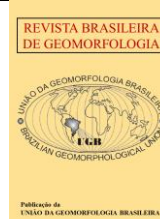




<https://rbgeomorfologia.org.br/rbg>  
ISSN 2236-5664



Nota técnica

## Aspectos morfoestruturais e fatores erosivos em Falésias. O caso de Pipa – RN

*Morphostructural aspects and erosion factors in coastal cliffs. The example of Pipa - RN*

Rubson Pinheiro Maia <sup>1</sup>, Rodrigo de Freitas Amorim <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Geografia - Universidade Federal do Ceará - Fortaleza - Ceará – Brasil. [rubsonpinheiro@yahoo.com.br](mailto:rubsonpinheiro@yahoo.com.br)  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1688-5187>

<sup>2</sup> Departamento de Geografia - Universidade Federal do Rio Grande do Norte - Natal - Rio Grande do Norte – Brasil.  
[rodrigofba@yahoo.com.br](mailto:rodrigofba@yahoo.com.br)  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8282-6903>

Recebido: 23/06/2021; Aceito: 31/03/2022; Publicado: 01/10/2022

**Resumo:** No nordeste brasileiro, as falésias ocorrem nas rochas da Formação Barreiras, que são compostas por sedimentos parcialmente consolidados. No estado do Rio Grande do Norte, a praia de Pipa, com suas falésias, constituem seu principal atrativo turístico, recebendo diariamente centenas a milhares de pessoas. O intenso trânsito de banhistas na base das escarpas instáveis, pela ação consorciada de processos de escoamento hidráulico interno e ação das ondas na base criam colapsos constantes, criando uma situação de risco elevado. Nessa nota técnica, foram avaliadas as condições estruturais da falésia, com foco nas características das camadas aflorantes, nos planos de fratura, na largura da berma e nos processos de intemperismo e erosão associados a abrasão marinha. Para tanto, foram realizados trabalhos de campo com levantamentos aerofotogramétricos de alta resolução, descrição de perfis da escarpa e mapeamento de sets de fraturas. Foi observado que planos de fraturas verticais, limitados as camadas (Stratobounds), aumentaram a permeabilidade da rocha o que levou ao lixiviamento e ao desprendimento dos blocos. Associado a isso, o impacto direto das ondas na base da falésia na maré alta, abriu uma reentrância erosiva que removeu o sustentáculo dos blocos sotopostos, levando ao colapso.

**Palavras chave:** Falésia, erosão, fratura, colapso, risco.

**Abstract:** In northeastern Brazil, cliffs occur in the rocks of the Barreiras Formation, which are composed of partially consolidated sediments. In the state of Rio Grande do Norte, Pipa beach, with its cliffs, is its main tourist attraction, receiving hundreds to thousands of people daily. The intense traffic of bathers at the base of the unstable cliffs, due to the consortium of internal hydraulic flow processes and wave action at the base, creates constant collapses, creating a high risk situation. In this technical note, the structural conditions of the cliff were evaluated, focusing on the characteristics of the outcropping layers, fracture planes, berm width and weathering and erosion processes associated with marine abrasion. For that, fieldwork was carried out with high resolution aerophotogrammetric surveys, description of scarp profiles and mapping of fracture sets. It was observed that vertical fracture planes, limited to the layers (Stratobounds), increased the permeability of the rock which led to leaching and the detachment of the blocks. Associated with this, the direct impact of the waves at the base of the cliff at high tide, opened an erosive indentation that removed the support of the underlying blocks, leading to collapse.

**Keywords:** Sea cliff, erosion, fracture, collapse, risk

## 1. Introdução

Em 17 de novembro de 2020, a queda de blocos areníticos provenientes de uma falésia causou a morte de três pessoas da mesma família na Praia da Pipa – município de Tibau do Sul, litoral oriental do Rio Grande do Norte. O trágico evento teve ampla repercussão na mídia nacional e trouxe à baila o risco associado aos movimentos de massa em falésias ativas. O desprendimento gravitacional de blocos rochosos, regolito e solos é recorrente no Brasil, especialmente nas regiões montanhosas e escarpadas, onde a queda de blocos causa prejuízos materiais e perdas de vidas, especialmente quando atingem áreas densamente habitadas (RIBEIRO, 2013; GIDES, 2018).

Nesse contexto, a presente nota técnica fará uma análise acerca do fato ocorrido em novembro de 2020, especificamente o que motivou os processos de evolução geomorfológica que levaram à queda de blocos, e a morte de pessoas. Os resultados apresentados, fazem parte do Projeto Falésias, executado pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte e a Universidade Federal do Ceará, financiado pelo Ministério de Desenvolvimento Regional e coordenado pelos autores deste trabalho.

A premissa norteadora desse trabalho reside no detalhamento do(s) processos ou gatilhos geomorfológicos que deflagraram queda de blocos. Essa resposta pode parecer óbvia, para um olhar mais geral sobre o processo, uma vez que normalmente se associa o recuo da falésia, a erosão promovida pelas ondas, com poucos dados acerca da estrutura interna do depósito. Na realidade, em falésias ativas na Formação Barreiras, o tamanho dos blocos e o volume do material que colapsa, pode variar significativamente, dependendo da natureza litoestratigráfica, fraturas, sets de juntas na escarpa e claro intensidade da energia de solapamento da base.

## 2. Área de Estudo

A área de análise, fica na Praia da Pipa, município de Tibau do Sul (Figura 01 Fotos A e B), que é caracterizada em toda sua extensão por falésias modeladas na Formação Barreiras com altitudes entre 10 e 30 metros.



**Figura 01.** Localização da área de estudo. (A: Promontório de Pipa-RN, B: Área de pesquisa).

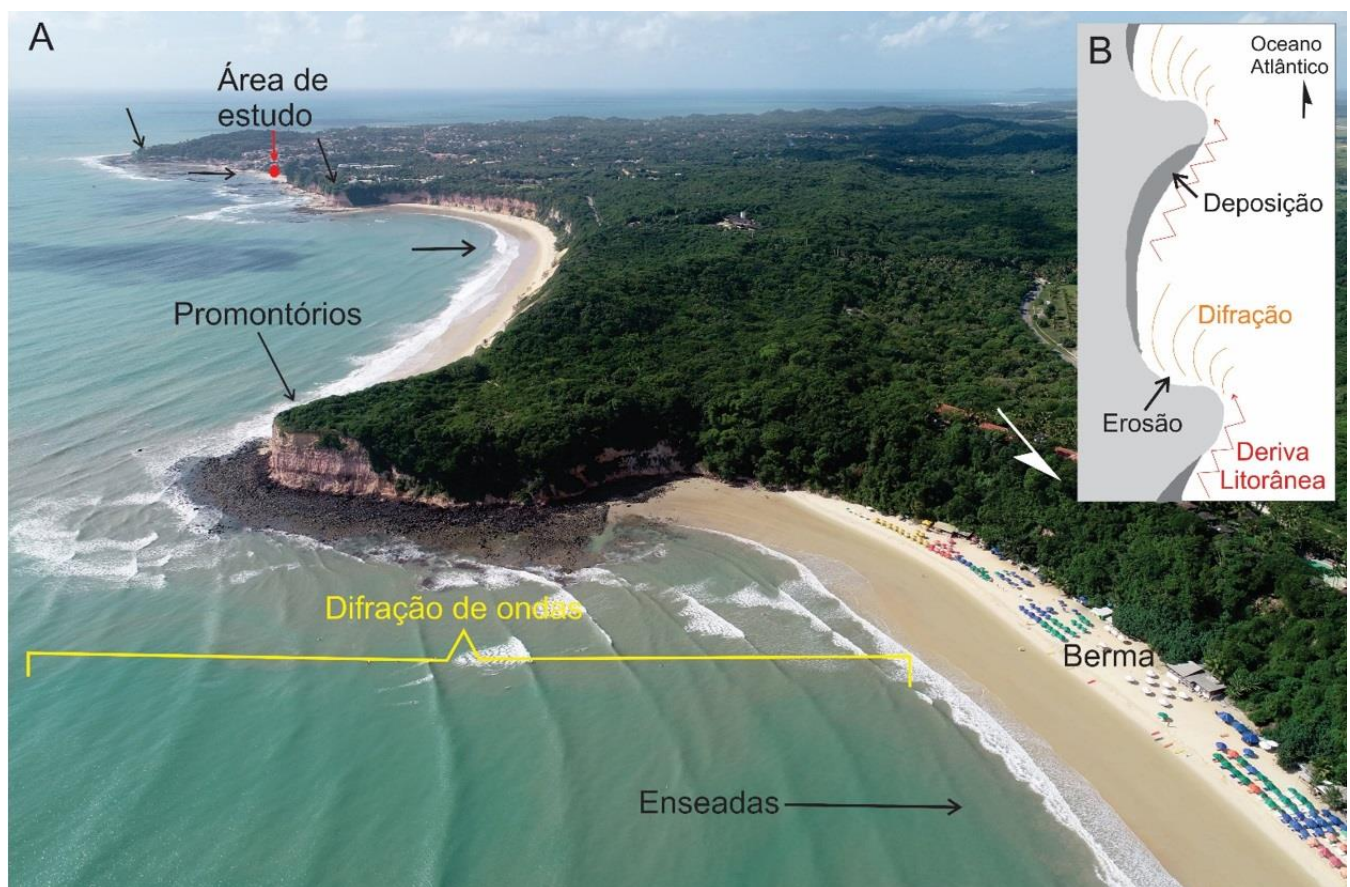
### 2.1 Caracterização da área

As variações faciológicas relativas à Formação Barreiras revelam uma deposição ocorrida entre sistemas deposicionais continentais, transicionais e marinhos. No contexto regional, que engloba a área deste estudo, o volume de depósitos fluviais e fluvio-marinhos são consequência da transladação (mudança de ambiente deposicional) que ocorre da base ao topo das falésias (ROSSETTI et al., 2007). As associações de fácies descritas localmente por Araújo et al., (2006) foram interpretadas, nesse caso específico, como indicativas da deposição em um contexto fluvial.

Do ponto de vista tectônico, os trabalhos de Bezerra et al. (1998 e 2001), Bezerra e Vita Finzi (2000), Barreto et al. (2002), Lima et al., 2006, Nogueira et al., (2006) Moura Lima et al., (2010) e Furrier et al. (2006) tem demonstrado os efeitos da tectônica cenozoica e da neotectônica na deformação rúptil da Formação Barreiras no Nordeste Brasileiro. Essa deformação tem sido descrita como sets de juntas, fraturas e falhas de direção NE-SW e NW-SE associadas a movimentos transcorrentes e normais, sin e pós deposicionais.

Com uma média de 1.200 mm anuais, o período chuvoso inicia em maio e termina em meados de julho, resultado da atuação das brisas marítimas que são intensificadas por ondas de leste oriundas da Alta Subtropical do Atlântico Sul (PINHEIRO et al., 2010).

O período e direção das ondas variam ao longo do ano, em função da mudança no padrão de circulação de ventos, que é predominantemente de sudeste, variando de sul a nordeste (AMORIM E MAIA, 2021). As ondas tem parte de sua energia normalmente dissipada em blocos de arenitos cimentados por óxido de Fe (Ferricretes) distribuídos ao longo da zona de arrebenção, como provável resultado do recuo das falésias. A predominância da direção sudeste de arrebenção das ondas na costa, e a erosão diferencial ao longo da linha das falésias da Formação Barreiras formam embaixamentos em forma de zeta (AMARAL, 1999). Essa morfologia, em zeta é formada por sequência de enseadas e promontórios sendo a área de estudo situada no interior de uma enseada (Figura 02) com amplitudes de maré em torno de 2,6 m (AMORIM E MAIA, 2021).



**Figura 02.** Morfologia da costa na área de estudo. Promontórios e enseadas e sua relação com a corrente de deriva litorânea e a morfodinâmica costeira. (A: Foto de drone do litoral em forma de Zeta. B: Esquema explicativo acerca das formas de relevo, envolvendo pontas, enseadas e deriva litorânea) (Fonte: Autores)

### 3. Materiais e Métodos

O trabalho foi ancorado em levantamentos de campo, aerofotogrametria de precisão, descrição das estruturas geológicas-geomorfológicas, em que se buscou descrever a morfologia, fraturas e *sets* de juntas na falésia. Além disso foram realizadas análises da morfologia praial, levantamento bibliográfico, interpretação e montagem de um modelo qualitativo.

A aerofotogrametria de alta resolução foi realizada com um drone tipo quadrimotor modelo Phantom 4 Pro, que resultou em uma série de fotografias aéreas, que permitiu a formação de ortomosaico de alta resolução (Pixel = 3cm), e posteriormente a confecção de um modelo digital de elevação. Esses dados serviram para interpretar a variação morfológica da escarpa e relação escarpa-nível de maré, a partir da detecção do contato da base da falésia com a sedimentação da praia.

Nos trabalhos de campo foram empregados métodos expedidos para descrever detalhadamente o contexto estrutural da escarpa, incluindo identificação e interpretação dos *sets* de fraturas e sua correlação com processos de cimentação/lixiviação/crescimento de raízes *in locu*. O grau de diagênese e laterização fora por teste simples de resistência mecânica com martelo e pelo fato de camadas mais coesas estar projetadas no relevo.

A elaboração dos blocos diagrama se deu através da representação gráfica das feições observadas em campo em *software* de desenho. Esses blocos diagrama foram de fundamental importância no auxílio da interpretação evolutiva da falésia através da correlação forma-processo.

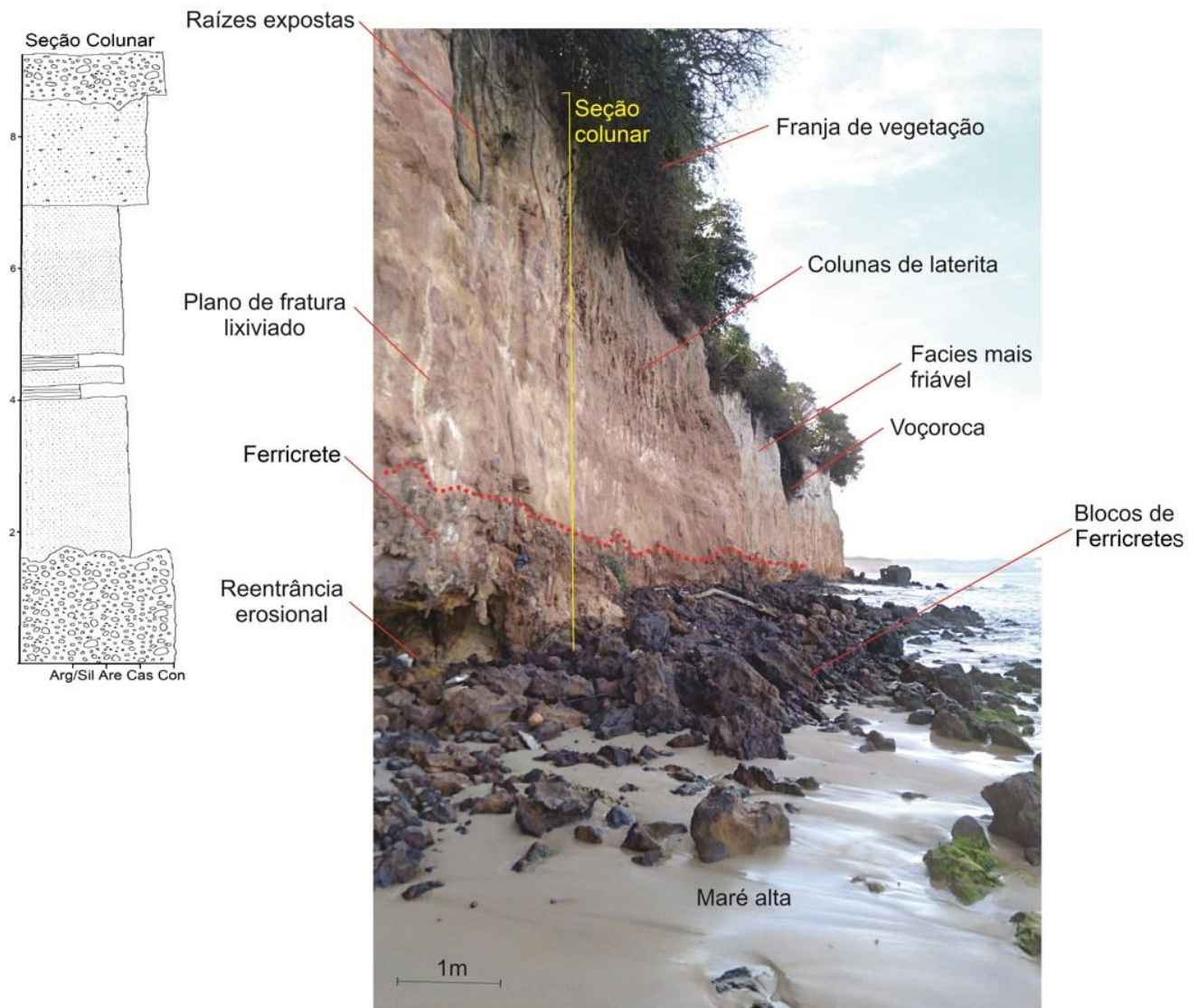
Concomitante à elaboração dos modelos qualitativos, fez-se uma comparação com o conceito de queda gravitacional de blocos, um típico movimento de massa em que um ou mais blocos desconexos do maciço rochoso, se precipitam ao longo de um declive por queda livre, saltação ou rolamento (YILMAZ et al., 2008). Brunsdén e Prior (1984) definem a queda de blocos rochosos como todo movimento de material por meio de queda livre abrupta, em encostas muito íngremes e precipícios, em que o material é desprendido sob a forma de blocos. Trata-se de um dos movimentos de massa mais rápidos, onde a velocidade pode variar de poucos metros por segundo até cerca de 30 m/s (VARNES, 1984; PEILA e RONCO, 2009).

Conforme Frattini et al. (2008), essa alta velocidade é a característica principal que diferencia a queda de blocos dos outros movimentos de massa. As causas de quedas de blocos são diversas, e não estão necessariamente relacionadas a períodos de chuva. Assim, torna-se difícil a previsão da deflagração do processo, no qual a movimentação do bloco depende basicamente de sua geometria e da configuração da encosta (PROJETO GIDES, 2018).

Por fim, as feições e os processos erosivos e de movimentos de massa foram analisados à luz do conceito de perigo: "condição ou fenômeno com potencial para causar uma consequência desagradável dentro de um certo período de tempo" (PROJETO GIDES, 2018); e risco: relação entre a probabilidade de ocorrer um movimento de massa e a magnitude dos danos ou consequências à sociedade. Assim, "considera-se o risco como uma função do perigo, da vulnerabilidade e dano potencial" (TOMINAGA, 2012, p.151 apud PROJETO GIDES, 2018).

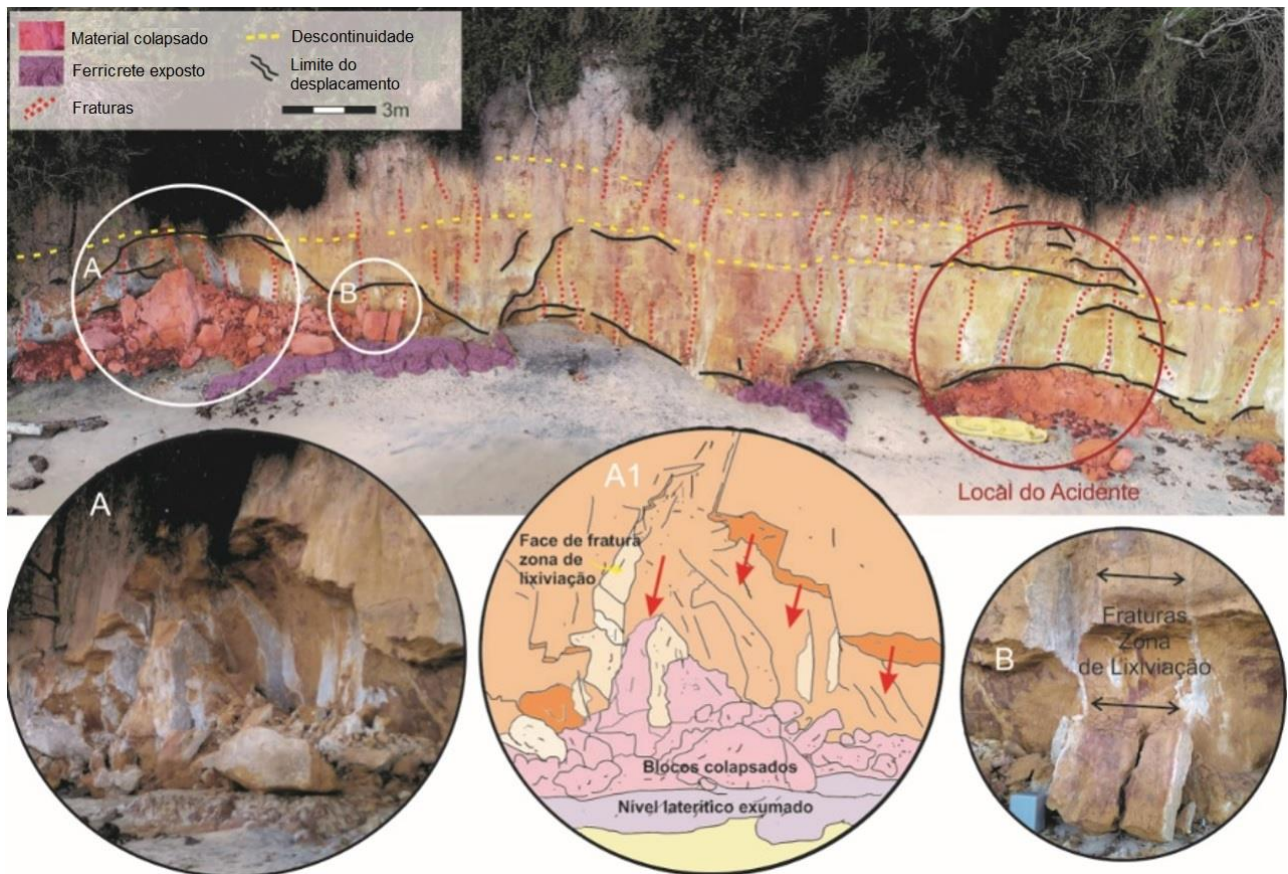
### 4. Resultados

Ao longo de toda seção estratigráfica exposta, é possível visualizar diferentes níveis de laterização, acompanhados de blocos colapsados que repousam na base das falésias (Figura 03). Concentrações de Fe se formam pela agregação de camadas de óxidos principalmente resultantes do baixo PH e da variação do lençol freático (Penteadó, 1980). O processo tem origem nos elevados níveis de precipitação e percolação da água na Formação Barreiras, permitindo a mobilização de íons de forma vertical e horizontal no perfil, resultando na remoção de álcalis devido à grande velocidade de lixiviação, levando a aumento dos conteúdos de Fe e/ou Al e diminuição dos de Si (SIQUEIRA et al., 2014) e a formação de Ferricretes. Segundo Dixon (2013), Ferricretes podem ser o resultado de uma variedade de processos formativos, incluindo a formação pedogênica, formação *in situ*, flutuações do lençol freático, fluvial, lacustre e reprecipitação. Na área de estudo estão dispostos em crosta sub-horizontais, com espessuras variáveis com a parte exposta chagando até 2 metros, podendo ser encontrados mais de um, em diferentes níveis altimétricos. Esse padrão apresenta um contato brusco ondulado com o horizonte basal arenítico, podendo ocorrer de forma não contínua com estruturas colunares prismáticas (Figura 03).



**Figura 03.** Falésia na Formação Barreiras em Pipa – RN.

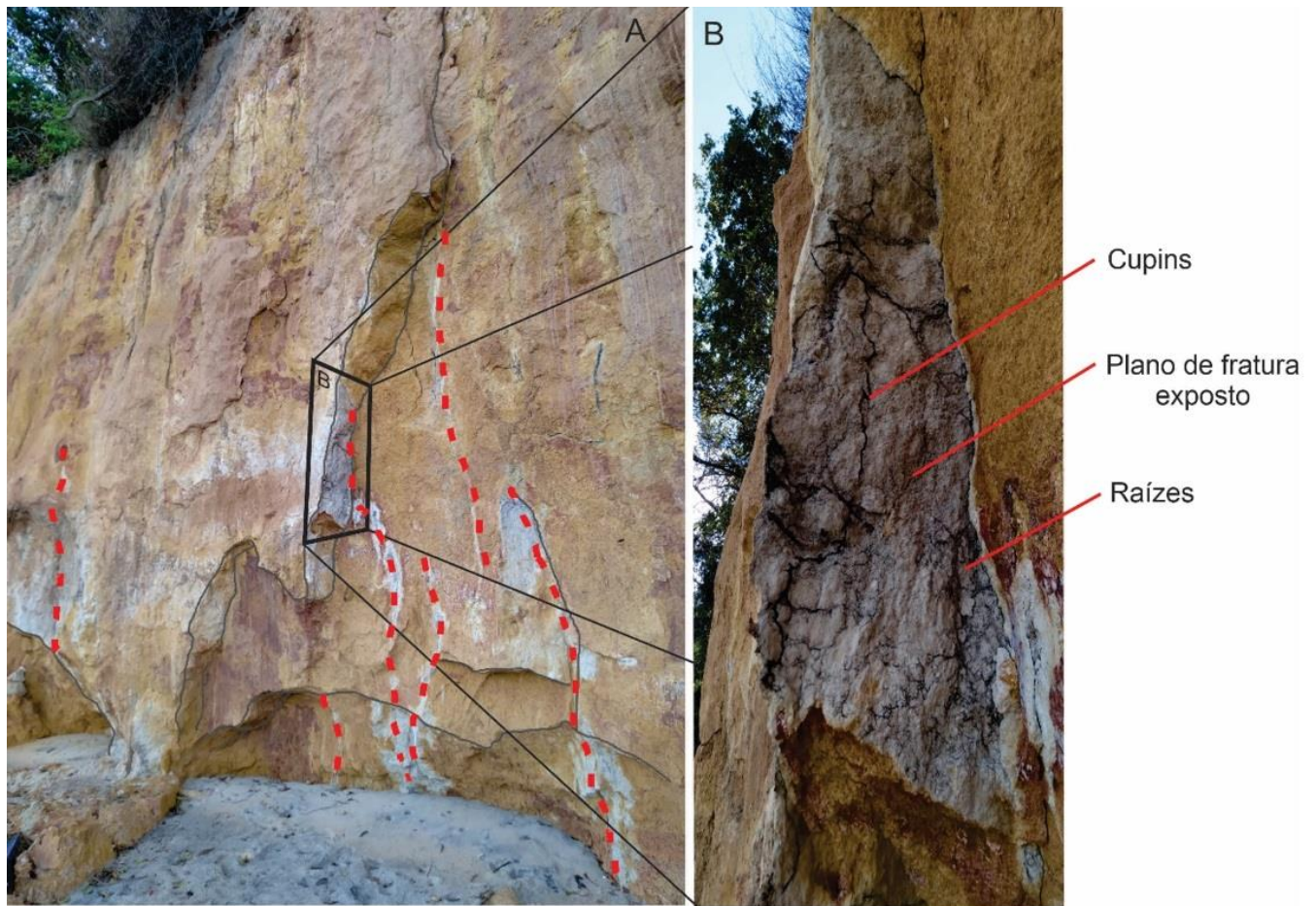
Na figura 03 observa-se a falésia situada dentro da amplitude da maré e, portanto, atingida pelas ondas na maré alta. Na base, um nível laterítico apresenta uma reentrância erosiva, resultado da ação abrasiva das ondas. No topo da falésia se nota uma franja de vegetação sobre um delgado manto de alteração, e este sobre camada com colunas lateríticas sobre fácies mais friáveis, onde ocorrem voçorocas. Foram descritos também blocos de laterita na base da falésia, expostos mesmo em condições de maré alta. Nessas marés, as ondas atingem a base da escarpa, em uma camada bem cimentada do ponto de vista diagenético. A cimentação da rocha, nesse caso, fornece aparentemente a estabilidade necessária para a coesão do teto da cavidade. Contudo, em casos onde haja concentração de fraturas verticais, esta estabilidade pode ser comprometida, favorecendo o desprendimento e colapso dos blocos. Um esquema síntese descreve este fenômeno na figura 04, que mostra a escarpa da falésia em Pipa com foco no local da queda de blocos, que vitimou pessoas que estavam na base da falésia.



**Figura 04.** Sets de fraturas verticais e superfícies horizontais de descontinuidades gerando linhas de ruptura e colapso de blocos. Linha pontilhada amarela representa o limite entre camadas. O pontilhado vermelho, fraturas. Os traços pretos, superfície de desprendimento de blocos. O círculo A, representa um melhor detalhamento, para melhor visualização e A1 um esquema interpretativo. B: Detalhe para zonas de lixiviação em fraturas.

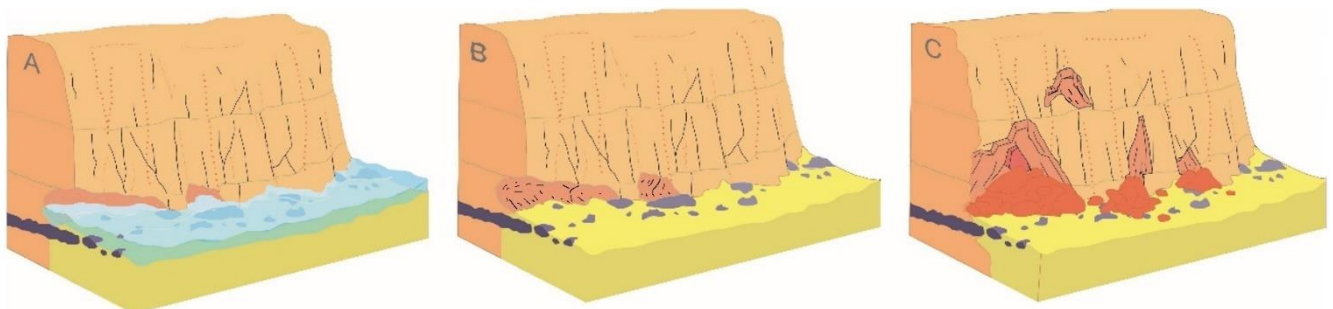
Como é possível observar na figura 04, a face da escarpa exibe variações de tons de cores laranja, vermelho, amarelo e branco. Isso reflete provavelmente os materiais que a compõe e os diferentes níveis de cimentação de óxidos de  $Fe_2O_3$ . As manchas esbranquiçadas verticais, representam zonas de lixiviação ao longo de fraturas. As fraturas, aumentando a permeabilidade da rocha, através da criação de porosidade secundária, consequentemente a velocidade de percolação da água da chuva. Como na parte superior há vegetação, a decomposição da serrapilheira (material orgânico formado por folhas mortas depositadas na superfície) aumenta a acidez da água, elevando o potencial de solubilidade de argilominerais ao longo do perfil.

A conjugação de sets de fraturas cria zonas de alta permeabilidade, criando corredores verticais de fluxo de infiltração. A maior circulação de fluidos ao longo dessas fraturas, favorece a diminuição da coesão da rocha, auxiliando o intemperismo nos planos de fraturas. Isso também favorece o desenvolvimento de raízes (Figura 05), que por sua vez, contribuem para o desprendimento e colapso de blocos. Essas raízes auxiliam na criação de um ambiente redutor, que auxilia a lixiviação no plano de fratura. Assim, a permeabilidade do solo arenoso e a existência de fraturamentos na rocha contribuem para o aumento do peso na borda da escarpa, o que eleva o fator de ruptura do material. Ao mesmo tempo, a percolação da água nas fraturas dissolve os cimentos que ligam os grãos da rocha e aumenta a lubrificação das descontinuidades internas, promovendo a decomposição química das rochas. No detalhe da Figura 05 B, nota-se a atividade biológica no plano de fratura exposto.



**Figura 05.** Fraturas verticais expostas em planos de lixiviação. (A: fratura exposta em sobressalto. B: Detalhe da atividade biológica em plano de fratura).

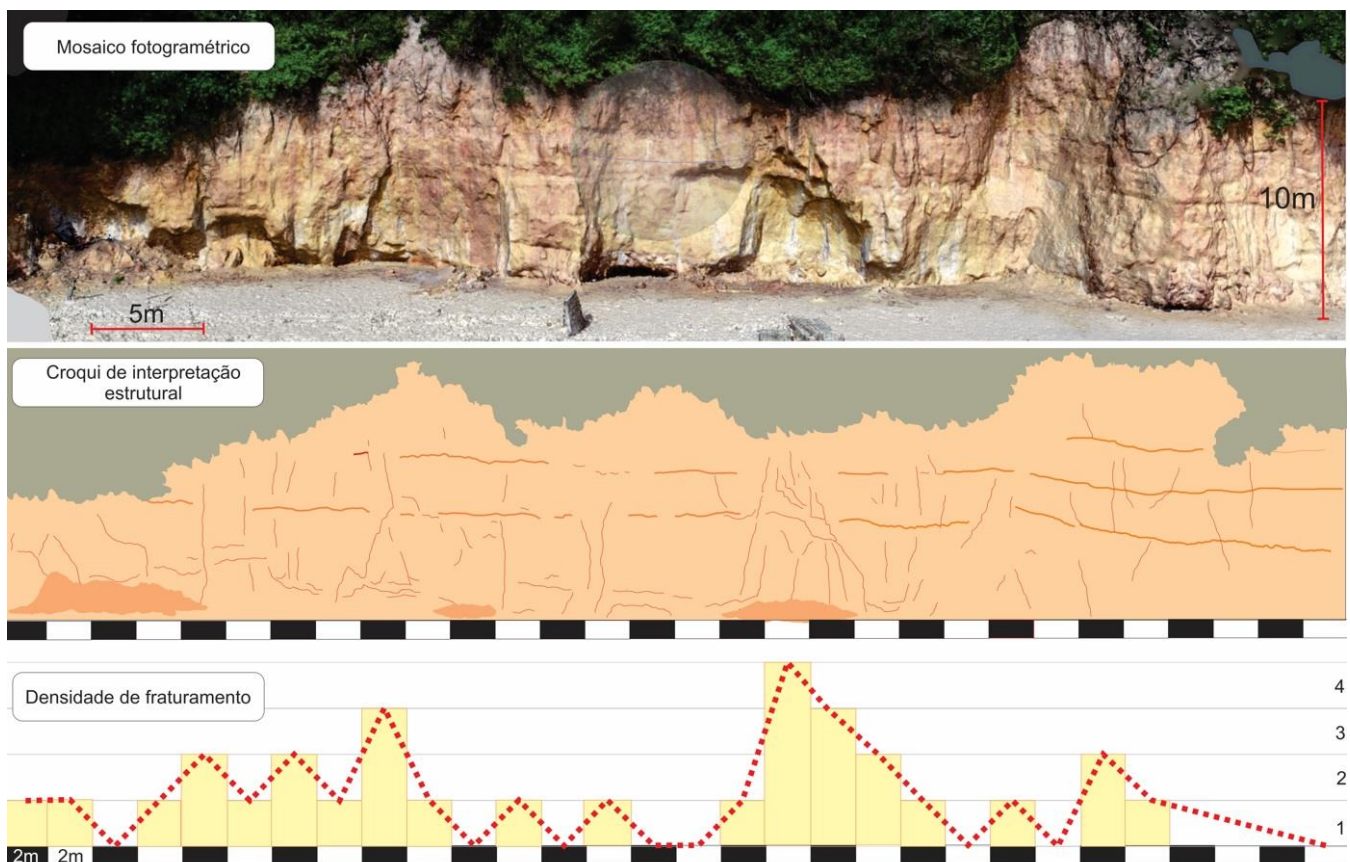
Quanto a suscetibilidade à erosão, foi constatado que os setores menos laterizados e mais friáveis, são os que apresentam maior suscetibilidade e formam rampas de colúvio de sedimentos inconsolidados na base da escarpa (Figura 06). Esses depósitos são rapidamente removíveis no período de preamar, pela ação marinha; resultando na manutenção do ângulo abrupto da escarpa. Nos trechos da falésia onde a natureza do material e o tempo de deposição possibilitaram uma maior cimentação e diagênese, o movimento de massa ocorre por colapso de blocos.



**Figura 06.** Sequência evolutiva baseada nas fases do colapso de blocos. A: Formação da reentrância erosional, B: Cavidade sustentada pela laterização. C: Queda de blocos por: 1. Fraturamento, 2. Ausência de sustentação.

A maior coesão entre os grãos da massa rochosa resulta na maior ocorrência dos *sets* de fraturas. Isso porque camadas menos cimentadas, podem apresentar maior plasticidade e, portanto, um comportamento dúctil quando submetida a tensão. Assim, o caráter rúptil do depósito favorece o fraturamento, que é melhor identificado, em camadas com maior grau de diagênese e laterização (Figura 05). Isso pode influenciar o processo erosivo da base da falésia, acelerando-o no caso de camadas mais friáveis ou retardando-o, no caso das camadas mais laterizadas.

A figura 07 (Mosaico fotogramétrico), mostra em detalhe, a textura da escarpa com foco para as reentrâncias geradas por colapso e pela abrasão marinha na base. No caso das reentrâncias geradas por colapso, a densidade do fraturamento é fator condicionante na sua formação.



**Figura 07.** Esquema de interpretação Morfoestrutural – Falésia de Pipa – Centro – RN (O eixo y no gráfico de densidade de fraturamento corresponde a contagem de fraturas a cada metro linear da escarpa).

## 5. Conclusões

Nesse trabalho, constatou-se, de modo preliminar, que o movimento de massa ocorrido em Pipa-RN em novembro de 2020, provavelmente resultou do somatório de 5 fatores a saber: 1. Baixo gradiente topográfico da praia. Erosão marinha na base da falésia pela ação das ondas, 3. Grau de coesão das camadas da Formação Barreiras, 4. Set de juntas e fraturas e 5. Lixiviação em ambiente redutor.

Os depósitos arenosos da praia se apresentam-se estreitos e com perfil de baixo gradiente, fazem com que a base da falésia seja constantemente atingida durante a maré alta, ao ataque direto das ondas. Os sets de fraturas verticais, serviram como planos de lixiviação do Fe. Com blocos soltos, e base negativa a escarpa ficou sem sustentação o que provavelmente motivou o colapso da falésia.

O movimento de massa por colapso de blocos representa um risco aos frequentadores da praia, especialmente nos períodos mais chuvosos e de maré alta. Especificamente na maré alta as pessoas tendem a caminhar junto à base da escarpa. Diante disso, torna-se urgente um trabalho de orientação e conscientização dos turistas para evitar transitar ou permanecer na base de falésias ativas, em virtude de sua constante instabilidade natural. Sugere-se ainda um detalhado mapeamento dos pontos críticos e monitoramento, que podem ser de fundamental importância na determinação de trechos mais ou menos susceptíveis.

**Contribuições dos Autores:** Rubson Pinheiro Maia escreveu a metodologia, elaborou os mapas e figuras e toda caracterização geomorfológica dos resultados. Rodrigo de Freitas Amorim escreveu a introdução, a caracterização da área e ajudou a elaborar as conclusões.

**Financiamento:** Esse trabalho foi financiado integralmente pelo Ministério do Desenvolvimento Regional.



**Agradecimentos:** Os autores agradecem ao Ministério do Desenvolvimento Regional pelo financiamento do Projeto Falésias.

**Conflito de Interesse:** Os autores declaram não haver conflito de interesse.

## Referências

1. AMARAL, R.F. **Contribuição ao Estudo da Evolução Morfodinâmica do Litoral Oriental Sul do Rio Grande do Norte, entre Ponta de Búzios e Baía Formosa**. Tese de doutorado. Curso de Pós-Graduação em Geociências. UFRS. Porto Alegre. 1999. 252p.
2. AMORIM, R.F. MAIA, R.P; Diagnóstico e apontamentos de medidas mitigadoras para o contexto de riscos nas falésias de Pipa e Barra de Tabatinga - RN / **Relatório Técnico Projeto Falésias**, UFRN-UFC-MDR, Natal, 2021.
3. ARAÚJO, V. D. DE, REYES-PERES, Y. A., LIMA, R. DE O., PELOSI, A. P. DE M. R., MENEZES, L., CÓRDOBA, V. C., & LIMA-FILHO, F. P. **Fácies e sistema deposicional da formação barreiras na região da Barreira do Inferno, Litoral Oriental do Rio Grande do Norte**. Geologia USP. Série Científica, 6(2), 43-49. 2006.
4. BARRETO, A. M. F.; BEZERRA, F. H. R.; SUGUIO, K.; TATUMI, S. H.; YEE, M.; PAIVA, R.; MUNITA, C. S. Late Pleistocene marine terrace deposits in northeastern Brazil: sea-level changes and tectonic implications. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, Holanda, v. 179, p. 57-69, 2002.
5. BEZERRA, F. H. R.; FONSECA, V. P.; LIMA FILHO, F. P. . Seismites: origen, criteria for identification and examples from the Quaternary record of northeastern Brazil. *Pesquisas em Geociências (UFRGS)*, Porto Alegre, v. 28, n.2, p. 205-212, 2001.
6. BEZERRA, F. H. R.; LIMA FILHO, F. P.; AMARAL, R. F.; CALDAS, L. H. O.; COSTA NETO, L. X. Holocene Coastal Tectonics in NE Brazil. In: *Geol. Soc., London, Special Publication. (Org.). Coastal Tectonics*. Stewart, I. and Vita-Finzi, C. (eds.). 146ed. Londres: Geological Society, 1998, v. 146, p. 279-293
7. BEZERRA, F. H. R.; VITA-FINZI, C. **How active is a passive margin? Paleoseismicity in northeastern Brazil**. *Geology*, v. 28, n. 7, p. 591-594, 2000.
8. BRUNSDEN, D.; PRIOR, D.B. (Ed.). **Slope instability**. Chichester: John Wiley & Sons, 1984. 620
9. DILCE F. ROSSETTI, ANA M. GÓES & VALERIANO, M.M **Correlação estratigráfica da “Formação Barreiras” no nordeste e norte do Brasil** Anais da Abequa, 2017.
10. DIXON, J.C; **Pedogenesis with Respect to Geomorphology**, University of Arkansas, Fayetteville, AR, USA . in: *Treatise on Geomorphology*, Elsevier 2013.
11. FRATTINI, P.; CROSTA, G.; CARRARA, A.; AGLIARDI, F.; **Assessment of rockfall susceptibility by integrating statistical and physically-based approaches**. *Geomorphology*, v. 94, n. 3-4, p. 419-437, 2008.
12. FURRIER, M; ARAÚJO, M.E; MENEZES, L.F; **Geomorfologia e Tectônica da Formação Barreiras no Estado da Paraíba** Geol. USP Sér. Cient., São Paulo, v. 6, n. 2, p. 61-70, 2006.
13. GIDES; Projeto de Fortalecimento da Estratégia Nacional de Gestão Integrada de Desastres Naturais -**PROJETO GIDES**. CPRM, Rio de Janeiro 2018.
14. LIMA, C. C. U. ; VILAS BOAS, G. S. ; BEZERRA, F. H. R. . **Faciologia e análise tectônica preliminar da Formação Barreiras no litoral sul do Estado da Bahia, Brasil**. *Geologia USP. Série Científica*, v. 6, p. 71-80, 2006.
15. MOURA-LIMA, E ; SOUSA, M. O. L. ; BEZERRA, F. H. R. ; AQUINO, M. R. ; VIEIRA, M. M. ; LIMAFILHO, F. P. ; FONSECA, V. P. ; AMARAL, R. F. . **Sedimentação e deformação tectônica cenozóicas na porção central da Bacia Potiguar**. *Geologia USP. Série Científica*, v. 10, p. 15-28, 2010.
16. NOGUEIRA, F. C. C. ; BEZERRA, F. H. R. ; CASTRO, D. L. . **Deformação rúptil em depósitos da Formação Barreiras na porção leste da Bacia Potiguar**. *Geologia USP. Série Científica*, v. 6, p. 51-59, 2006
17. PEILA, D.; RONCO, C. **Technical note: design of rockfall net fences and the new ETAG 027 European guideline**. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, v. 9, p. 1291-1298, 2009.
18. PENTEADO, M. **Fundamento de Geomorfologia**. IBGE, Rio de Janeiro , 1980.
19. PINHEIRO, José Ueliton; BRISTOT, Gilmar; LUCENA, **Leandson Roberto Fernandes de. Clima do estado do Rio Grande do Norte**. In: PFALTZGRAFF, Pedro Augusto dos Santos; MIRANDA, Fernanda Soares de. Org. *Geodiversidade do estado do Rio Grande do Norte*, Recife: CPRM, 2010.
20. RIBEIRO, R.S. **Simulação do processo de queda de blocos em encostas com aplicação da mecânica do contato e do método dos elementos discretos**. 2013. 265 f. Tese (Doutorado em Ciências (Geologia)) – Instituto de Geociências da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.
21. SIQUEIRA, Ana Cláudia de Abreu; MAGINI, Christiano; DANTAS, Elton Luis; FUCK, Reinhardt Adolf; SASAKI, José Marcos. **Lateritas do Domínio Médio Coreau – Comportamento geoquímico de mantos lateríticos do Noroeste do Estado do Ceará**. *Brazilian Journal of Geology*, v. 44, n. 2, p. 249-264, 2014.
22. VARNES, D.J. **Landslide hazard zonation: a review of principles and practice**. Paris: UNESCO, 1984.

23. YILMAZ, I.; YILDIRIM, M.; KESKIN, I. **A method for mapping the spatial distribution of rockfall computer program analyses results using ArcGIS software.** Bulletin of Engineering Geology and the Environment, v. 67, n. 4, p. 547-554, 2008.



Esta obra está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>) – CC BY. Esta licença permite que outros distribuam, remixem, adaptem e criem a partir do seu trabalho, mesmo para fins comerciais, desde que lhe atribuam o devido crédito pela criação original.