

# DINÂMICA ESPAÇO-TEMPORAL DE DUNAS ATRAVÉS DO SENSORIAMENTO REMOTO

Keicyane Alves de Sousa<sup>[1]</sup>, Elayne de Silva Figueredo<sup>[2]</sup>, Vicente de Paula Sousa Júnior<sup>[1]</sup>, Giovana Mira de Espindola<sup>[1]</sup>

[1] Universidade Federal do Piauí – UFPI.

[2] Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN.

**RESUMO:** Este estudo analisou a dinâmica dunar no município de Luís Correia-PI, a partir de dados do sensoriamento orbital do sensor MSI, satélite Sentinel-2. O recorte temporal compreendeu o período de 2015 até 2019. Os resultados mostram que houveram anos com ganho e outros com perda na área ocupada pelas dunas. Em relação ao movimento dunar, observou-se que para o ano de 2015-2016 ocorreu avanço de 35 metros, 2016-2017 a progressão das dunas foi de 25 metros, já em 2017-2018 a movimentação dunar foi o menor percebido durante o período estudado desenvolvendo-se por 17 metros e em 2018-2019, o maior avanço dunar, foi de 43 metros. A ação eólica na área de estudo foi o fator de maior impacto na dinâmica das dunas. A análise permitiu constatar a efetividade de ações de contenção das dunas para manutenção e preservação da lagoa do Portinho, atração turística do município.

**Palavras-chave:** Dinâmica Dunar; Ação eólica; Sensoriamento Remoto.

**ABSTRACT:** This study analyzed the dune dynamics in the city of Luís Correia-PI, from the MSI sensor of the Sentinel-2 satellite. The temporal scenes were the period from 2015 to 2019. The results presented that there were years with gain and others with loss in the area occupied by the dunes. To the dune displacement the results obtained for the intervals of years 2015-2016: 35 meters; 2016-2017: 25 meters; 2017-2018: 17 meters and in 2018-2019: 43 meters. The wind action in the study area was the greatest factor with the impact on the dynamics of the dunes. The analysis validated the effectiveness of the mitigation measures and public policy for the maintenance and preservation of the Portinho Lagoon, which is a tourist attraction in the city.

**Keywords:** Dunar Dynamics; Wind Action; Remote Sensing.

## INTRODUÇÃO

O Nordeste brasileiro é composto por duas frentes litorâneas: uma úmida, ao Leste (Litoral Nordestino Oriental) e outra seca voltada para o Norte (Litoral Nordestino Setentrional). O litoral piauiense com 66 km de extensão é o menor litoral do Brasil e faz parte do Litoral Nordestino Setentrional (FROTA, 2017). A formação de taludes naturais arenosos (dunas) geram bacias de acumulação de água que contribuem para o desenvolvimento econômico regional a partir de atividades turísticas, de lazer e recreação (MACAMBIRA; SOUSA; SILVA, 2020).

Com formação morfológica definida por correntes de ar, as dunas são áreas frágeis e exibem padrões complexos, com diferentes comprimentos e direções. Oliveira *et al* (2019) descreve que a formação de dunas podem ser classificadas em móveis e fixas, dunas móveis são formadas por areias de granulação fina a média e coloração clara a acinzentada, com pouca compactidade, e dunas fixas possuem superfícies parcialmente coberta por areia com presença de matéria orgânica e coloração cinza ou marrom (ARAÚJO E ALMEIDA, 2017).

A expansão das dunas na planície costeira do Piauí, causada principalmente pela ação eólica, proporcionou o crescimento 35% da área dunar no litoral piauiense, entre os anos de 1994 a 2015, correspondendo a 18 metros por ano (FROTA, 2017). Ações do poder público e das comunidades tradicionais têm sido desenvolvidas para a contenção do avanço das dunas nesta região (MACAMBIRA; SOUSA; SILVA, 2019). Contudo, a ocupação desordenada na zona costeira, em especial na área de dunas do município de Luís Correia-PI, compromete lagoas, residências e vias de acessos aos municípios vizinhos (FROTA, 2017). Assim, este estudo analisa a dinâmica dunar no município de Luís Correia, a partir de dados do sensoriamento orbital, verificando o crescimento ou decréscimo das áreas de dunas durante os anos de 2015 a 2019.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### Área de estudo

A cidade de Luís Correia ( $2^{\circ} 53' 47''$  S;  $41^{\circ} 39' 33''$  W) está localizada no litoral do Estado do Piauí, pela importância da geodiversidade local, compõe a Área de Proteção Ambiental do Delta do Parnaíba (APA). As praias que são distribuídas ao longo dos 30 km de sua faixa litorânea de são essenciais para a atividade econômica dos 30 mil habitantes que vivem no município (IBGE, 2019). Baptista, Moura e Silva (2014) apontam as principais feições geomorfológicas encontradas em Luís Correia são: planícies fluviais, planícies lacustres, planícies flúvio-marinhas, praias, campos de dunas e estuários.

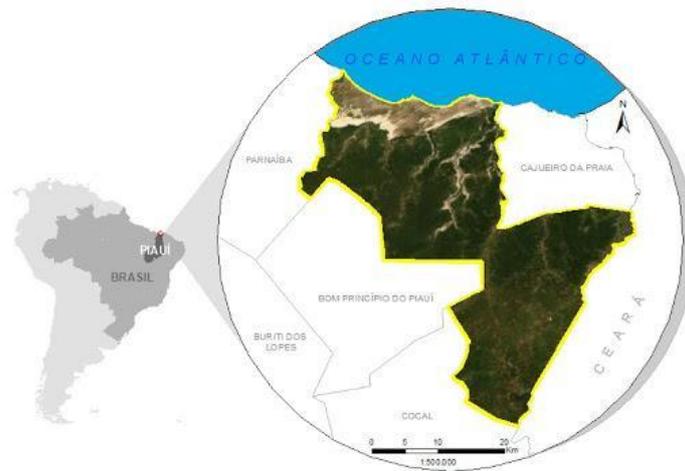


Figura 1 - Localização da área de estudo.

### Análise espaço-temporal da dinâmica dunar

Para a análise espacial da dinâmica dunar, adaptou-se a metodologia descrita por Frota (2017), utilizando imagens orbitais do sensor MSI a bordo do Satélite Sentinel-2, com resolução espacial de 10 m e composição colorida R4G3B2. A escala temporal adotada, buscou dar continuidade ao trabalho de Frota (2017), assim foi analisado os anos de 2015 a 2019. Foram agregadas ao trabalho, informações sobre a velocidade média e direção dos ventos da área de estudo, extraídas do programa *Global Wind Atlas* (GWA).

Utilizou-se a técnica de classificação de imagens não-supervisionada, para identificar as dez principais feições mais significativas para área de estudo, conforme os valores dos atributos reconhecidos pelo algoritmo *Iso Cluster*. Assim, selecionou-se a classe correspondente a presença dunar e realizou a sua conversão automática em dado vetorial (*shapefile*) executada através da ferramenta *Raster to Polygon*. Todo esse processo foi aplicado nas imagens que compuseram o período temporal deste estudo. O *software* utilizado para processamento das imagens foi o Arcgis 10.4. A partir disso, verificaram-se as alterações sofridas pela classe nas diferentes datas através da comparação entre geometrias. Ao final, foi elaborado um mapa temático com a dinâmica dunar dos últimos 5 anos (2015 a 2019).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 2, observa-se que ventos marítimos à 10 metros de altura, podem ultrapassar a velocidade de 7 m/s e que conforme se aproximam da faixa litorânea sua velocidade é reduzida (LIRA et al, 2017). Na área delimitada como recorte, referente a área deste estudo, é notória a ação dos ventos que variam entre 3 a 6 m/s. Quanto a direção dos ventos, observa-se a predominância em ângulo de  $90^{\circ}$  no quadrante NE, seguindo o sentido W e SW, em direção ao interior do próprio município e por consequência do estado. Além disso, na Figura 2 constata-se que o movimento das dunas é influenciado

pela dinâmica dos ventos e que o avanço das dunas dentro da área estudada, acompanha a direção dos ventos (SILVA *et al.*, 2015).

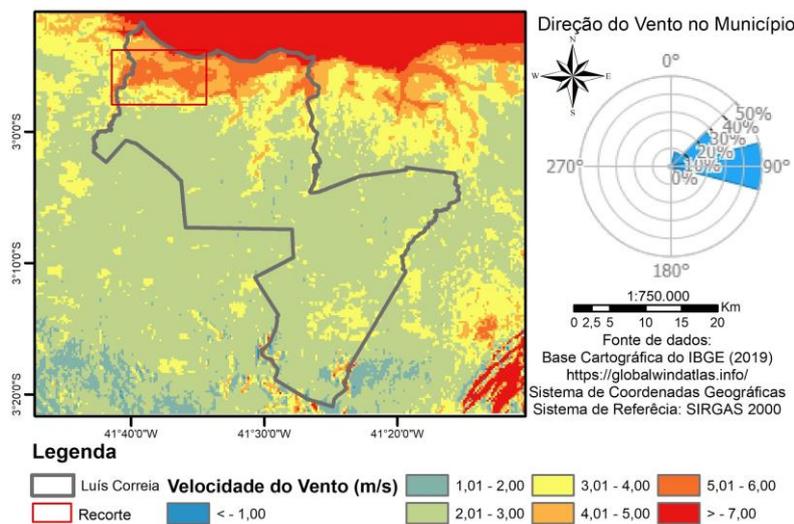


Figura 2 - Velocidade e direção dos ventos a 10m em Luís Correia-PI. Fonte: GWA (2020).

Em 2015, a área dunar correspondente ao recorte espacial compreendia 19,85 km<sup>2</sup>, e ocupava parte da Lagoa do Portinho (ponto turístico da região). Ainda neste mesmo ano, iniciativas públicas foram estabelecidas para contenção do avanço das dunas sobre vias de acesso do município e a lagoa do Portinho e no ano de 2016 conforme se observa na Figura 3, houve uma perda de material arenoso na ordem de 2.36 km<sup>2</sup>. Quanto ao avanço dunar, ou seja, sua movimentação, entre os anos 2015-2016 foram constatados uma média de 35m.

No ano de 2017, observou-se um ganho de material arenoso nas dunas, totalizando 18,11 km<sup>2</sup>. E no ano de 2018, constatou-se 18,89 km<sup>2</sup> de área dunar na região. Quando a movimentação dunar a média linear calculada para esse período foi de 17m. Entre os anos de 2018-2019, foi registrado o maior avanço dunar no período estudado com 43m. Neste mesmo período também observou-se nova redução em área (km<sup>2</sup>) de dunas.

Durante a escala temporal estudada, constatou-se que o avanço dunar na região obteve uma média de 30m, o que significa aumento em relação à metragem (13 a 23m) observada por Frota (2017) para o período de 1994 a 2015. Além disso, os períodos de maior expansão dunar ocorreram em 2015-2016 e 2018-2019. Esse comportamento dunar, ocorreu devido aos programas de contenção desenvolvidos frente áreas de contenção estabelecidas próximas à lagoa do Portinho e vias de acesso.

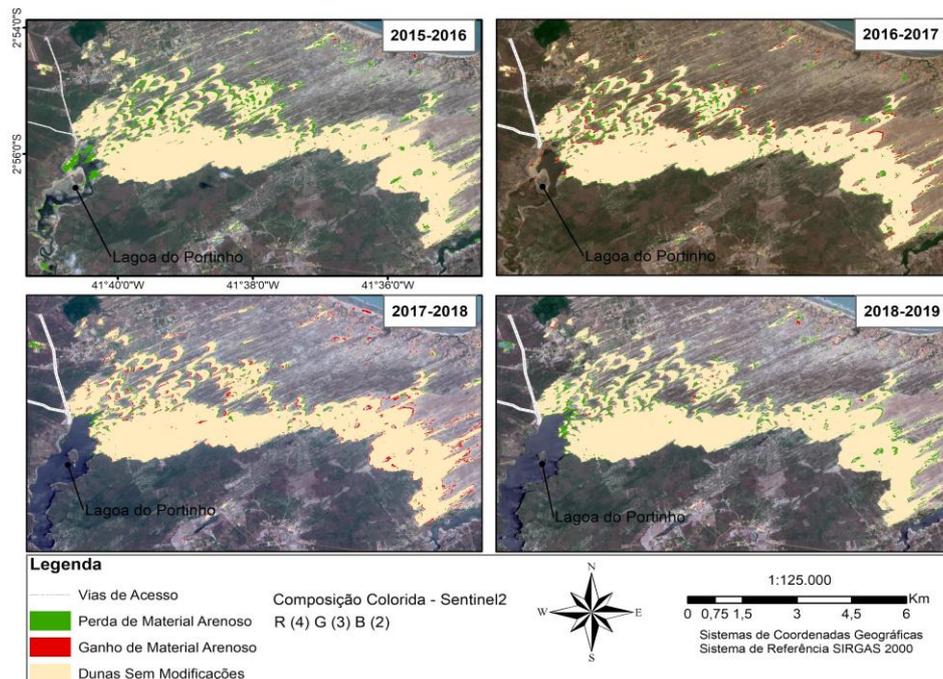


Figura 3 - Movimentação dunar no município de Luís Correia-PI.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Além de certificar que avanço dunar acompanha a ação eólica, este estudo também corrobora para implantação e análise da eficácia de políticas públicas voltadas à contenção do avanço dunar. Na área em estudo observou-se a efetividade de ações de contenção das dunas para manutenção e preservação da lagoa do Portinho, ponto turístico da região Norte do Piauí.

Neste sentido, destaca-se também o crescimento em metros do avanço dunar ocorridos na região logo após implantação de medidas paliativas, que promoveram a mudança de direção do movimento dunar para sentidos diversos. Portanto, a metodologia implantada neste estudo é considerada satisfatória para a finalidade pretendida, podendo ser replicada por outros autores.

## REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, C. B. C. de; ALMEIDA, R. S. Erosões em Áreas de Dunas na Obra de Drenagem da Rua Paulo Mendes-Fortaleza/CE. **XII Conferência Brasileira sobre Estabilidade de Encostas**. 2017.
- FROTA, J. C. O. **Potencial de expansão urbana na planície costeira do Estado do Piauí**. 2017.
- LIRA, M. A. T.; MOITA NETO, J. M.; LOIOLA, J. V. L.; SILVA, E. M.; ALVES, J. M. B. Caracterização do Regime de Ventos no Piauí Para o Aproveitamento de Energia Eólica. **Rev. Brasileira Meteorologia**, São Paulo, 2017. v. 32, n. 1, p. 77-88.
- MACAMBIRA, D. M.; SOUSA, K. A. de; SILVA, E. G. de A. Análise empírica do problema das dunas em Ilha Grande-Piauí. **Rev. Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 8, n. 4, p. 80-109, 2020.
- OLIVEIRA, U. R. de et al. Erosão de dunas sob ação de um evento extremo de alta energia de ondas na costa central e sul do Rio Grande do Sul, Brasil. **Rev. Brasileira de Geomorfologia**, v. 20, n. 1, 2019.