



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÕES
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS

**AÇÕES DE DEFESA CIVIL EM MUNICÍPIOS DO RIO GRANDE DO NORTE
COM AUXÍLIO DO SENSORIAMENTO REMOTO E GEOPROCESSAMENTO**

Suzane Dantas Silva

Relatório Final de Iniciação Científica do
programa PIBIC 2022, orientada pelo Dr.
Melquisedec Medeiros Moreira e coorientada
pelo Dr. José Braz Diniz Filho.



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÕES
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS

AÇÕES DE DEFESA CIVIL EM MUNICÍPIOS DO RIO GRANDE DO NORTE COM AUXÍLIO DO SENSORIAMENTO REMOTO E GEOPROCESSAMENTO

Suzane Dantas Silva

Relatório Final de Iniciação Científica do programa PIBIC 2022, orientada pelo Dr. Melquisedec Medeiros Moreira e coorientada pelo Dr. José Braz Diniz Filho.

COENE - INPE
Natal, RN
2022

RESUMO

Este projeto de pesquisa foi elaborado a partir dos procedimentos e premissas do Manual de Zoneamento de Susceptibilidade de Perigo e Risco do Comitê Técnico Internacional para Deslizamentos (JTC-1) inseridos no programa "Construindo Nosso Mapa Municipal Visto do Espaço", realizado pelo grupo de Geoprocessamento do MCTI/INPE/COENE. A zona costeira do Estado do Rio Grande do Norte (RN) é constituída por feições geomorfológicas que representam um atrativo para a ocupação humana e o desenvolvimento de atividades turísticas. Nas áreas de falésias no litoral oriental do RN ocorrem movimentos de massa que são intensificados devido a pressão antrópica que colocam em situação de risco as comunidades locais. Diante do exposto, a pesquisa visa identificar e compreender os movimentos de massa mais recorrentes na zona costeira bem como promover iniciativas voltadas a gestão de risco e prevenção de acidentes através de geotecnologias. A metodologia adotada consiste na revisão de informações existentes, levantamento aéreo com VANT, atividades de campo, e elaboração de um mapa das áreas de risco. Para o estudo de caso foi realizado uma vistoria de campo nas proximidades da região metropolitana da capital Natal/RN, sendo diagnosticado nas falésias da praia de Barra de Tabatinga diversos movimentos de massa. A área é caracterizada por uma baía em forma de zeta com estreita faixa arenosa, resultante dos padrões de refração e difração das ondas e da presença dos *beach rocks*. Os processos erosivos identificados na base da falésia ocorrem devido à ação de mar, enquanto os do topo são caracterizados principalmente pela pressão antrópica e precipitações pluviométricas. Os resultados apresentados no mapeamento de risco associados às imagens geradas por VANT permitem identificar e classificar as principais áreas de instabilidade nas falésias com altíssima resolução. A presente pesquisa sintetiza um suporte técnico na gestão de risco e no planejamento urbano, possibilitando delimitar as áreas em situação de risco, portanto, restritas ao uso e ocupação do solo.

Palavras-chave: Barra de Tabatinga; Defesa Civil; Falésia; Riscos Ambientais.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Localização da praia de Barra de Tabatinga em Nísia Floresta/RN.....	3
Figura 2: Baía em forma de zeta protegida por <i>beach rocks</i> , Nísia Floresta/RN.....	4
Figura 3: Perfis típicos dos processos erosivos em falésias.....	5
Figura 4: Mapa de materiais inconsolidados da porção sul da capital potiguar.	7
Figura 5: Carta de suscetibilidade do setor sul de Natal evidenciando setores de alta suscetibilidade a movimentos de massa e inundações.....	7
Figura 6: Movimentos de massa nas falésias de Barra de Tabatinga/RN.....	8
Figura 7: Diferentes níveis de cimentação na face da falésia diferenciados pela coloração.....	9

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	1
1.1	Objetivos.....	2
2	METODOLOGIA.....	2
2.1	Área de estudo.....	3
3	CACTERIZAÇÃO GEOLÓGICA-GEOTÉCNICA.....	6
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	8
5	CONCLUSÕES.....	10
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	11

1 INTRODUÇÃO

A zona costeira do Estado do Rio Grande do Norte (RN) apresenta feições morfológicas típicas como tabuleiros costeiros, dunas, falésias e praias arenosas. Essas áreas são naturalmente dinâmicas, mas devido a intervenções humanas esse processo natural é potencializado gerando uma série de impactos ambientais.

A erosão costeira resulta na movimentação da linha de costa em direção ao continente. Nas áreas de falésias, o principal impacto relacionado a erosão são os movimentos de massas, resultantes do aumento da carga no topo das falésias, supressão da vegetação e aumento da erosão superficial.

Em virtude de sua exuberância paisagística o litoral do RN está em crescente ocupação turístico-imobiliária, intensificada desde a década de 80. A implementação de atividades turísticas na região é importantíssima para o desenvolvimento regional e local, no entanto, estudos técnicos devem ser realizados para promover a segurança da população, sustentabilidade e proteção da linha de costa.

Este estudo envolve a aplicação de geotecnologias associadas à ferramentas de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento para identificação dos processos de movimento de massa. Com o auxílio dessas ferramentas, pretende-se integrar estudos relacionados às alterações geomorfológicas provocadas por diferentes formas de ocupação do relevo relacionando com os conceitos de prevenção e mitigação da Defesa Civil, sendo selecionados os municípios de Natal/RN e Nísia Floresta/RN como objetos de estudo do projeto.

A área de estudo investigada em Nísia Floresta/RN são as falésias da Praia da Barra de Tabatinga, paisagem costeira que naturalmente apresenta alta susceptibilidade a processos erosivos, potencializados devido a intensa ocupação imobiliária, desencadeando diversos riscos ambientais.

1.1 Objetivos

O objetivo da pesquisa é a utilização de técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento associados a conceitos de Defesa Civil, com a finalidade de identificar e mitigar possíveis desastres naturais nas zonas costeiras. Para o estudo de caso foi realizado uma vistoria de campo nas proximidades da região metropolitana da capital Natal/RN, sendo diagnosticado nas falésias da praia de Barra de Tabatinga diversos movimentos de massa.

2 METODOLOGIA

A presente pesquisa é desenvolvida a partir dos procedimentos e premissas do Manual para o Zoneamento de Susceptibilidade de Perigo e Risco do Comitê Técnico Internacional para Deslizamentos (JTC-1) (FELL et al., 2018).

Foram empregadas quatro etapas sistemáticas fundamentais: (i) levantamento bibliográfico e seleção da área de estudo; (ii) investigações de campo; (iii) identificação dos movimentos de massa (iv) confecção de mapas e elaboração do relatório final.

A etapa (i) consistiu no levantamento bibliográfico para o aprofundamento dos conhecimentos relacionados a geotecnia e erosão costeira do litoral do RN. Trabalhos como o de Melo (2019) e Amorim (2021) em Barra de Tabatinga e Moreira *et al.* (2019), serviram como base definir a área de estudo desta pesquisa.

A etapa (ii) consistiu em uma investigação de campo nas falésias da Praia de Barra de Tabatinga, em parceria com o projeto “Ações de Defesa Civil em municípios do Rio Grande do Norte - Uma parceria Geociências/UFRN - COPDEC RN”. Nesta etapa foi realizado um levantamento aéreo com drone, além de descrições detalhadas dos aspectos litológicos, geomorfológicos e estratigráficos da área.

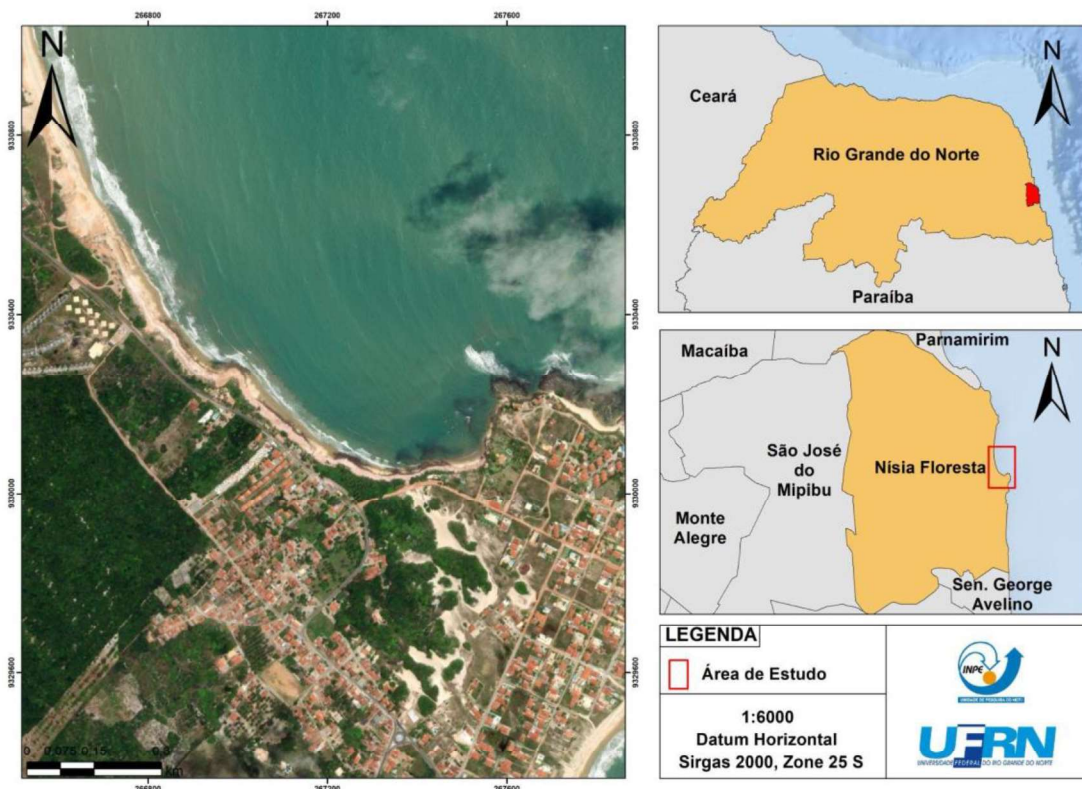
A etapa (iii) consistiu na análise de imagens aéreas para identificação dos principais tipos de movimentos de massa.

Por fim, na etapa (iv) foram compilados os dados da revisão bibliográfica associados as informações das investigações de campo e de escritório. Os resultados foram organizados em mapas e no presente relatório.

2.1 Área de estudo

A área de estudo são as falésias da praia de Barra de Tabatinga, situada a aproximadamente 36 km ao sul da capital Natal, no município de Nísia Floresta, litoral oriental do Rio Grande do Norte (Figura 1).

Figura 1: Localização da praia de Barra de Tabatinga em Nísia Floresta/RN.



Fonte: Autória própria.

A morfologia da área compreende falésias ativas da Formação Barreiras, representadas por paredões subverticais que variam entre 5 a 40 metros de altura com 1,2 km de extensão ao longo da praia (MELO, 2019).

A Praia de Barra de Tabatinga (Figura 1) apresenta a típica morfologia e dinâmica costeira do Litoral Oriental do Estado, caracterizada por uma sequência de baías em forma de zeta, resultantes dos padrões de refração

das ondas associados à presença de *beach rocks*. Esses arenitos ferruginosos estão dispostos praticamente paralelos à linha de costa, e atuam como barreiras naturais amenizando a ação das correntes marítimas. Nas áreas em que os cordões areníticos estão interrompidos as ondas atingem a costa favorecendo a erosão em locais específicos.

Figura 2: Baía em forma de zeta protegida por *beach rocks*, Nísia Floresta/RN.

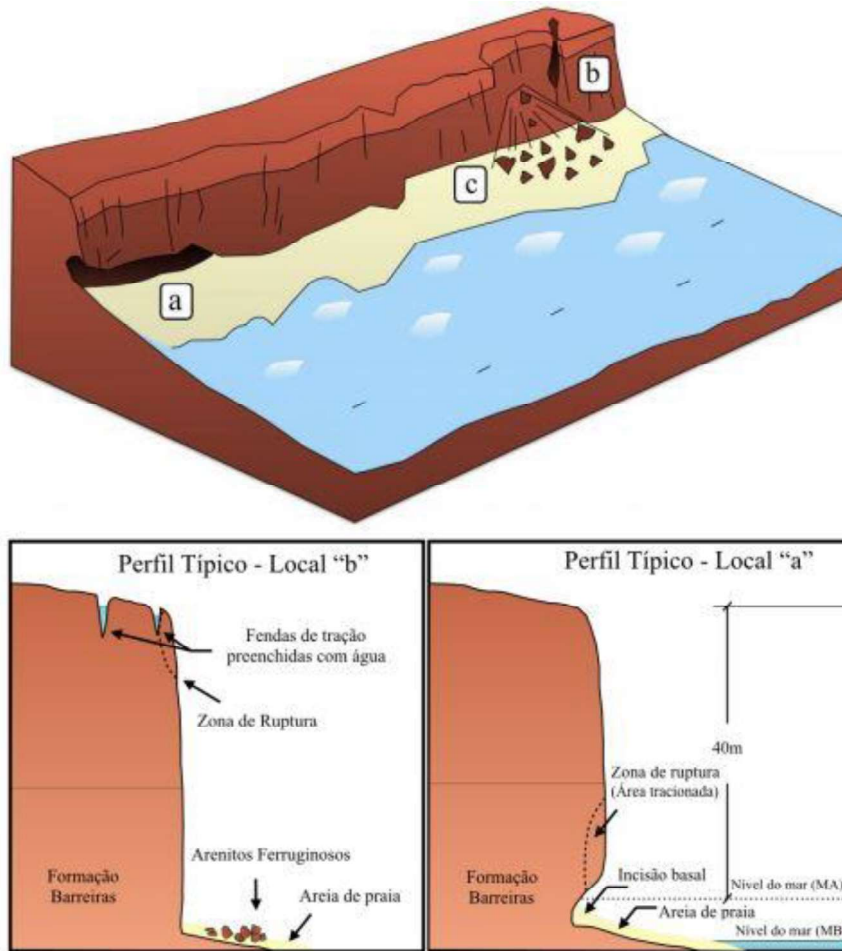


Fonte: Acervo de Matheus Ribeiro (2021).

A erosão costeira é um processo dinâmico natural que atua no avanço da linha de costa em direção ao continente. Nas falésias ativas esse processo ocorre nas frentes erosivas de base e topo, respectivamente, devido à ação do mar e das precipitações pluviométricas. Nos setores em que o mar atinge as falésias e sua base não é protegida por *beach rocks*, o impacto das ondas acaba gerando incisões basais e pontos de instabilidade. O recuo costeiro é ocasionado por essas incisões, que normalmente causam a queda de blocos e tombamentos (Figura 3).

A queda de blocos, tombamentos e deslizamentos em áreas próximas às incisões basais são resultantes do avanço da frente umedecimento do maciço, que se intensifica no período de chuvas. Deste modo, as encostas se tornam mais instáveis com o aumento da extensão da incisão basal (SILVA *et al.*, 2020).

Figura 3: Perfis típicos dos processos erosivos em falésias.



a) Esquema geral do processo de erosão basal na falésia e movimentos de massa; b) Formação de fendas de tração subverticais, mediante a ação das chuvas. No esquema geral, em "c" mostra a ocorrência de movimentos de massa e acúmulo de talus na base. Fonte: Silva *et al.* (2020)

A região litorânea apresenta grande potencial econômico, representando um atrativo para a ocupação humana e o desenvolvimento de atividades turísticas. Essa pressão antrópica potencializa a ocorrência de movimentos de massa, resultantes do aumento de carga no topo das falésias, remoção

da vegetal e aumento da erosão superficial (SILVA *et al.*, 2020). Os agentes erosivos antrópicos desestabilizam o equilíbrio ambiental natural colocando a população e a prática turística em risco.

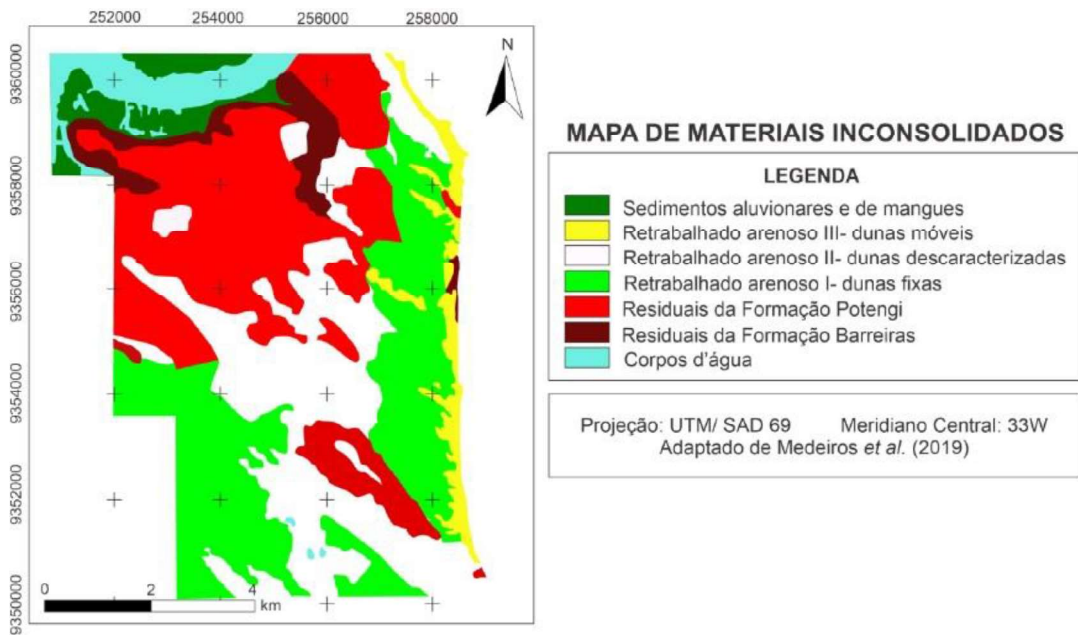
3 CARACTERIZAÇÃO GEOLÓGICA-GEOTÉCNICA

No contexto geológico o litoral potiguar compreende rochas cretáceas recobertas por unidades siliciclásticas do Neógeno e Quaternário (Angelim *et al.*, 2005). Estes últimos constituem os depósitos aluviais e lacustres, dunas fixas e móveis, recifes de arenitos (*beach rocks*) e coberturas arenosas. As unidades morfológicas predominantes na região costeira do RN são os tabuleiros costeiros, campos de dunas e planícies fluviais. Nas áreas em que as águas oceânicas entram em contato com os tabuleiros, são formadas as feições morfológicas conhecidas como falésias, através da ação erosiva do mar (Silva *et al.*, 2020).

As falésias consistem em cortes abruptos no relevo e são classificadas como falésias marinhas ativas (vivas) quando sofrem a influência dos processos erosivos marinhos ou falésias marinhas inativas (mortas) quando cessa a erosão (Suguio, 1998). Ao longo da costa brasileira, as falésias são constituídas pelos sedimentos da Formação Barreiras, os quais consistem em camadas de arenitos, argilitos e conglomerados de coloração variegada do vermelho ao creme. Também ocorrem intercalações sílticas, argilosas e caulíníticas, por vezes com cimentação ferruginosa, formando camadas lateríticas mais resistentes à erosão do que as adjacentes (Diniz, 2002).

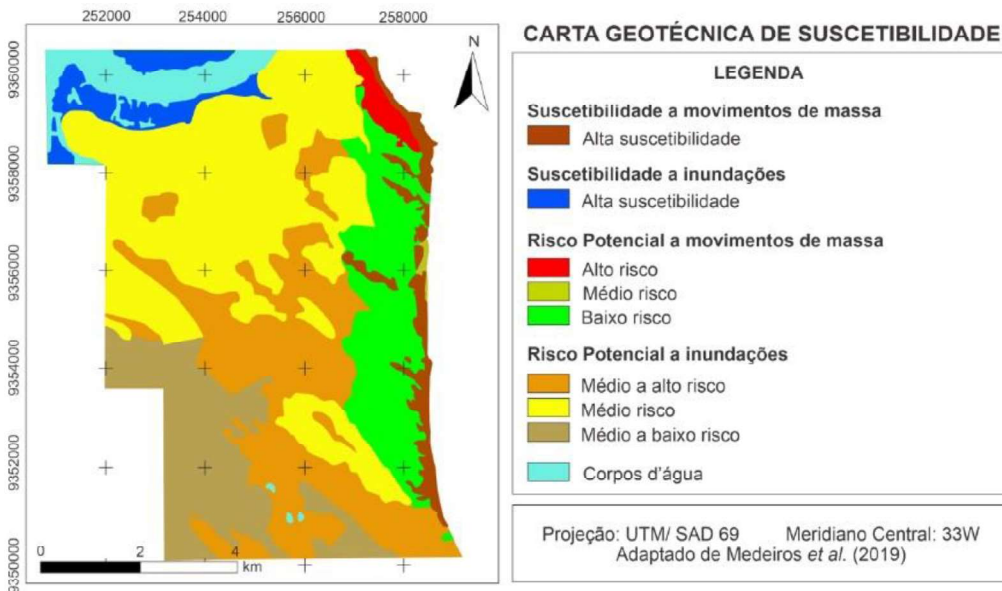
Para a caracterização geotécnica da área são avaliados diversos fatores tais como: material inconsolidado, o substrato geológico, as características geomorfológicas, a profundidade do nível d'água do aquífero Dunas-Potengi, a declividade, o sistema de drenagem e a vegetal pouco preservada promovem o risco a deslizamentos no local (Figura 4 e 5; Moreira *et al.*, 2019). Portanto, o município de Nísia Floresta está situado em uma região de alta suscetibilidade a movimentos de massa.

Figura 4: Mapa de materiais inconsolidados da porção sul da capital potiguar.



Fonte: Moreira *et al.* (2019)

Figura 5: Carta de suscetibilidade do setor sul de Natal evidenciando setores de alta suscetibilidade a movimentos de massa e inundações.



Fonte: Moreira *et al.* (2019)

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A praia de Barra de Tabatinga é caracterizada por 1.070 metros de falésias ativas, com 5 a 30 metros de altura e 670 metros de dunas móveis (Amorim *et al.*, 2021). A porção NW é definida como uma praia em forma de zeta, com predomínio de campos de dunas, e a porção SE uma praia protegida por tabuleiros da Formação Barreiras.

Na área de estudo foram identificados diversos processos erosivos ao longo de toda a falésia. Os mais comuns foram os movimentos de massa (Figura 6), como deslizamento e queda de blocos, e as fendas de tração. Tais movimentos de massa são associados principalmente a fortes chuvas, que acumulam sedimentos na base das falésias. Nos períodos chuvosos ocorre maior incidência de processos de desestabilização nas falésias.

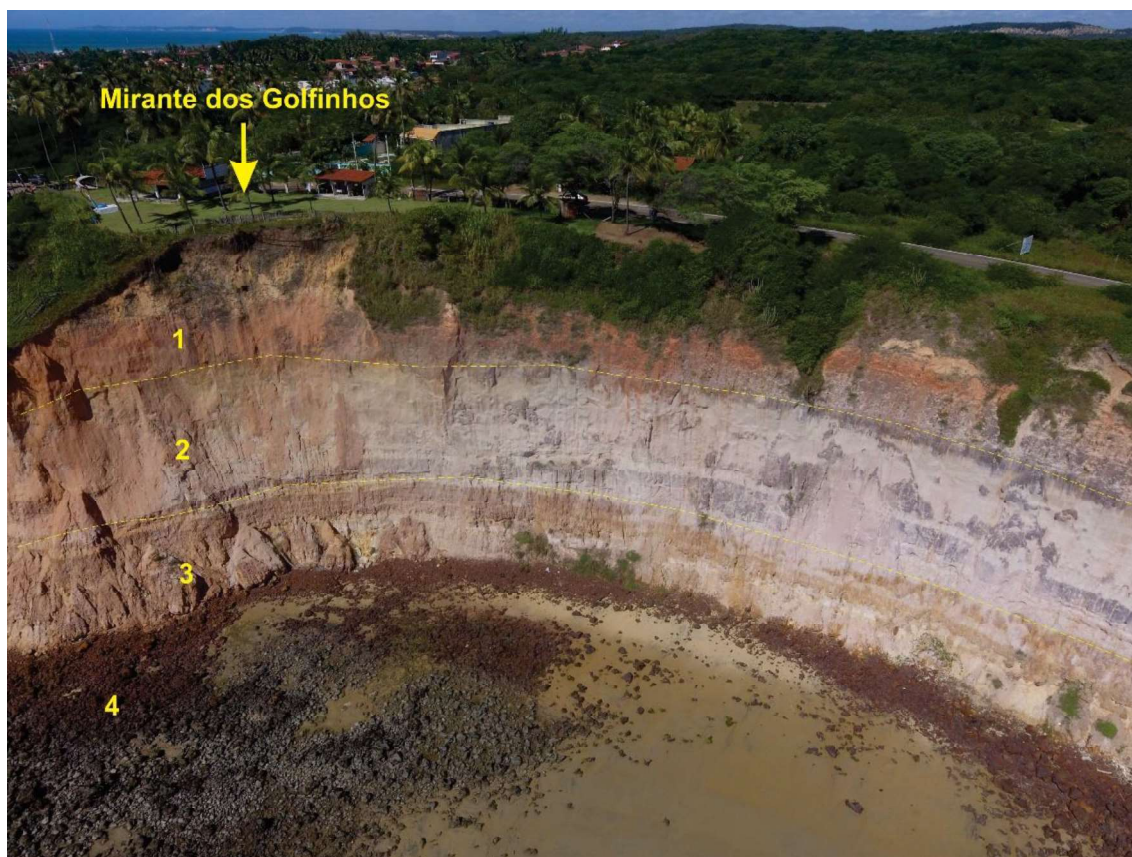
Figura 6: Movimentos de massa nas falésias de Barra de Tabatinga/RN.



a) Movimentos de massa e acumulo de talus na base; b) fendas de tração no topo da falésia. Fonte: Autória própria (2021).

Através das imagens aéreas percebe-se que o recuo da linha do topo da falésia é mais pronunciado que o recuo da linha de base. Foram identificados diferentes camadas na face das falésias, as quais apresentam diferentes níveis de cimentação (Figura 7).

Figura 7: Diferentes níveis de cimentação na face da falésia diferenciados pela coloração.



Fonte: Autória própria (2021).

A porção do topo (1) da falésia apresenta coloração avermelhada e grãos de quartzo de granulometria fina a grossa. Essa coloração é típica de processos de laterização provocados pelo intemperismo. A porção intermediária (2) da falésia apresenta coloração esbranquiçada composta por quartzo de granulometria fina a média. A porção basal da falésia apresenta tons variando de marrom a roxo, possuindo nódulos de cimentação de óxido de ferro. Em alguns trechos da falésia ocorrem em sua base arenitos ferruginosos (4), que protegem a base contra a ação direta das ondas. O Mirante dos Golfinhos (Figura 7) é um dos pontos turísticos da praia de Barra de Tabatinga que foi interdito em 2019 pela Defesa Civil do RN devido a risco de deslizamentos.

5 CONCLUSÕES

O projeto de pesquisa busca conciliar técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento com os conceitos de gestão de risco e desastres ambientais nos municípios de Nísia Floresta/RN e Natal/RN. Para identificar a problemática da área foram realizados levantamentos bibliográficos, que serviram como embasamento para a atividade de campo. Após análise das imagens aéreas é notório como a ação antrópica influencia diretamente na dinâmica costeira. Em alguns trechos da falésia, o recuo é mais pronunciado no topo do que na base da falésia. Deste modo, para trabalhos futuros serão necessárias outras vistorias de campo para o monitoramento das áreas de risco de deslizamentos, além da conscientização da população. O trecho turístico Mirante dos Golfinhos está interditado devido a risco iminente de acidentes. Estudos como o desta linha de pesquisa devem ser realizados como suporte técnico para ações governamentais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMORIM, R.F. **Diagnóstico e apontamentos de medidas mitigadoras para o contexto de riscos nas falésias de Pipa e Barra de Tabatinga - RN.** Natal, 2021.

Diniz, R. F.A. **Erosão costeira ao longo do litoral oriental do rio grande do norte: causas, conseqüências e influência nos processos processos de uso e ocupação da região costeira.** Tese (Doutorado em Geociências) Instituto de Geociências – UFBA, Salvador, 2002.

FELL, R., COROMINAS, J., BONNARD, C., CASCINI, L., LEROI, E. & SAVAGE, B. **Guidelines for landslide susceptibility, hazard and risk zoning for land use planning.** Engineering Geology 102, pp. 85-98. Strategy for Disaster Reduction (ISDR). Secretariat. 2008.

MELO, L.B. **Diagnóstico geoambiental e ensaios de erodibilidade aplicados à falésia da praia de Barra de Tabatinga, Nísia Floresta/RN.** Relatório Final (Graduação) - UFRN. 2019.

MOREIRA, M.M., SOUZA, N.M. CUELLAR, M.D.Z., ARRAES, K.A. **Carta geotécnica de suscetibilidade a processos geoambientais e Risco Potencial a escorregamentos de terra e eventos destrutivos de natureza hidrogeológica no município de Natal - RN: contribuição às políticas públicas.** XIX Congresso Brasileiros de Águas Subterrâneas, 2019.

SILVA, B.M.F., SANTOS JÚNIOR, O.F., FREITAS NETO, O., SCUDELARI, A.C. **Erosão em falésias costeiras e movimentos de massa no Rio Grande do Norte, Nordeste do Brasil.** Revista de Geociências, UNESP. 2020.

SUGUIO, K. **Dicionário de geologia sedimentar e áreas afins.** Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 1998.