



ISSN: 2447-3359

REVISTA DE GEOCIÊNCIAS DO NORDESTE

Northeast Geosciences Journal

v. 10, n° 1 (2024)

<https://doi.org/10.21680/2447-3359.2024v10n1ID32713>



Análise da morfodinâmica do Monumento Natural das Falésias de Morro Branco, Ceará, Brasil

Morphodynamics analysis of the Natural Monument of the Cliffs of Morro Branco, Ceará, Brazil

Delano Nogueira Amaral¹; Otávio Augusto de Oliveira Lima Barra²; Fábio de Oliveira Matos³; Cristiano da Silva Rocha⁴; Fábio Perdigão Vasconcelos⁵

¹ Discente de Doutorado do Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal do Ceará (UFC), Campus Fortaleza/Geografia, Fortaleza/CE, Brasil. Email: delanonamaral@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9434-831X>

² Docente da Universidade Estadual do Ceará (UECE), Campus Canindé/Geografia, Canindé/CE, Brasil. Email: otavioalbarra@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8147-8000>

³ Docente do Instituto de Ciências do Mar (LABOMAR), Campus de Fortaleza/Ciências do Mar e Oceanografia, Fortaleza/CE, Brasil. Email: fabiomatos@ufc.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2215-3780>

⁴ Discente de Doutorado do Programa de Pós-Graduação da Universidade Estadual do Ceará, Campus de Fortaleza/Geografia, Fortaleza/CE, Brasil. Email: crisbandeiras@hotmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9206-9360>

⁵ Docente da Universidade Estadual do Ceará, Campus de Fortaleza/Geografia, Fortaleza/CE, Brasil. Email: fabioperdigao@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0388-4628>

Resumo: Os ambientes costeiros apresentam intensa vulnerabilidade, e no caso das Falésias de Morro Branco, município de Beberibe-CE, a ocupação desordenada contribui para a efetivação dos riscos à população local, aos turistas e ao Monumento Natural. O presente trabalho tem como objetivo analisar a evolução da morfodinâmica do Monumento Natural das Falésias de Morro Branco, e discutir o uso do solo, os elementos de interação do ambiente, os riscos e a percepção dos principais agentes sociais atuantes na área (Bugeiros e agentes de turismo). A pesquisa utilizou como base as três primeiras subetapas da metodologia GIZC: caracterização da área, definição das unidades de gestão e ordenamento de dados. Realizou-se a análise da morfodinâmica mediante uso de imagens de drone e fotografias durante visitas de campo, além da coleta de dados de maré e pluviometria. Para análise da percepção ambiental realizou-se pesquisa com os bugeiros e agentes de turismo que totalizaram aproximadamente 80 amostras. Os resultados indicaram: pluviometria e a ocupação antrópica como importantes agentes na modificação da paisagem geomorfológica. Os dados de percepção indicaram que o principal risco-percebido é oriundo do movimento de massa e solapamento de vertentes ocupadas, o que remete à necessidade de práticas de gerenciamento costeiro integradas que favoreçam a sustentabilidade.

Palavras-chave: Movimento de Massa; Monumento Natural das Falésias de Morro Branco; Riscos.

Abstract: Coastal environments are intensely vulnerable, and in the case of the Falésias de Morro Branco, municipality of Beberibe-CE, the disorderly occupation contributes to the realization of risks to the local population and to the Natural Monument of Morro Branco. The present work aims to analyze the evolution of the morphodynamics of the Natural Monument of the cliffs of Morro Branco, and to question the use of the land, the environmental elements, the risks and the perception of the main agents in the area (Bugeiros and tourism agents). The research used as a basis the first three sub-steps of the ICZM methodology: characterization of the area, definition of management units and data ordering. The morphodynamic analysis was carried out through the use of drone images and photographs during field visits, in addition to the collection of tidal and rainfall data. To analyze the environmental perception, a survey was carried out with buggy drivers and tourism agents, totaling approximately 80 samples. results indicate: rainfall and human occupation as important agents in modifying the geomorphological landscape. Perception data indicate that the main perceived risk comes from mass movement and undermining of occupied slopes, which refers to the need for integrated cost management practices that favor sustainability.

Keywords: Mass Movement; Natural Monument of the Cliffs of Morro Branco; Risks.

Recebido: 29/05/2023; Aceito: 09/04/2024; Publicado: 23/05/2024.

1. Introdução

As pesquisas sobre gestão costeira firmam o desafio de prevenir, ou diminuir, os impactos causados pela ação antrópica (HALPERN et al., 2010; BARRAGÁN, 2016; SCHERER et al., 2018). Essa complexidade se expande quando uma das principais atividades econômicas do município de Beberibe é o setor de serviços (IPECE, 2017), com ênfase no turismo, sendo um setor prioritário para o desenvolvimento e geração de empregos no referido município. Devido a diversas pressões antrópicas nessa área litorânea, houve a criação do Monumento Natural das Falésias de Morro Branco, através do Decreto-Lei nº 27.461 de 2004 (CEARÁ, 2024).

Apesar dessa iniciativa, diversos autores evidenciam danos e riscos ambientais nos ecossistemas costeiros deste município, pondo em debate o contraste entre as potencialidades, fragilidades e problemáticas no litoral de Morro Branco (MEIRELES, 2012; AMARAL et al., 2020). Esse cenário não se diferencia do quadro nacional de gerenciamento costeiro, que não apresenta indícios de uma atuação positiva (SCHERER et al., 2018). O presente trabalho visa analisar a evolução da morfodinâmica das falésias do Monumento Natural das Falésias de Morro Branco, além disso, discute-se o uso do solo e elementos de interação, os riscos e a percepção dos principais agentes sociais atuantes na área, como Bugueiros e agentes de turismo.

Para a análise da morfodinâmica foram utilizadas imagens de drone e fotografias das estruturas ao longo das visitas de campo, além de dados de maré e pluviometria em institutos de pesquisas consolidados. Para análise da percepção ambiental dos agentes que frequentam a área de estudo, utilizou-se como critério o conhecimento da área e das problemáticas.

Os ambientes costeiros dotados de relevo tabular com forte declividade ou decaimento na faixa de praia, são também ambientes que exibem risco de movimentação de massa alta (SILVA et al., 2020). Em geral as falésias de Morro Branco apresentam classificação de declividade das escarpas com inclinação $> 40^\circ$, ou seja, falésias ativas (*cliffs*), enquanto as falésias escarpas até 40° de inclinação, são denominadas de *bluffs* (paleofalésias, com maior erosão aérea e subaérea) (DAVIDSON-ARNOTT, 2010).

1.1 Área de Estudo

O Monumento Natural das Falésias de Morro Branco, está localizado no litoral leste do estado do Ceará, a cerca de 82 km de Fortaleza, no município de Beberibe (Figura 1). As falésias que estão contidas na área de estudo localizam-se no extremo oeste do município, como observa-se na figura 1.



Figura 1 – Mapa de Localização da Área de Estudo da Pesquisa.

Fonte: Elaborado pelo autor.

De maneira geral, no Ceará encontramos 573 km de linha de costa, dos quais cerca de 36.7 km compõem falésias ativas (SILVA *et al.*, 2020). O objeto deste estudo é uma porção do município de Beberibe, litoral leste, com população estimada em 54.315 hab. (IBGE, 2021), e com cerca de 10 km de linha de costa da praia de Morro Branco e do conjunto de falésias que compõem o Monumento Natural das Falésias de Beberibe. Como já mencionado, há uma interação de alto potencial unida à alta demanda de ocupação, conforme pode-se observar na figura 2, que indica os municípios preferidos por turistas destacando os seis (06) primeiros, de mais alta demanda ao longo do ano.



Figura 2 – Destinos preferidos no estado do Ceará, com exceção de Fortaleza.

Fonte: Adaptado de Ceará (2016).

De maneira geral, as atividades turísticas podem comprometer a sustentabilidade, por meio do prejuízo ao ambiente que afeta o uso para as gerações atuais e futuras. Neste contexto, há necessidade de estudos que contribuam para a elaboração do planejamento socioambiental e manutenção do uso sustentável. Este trabalho ilustra uma visão geográfica de interação entre elementos sociais e ambientais e contribui para fomentar a gestão integrada da zona costeira.

1.2 Base teórica

Neste trabalho, entende-se que as relações socioambientais acontecem no âmbito da paisagem, e esta pode ser compreendida como [...] “uma determinada porção do espaço, o resultado da combinação dinâmica, portanto instável, de elementos físicos, biológicos e antrópicos que, reagindo dialeticamente uns sobre os outros, fazem da paisagem um conjunto único e indissociável, em perpétua evolução” (BERTRAND, 2004, p. 141).

A evolução citada por Bertrand (op. cit.), está relacionada às alterações causadas pelos agentes de interação, o homem organizado em sociedade e natureza e sua metamorfose estrutural. Na zona costeira e seus subsistemas (praias, manguezais, falésias, dunas, costão rochoso, restinga, lagoas, enseadas, pontais arenosos, dentre outros), predominam interações de alto potencial, que exigem demanda oriunda da litosfera, atmosfera e hidrosfera (AMARAL *et al.*, 2020; ROCHA *et al.*, 2020).

Como menciona Nunes *et al.* (2011), as falésias se compõem de escarpamento junto à linha de costa ou do contato direto com o mar. São feições geomorfológicas associadas a rochas sedimentares (em sua base arenito fortemente consolidado), em se tratando do contexto do nordeste brasileiro e estão classificadas em ativas quando a influência marinha forte erode a base da escarpa, modificando o perfil estrutural (DINIZ *et al.*, 2010; XIMENES NETO *et al.*, 2019). Entende-se que [...] “as praias são depósitos de sedimentos, normalmente arenosos, acumulados por ação de ondas que, por apresentarem mobilidade, se ajustam às condições de ondas e marés. Representam, por essa razão, um importante elemento de proteção do litoral, ao mesmo tempo em que são amplamente usadas para o lazer” (MUEHE, 1994, p. 291).

É notável que a proteção dos ambientes em geral, e sobretudo ambientes que exibem alta demanda de uso e ocupação, deve ser regulamentada por legislação, e quando estes ambientes expõem raridade e alta vulnerabilidade, há necessidade de proteção mais incisiva. Em linhas gerais, o termo Unidade de Conservação (UC) pode ser entendido à luz do SNUC

(2000). Destaca-se que o Monumento Natural é um tipo de Unidade de Proteção Integral, que tem por objetivo preservar sítios naturais, singulares ou com ampla beleza cênica, necessitando, para isso, que as áreas sejam compatibilizadas e que o uso da terra seja realizado em conformidade com o plano de manejo, estando sujeito a desapropriação e indenização de proprietários, em caso de práticas divergentes.

Embora o discurso legal seja de fato coerente, na prática, o conjunto de influências e disputas pela utilização e ocupação da área, tornam a realidade caótica e por vezes interesses particulares se sobrepõem, e colocam em risco o ambiente, moradores e frequentadores. Considerando o que menciona Aneas de Castro (2000), a vulnerabilidade estima o risco em um dado espaço. Risco, por sua vez, é o potencial de uma adversidade produzir efeitos negativos.

Percebe-se que as contradições fundamentam os problemas existentes e estes podem se encaminhar para desfechos trágicos, sobretudo quando estamos falando de uma área com presença de declividade em seu perfil, presença de materiais inconsolidados, que são materiais predominantemente compostos por sedimentos Tércio-Quaternários do Grupo Barreiras (Morais et al., 2018). Em sua base apresenta material consolidado, mas que a resistência é incompatível com a ação contínua da natureza, ocupação e exploração de recursos naturais.

2. Metodologia

Esta pesquisa foi guiada através das três primeiras etapas da metodologia GIZC – Gestão Integrada na Zona Costeira, que visa proporcionar uma análise geral do ambiente litorâneo (VASCONCELOS, 2005; DINIZ e VASCONCELOS, 2010). A premissa base dessa pesquisa defende a necessidade de constante monitoramento para implementação de atividades de gestão (FUENTES, GRANADOS E MARTINS, 2017), para assim, poder proporcionar respostas efetivas em todos os níveis administrativos (PNUMA, 2003; UNEP, 2012).

Em suma, a primeira etapa da metodologia GIZC, consiste em determinar e delimitar a área de estudo, elencando problemas causados pela ação antrópica e por efeitos naturais; em sequência, foi definido as unidades de gestão relacionada aos problemas elencados, além de escutar e registrar os agentes envolvidos que vivenciam aquele espaço cotidianamente e consultas em hemerotecas sobre os grandes eventos relacionados ao assunto abordado. Por fim, foi realizada uma tabulação de dados para qualificação e quantificação do espaço costeiro. Todas as etapas estão descritas na figura 3.

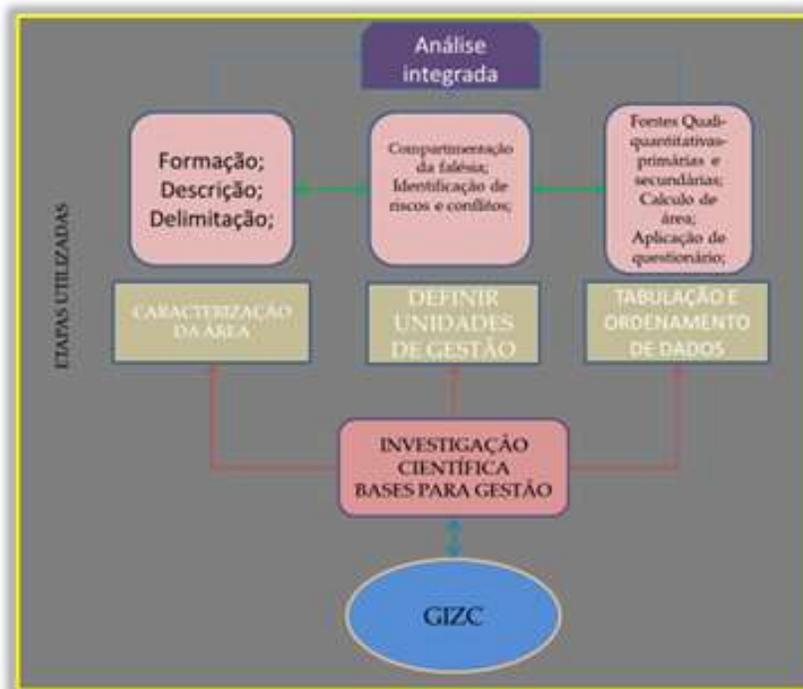


Figura 3 – Fluxograma etapas da pesquisa
Fonte: Elaborado pelo autor.

Parte desta investigação também foi guiada através do Método Hipotético Dedutivo (POPPER, 1975), que aponta como fator preponderante na investigação o ato de perceber lacunas ou contradições no conhecimento pressuposto (MARCONI E LAKATOS, 2010). A perspectiva de criação deste método está inserida em um contexto histórico guiado pela superação do embate entre empirismo versus racionalismo (BARRA *et al.*, 2020).

Os procedimentos de visita de campo proporcionaram analisar o fluxo turístico, além da aplicação de questionários (MINAYO, 2001) com 58 bugueiros e guias de turismo que vivenciam a área de estudo diariamente. Outra fonte de captação de dados em campo foi através do sensoriamento remoto: com registro de imagens por meio de voos de drone, o uso do GPS Geodésico RTK para captação de coordenadas e registros fotográficos.

A etapa de produção e tratamento de dados proporcionou a produção de materiais cartográficos através das captações dos drones, uma das melhores opções de sensoriamento remoto da atualidade (CAPRIOLI *et al.*, 2015). Dados referentes ao regime pluviométrico foram embasados por meio do aplicativo mobile Calendário de Chuvas, fornecido pela Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos – FUNCEME. As informações que instruem sobre a direção e intensidade dos ventos, previsão e dados sobre ondas, tabela de marés etc., foram retirados da plataforma Surf guru PRO, abastecida pela NOAA Global Forecast System, dados da Marinha do Brasil e da Weather Underground (METAR), usando o Modelo Wavewatch III.

3. Resultados e discussão

As modificações nas falésias são bastante expressivas, de forma que ao longo de dois anos (2020-2021) de análise, foram contemplados diversos movimentos de massa que movimentaram grandes blocos que ultrapassam um metro de diâmetro. Esse material fica depositado em frente as falésias, no terraço de abrasão (Figura 4), de forma que funciona como uma barreira protetora amenizando o dano proporcionado pelo ataque das ondas e, posteriormente, participa do abastecimento sedimentar da praia (SUNAMURA, 2015).



Figura 4 – Grandes blocos que compõem o terraço de abrasão após movimentos de massa em Morro Branco.
Fonte: Elaborado pelos autores, 2021.

Esse risco de movimento de massa na faixa de praia, para além das falésias, é potencializado pelos detritos de residências em áreas irregulares destruídas, ou dos muros de arrimo que protegem as casas de veraneio ainda no local (Figura 5), que por sua vez, descaracterizam completamente as estruturas de rochas evidenciadas na praia. Além das evidências em análise que apontam para riscos de acidentes semelhantes ao que ocorreram em Pipa, localizada no município Tibau do Sul, no Estado do Rio Grande do Norte. Nessa localidade, houve um evento de movimentos de massa que resultou no óbito de três turistas, um casal e uma criança, que estavam próximos às falésias da praia em busca de sombra, quando ocorreu o deslocamento do material que os atingiu (ZAULI *et al.*, 2020).



Figura 5 – Detritos de Residências de veraneio dispostas na faixa de praia de Morro Branco.

Fonte: Elaborado pelos autores.

No contexto do Monumento Natural das Falésias de Morro Branco, um dos agentes mais vulneráveis são os grupos de comerciantes itinerantes (que vivem na informalidade), que se organizam nas proximidades das bases das falésias para vender produtos diversos e oferecer serviços, ou orientações, vinculadas ao turismo na região (Figura 6). Através das visitas a campo, um desses grupos informou que solicitaram à prefeitura para poder usufruir daquele espaço para realizar sua atividade comercial, mas que essa solicitação não foi aprovada.



Figura 6 – Comerciantes ambulantes localizados próximos às estruturas das falésias.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Apesar de ter a solicitação negada, esses comerciantes, cientes de que não podem realizar aquela atividade, continuam a montar suas estruturas próximas às falésias, alegando que precisam usufruir dos recursos hídricos das fontes de naturais proporcionadas pelas falésias – além de ser um local estratégico para chamar atenção dos turistas. Esses comerciantes apontaram que estão naquele espaço semanalmente, e que ainda não tinham sido barrados por agentes de fiscalização. No mais, os comerciantes informaram que estão cientes dos riscos dos movimentos de massa, afirmam conhecer essa dinâmica intensa, mas permanecem naqueles locais buscando a subsistência.

É importante ressaltar que estruturas físicas como barracas, quiosques e outras construções já foram destruídas anteriormente (AMARAL, 2020). Os danos não são exclusivamente ambientais, ou financeiros para aqueles que são proprietários desses fixos, mas também no potencial paisagístico da praia após os eventos de destruição dos fixos (Figura 7) – além, obviamente, de proporcionar um risco para aqueles que tentam salvar os seus bens em meio aos eventos oceanográficos.



*Figura 7 – Escombros à beira mar de estruturas comerciais na praia de Morro Branco destruídas pelo mar.
Fonte: Eduard Sweets, 2016.*

Os intensos fenômenos marítimos, que proporcionam modificações na área em estudo, levaram a escolha de pontos fixos para uma análise qualitativa, contemplando a mudança de uma paisagem no intervalo de cinco meses. A Figura 8 aponta uma das amostras da capacidade erosiva do solapamento das ondas contra a estrutura rígida da base das falésias. Essa modificação expressiva ocorre nesse pequeno período, e torna-se questionável até quando os fixos de veraneio localizados sob as falésias podem manter-se. Acompanhar o passo a passo do recuo, em espacialidades específicas, cotidianamente usadas por turistas e moradores locais, evidencia de forma mais aprofundada os riscos que intervenções desordenadas podem causar.



Figura (8) (a) e (b) – Amostra da remoção do material grosseiro proporcionado pelo movimento de massa.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Essa dinâmica não ocorre de forma pontual nas amostras em evidência, mas ao longo de toda a cadeia de falésias que contempla o Monumento Natural, diversas rochas que ultrapassam um metro de diâmetro se espalham pelo litoral após eventos marítimos intensos que intensificam o solapamento das ondas na estrutura das falésias (Figura 9). Ao longo dessas estruturas não foram encontrados nenhuma sinalização, ou orientação, quanto ao risco de movimento de massa. Todavia, como evidenciado anteriormente na Figura 5, não se torna difícil encontrar ambulantes próximo ao paredão de falésias com bicas próximas, ou turistas atrás de uma sombra.



Figura 9 (a) e (b) – Estrutura das falésias e o material rochoso resultante do movimento de massa depositado na base sendo comparado com um objeto de 20 cm.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Os dados coletados sobre o monitoramento das ações marítimas apontam tanto a altura das ondas, como seu período e a força proporcionada por elas em joules/m² e quilowatts/por metro frontal de onda. Assim, a figura 10 aponta uma amostra de um dos eventos mais intensos registrados ao longo do ano de 2019.

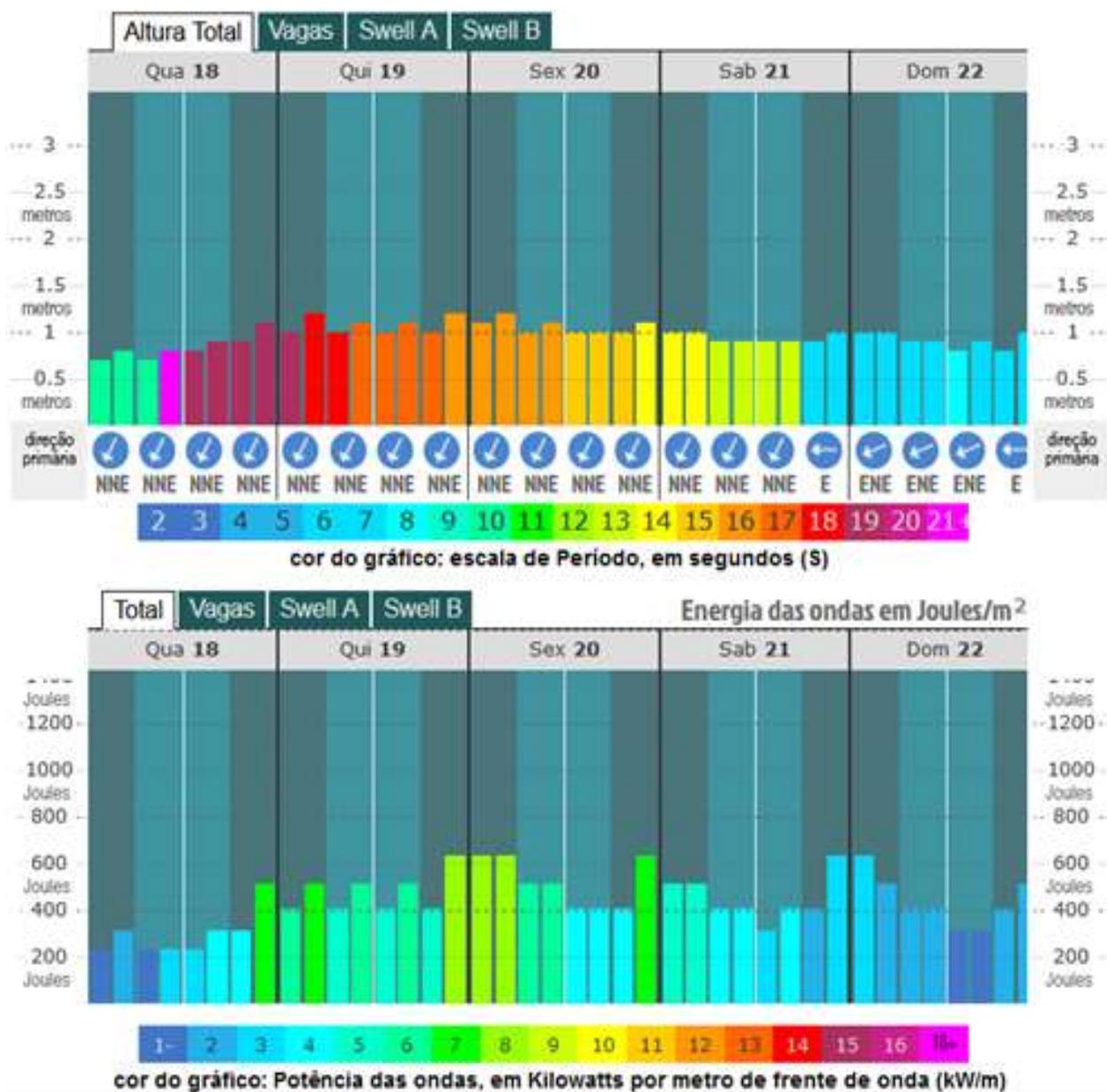


Figura 10 – Amostra de um dos eventos mais expressivos de 2019 no litoral de Morro Branco.
 Fonte: Adaptado de Surf guru (2020).

Na figura 10, o período (em seg.) chega a alcançar os valores mais intensos proporcionados pela escala (+21), apesar de apresentar uma altura de onda por volta de um metro. A predominância das ondas ocorre no sentido N-NE e ultrapassam os valores de 600 joules, quantificando a intensidade da força mecânica do solapamento das ondas e justificando os movimentos de massa registrados ao longo das visitas de campo. A amostra de destaque do ano de 2020 apresenta características semelhantes, porém mais intensas, evidenciadas na figura 11.

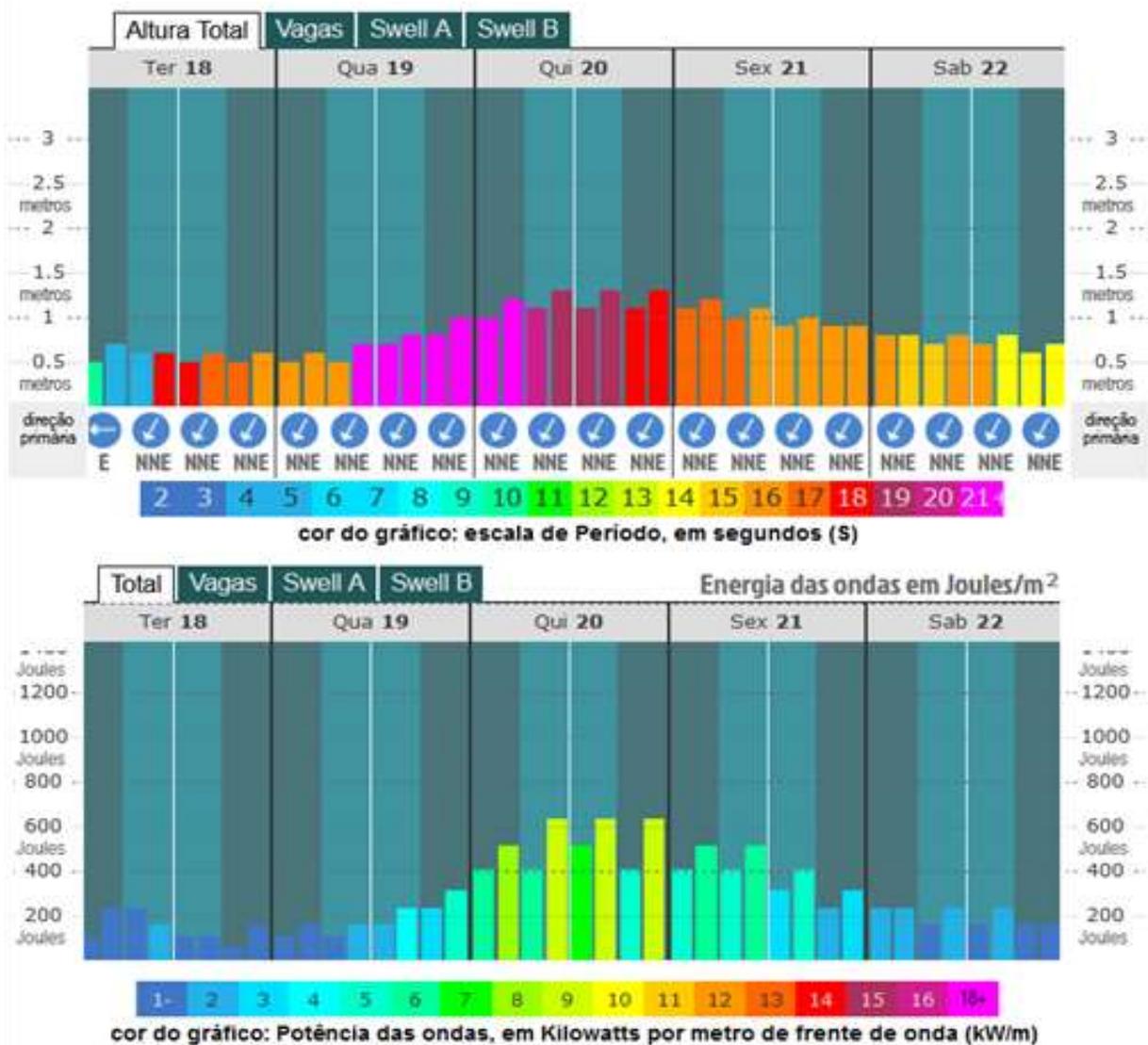


Figura 11 – Amostra destaque do ano de 2020 no litoral de Morro Branco.
 Fonte: Adaptado de Surfuru (2020).

Com ondas que chegam próximas a um metro e meio de altura, e mantendo a intensidade do período máximo (+21) por mais tempo, a amostra de destaque do ano de 2020 aponta o mesmo sentido e a mesma potência em joules (porém com alturas maiores). Outros eventos com intensidades semelhantes às amostras apontadas ocorreram ao longo dos dois anos, de forma que a Tabela 2 evidencia a data das amostras e a média de intensidade energética das ondas.

É importante ponderar que eventos de média intensidade “considerável” da Tabela 1 já tornam as falésias vulneráveis ao solapamento das ondas, o que implica que a ocorrência categorizada em média alta, ou muito alta, já amplia a possibilidade de morfogênese da estrutura. Além disso, torna-se importante frisar que fenômenos passados menos intensos que as amostras da figura 12, já proporcionaram danos que destruíram diversas barracas da praia de Morro Branco (AMARAL, 2020).

Primeiro Ano de Monitoramento		Segundo Ano de Monitoramento	
2019		2020	
Primeiro Semestre	Segundo Semestre	Primeiro Semestre	Segundo Semestre
01/01/2019	27/09/2019	18/01/2020	20/09/2020
02/01/2019	28/09/2019	19/01/2020	21/09/2020
03/01/2019	29/09/2019	20/01/2020	22/09/2020
18/01/2019	12/10/2019	21/01/2020	26/10/2020
19/01/2019	21/10/2019	22/01/2020	27/10/2020
04/02/2019	23/10/2019	23/01/2020	28/10/2020
05/02/2019	29/10/2019	24/01/2020	29/10/2020
06/02/2019	30/10/2019	31/01/2020	30/10/2020
10/02/2019	31/10/2019	01/02/2020	01/11/2020
12/02/2019	01/11/2019	02/02/2020	02/11/2020
20/02/2019	02/11/2019	03/02/2020	03/11/2020
21/03/2019	03/11/2019	04/02/2020	04/11/2020
22/02/2019	04/11/2019	05/02/2020	05/11/2020
23/02/2019	10/11/2019	18/02/2020	14/11/2020
24/02/2019	11/11/2019	19/02/2020	15/11/2020
25/02/2019	22/11/2019	20/02/2020	16/11/2020
26/02/2019	23/11/2019	21/02/2020	17/11/2020
27/02/2019	24/11/2019	22/02/2020	02/12/2020
02/03/2019	25/11/2019	12/03/2020	03/12/2020
03/03/2019	03/dez/19	13/03/2020	04/12/2020
10/04/2019	04/dez/19	14/03/2020	05/12/2020
18/05/2019	05/dez/19	15/03/2020	08/12/2020
19/05/2019	06/dez/19	16/03/2020	09/12/2020
20/05/2019	18/12/2019	17/03/2020	10/12/2020
-	18/12/2019	22/03/2020	11/12/2020
-	20/12/2019	11/04/2020	12/12/2020
-	21/12/2019	12/04/2020	13/12/2020
-	24/12/2019	13/04/2020	14/12/2020
-	25/12/2019	14/04/2020	20/12/2020
-	26/12/2019	24/04/2020	21/12/2020
-	-	-	22/12/2020
-	-	-	23/12/2020
-	-	-	26/12/2020
-	-	-	27/12/2020
-	-	-	28/12/2020
-	-	-	29/12/2020
-	-	-	30/12/2020
-	-	-	31/12/2020

Média de Intensidade Energética de Erosão das Ondas	
Considerável (entre 250 a 350 jaules)	
Alta (entre 350 a 450 jaules)	
Muito alta (acima de 450 jaules)	

Figura 12 – Monitoramento dos fenômenos marítimos e sua intensidade energética ao longo de 2019 e 2020. Fonte: Adaptado de Surf guru (2020).

A Tabela 2 aponta que esses acontecimentos não são meramente pontuais, sendo assim, os riscos para os fixos costeiros evidenciados em tópicos passados ocorrem de forma constante, assim como as modificações geomorfológicas ao longo do litoral de Beberibe. A conjuntura apresentada aponta que as falésias de Morro Branco não são apenas vivas, mas com alta intensidade erosiva a partir da combinação de fatores diversos, que resultam em um ambiente intensamente dinâmico e, logo, de alta vulnerabilidade. Junto a estes dados, questionados sobre os riscos dentro do ambiente de trabalho litorâneo, bugueiros e informantes de turismo apontaram diversos resultados sintetizados na Figura 13.



Figura 13 – A percepção de Bugueiros e Informantes de turismo sobre os riscos nas falésias de Morro Branco.
Fonte: Elaborado pelos autores.

Os 58 voluntários participantes da pesquisa indicaram que o principal risco existente ao longo do Monumento Natural das Falésias é o Movimento de Massa (66,7%), tanto na faixa de praia, como dentro da unidade de conservação. Outros pontos levantados foram as rochas das falésias e restos de construções provenientes da destruição de muros das casas de veraneio, onde cada um desses pontos foi posto como um risco por 26,2% dos participantes.

Em uma resposta aberta, apenas 2,4% dos voluntários apontaram que não percebiam nenhum risco com relação à UC. Os movimentos de massa não ocorrem exclusivamente na região das falésias, mas também sofrem processos erosivos intensos provocados pelas precipitações e ação eólica – inseridos, inclusive, nos comentários no gráfico 3. Nesse sentido, ao longo da região do “Labirinto das Falésias”, espaço onde ocorre o principal passeio turístico do município e que há diversos locais de instabilidade devido aos movimentos de massa, de forma que os principais percursos utilizados foram especializados na Figura 14.



Figura 14 – Mapa de trilhas do Monumento Natural das Falésias de Morro Branco.
Fonte: Elaborado pelos autores.

O mapeamento da Figura 14 indica dois grandes grupos de trilhas, onde ambas apresentam opções alternativas de caminhos, usadas pelos turistas e guias de turismo do Monumento Natural das Falésias. Uma das trilhas está direcionada de forma mais interiorana, expressa no mapa pelas espacialidades azuis, que se localiza mais próximo aos campos de dunas fixas, de forma a contemplar a paisagem gerada pela vegetação em épocas de chuva e o farol. O outro percurso, o trecho caracterizado pela cor avermelhada, comumente usada por grupos menores, fica mais próximo das irregularidades topográficas com espaços mais estreitos e instáveis, onde o potencial paisagístico desse trecho é protagonizado pelas feições do “Labirinto das Falésias”, através de uma visão privilegiada topograficamente que contempla também o litoral de Morro Branco.

A região na cor amarelo apontada no mapa, corresponde às áreas de intersecção entre as duas alternativas principais, que contemplam as movimentações ao longo da entrada e da saída do passeio ao longo do Monumento Natural. É importante frisar, também, que existem outros trechos e trilhas que são exploradas por turistas, como a Trilha do Farol e outros trechos, todavia, foram analisados aqui apenas aqueles percursos que são mais usados por parte dos frequentadores.

Sobre a erosão proporcionada pelas chuvas, ao longo dos dois anos analisados, a precipitação em Morro Branco foi maior do que a média esperada, onde, em muitos casos, uma grande quantidade de água era precipitada em um curto espaço de tempo, intensificando eventos de erosão, principalmente ao longo do ano de 2020, de forma que há cenários em que o desvio superou o dobro do valor esperado (Tabela 1).

Em apenas um único mês, entre janeiro e março, os maiores regimes pluviométricos foram registrados. Em 2019, apenas no terceiro mês do ano foram observados 462 mm de precipitação, 67% a mais que a média esperada, sendo o mês de valor mais expressivo. Já ao longo do ano de 2021, o mês de maior relevância para o ponto de vista de pluviometria foi fevereiro, com 251mm, 123,3% acima da média esperada. Os dados que evidenciam o desvio negativo, principalmente de valores “elevados”, como de -100%, estão atrelados a meses em que a média esperada se torna abaixo de 10mm, ou seja, na ausência de chuvas essa porcentagem mascara os dados através de uma alta porcentagem negativa, mas de pouca importância.

Tabela 1 – Regime pluviométrico registrado ao longo de 2019 e 2020.

Precipitação ao longo do ano de 2019			
Mês	Observado (mm)	Desvio	Média (mm)
Janeiro	110,4	-8,50%	110,4
Fevereiro	157,2	28,80%	157,2
Março	462	68,20%	274,6
Abril	262	-12%	297,8
Mai	226	18%	191,6
Junho	45	-52,10%	93,9
Julho	40	23,90%	23,9
Agosto	2	78%	9,2
Setembro	5	42,80%	8,7
Outubro	4	35,10%	3
Novembro	0	-100%	4
Dezembro	8	64,90%	22,8
Total:	1321,6	-	1197,1
Precipitação ao longo do ano de 2020			
Mês	Observado (mm)	Desvio	Média (mm)
Janeiro	248	124,70%	110,4
Fevereiro	351	123,30%	157,2
Março	251	-8,60%	274,6
Abril	350	18%	297,8
Mai	200	4%	191,6
Junho	56	-40,30%	93,9
Julho	36	11,50%	32,3
Agosto	0	-100%	9,2
Setembro	0	-100,00%	8,7
Outubro	0	-100,00%	3
Novembro	7	74%	4
Dezembro	8	64,90%	22,8
Total:	1507	-	1205,5

Fonte: Calendário de Chuvas da FUNCEME, 2021.

Junto ao regime pluviométrico, o percurso realizado por turistas também contribui para intensificar o processo de erosão e geração de movimentos de massa, através da compactação de um solo exposto, principalmente em trechos as áreas de alta declividade, para realizar de fotos, ou contemplar a altura do “abismo” (Figura 15). Por vezes, a largura desses “corredores” não ultrapassa 1 metro, sendo pouco espaço de comprimento para percorrer, além disso, os fortes ventos podem provocar desequilíbrios naqueles que trafegam por essa área. É importante pontuar que o período de maior intensidade do regime pluviométrico também está relacionado à alta estação do turismo, o que contribui para uma maior intensidade do risco de movimentos de massa.



*Figura 15 – Turistas em áreas de risco da UC.
Fonte: Elaborado pelos autores.*

Os movimentos de massa põem em risco passagens usadas constantemente por turistas e guias (figura 14, cor vermelha), de forma que o espaço de tráfego em algumas localidades torna-se recorrentemente reduzido, como na Figura 16. Vale ressaltar que em nenhum desses percursos há qualquer sinalização sobre o risco de movimentos de massa, ou afins. Além disso, em muitos momentos, os visitantes estão acompanhados de informantes de turismo do município, principalmente quando essa atividade ocorre em grupos pequenos, como visto na Figura 15.



*Figura 16 – Amostra de área de passagem estreita, algumas vezes utilizada por turistas, ou nativos, próximos a áreas de movimento de massa.
Fonte: Elaborado pelos autores.*

É importante ressaltar que o regime pluviométrico é responsável não só por diversos movimentos de massa no Monumento Natural das Falésias, mas também pelo processo erosivo das estruturas onde parte considerável dos fixos de

Morro Branco estão inseridos. No início do ano de 2021, uma precipitação de 127mm, em um único dia, proporcionou a abertura de uma voçoroca no principal ponto de recebimento de turistas: o Centro Municipal de Artesanato (Figura 17). Após esse acontecimento, foi necessário o isolamento da área, além da evacuação por parte de moradores de residências próximas ao local do acidente.



*Figura 17 – Movimento de massa no Centro de Artesanato de Morro Branco
Fonte: G1 Ceará, 2021.*

Essas construções estão inseridas sobrepostas em estruturas semelhantes ao do Monumento Natural das Falésias, e que são constantemente frequentadas. Inclusive, o desmoronamento da Figura 17 contemplou uma área que era usada como estacionamento de ônibus turísticos. Essa amostragem ressalta o poder erosivo do regime pluviométrico, não só nos movimentos de massa na UC, mas na possibilidade real e intensa de movimentos de massa em regiões estratégicas de diversas localidades do distrito. Através do exposto, o debate sobre movimentos de massa em Morro Branco não se restringe a uma esfera ambiental, ou de limitações exclusivas do Monumento Natural; tampouco os efeitos erosivos dessas áreas devem se resumir a questões oceanográficas, mas esse acontecimento aponta a necessidade de considerar alarmante as consequências do regime pluviométrico intenso em um curto período, como apresentado na Tabela 3 combinado com as paisagens locais como evidenciado na figura 16, juntamente com os depoimentos dos agentes locais de turismo (figura 13).

4. Considerações finais

Através do exposto, foi constatado que na área do Monumento Natural das Falésias de Morro Branco e nas suas proximidades, incluindo áreas urbanas, há uma série de riscos e vulnerabilidades que precisam ser ponderadas pelo poder público. Nesse sentido, faz-se necessário um conjunto de ações que possam vir a contribuir para a minimização desse quadro apontado através dos resultados explanados.

O mapeamento e a pesquisa corroboram a ideia de que o risco de desmoronamento não é pontual e qualquer fixo pode comprometer a dinâmica natural promovendo o revide da natureza. O efeito rápido dos acontecimentos produz o medo na comunidade local, ao mesmo tempo os limites bordejantes e seus riscos são desconhecidos por parte dos turistas.

A cartografia geomorfológica e os dados da falésia em relação à pluviometria revela que na trilha “mais segura” a área é maior, porém o cenário mais encantador é o mais próximo do penhasco e mais próximo a praia e por isso apresenta mais perigo. No interior da falésia correm “rios” ou canais pluviométricos, vinculados ao potencial de declividade e as características de porosidade, ocupação, compactação e poder de desagregação mediante intemperismo químico.

Portanto, faz-se necessário definir rotas específicas e oficiais a serem adotadas por todos, que seja incorporada em todos os passeios realizados no Monumento Natural das Falésias de Morro Branco, que seja o mais distante das zonas de

movimentos de massa e das áreas de risco. Assim, o presente trabalho realizou um mapeamento que aponta a contribuição espacial de onde poderiam ser realizadas as ações de visitação.

Estratégias de sinalização devem ser implementadas para proporcionar uma ambientação de sensibilização de todos que frequentam o Monumento Natural, de forma a apontar não só a conscientização coletiva de cuidados ambientais com a UC, mas também evidenciar sobre os riscos presentes na unidade de conservação – principalmente aos riscos voltados para os movimentos de massa. No mais, esses avisos podem acompanhar os avanços tecnológicos, com QR codes, para gerar links para textos, vídeos, mapas temáticos e demais mecanismos de informação que fomentem a preservação ambiental, o turismo sustentável e seguro no município.

Concomitantemente a essa ação, deve ser removido o resto de construções que já existem na orla, que atualmente já causam a descaracterização da praia e promovem riscos diversos para a transição de bugueiros e turistas; faz-se necessário apontar sinalizações sobre os riscos de movimentos de massa, além de garantir, junto às fiscalizações, que os ambulantes e mercadores itinerantes locais não se instalem nessas áreas.

Ademais, as atividades de fiscalização e monitoramento das vertentes do Monumento Natural das Falésias de Morro Branco, devem ser potencializados nos períodos de alta precipitação, referentes a quadra chuvosa, uma vez que esse fator se demonstrou, ao longo da pesquisa, uma variável crucial para o movimento de massas, inclusive, nas falésias expostas à ação marinha.

Referências

- AMARAL, M. G. *Mapa Geographice da Capitania do Ceará*. 1800. Disponível em: Biblioteca Digital Luso-Brasileira. <https://bdib.bn.gov.br/acervo/handle/20.500.12156.3/21696> acesso em: 20/09/2022
- AMARAL, D. N. ; VASCONCELOS, F. P. ; MORAIS, J. S. D. ; BARRA, O. A. O. L. ; ROCHA, C. S. *Intervenção antrópica desordenada e dinâmica costeira: um conflito autodestrutivo na praia de Morro Branco*. Revista Brasileira de Geografia Física, v. 13, 2020, p. 3428-3447. DOI: 10.26848.
- ANEAS DE CASTRO, S. D. “Riesgos y peligros: una visión desde lá Geografía”. Scripta Nova: Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales. Barcelona, n.60, 20 de mar. 2024. Em: <https://www.scielo.br/j/asoc/a/jY8HBwMg4rJJP49Z6zH9RdJ/?format=pdf> .
- BARRA, O. A. O. L.; AMARAL, D. N.; SILVA, F. E. S.; VASCONCELOS, Fábio Perdigão. 2020. *Aplicação Do método hipotético-dedutivo na avaliação: Das políticas Ambientais Da Zona Costeira Metropolitana De Fortaleza-Ceará*. Terra Livre. 1 (54):542-585, 2020, ISSN: 2674-8355.
- BARRAGÁN, J. M. M. Política, gestão e litoral: uma nova visão da gestão integrada de áreas litorais. Madrid: Editorial Tébar Flores, 2016. 685 p.
- BERTRAND, G. Paisagem e Geografia Física Global. Esboço Metodológico. Revista Raega – O Espaço Geográfico em Análise, v. 8, p. 141-152. Curitiba: Ed. UFPR, 2004.
- CAPRIOLI, M.; R. TRIZZIONO R.; PAGLIARULO R.; SCARANO M.; MAZZONE F.; SCOGNAMIGLIO A.: *Management of Environmental Risk in Coastal Areas*. ISPRS Geospatial Week. Volume-3. La Grande Motte, França, 2015.
- CEARÁ. Decreto Nº27.461, de 04 de junho de 2004. Fica criada a Unidade de Conservação Estadual de Proteção Integral denominada Monumento Natural das Falésias de Beberibe. Disponível em:<https://www.sema.ce.gov.br/2013/05/31/decreto-no27461-de-04-de-junho-de-2004-2/> Acesso em: 20 de março de 2024.
- CEARÁ. Secretaria Estadual de Turismo. *Evolução recente do turismo no Ceará 2006/2016*. Disponível em: <https://www.setur.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/59/2016/11/evolucao-turismo-2006-2016-artigo.pdf>. Acesso em: 21 maio 2019.
- CEARÁ. Calendário. Funceme (Ed.). **Calendário de Chuvas**. 2021. Disponível em: <http://www.funceme.br/app/calendario/>. Acesso em: 11/06/2021.

- DAVIDSON-ARNOTT, R. *Introduction to Coastal Processes and Geomorphology*. Cambridge, 442 p. 2010.
- DINIZ, M. T. M.; MARIA, G. K. M.; FERREIRA, A. S. *Análise integrada da paisagem e formas de uso do solo no litoral de Galinhos/RN: subsídios à gestão integrada da zona costeira*. Caderno de Geografia, v.25, n.44, 2015. ISSN 2318-2962.
- DINIZ, M.T.M.; VASCONCELOS, F.P. *Análise Integrada da Paisagem como Suporte à Gestão Integrada da Zona Costeira: adaptação de metodologia da UNESCO à costa semiárida brasileira*. Terra Livre, v. 35, p. 95-115, 2010.
- FUENTES, J. C. N., Granados, P. A., & Martins, F. C. (2017). Coastal management in Mexico: Improvements after the marine and coastal policy publication. *Ocean & Coastal Management*, 137, 131-143.
- HALPERN BS, WALBRIDGE S, SELKOE KA, KAPPEL CV, MICHELI F, D' AGROSA C, BRUNO JF, CASEY KS, EBERT C, FOX HE, FUJITA R, HEINEMANN D, LENIHAN HS, MADIN EMP, PERRY MT, SELIG ER, SPALDING M, STENECK R & WATSON R. 2008. A global map of human impact on marine ecosystems. *Science*, 319: 948952.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Cidades. 2021. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pb/gado-bravo/panorama>. Acesso em: 20 de março de 2024.
- IPECE, Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. *Perfil Básico Municipal – Beberibe, 2017*. Disponível em: https://www.ipece.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/45/2018/09/Beberibe_2017.pdf
- BRASIL. *SNUC - Sistema Nacional de Unidades de conservação: texto da Lei 9.985 de 18 de julho de 2000 e vetos da presidência da República ao PL aprovado pelo congresso Nacional*. - São Paulo: Conselho Nacional da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica, 2000. 2ª edição ampliada. 76 p.; 21cm. - (Cadernos da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica : série conservação e áreas protegidas, 18).
- MARCONI, M. A., & LAKATOS, E. M. (2010). **Fundamentos de Metodologia Científica**. 7ª edição. São Paulo: Editora Atlas.
- MEIRELES A. J. A. *Geomorfologia costeira: funções ambientais e sociais*. 1. ed. Fortaleza: Edições UFC, 2012. v. 1;
- MINAYO, M. C. *Ciência, técnica e arte: o desafio da Pesquisa Social*. In: Minayo (Org.) *Pesquisa social: teoria, método e criatividade*. Petrópolis: Vozes, p. 09-30, 2001.
- MORAIS, J.O.; PINHEIRO, L.S.; PESSOA, P.R.S.; FREIRE, G.S.; CARVALHO, A.M.; GUERRA, R.G.P.; BARROS, E.L.; MOURA, F.J.M. Ceará. In: MUEHE, D. (Coord.), *Panorama da erosão costeira no Brasil*. Brasília: Ministério do Meio Ambiente (MMA), 2ed. p. 261- 289, 2018.
- MUEHE, D., 1994. *Geomorfologia Costeira*. In: GUERRA, A.J.T.; CUNHA, S.B. (organizadores). *Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos*. 2ª edição. Rio de Janeiro: Editora Bertrand Brasil, 2008. p. 253-308.
- NUNES, F.C.; Silva, E.F.; VILAS BOAS, G.S. *Grupo Barreiras: características, gênese e evidências de neotectonismo*. In: Coord., Carvalho Nunes, F.; Fraga da Silva, E. *Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Solos*, 2011.
- PNUMA (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente). 2003. *Cambio Climático: compendio informativo*. Traducción de “Climate Change, Information Kit” elaborada por el PNUMA y la Secretaría sobre el Cambio Climático (CMNUCC), Unidad de Cambio Climático de Uruguay (Dirección Nacional de Medio Ambiente). Montevideo, Uruguay. 69 p. (<http://www.madrimas.org/cienciaysociedad/Kioto/documentacion/pdfs/cambio-climatico-compendio-uruguayi.pdf>)
- POPPER, K. R. **Conhecimento Objetivo: uma abordagem evolucionária**, São Paulo: Itatiaia: EDUSP, 1975.
- ROCHA, C. S.; VASCONCELOS, F. P. ; CASEMIRO, M. B. ; AMARAL, D. N. ; SILVEIRA, A. P. ; SANTOS, D. V. . *Análise da dinâmica morfossedimentar no litoral de Paracuru - Ceará*. Revista Brasileira de Geografia Física, v. 13, n. 7, p. 3459-3477, 2020. DOI. 10.26848.

-
- SCHERER M.; ASMUS M.L.; GANDRA T. B. R. 2018. Avaliação do Programa Nacional de Gerenciamento Costeiro no Brasil: União, Estados e Municípios. **Revista Desenvolvimento e Meio Ambiente**, Edição especial: X Encontro Nacional de Gerenciamento Costeiro.
- SILVA, R. R.; PINHEIRO, L. S.; XIMENES NETO, A. R.; MORAIS, J. *Mapeamento lidar nas falésias costeiras do leste cearense (Nordeste do Brasil)*. São Paulo, UNESP, Geociências, v. 39, n. 2, p. 463 - 479, 2020.
- SURFGURU. Fonte da dados da Plataforma Surf guru. Acessado em: 20 de janeiro de 2020. Disponível em: <<https://www.surfguru.com.br/previsao/brasil/ceara/fortaleza/>>
- SUNAMURA, T. Rocky coast processes: with special reference to the recession of soft rock cliffs. Proceedings of the Japan Academy, Ser. B, **Physical and Biological Sciences**. Japão, 2015. Nov 11; 91(9): 481–500
- UNEP. (2012). Compendium of technologies for treatment/destruction of healthcare waste. Division of Technology Industry and Economics International Environmental Technology Centre, Osaka. Retrieved from https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/8628/IETC_Compendium_Technologies_Treatment_Destruction_Healthcare_Waste.pdf?sequence=3&isAllowed=y p. (ISSN 1678-0892; 194).
- VASCONCELOS, F. P. **Gestão Integrada da Zona Costeira: Ocupação antrópica desordenada, erosão, assoreamento e poluição ambiental do litoral**. Editora: Premius Editora, Fortaleza, 2005.
- XIMENES NETO, A. R.; MOURA, F.M.; BRINDEIRO, O.S.; SILVA, R.R.; MACIEL, F.J.M.; MORAIS, J.O. *Caracterização Das Paleofalésias Na Planície Costeira Do Ceará, Nordeste Do Brasil*. 543 p IN: Roque et al., - Rio de Janeiro: FGEL –UERJ. Saíndo Da Zona De Conforto: A Interdisciplinaridade Das Zonas Costeiras / Tomo VIII da Rede BRASPOR. Capítulo 14, 2019.
- ZAULI, F.; JÁCOME, I. G1 Ceará. *Parte de Falésia desaba e mata casal e bebê de 7 meses em Pipa, 2020*. Disponível em: <https://g1.globo.com/rn/rio-grande-do-norte/noticia/2020/11/17/parte-de-falesia-desaba-em-pipa-pm-confirma-mortes.ghtml> Acesso em: 25/09/2022.