



IMPLICAÇÕES DO SISTEMA DE DUNAS E DA DINÂMICA COSTEIRA NA RESEX CURURUPU/MA

Beatriz Sartori de Oliveira ¹
Sueli Angelo Furlan ²

RESUMO

O sistema de dunas e o manguezal são feições pertencentes à complexa dinâmica das zonas costeiras. Nesse cenário, esta pesquisa buscou investigar a zona costeira do estado do Maranhão, região que possui particularidades físicas que possibilitam o amplo desenvolvimento de tais ecossistemas e mais especificamente o litoral ocidental maranhense, com foco na Unidade de Conservação (UC) RESEX Marinha de Cururupu. A região é composta por um complexo mosaico paisagístico, que engloba campos dunares, um robusto manguezal, além da ocupação histórica por comunidades tradicionais praieiras distribuídas por diferentes ilhas. Assim, apresenta uma interação intensa entre tais sujeitos e provoca cenários de soterramento do manguezal e das habitações das comunidades a partir dos deslocamentos de dunas e da atividade eólica da região. A pesquisa buscou reconhecer e investigar as origens e os fatores que atuam na dinâmica dunar a partir da sua identificação e mapeamento dos corpos sedimentares, além de identificar os desdobramentos socioambientais gerados e reconhecer as mudanças das feições da paisagem da área de estudo ao longo do tempo. Para isso, foi elaborado um banco de dados com as imagens de boa visualização da área de estudo, fornecidas pela USGS, da série Landsat (4, 5, 7 e 8) para posterior análise espacial-temporal. Foram realizados dois trabalhos de campo (2022 e 2024), no qual foram obtidos dados qualitativos e quantitativos. Como resultados, foi possível identificar áreas com tensores complexos provenientes da dinâmica sedimentar, como a Comunidade da Ilha de Lençóis e de Guajerutua, com processos de deposição e deslocamento dunar, além de delimitar possibilidades das suas causas e fatores. Somado a isso, foram obtidos dados relativos à situação do manguezal nessas áreas e o comportamento do ecossistema ao longo dos anos, além do zoneamento do campo de dunas da Ilha de Lençóis, com a delimitação da zona de alimentação, entrada, retenção e de saída.

Palavras-chave: deslocamento de dunas, manguezal, RESEX Cururupu, risco climático

INTRODUÇÃO

Agências internacionais, especialmente a Comissão Oceanográfica Intergovernamental (COI-UNESCO), buscam metodologias para auxiliar políticas públicas na prevenção de riscos climáticos em zonas costeiras. No Brasil, há pesquisas significativas e propostas técnico-científicas para lidar com mudanças climáticas na costa, mas ainda há desafios, especialmente na região norte do país. No Maranhão, dunas dos litorais oriental e ocidental avançam sobre manguezais, provavelmente

¹ Graduanda do Curso de Geografia da Universidade de São Paulo - USP, beatrisartori@usp.br;

² Docente do Curso de Geografia da Universidade de São Paulo - USP, sucaangf@usp.br;

devido às dinâmicas naturais intensificadas pelas alterações meteorológicas. Estudos em andamento investigam esses deslocamentos e seus impactos socioambientais.

Esta pesquisa examinou a interação entre dunas e manguezais na zona costeira maranhense, espaço paisagisticamente diverso e dinâmico (GODOY, 2015; LYRA, 2022), além de analisar as migrações dunares e seus efeitos sobre os ecossistemas costeiros e as comunidades locais. As dunas, formadas por material fino transportado se acumulam onde o vento é menos intenso, possui grandes depósitos sedimentares originados por oscilações do nível do mar, como observado também na costa cearense e nos Lençóis Maranhenses/MA (GODOY, 2015; SANTOS, 2008).

Quanto aos manguezais, são ecossistemas costeiros que interagem com sistemas atmosférico, terrestre e marinho, onde adaptam-se às condições locais e variam em termos da composição florística e estrutural ao longo do litoral brasileiro (SANTOS, 2014; GODOY, 2015). Portanto, é crucial realizar pesquisas específicas para essas formações devido às particularidades do ambiente e sua importância na proteção da linha de costa.

Dessa maneira, este estudo visou entender as origens, fatores e desdobramentos dos processos relacionados aos deslocamentos dunares e soterramento de manguezais, como as implicações sociais diretas – soterramento das construções locais – como as indiretas, com a mudança da paisagem e sua dinâmica na RESEX Cururupu/MA (Figura 1). Além disso, foi proposta a investigação da possibilidade dos impactos das mudanças meteorológicas em tais processos costeiros em contraposição à normalidade da dinâmica sedimentar até então posta.

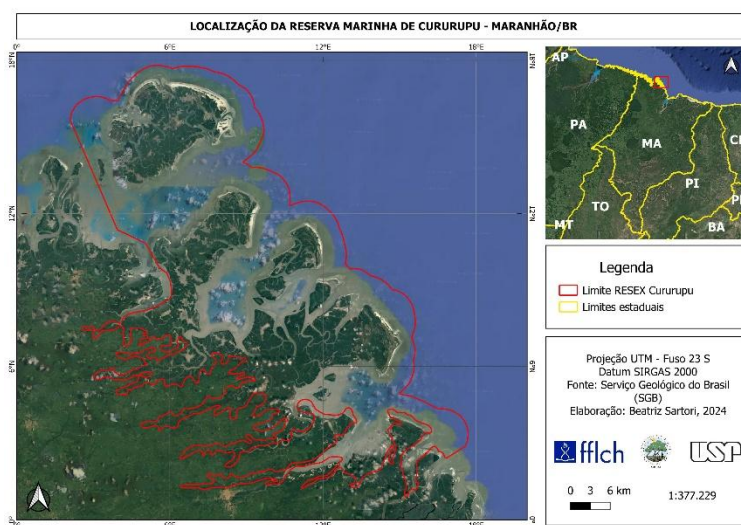


Figura 1. Localização da RESEX Cururupu/MA.



Para isso, foram selecionadas imagens da série Landsat (1; 4; 5; 8 e 9), com um intervalo temporal de 1986 até 2023, para a elaboração de uma base de dados cartográficos, utilizados posteriormente para a análise espaço-temporal dos corpos sedimentares da área de estudo. Além disso, foram realizados trabalhos de campo na UC, com a utilização dos coletores Leatherman (1978) para a quantificação da carga eólica na região da comunidade de Ilha de Lençóis, além do zoneamento do campo de dunas da mesma área a partir do software QGIS, embasado na metodologia proposta em SANTOS et al. (2005).

METODOLOGIA

No delineamento metodológico e procedimental da pesquisa, foram escolhidos e adaptados diferentes métodos e fontes de pesquisa para ser possível abarcar os objetivos e etapas inicialmente previstas na investigação. Nessa lógica, foi então realizada a busca por materiais que são relacionados à análise espacial do comportamento das dunas costeiras, como em SILVA e DOURADO (2012) ao delimitar um intervalo temporal para a delimitação e investigação do comportamento sedimentar ao longo do tempo. Com isso, foi definido um espaçamento de 1986 até 2023, com intervalos aproximados de dez anos para ser possível a discriminação de mudanças na paisagem ao longo do tempo.

Dessa maneira, foram selecionadas 16 imagens da série Landsat (1; 4; 5; 8 e 9), com o aproveitamento efetivo de cinco produtos, preferencialmente do segundo semestre para haver aproximação das estações do ano e as discrepâncias relativas ao estado da vegetação e umidade relativa geral da área não sejam ruídos para as análises.

Foi então aplicado o imageamento por falsa-cor a partir das bandas 2, 3, 4 do Landsat 4 e 5, e das bandas 3, 4 e 5 do Landsat 8. Tais bandas representam a faixa espectral do verde, vermelho e infravermelho próximo e após a realização da composição falsa-cor, foi associado a cor azul, verde e vermelha para cada comprimento de onda, respectivamente. Ou seja, a aplicação da falsa-cor possui como intencionalidade o realce da vegetação na cor vermelha, ao associar a faixa espectral do infravermelho próximo a essa coloração, visto que a refletância desse comprimento de onda é alta em alvos como a vegetação (PONZONI; NOVO 2001).

Por fim, para a caracterização dos campos de dunas da área de estudo, foi utilizada a metodologia SANTOS et al. (2005), em que propõe a nominação de quatro



zonas a partir de características específicas – zona de alimentação, entrada, retenção e saída – para ser possível compreender um determinado modelo de evolução dos campos de dunas. Somado a isso, foram realizadas coletas em trabalho de campo na região da Comunidade de Lençóis – área que apresenta elevada vulnerabilidade socioambiental – com a utilização dos coletores de Leatherman (1978) para a posterior obtenção da carga eólica (Q_p) em $\text{Kg. m}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ (equação 1) (MALTA, 2012).

$$Q_p' = m \cdot h \cdot t / \Delta h \cdot \Delta t \quad (1)$$

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi realizado no período de 22/01/2024 até 31/01/2024 o trabalho de campo para a área de estudo da pesquisa, junto ao grupo de pesquisadores do projeto “Vulnerabilidade Socioambiental na Zona Costeira Maranhense: usos múltiplos, serviços ecossistêmicos e alterações climáticas”³, financiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, etapa que trouxe diversas contribuições e informações para o prosseguimento da pesquisa.

A partir de dados exclusivamente empíricos, coletados a partir de análise de paisagem e inferências durante o percurso realizado ao longo do período, era evidente a dinâmica erosiva, muito presente nas praias, além de processos deposicionais, o que provoca soterramento de estruturas já presentes, como o mangue e a própria comunidade.

Outra forma de aquisição de dados foi a partir da coleta de entrevistas com moradores locais. Em todos os pontos percorridos durante o trabalho de campo houve sempre um representante da comunidade local para acompanhar e ajudar no percurso, além de ser um interlocutor para as questões e apontamentos que os moradores possuem e buscam por soluções. Na comunidade de Ilha de Lençóis, Lailson Silva de Araújo foi um dos grandes responsáveis por possibilitar uma comunicação eficiente entre o grupo de pesquisadores e as demandas locais. Apontou as migrações que a comunidade precisa realizar devido ao avanço das dunas e o soterramento das casas, que causa construções temporárias, pois são necessárias estruturas que sejam possíveis deslocá-las para outra posição periodicamente. Além desses pontos, Lailson também pontuou uma

³ Processo 423311/2021-2, vigência: início: 04/02/2022 fim: 28/02/2025

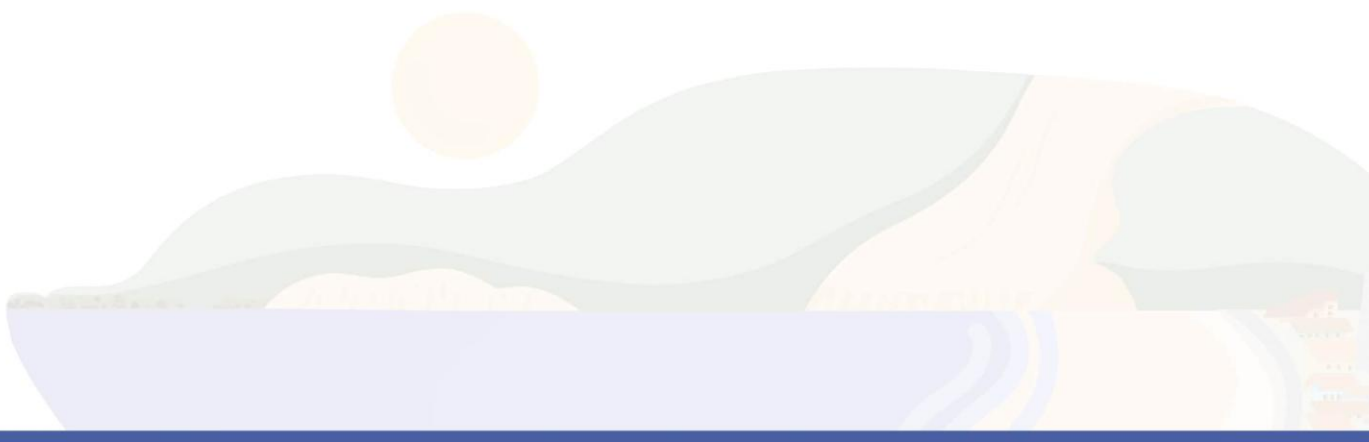


área que era ocupada por moradias, mas agora faz parte das inundações periódicas da maré.

Outra faceta que pode ser analisada em relação ao sistema eólico da região é a partir de um modelo de evolução proposto por SANTOS et al. (2005), com a definição de quatro sistemas encadeantes representados pelas:

- Zona de Alimentação: praias dissipativas de baixa declividade, receptora de material proveniente da plataforma continental interna e do sistema de drenagem.
- Zona de Entrada: planície de deflação eólica onde o material é transportado.
- Zona de Retenção: ambiente limitado pelas outras zonas, normalmente dominado por dunas móveis.
- Zona de Saída: ambientes soterrados por sedimentos eólicos, submetidos posteriormente a transporte fluvial em direção ao mar.

Essas divisões podem ser analisadas de forma mais clara na comunidade de Lençóis, onde podem ser constatadas tais zonas e suas características particulares. Na Figura 2, elaborada a partir dos autores citados anteriormente e do trabalho de campo realizado para a região nos anos de 2022 e 2024, é possível delimitar uma zona de alimentação associada a uma praia extensa de baixa declividade. Além disso, é visto duas regiões enquadradas como zonas de entrada – as quais foram instalados coletores de Leatherman para captura em dois níveis de altura – zona de retenção, ou seja, a área com formações dunares mais desenvolvidas e a zona de saída, neste caso o canal de maré, onde os sedimentos serão transportados até a praia novamente para retroalimentar o sistema.



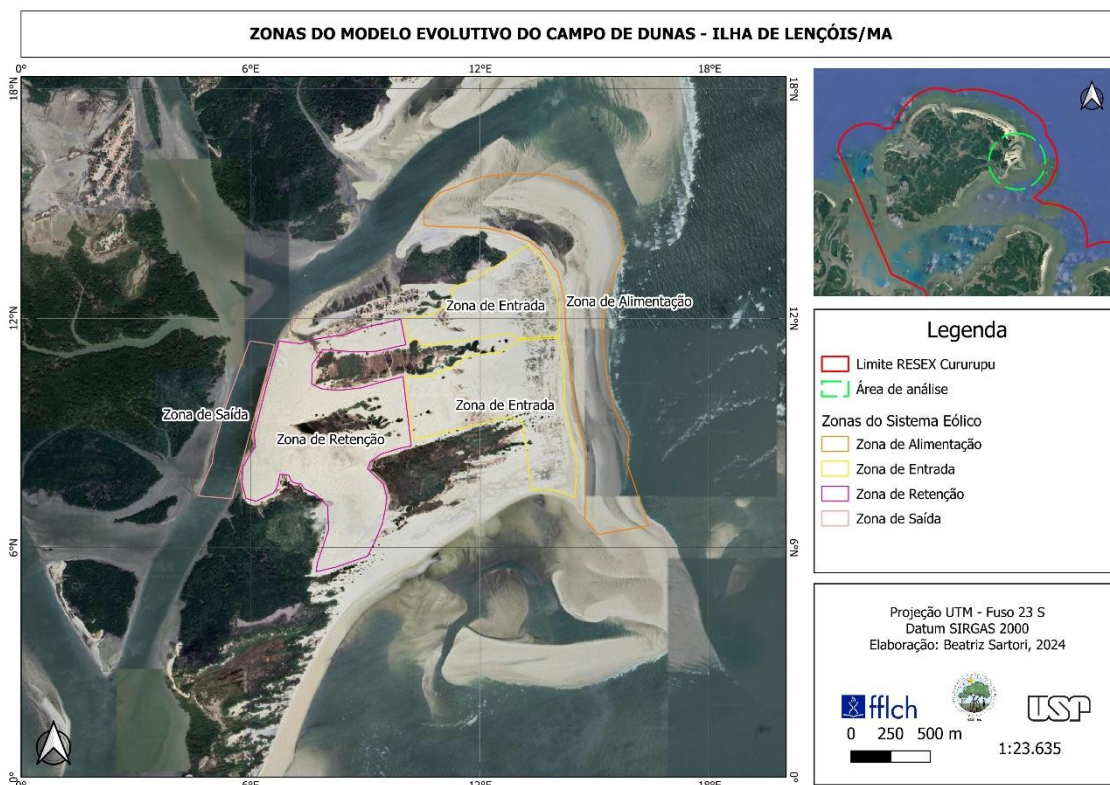


Figura 2. Mapa com o delineamento das diferentes zonas do sistema eólico da Ilha de Lençóis/MA.

Como grandes implicações que podem ser retiradas a partir da análise dessas informações, é notável que a zona de entrada mais ao norte possui como direcionamento a comunidade de Lençóis, desta maneira, os sedimentos provenientes da Plataforma Continental, transportados para a zona de alimentação do sistema serão posteriormente deslocados para sentido oeste, na direção das construções dos moradores. Tal acontecimento também foi pontuado pelos comunitários em entrevistas realizadas em trabalho de campo na região, sendo necessária a migração da escola presente na área devido ao soterramento por sedimentos.

Outra problemática relacionada ao mesmo processo citado anteriormente é referente a carga eólica de cada zona de entrada do sistema. Na Tabela 1, sendo o primeiro ponto de coleta a zona mais ao norte – como mostra a Figura 2 – é demonstrado que o volume de sedimentos captado pelo coletor 1 em um período de 24h é quase 15 vezes maior que o ponto 2, outra zona de entrada. Entretanto, como já pontuado, o ponto 1 é a região imediata da comunidade de Lençóis, ou seja, a zona com maior aporte sedimentar e mais dinâmica está na direção das instalações da população local, sendo uma complexa situação.

CARGA EÓLICA - ILHA DOS LENÇÓIS MARANHANSES			
PONTOS	COLETORES	PESAGEM (g)	CARGA ÉOLICA (g/m.h)
1	Superior	0,164	0,04
	Inferior	56,535	19,38
2	Superior	0,164	0,04
	Inferior	4,278	1,47

Tabela 1. Dados elaborados da carga eólica a partir de coletas locais em jan/2024.

Outro ponto a ser destacado – este já citado anteriormente – é a dinâmica sedimentar, que inclui processos de deposição e erosão em diversas áreas da RESEX Cururupu. A grande problemática é posta quando esses eventos estão associados com a proximidade das comunidades, com possibilidade de acarretar distúrbios e tensões na vida local. Um exemplo desse acontecimento pode ser visto na Figura 3, em uma comparação histórica da comunidade de Guajerutiua a partir de imagens do *Landsat*, onde pode ser constatado um aumento considerável do corpo sedimentar, localizado ao norte da comunidade.

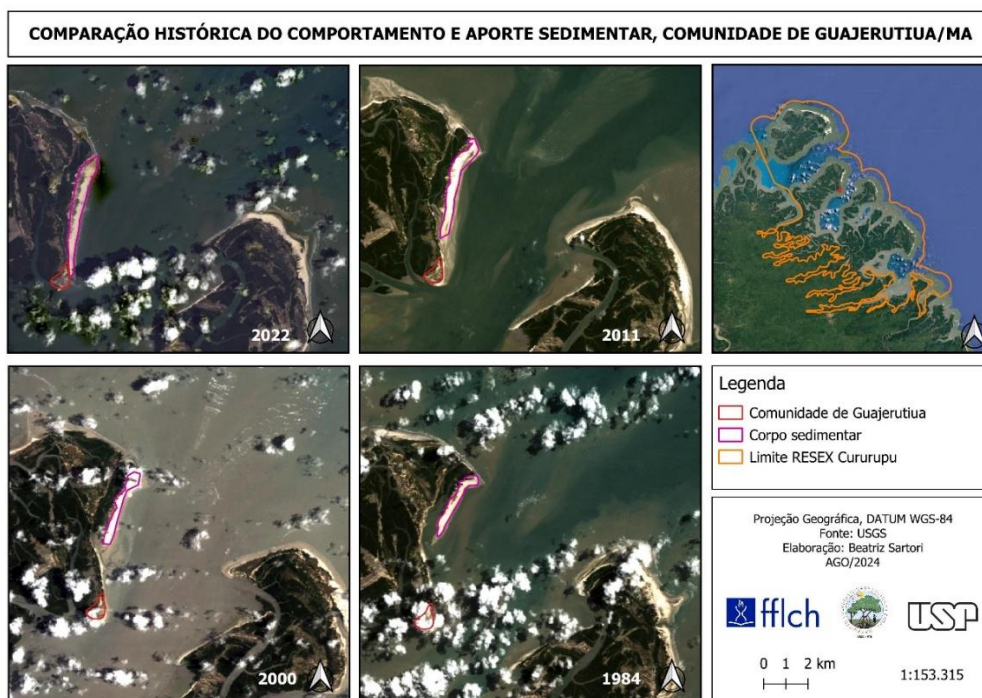


Figura 3. Mapa comparativo das mudanças morfológicas da costa, nos arquipélagos centrais da RESEX Cururupu.



CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa realizada sobre a dinâmica sedimentar e a vulnerabilidade socioambiental na Zona Costeira Maranhense proporciona um panorama sobre as interações entre os processos naturais e as comunidades locais. Os dados coletados durante as etapas de revisão bibliográfica e trabalho de campo revelaram uma complexa teia de relações, o que evidencia não apenas o impacto das mudanças morfológicas, mas também a percepção e adaptação das comunidades locais às transformações em seu ambiente.

Os resultados indicam um claro processo de migração de dunas e erosão nas praias, além da deposição de sedimentos que afeta diretamente as estruturas locais, como o mangue e as moradias. A necessidade de investigar mais a fundo a velocidade desses deslocamentos e realizar uma tipologia das dunas presentes na região é evidente, uma vez que isso poderá auxiliar no entendimento das dinâmicas sedimentares e em possíveis estratégias de mitigação para os impactos enfrentados pelas comunidades.

Além disso, é necessário um aprofundamento na análise do comportamento do mangue diante do aumento no aporte de sedimentos, pois este ecossistema desempenha um papel crucial na manutenção da biodiversidade e na proteção das áreas costeiras. Entender como o mangue se adapta ou é afetado por essas mudanças é fundamental para a elaboração de políticas de conservação e manejo sustentável.

Portanto, os próximos passos da pesquisa devem incluir a continuidade das análises sobre a dinâmica das dunas, bem como investigações específicas sobre a interação entre os sedimentos e o ecossistema manguezal. Essa investigação será vital para promover a resiliência das comunidades locais e a preservação dos serviços ecossistêmicos que esses ambientes proporcionam.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos pesquisadores e pesquisadoras do projeto “Vulnerabilidade Socioambiental na Zona Costeira Maranhense: usos múltiplos, serviços ecossistêmicos e alterações climáticas” e à FFLCH pela concessão da bolsa de pesquisa durante o período de 2023/2024.



REFERÊNCIAS

GODOY, M. D. P. **Alteração nas áreas de mangue em estuários no estado do Ceará devido a mudanças nos usos do solo e mudanças climáticas.** 2015. Tese (Doutorado em Ciências Marinhas Tropicais) - Universidade Federal do Ceará, [s.l.], 2015.

LYRA, I. N. O. **Estudo geoecológico da paisagem costeira do município de Raposa – MA: bases para o planejamento ambiental.** 2022. 160 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2022.

SANTOS, J. H. S. **Lençóis Maranhenses atuais e pretéritos: um tratamento espacial.** Rio de Janeiro, 2008. Tese de doutorado pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.

SANTOS, A. L. G. dos. **Cartografia dos níveis hierárquicos dos manguezais: uma visão sistêmica.** 2014. 352 f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

SANTOS, J.; CASTRO, J.; GONÇALVES, R.; SANTOS, N. **Modelo Evolutivo Do Campo De Dunas Do Parque Nacional Dos Lençóis Maranhenses-MA/ Brasil.** Guarapari: Associação Brasileira dos Estudos do Quaternário - ABEQUA, 2005.

SILVA, A. S. da; DOURADO, F. de A. **Análise histórica da migração das dunas do Perú, Cabo Frio (RJ).** Geo UERJ, [s.l.], v. 2, n. 23, p. 437-458, dez. 2012. Disponível em: <<https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/geouerj/article/view/4756>>. Acesso em: 04 jun. 2023. DOI: <https://doi.org/10.12957/geouerj.2012.4756>.

NOVO, E. M. L. M.; PONZONI, F. J. **Introdução ao sensoriamento remoto.** INPE. São José dos Campos, 2001.

MALTA, J. V. **Experimento de fluxo de sedimentos em um segmento de campo de dunas eólicas costeiras de Jenipabu - Litoral oriental do Rio Grande do Norte.**



15º SIMPÓSIO NACIONAL DE
GEOMORFOLOGIA

2012. 140 f. Dissertação (Mestrado em Geodinâmica; Geofísica) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2012.

