

Análise Crítica das Obras de Estruturas de Contenção ao Processo Erosivo Costeiro: Estudo de Caso na Praia de Pipa/RN

Luana Raquel Juvino da Silva

Engenheira Geotécnica, TPF Engenharia, Pindoretama, Brasil, luana.raquel.365@ufrn.edu.br

Riadny Patrícia de Souza Ferreira

Engenheira Geotécnica/Doutoranda em Geotecnia, TPF Engenharia/UFPE, Recife, Brasil, riadny.ferreira@ufpe.br

Marina de Paula Moura

Engenheira Hidrotécnica/Doutoranda em Hidrotecnia, TPF Engenharia/UFPE, Maceió, Brasil, marina.moura@tpfe.com.br

Maria Julia Pedroso

Engenheira Hidrotécnica/Mestranda em Hidrotecnia, TPF Engenharia/USP, São Paulo, Brasil, maria.pedroso@tpfe.com.br

Venerando Eustáquio Amaro

Docente, UFRN, Natal, Brasil, venerando.amaro@gmail.com

RESUMO: No Município de Tibau do Sul/RN, a Praia de Pipa tem atividades socioeconômicas fortemente baseadas no turismo nacional e internacional. Inserido num contexto geológico-geomorfológico de intensa dinâmica costeira natural e antropogênica, de forma que o uso e ocupação inadequados da terra, fundamentados em políticas públicas ineficazes, resultam em desastres. Frente aos movimentos gravitacionais de massa, diversas infraestruturas instaladas nesta orla possuem obras de contenção. A Praia de Pipa se destaca pelas infraestruturas de contenções instaladas e movimentos gravitacionais de massa recorrentes, que já causaram perdas de vidas humanas. O objetivo deste artigo foi apresentar uma análise crítica das obras de contenção, instaladas ao longo do trecho conhecido como Praia do Centro, frente aos intensos processos erosivos costeiros desencadeadores de movimentos de massa. Levantamentos de campo foram realizados para a investigação de patologias nas infraestruturas de contenção e de avaliação dos processos erosivos costeiros. Assim, foi elaborado um mapa diagnóstico do risco de desastres na Praia do Centro, destacando as tipologias das estruturas de contenção contra a ação direta de ondas. Os resultados desta análise demonstraram a importância da associação entre os dados físicos das forçantes envolvidas na erosão costeira com um planejamento adequado de estruturas de contenção eficientes.

PALAVRAS-CHAVE: Estruturas de Contenção, Movimentos Gravitacionais de Massa, Dinâmica Costeira.

ABSTRACT: In the Municipality of Tibau do Sul/RN, Pipa Beach has socioeconomic activities strongly based on national and international tourism. Inserted in a geological-geomorphological context of intense natural and anthropogenic coastal dynamics, such that the inappropriate use and occupation of land, based on ineffective public policies, result in disasters. Facing mass gravitational movements, various infrastructure installed on the shore have containment works. Pipa Beach stands out for its installed containment infrastructure and recurring mass gravitational movements, which have already caused loss of human lives. The objective of this article was to present a critical analysis of the containment works, installed along the stretch known as Centro Beach, in the face of intense coastal erosion processes that trigger mass movements. Field surveys were carried out to investigate pathologies in containment infrastructures and evaluate coastal erosion processes. Therefore, a diagnostic map of the risk of disasters in the Centro Beach was prepared, highlighting the types of containment structures against direct wave action. The results of this analysis demonstrated the importance of associating physical data on the forcing involved in coastal erosion with adequate planning of efficient containment structures.

KEYWORDS: Retaining Structures, Gravitational Mass Movements, Coastal Dynamics.

1 INTRODUÇÃO

Os processos erosivos ocasionados pelo aumento no nível médio relativo do mar, no aumento na energia das ondas e na frequência de tempestades locais, além das atividades antropogênicas desordenadas na orla marítima têm representado significativo aumento no risco de desastres costeiros, uma vez que a instalação de infraestruturas ocorre sem o conhecimento adequado da dinâmica dos processos costeiros no que se refere à potencialização das mudanças climáticas. Tais fatores geram notável desequilíbrio no transporte natural dos sedimentos costeiros, afetando o balanço sedimentar nas linhas de praia e ocasionando os processos erosivos severos e grandes prejuízos socioeconômicos (Amaro *et al.*, 2014; Matos *et al.*, 2020). Os processos costeiros, decorrentes de forçantes oceânicas e continentais, bem como as ações antrópicas desprovidas de rigorosas ações de políticas públicas, que considerem as alterações climáticas e a fragilidade da orla marítima, têm sido determinantes na avaliação da estabilidade de falésias ativas propensas a movimentos gravitacionais de massas, que estão igualmente relacionadas aos processos erosivos nas praias arenosas defrontantes às falésias (Matos *et al.*, 2020; Amaro *et al.*, 2021).

O litoral oriental do Estado do Rio Grande do Norte (RN) é caracterizado pelo domínio de falésias ativas e praias arenosas, frequentemente associadas a campos de dunas móveis e fixadas por vegetação (Silva *et al.*, 2020), interceptadas por desembocaduras de rios e estuários. As falésias ativas correspondem às bordas marinhas e estuarinas dos Tabuleiros Costeiros constituídas por rochas sedimentares do Grupo Barreiras e dos estratos pós-Barreiras, de topo plano suavemente mergulhante em direção ao oceano. A geometria das falésias ativas é comumente retilínea, com praias arenosas defrontantes e nos setores de enseadas parabólicas (ou em forma da letra grega *zeta*) condicionadas por promontórios (Barreto *et al.*, 2004; Amaro *et al.*, 2014). Este arranjo estrutural peculiar acompanha a estruturação geotectônica pretérita das bacias costeiras do Nordeste do Brasil e é retrabalhada pela geometria das principais forçantes hidrodinâmicas atuantes na costa, com ventos alísios e ondas de sudeste a nordeste, transporte longitudinal de sedimentos no sentido de sul para norte (Bezerra *et al.*, 2001; Amaro *et al.*, 2014; Matos *et al.*, 2020).

A Praia de Pipa, no Município de Tibau/RN, está localizada neste contexto geológico-geomorfológico de fragilidade natural da orla marítima, onde as atividades socioeconômicas estão fortemente baseadas no turismo internacional, com repercussões no turismo nacional e regional, incentivados pelas oportunidades de negócios e investimentos do setor imobiliário. Atualmente, a Praia da Pipa está entre os principais indutores do turismo no Brasil (Ministério do Turismo, 2018). Tais fatores indicam a relevância da atividade turística e imobiliária para o município e, conseqüentemente, com relevantes financiamentos e investimentos públicos e privados sobre um trecho de orla marítima submetida à intensa dinâmica costeira natural e antropogênica, em que desastres tem ocorrido, com algumas perdas de vidas humanas, devido ao uso e ocupação da orla marítima realizados inadequadamente e embasados em políticas públicas ineficazes.

Considerando a importância dessa orla marítima e a alta vulnerabilidade ambiental às intempéries meteoceanográficas às quais está exposta, este estudo visa analisar as características das estruturas de contenção à erosão costeira e sua influência direta nos locais onde foram instaladas no trecho da Praia do Centro, em Pipa. Como resultado dessa análise é apresentado um mapa diagnóstico de risco à erosão costeira e aos movimentos gravitacionais de massa, indicando as tipologias de estruturas de contenção existentes na orla.

2 ÁREA DE ESTUDO

O balneário de Pipa é composto por um conjunto de onze praias, sendo a Praia do Centro bastante popular, uma vez que é onde se concentram diversos bares, restaurantes e quiosques, além do seu fácil acesso pela Avenida dos Golfinhos. As atividades de campo realizadas se estendem por toda a orla marítima urbana da Praia do Centro, limitada a oeste pela Praia da Baía dos Golfinhos e a leste pela Praia do Amor (Figura 1).

As principais atividades econômicas do município foram, por anos, a agricultura e a pesca (Nunes, 2014). Contudo, com as problemáticas geradas pelas grandes secas do Nordeste, a partir da década de 1980, esses setores decaíram. Atualmente, as atividades turísticas são as maiores responsáveis pelas demandas de emprego formal e pelo aumento de investimentos tanto na expansão do setor, quanto na implantação de empreendimentos de infraestrutura.

O Município de Tibau do Sul se desenvolveu sobre o topo da feição geomorfológica de Tabuleiro Costeiro, por vezes com campos de dunas sobrepostos, e a expansão urbana acarretou vários problemas ambientais e socioeconômicos, por estar sujeito à alta vulnerabilidade de ação da erosão costeira e dos movimentos gravitacionais de massa (Piérri, 2008). As falésias ativas de topo plano do Grupo Barreiras, que marcam a borda dos Tabuleiros Costeiros, têm alturas que variam entre 20m e 40m e são pervasivas ao longo de toda extensão do município, com taludes inclinados de 45° a 90° (Silva, *et al.*, 2020).

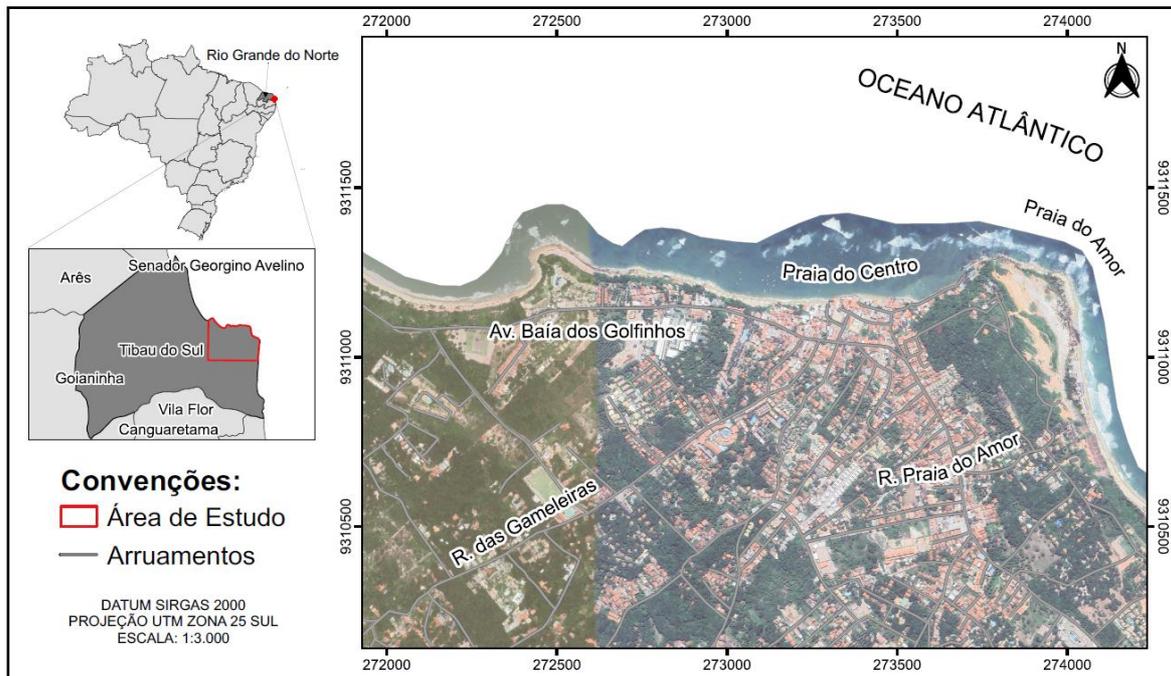


Figura 1. Localização do estado do Rio Grande do Norte, o Município de Tibau do Sul e a Praia de Pipa, com foco na praia do centro.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

As atividades metodológicas foram baseadas nas seguintes etapas: (i) Compilação da base de dados espaciais a partir de repositórios públicos e gratuitos; (ii) Levantamentos de campo; (iii) Integração e processamento dos dados espaciais em Sistema de Informação Geográfica (SIG); (iv) Elaboração do mapa síntese de risco à erosão costeira e movimentos gravitacionais de massa.

2.1 Compilação da base de dados

A compilação da base cartográfica se inicia com a seleção de imagens da Câmera Multiespectral e Pancromática de Ampla Varredura (WPM) do satélite CBERS-4A de 27/04/2021 (<http://www2.dgi.inpe.br/catalogo/explore>) com resolução espacial de 8,0 m (bandas multiespectrais) e 2,0 m (banda pancromática), de dados altimétricos do satélite ASTER-PALSAR com resolução espacial de 12,5 m e da base de dados do MapBiomias (<https://plataforma.brasil.mapbiomas.org/>).

Para a elaboração dos mapas temáticos da área de estudo foi realizada a atualização da escala local, aproveitadas as seguintes bases cartográficas de repositórios públicos: o mapa geológico em escala 1:100.000 do Serviço Geológico Brasileiro (SGB); o mapa geomorfológico em escala 1:250.000, no Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE); classes de uso e cobertura da terra em escala 1:250.000 do Projeto de Mapeamento Anual do Uso e Cobertura da Terra no Brasil (IBGE, 2020).

Na análise dos Eventos Extremos de Precipitação (EEP) foram coletados dados de precipitação nas escalas diária e mensal em série temporal entre os anos de 1980 e 2022 em estações meteorológicas do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e da Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte (EMPARN) inseridas ou próximas à área de interesse.

2.2 Levantamentos de Campo

Esta etapa foi realizada entre os meses de junho e julho/2022 e março/2024, período da quadra chuvosa no litoral oriental, e em condições de baixa-mar e preamar, em que foram registrados diversos deslizamentos nas falésias do setor urbano da Praia de Pipa, especialmente na Praia do Centro. No dia 04/07/2022 a precipitação acumulada foi de 203,6 mm (EMPARN, 2022) e os deslizamentos foram extensos. A caracterização dos processos de erosão costeira e a classificação das classes temáticas em campo foram auxiliadas pela utilização de um *checklist* adaptado de Camara (2018). Os dados coletados contribuíram para caracterização das classes e correlação com os fatores desencadeadores da erosão costeira, dos movimentos de massa, e a catalogação das estruturas de contenção existentes na orla. Ainda, tiveram o objetivo de validar os mapas temáticos, identificar a ação dos processos erosivos na linha de costa, identificar os pontos de alagamento na área urbana, delimitar as áreas de Risco 3 (alto) e Risco 4 (muito alto), e investigar a infraestrutura para o escoamento das águas superficiais.

2.3 Análise de risco à erosão costeira e movimentos gravitacionais de massa

Para a análise local e elaboração do mapa de risco à erosão costeira e movimentos gravitacionais de massa, foram utilizadas as categorias de risco alto (R3) e risco muito alto (R4), fundamentado nos critérios e diretrizes de setorização de áreas de risco geológico e categorias de grau de probabilidade, dos protocolos de mapeamento de risco em encostas e margem de rios (Brasil, 2007) e adaptado por Lana *et al.* (2021) e readequada para a área de estudo por Silva *et al.* (2023).

A categoria de risco R3 marca condicionantes geológico-geotécnicos predisponentes e alta potencialidade para o desenvolvimento de processos de deslizamentos e solapamentos, sendo observada a presença de feições e processo de instabilização em pleno desenvolvimento e, caso mantido as condições existentes, é possível a ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas intensas. Para o grau R4 de probabilidade de risco, os sinais de instabilidade são expressivos e presentes em grande magnitude, com processo de instabilização em estágio avançado, caracterizando-se como uma condição mais crítica, sendo impossível monitorar a evolução do processo, posto seu elevado estágio de desenvolvimento; mantida as condições existentes, é alta a probabilidade de ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas intensas.

Na investigação em campo foram avaliadas as características e intensidades de indícios, tais como: dimensão e inclinação do talude; presença de blocos de rocha no regolito; umidade nas rochas e regolito; surgência de água; distância das edificações em relação à borda e base do talude, alcance máximo da Lâmina d'água de preamar e das ondas; lançamento de água pluvial e/ou esgoto *in natura* desde o topo e no talude da falésia ativa; infraestruturas rachadas e deformadas; cicatrizes recentes de deslizamento e/ou de queda de blocos; dentre outros. Igualmente foram considerados: o sentido do escoamento superficial via tubulações residenciais ou comerciais; pontos de alagamento e escoamento em direção às praias e taludes ativos; presença de estruturas de contenção em locais que recebem diretamente o impacto de ondas; estado de conservação das infraestruturas; evidências de processos erosivos costeiros nas praias (erosão laminar e exfiltração por afloramento do lençol freático, erosão por fluxo concentrado, superfície de abrasão marinha, entre outros) e nos taludes (erosão por colisão das chuvas e ondas ou *splash*, incisão basal, zona de fraturas, erosão radicular em fraturas e fissuras).

Neste contexto, com a compilação das informações, especializadas em mapas diagnósticos, foi elaborado o diagnóstico e o mapa síntese de risco à erosão e movimentos gravitacionais de massa, contendo a setorização de áreas definidas como de risco alto (R3) e risco muito alto (R4), segundo Lana *et al.* (2021), indicando no mapa os deslizamentos recentes nos taludes, a presença de infraestruturas e estruturas de contenções, os pontos de alagamento e a direção do fluxo do escoamento superficial. Ainda na avaliação dos riscos alto (R3) e muito alto (R4) foi considerado o tipo de ocupação, a presença recorrente de pessoas, a incidência dos EEP, a incidência de ondas e o recuo da linha de praia obtido por Matos *et al.* (2022) para o período entre 2008 e 2018, baseados em imagens de sensoriamento remoto de resolução espacial alta.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Desde o término da Praia da Baía dos Golfinhos e por toda a extensão da Praia do Centro (Figura 4) ocorre uma intensa aglomeração de turistas e barracas na faixa de praia. Foram identificados diversos pontos de deslizamento de massas recorrentes e fortes processos erosivos, sobretudo nas bases das estruturas de contenções existentes (pontos II, III, Figura 2, Figura 3).

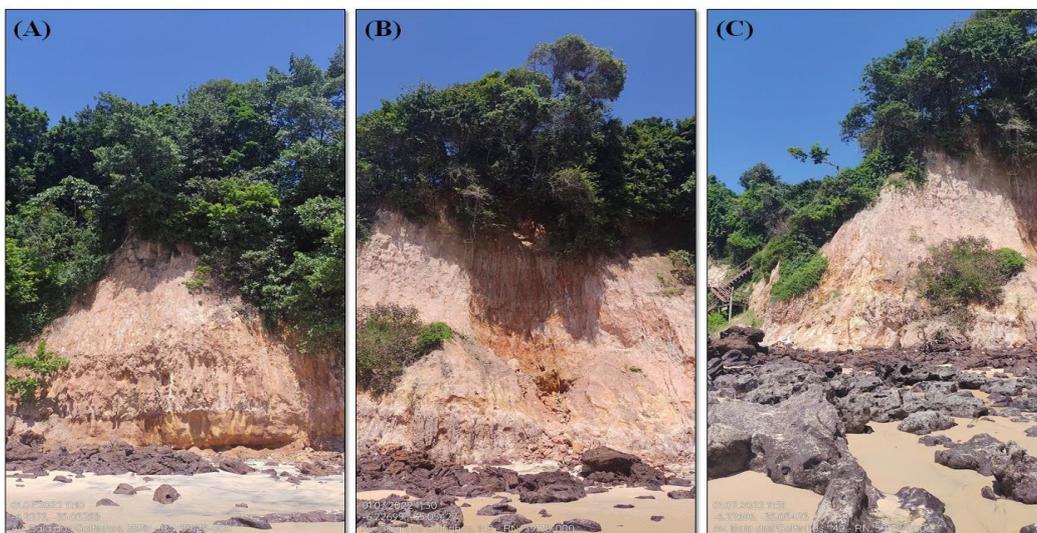


Figura 2. Falésias Ativas; (A) Erosão: incisão basal; (B) Movimentos gravitacionais: superfícies de deslizamento; (C) Erosão: acúmulo de tálus no sopé da falésia.



Figura 3. Estruturas de contenção existentes na Praia do Centro; (A) Muro de arrimo fissurado; (B) Enrocamento com presença de intensificação do processo erosivo; (C) Estrutura fissurada devido ao esforço gravitacional após o deslocamento dos sedimentos de sua base.

Na Figura 4, mais especificamente nos pontos IV, VI e VII estão apresentados, respectivamente, estruturas de contenção construídas com a intenção de minimizar os danos gerados pela ação direta de ondas. Essas estruturas são constituídas de enrocamento aderente, com blocos soltos ou agregados em amarrações de madeiras, de tamanhos variados, e muros de concreto com patologias aparentes, tais como fissuras, rachaduras e degradações decorrentes da intensificação das energias de ondas e erosão do substrato arenoso sob o qual essas estruturas estão apoiadas. É perceptível que a geometria, o local e a tipologia inadequada dessas instalações potencializam os processos erosivos a jusante, como pode ser observado no ponto VII, ao invés de minimizá-los.

É importante mencionar que os processos erosivos atuam no Tabuleiros Costeiro, originando os movimentos gravitacionais de massa, sobretudo, devido às fortes chuvas e à ação direta de ondas no sopé das falésias. Os tipos mais comuns de movimentação de massa que ocorrem na área de estudo são os tombamento e quedas, como é possível observar pelo acúmulo dos depósitos ferruginosos na base das falésias (Santos Júnior *et al.*, 2006; Silva *et al.*, 2020; Silva *et al.*, 2023). Nos trechos de falésias ativas da área de estudo pode-se observar a presença de incisão basal na base das falésias, gerando o solapamento da parte superior do talude conforme está ilustrado na Figura 2.

Além das quedas e tombamentos, há grande incidência de deslizamento de massa na Praia do Centro, como ilustram os pontos I e III, ocorridos após as intensas chuvas entre junho e julho/2022. O escoamento de água pluvial e/ou esgotamento das habitações e hotéis lançados diretamente nas praias são outros fatores que intensificam os processos erosivos na região (ponto V).

Existem trechos já sinalizados pela Defesa Civil, onde ocorreram esses desmoronamentos, contudo, tanto a população local como os turistas permanecem utilizando as áreas classificadas como de muito alto risco. Até em pontos de acesso mais difícil, como na Praia da Baía dos Golfinhos (ponto I), mesmo com a ocorrência de diversos deslizamentos, há a presença de diversos banhistas e comerciantes nos períodos de baixa-mar muito próximos dos taludes (Silva *et al.*, 2023).

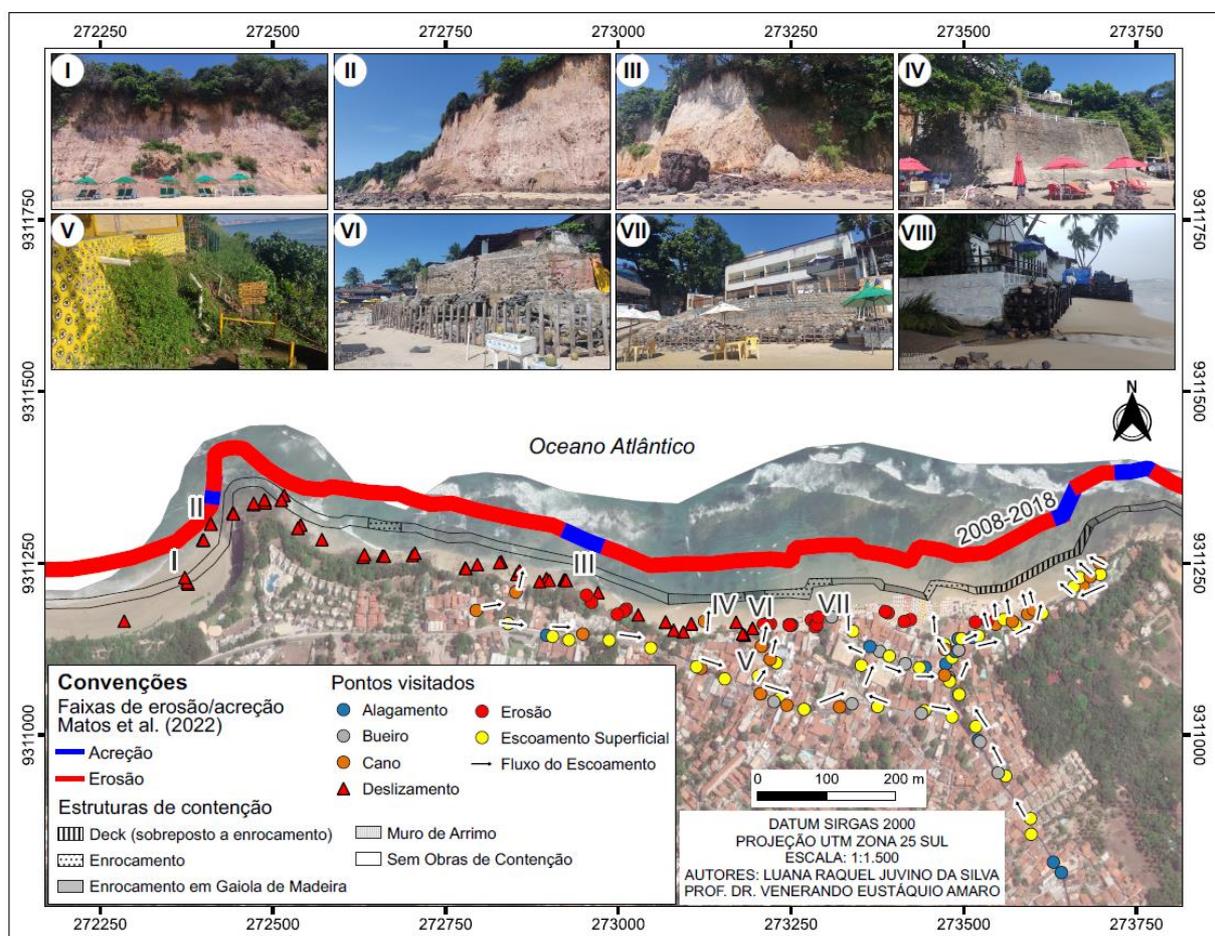


Figura 4. Mapa diagnóstico das condicionantes ao risco de desastre na Praia do Centro.

A Figura 5 apresenta uma comparação de uma estrutura de contenção instalada na Praia do Centro, composta pelo conjunto de um muro de arrimo com fissuras aparentes e um enrocamento em gaiola de madeira. Nota-se que, na imagem de 2022, existia uma pequena quantidade de enrocamento na gaiola, que atualmente quase não existe. Demonstrando, assim, a ineficiência desta contenção frente à energia das ondas incidentes e a formação das correntes de transporte de sedimentos.



Figura 5. Muro de arrimo fissurado com enrocamento em gaiola de madeira.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As características geológico-geomorfológicas e climáticas da Praia de Pipa demonstram a exuberante beleza natural que impulsiona o turismo regional. Entretanto, o desenvolvimento ocorreu de forma desordenada nas proximidades das bordas das falésias ativas e praias arenosas, nos limites do Tabuleiro Costeiro, promovendo a urbanização desorganizada e sem políticas públicas eficazes de resguardo às alterações climáticas e seus efeitos de potencialização das forças meteorológicas.

Os recentes e recorrentes casos de desabamentos de massa das falésias na Praia de Pipa, algumas delas com perdas de vidas, demonstram os prejuízos socioeconômicos e de vida, que ameaça a população local e os turistas. Neste sentido, fica expressa a importância de estudos sobre a análise de risco à erosão e aos movimentos gravitacionais de massas nas faixas habitadas e com trânsito de populares e turistas.

Este artigo apresenta um mapa de diagnóstico das condicionantes ao risco de desastres na Praia do Centro, gerado a partir de uma abordagem fundamentada na integração de indicadores espaciais de perigos e suas inter-relações, tendo como variáveis do meio físico das forças meteorológicas, tipos de uso e cobertura do solo e as atividades antrópicas.

A instalação de infraestruturas sem o conhecimento adequado da dinâmica dos processos costeiros acaba promovendo o significativo aumento no risco de desastres. A urbanização desordenada da orla marítima, com o desmatamento de ecossistemas costeiros frágeis, como dunas vegetadas e a Mata Atlântica, permitindo a instalação de edificações e sistemas de drenagem, que lançam seus excedentes de águas pluviais e/ou esgotamentos diretamente nas faces das falésias e praias, também intensificam os processos erosivos e os movimentos gravitacionais de massa.

As mudanças climáticas têm alterado as condições ambientais que nas zonas costeiras em todo o mundo, fatores diretamente relacionados ao aumento na intensidade e frequência dos riscos de desastres naturais. As recorrentes quedas, tombamentos e/ou deslizamentos de massas na região estão relacionados a intensificação dos eventos extremos de precipitação e da incidência direta do regime de ondas na base das falésias ativas, promovendo o rebaixamento contínuo na quantidade de areia da praia. As estruturas de contenção instaladas de maneira inadequada, sobretudo por parte da gestão pública, acabam por intensificar a ação dos processos erosivos. Desta forma, a Praia do Centro foi predominantemente classificada como de probabilidade de risco muito alto (R4) e alto (R3).

Este artigo se alinha às diretrizes propostas pela Estratégia Internacional das Nações Unidas para a Redução de Desastres e contribui com dados e informações espaciais que auxiliam na análise das intervenções adequadas para a redução de risco de desastres quanto à erosão costeira e movimentos gravitacionais de massa e na gestão apropriada da orla marítima.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil e Ambiental da Universidade Federal do Rio Grande do Norte pelo acolhimento e interesse nesta pesquisa. Igualmente ao INCT KLIMAPOLIS - Áreas urbanas brasileiras em perspectiva transdisciplinar: avaliação, cenários e soluções para adaptação às mudanças climáticas e ao desenvolvimento sustentável (CNPq 58/2022).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amaro, V. E., Gomes, L. R. S., Lima, F. G. F. De, Scudelari, A. C., Neves, C. F., Busman, D. V., Santos, A. L. S. (2014) Multitemporal Analysis of Coastal Erosion Based on Multisource Satellite Images, Ponta Negra Beach, Natal City, *Northeastern Brazil. Marine Geodesy*. 0:1-25, march.
- Amaro, V. E., Carvalho, R. C., Matos, M. F. A., Ingunza, M. D. P., Scudelari, A. C. (2021) Avaliação da suscetibilidade do solo à erosão nas falésias do litoral oriental do estado do Rio Grande do Norte. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, v. 22, n.1.
- Barreto, A. M. F., Suguio, K., Bezerra, F. H. R., Tatum, S. H., Giannini, P. C. F. (2004) Geologia e Geomorfologia do Quaternário Costeiro do Estado do Rio Grande do Norte. *Revista de Instituto de Geociências – USP*, Geol. USP Sér. Cient., São Paulo, v. 4, n. 2, p. 1-12, outubro.
- Bezerra, F., Amaro, V., Vita-Vinzi, C., Saad, A. (2001) Pliocene-Quaternary fault control of sedimentation and coastal plain morphology in NE Brazil. *J. South Amer. Earth Sci.*,14: 61–75.
- Brasil. (2007) Ministério das Cidades / Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT. *Mapeamento de Riscos em Encostas e Margem de Rios*. Brasília: Ministério das Cidades; Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT.
- Camara, M. R. (2018) *Análise de recuo de falésias no litoral do Estado do Rio Grande do Norte*. Dissertação de Mestrado. Engenharia Civil. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, CTEC, Natal.
- EMPARN. (2022) *Relatórios Pluviométricos*. Disponível em: <<http://meteorologia.emparn.rn.gov.br/relatorios/relatorios-pluviometricos>>.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. (2020) *MapBiomias - Projeto Mapa de Biomias do Brasil*. 2020. Disponível em: <<https://plataforma.brasil.mapbiomas.org/>>.
- Lana, J. C.; Jesus, D. D.; Antonelli, T. (2021) *Guia de procedimentos técnicos do Departamento de Gestão Territorial: setorização de áreas de risco geológico*. Brasília: CPRM – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais, 49p.
- Matos, M. F. A., Gurgel, D. F., Scudelari, A. C., Amaro, V. E. (2020) 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, (Jan-Mar) p. 79-99.
- Matos, M. F. A., Amaro, V. E., Scudelari, A. C., Rosado, S. B. (2022) Estimativas das alterações de longo prazo na linha de praia do Litoral Oriental do Rio Grande do Norte, Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, v. 23, n° 1.
- Ministério do Turismo. (2018) Pipa atinge o topo do turismo nacional. Disponível em: <<https://www.gov.br/turismo/pt-br/>>
- Nunes, M. R. O. (2014) *Investimentos Internacionais e o Turismo em Tibau do Sul – RN*. 110 f. Dissertação de Mestrado em Turismo. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Centro de Ciências Sociais Aplicadas, Natal.
- Piérri, G. C. S. (2008) *Análise de Risco à Erosão Costeira na Região de Tibau do Sul/RN Através de Mapeamento Geoambiental e Análise Morfodinâmica*. Dissertação de Mestrado em Geodinâmica. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 140p.
- Santos Júnior, O. F., Amaral, R. F., Scudelari, A. C. (2006) Failure Mechanisms of a Coastal Cliff in Rio Grande do Norte State, NE Brazil. *Journal of Coastal Research*, v. 39, p. 629-632.
- Silva, B. M. F., Santos Júnior, O. F., Freitas Neto, O., Scudelari, A. C. (2020) Erosão em Falésias Costeiras e Movimentos de Massa no Rio Grande do Norte, Nordeste do Brasil. *Revista Geociências*, v. 39, n. 2, p. 447-462, UNESP, São Paulo.
- Silva, L. R. J.; Amaro, V. E.; Scudelari, A. C.; Pinheiro, L. R. S. G. (2023) Mapa de Risco à Erosão Costeira e Movimentos Gravitacionais de Massa no Litoral Oriental do Nordeste do Brasil: Estudo de Caso da Praia de Pipa/RN. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, v.24 n.2; e2281.