ISSN: 2594-6153

Aplicação do Google Earth Enginer no Monitoramento da Origem e Evolução de um Pontal Arenoso no Flanco Oeste do Delta do Parnaíba

Caíque Mateus do Nascimento de Farias, Anderson Targino da Silva Ferreiran, Brunno Jansen Franco

Universidade de São Paulo; São Paulo; Brasil

E-mail: caique.farias@usp.br

Resumo: Pontais arenosos são feições localizadas onde a linha de costa possui uma mudança repentina de orientação, resultado da ação das ondas. Seu monitoramento pode ser realizado por meio do processamento de imagens multiespectrais e outros dados coletados por meio de satélites, tal como o *Google Earth Enginer*. Este estudo teve como objetivo mapear a linha de costa do delta do do Parnaíba entre 1984 e 2021 utilizando as coleções de imagens *Landsat*. O estudo compreenderá um pontal arenoso inserido na Aréa de Proteção Ambiental (APA) do Delta do Parnaíba. Observou-se que o crescimento desse pontal arenoso pode variar entre menos que 100 metros, até maior que 200 metros por ano.

Palavras-chave: Pontal Arenoso, Google Earth Enginer, Zona Costeira, Landsat, Delta.

Application of Google Earth Engine in Monitoring the Origin and Evolution of a Sandy Point on the West Flank of the Parnaíba Delta

Abstract: Sand spits are features localized where the shoreline has a sudden change in orientation as a result of wave action. Its monitoring can be performed by multispectral image processing and other measurement data through satellites such as Google Earth Engine. The present work aimed to map the coastline of the Delta of Parnaiba between 1984 and 2021, using Landsat imagery collections. The study will comprise a sand spit inserted in the Environmental Protection Area (APA) of the Delta of Parnaíba. It was observed that the growth of this sand spit can vary from less than 100 meters to more than 200 meters in a year.

Keywords: Sand spit; Google Earth Enginer; Coastal Zone, Landsat, Delta.

Introdução

A zona costeira abriga uma combinação de ecossistemas de alta relevância ambiental, dentre eles estuários, baías, praias, desembocaduras e feições associadas, cuja diversidade é caracterizada pela transição entre ambientes terrestres e marinhos. São sistemas complexos e sua evolução é controlada por vários fatores que modificam continuamente a linha costeira, tendo como principais: a hidrodinâmica local (ondas, marés, correntes), descarga fluvial, flutuações do nível do mar, erosão, transporte e deposição de sedimentos (Albert & Jorge; 2003) [1].

Inseridos na zona costeira, pontais arenosos são feições localizadas onde a linha de costa possui uma mudança repentina de orientação, resultado da ação das ondas. Conforme a direção das ondas ou das correntes de deriva avançam, o sedimento é levado para dentro da feição deposicional subaérea prolongada, mais ou menos paralela à costa, estendendo-se em sentido contrário à fonte de sedimentos (Petersen et al., 2008) [2].

ISSN: 2594-6153

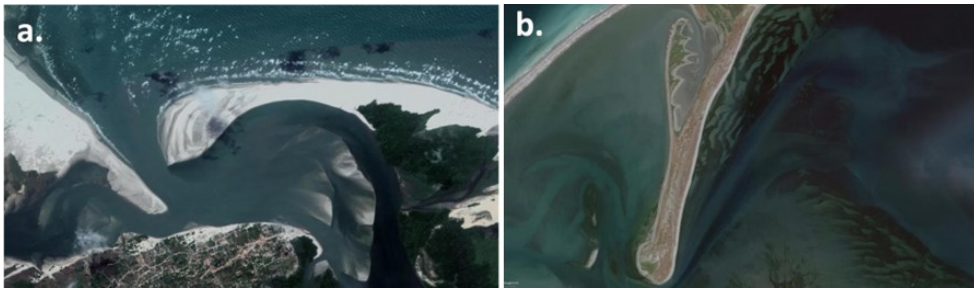


Figura 1: Exemplos de pontais arenosos recurvados (a) e complexos (b). Imagens: Google Earth Pro.

O crescimento e/ou aumento de pontais arenosos está relacionado principalmente à deposição dos sedimentos resultantes do transporte longitudinal, onde o sedimento transportado em seu entorno é depositado em sua extremidade, formando um ângulo com as ondas que chegam. Por estarem constantemente ameaçadas por mudanças climáticas, causadas tanto por fatores naturais como antrópicos, o mapeamento das feições relacionadas a linha de costa é uma tarefa crucial para a adequada gestão e tomada de decisões mitigatórias. Tais atividades podem ser realizadas por meio do processamento de imagens multiespectrais e outros dados coletados por meio de satelites (Bansal *et al.* 2017) [3].

Ao longo dos últimos anos, a Google vem desenvolvendo uma plataforma baseada em *cloud computing* chamada *Google Earth Engine (GEE),* que é uma ferramenta que disponibiliza imagens de satélites para as últimas décadas e fornece as ferramentas computacionais necessárias para detectar mudanças e tendências na superfície terrestre, nos oceanos e na atmosfera. Tem como objetivo habilitar a aplicação de algoritmos de descoberta de conhecimento e a visualização de dados em escala planetária, utilizando bases de dados de diversas missões de satélites em uma interface de desenvolvimento integrada (Gorelick *et al*. 2017) [4].

Objetivo

O presente trabalho teve como objetivo mapear a linha de costa do delta do Parnaíba entre 1984 e 2021 utilizando as coleções de imagens *Landsat*, disponíveis gratuitamente na plataforma do *Google Earth Engine (GEE).*

Métodos

O presente estudo compreenderá um pontal arenoso inserido na Aréa de Proteção Ambiental (APA) do Delta do Parnaíba, que é uma unidade de conservação costeira federal, possuindo uma porção marinha e uma continental e uma área total correspondente a 3.301 km2 que abrange os estados do Ceará, Piauí e Maranhão. O pontal arenoso fica localizado na porção oeste do delta do rio Parnaíba, onde a costa é dominada por canais de marés associados a condições lagunares estuarinas

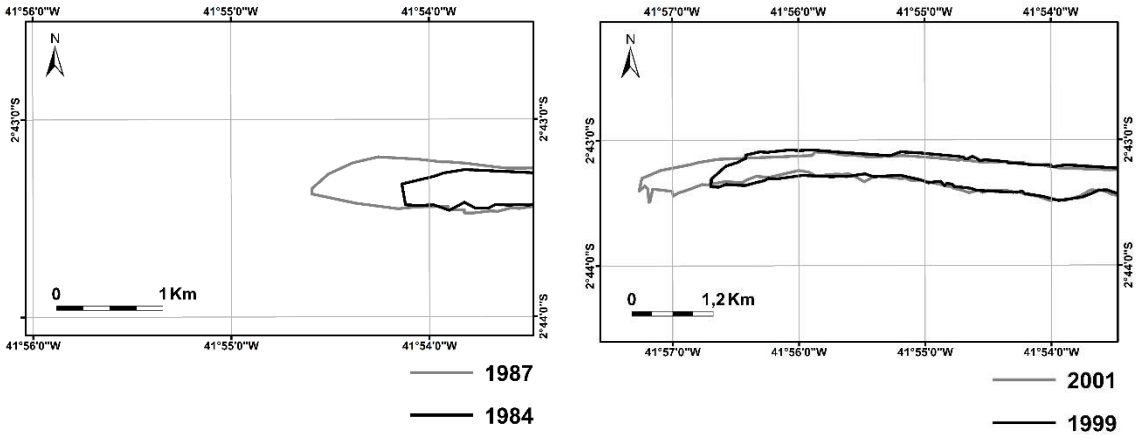
O presente trabalho utilizou da trajetória espectral dos pixels para mapear as alterações da linha de costa no flanco oeste do delta do Parnaíba. Esses dados foram obtidos através da coleção de imagens Landsat que possuem resolução de 30m e estão disponíveis gratuitamente. De início, na

ISSN: 2594-6153

plataforma do GEE, foi obtida uma coleção de imagens Landsat para cada um dos anos, de 1984 até 2021 seguindo a delimitação espacial (área de estudo). Em seguida, foi utilizado como base um script de Kennedy *et al* (2018) [5], que é responsável pela criação de mosaicos anuais com base em imagens Landsat. É importante mencionar que para criação dos mosaicos foi realizada filtragem de nuvens, ou seja, os mosaicos anuais foram gerados a partir do processamento das imagens com baixa presença de nuvens. Na composição dos mosaicos foram calculados, para cada pixel, os valores do índice MNDWI (Modified Normalized Difference Water Index) como proposto por Xu (2006) [6], através da adaptação do índice desenvolvido por McFeeters (1996) [8]. Obtidos todos os dados gerados pelo GEE, as imagens-produto e os shapefiles foram sobrepostos no ArcGIS 10.5, para criação de mapas que apresentem as alterações da linha de costa na planície deltaica do rio Parnaíba entre 1984 e 2021. Além disso, na plataforma Planilhas Google, foi criada uma tabela do balanço de área constatado a partir das mudanças de superfície e gerado um gráfico representando os resultados taxas de crescimento da linha de costa.

Resultados

Como resultado, foram elaboradas sequências de mapas agrupados (Figura 2), que evidenciam o crescimento do pontal arenoso em anos alternados, indo de 1984 a 2021. Os mapas mostrando o crescimento do pontal arenoso (Figura 2), foi confeccionado de acordo com a sequência histórica, a fim de proporcionar a análise multitemporal e representar as alterações da linha de costa na área de estudos.



ISSN: 2594-6153

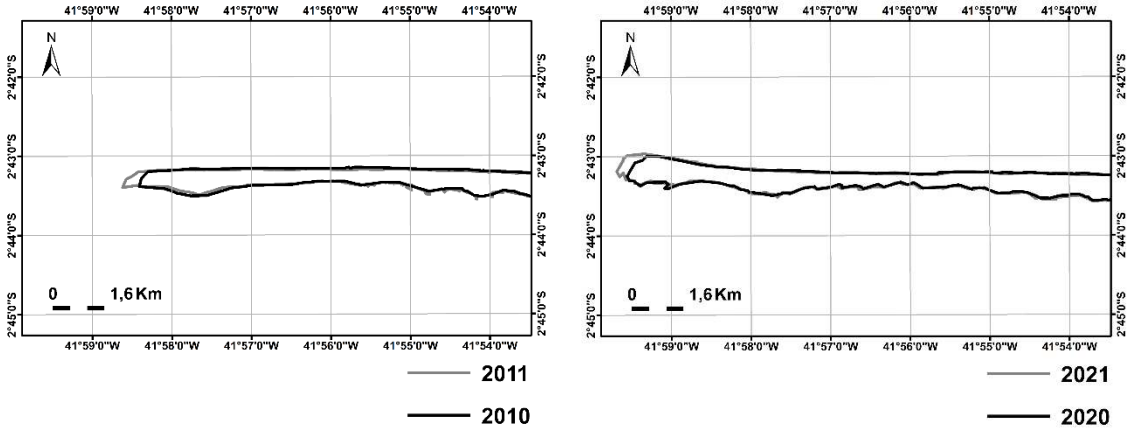


Figura 2. Morfologia e evolução e crescimento do pontal arenoso entre os anos 1984 – 2021.

Além disso, a partir dos dados de área foi construída um gráfico das taxas de crescimento perdida de acordo com a série histórica (Figura 3).

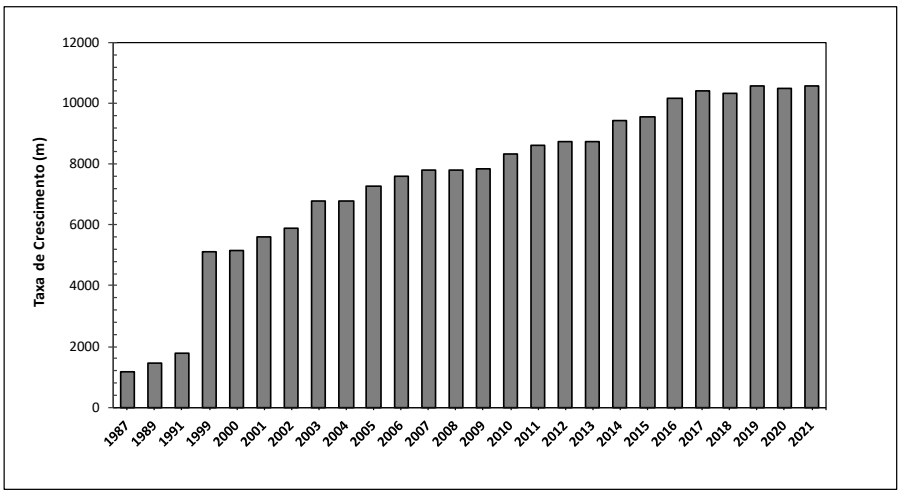


Figura 3. Taxa de crescimento do pontal arenoso entre os anos 1984 – 2021.

No período entre os anos 1984 e 187 (Figura 3) ocorreu ganho de área do pontal arenoso de aproximadamente 200 metros. Já no período entre os anos 1999 e 2001 ocorreu ganho de área do pontal arenoso menos que 200 metros. Entre os anos de 2011 e 2010 ocorreu um crescimento do pontal arenoso acima de 200 metros e por último entre os anos de 2020 e 2021 o crescimento do pontal foi menos expressivo, aproximadamente menos de 200 m.

Discussão

Os resultados obtidos mostram com clareza a espacialidade dos fenômenos de acreção e recuo da linha de costa na planície deltaica durante a série temporal trabalhada. O acréscimo de area positivo que se manteve constante na área de estudo reflete a dinâmica progradante natural dos deltas. Trabalhos como Ashton, Murray e Arnault (2001) [8] e Ashton e Giosan (2011) [9] demonstram que quando ondas

ISSN: 2594-6153

chegam à costa em ângulo oblíquo produzem correntes que transportam sedimentos e formam feições na linha de costa, tais como pontais arenosos. Mais especificamente o segundo trabalho, sugere que a assimetria dos deltas é causada pela ocorrência de ondas que chegam de maneira oblíqua à costa e são responsáveis pela origem e evolução das feições presente na linha costeira.

Conclusão

A utilização das capacidades de processamento em nuvem do Google Earth Enginer habilita a análise de imagens multiespectrais de alta resolução sem a necessidade de investimentos financeiros em computadores de alto desempenho, bastando apenas um dispositivo conectado à Internet. Testes preliminares indicam que é possível realizar operações fundamentais para o contexto desta proposta, como aplicação de filtros, cálculos de índices de água (dentre outros diversos índices) sobre extensos conjuntos de imagens.

Agradecimentos: Os autores gostariam de agradecer o apoio dado pela Agência de Fomento CAPES durante o desenvolvimento deste estudo.

Referências

1. Albert, P., Jorge, G., 1998. Coastal changes in the Ebro delta: natural and human factors. Journal of Coastal Conservation 4, 17–26.
2. Petersen, Dorthe; Deigaard, Rolf; Fredsøe, Jørgen. Modelling the morphology of sandy spits. Coastal Engineering, v. 55, n. 7-8, p. 671-684, 2008.
3. Bansal, S., Katyal, D., and Garg, J. (2017). A novel strategy for wetland area extraction using multispectral modis data. Remote Sensing of Environment.
4. Gorelick, N., Hancher, M., Dixon, M., Ilyushchenko, S., Thau, D., and Moore, R. (2017). Google earth eng
5. Kennedy, E. R; Yang, Z., Gorelick, N.; Braaten, J.; Cavalcante, L.; Cohen, W. B.; Healey, S. Implementation of the LandTrendr Algorithm on Google Earth Engine. Remote Sensing of Environment, v.691, 2018.
6. Xu, Hanqiu. Modification of normalised difference water index (NDWI) to enhance open water features in remotely sensed imag
7. Mcfeeters, S.K., 1996, The use of normalized difference water index (NDWI) in the delineation of open water features. International Journal of Remote Sensing, 17, pp.1425–1432.
8. Ashton, A. *et al.* Formation of coastline features by large-scale instabilities induced by high-angle waves. Nature. v. 414. p. 296-300. 2001.