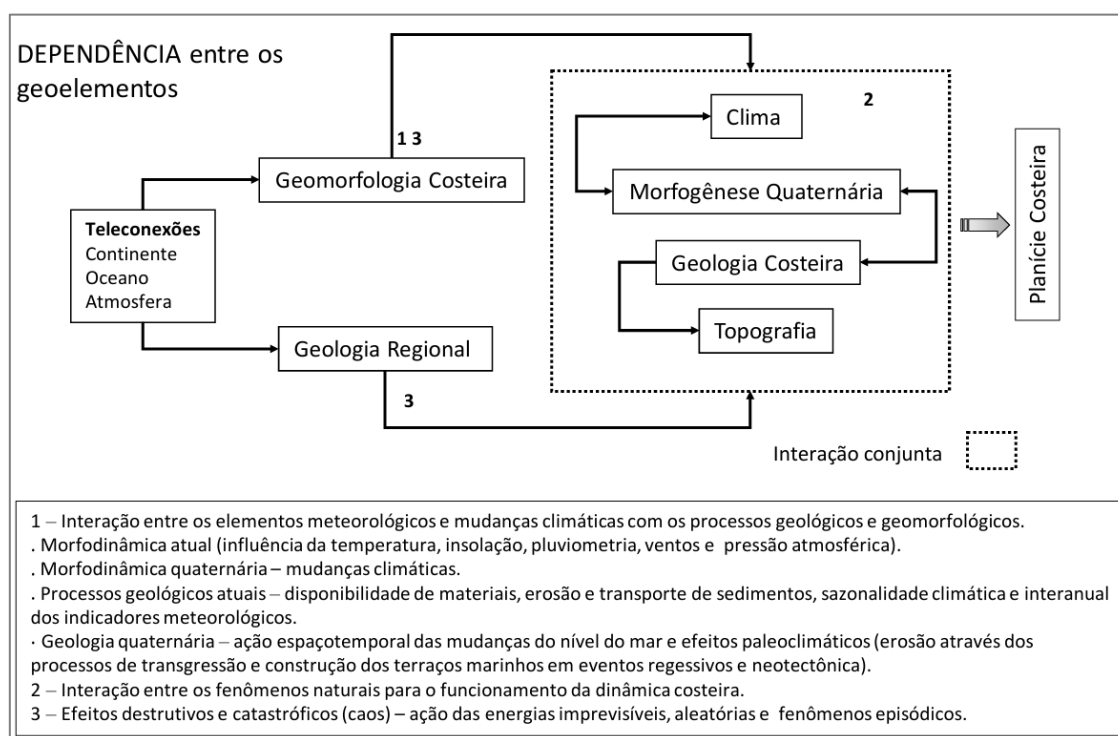
Por fim, os dados e as informações podem ser utilizados pela administração pública para o desenvolvimento de estratégias voltadas à redução de danos ambientais, sociais e econômicos, que visem à segurança dos moradores e turistas. Considerando a falta de estudos sobre a temática no Litoral Sul de Alagoas, espera-se que esta pesquisa contribua como referência. Diante da dinâmica costeira local e dos riscos geomorfológicos, sugere-se a continuidade de pesquisas e o monitoramento constante da área.

2. EMBASAMENTO TEÓRICO

2.1 A morfodinâmica costeira

Os processos naturais de longas ou curtas distâncias tendem a chegar de forma caótica na zona costeira, repercutindo em um sistema de múltiplas interações resultando em variados períodos de instabilidades (Silva, 2021), graças as variações energéticas dos processos marinhos, meteorológicos, geológicos e geomorfológicos (Figura 1) (ação das ondas, dos ventos, das marés, das mudanças no nível relativo do mar e no aporte fluvial, pluviometria, pressão atmosférica), além das constantes interferências antrópicas (estabilização da linha de costa, dragagens, aterros e edificações sem planejamento) (Novak; Lamour, 2021; Meireles, 2014).

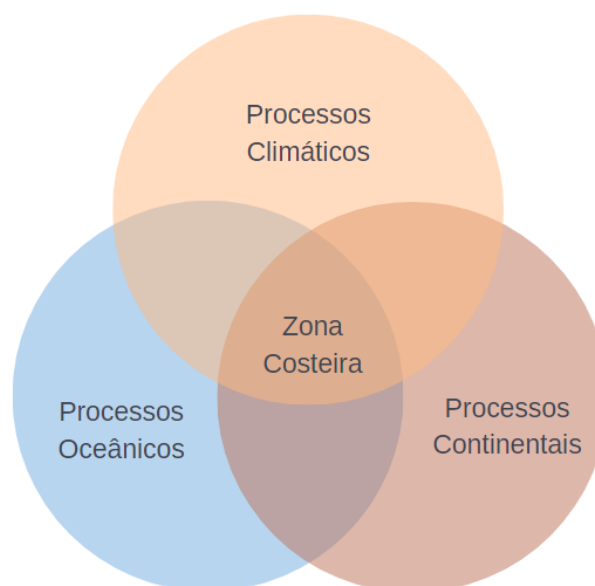
Figura 1 - Panorama das interações entre os geoelementos.



Fonte: Meireles (2014).

A formação dos ambientes costeiros está ligada a esforços tectônicos e neotectônicos, sendo essas constantemente influenciadas e retrabalhadas pelas mudanças climáticas, continentais e oceânicas (Figura 2). Essas interações são naturais, mas sofrem influências de ordem antrópica, fortemente remodeladoras das paisagens. Essa dinâmica ocasiona altas oscilações e mudanças corriqueiras, tornando as zonas costeiras essencialmente dinâmicas, vulneráveis e complexas (Amorim; Maia; Meireles, 2022; Muehe; Garcez, 2008).

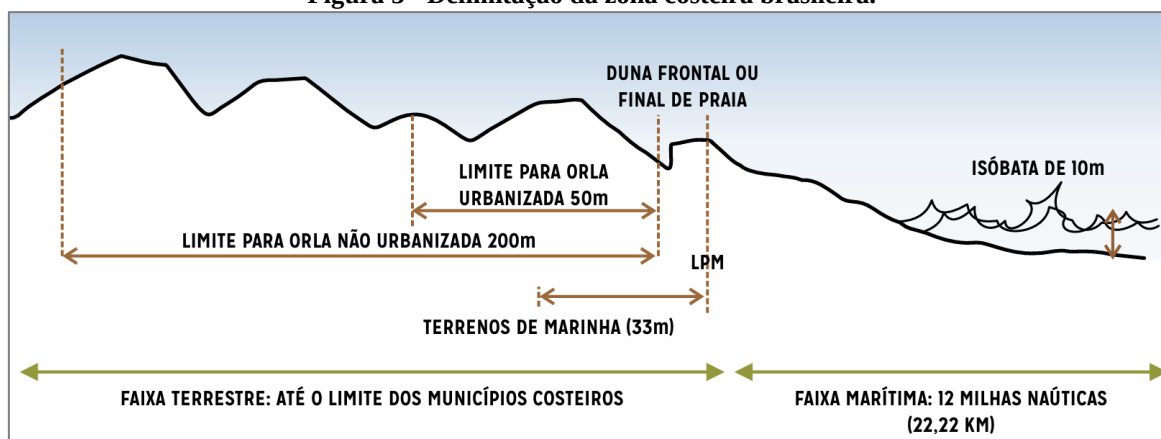
Figura 2 - Diagrama da interação entre processos climáticos, oceânicos e continentais.



Fonte: Elaborado pela autora com base em Meireles (2014).

O Decreto Federal n.º 5.300/2004, em seu art. 3º, define a zona costeira como “[...] espaço geográfico de interação do ar, do mar e da terra, incluindo seus recursos renováveis ou não, abrangendo uma faixa marítima e uma faixa terrestre [...]”. Segundo o mesmo decreto, a faixa terrestre refere-se ao espaço delimitado pelos municípios afetados diretamente pelos fenômenos ocorrentes na zona costeira (Figura 3), incluindo a sua totalidade territorial, estabelecendo uma conexão com o mar territorial que se estende até doze milhas náuticas a partir das linhas de base.

Figura 3 - Delimitação da zona costeira brasileira.



Fonte: Ministério do Meio Ambiente (2018).

O Brasil possui uma longa zona costeira, esse espaço geográfico apresenta enorme relevância e complexidade. Parte da população brasileira reside e realiza atividades, como pesca e turismo, também abriga diferentes ecossistemas, então pode-se dizer que a zona

costeira tem importância de ordem social, econômica e ambiental. Contudo, o planejamento territorial inadequado tem causado consequências ambientais severas e pode agravar os problemas socioeconômicos (Bohrer, 2023).

As atividades antrópicas, principalmente relacionadas ao uso e cobertura de terras, têm interferido negativamente na zona costeira. Próximo às grandes cidades, tem-se o avanço do setor imobiliário, em muitos casos este avanço não é acompanhado por um planejamento eficaz. Em áreas mais afastadas e específicas, há forte presença de atividades agrícolas e agropecuárias. Estas atividades possuem escalas locais distintas, porém ambas geram profunda alteração e deterioração da paisagem (Muehe, 2001, 2017; Silva, 2021).

A zona costeira apresenta uma dinâmica morfológica fortemente condicionada pela dinâmica oceânica, à qual é influenciada pelas variações eustáticas, ligadas ao clima global. A temperatura, a precipitação, os ventos, as ondas e as correntes litorâneas são exemplos de elementos climáticos que moldam as características geomorfológicas das regiões costeiras. Um exemplo notável é o controle da direção e da energia das ondas, que induzem as correntes litorâneas e o transporte de sedimentos (Moura, 2012).

Outro fator de influência está ligado as atividades antrópicas, relacionadas principalmente a elevada especulação imobiliária, ocupação desordenada, poluição, destruição de ecossistemas, atrativos turísticos inadequados, atividades agrícolas, essas ações e atividades contribuem para a zona costeira ser considerada uma das áreas mais vulneráveis do planeta (Lins-de-Barros, 2011; Muehe; Neves, 2008; Souza; Ranieri, 2023).

2.1.2 Mudanças no nível médio do mar

O Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima (IPCC) foi criado em 1988, visando obter dados sobre as mudanças do clima global. Diversos países formam o IPCC, a exemplo do Brasil. Os últimos relatórios do painel mostram uma elevação no aquecimento global nos últimos anos e apontam ações antrópicas que emitem excessivamente gases de efeito estufa como uma das principais causadoras da mudança climática das últimas décadas (Nações Unidas–Brasil, 2022).

As mudanças climáticas envolvem um dinamismo mais complexo do que somente a elevação térmica, visto que o clima não se resume apenas à temperatura. Contudo, a reação em cadeia que se estabelece a partir do aquecimento deve ser avaliada em profundidade. É inegável que a elevação da temperatura global vem aumentando, mas é indispensável avaliar as causas com base numa investigação abrangente, atrelando as ações antrópicas predatórias

com os processos naturais de microescala, incluindo os da esfera geológica, geomorfológica e astronômica (Conti, 2011).

Segundo o relatório de mudanças climáticas (IPCC, 2021), o ser humano tem interferido no aquecimento do clima a uma taxa sem precedentes há, no mínimo, 2.000 anos.

O aquecimento global tem sido tema de debate recorrente no meio científico, mas ainda existe divergência de opiniões quanto à extensão exata da influência antropogênica (Silva; Fernandes, 2011). Para Casagrande, Silva Junior e Mendonça (2021), “embora as duas correntes não neguem a mudança climática, parece perfeitamente plausível que esteja acontecendo, ou que irá acontecer, um efeito sobre o aquecimento por conta das altas concentrações de gases de efeito estufa”.

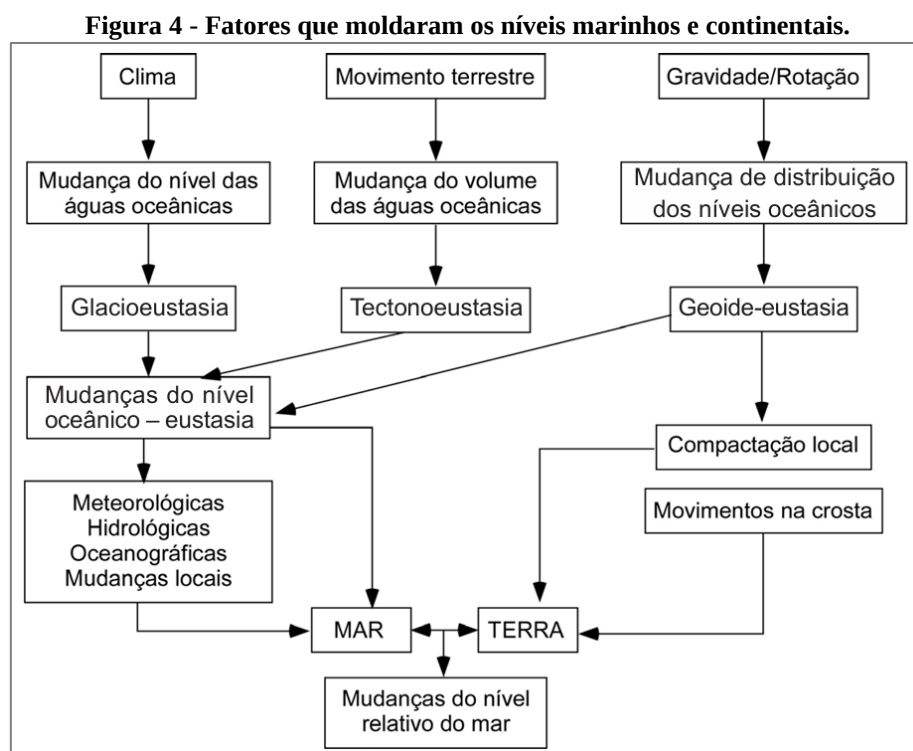
Segundo Ferreira *et al.* (2017), o passado do planeta sugere que o clima muda devido a fatores naturais. No entanto, os resultados disponibilizados pelos cientistas do IPCC relacionam as mudanças do padrão da temperatura às atividades antrópicas, a exemplo da remoção de florestas nativas para ceder espaço para atividades econômicas. A possibilidade de ações humanas estarem interferindo na temperatura global ainda vem sendo bastante discutida, mas para o autor, não há como negar os significativos impactos ocasionados pelas práticas antrópicas na natureza.

Para Corrêa (2021, p.86), “[...] evidências paleográficas apontam que em períodos geológicos anteriores, em que houve um aquecimento global importante, a circulação marinha foi drasticamente modificada”. Segundo a Agência Nacional de Águas-ANA (2016), as análises e estudos do IPCC sobre as mudanças climáticas são passíveis de equívocos e incertezas. A despeito dessas incertezas, é necessário adaptar-se aos impactos esperados, sejam eles causados pela variabilidade natural do clima ou pelas interferências nas mudanças climáticas, a fim de mitigá-los.

As mudanças climáticas estão acarretando oscilações em vários aspectos e atividades, gerando uma maior necessidade de ações concretas por parte dos órgãos governamentais mundiais. Embora existam iniciativas promissoras no âmbito acadêmico, no Brasil, os esforços para a construção de um arcabouço técnico e institucional que possa fazer frente ao desafio das mudanças climáticas ainda são incipientes e preocupantes. O país possui extensa área costeira que está sendo influenciada pelas alterações de precipitação, aumento do nível do mar e intensificação dos recorrentes processos de erosão costeira (Artaxo, 2020; Nicolodi; Petermann, 2010).

O nível do mar não é linear no decurso do tempo geológico e diversos fatores influenciaram em sua mudança (Figura 4), como eventos neotectônicos, climáticos e as

flutuações na superfície equipotencial da Terra pelas forças de atração e rotação. As primeiras interpretações vinculadas aos eventos eustáticos foram tratadas como globais e sincrônicas, com o nível do mar oscilando paralelamente nos oceanos. Atualmente, inúmeras teorias foram e continuam a ser propostas para explicar os fatores responsáveis pelas flutuações do nível do mar (Maia; Amorim; Meireles, 2022; Meireles, 2014).



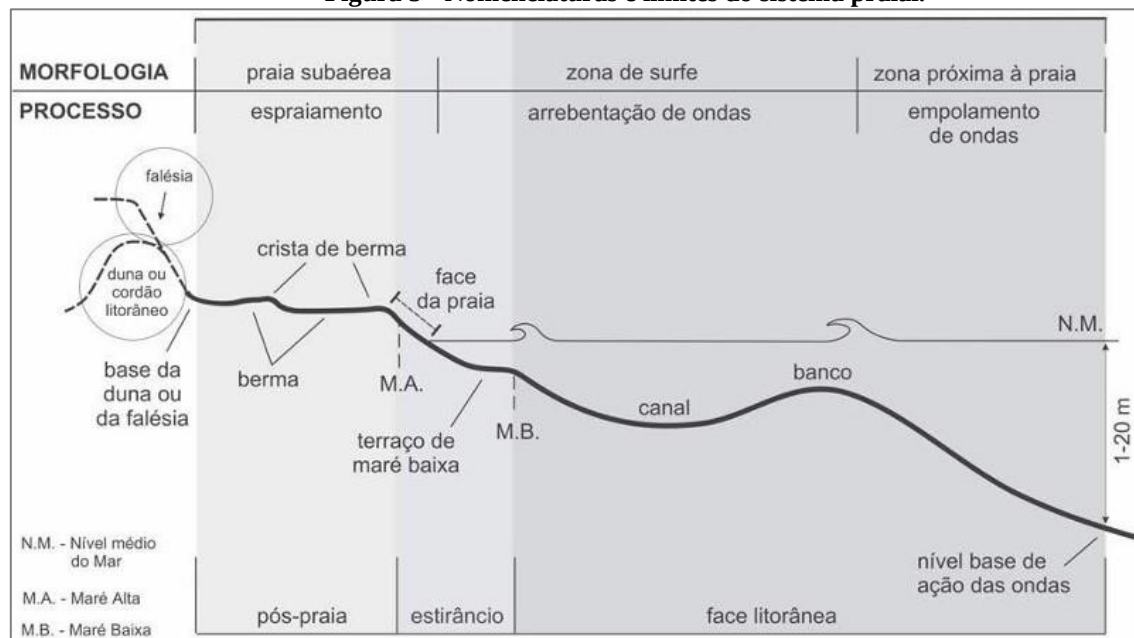
Fonte: Meireles (2014).

Parte do sistema costeiro é composto por campos de dunas móveis e fixas, falésias, berma (Figura 5), planície costeira, tabuleiros, penhascos, deltas, cordão litorâneo, linha de costa (LC) e costões rochosos. Essas feições sofrem constantes transformações devido aos processos morfogenéticos exógenos, a exemplo a erosão costeira, a qual é responsável por causar diversas alterações na paisagem. Essa dinâmica constante está ligada a uma conjunção de fenômenos relacionados à glacioeustasia e à tectonoeustasia, atrelados às flutuações do nível do mar, gerando regressões e transgressões (Bastos; Maia; Cordeiro, 2019; Hansen *et al.*, 2015; Suguio, *et al.*, 1985; Tessler; Goya, 2005).

Os estudos das oscilações do nível do mar e das mudanças climáticas são de fundamental importância para compreender os processos atuantes especialmente na zona costeira, ambos são responsáveis pela dinâmica morfogenética que originaram e modificam uma variedade de feições litorâneas, entre elas a linha de costa. Compreender os mecanismos

por intermédio de sistemas evolutivos integrados com a diversidade de usos é relevante na elaboração de prognósticos para a gestão costeira (Amorim; Maia; Meireles, 2022; Matos; *et al.*, 2020; Meireles *et al.*, 2005; Silva; Lima, 2017).

Figura 5 - Nomenclaturas e limites do sistema praial.



Fonte: Souza *et al.*, (2005).

2.1.3 Variações da linha de costa

Ao longo da costa, quando a adição é maior do que a supressão, tem-se um balanço sedimentar positivo, resultando em acumulação ou acresção, com o consequente avanço da posição da linha de costa em direção contrária ao continente, ou seja, o processo de progradação. Quando há o predomínio da supressão em comparação à adição, tem-se balanço sedimentar negativo, portanto, o processo de erosão com o consequente rebaixamento e recuo da posição da linha de costa (Bulhões, 2020).

No Brasil, o aumento da erosão costeira tem sido evidente em diversas praias. Trata-se de um processo natural que ocorre na costa, podendo atingir promontórios, costões rochosos, falésias e edificações, porém geralmente a influência antrópica tem contribuído para o aumento da retrogradação no ambiente costeiro, principalmente devido à urbanização acelerada (Bird, 2008; Bulhões, 2020; Duarte; Cortez, 2001; Meireles, 2014; Nicolodi, 2008; Souza, *et al.*, 2005; Souza, 2016).

Segundo Andrade, Souza e Souza Filho (2024) o processo de ocupação no ambiente costeiro, muitas vezes, ocorre desordenadamente, podendo resultar em severos problemas de usos, subsequentes conflitos ambientais e territoriais, como, por exemplo, a substituição

da vegetação nativa por edificações, ocupação de terrenos de marinha, tais ações podem interferir na variação da linha de costa. Conforme os autores, a linha de costa corresponde à interface entre terra e água do oceano, ela é considerada complexa, dada a variabilidade espacial e temporal das ondas, em diversas escalas e resultados processuais.

Alguns indicadores podem ser utilizados para analisar a linha de costa, como: interface de sedimentos secos e úmidos, linha de vegetação, índice de diferença normalizada da água (NDWI), entre outros. Esses indicadores, quando integrados aos Sistemas de Informações Geográficas (SIGs), podem ser utilizados como alternativa eficiente no monitoramento da dinâmica de linha de costa (Boak; Turner, 2005; Coelho, 2020; Grupo de Integração do Gerenciamento Costeiro, 2018; Yasir, *et al.*, 2020).

Devido à necessidade de planejamento de médio a longo prazo, englobando órgãos governamentais, setor econômico e bem-estar social, em 2018, o Programa Nacional para a Conservação da Linha de Costa (PROCOSTA) foi criado. ele visa contribuir no monitoramento, gestão e conservação da zona costeira (PROCOSTA, 2018). No entanto, para Polette (2020), a vontade política para a priorização da gestão costeira ainda é inconsistente, segundo o autor, o Brasil carece de planos de ações concretos e detalhados com medidas práticas para o manejo costeiro.

Segundo Moreira *et al.* (2020) monitoramento constante da linha de costa pode contribuir na estratégia para o planejamento das cidades costeiras, principalmente na atualidade, devido ao aumento das temperaturas, elevação do nível médio do mar que, somado a outros fatores de ordem antrópica, podem ocasionar episódios de avanço significativo das águas oceânicas sobre o continente. Essa mudança pode desestabilizar as estruturas naturais de proteção da zona costeira, como zona de berma, plataforma de abrasão, dunas e principalmente as falésias, por serem feições geomorfológicas que acompanham a linha de costa (Barros, 2006; Moreira, *et al.*, 2020; Paula; Sopchaki, 2024).

2.1.4 Falésias: Formação e aspectos gerais

A história fisiográfica do litoral envolve uma herança complexa de muitos fatores e processos induzidos principalmente pela tectônica e as mudanças climáticas, gerando alteração no nível do mar, nos efeitos pós-glaciais do reajustamento isostático, na geologia e no relevo continental e oceânico, como exemplo, a separação da África e Brasil, há cerca de 210 milhões de anos, que resultou em gigantesca ingressão de águas marinhas entre os dois novos blocos continentais, formando o Oceano Atlântico (Ab'Saber, 2005; Lee, 2008).

A tectônica de placas e as mudanças climáticas influenciam nas variações eustáticas, no avanço e recuo da linha de costa que, aliados às ações (arranque, erosão, traslado, transporte, denudação, sedimentação, aggradação, decomposição, desagregação, deformação, etc.) dos agentes morfológicos (fluvial, fluviomarinho, glaciação-deglaciação, ondas, marés, correntes marinhas, vento, gravidade) e outras manifestações da geodinâmica planetária, influenciaram na formação e instabilidade de falésias ativas e inativas (Meireles, 2014).

As falésias constituem costas ou paredões abruptos, originados pela erosão marinha devida à alta energia das ondas, especialmente nas marés de sizígias. Quando este processo de abrasão marinha cessa, significa que a falésia ativa passou a ser paleofalésia (Figura 6), ou seja, são aquelas que não mais estão em contato com o mar e diretamente submetidas aos seus processos, caracterizando-a como uma feição inativa (Ab'Saber, 1975; Marques; Baptista Filho, 2016; Teixeira; Bandeira, 2022; Villwock, *et al.*, 2008).

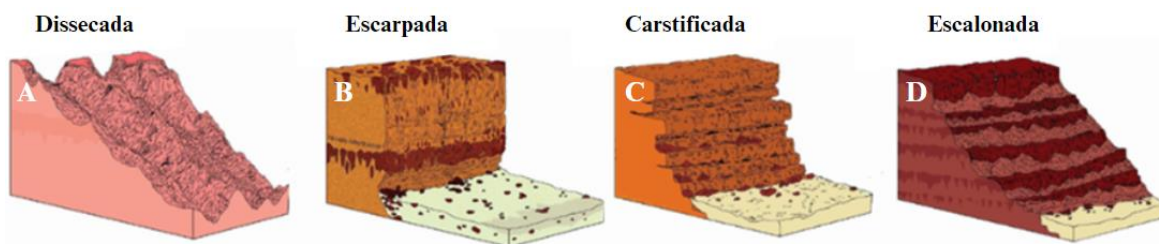
Figura 6 - Falésia inativa e ativa em Lagoa Azeda.



Fonte: Acervo da autora (2024).

O clima e suas alterações possuem influência importante na formação e alteração das encostas, resultando em processos físicos, químicos e biológicos. Geralmente, relacionados com condições subaéreas e em parte com a presença ou proximidade do mar. As rochas são decompostas ou desintegradas por processos como umedecimento e secagem alternados e repetidos, dissolução pela água da chuva, expansão e contração térmica, todos relacionados com os regimes de temperatura, precipitação, vento e evaporação no ambiente costeiro (Bird, 2008). Esses processos irão influenciar na tipologia morfológica (Figura 7) e no nível de instabilidade da falésia.

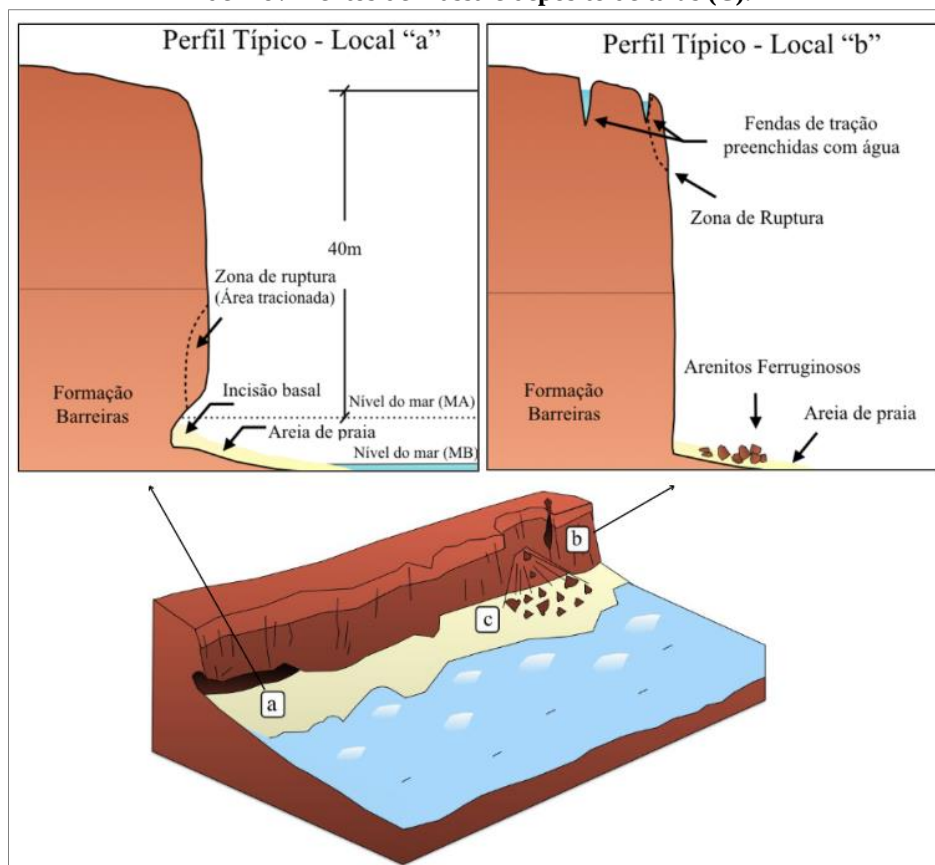
Figura 7 - Exemplos de tipologias de falésias presentes no Nordeste.



Fonte: Adaptado de Maia, Barbosa e Lima (2024).

As falésias mais resistentes são encontradas em rochas ígneas e metamórficas que possuem resistência devido à cristalização a partir do magma e a altas pressões. Quando estruturadas em rochas sedimentares, como aquelas desenvolvidas em depósitos glaciais e folhelhos, a ação das ondas consegue erodir sua base de forma mais rápida e remover os detritos erodidos (Figura 8). Esta característica ocorre devido ao material sedimentar conter alta friabilidade. Neste caso, o recuo da falésia pode ser da ordem de decímetros a metros anualmente e, portanto, a sua modelagem é controlada principalmente pelos processos costeiros relativamente modernos (Davidson-Arnott, 2010; Maia; Amorim, 2022).

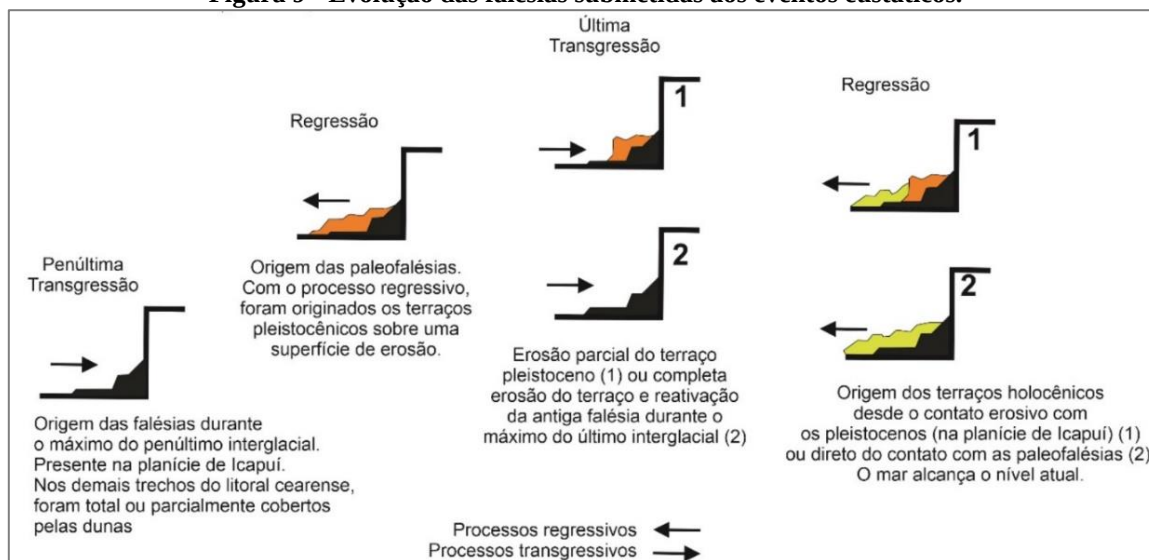
Figura 8 - Esquema do processo de erosão na base da falésia (A), formação de fendas (B), ocorrência de movimentos de massa e depósito de talús (C).



Fonte: Adaptado de Silva *et al.* (2020).

As falésias são esculpidas pela ação erosiva das ondas, sendo sua formação e recuo condicionados pelas flutuações do nível do mar (Figura 9). Durante as regressões marinhas, a erosão marinha se concentra em cotas mais baixas, originando paleofalésias. Essas feições, frequentemente associadas a terraços marinhos ou recobertas por dunas, constituem importantes indicadores das mudanças relativas do nível do mar e dos processos neotectônicos, permitindo reconstruir a história geológica. (Maia; Amorim; Meireles, 2022).

Figura 9 - Evolução das falésias submetidas aos eventos eustáticos.



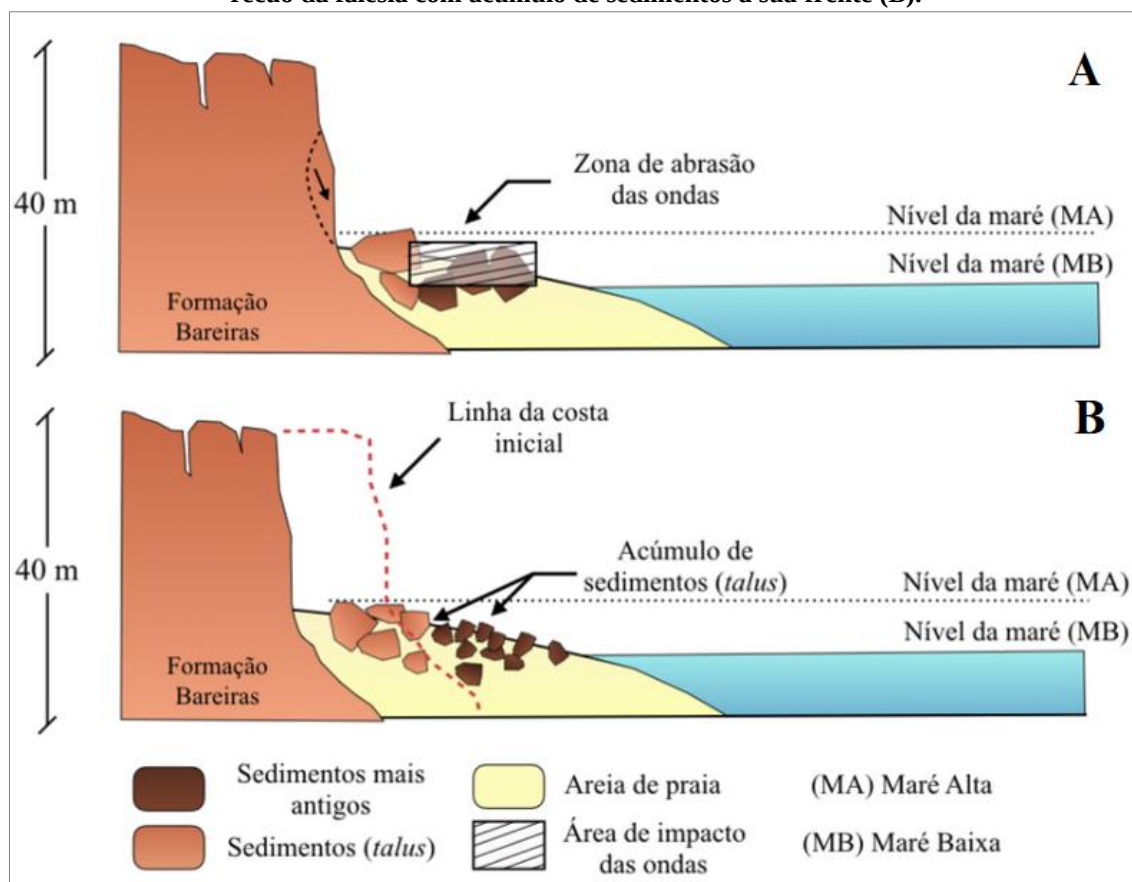
Fonte: Meireles (2014).

A erosão e a instabilidade das falésias são resultantes da interação complexa de diversos fatores hidrodinâmicos, atmosféricos e geológicos. Dentre esses, as variações das marés, influenciadas pelas fases lunares, exercem papel preponderante. As marés de sizígia, caracterizadas por maior amplitude, impulsionam ondas de maior energia que, ao atingirem a base das falésias, promovem a erosão e a fragmentação do material (Figura 10), comprometendo sua estabilidade e induzindo a ocorrência de fraturas e desmoronamentos (Silva; Lima, 2017).

Além da ação abrasiva marinha, as encostas também são sugestionadas pelo congelamento e degelo glacial, a erosão eólica atua no desgaste e transportes de sedimentos da feição, a erosão pluvial consiste na ação dos fluxos de água que escoam pela superfície do terreno concentra-se em vias preferenciais (Santos Junior, *et al.*, 2003). Segundo Silva (2017), a atuação pluviométrica somada com a ação dos ventos são os principais responsáveis pela erosão subárea das falésias. A infiltração e secagem da feição podem desencadear gretas de dessecação, dando origem aos sulcos.

De acordo com Suertegaray (2011), os sulcos também podem ser originados por influência de atividades agrícolas desenvolvidas no topo da feição, por meio do pisoteio do gado, uso de maquinário pesado, despejo de efluentes agrícolas. Esse processo, relacionado com uma topografia favorável, tende a formar ravinas e posteriormente voçorocas. O ravinamento possui poucos metros de profundidade, enquanto as voçorocas podem medir dezenas de metros e até mesmo quilômetros, formando secção transversal em U chegando ao afloramento do lençol freático (Almeida Filho, 2014; Barros, 2006; Castro, 1998).

Figura 10 - Falésias sofrendo com a ação direta das ondas em sua base com perda de material (A) e recuo da falésia com acúmulo de sedimentos a sua frente (B).

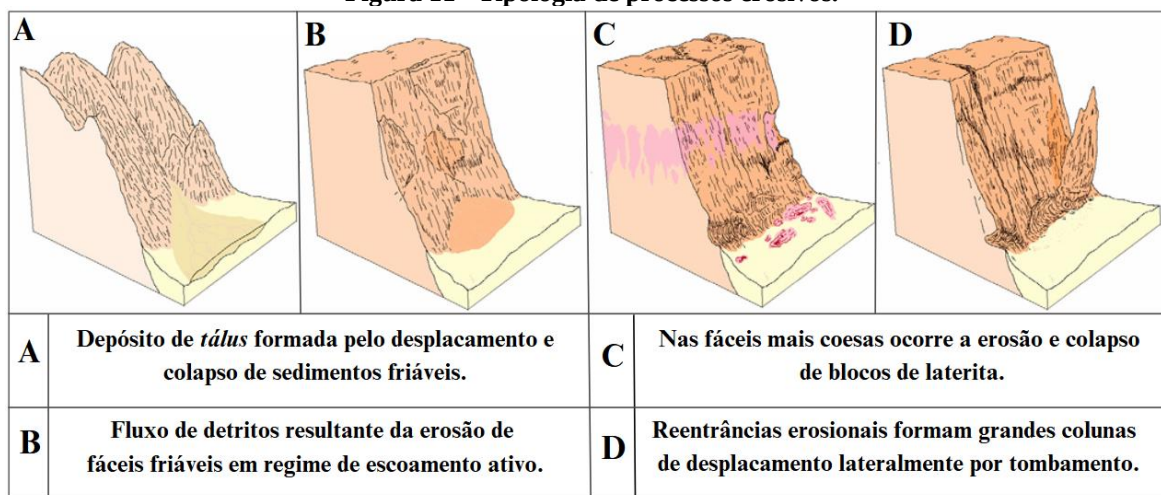


Fonte: Silva *et al.* (2020).

Os processos erosivos em falésias apresentam diversos aspectos relevantes no sistema costeiro (Figura 11). A retirada de sedimentos das falésias pode ser considerada um fator benéfico na alimentação e manutenção arenosa das praias adjacentes e dunas (Suguio, *et al.*, 2005). As falésias são parte do sistema geomorfológico costeiro e sua análise dessas feições deve ser realizada por meio de uma abordagem holística para obtenção de respostas dos processos geológicos e geomorfológicos do passado (Amaro, *et al.*, 2021; Silva; Lima, 2019; Ximenes Neto, *et al.*, 2021), assim como em previsões de cenários futuros.

São relevantes na exportação de sedimentos, na proteção da linha de costa, na manutenção de aquíferos subterrâneos, possuem fauna e flora específicos, podem ser utilizadas como indicadores das mudanças ambientais ao longo do Quaternário. Além de contribuir na compreensão dos processos sedimentares deposicionais e pós-deposicionais, no deslocamento do ferro no depósito, na pedogênese e na peculiaridade dos processos de alterações do nível do mar (Câmara; Silva, 2021; Maia; Amorim; Meireles, 2022; Saraiva Junior; Lima; Costa, 2024; Silva *et al.*, 2020).

Figura 11 - Tipologia de processos erosivos.



Fonte: Adaptado de Maia, Amorim e Meireles (2022).

Possui elevada importância para a dinâmica natural e para os estudos voltados principalmente para as Geociências, a beleza paisagística dessas feições, somadas a aspectos culturais e infraestrutura são atrativos que fomentam o turismo e atraem o setor imobiliário, dessa forma são valiosas também no âmbito socioeconômico. No entanto, as ações antrópicas realizadas sem o planejamento adequado estão causando interferências negativas na paisagem costeira (Maia; Amorim; Meireles, 2022; Muehe, 2001; Saraiva Junior; Lima; Claudino Sales, 2021).

As atividades antrópicas em áreas de falésias estão geralmente associadas à supressão da cobertura vegetal para a introdução de práticas agrícolas e implantação de infraestruturas voltadas principalmente para atividades turísticas e de lazer. Essas intercessões muitas vezes não possuem uma gestão integrada que se adeque e respeite as legislações que protegem essas feições, podendo gerar desestruturação paisagística, ocasionando degradação ambiental e riscos para a sociedade (Chacanza *et al.*, 2022; Gondim, 2023; Loureiro; Castro, 2019; Panet, 2015).

Vale ressaltar que a construção de empreendimentos imobiliários e outras atividades não podem ser realizadas em qualquer área costeira, especialmente quando trata de falésias, por serem caracterizadas como Áreas de Preservação Permanente (APP). Conforme a Lei n.º 12.651/2012 APP é uma área “protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas” (Brasil, 2012).

Sobre a ocupação das bordas das falésias, foi imposto um limite, segundo a Lei n.º 7.803, de 18 de julho de 1989, “nas bordas dos tabuleiros ou chapadas, a partir da linha de ruptura do relevo, em faixa nunca inferior a 100 (cem) metros em projeções horizontais”. O Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) n.º 303/2002 também institui que “nas escarpas e nas bordas dos tabuleiros e chapadas, a partir da linha de ruptura em faixa nunca inferior a cem metros em projeção horizontal no sentido do reverso da escarpa” reforçando a importância das falésias como APP.

No entanto, quando se observa essas áreas ao longo do litoral do Brasil, a realidade mostra-se incompatível com a legislação, podendo resultar em processos de judicialização, ocupação desordenada e intensificação de vulnerabilidade. No Brasil comumente encontram-se construções no topo de falésias com proximidades da borda, em alguns casos estas construções estão localizadas em áreas de risco elevado e as pessoas podem estar sujeitas a acidentes fatais (Câmara; Silva, 2021; Chartanovicz, 2018; Maia; Amorim; Meireles, 2022; Pacheco; Freitas Neto; Severo, 2006).

Por ser uma área turística, é comum que as falésias possuam circulação de carros, motos, quadriciclos, vias de acesso para visitantes, construções de barracas, loteamentos, hotéis, pousadas e mirantes no topo da encosta (Figura 12). Soma-se a isto, o desmatamento para práticas agrícolas, como criação intensiva de animais e plantio de espécies incompatíveis com as características físicas das encostas. Essas ações antrópicas desencadeiam a compactação e impermeabilização do solo, podendo originar ravinas e voçorocas, desestruturando o relevo e desestabilizando ainda mais as encostas (Loureiro; Castro, 2019; Meireles, 2014; Melo, *et al.*, 2013; Oliveira, 2023).

A exploração de materiais costeiros também é uma prática de uso que pode gerar desequilíbrio no ambiente. Geralmente, a extração de sedimentos de falésias pode ser utilizada em construções civis e dar espaço a novos empreendimentos imobiliários. Em áreas turísticas, é comum que os sedimentos coloridos sejam retirados para confecção de objetos

de artesanato, a exemplo das garrafas de vidro com desenhos em seu interior (Aguiar, *et al.*, 2021; Ferreira; Falcão, 2021; Meireles, 2014; Vidal; Mascarenhas, 2012).

Figura 12 - Mirante natural na praia de Jacarecica do Sul, próximo à praia de Lagoa Azeda.



Fonte: Acervo da autora (2024).

Para amenizar os impactos do uso e ocupação inadequados, Jardim e Almeida (2019) defendem ser preciso estudos técnicos sobre as características locais. Maia e Amorim (2022) complementam que o diálogo sobre os riscos e a importância que as falésias possuem é fundamental para a população compreender e contribuir para a preservação da área e para a conscientização de riscos. Vale destacar que falésias são suscetíveis aos movimentos de massa, podendo ocasionar acidentes e tragédias à vida humana.

2.2 Riscos geomorfológicos

Suscetibilidade e vulnerabilidade são termos correlacionados e interdependentes quando se trata de risco. A Política Nacional de Defesa Civil (2007, p. 8-9) define vulnerabilidade como “condição intrínseca ao corpo ou sistema receptor que, em interação com a magnitude do evento ou acidente, caracteriza os efeitos adversos, medidos em termos de intensidade dos danos prováveis”.

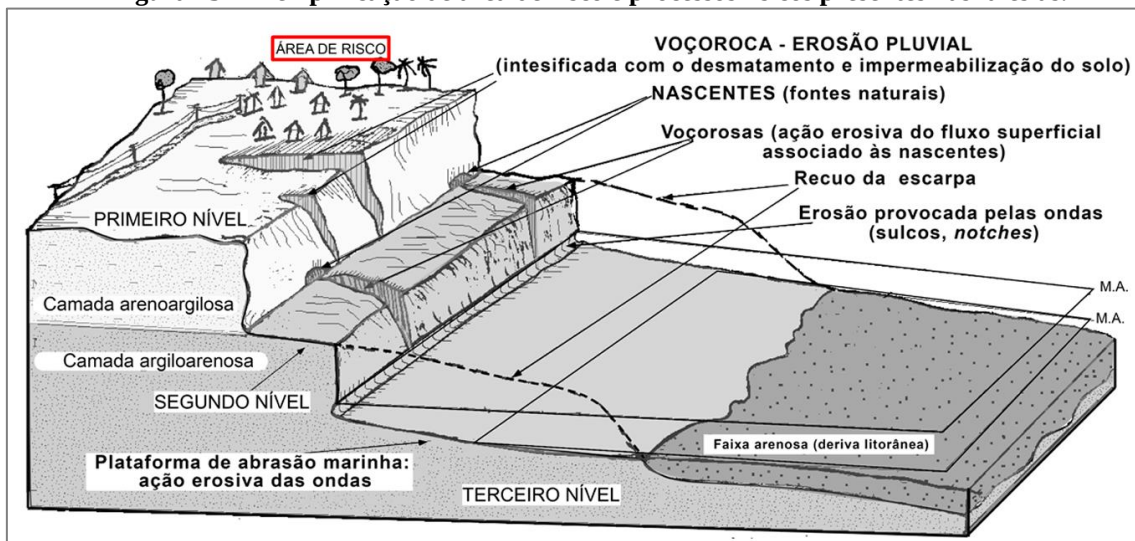
Segundo o Instituto de Pesquisas Tecnológicas-IPT (2007, p. 26), a suscetibilidade “indica a potencialidade de ocorrência de processos naturais e induzidos em uma dada área [...]”. Está relacionada a idiosincrasia natural do ambiente, existindo independentemente do ser

humano, porém vale destacar que as ações e atividades antrópicas podem influenciar intensificando ou retardando a suscetibilidade de uma determinada área (Lima; Amorim, 2022; Girão; Rabelo; Zanella, 2018; Julião, *et al.*, 2009).

De acordo com Bitar (2014), ao avaliar a suscetibilidade de um ambiente, é fundamental observar características que possam contribuir para sua vulnerabilidade. Por exemplo, áreas com predominância de elevada declividade, onde há registro de movimentos de massa, podem ser consideradas suscetíveis, mesmo sem uma previsão exata sobre o momento ou a certeza de ocorrência desses eventos. O conceito de suscetibilidade, portanto, está vinculado aos fatores predisponentes presentes no ambiente.

Feições geomorfológicas apresentam níveis distintos de suscetibilidade, essa variação decorre dos processos de sua origem e modelação, bem como os tipos de elementos e processos físicos que compõem o relevo e os processos transformadores da paisagem. Encostas com predomínio de declividade alta, vegetação nativa escassa, solo exposto e composição rochosa menos resistente tendem a apresentar elevada suscetibilidade a movimentos de massa, principalmente em períodos de precipitação elevada (Matos, *et al.*, 2020; Santos; Rocha; Andrade, 2015). Dessa forma, falésias podem ser consideradas áreas de risco (Figura 13).

Figura 13 - Exemplificação de área de risco e processos físicos presentes nas falésias.

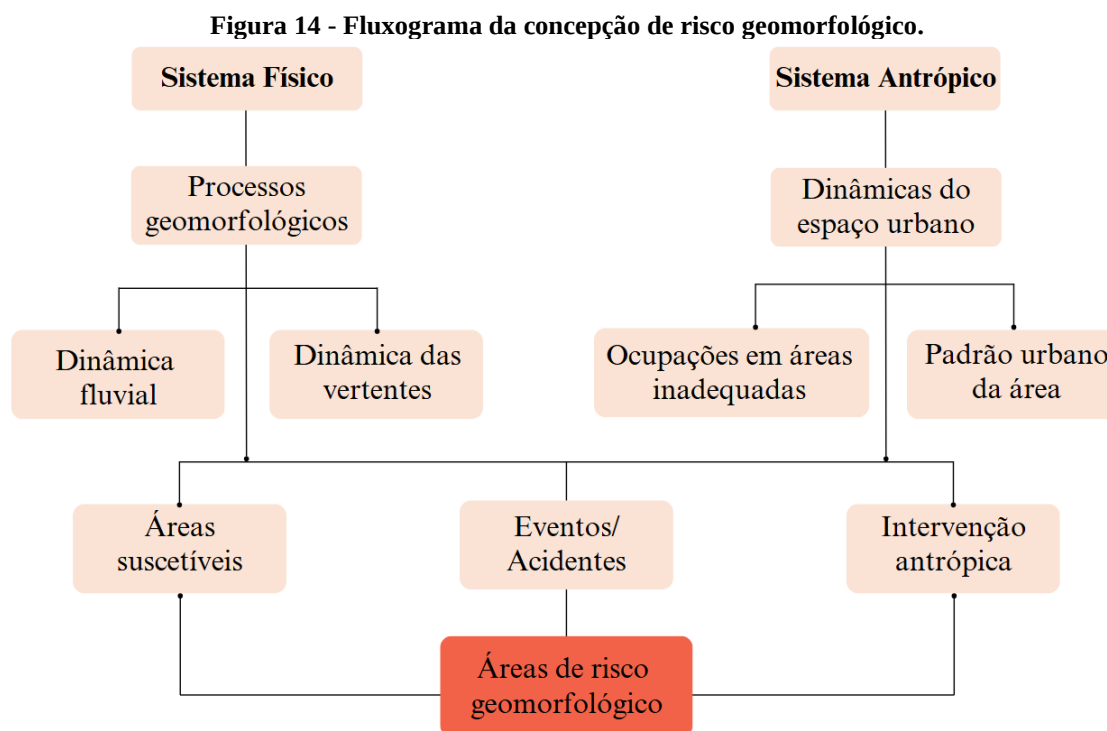


Fonte: Meireles (2014).

Segundo Tominaga (2015, p.27), esse processo pode ser definido como a movimentação “do solo, rocha e/ou vegetação ao longo da vertente sob a ação direta da gravidade. A contribuição de outro meio, como água ou gelo, se dá pela redução da resistência dos materiais de vertente e/ou pela indução do comportamento plástico e fluido

dos solos”. Os movimentos de massa são processos naturais e importantes em diversos aspectos da paisagem, no entanto, a presença humana pode ser vulnerável a esses movimentos (Maia; Amorim, 2022).

No Brasil as ocorrências de movimentação de massa em áreas costeiras têm aumentado, incitando prejuízos materiais e perdas de vida, por isso a prevenção e a compreensão de tais eventos é relevante para as autoridades públicas (Domigos; Domingos, 2022; Mendonça; Borges, 2021). Nesta pesquisa, optou-se pela adoção do termo “risco geomorfológico”. O risco geomorfológico (Figura 14) adota uma análise de abordagem geográfica, integrando os fatores ligados à mecânica pedológica, geológica, geomorfologia e antropogênica (Oliveira, 2004; Santos; Vital, 2020).



Fonte: Adaptado de Oliveira (2004).

Devido ao risco em áreas de falésias, é comum que acidentes aconteçam (Quadro 1). Os turistas costumam se aproximar das bordas para fazer passeios, registros fotográficos e observar a paisagem, entretanto, essas ações são perigosas e podem resultar em acidentes graves ou até mesmo morte. O quadro abaixo mostra as principais notícias veiculadas pela mídia em acidentes em falésias do Rio Grande do Norte nos últimos cinco anos.

Quadro 1 – Notícias de acidentes e mortes em falésias no Rio Grande do Norte.

Data	Manchetes dos sites de notícias
03/09/2020	Um casal e um bebê morreram após parte de uma falésia desabar no início da tarde desta terça-feira (17) na praia de Pipa, Rio Grande do Norte. Homem era gerente de um hotel da região e aproveitava o dia de folga na praia com a família. Local é um dos principais destinos turísticos do Rio Grande do Norte. 
16/11/2021	Em novembro de 2021, um turista de Fortaleza, de 19 anos, despencou de uma altura de 30 metros do Chapadão com um quadriciclo. Funcionários da Unidade Mista de Saúde de Tibau do Sul, que prestaram o primeiro atendimento, consideraram um "milagre" o rapaz ter sobrevivido. 
11/11/2022	Em novembro de 2022, um turista carioca morreu após perder o controle do quadriciclo e cair de uma falésia na praia de Pipa. Joubert Manhaes tinha 68 anos de idade. Ele estava sozinho no quadriciclo. O acidente aconteceu na primeira parada do passeio, para fotos no local. 
26/07/2023	Duas turistas caíram de uma falésia na terça-feira durante passeio de quadriciclo na Praia de Pipa, na cidade de Tibau do Sul (RN). As duas irmãs caíram de uma altura de aproximadamente 10 metros. O impacto da queda, no entanto, foi amenizado por conta de uma vegetação presente na encosta. 
17/01/2024	Turista morre após cair de falésia em quadriciclo na praia de Pipa. Acidente aconteceu na tarde desta quarta-feira (17). Uma mulher morreu após cair com um quadriciclo na tarde desta quarta-feira de cima de uma falésia na praia de Pipa, no município de Tibau do Sul, litoral do Rio Grande do Norte. 

Fonte: Elaborado pela autora com base no noticiário G1 (2024)

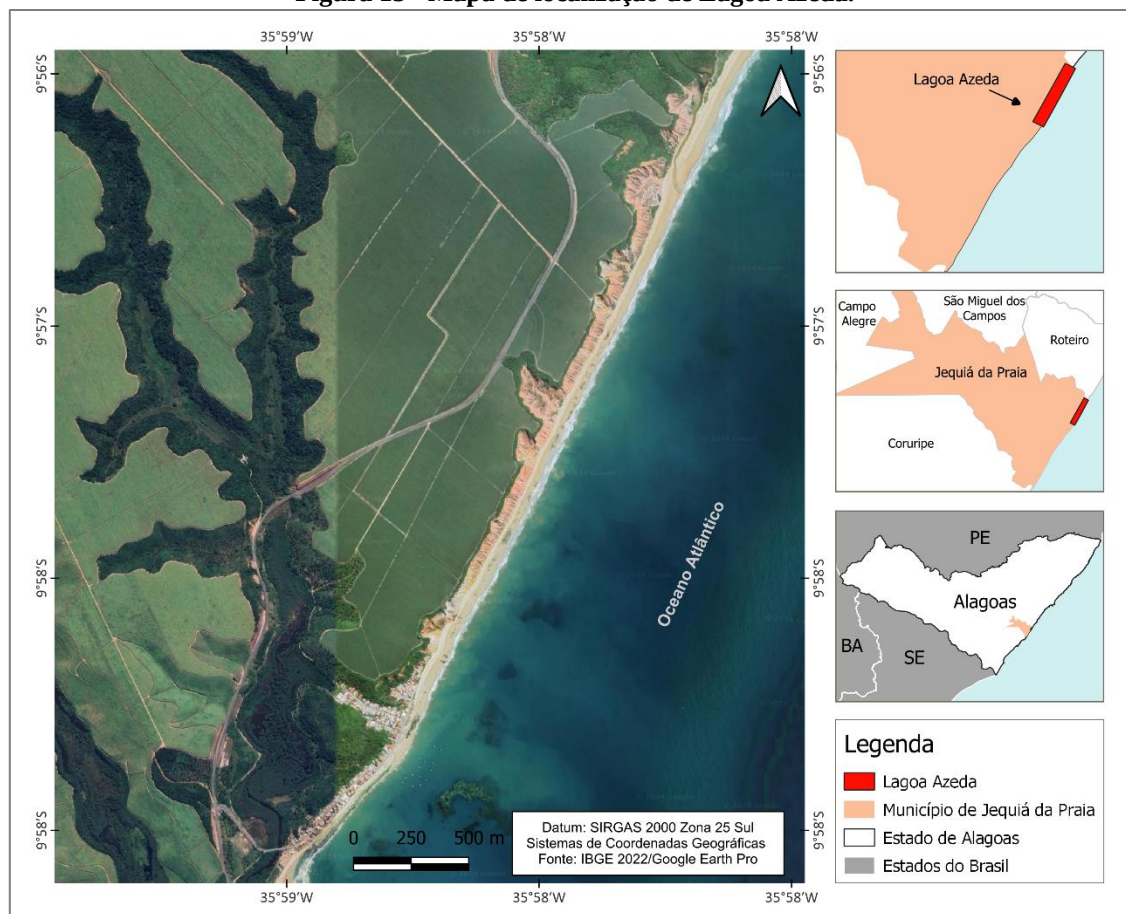
Acidentes em falésias são comuns e possuem grande probabilidade de morte. Conforme as notícias mostram, pelo menos uma vez ao ano, desde 2020, aconteceu algum acidente em áreas de falésias. Apesar do estado de Alagoas não ter registros em acidentes semelhantes aos do Rio Grande do Norte, ainda, sim, são passíveis de acontecer devido aos fatores mencionados anteriormente, às similaridades que as falésias de ambos os estados possuem e à falta de consciência de risco das pessoas.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Área de estudo

As falésias da área de estudo (Figura 15) estão localizadas no distrito de Lagoa Azeda no município de Jequiá da Praia, Litoral Sul de Alagoas. A palavra “Jequiá” deriva do Tupi e significa cestos com muitos peixes. Quanto a “azeda”, existem algumas versões populares, sendo a mais comum aquela que relaciona o nome às características da água. Localiza-se entre as coordenadas 10°0’14’’ S e 36°0’26’’ W (Alagoas em dados, 2023; Melo-Magalhães; Souza; Lima, 2022). Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2022), o município possui uma área territorial de 334,265 km².

Figura 15 - Mapa de localização de Lagoa Azeda.

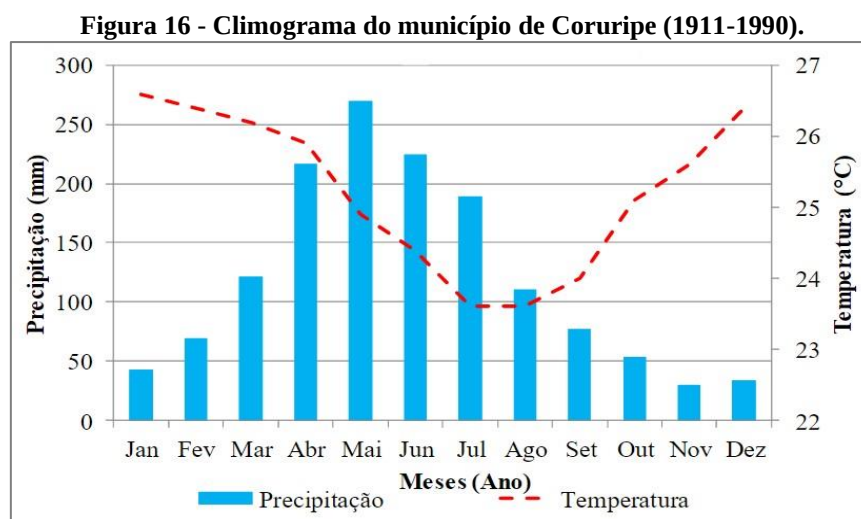


Fonte: Elaborado pela autora (2024).

A Formação Barreiras é composta por arenitos e arenitos conglomeráticos com intercalações de siltito e argilito (Agência Nacional de Águas, 2011; Santos, 2004), as falésias de Lagoa Azeda estão estruturadas nessa unidade. A configuração geomorfológica é composta por tabuleiros costeiros, planalto rebaixado costeiro, a planície costeira, formada

por níveis de terraços, compostos por areias quartzosas. Além disso, possui depósitos flúvio-lagunares, arrecifes de arenito, falésias, paleofalésias, baixos cursos fluviais e o sistema estuarino-lagunar (Araújo, *et al.*, 2006; Santos, 2004; Silva, 2020).

Essa diversidade resulta em distintos tipos de solo, como: Latossolo Amarelo, Solos de Mangue, Argissolo Amarelo, Argissolo Vermelho-Amarelo, Gleissolos e Solos Aluviais nas áreas de várzea (SGB, 2016; EMBRAPA, 2012). O clima é Tropical Chuvoso com verão seco, do tipo As' segundo a classificação de Köppen. A irregularidade na distribuição anual das chuvas oscila, podendo chegar a 1800 mm (Alagoas em mapas, 2023; Melo-Magalhães; Souza; Lima, 2022). Devido à falta de alguns dados climáticos, foi adotada a normal climática de Coruripe, município localizado a 26 km da área de estudo (Figura 16).



Fonte: Santos, Monteiro e Nascimento (2022).

As marés em Alagoas se enquadram no regime de micro e mesomaré semidiurna, gerando ruptura dos cordões litorâneos no período chuvoso, devido à alta descarga fluvial (Araújo, *et al.*, 2006). Segundo Silva (2008, p. 23), “a área encontra-se durante todo o ano sob ação dos ventos do quadrante E, alternando-se os de SE, que atuam de março a setembro, com os de NE, de outubro a fevereiro. São ventos com velocidade moderada a fraca, variando de 4,8 a 7,9 km/h”.

Em relação à vegetação (Figura 17), o município está inserido na região de domínio da floresta subperenifólia, com destaque para a vegetação de pioneiras praias, as perenifólias de mangue e os campos higrófilos de várzeas, determinados pelas estações chuvosas com faixas de 60 a 90 dias biologicamente secos (Oliveira; Amorim; Lemos, 2020). A vegetação nativa vem sendo suprimida desde a colonização, sendo ampliada nas décadas de 70/80 com o Programa Nacional do Alcool (PROÁLCOOL) (Souza, 2021).

Figura 15 - Parte da vegetação presente na área de estudo.



Fonte: Acervo da autora (2024).

Algumas atividades econômicas voltadas para o turismo são realizadas na área, como trilhas, passeios de barco, quadriciclo e há algumas barracas próximas às encostas para turistas (Figura 18). Além do turismo, são desenvolvidas culturas de subsistência, como, por exemplo: bananeiras, macaxeira e feijão. A pesca artesanal também é uma atividade de grande relevância na economia local e, em alguns casos, a única oportunidade de emprego para os moradores da comunidade (Souza, 2021).

Figura 16 - Cadeiras e mesas próximas às falésias.



Fonte: Acervo da autora (2024).

A pesca é desenvolvida principalmente na Reserva Extrativista Marinha da Lagoa do Jequiá (RESEX), ela foi criada por Decreto Federal em 2001, para atender à reivindicação da comunidade no intuito de garantir as atividades desenvolvidas pela população tradicional e proteger o meio ambiente. Além da relevância ecológica, a RESEX representa um dos principais pontos turísticos de Alagoas, devido à beleza de suas praias, às múltiplas cores que constituem as falésias e à presença da terceira maior laguna do Estado (Oliveira; Amorim; Lemos, 2020).

3.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Os procedimentos metodológicos foram organizados em duas fases. A primeira envolveu atividades de gabinete, direcionadas para os levantamentos bibliográficos, obtenção de dados mediante *softwares*, elaboração de mapas e a construção da ficha de campo. A segunda fase consistiu nos trabalhos de campo, realizados para validação dos processamentos de dados gerados no laboratório, observação da paisagem, obtenção de dados, registros fotográficos e voos de drone.

3.2.1 Variação da linha de costa

Para a realização da análise de linha de costa, foram selecionadas imagens dos anos de 2003, 2013 e 2024. As imagens foram salvas na resolução máxima (8192 x 3904) em formato PNG na plataforma *Google Earth*. Salienta-se que a maioria das imagens de satélite da área possui nuvens, dificultando a visualização da linha de costa. Dessa forma, a ausência de nuvens e uma boa resolução espacial para delimitação da LC foram os critérios adotados.

As imagens foram georreferenciadas usando o *software* QGIS 3.28.4. Conforme Araujo *et al.* (2009), as imagens de satélite podem apresentar distorções fotogramétricas devido à altitude do voo e problemas na retificação geográfica das imagens. Por isso, é recomendado seguir o padrão de posicionamento geoespacial de imagens proposto pelo Comitê Norte-Americano de Padronização de Dados Geográficos. Esse padrão utiliza o Erro Quadrático Médio (EQM) e estabelece que a imagem retificada deve ter pelo menos 20 pontos de controle (PCs) (Quadro 2).

Quadro 2 - Informações das imagens georreferenciadas.

Data	Aquisição	EQM	PCs	Resolução espacial
28/11/2003	<i>Google Earth Pro</i>	0,55	20	0,9
05/10/2013	<i>Google Earth Pro</i>	0,40	20	0,9
09/04/2024	<i>Google Earth Pro</i>	0,44	20	0,9

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

A imagem base para o georreferenciamento pertence ao satélite Quickbird, ortorretificada, em composição RGB cor verdadeira, registrada em 03/11/2011, com resolução espacial de 0,5m, corrigida geometricamente no Datum Horizontal Sirgas-2000, código EPSG 31984. É parte integrante do acervo cartográfico da Secretaria de Estado do Planejamento e Gestão (SEPLAG - Alagoas).

A vetorização da linha de costa foi elaborada manualmente (Figura 19), sendo considerada a distinção da coloração dos *pixels* marcados nas imagens com a delimitação entre sedimentos secos e molhados presentes. Essa metodologia também foi realizada nas praias de Redonda e Peroba, no município de Icapuí (Ceará), por Chacanza *et al.* (2022), e na praia de Pajuçara, na cidade de Maceió (Alagoas), por Silva, Ferreira e Diniz (2024). Ambos os estudos utilizaram o *End Point Rate* (EPR) e, segundo os autores, a metodologia apresentou eficiência na análise das taxas de variações da linha costeira.

Figura 19 - Linhas de costa dos anos de 2003, 2013 e 2024.



Fonte: Elaborado pela autora com base no *Google Earth* (2003, 2013 e 2024).

Considerando a escassez de dados e a dificuldade em encontrar imagens sem nuvens ao longo do tempo na área, o EPR foi o método escolhido. A justificativa para este método deve-se à facilidade de computação e à exigência mínima de dados, são necessárias apenas duas linhas para calcular as taxas de variação. O cálculo é feito pela distância em metros da linha de costa mais antiga e a mais recente, dividida pelo período de análise em unidade m/ano (Andrade; Souza; Souza Filho, 2024; Souza, 2016, Yasir, *et al.*, 2020).

O método EPR faz parte da ferramenta Digital Shoreline Analysis System (DSAS). Os métodos do DSAS podem ser utilizados através do *software* ArcGIS para analisar as variações das taxas de linha de costa de diversas áreas distintas do planeta. Frequentemente é utilizado nos estudos de monitoramento costeiro do Brasil e internacionalmente nos Estados Unidos, Turquia, Itália, Camarões, Gana, Índia, Bangladesh e Vietnã, países que enfrentam severos problemas desenvolvidos pela erosão costeira (Andrade; Souza; Souza Filho, 2024).

Os dados gerados foram categorizados por meio da classificação de Esteves e Flink (1998), diversos estudos adotam esta classificação (Quadro 3) e também os métodos disponíveis no DSAS, a exemplo: Moreira; Cynthia; Michael (2014), Lima, *et al.* (2019), Moreira *et al.* (2020), Baía, Ranieire e Rosário (2021), Chacanza, *et al.* (2022), Silva, Ferreira e Diniz (2023), Machado, *et al.* (2024), Paula e Sopchaki (2024).

Quadro 3 - Classes e taxas adotadas como parâmetro da análise da linha de costa.

Classes	Taxas
Acresção extrema	> 5 metros
Acresção severa	5 metros a 3 metros
Acresção intensa	3 metros a 1 metro
Acresção	1 metros a 0,5 metros
Estabilidade	0,5 metro a -0,5 metros
Erosão	-0,5 metro a -1 metro
Erosão Intensa	-1 metro a -3 metros
Erosão Severa	-3 metros a 5 metros
Erosão Extrema	< -5 metros

Fonte: Elaborado pela autora com base em Esteves e Finkl, 1998.

3.2.2 Mapeamento e análise de uso e cobertura de terras

Os autores Braga (2023) e Lima (2020) realizaram comparações de classificações, o primeiro autor em seu estudo feito no município da Campina do Monte Alegre no estado de São Paulo, concluiu que a maneira manual apresentou menos falhas do que a classificação automatizada, já Lima (2020) menciona que a classificação manual e a MaxVer apresentaram maior qualidade para o mapeamento do assentamento de Jacaré em Curitiba no Paraná. Semelhante ao que os autores fizeram, nesse estudo, a classificação foi testada por três meios: manualmente e automatizada por meio do Mapbiomas e MaxVer. Dos três testes, o que mais se aproximou da realidade observada em campo foi a forma manual, por isso foi o método adotado.

A setorização manual é comumente utilizada nos estudos de uso e cobertura de terras, a exemplo, Andrade (2016) analisou áreas de risco ambiental no trecho alagoano da Rodovia BR-101. Freitas e Guedes (2018) elaboraram um mapa de uso e cobertura do entorno do reservatório público do município de Riacho da Cruz no Rio Grande do Norte, Lima e Fernandes (2021), analisaram o uso e cobertura da terra em assentamento na região semiárida de Sergipe e Santos *et al.* (2021) analisaram a vegetação nativa em APPs nos estados de Minas Gerais e Bahia.

A vetorização foi realizada por meio de fotointerpretação através da imagem cedida pelo QGIS 3.28.4. Inicialmente, as falésias foram demarcadas por meio de uma *shapefile* de polígonos, em seguida através da ferramenta *buffer* foi criada uma delimitação a partir das bordas com uma distância de 100 metros, a dimensão da área de influência foi adotada com base na faixa de preservação permanente que consta no Código Florestal (2012).

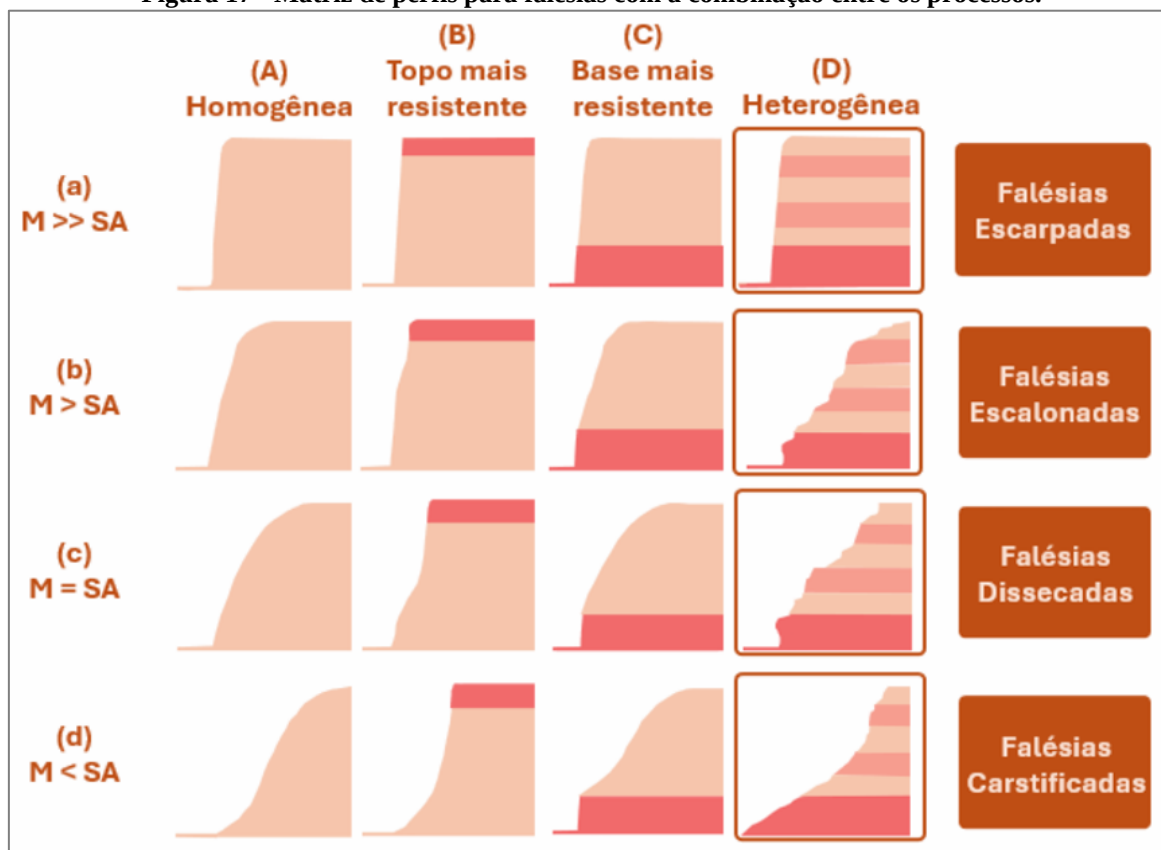
Em seguida, foram criados polígonos para cada classe identificada, totalizando sete classes: cana-de-açúcar, Mata Atlântica, coqueiros, área urbana, corpos hídricos, mangue e solo exposto. Os dados foram calculados para obter os hectares de cada classe, e a penúltima etapa foi a elaboração do mapa temático, criado com base nas recomendações que constam no manual técnico do IBGE (2013). Por fim, os limites e classes foram analisados com base na legislação, especialmente o Código Florestal (2012) e a Lei Municipal n.º 101, de 30 de dezembro de 2009.

3.2.3 Classificação morfológica de falésias

Maia, Barbosa e Lima (2024) realizaram a classificação morfológica de algumas falésias do Nordeste, entre elas, algumas falésias de Jequiá da Praia. Os autores adaptaram à proposta morfológica de Emery e Kuhn (1982) (Figura 20) para se adequar às características das falésias formadas em ambientes tropicais. Saraiva Junior, Lima e Claudino-Sales (2021) sugerem que os principais aspectos a serem observados são as litologias, deformação estrutural, tipo de cobertura do solo e os processos erosivos que podem ter influenciado na modelagem das falésias.

Diante disso, esta etapa foi fundamentada na metodologia citada anteriormente. A descrição tipológica foi feita *in loco* através das observações, ficha de campo, GPS e documentação fotográfica feita por *smartphones* e drone. O drone foi importante para registros com alta resolução, além disso, algumas áreas no topo dos tabuleiros são privadas e de difícil acesso.

Figura 17 - Matriz de perfis para falésias com a combinação entre os processos.



Fonte: Maia, Barbosa e Lima (2024).

O GPS foi utilizado para marcar pontos a cada 200 metros e suas respectivas coordenadas. A ficha de campo continha as informações dos aspectos mencionados anteriormente, como: tipos de movimentos de massa, presença ou ausência de vegetação, desenvolvimento de sulcos, ravinas e voçorocas.

3.2.4 Mapeamento dos níveis de riscos a movimentos de massa

Os critérios adotados para determinar o risco da área de estudo foram embasados na classificação disponibilizada pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT, 2007) (Quadro 4). Essa metodologia foi utilizada pela SGB (2016) em Jequiá da Praia, assim como Rocha (2023) utilizou os mesmos critérios em seu estudo para avaliar os riscos de movimentos de massa em falésias do Litoral Sul do Rio Grande do Norte.

Quadro 4 - Critérios para a determinação dos níveis de risco.

Níveis	Descrição
Risco 1 (R1) Nível baixo	Nenhuma potencialidade para o desenvolvimento de movimentos de massa; ausência de instabilidade na encosta; é baixa ou nula a possibilidade de ocorrência de eventos destrutivos.

Risco 2 (R2) Nível médio	Média potencialidade para o desenvolvimento de movimentos de massa; É observada a presença de sinais/evidências de instabilidade (trincas no solo, degraus de abatimento em taludes, trincas em moradias ou em muros de contenção, árvores ou postes inclinados, fissuras, rachaduras...), porém incipientes; processo de desestabilização em estágio inicial de desenvolvimento; é reduzida a possibilidade de ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas intensas e prolongadas.
Risco 3 (R3) Nível alto	Alta potencialidade para o desenvolvimento de processos de movimentos de massa; presença significativa de sinais/ evidências de instabilidade; processo de desestabilização em pleno desenvolvimento; é possível a ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas intensas e prolongadas.
Risco 4 (R4) Nível muito alto	Extrema potencialidade para o desenvolvimento de movimentos de massa; os sinais/evidências de instabilidade são expressivas e estão presentes em grande número ou magnitude; processo de desestabilização em avançado estágio de desenvolvimento, sendo difícil monitorar a evolução do processo; extremamente provável a ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas intensas e prolongadas (estação chuvosa).

Fonte: Elaborado pela autora com base no IPT (2007).

Os procedimentos desenvolvidos durante a elaboração das setorizações de áreas de risco foram fundamentados pelas instruções das etapas metodológicas (Figura 21) do guia de procedimentos técnicos do Departamento de Gestão Territorial da SGB (2021). Os métodos empregados pelo SGB empregam uma abordagem heurística para o mapeamento e classificação das áreas de risco e possuem grandes vantagens com relação aos baixos custos de execução e larga aplicabilidade no âmbito nacional (Lana; Jesus; Antonelli, 2021).

Figura 18 - Sequência de procedimentos desenvolvidos durante a elaboração das setorizações de áreas de risco geomorfológico.



Fonte: Elaborado pela autora com base no IPT (2007).

Em campo, o percurso percorrido foi de aproximadamente 4 km. A cada 200 metros eram feitas as paradas para coletar os dados, realizar os registros fotográficos e, através do GPS, adquirir as coordenadas geográficas. Todas as etapas do trabalho de campo foram realizadas pelo horário matutino e vespertino, durante a maré baixa, para facilitar a passagem e as observações.

3.2.5 Propostas de ações e medidas de mitigação

As medidas de redução e prevenção de danos são essenciais no combate aos riscos, inúmeros estudos apontam sugestões que podem ser adaptadas para a realidade local de Lagoa Azeda, porém há dificuldades e problemáticas já mencionadas em executar algumas ações voltadas para o ambiente costeiro. As proposições presentes mais à frente não constituem parte de diagnóstico e/ou estudo específico sobre o tema, mas sim algumas sugestões que foram feitas com base no que foi observado ao longo dos trabalhos de campo.

As sugestões foram fundamentadas na ação emergencial para delimitação de áreas em alto e muito alto risco a inundações e movimentos de massa da SGB (2016), no projeto de fortalecimento da estratégia nacional de gestão integrada de desastres naturais - Projeto GIDES (2018) e no diagnóstico e apontamentos de medidas mitigadoras para o contexto de riscos nas falésias de Pipa e Barra de Tabatinga - Projeto falésias (2021).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Análise das áreas de retrogradação, progradação e estabilidade da linha de costa

A análise da taxa de movimentação da linha de costa, por meio do método EPR e da classificação de Esteves e Flink (1998), revelou a existência de quatro classes em Lagoa Azeda: erosão, estabilidade, acresção e acresção intensa, classificação obtida a partir da elaboração de 413 transectos. As estatísticas descritivas, calculadas para a taxa de variação da linha de costa utilizando o método EPR (Tabela 1), mostraram que em alguns pontos, a linha de costa retrocedeu em média 1,21 metros por ano. A taxa média (0,22) indica um valor positivo, os dados do EPR sugerem um leve avanço médio da linha de costa.

Tabela 1 – Taxas de variação dos anos analisados.

Parâmetro	Mínimo	Médio	Máximo	Desvio Padrão
EPR (m/ano)	-1,21	0,22	2,72	0,9

Fonte: Elaborado pela autora (2025).

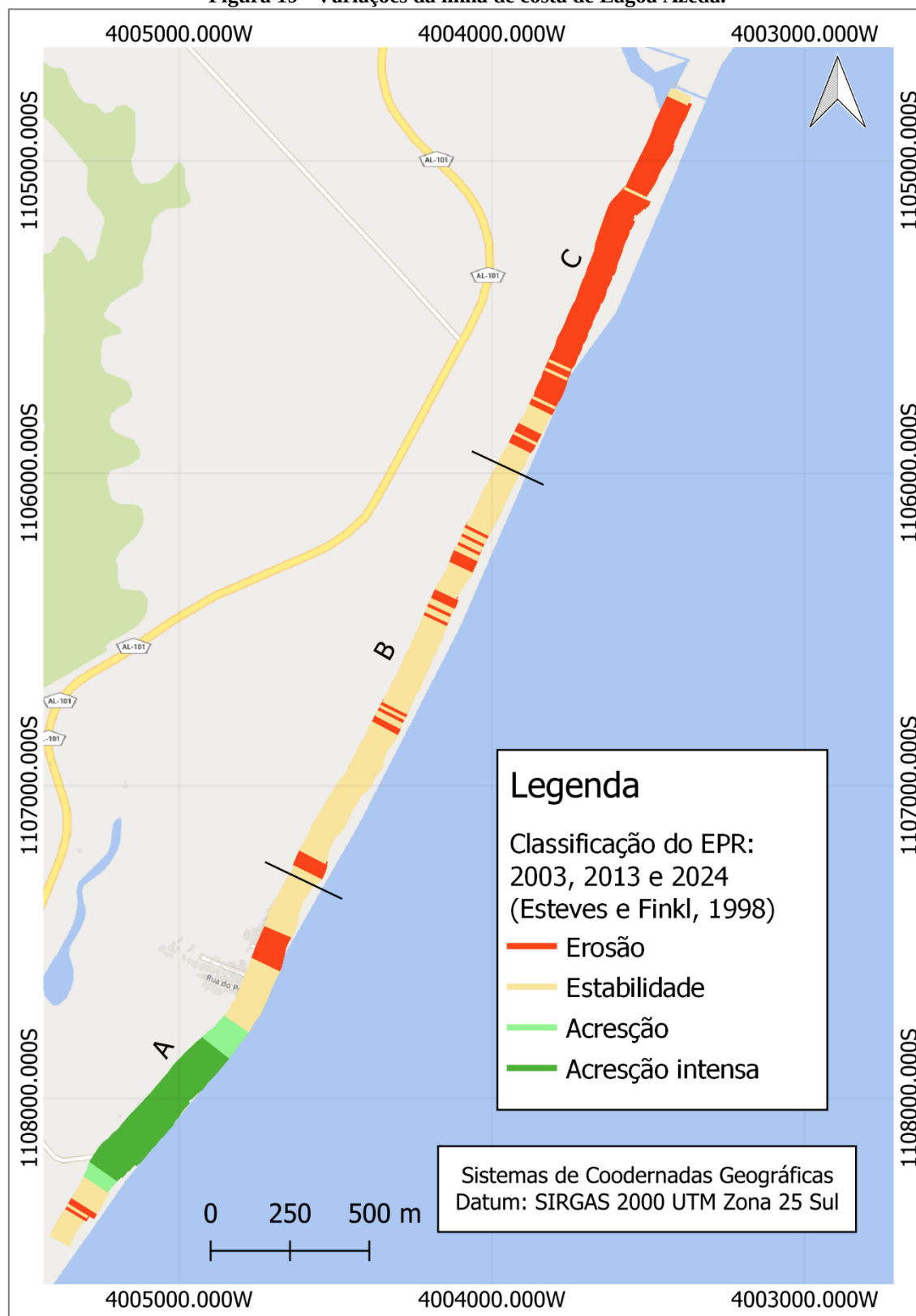
Em alguns pontos, a linha de costa avançou em média 2,72 metros por ano. O desvio padrão mede a dispersão dos dados em torno da média, cujo valor foi de 0,9. Esse desvio aponta uma variação entre os diferentes trechos da linha de costa (Figura 22), onde alguns setores estão sendo erodidos, enquanto outros passaram por acresção. Essa diferenciação indica a presença e influência de atividades e processos locais que estão interferindo na dinâmica sedimentar.

Essa variação é resultado da interação de fatores naturais, tais como a presença de falésias, depósitos de *tálus*, *beach rocks* e precipitação. Sobretudo, o movimento do avanço e recuo do mar em relação à faixa de areia, é significativamente influenciado por fatores climáticos e pela estação do ano. Eventos extremos, como tempestades e ressacas, intensificam a erosão marinha, enquanto períodos de calmaria podem favorecer a deposição de sedimentos. A combinação desses fatores com atividades antrópicas, resulta em uma complexa interação que molda a morfologia das feições presentes no ambiente costeiro.

Os setores com acresção e acresção intensa estão distribuídos na parte central do Povoado onde está especificamente as estruturas de contenção, a progradação também se justifica pela presença marcante e contínua de *beach rocks*. Os arenitos de praia formam uma estrutura paralela à linha de costa e ajudam na proteção da costa, formando uma espécie de quebra-mar que dissipa a energia das ondas, e os sedimentos se acumulam com mais

facilidade em alguns períodos do ano (Baptista; Horn Filho, 2014; Ferreira, *et al.*, 2020; Otavio, *et al.*, 2017).

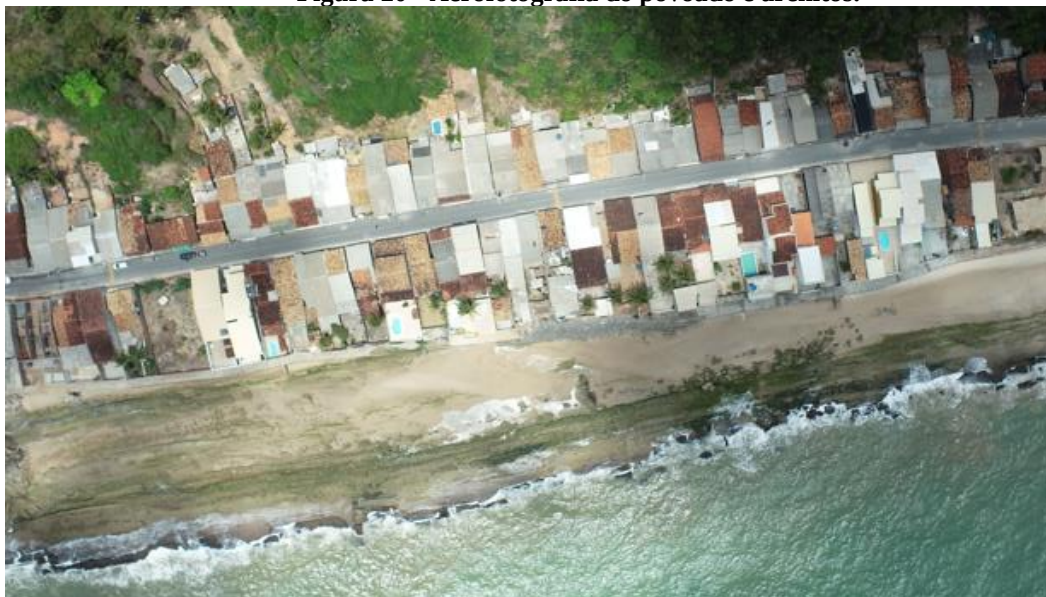
Figura 19 - Variações da linha de costa de Lagoa Azeda.



Fonte: Elaborado pela autora (2025).

A proteção natural gerada pelos *beach rocks* (Figura 23) favorece a deposição de sedimentos na costa, funcionando como uma área de aprisionamento sedimentar, promovendo o avanço da linha de costa em direção ao mar (Baptista, 2024). Além disso, a urbanização próxima à costa pode alterar a dinâmica sedimentar local, conforme demonstrado nos estudos de Andrade, Souza e Souza Filho (2024) e Silva (2022).

Figura 20 - Aerofotografia do povoado e arenitos.



Fonte: Acervo da autora (2024).

Vale ressaltar que mesmo apresentando esses valores, influenciados pela presença da barreira rochosa, a estreita planície costeira não consegue barrar a ação de ondas, as estruturas de contenção podem ser danificadas pelo mar e ameaçar as edificações do povoado. O setor A, onde está a área urbana, apresenta também tendências de estabilidade e retrogradação da linha de costa, porém com taxas baixas.

A erosão mostra-se em pequenos trechos da área urbana, próximos a uma voçoroca e onde a proteção natural e artificial é menor, sofrendo a ação mais direta e intensa das ondas. A estabilidade neste setor foi classificada em trechos que apresentam maior espaçamento entre as camadas de arenito, diferentemente do setor com progradação onde os *beach rocks* são contínuos. Ademais, a geomanta presente nas casas desabitadas, a presença de vegetação rasteira e blocos colapsados próximos da base da falésia podem contribuir para oferecer maior proteção e estabilidade à linha costeira.

O setor B, localizado na porção central da área, não possui estruturas de contenção artificiais, mas demonstrou maior estabilidade da linha costeira. Além da presença de arenitos (Figura 24), a configuração geomorfológica contribui para a estabilização da linha.

A ocorrência de depósitos de *tálus*, rampas de colúvio e blocos colapsados na base da falésia forma uma proteção natural, dissipando a energia das ondas e mitigando a erosão costeira.

Figura 21 – Setas indicando arenitos da praia de Lagoa Azeda, com destaque para o setor central (B).

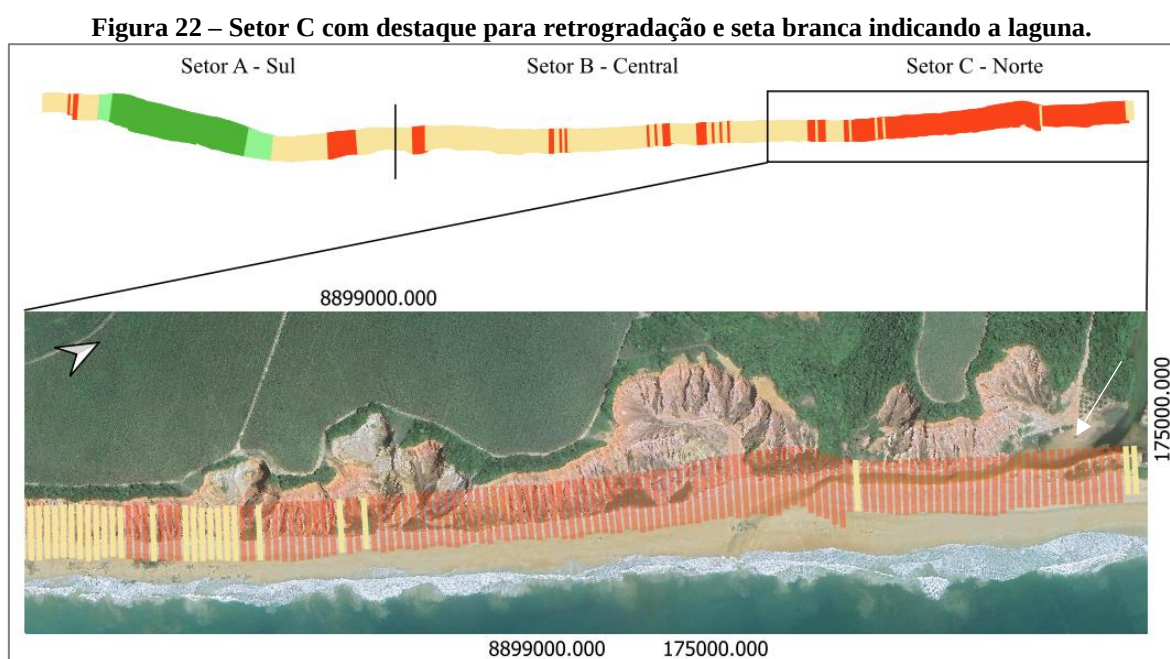


Fonte: Google Earth e acervo da autora (2024).

Entretanto, ainda no setor B, algumas taxas erosivas foram mensuradas, próximas às voçorocas. Ademais, em alguns setores os *beach rocks* estão espaçados e fragmentados, permitindo que a ação de ondas seja mais intensa. O aumento da energia das ondas, combinado com a fragilidade da falésia causada pelo voçorocamento, intensifica a abrasão marinha, causando desgaste das rochas pelas ondas e o solapamento basal.

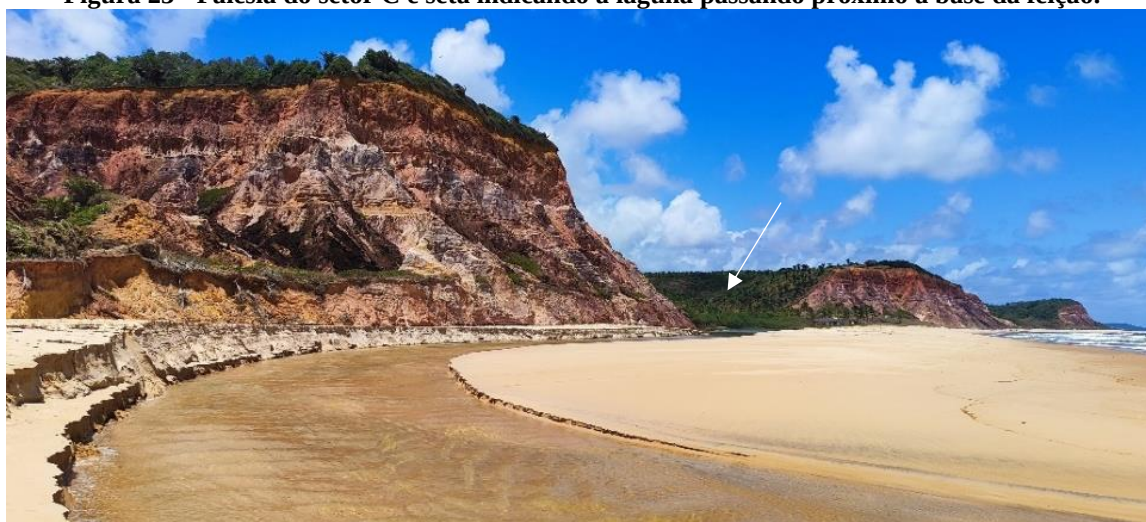
A maior intensidade erosiva está mais concentrada no setor C (Figura 25). Essa variação da estabilidade para a erosão se relaciona com a diminuição e fragmentação dos *beach rocks*, os blocos colapsados são menores, assim como há menor presença de depósitos de *tálus*. Soma-se à ação marinha uma intensa denudação de natureza fluvial e pluvial, combinadas, derivadas principalmente da canalização artificial de fluxos superficiais promovida pelo cultivo de cana-de-açúcar no topo dos tabuleiros costeiros.

O setor C apresenta uma intensificação dos processos erosivos, classificada com alto risco para movimentos de massa. Essa variação em relação ao setor B, mais estável, está relacionada à diminuição da presença dos *beach rocks* e dos processos citados anteriormente, o que diminui a proteção da falésia. Adicionalmente, os fluxos pluvial e fluvial em direção ao mar (Figura 26), intensificam a denudação na base do perfil e contribui com a realocação de sedimentos, intensificando a erosão na área de encontro com a base da falésia.



Fonte: Elaborado pela autora com base no *Google Earth* (2024).

Figura 23 - Falésia do setor C e seta indicando a laguna passando próximo à base da feição.



Fonte: Acervo da autora (2024).

O estudo de Novaes, Lobo e Ranieire (2024) na costa amazônica brasileira identificou alta erosão nas praias com falésias ativas e a justificativa se remete à relação

fluvio-marinha com uma série de fatores antropogênicos, semelhantes com o resultado da presente pesquisa. A interação entre o rio e o oceano desempenha contribuição na erosão costeira neste setor. A depender da direção da migração da foz do rio, pode haver redução na quantidade de sedimentos depositados pelo rio, tornando a erosão costeira mais intensa.

O *End Point Rate* foi utilizado para avaliar as variações da linha de costa de Lagoa Azeda e em diversas regiões costeiras do Brasil, mostrando-se promissor para identificar erosão, estabilidade e acreção (Silva; Diniz; Ferreira, 2024). Entretanto, o EPR é um método que pode ignorar tendências erosivas ou deposicionais de outros períodos (Andrade; Souza; Souza Filho, 2023), considera poucas linhas de costa, sugerindo-se o monitoramento contínuo, a longo prazo, o que não constituiu objetivo da pesquisa.

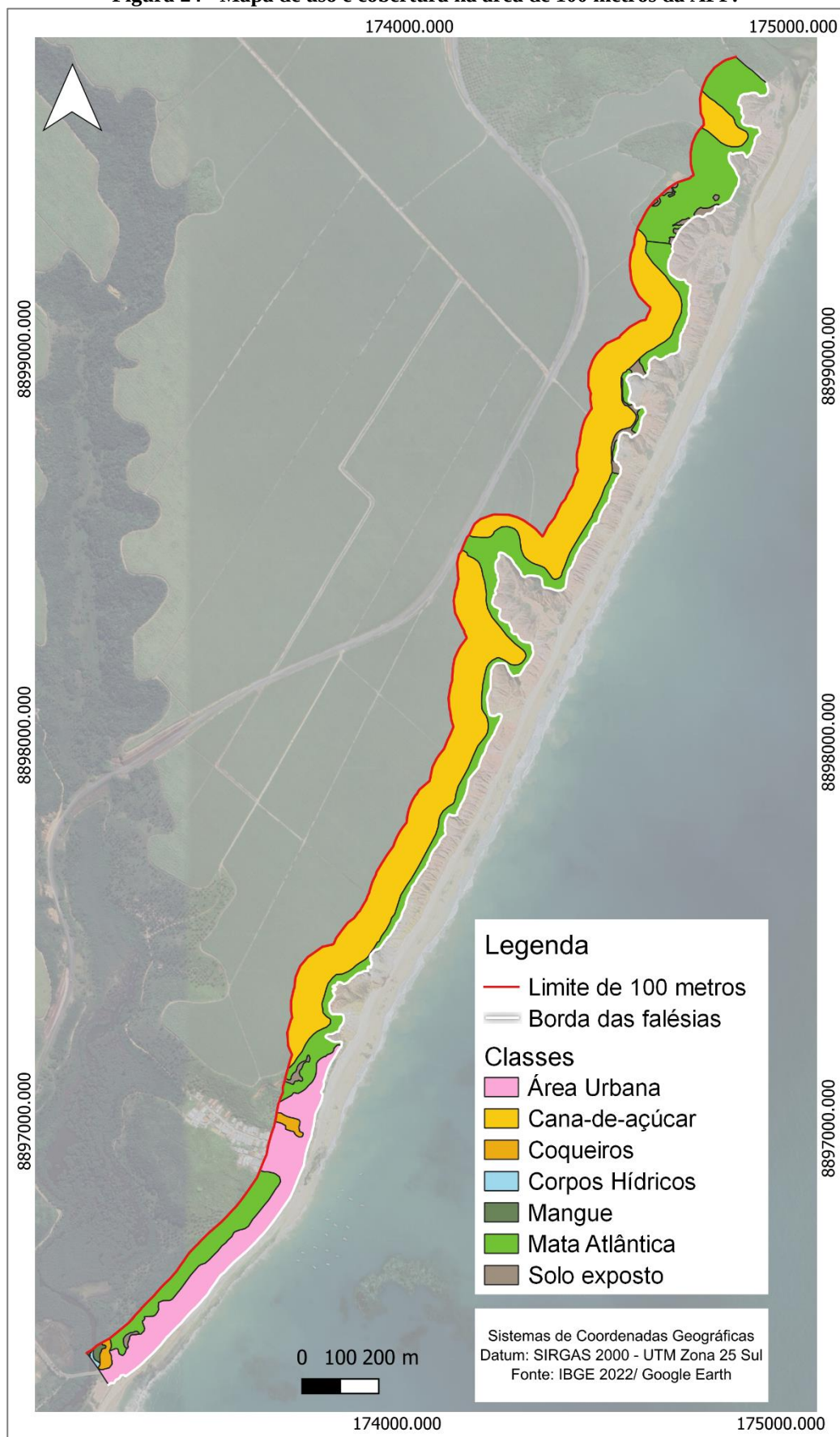
4.2 Avaliação de uso e cobertura das terras

A Lei federal n.º 7.803, de 18 de julho de 1989 especificava em seu Art. 2º, inciso “g) nas bordas dos tabuleiros ou chapadas, a partir da linha de ruptura do relevo, em faixa nunca inferior a 100 (cem) metros em projeções horizontais”, o mesmo limite que consta na Lei n.º 4.771, de 15 de setembro de 1965 e no novo Código Florestal (Lei n.º 12.651). O Plano Diretor de Jequiá (Lei Municipal n.º 101, de 30 de dezembro de 2009) inclui as falésias na Zona de Preservação Ambiental – ZPA e consente com a delimitação citada acima.

São alguns dos objetivos da ZPA: I - preservar, proteger e recuperar o ambiente com usos compatíveis; II - conservar a vegetação nativa; III - implantar atividades turísticas, recreativas e culturais, estabelecendo critérios para mitigar ou evitar os impactos ambientais; IV - estabilizar as encostas e falésias, para o controle da erosão; VII - conservar os ecossistemas, em condições que assegurem a qualidade ambiental (Brasil, 2009).

Em Lagoa Azeda, as plantações de cana-de-açúcar estão localizadas principalmente nos topos dos tabuleiros costeiros (Figura 27), desde a chegada do PROÁLCOOL na década de 70/80 (Souza, 2021). Nessas circunstâncias, o Código Florestal (2012) permite as plantações antigas, conforme é mencionado: “Art. 61-A. Nas Áreas de Preservação Permanente, é autorizada, exclusivamente, a continuidade das atividades agrossilvipastoris, de ecoturismo e de turismo rural em áreas rurais consolidadas até 22 de julho de 2008.”

Figura 24 - Mapa de uso e cobertura na área de 100 metros da APP.



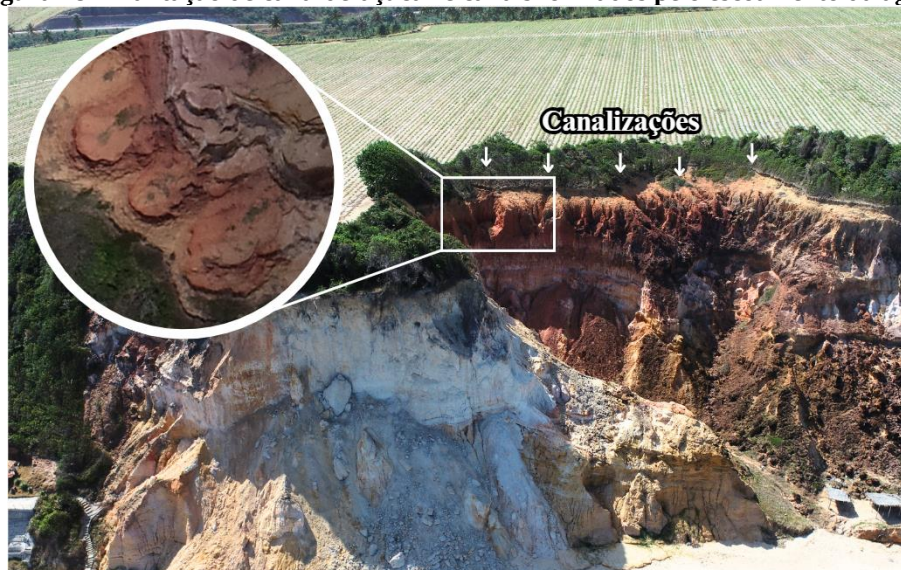
Fonte: Elaborado pela autora (2024).

No mapeamento, foram geradas sete classes dentro dos 100 metros a partir das bordas das falésias, a área total possui 45,293 hectares (ha). A classe com destaque é a cana-de-açúcar (22,235 ha - 49,1%), em segundo lugar estão os resquícios de Mata Atlântica (15,383 há - 34%) próximas às bordas, a área urbana (6,281 ha - 13,9%) onde está situado o Povoado de Lagoa Azeda, solo exposto (0,795 ha - 1,8%), coqueiros (0,464 ha - 1,0%), mangue (0,093 ha - 0,2%) e corpos hídricos (0,042 ha - 0,1%).

Segundo Bezerra *et al.* (2022), no Brasil, os usos inadequados do solo em áreas de falésia desencadeiam uma série de processos que comprometem a estabilidade dessas formações. A remoção da vegetação nativa, a compactação e a impermeabilização do solo, resultantes das atividades humanas, elevam a susceptibilidade das falésias à erosão e aos movimentos de massa.

No caso de Lagoa Azeda, a implantação da cana-de-açúcar desenvolveu problemas ambientais na área, a exemplo da supressão da Mata Atlântica e o rearranjo dos processos morfodinâmicos superficiais, dando origem ou intensificando processos geradores de cicatrizes erosivas (Figura 28). A vegetação nativa tem como uma de suas funções ecossistêmicas a proteção do solo frente a denudação, favorecendo o aumento da evapotranspiração e diminuição da infiltração da água no solo, reduzindo o escoamento superficial (Fiorese, 2020). No entanto, com o desmatamento que a área sofreu, o solo fica mais vulnerável à ação da precipitação e de canalizações artificiais do cultivo da cana.

Figura 28 - Plantação de cana-de-açúcar e canais formados pelo escoamento da água.



Fonte: Elaborado pela autora (2025).

Atividades agrícolas sem o planejamento adequado podem desencadear ou intensificar processos de ravinamento e voçorocamento. Em Lagoa Azeda, há cicatrizes

evidentes nas falésias estudadas. Através das imagens de satélites mais recentes, observa-se que o escoamento excedente da irrigação do cultivo é direcionado para as voçorocas, isso mostra que a drenagem da cana-de-açúcar tem ligação direta com a aceleração do voçorocamento da área e contribui com a desestruturação das falésias (Figura 29).

Figura 29 - Voçoroca com material em processo de deslocamento.



Fonte: Elaborado pela autora (2024).

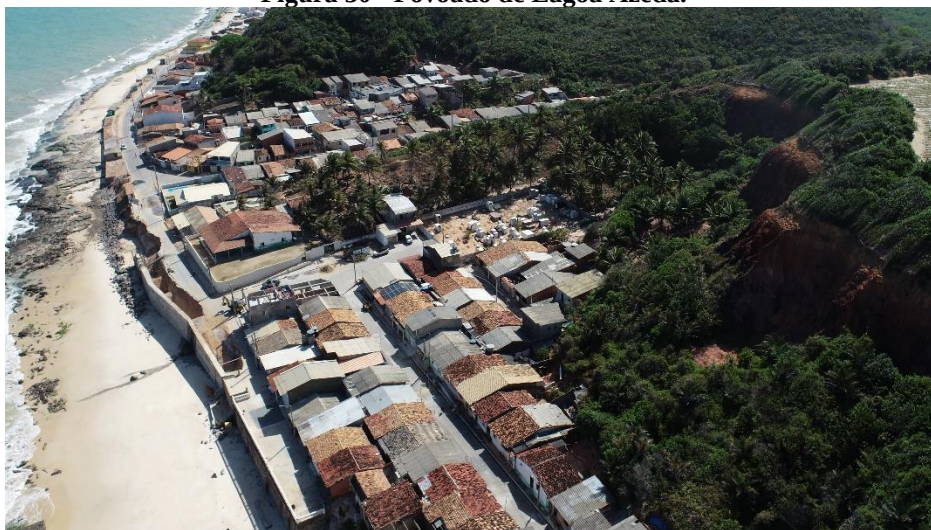
Essa relação entre monocultura e erosão também pode ser notada nos resultados do estudo de Marcatto, Silveira e Fontana (2022) realizado no Paraná. Os autores destacam os impactos negativos desse sistema de cultivo na qualidade e estabilidade dos solos, especialmente devido à pulverização dos agregados durante as operações de preparo do terreno. Nos estados de Pernambuco e da Paraíba, Freitas, Silva e Furrier (2020) afirmam que a atividade canavieira intensifica os movimentos de massa, ravinas e voçorocas, resultando em marcas visíveis na paisagem.

No setor sul, a classe com maior destaque é a área urbana, onde o Povoado de Lagoa Azeda foi construído, principalmente sobre rampas de colúvio, leques coluviais resultantes da denudação das paleofalésias à montante, próximo às falésias ativas e inativas. Assim como o desmatamento, a ocupação desordenada na área também intensifica a instabilidade das falésias. Diante do risco de colapso, algumas residências foram desocupadas, mas as estruturas ainda permanecem sobrecarregando a encosta e o despejo dos efluentes são realizados diretamente sobre a falésia.

Destaca-se que os moradores de Lagoa Azeda, em sua grande maioria, dedicam-se à pesca e atividades coletoras. Sobre a ocupação de povos tradicionais em APPs, o Código Florestal (2012) institui a possibilidade de “construção de moradia de agricultores familiares,

remanescentes de comunidades quilombolas e outras populações extrativistas e tradicionais em áreas rurais, onde o abastecimento de água se dê pelo esforço próprio dos moradores”. Entretanto, apesar da comunidade ser formada principalmente por povos tradicionais, o Povoado não se enquadra na menção citada, pois, segundo o Plano Diretor de Jequiá (2009), Lagoa Azeda (Figura 30) é uma Zona de Consolidação Urbana (ZCU).

Figura 30 - Povoado de Lagoa Azeda.



Fonte: Acervo da autora (2024).

A Zona de Consolidação Urbana, presente no Plano Diretor, tem predominância de uso residencial, sendo destinada à criação e manutenção de moradias para as populações tradicionais, com alguns equipamentos de infraestruturas urbanas. A ZCU tem os objetivos de estimular a construção de residências para a comunidade tradicional local, ampliar as infraestruturas garantindo a acessibilidade urbana, qualificar o aspecto paisagístico e urbanístico dos núcleos existentes e planejar, a longo prazo, a remoção ou manutenção das construções localizadas em APPs, considerando os casos excepcionais estabelecidos pela resolução do CONAMA n.º 369/2006 (Brasil, 2009).

O CONAMA (2006) institui que a intervenção ou supressão da vegetação em APP pode ser realizada para ocupações de baixa renda majoritariamente residenciais, assim como, as ocupações consolidadas até a data de 10 de julho de 2001 podem ser regularizadas. Isso significa que as edificações estruturadas em áreas de preservação em Lagoa Azeda podem permanecer de maneira legal. No entanto, isso não anula o fato de a comunidade estar sujeita a riscos geomorfológicos desencadeados principalmente pelo avanço da erosão costeira.

Sobre o limite da preservação ambiental marítima, o Plano Diretor (2009) menciona que “[...] a faixa corresponde a 200 metros em áreas não urbanizadas e 50 metros em áreas

urbanizadas como em Lagoa Azeda, conforme Decreto Federal nº 5.300/ 2004, que institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro”. Nestas circunstâncias, o limite instituído pela Lei não é adotado em Lagoa Azeda, sendo a faixa de limite menor do que é recomendado, porém, o Decreto menciona que o limite pode ser alterado nas seguintes situações:

- I - Dados que indiquem tendência erosiva, com base em taxas anuais, expressas em períodos de dez anos, capazes de ultrapassar a largura da faixa proposta;
- II - Concentração de usos e de conflitos de usos relacionados aos recursos ambientais existentes na orla marítima;
- III - Tendência de avanço da linha de costa em direção ao mar, expressa em taxas anuais; e
- IV - Trecho de orla abrigada cujo gradiente de profundidade seja inferior à profundidade de dez metros. (Brasil, 2004).

O Decreto citado sugere que a faixa de limite pode ser alterada em situações como concentração de usos e conflitos relacionados aos recursos ambientais da orla marítima, a pesca é uma das atividades primárias em Lagoa Azeda e se encaixa no item II. Dessa forma, essa atividade pode ser vista como um uso significativo dos recursos naturais da região, e a faixa de proteção pode ser ajustada de acordo com as características locais e os impactos decorrentes dessas atividades.

Uma análise da legislação aplicada à tomada de decisões na área costeira, considerando as três esferas de gestão: União, Estados e Municípios, revela a complexidade, lacunas e, por vezes, as contradições no ordenamento territorial das áreas de falésias. Esse cenário frequentemente resulta em processos de judicialização e ocupação desordenada, aumentando os riscos e a probabilidade de acidentes (Maia, Amorim, Meireles, 2022).

Em relação às outras classes: solo exposto e coqueiros, estão presentes em pequenos hectares da APP. O intenso desmatamento no passado e o uso intensivo do solo costeiro, somados ao incumprimento da legislação, geram problemáticas ambientais severas. Para Medeiros *et al.* (2024), compreender as interações entre o uso das terras e as características geomorfológicas é fundamental para o planejamento territorial, especialmente em APPs, onde as interações apresentam maior complexidade.

4.3 Classificação morfológica das falésias de Lagoa Azeda

As falésias próximas ao Povoado, não foram classificadas devido à falta de visibilidade proporcionada pelas obras de contenção, com exceção do ponto 1 (Quadro 5). Essas feições são mais novas e menores, em relação às feições da parte central e norte, sendo estruturadas em depósitos derivados da erosão da Formação Barreiras. Segundo a SGB

(2016), as feições mais recentes têm altura de 8 metros e inclinação de 80° aproximadamente. Ao norte do Povoado, as falésias são mais altas e sofrem mais com a abrasão marinha devido à inexistência de medidas de contenção.

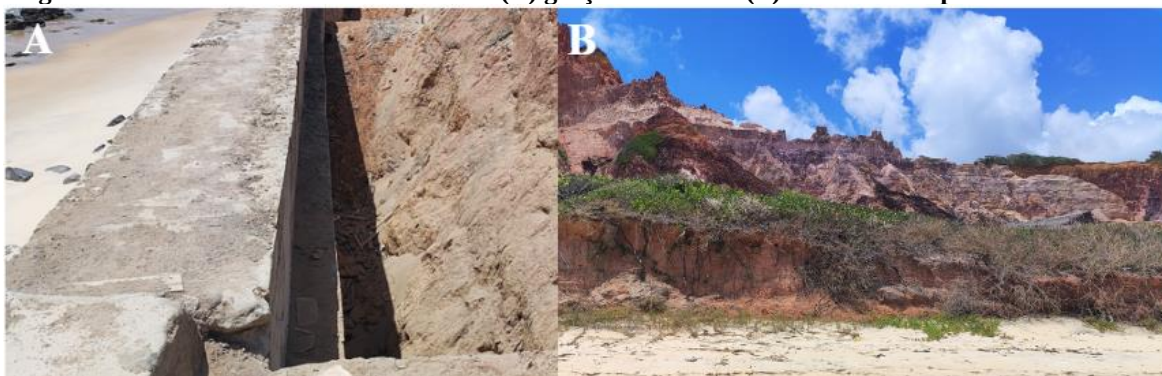
Quadro 5 - Classificação morfológica das falésias de Lagoa Azeda.

Pontos	Classificação	Ativa/Inativa
1	Escalonada	Ativa
2	Não identificada	Inativa por contenções
3	Não identificada	Inativa por contenções
4	Não identificada	Inativa por contenções
5	Não identificada	Inativa por contenções
6	Não identificada	Inativa por contenções
7	Escalonada e carstificada	Ativa
8	Escalonada	Ativa
9	Escalonada e carstificada	Ativa
10	Dissecada e carstificada	Ativa
11	Dissecada e carstificada	Ativa
12	Dissecada	Ativa
13	Dissecada	Ativa
14	Dissecada e carstificada	Ativa
15	Dissecada e carstificada	Ativa
16	Dissecada e carstificada	Ativa
17	Dissecada	Ativa
18	Dissecada e carstificada	Inativa
19	Dissecada	Ativa
20	Dissecada	Ativa

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

As falésias dos pontos 2 ao 6 foram consideradas inativas por não terem contato com o mar. No entanto, essa proteção ocorre graças à obra de contenção (Figura 31 A), iniciada no ano de 2024, pode-se dizer que é uma inatividade momentânea, devido à possibilidade de as medidas estruturais serem retiradas pela erosão costeira. As falésias do ponto 18, diferente das feições inativas dos pontos iniciais, são consideradas inativas devido aos depósitos à sua frente, é uma proteção natural contra o ataque marinho (Figura 31 B).

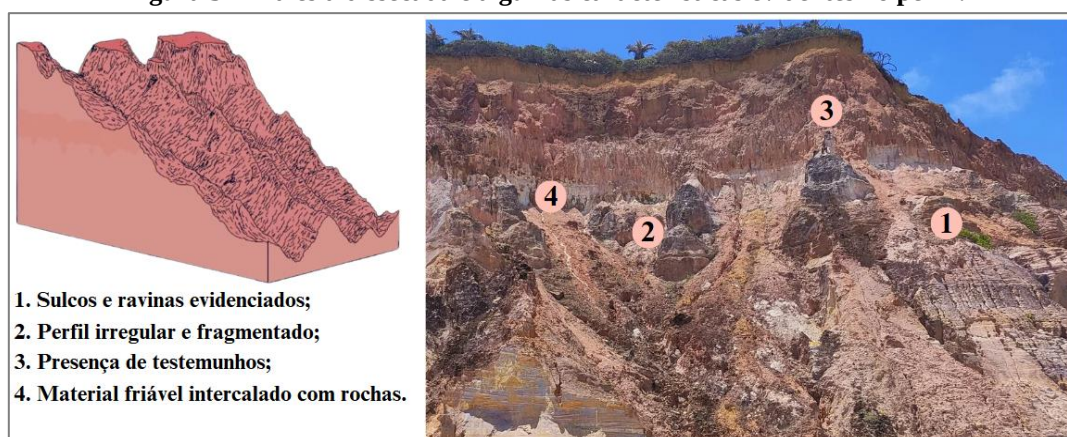
Figura 25 - Falésias sem contato marinho: (A) graças ao muro e (B) devido aos depósitos à sua frente.



Fonte: Acervo da autora (2024).

O levantamento geomorfológico revelou a predominância de falésias dissecadas carstificadas, com presença menor daquelas escalonadas, e a inexistência de falésias íngremes. As falésias dissecadas concentram-se no setor norte e central da área de estudo, são caracterizadas por um relevo fortemente entalhado, resultante da ação erosiva da água (Figura 32). A composição sedimentar das feições, permeável e fraturada, facilita a infiltração da água, intensificando os processos de intemperismo e remoção de material, por meio do transporte superficial de detritos e corridas de lama.

Figura 32 - Falésia dissecada e algumas características evidentes no perfil.



Fonte: Esquema construído com acervo da autora e adaptação da ilustração de Maia, Barbosa e Lima (2024).

Além dos processos morfodinâmicos desenvolvidos pela precipitação e ação eólica, tem-se também a irrigação da cana-de-açúcar nos topos dos tabuleiros e a supressão significativa da vegetação nativa. Para Maia, Barbosa e Lima (2024), a combinação de tais aspectos resulta em várias reentrâncias, saliências e desníveis gerados pelo desgaste diferencial das camadas sedimentares. A falésia dissecada é mais suscetível, sobretudo à erosão pluvial, pois a base está mais projetada e o topo encontra-se fragmentado.

As falésias escalonadas (Figura 33) localizam-se próximo ao Povoado de Lagoa Azeda e parcialmente no setor central. Essas feições mostram que o processo erosivo acontece em níveis distintos. A maior resistência de algumas camadas à erosão promove a formação de patamares estruturais, enquanto as camadas superiores, mais suscetíveis a processos subáreas, sofrem maior desgaste e movimentos de massa, originando depósitos de *tálus*. Essa morfologia em degraus são o resultado da variação na resistência das rochas e da ação seletiva dos processos erosivos.

No caso das falésias carstificadas de Lagoa Azeda, a dissolução química acontece somente nos topos das feições, por esse motivo nenhuma delas foi classificada somente por carstificação. Segundo Amorim e Maia (2022), a presença de vegetação na parte superior

das falésias contribui para a acidificação da água, em virtude da decomposição da serapilheira. No entanto, na área de estudo, a vegetação é escassa, por outro lado, o desenvolvimento da agricultura é intenso e antigo.

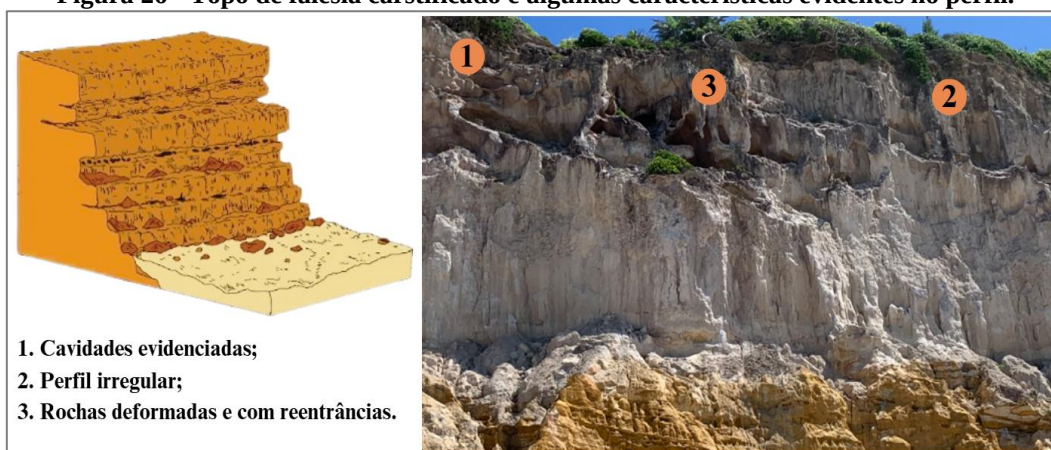
Figura 33 - Falésia escalonada e algumas características evidentes no perfil.



Fonte: Esquema construído com acervo da autora e adaptação da ilustração de Maia, Barbosa e Lima (2024).

Como já mencionado, o uso e cobertura de terras na área de estudo é voltado principalmente para monocultura de cana-de-açúcar, ademais as feições possuem declividade acentuada, desmatamento e elevada suscetibilidade à erosão. Segundo Silva, Santos e Foleto (2013), áreas com essas características são mais propensas à contaminação por agrotóxicos e fertilizantes, gerando perda de nutrientes do solo e intensificação dos processos de intemperismo químico (Figura 34).

Figura 26 - Topo de falésia carstificada e algumas características evidentes no perfil.



Fonte: Esquema construído com acervo da autora e adaptação da ilustração de Maia, Barbosa e Lima (2024).

A ocorrência das tipologias de falésias dissecadas e escalonadas com porções superiores carstificados na área é o resultado da complexa interação entre fatores naturais e

antrópicos. A remoção da cobertura vegetal nativa, associada à intensa precipitação e à irrigação na cultura da cana-de-açúcar, acelera os processos erosivos. A heterogeneidade litológica, caracterizada por diferentes composições e distribuições das rochas sedimentares, influencia na morfologia das falésias e no desenvolvimento de ravinas e voçorocas.

Conforme a metodologia adaptada por Maia, Barbosa e Lima (2024), os processos erosivos atuantes na área de Lagoa Azeda apresentam complexidade. As análises indicam que as falésias são mais suscetíveis aos processos erosivos subaéreos do que aos marinhos. Essa diferenciação é atribuída à proteção relativa da base da falésia por estruturas de contenção, blocos colapsados, resquícios de vegetação e *beachrocks*, enquanto o topo, com cobertura e uso inadequados e sem proteção significativa, encontra-se mais passível aos processos erosivos.

4.4 Classificação e mapeamento dos níveis de risco geomorfológico

Em 2016, a SGB realizou um estudo, uma ação emergencial em Jequiá da Praia para identificar os níveis de riscos a movimentos de massa e inundação. Onde a região da Lagoa Azeda foi classificada como de risco muito alto (R4). Já no início do ano de 2024, foi publicado no Diário Oficial dos Municípios do Estado de Alagoas n.º 2288 que a erosão costeira acentuada está comprometendo significativamente a infraestrutura local e colocando em risco iminente a segurança e o bem-estar de toda a comunidade (Brasil, 2024). Em decorrência da situação referida, no mesmo ano foi iniciada a obra de contenção (Figura 35) com intuito de diminuir os danos causados pela erosão no Povoado de Lagoa Azeda.

Figura 27 - Construção do muro de contenção.



Fonte: Acervo da autora (2024).

O muro de contenção foi construído na porção norte do Povoado, em frente às falésias. Dessa maneira, a ação marinha deve ser atenuada e/ou desacelerada. Diferente do estudo anterior realizado pelo SGB (2016), onde o risco foi classificado como muito alto, nesta pesquisa a classificação do Povoado tem risco baixo (25%), com exceção do ponto 20, classificado como muito alto. Essa mudança e diminuição do risco se justificam pelas construções do muro de contenção. No ano de 2023 (Figura 36 C) alguns setores não possuíam contenção, em 2024 (Figura 36 D) a contenção começou a ser construída.

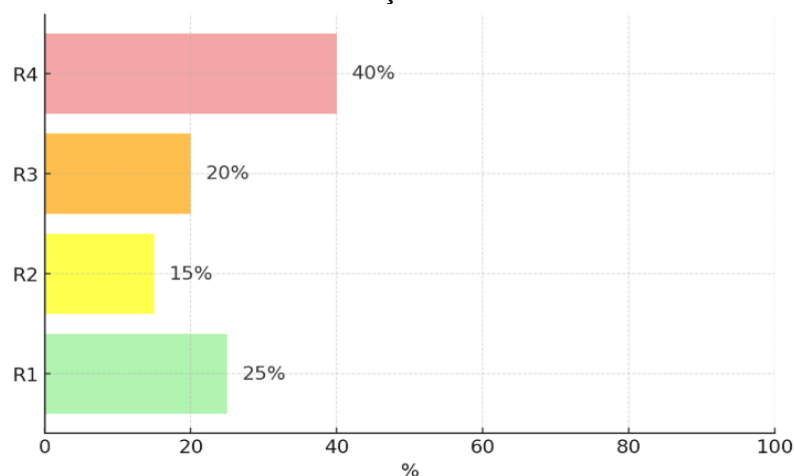
Nos demais setores analisados, o risco foi classificado como médio (15%), alto (20%) e muito alto (40%) (Gráfico 1), nesses setores não há presença de contenções. A classificação do nível médio foi relacionada aos pontos que apresentaram média potencialidade para o desenvolvimento de movimentos de massa, onde há presença de fissuras, porém moderadas. Além disso, as falésias de risco médio estão mais afastadas do mar. A planície é mais alargada e o material predominante em sua formação é de coloração média e escura, com diferentes tons avermelhados. Apesar da altura acentuada, as feições apresentam relativa estabilidade.

Figura 286 - Imagem (C) do ano de 2023 e imagem (D) registrada no ano de 2024.



Fonte: Acervo da autora (2023 e 2024).

Os pontos com classificação de nível alto estão localizados no setor B (central), nesses pontos as falésias possuem muitas fraturas e de fácil visualização. É notório alguns movimentos de massa nas feições, assim como a presença significativa de sinais de alta instabilidade, como cavas, fraturas, material friável e árvores caídas no perfil da falésia. A combinação desses fatores torna a falésia altamente instável, com uma chuva intensa ou ressaca de maré pode desencadear movimentos de massa mais severos, causando desestruturação e elevação do risco geomorfológico.

Gráfico 1 - Distribuição dos níveis de riscos.

Fonte: Elaborado pela autora (2025).

Alguns setores apresentam falésias com aspectos mais caóticos, com blocos de distintas litologias, cores e tamanhos, colapsados e acumulados na base. Essas características são mais evidentes principalmente em falésias com coloração mais clara, com menor taxa de cimentação por óxido de ferro. Essa complexidade estrutural pode criar fraturas (Figura 37 E), facilitando o desprendimento de blocos. Além disso, a inclinação acentuada aumenta significativamente a força da gravidade atuando sobre o material, a maior declividade aumenta o risco de movimentos de massa, especialmente a queda de blocos (Figura 37 F).

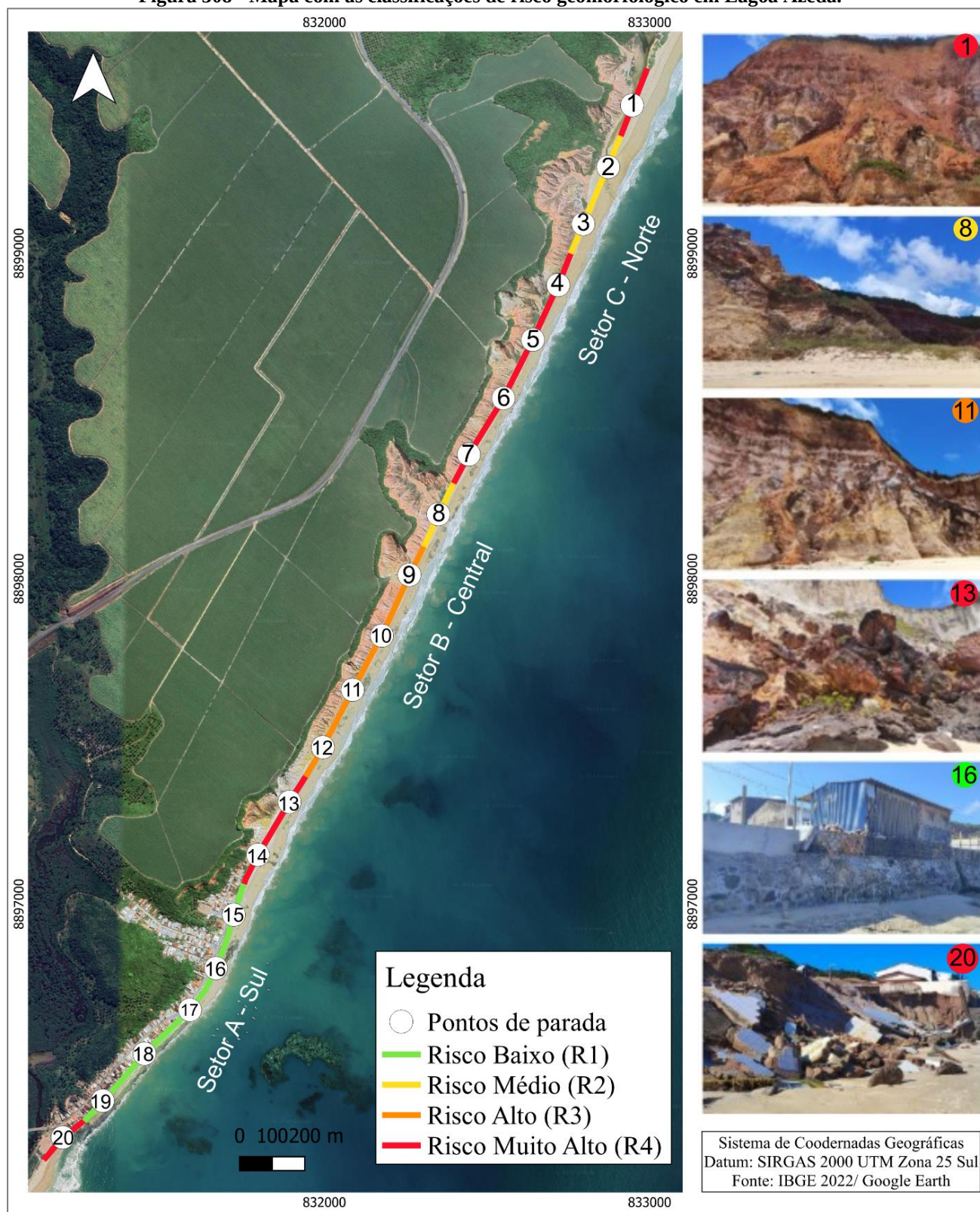
Figura 29 - Falésia com fratura (E - 2023) e blocos colapsados (F - 2024).

Fonte: Acervo da autora (2023 e 2024).

O setor C, ao norte da área, possui mais falésias com risco muito alto (Figura 38), com rochas alaranjadas e avermelhadas, perfil dissecado e movimentos de massa recentes. A maioria das feições de risco muito elevado apresenta cavas na base, além da proximidade com o mar devido à planície estreita, sofrem influência também da laguna ao norte. Os sinais de erosão marinha e subaéreas contínuas desestabilizam a falésia. Esses processos

contribuem para o desencadeamento de movimentos de massa, sendo os mais observados na paisagem: queda de blocos, deslizamentos e rastejos.

Figura 308 - Mapa com as classificações de risco geomorfológico em Lagoa Azeda.



Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Embora o Povoado concentre a maioria da população, atividades recreativas como passeios, trilhas e banhos na laguna são frequentemente realizadas nas proximidades das falésias, localizadas no setor norte, em direção ao município de Roteiro, onde a classificação de Risco 4 foi a mais presente de toda à área. A instalação de barracas e infraestrutura de lazer, nas imediações dessas falésias, tem se tornado prática comum, intensificando a presença de visitantes nas áreas de risco.

Ao avaliar os níveis de risco associados a essas atividades, é relevante considerar tanto a vulnerabilidade natural do ambiente quanto a exposição humana. As marcas encontradas nas falésias (Figura 39) evidenciam a falta de conscientização acerca dos riscos e da importância ambiental e social dessas morfologias na paisagem. Tais atos configuram-se como um desrespeito e vandalismo ao patrimônio natural e constituem prática ilegal, degradando a paisagem.

Figura 39 - Marcas deixadas pelos visitantes na face da falésia.



Fonte: Acervo da autora (2024).

As falésias de Lagoa Azeda apresentam distintos níveis de risco, sendo o muito alto o mais presente. Apesar da construção do muro de contenção no Povoado, faz-se necessário outros tipos de medidas estruturais e não estruturais para que o bem-estar da comunidade e dos visitantes sejam preservados. Como mencionado, algumas atividades turísticas são desenvolvidas e não há nenhuma placa de sinalização indicando perigo próximo às falésias. Embora a setorização de risco seja importante na gestão e mitigação de danos, falésias ativas

estão sendo constantemente retrabalhadas, isso significa que os níveis de risco podem evoluir e, junto a ele, o ideal é que as medidas de prevenção e mitigação aumentem também.

4.5 Propostas de ações e medidas de mitigação

A proposição de medidas de mitigação de riscos não fazia parte da proposição inicial do presente estudo, no entanto, frente aos cenários mapeados e descritos, propõem-se algumas possibilidades nesse sentido. O objetivo de propor medidas mitigadoras para áreas de risco de movimentos de massa em falésias é reduzir os perigos e proteger a população. A prevenção de desastres nessas áreas envolve ações que reduzam os riscos e assegurem a segurança dos habitantes e visitantes. Nesse contexto, a implementação de sistemas de alerta, a realização de estudos geotécnicos prévios e o incentivo a ações que contribuam com processos de educação ambiental são iniciativas essenciais para reduzir os riscos nessas áreas.

Apesar da evidente instabilidade, a ocupação de áreas próximas às falésias é uma realidade na comunidade de Lagoa Azeda e de diversas outras regiões do Brasil. A ocupação envolve diversos aspectos e problemáticas, em alguns casos tem-se o avanço do setor imobiliário e o apelo turístico, por outro lado, existe a ocupação por pessoas de baixa renda, como acontece na área estudada. A presença de residências nas proximidades dessas feições geomorfológicas, naturalmente suscetíveis à erosão e movimentos de massa, agrava a situação de risco, exigindo medidas de mitigação, como as propostas no Quadro 6.

Quadro 6 – Sugestões de medidas de mitigação para Lagoa Azeda.

Medidas de mitigação e prevenção	
1	Frequente avaliação detalhada dos níveis de risco;
2	Monitoramento contínuo da área;
3	Restrições legais e planejamento urbano;
4	Projetos com foco na educação ambiental;
5	Incentivo à conscientização de risco com moradores e turistas;
6	Diálogo entre comunidade e gestão pública;
7	Reflorestamento;
8	Atualização do Plano Diretor de Jequiá da Praia;
9	Placas de sinalização no topo e base da falésia indicando perigo.

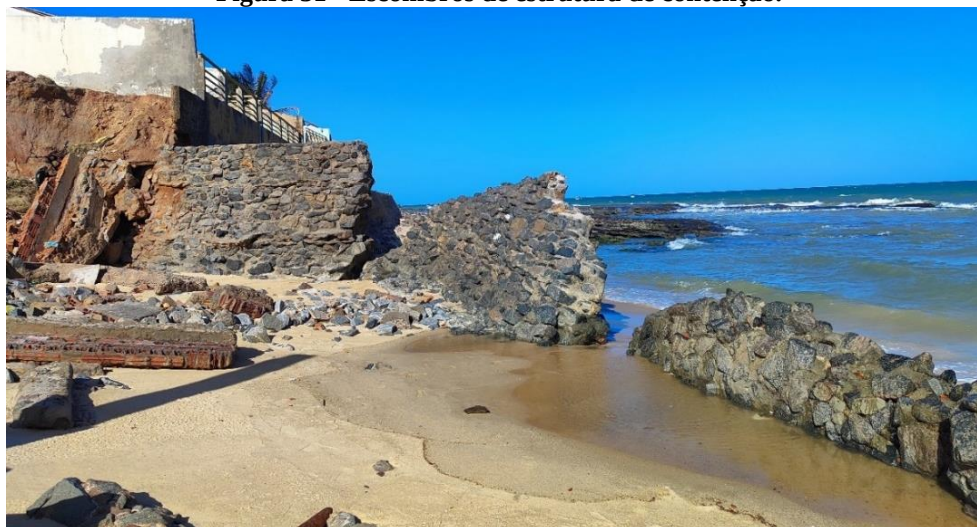
Fonte: Elaborado pela autora com base em Maia, Amorim e Meireles (2021), Projeto Falésias (2021) e Rocha (2023).

Estudos realizados pelo Serviço Geológico do Brasil (SGB) em 2016 corroboram com a necessidade de intervenções estruturais e não estruturais para mitigar os riscos. A instalação de contenções, em conjunto com a implantação de sistemas de drenagem e o

monitoramento constante da área, são medidas técnicas indispensáveis para a mitigação, podendo gerar resultados eficientes e duradouros. A erosão costeira em Lagoa Azeda é um problema recorrente e antigo, espera-se que com a construção do muro de contenção, iniciada em 2024 possa trazer mais segurança à comunidade. No entanto, essa não pode ser a única medida a ser adotada pelo Poder Público, uma vez que não garante a resolução dos problemas locais nem elimina os riscos.

Na atualidade há diversos tipos de estruturas para conter a erosão costeira e também em encostas íngremes, como muros de contenção, espigões, revestimentos, quebra-mares, recifes artificiais, alimentação artificial de praias, geotubos, *rip-raps*, diques, estruturas de enrocamento, paredes de cortina, sistemas de bioengenharia, terraços costeiros, barreiras submersas entre outros. Visto que tais estruturas em geral demandam muito investimento financeiro, devem estar atreladas a estudos detalhados e testes, caso contrário, a erosão pode danificar (Figura 40) rapidamente a contenção, especialmente em alguns setores de Lagoa Azeda onde a erosão é intensa.

Figura 31 - Escombros de estrutura de contenção.



Fonte: Acervo da autora (2024).

Em alguns setores, é notório que a erosão já está danificando estruturas mais antigas, enquanto a contenção atual está em processo de finalização. Dessa maneira, é cedo para avaliar se a estrutura em construção é a mais adequada e eficiente diante das problemáticas locais. No entanto, a lacuna existente entre a falésia e o muro está sendo preenchida com sedimentos e entulhos, material pouco usual (Figura 41). Caso o mar danifique o muro de contenção, a estrutura será facilmente comprometida. Diante disso, ressalta-se a importância

do monitoramento constante da área e avaliações acerca das condições do muro de contenção e se, de fato, está atendendo às necessidades de Lagoa Azeda.

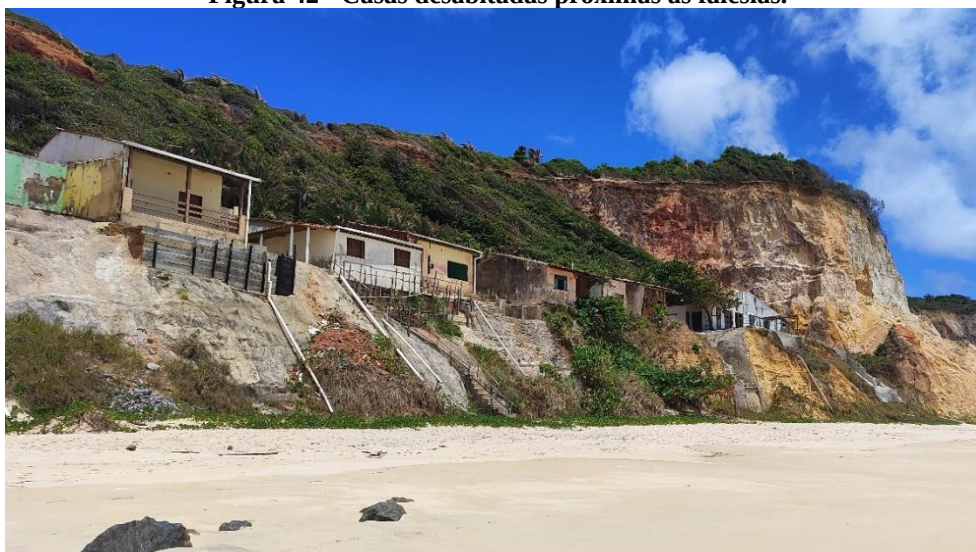
Figura 321 - Lacuna entre falésia e muro de contenção sendo preenchida.



Fonte: Acervo da autora (2024).

Diante desse cenário, a demolição e remoção das residências desocupadas (Figura 42) se configura como uma medida necessária para reduzir a sobrecarga sobre as encostas e minimizar o risco de colapso. Ademais, as tubulações são evidentes em diversos setores do Povoado, o despejo de efluentes é direcionado para a praia, causando degradação ambiental e escavando a base da encosta. Frente a isso, a implementação de sistemas de drenagem adequados é urgente para controlar o escoamento superficial das águas, reduzir a erosão do solo e garantir um manejo de resíduos mais adequado para o Povoado.

Figura 42 - Casas desabitadas próximas as falésias.



Fonte: Acervo da autora (2023).

Paralelamente, o desenvolvimento de políticas de controle urbano, que restrinjam a ocupação de áreas de risco, e a realização de campanhas de educação ambiental são estratégias fundamentais para a prevenção de novas problemáticas. É relevante que o Plano Diretor de Jequiá da Praia seja atualizado afim de nortear o crescimento e a organização do município, englobando as questões de instabilidade e riscos, visando garantir qualidade de vida para seus habitantes.

A conscientização da população local sobre os riscos associados à ocupação de áreas de falésia é importante para garantir a segurança, principalmente pela expansão do Povoado (Figura 43) e incentivo ao turismo em Jequiá. Além da urbanização, Melo-Magalhães, Souza e Lima (2022) mencionam que o turismo vem aumentando e sendo incentivado no Litoral Sul de Alagoas nos últimos anos. Dessa maneira, além da comunidade, é interessante que os visitantes e guias de turismo também estejam atentos às condições locais e os riscos presentes nas falésias. Esses conhecimentos demandam capacitação e ações educativas, as quais devem estar ligadas a rede educacional local.

O diálogo entre o Poder Público, ente planejador, gestor e avaliador das atividades desenvolvidas no município, com o setor empresarial e demais entidades e comunidades é importante no combate a possíveis acidentes, assim como a implantação de placas de sinalização indicando perigo de movimentos de massa e oscilações da maré na área. Essas ações podem ser realizadas em parceria entre a instância administrativa e o corpo social, bem como, o desenvolvimento da conscientização do risco e bem-estar dos moradores locais e turistas por meio da implantação de placas informativas e projetos de valorização das paisagens locais, envolvendo ações educativas, sociais e culturais.

Figura 433 - Residências em processo de construção.



Fonte: Acervo da autora (2024).

O desmatamento da vegetação nativa também é uma problemática antiga que interfere na instabilidade das falésias. Segundo Rocha (2023), a ausência de cobertura vegetal nas falésias exacerba os processos erosivos costeiros. A vegetação desempenha um papel fundamental na estabilização do solo, atuando como uma barreira física natural contra a ação dos agentes erosivos, como precipitação e ventos. Destarte, se os limites estabelecidos pelo Código Florestal (2012) fossem aderidos e o reflorestamento fosse realizado, os movimentos de massa seriam provavelmente amenizados e a área seria beneficiada.

A expansão da monocultura canavieira, associada à ausência de um planejamento ambiental adequado, à falta de fiscalização e controle, tem contribuído para a intensificação dos processos erosivos, contaminação dos recursos hídricos e a perda de biodiversidade. Nesse cenário, a elaboração e implementação de instrumentos de gestão ambiental, como zoneamento ecológico-econômico e planos de manejo, são essenciais para regular a ocupação do solo destinada ao cultivo da cana-de-açúcar e minimizar os impactos ambientais associados a essa atividade (Ferreira e Silva, 2016).

Conforme destacado pelo SGB em 2016, a implementação de medidas de gestão de riscos geomorfológicos em áreas costeiras demanda uma abordagem multidisciplinar e integrada. A combinação de medidas estruturais, como a construção de obras de proteção costeira, e medidas não estruturais, como o planejamento territorial e a educação ambiental, são fundamentais para garantir a segurança da população e minimizar os impactos negativos da erosão costeira e da instabilidade das falésias.

CONCLUSÕES

Conforme estudos prévios, as atividades antrópicas constituem um fator agravante para a instabilidade de falésias, intensificando os processos erosivos e os movimentos de massa. Em consonância com essa premissa, a área de estudo, não se mostrou exceção a essa relação, onde os resultados indicaram uma complexa interação entre fatores naturais e antrópicos contribuindo para a instabilidade das feições.

Além da ação dos processos morfodinâmicos superficiais, o uso e cobertura de terras também influenciam nos processos modeladores das falésias de Lagoa Azeda, especialmente as atividades agrícolas e ocupação desordenada. A área está sujeita a problemas ambientais graves, incluindo erosão costeira, degradação ambiental gerada principalmente pela supressão da Mata Atlântica, despejo irregular de efluentes domésticos e ocupações desordenadas. Diante desse cenário, torna-se importante o estabelecimento de instrumentos de planejamento ambiental que regulem a ocupação das terras e a fiscalização constante.

O desenvolvimento da prática agrícola na área é antigo e, por isso, o Código Florestal (2012) permite a manutenção dessa agricultura na APP. No entanto, em Lagoa Azeda, as plantações de cana-de-açúcar se encontram muito próximas das bordas das falésias, gerando escoamento superficial, exposição e vulnerabilidade ao solo. A agricultura está associada à expansão de ravinas e voçorocas, que impactam diretamente as falésias.

A interação entre fatores antrópicos e naturais resulta em distintas tipologias geomorfológicas. As falésias dissecadas carstificadas predominam na área, enquanto as escalonadas são menos frequentes e a tipologia íngreme é inexistente na praia de Lagoa Azeda. A classificação dessas feições, contribui para o entendimento dos processos erosivos e diagnóstico de risco. As falésias no setor norte apresentam uma planície menor, com maior risco devido à instabilidade causada pela erosão e à falta de proteção basal.

A análise dos níveis de risco indica que a praia de Lagoa Azeda apresenta principalmente risco alto e muito alto. O risco 4 foi classificado na maioria dos pontos analisados, com predominância especialmente no setor norte, onde visitantes e moradores costumam ficar próximas às falésias. Neste setor, essas pessoas estão mais expostas, sem contenções e com sinais de movimentos de massa recentes.

A construção de um muro de contenção no Povoado, iniciado em 2024, reduziu temporariamente o risco para a área urbana, mas os pontos com falésias ativas ainda apresentam grande instabilidade. A área urbana foi classificada com risco baixo graças à construção do muro de contenção e outras proteções. Entretanto, a ocupação desordenada na

área, incluindo residências desabitadas que sobrecarregam a encosta, somada ao despejo inadequado de efluentes, acarreta danos ambientais ao sistema praial.

A legislação ambiental brasileira prevê mecanismos de proteção para as APPs. No entanto, a inobservância dessas normas e a incompatibilidade de regulamentação federal, estadual e municipal resultam em uma fragilidade no sistema de proteção ambiental. A área é habitada principalmente por pescadores, ou seja, comunidades tradicionais, cuja ocupação é permitida por Lei, mesmo convivendo com as condições ambientais locais e possuindo conhecimento sobre as limitações e perigos de seu território, essas pessoas também se encontram expostas aos riscos geomorfológicos.

Diante das condições das estruturas de contenções antigas, as análises realizadas indicam que a construção do muro de contenção pode ser uma solução temporária, que exige monitoramento contínuo. Caso necessário, adaptações devem ser feitas para garantir a durabilidade e a eficácia da estrutura. Além disso, é fundamental implementar outras medidas de controle, especialmente sinalizações de perigo aos movimentos de massa e ressacas de maré, para advertir sobre os riscos, assim como a realização de campanhas de conscientização ambiental.

Espera-se que os dados gerados neste trabalho subsidiem a tomada de decisões, contribuindo para a gestão das falésias e à mitigação dos danos socioeconômicos e ambientais. Dada a relevância paisagística que as falésias possuem e a complexidade da área, sugere-se a continuidade de estudos sobre o tema. Além do incentivo à aplicação de métodos que forneçam informações cada vez mais precisas sobre essas feições, uma vez que dada a sua natureza geomorfológica complexa e muito dinâmica, estão constantemente sendo reafeiçoadas pelos processos erosivos.

REFERÊNCIAS

- AB’SÁBER, A. N. **Formas de relevo**: Texto básico. 1 ed. São Paulo: Edart, 1975. 180 p.
- AB’SÁBER, A. N. **Litoral do Brasil / Brazilian coast**. Tradução Charles Holmquist. São Paulo: Metalivros, 2005. 281 p.
- AGUIAR, E. P. S.; MELO, S. M. C. de; REIS, R. R. V. dos; FREITAS, T. D. M. de. Turismo, Cultura e Semiótica: um estudo aplicado à Rota das Falésias (Ceará/Brasil). **Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento**, São Paulo, v. 10, n. 1, p. 1-10, jan. 2021.
- ALAGOAS EM DADOS. **Perfil municipal**: Jequiá da Praia. Alagoas: SINC, 2023. Disponível em: <https://dados.al.gov.br/catalogo/dataset/2faafe79-05b2-458c-a991-56d3ce383dbc/resource/fd3f5fb8-d79f-4d6a-914b-4b933acac0fa/download/jequia-da-praia.pdf>. Acesso em: 17 mai. 2024.
- ALMEIDA FILHO, G. Uso das terminologias de processos erosivos lineares dos tipos ravina e voçoroca. **Revista Geonorte**, v. 5, n. 23, p. 693–699, out. 2014.
- ALMEIDA, A. F.; JARDIM, M. A. Atuação da comunidade local nas políticas públicas de desenvolvimento socioeconômico e ambiental. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v. 12, n. 5, p. 1823-1834, jun. 2019.
- AMARO, V. E.; CARVALHO, R. C.; MATOS, M. de F. A. de, INGUNZA, M. D. P. D.; SCUDELARI, A. C. Avaliação da suscetibilidade do solo à erosão nas falésias do Litoral Oriental do estado do Rio Grande do Norte. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, São Paulo, v. 22, n. 1, p. 1-23, jan.-mar. 2021.
- ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Estudos hidrogeológicos para subsidiar a gestão sustentável dos recursos hídricos subterrâneos na região metropolitana de Maceió**. 2. ed. Brasília: ANA, 2011. 160 p.
- ANA. Agência Nacional de Águas. **Mudanças Climáticas e Recursos Hídricos**: avaliações e diretrizes para adaptação. Brasília: ANA, 2016. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/gestao-das-aguas/panorama-das-aguas/mudancas-climaticas-recursos-hidricos>. Acesso em: 20 de fev. 2024.
- ANDRADE, E.de L. **Áreas de risco ambiental aos acidentes com transporte rodoviário de produtos perigosos no trecho alagoano da rodovia BR-101: uma proposta metodológica**. 2016. 192 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geografia, Desenvolvimento e Meio Ambiente, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2016.
- ANDRADE, E. de L.; SOUZA, M. A. de L.; SOUZA FILHO, M. A. de L. Monitoramento da evolução morfológica da praia de Costa Brava, Alagoas, Brasil após construção de dissipador de energia bagwall. **Revista Contexto Geográfico**, Maceió, v. 9, n. 19, p. 18–33, jul. 2024.
- ARAÚJO, R. S.; SILVA, G. V.; FREITAS, D.; KLEIN, A. H. F. Georreferenciamento de fotografias aéreas e análise da variação da linha de costa. In: ALCÁNTARA-CARRIÓ, J.;

CORREA, I.; ISLA, F. (eds) **Métodos de teledetecção aplicados à prevenção de riscos naturais no litoral**. 1. ed. CYTED: Madri, 2009. p.123-138.

ARAÚJO, T. C. M.; SANTOS, R. C. A. L.; SEOANE, J. C. S.; MANSO, V. A. V. Alagoas. In: MUEHE, D. (org.). **Erosão e progradação no litoral brasileiro**. 1. ed. Brasília: MMA, 2006. p. 197-212.

ARTAXO, P. As três emergências que nossa sociedade enfrenta: saúde, biodiversidade e mudanças climáticas. **Estudos avançados**, São Paulo, v. 34, p. 53-66, set./dez. 2020.

BAÍÁ, L. B.; RANIERI, L. A.; ROSÁRIO, R. P. Análise multitemporal da variação da linha de costa em praias estuarinas do nordeste do Pará. **Geociências**, São Paulo, v. 40, n. 1, p. 231-244, mar. 2021.

BARROS, J. G. do C. **Glossário de termos geológicos e ambientais aplicados às geociências**. 1 ed. Brasília: ESMPU, 2006. 138 p.

BASTOS, F. de H. MAIA, R. P. CORDEIRO, A. M. N. **Geografia geomorfologia**. 1. ed. Fortaleza: Eduece, 2019. 138 p.

BAPTISTA, E. M. C.; HORN FILHO, N. Relação dos recifes de arenito com a geomorfologia costeira do litoral piauiense. **Revista Geonorte**, Amazonas, v. 5, n. 15, p. 140-145, out. 2014.

BAPTISTA, E. M. C. Interações geoecológicas dos recifes de arenito na paisagem litorânea piauiense. **Espaço em Revista**, Catalão, v. 26, n. 1. jan./jun. 2024, p. 230-254.

BEZERRA, K. dos S.; SILVA, L. M. da.; FONSECA FILHO, R. E.; BRAGA, S. de S. Impactos da atividade turística nas falésias de Camocim, Ceará. **Revista Turismo: Estudos & Práticas (RTEP)**, Mossoró, v. 11, n. 2, jul./dez. 2022.

BIRD, E. **Coastal geomorphology: an introduction**. 2. ed. Chichester: John Wiley & Sons, 2008. 405 p.

BITAR, O. Y. **Cartas de suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa e inundações - 1:25.000**: nota técnica explicativa. São Paulo: IPT. Brasília: SGB, 2014. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/suscetibilidade/Nota_Tecnica_Explicativa_Carta_Suscetibilidade.pdf>. Acesso em: 06 mai. 2024.

BOAK, E.H.; TURNER, I.L. Shoreline definition and detection: A review. **Journal of Coastal Research**, Florida, v.21, n.4, p.688-703, jul. 2005.

BOHRER, C. G. Projeto Orla e o olhar prospectivo sobre o desenvolvimento sustentável na zona costeira. **Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade**, Curitiba, v. 12, n. 25, p. 46-63, dez. 2023.

BRAGA, C. A. F. **Comparação entre métodos de classificação para elaboração de mapas de uso e ocupação da terra do município da Campina do Monte Alegre**. 2023.

21 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal de São Carlos, São Paulo, 2023.

BRASIL, Estado de Alagoas Prefeitura Municipal de Jequiá da Praia, de 29 de abril de 2024. **Diário Oficial**. Disponível em: <https://www.diariomunicipal.com.br/ama/>. Acesso em 29 abr. 2024.

BRASIL. **Conselho Nacional do Meio Ambiente**, CONAMA. Resolução CONAMA nº 303 de 20 de março de 2002. Disponível em: https://conama.mma.gov.br/index.php?option=com_sisconama&task=documento.download&id=18409. Acesso em 11 jun. 2024.

BRASIL. **Decreto nº 5.300, de 07 de dezembro de 2004**. Regulamenta a Lei no 7.661, de 16 de maio de 1988, que institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro – PNGC [...]. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2004/Decreto/D5300.htm. Acesso em: 25 abr. 2024

BRASIL. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012**.. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm. Acesso em: 01 out. 2023.

BRASIL. **Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965**. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l4771.htm. Acesso em: 08 out. 2024.

BRASIL. **Lei nº 7.803, de 18 de julho de 1989**. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L7803.htm#art1. Acesso em: 10 out. 2024.

BRASIL. **Lei nº 7.803, de 18 de julho de 1989**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l7803.htm. Acesso em: 17 abr. 2024.

BULHÕES, E. Erosão costeira e soluções para a defesa do litoral. In: MUEHE, D.; LINS-DE-BARROS, F. M.; PINHEIRO, L. (orgs.) **Geografia Marinha: oceanos e costas na perspectiva de geógrafos**. 1 ed. Rio de Janeiro: PGGM, 2020. p. 655-688.

CÂMARA, I. F.; SILVA, R. R. Mapeamento e evolução da ocupação irregular em falésias do litoral leste cearense, nordeste do Brasil. **Revista Geociências**, São Paulo, v. 40, n. 4, p. 1033-1046, fev. 2021.

CASAGRANDE, A.; SILVA JÚNIOR, P.; MENDONÇA, F. de A. Mudanças climáticas e aquecimento global: controvérsias, incertezas e a divulgação científica. **Revista Brasileira De Climatologia**, Curitiba, v. 8. n. 2, p. 30-44, jan./jun. 2021.

CASTRO, L.C. de. **Glossário de Defesa Civil**: estudos de riscos e medicina de desastres. 1. ed. Brasília: MINISTÉRIO DO PLANEJAMENTO E ORÇAMENTO – MPO, 1998. 283p.

CHACANZA, M. S.; ALMEIDA, N. M. DE; FREIRE, G. S. S.; SILVA NETO, C. Â.; ABREU NETO, J. C, de. Análise da variação da linha de costa no trecho entre as praias de Peroba e Redonda no município de Icapuí, Ceará, Brasil, a partir de imagens de satélite aplicando o DSAS. **Geosciences=Geociências**, São Paulo, v. 41, n. 4, p. 887-903, abr. 2022.

CHARTANOVICZ, K. P. áreas de preservação permanente ocupadas irregularmente no perímetro urbano. **PIXO - Revista de Arquitetura, Cidade e Contemporaneidade**, Pelotas, v. 2, n. 6, p. 142-149, nov. 2018.

COELHO, A. L. N. Análise do deslocamento da linha de costa e sua intensidade com base em produtos de sensoriamento remoto. In: MUEHE, D.; LINS-DE-BARROS, F. M.; PINHEIRO, L.S. (orgs.). **Geografia Marinha: oceanos e costas na perspectiva de geógrafos**. 1. ed. Rio de Janeiro: PGGM, 2020. p. 56-73.

CONTI, J. B. Considerações sobre as mudanças climáticas globais. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, v. 22, n. 1, p.70-75, abr. 2005.

CORRÊA, I. C. S. **Variações Climáticas no Quaternário**. 1. ed. Porto Alegre: CECO/PGGM/IGEO/UFRGS, 2021. 102 p.

DAVIDSON-ARNOTT, R. **An Introduction to Coastal Processes and Geomorphology**. 1 ed. Cambridge: United Kingdom, 2010. 432 p.

DOMINGOS, G. de A.; DOMINGOS, T. J. Estudo de caso: movimento de massa na rodovia SC-401 em Florianópolis no ano de 2008. **Revista Técnico Científica do Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina**, Santa Catarina, v. 7, n. 1, p. 1-20, set. 2022.

DUARTE, A. C.; CORTEZ, N. R. S. Erosão acelerada do solo, um problema actual em Portugal e na região da Beira Baixa. **Revista da Escola Superior Agrária de Castelo Branco**, Castelo Branco, v. 9, n. 16, p. 6-9, out. 2001.

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Zoneamento agroecológico de Alagoas**: levantamento de reconhecimento de baixa e média intensidade dos solos do Estado de Alagoas. 1. ed. Recife: EMBRAPA, 2012. 238 p.

ESTEVES, L. S.; FINKL, C. W. The problem of critically eroded areas (CEA): An Evaluation of Florida Beaches. **Journal of Coastal Research**, Florida. v. 26, n. 1, p. 11-18, fev. 1998.

Falésia em Pipa onde turista morreu ao cair com quadriciclo tem histórico de acidentes. **G1**. 18 jan. 2024. Disponível em: <https://g1.globo.com/rn/rio-grande-do-norte/noticia/2024/01/18/falesia-no-rn-onde-turista-morreu-ao-cair-com-quadriciclo-tem-historico-de-acidentes.ghml>. Acesso em: 10 out. 2024.

FERREIRA, N. N.; FALCÃO, C. L. de C. Etnopedologia, um estudo sobre os artesãos da areia de Beberibe/CE. **Revista Territorium Terram**, São João Del-Rei, v. 4, n. 6, p. 122-145, set. 2021.

FERREIRA, G. S.; BRITO, P. O. B. DE.; ADERALDO, F. Í. C.; CARNEIRO, P. B. de M.; Rocha, A. M.; Gondim, F. A. Algas arribadas da Praia do Pacheco, Ceará. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Paraíba, v. 15, n. 2, p. 208-214. abr. 2020.

FERREIRA, P. S.; SILVA, C. A. A expansão da cana-de-açúcar na bacia hidrográfica do Rio Brilhante, Mato Grosso do Sul: o uso da técnica de NDVI como instrumento para evidenciar dinâmicas territoriais. **Geografares**, Vitória, v. 2, n. 22, p. 66-81, dez. 2016.

FERREIRA, S. P.; GALVÍNCIO, J. D.; GOMES, V. P.; SOUZA, W. M. As perspectivas e divergências acerca do aquecimento global antropogênico. **Caderno de Geografia**, Belo Horizonte, v. 27, n. 51, p. 728-747, out. 2017.

FIGUEIREDO, C. H. U. Vulnerabilidade atual e natural à erosão do solo na sub-bacia hidrográfica do Ribeirão Floresta, no município de Cachoeiro de Itapemirim, Espírito Santo, Brasil. **Labor&Engenho**, Campinas, v. 14, n. 1-13, jun. 2020

FREITAS, F. W. da S.; GUEDES, J. de A. Uso e ocupação do entorno do reservatório público do município de Riacho da Cruz (RN). **Terr@ Plural**, Ponta Grossa, v. 12, n. 1, p. 62-75. jul. 2018.

FREITAS, G. M. A.; SANTOS, M. S.; FURRIER, M. F. Agravantes ambientais detectados na área compreendida pelas cartas topográficas de Alhandra e Pitimbu—estados da Paraíba e Pernambuco—Nordeste do Brasil. **Acta Geográfica**, Boa Vista, v. 14, n. 36, p. 38-57, dez. 2020.

PROJETO GIDES. **Projeto de fortalecimento da estratégia nacional de gestão integrada de desastres naturais**. 1. ed. Rio de Janeiro: SGB, 2018. p. 218. (Relatório Técnico)

PROJETO FALÉSIAS. **Diagnóstico e apontamentos de medidas mitigadoras para o contexto de riscos nas falésias de Pipa e Barra de Tabatinga – RN**. 1. ed. Rio Grande do Norte: UFRN-UFC-MDR, 2022. p. 225. (Relatório Técnico).

GI-GERCO/CIRM. Grupo de Integração do Gerenciamento Costeiro. **Guia de Diretrizes de Prevenção e Proteção à Erosão Costeira**. Brasília: CIRM, 2018. Disponível em: https://antigo.mdr.gov.br/images/stories/ArquivosDefesaCivil/ArquivosPDF/publicacoes/Final_Guia-de-Diretrizes_09112018-compressed.pdf. Acesso em: 10 mai. 2024.

GIRÃO, Í. R. F.; RABELO, D. R.; ZANELLA, M. E. Análise teórica dos conceitos: riscos socioambientais, vulnerabilidade e suscetibilidade. **Revista de Geociências do Nordeste**, Natal v. 4, n. especial, p. 71-83, ago. 2018.

GONDIM, H. Subsídios para a gestão integrada da zona costeira de uma paisagem litorânea: Análise da Praia do Icarai – Ceará. **Revista CEC&T**, Fortaleza. v. 2 n. especial, p.1-24, dez. 2023.

HANSEN, J.; SATO, M.; HEARTY, P.; RUEDY, R.; KELLEY, M.; MASSON-DELMOTTE, V.; RUSSELL, G.; TSELIUDIS, G.; CAO, J.; RIGNOT, E.; VELICOGNA, I. Ice melt, sea level rise and superstorms: evidence from paleoclimate data, climate modeling, and modern observations that 2 °C global warming could be dangerous. **European Geosciences Union**, Munique, v. 16, n. 6, mar. 2016.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual técnico de uso da terra**. 3. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2013. 171 p.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Estados e cidades**. Rio de Janeiro: IBGE, 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/al/jequia-da-praia.html>. Acesso em: 24 jun. 2024.

IPCC. Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Disponível em: https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6WGI_SPM_final.pdf. Acesso em: 04 jul. 2024.

IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change. **Climate Change 2021 The Physical Science Basis**. Genebra: IPCC, 2021. Disponível em: https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_SPM_final.pdf. Acesso em: 05 jan. 2024.

IPT. Instituto de Pesquisas Tecnológicas. **mapeamento de riscos em encostas e margem de rios**. 1. ed. Brasília: Ministério das Cidades, Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT, 2007. 176 p.

JEQUIÁ DA PRAIA. **Lei municipal nº 101, de 30 de dezembro de 2009**. Institui o Plano Diretor do Município de Jequiá da Praia, e dá outras providências. Disponível em: <https://jequiadapraia.al.gov.br/>. Acesso em: 20 set. 2024.

Jovens ficam feridas após acidente com quadriciclo nas falésias do Gunga. **Alagoas 24 horas**. 18 jan. 2019. Disponível em: <https://www.alagoas24horas.com.br/1203807/jovens-ficam-feridas-apos-acidente-com-quadriciclo-nas-falesias-do-gunga/> Acesso em: 08 jun. 2024.

JULIÃO, R. P.; NERY, F.; RIBEIRO, J. L.; BRANCO, M. C.; ZÊZERE, J. L.; **Guia metodológico para a produção de cartografia municipal de risco e para a criação de sistemas de informação geográfica (SIG) de base municipal**. 1. ed. Coimbra: Autoridade Nacional de Protecção Civil, 2009. 93 p.

LANA, J. C.; JESUS, D. de; ANTONELLI, T. **Guia de procedimentos técnicos do Departamento de Gestão Territorial: setorização de áreas de risco geológico**. 1. ed. Brasília: SGB, 2021. 49 p.

LEE, E.M. Coastal cliff behaviour: Observations on the relationship between beach levels and recession rates. **Geomorphology**, New York, v. 101, n. 4, p. 558-571, nov. 2008.

LEMO, A. L. B.; SOPCHAKI, C. H. Contribuição da ferramenta Digital Shoreline Analysis System nos estudos de dinâmica costeira no estado do Ceará, Brasil. **Revista Equador**, Teresina, v. 9, n. 3, p. 61-81, jul. 2020.

LIMA, C. C. de U. MAIA, R. P. Fatores condicionantes e processos que promovem o recuo das falésias no litoral Sul do estado da Bahia, Brasil. **William Morris Davis - Revista de Geomorfologia**, Sobral, v. 4, n. 2, p. 1-20, dez. 2023.

LIMA, G. da S.; AMORIM, R. R. Suscetibilidade e vulnerabilidade: um impasse conceitual que dificulta a responsabilização pelo desastre. *In: SEMINÁRIO EM COMEMORAÇÃO DOS 20 ANOS DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA (IG-UNICAMP). Anais [...]*. São Paulo: Unicamp, 2023. p. 50-65.

LIMA, J. C.; LIMA, R. J. R.; BARROS, E. L.; PAULA, D. P. de. Análise multitemporal da variabilidade da linha de costa do litoral do município de Caucaia, Ceará, Brasil. **Revista da Casa da Geografia de Sobral**, Sobral, v. 21, n. 2, p. 864–884, set. 2019.

LIMA, L. B. **Mapeamento do uso e cobertura da terra no assentamento Jacaré-Curitiba, se com o uso da imagem de alta resolução espacial**. 2020. 69 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Universidade Federal de Sergipe. São Cristóvão, Sergipe, 2020.

LIMA, L. B; FERNANDES, M. M. Uso e cobertura da terra em assentamento na região semiárida de Sergipe. **Revista Verde**, Pombal, v. 16, n.2, p.213-218, abr./jun. 2021.

LINS-DE-BARROS, F.M. Análise integrada da vulnerabilidade costeira e riscos associados. *In: VI Congresso Planejamento e Gestão das Zonas Costeiras dos Países de Expressão Portuguesa*, 2011, Cabo Verde. **Anais [...]**. Cabo Verde: CD-ROM, 2011.

LOUREIRO, C. V.; CASTRO, L. dos S. Análise dos impactos resultantes dos múltiplos usos das falésias localizadas no município de Camocim-CE. **Revista da Casa da Geografia de Sobral**, Sobral, v. 21, n. 2, p. 841–852, set. 2019.

MACHADO, B. A.; ROCHA, T. B. da; FERNANDEZ, G. B. .; FILHO, S. R. de O. Dinâmica da linha de costa no flanco meridional do delta do rio Paraíba do Sul entre 1954-2018: considerações sobre o fenômeno da erosão costeira em Atafona (RJ) e diferentes métodos de análise. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, São Paulo, v. 25, n. 1, p. 1-23, jan./mar. 2024.

MAIA, R. P.; AMORIM, R. F. Aspectos morfoestruturais e fatores erosivos em Falésias. O caso de Pipa – RN. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, São Paulo, v. 23, n. 4, p. 2001-2009, out. 2022.

MAIA, R. P.; BARBOSA, A. B. S.; LIMA, C. C. U.; Falésias: processos erosivos e caracterização geomorfológica. **Margarida Penteado Revista de Geomorfologia**, Fortaleza, v.1, n.1, p.1-17, jun. 2024.

MAIA, R. P; AMORIM, R. de F.; MEIRELES, A. J. **Falésias: origem evolução risco**. 1. ed. Fortaleza: Imprensa Universitária, 2022. 86 p.

MARCATTO, F. S.; SILVEIRA, H.; FONTANA, A. C. Estabilidade de agregados dos solos em uma topossequência cultivada com cana-de-açúcar em Astorga-PR. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v. 14, n. 7, p. 3953–3967, jan. 2022.

MARQUES, J. S.; BAPTISTA FILHO, L. S. Como a erosão numa falésia faz o mar ganhar novo “território”? *In: MARQUES, J. S.; BAPTISTA FILHO, L. S.; OLIVEIRA, B. R. G. de.; CARVALHO, B. C.; ROCHA, T. B. da. (eds.). Geomorfologia costeira*. 1 ed. Rio de Janeiro: Fundação Cecierj, 2016. p. 169-208.

MATOS, M. F. A.; GURGEL, D. F.; SCUDELARI, A. C.; AMARO, V. E. Estimativa da taxa anual e sazonal do transporte longitudinal sedimentar na Zona Costeira do Litoral Oriental do Rio Grande do Norte. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, São Paulo, v. 21, n. 1, p. 79-99, jan. 2020.

MEIRELES, A. J. A. DE.; ARRUDA, M. G. C.; GORAYEB, A.; THIERS, P. R. L.; Integração dos indicadores geoambientais de flutuações do nível relativo do mar e de mudanças climáticas no litoral cearense. **Mercator - Revista de Geografia da UFC**, Fortaleza, v. 4, n. 8, p. 109-134, nov. 2005.

MEIRELES, A. J. A. **Geomorfologia costeira: funções ambientais e sociais**. 1. ed. Fortaleza: Edições UFC, 2014. 465p.

MELO-MAGALHÃES, E. M. D., SOUZA, C. R. G. D., & LIMA, R. C. D. A. Diversidade fitoplanctônica e ocorrência de *Raphidiopsis raciborskii* (Woloszynska) no Sistema Estuarino Lagunar de Jequiá (Alagoas, Brasil). **Arquivos de ciências do mar**, Fortaleza, v. 56 n. 2, p. 66-81, jan. 2023.

MELO, F.; SIMÃO, J. B. P.; CAIADO, M. A. C.; RANGEL, O. J. P. Vegetação como instrumento de proteção e recuperação de taludes. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal, v. 5, n. 1, pág. 116-124, mai. 2013.

MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL (BRASIL). **Política Nacional de Proteção e Defesa Civil: Diretrizes para a Gestão de Riscos e Resposta a Desastres**. Brasília: Ministério da Integração Nacional, 2007. Disponível em: <https://antigo.mdr.gov.br/images/stories/ArquivosDefesaCivil/ArquivosPDF/publicacoes/pndc.pdf>. Acesso em: 09 de mai. 2024.

PROCOSTA. **Programa Nacional para Conservação da Linha de Costa**. Brasília: MMA, 2018. Disponível em: <https://gaigerco.furg.br/images/Arquivos-PDF/procosta.pdf>. Acesso em: 10 de mai. 2024.

MEDEIROS, F. S. de J. P.; SATO, S. E.; DIAS, L. J. B. da S.; MENDES, N. S. Uso e ocupação da terra em ambientes geomorfológicos sensíveis: uma abordagem da Ilha do Maranhão. **Margarida Penteado Revista de Geomorfologia**, São Luís, v. 1, n. 2, p. 1-15, dez. 2024.

MENDONÇA, A. K. dos S.; BORGES, M. da S. Desastres ambientais na Amazônia: estudo de caso dos riscos de deslizamento de massa em Barcarena. **Journal of Applied Hydro-Environment and Climate**, Belém, v.3, n.1, p. 01-21, jun. 2021.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. **Brasil aperfeiçoa gerenciamento costeiro**. Brasília: MMA, 2008. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/noticias/noticia-acom-2018-03-2912>. Acesso em: 8 jan. 2024.

MOREIRA, A.; CYNTHIA, R.; MICHAEL, V. Aplicação de técnicas de sensoriamento remoto na análise multitemporal da linha de costa região de Icapuí/CE, entre 1984 E 2013. **Revista Geonorte**, Manaus, v. 5, n. 16, p. 52-58, jan. 2014.

MOREIRA, T. F.; ALBUQUERQUE, M. G.; ESPINOZA, J. M. A.; PAULA, D. P.; ALVES, D. C. L.; BARROS, E. L.; CONCEIÇÃO, T. F. Estudo do comportamento da linha de costa na praia do Icarai (Caucaia, Ceará), a partir dos métodos digital shoreline analysis system e do polígono de mudança. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v. 13, n. 7, p. 3395-3411, dez. 2020.

MOURA, M. R. ASPECTOS CLIMÁTICOS VERSUS VARIAÇÃO SAZONAL DO PERFIL MORFODINÂMICO DAS PRAIAS DO LITORAL OESTE DE AQUIRAZ, CEARÁ, BRASIL. **Revista Brasileira de Climatologia**, Curitiba, v. 11, n. 2, p. 208-222, jul./dez. 2012.

MUEHE, D. A zona costeira do Brasil e sua vulnerabilidade face à ocupação e às mudanças climáticas. In: Mendonça, F.; LOWEN-SHR, C.L.; SILVA, M.. (Org.). Espaço e Tempo: Complexidade e desafios do pensar e do fazer geográfico. Curitiba: ADEMADAN, 2009, p. 425-439.

MUEHE, D. Critérios Morfodinâmicos para o Estabelecimento de Limites da Orla Costeira para fins de Gerenciamento. **Revista Brasileira De Geomorfologia**, São Paulo, v. 2, n. 2 p. 35-44, set. 2001.

MUEHE, D. **Panorama da Erosão Costeira no Brasil**. 1. ed. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Recursos Hídricos e Qualidade Ambiental, Departamento de Gestão Ambiental Territorial, 2017. 759p.

MUEHE, D.; GARCEZ, D. S. A plataforma continental brasileira e sua relação com a zona costeira e a pesca. **Mercator-Revista de Geografia da UFC**, Fortaleza, v. 4, n. 8, p. 69-88, nov. 2008.

MUEHE, D.; KLUMB-OLIVEIRA, L. Coastline displacement versus beach mobility. **Quaternary and Environmental Geosciences**, Paraná, v. 5, n. 2, p. 121-124, out. 2014.

MUEHE, D.; NEVES, C. F. A zona costeira do Brasil e sua vulnerabilidade face à ocupação e às mudanças climáticas. Espaço e Tempo: Complexidade e desafios do pensar e do fazer geográfico. Curitiba: ADEMADAN, p. 425-439, 2008.

NICOLODI, J. L.; PETERMANN, R. M. Mudanças Climáticas e a Vulnerabilidade da Zona Costeira do Brasil: Aspectos ambientais, sociais e tecnológicos. **Revista de Gestão Costeira**, Aveiro, v. 10, n. 2, p. 151-177, jun. 2010.

NICOLODI, J.L. Documento síntese do I Simpósio Nacional sobre Erosão Costeira. Brasília: Ministério do Meio Ambiente - MMA, 25 p., 2008.

NOVAES, G. de O.; LOBO, F. C.; RANIERI, L. A. Geoindicadores de vulnerabilidade à erosão e risco costeiro em praias estuarinas da costa amazônica. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, São Paulo, v. 25, n. 2, p. 1003-1019, abr./jun. 2024.

NOVAK, L. P.; LAMOUR, M. R. Avaliação do risco à erosão costeira em praias urbanizadas do Paraná. **Revista Brasileira De Geomorfologia**, São Paulo, v. 22, n. 01, p. 163-185, jan-mar. 2021.

OLIVEIRA, A. N. S.; AMORIM, C. M. F.; LEMOS, R. P. L. **Alagoas: unidades de conservação**. 2ª ed. Maceió: Instituto do Meio Ambiente do Estado de Alagoas. 2020. 346 p.

OLIVEIRA, E. L. de A. **Áreas de risco geomorfológico na bacia hidrográfica do arroio Cadena, Santa Maria-RS: zoneamento e hierarquização**. 2004. 147 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Programa de Pós-Graduação em Geografia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

OLIVEIRA, W. de S. **Evolução no uso e ocupação das falésias na comunidade de Redonda no município de Icapuí-CE: aspectos socioambientais**. 2023. 104 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Programa de Pós-Graduação em Geografia. Universidade do Estado do Rio Grande do Norte, Mossoró, 2023.

ONU. ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Relatório climático da ONU: estamos a caminho do desastre, alerta Guterres**. 2022. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/176755-relat%C3%B3rio-clim%C3%A1tico-da-onu-estamos-caminho-do-desastre-alerta-guterres>. Acesso em: 04 jan. 2024.

OTAVIO, J. M.; GIRÃO, O.; DE HOLANDA, T. F.; DA SILVA, W. S. A. Formação e diagênese de arenitos de praia: uma Revisão Conceitual. **CLIO arqueológica**, Recife, v. 32, n.3, p. 88-106, set. 2017.

PACHECO, G.H.S.; DE FREITAS NETO, O.; SEVERO, R.N.F. Análise da estabilidade das falésias de Tibau do Sul por métodos de equilíbrio-limite. **HOLOS**, Natal, v. 2, n. 1, p. 78-100, out. 2006.

PANET, R.F. de F. A ironia de ser pobre e morar na praia: conflitos fundiários e socioambientais no caso da “Prainha”. **Revista do Centro de Estudos em Desenvolvimento Sustentável da UNDB**, São Luís, v. 1, n. 2, p. 1-23, mar./jul. 2015.

PAULA, R. S.; SOPCHAKI, C. H. Análise espaço-temporal da modificação da linha de costa do município de Aquiraz-CE. **Revista Ponto de Vista**, Viçosa, v. 13, n. 1, p. 01-19, mar. 2024.

POLETTE, M. Gestão e governança costeira e marinha. In: MUEHE, D.; LINS-DE-BARROS, F. M.; PINHEIRO, L. (orgs.) **Geografia Marinha: oceanos e costas na perspectiva de geógrafos**. 1. ed. Rio de Janeiro: PGGM, 2020. p. 292-340.

ROCHA, D. J. N. **Mapeamento e caracterização de áreas de risco associadas a movimentos de massa nas falésias do litoral sul no Rio Grande do Norte**. 2023. 107 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geologia) – Centro de Ciências Exatas e da Terra, Departamento de Geologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2023.

SANTOS, A. D.; VITAL, S. R. de O. Riscos Geomorfológicos no Município de Caicó (RN). **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v.13, n. 2, p. 434-448, jun. 2020.

SANTOS JUNIOR, O.F. dos.; SILVA, W. de S.; SCUDELARI, A. C.; AMARAL, R. F. do. Estudo do mecanismo de recuo das falésias entre Tibau do Sul e Pipa - RN, In: XV

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS, 9., 2003, Curitiba. **Anais [...]**. Curitiba: 2005, p. 31-37.

SANTOS, J. E. B. dos; MONTEIRO, K. de A; NASCIMENTO, M. C. do. Avaliação de desempenho dos índices de ndvi, savi e evi na análise da cobertura de uso do solo em um setor do município de Jequiá da Praia, Alagoas. **Revista GeoNordeste**, São Cristóvão, v. 33, n. 1, p.208-226, jun. 2022.

SANTOS, R. C. A. L. **Evolução da linha de costa a médio e curto prazo associada ao grau de desenvolvimento urbano e aos aspectos geoambientais na planície costeira de Maceió - Alagoas**. 2004. 176 f. Tese (Doutorado em Geociências) - Programa de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2004.

SANTOS, S. D.; RABBANI, A. R. C.; DA SILVA, L. T.; CREPALDI, M. O. S. Análise espacial da vegetação nativa em áreas de preservação permanente e de reserva legal e suas implicações legais, na bacia do rio Buranhém, nos estados de Minas Gerais e Bahia. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 22, n. 84, p. 200–214, dez. 2021.

SANTOS, V. J. dos; ROCHA, G. C.; ANDRADE, F. L. O Conceito de risco. **Revista de Geografia-PPGEO-UFJF**, Juiz de Fora , v. 5, n. 1, p. 33-42, jan./jun. 2015.

SARAIVA JUNIOR, J. C.; LIMA, Z. M. C.; CLAUDINO SALES, V. Classificação geomorfológica das falésias costeiras do Rio Grande do Norte, Brasil. **William Morris Davis - Revista de Geomorfologia**, Sobral, v. 2, n. 2, p. 1-47, dez. 2021.

SARAIVA JUNIOR, J. C.; LIMA, Z. M. C.; COSTA, S. dos S. S. Caracterização das falésias costeiras ruiformes do Rio Grande do Norte, Nordeste do Brasil. **Revista Contexto Geográfico**, Maceió, v. 9, n. 18, p. 366-379, fev. 2024.

SCUDELARI, A. C.; BRAGA, K. G.; COSTA, F. A. A.; SANTOS JR, O. F. Estudo dos processos erosivos instalados na praia de Pipa-RN. **Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology**, Itajaí, v. 9, n. 1, p. 31-37, jun. 2005.

SGB. SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. **Ação emergencial para delimitação de áreas em alto e muito alto risco a inundações e movimentos de massa**. 1. ed. Jequiá da Praia: SGB, 2016. 18 p.

SILVA, T. C. L. **Condição morfodinâmica e geomorfologia do campo de dunas do baixo São Francisco no Estado de Alagoas**. 2021. 151 f. Dissertação (Mestrado) -Programa de Pós-Graduação em Geografia, Instituto de Geografia, Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2021.

SILVA, A. P. L. da S. **Estudos geomorfológico e sedimentológico do sistema estuarino lagunar do Roteiro - Alagoas**. 2001. 112 f. Dissertação (Mestrado em Geociências). Programa de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2001.

SILVA, C. R. E.; FERNANDES, E. Mudanças Climáticas: Um Panorama das Discussões Atuais. **Sociedade e Território**, Natal, v. 22, n. 1, p. 2-16, jan./jun. 2011.

SILVA, A. P. L. **Diagnóstico geoquímico e geocronologia do sistema estuarino-lagunar do Roteiro-Alagoas**. 2008. 120 f. Tese (Doutorado em geociências) - Programa de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2008.

SILVA, B. M. F.; SANTOS JÚNIOR, O. F.; FREITAS NETO. O.; SCUDELARI, A. C. Erosão em falésias costeiras e movimentos de massa no Rio Grande do Norte, Nordeste do Brasil, **Revista Geociências**, São Paulo, v. 39, n. 2, p. 447-461, mai. 2020.

SILVA, C. H. S.; SILVA, Q. D. **Análise de falésias no litoral ocidental da Ilha do Maranhão**. Revista Geonorte, Manaus, v. 1, p. 388-398, dez. 2012.

SILVA, C. H. S. da.; LIMA, I. M.M. F. Caracterização do terraço de abrasão da falésia da Baronesa e sua utilização na cidade de Alcântara – MA. **Revista de Geociências do Nordeste**, Caicó, v. 2, p. 181-190, out. 2017.

SILVA, C. H. S.; LIMA, I. M. de M. F. Falésia de Cajueiro da Praia: testemunho da dinâmica da costa piauiense. **Revista de Geociências do Nordeste**, Caicó, v. 5, n. especial, p. 30-41, out. 2019.

SILVA, F.; SANTOS, L. dos P.; FOLETO, E. M. Incompatibilidade legal de uso e ocupação do solo a partir da aptidão agrícola: o caso da microbacia hidrográfica do Arroio Manoel Alves, Itaara/RS. **Revista Eletrônica do Curso de Direito**, Santa Maria, v. 8, n. especial, p. 234-247, abril, 2013.

SILVA, H. H. N. **Classificação granulométrica das praias de Jequiá e proposta de recuperação de área degradada no povoado de Lagoa Azeda - Litoral Sul de Alagoas**. 2020. 75 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária) – Centro de Tecnologia, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2020.

SILVA, J. A. A.; NOBRE, A. D.; MANZATTO, C. V.; JOLY, C. A.; RODRIGUES, R. R.; SKORUPA, L. A.; NOBRE, C. A.; AHRENS, S.; MAY, P. H.; SÁ, T. D. A.; CUNHA, M. C.; RECH FILHO, E. L. **O Código Florestal e a Ciência**: contribuições para o diálogo. 1. ed. São Paulo: Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, SBPC. Academia Brasileira de Ciências, ABC, 2011. 124p.

SILVA, R. R. da. **Variabilidade espaço-temporal dos processos erosivos nas falésias de Canoa Quebrada-Aracati**. 2017. 102 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Ciências Marinhas Tropicais, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2017.

SILVA, R. C. Nós vamos invadir sua praia: sobre a relação entre urbanização, turismo e erosão costeira no Brasil. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v.8, n.12, p.78243-78276, dez. 2022.

SILVA, T. C. L.; FERREIRA, B.; DINIZ, M. T. M. Variações do litoral da enseada de Pajuçara entre 1955 e 2020, Maceió-AL: uma análise pelo método EPR. **Geosaberes**, Fortaleza, v. 15, n. 1 p. 116-133, mar. 2024.

SOUSA, M. B. P. de.; RANIERI, L. A. Morfodinâmica de praias estuarinas da costa leste da Ilha do Marajó, Amazônia Oriental. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, São Paulo, v. 24, n. 3, p. 1-14, jul./set. 2023.

SOUZA, C. R. G. **Caracterização sedimentológica e geoambiental no sistema estuarino lagunar Jequiá – Litoral Sul de Alagoas**. 2021. 151 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Instituto de Geografia, Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2021.

SOUZA, C. R de G.; SOUZA FILHO, P.W.M.; ESTEVES, S. L.; VITAL, H. DILLENBURG, S. R.; PATCHINEELAM, S. M.; ADDAD, J. E. Praias Arenosas e Erosão Costeira. In: SOUZA, C. R de G, K.; SUGUIO, A.M.; SANTOS, P.E. OLIVEIRA, P. E. (eds.). **Quaternário do Brasil**. 1. ed. São Paulo: HOLOS, 2005. p.130-152.

SOUZA, W.F. **Sensoriamento remoto e SIG aplicados à análise da evolução espaço temporal da linha de costa do município de Icapuí, Ceará - Brasil**. 2016. 136 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Centro de Ciências, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2016.

SUERTEGARAY, D. M. A. Erosão nos campos sulinos: arenizacao no sudoeste do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 12, n. especial, p. 61-74, fev. 2012.

SUGUIO, K.; ANGULO, R. J.; CARVALHO, A. M.; CORRÊA, I.; TOMAZELLI, L. J.; WLLWOCK, J. A.; VITAL, H. Paleoníveis do mar e paleolinhas de costa. In: SOUZA, C. R. G. *et al.* (eds.). **Quaternário do Brasil**. 1. ed. Ribeirão Preto: Holos, 2005.p. 94-113.

SUGUIO, K.; MARTIN, L.; BITTENCOURT, A. C.; DOMINGUEZ, J. M.; FLEXOR, J. M.; DE AZEVEDO, A. E. Flutuações do nível relativo do mar durante o Quaternário Superior ao longo do litoral brasileiro e suas implicações na sedimentação costeira. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 15, n. 4, p. 273-286, ago. 1985.

TEIXEIRA, S.; BANDEIRA, I. Padrões diferenciados de recuo da linha de costa e sua correlação com processos erosivos e as áreas de risco à erosão costeira no estado do Pará. **Revista Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental**, São Paulo, v. 11, n. 2, p. 50-63, jun./dez. 2022.

TESSLER, M.G.; GOYA, S.C. Processos costeiros condicionantes do litoral brasileiro. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, v. 17, n. 1, p. 11-23, abr. 2011.

USGS. UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY. **Digital Shoreline Analysis System (DSAS)**. Estados Unidos: USGS, 2024. Disponível em: <https://www.usgs.gov/centers/whcms/science/digital-shoreline-analysis-system-dsas>. Acesso em: 20 dez. 2024.

TOMINAKA, L. K. Escorregamentos. In: TOMINAKA, L. K.; SANTORO, J.; AMARAL, R. do. (orgs). **Desastres naturais: conhecer para prevenir**. 3. ed. São Paulo: Instituto Geológico, 2015. p. 25-38.

VIDAL, R. M.; MASCARENHAS, A. L. dos. S. dos componentes ambientais a realidade das formas de uso e ocupação no litoral paraense: pensando o caso da ilha de Algodão-Maiandeu-PA. **Revista Geonorte**, Manaus, v. 3, n. 6, p. 911–920, nov. 2012.

VILLWOCK, J. A. *et al.* Geologia e geomorfologia de regiões costeiras. *In*: SOUZA, C. R. G. *et al.* (eds.). **Quaternário do Brasil**. 1. ed. Ribeirão Preto: Holos, 2005.p. 94-113.

XIMENES NETO, A. R.; BINDEIRO, F. O. S.; MOURA, F. J. M.; PESSOA, P. R. S.; MORAIS, J. O. Geografia marinha: uma perspectiva holística. **Revista GeoUECE**, Ceará, v. 10, n. 18, p. 153-175, ago. 2021.

YASIR, M.; SHENG, H.; FAN, H.; NAZIR, S.; NIANG, A. J.; SALAUDDIN, M.; KHAN, S. Automatic coastline extraction and changes analysis using remote sensing and GIS technology. **IEEE Access**, New York, v. 8, n. 2, p. 180156-180170, out. 2020.

YOUNG, A. P.; CARILLI, J. E. Global distribution of coastal cliffs. **Scripps Institution of Oceanography**, California, v. 44, n. 1, p. 1309-1316, jan. 2019.