

ALTERAÇÕES MORFOLÓGICAS DE CURTO PRAZO NA PRAIA DO MINHOTO, RN-BRASIL

Maria de Fátima A. Matos¹, Ada C. Scudelari², Venerando E. Amaro³ y Vítor P. L. Rios⁴

¹ Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil.

^{2,3} Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Dep. de Engenharia Civil, Universidade Fed.do Rio Grande do Norte, Brasil.

⁴ Programa de Pós-Graduação em Ciência e Engenharia do Petróleo, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil.

E-mail: fatima.ales@ct.ufrn.br, ada@ct.ufrn.br, venerando.amaro@gmail.com, vitorpeixoto.geo@gmail.com

Introdução

A linha de costa é a zona mais dinâmica do ambiente costeiro, esta é influenciada tanto pelas forças terrestres quanto marinhas (Bheeroo et al., 2016). Em todo o mundo, a zona costeira tem experimentado uma forte erosão e perdas de faixas de praias, levando a degradação de grandes áreas por conta do rápido desenvolvimento costeiro e das atividades antrópicas ali instaladas (Romine et al., 2009). O aumento do crescimento da urbanização e das populações nos ambientes costeiros, têm resultado num stress rigoroso sobre a dinâmica costeira, levando à fortes instabilidades costeira (Bheeroo et al., 2016).

A avaliação e monitoramento do ambiente costeiro exige uma abordagem sistemática no sentido de influenciar os parâmetros, contudo, esta situação pode ser tediosa e demorada e muitas das vezes impossível para regiões costeiras muito extensas (Cracknell, 1999). A linha de praia está sempre sujeita as mudanças devidas aos processos costeiros, que são controlados pelas características das ondas, características dos sedimentos, forma da praia, marés, entre outros (Kumar et al., 2010).

As mudanças morfológicas da praia podem ser observadas ao longo de um dia, devido aos processos costeiros atuantes e da influência antrópica sobre a zona costeira (Aguillar et al., 2010).

Assim, este artigo descreve as alterações morfológicas e geoambientais ocorridas na Praia do Minhoto, sob a influência da indústria eólica e de dutos de transporte e transferência de derivados de petróleo produzidos em mar, instalados nesta praia a partir de 2011. Com o suporte da Rede GPS do Litoral Setentrional do RN - RGLS (Santos e Amaro, 2011; Santos et al., 2011), o trabalho contou com levantamentos por GNSS e Geodésia de precisão; e interpretação de imagens de sensores orbitais de diferentes datas da praia e região adjacente.

arenitas praias. Ao longo deste litoral estão presentes as mais importantes atividades econômicas para o estado do Rio Grande do Norte, como a indústria de petróleo e gás natural, indústria salinera, e mais recentemente a indústria de energia eólica (Figura 1).

A Praia do Minhoto possui características topograficamente plana e extensa longitudinal e estreita transversalmente. Varia entre 8.3 m (altitude máxima) e - 5.8 m (altitude mínima), com traços marcantes de natureza dissipativa. É uma praia exposta diretamente a ação das ondas e correntes de deriva litorânea.

As ondas que incidem na região variam sazonalmente ao longo do ano. De novembro a março as alturas significativas atingem os maiores valores de 2.0 m, com períodos médios elevados de 7.1 s e direções médias incidentes de N e NE. De abril a outubro são os meses de menor incidência da agitação marítima, as alturas significativas das ondas são em média de 1.0 m, com períodos médios de 4.4 s, e direções médias de NE. As correntes também possuem papel importante nesta região, de junho a dezembro predominam para WSW, e de janeiro a maio, possuem sentido predominante para NW. Os valores máximos dos registros de junho a dezembro estão associados às velocidades das correntes com 0.292 cm/s, de janeiro a maio, as velocidades são mais elevadas, com 0.327 cm/s, um aumento de 35 cm, o que quer dizer que de janeiro a maio o transporte sedimentar é mais forte que nos demais meses nessa região.

A Praia do Minhoto possui uma dinâmica de uso e ocupação de natureza econômica muito forte para a região. Na sua porção emersa é ocupada por um conjunto de Parque Eólico para a geração de energia, cuja os aerogeradores encontram-se instalados ao longo de sua extensão longitudinal e distribuídos na área adjacente a praia (Figura 1). Na sua extensão submersa, é ocupada por dutos submarinos de transporte e transferência de derivados da produção de petróleo em mar para plataformas de escoamento em terra.

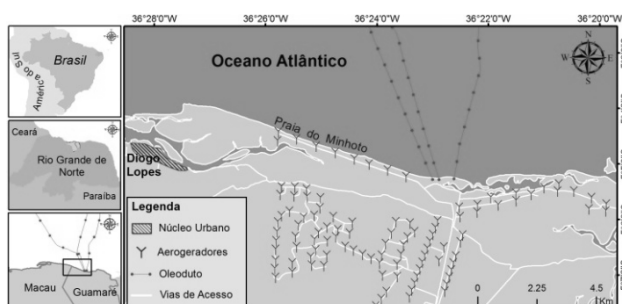


Figura 1.- Localização da área de estudo, Nordeste do Brasil.

Configuração da área de estudo

A área de estudo definida está situada na porção interna da plataforma continental adjacente do litoral setentrional do Rio Grande do Norte. Este litoral possui uma extensão de aproximadamente 165 km intercalado por rios e estuários, praias arenosas, ecossistema de manguezal, campos dunares e

Materiais e métodos

A estrutura metodológica deste trabalho foi composta por etapas de campo, com reconhecimento e levantamentos de dados com uso de GPS Geodésico de alta precisão, dados oceanográficos e, a partir da análise multitemporal de imagens de sensores orbitais de diferentes datas dos últimos 10 anos.

Na primeira etapa, compreendeu os levantamentos de campo para obtenção das posições de linhas de praia e da face da praia para mapeamento da elevação do terreno. Na segunda etapa, envolveu os processamentos necessários para a determinação das coordenadas geodésicas e altitudes ortométricas para realizar os cálculos e determinar as taxas de variação da linha de praia (m), variações planimétrica (m²) e volumétrica (m³) da face da praia e a taxa do balanço sedimentar da praia.

A terceira etapa envolveu as técnicas de geoprocessamento para a análise de produtos de sensoriamento remoto em caráter multitemporal para a distinção e individualização das mudanças morfológicas da praia e área adjacente.

Resultados e discussões

A análise das variações da Praia do Minhoto entre 2010-2015 permitiu a quantificação e a caracterização de curto prazo das tendências evolutivas e das modificações ocorridas. As alterações mostraram-se acentuadas ao longo de todo o setor analisado, com destaque para dois trechos com maior intensidade erosiva.

Os primeiros resultados da variação planimétrica (m^2), obtidos a partir dos dados com o GPS Geodésico são apresentados numa síntese da Tabela 1. Com base nestes resultados, verificou-se que no período estudado, a taxa de erosão foi superior em relação a taxa de acreção, o que significa que o balanço sedimentar areal foi negativo.

Tabela 1.-Taxa do balanço sedimentar areal entre os anos de 2010 a 2015 na Praia do Minhoto por GNSS.

Período [Ano]	Acreção [m^2]	Erosão [m^2]	Taxa do Balanço Areal [m^2]
2010-2015	13.825	91.015	-77.190

Apesar do resultado em termos de planimetria acentuar uma grande perda de área em metros quadrados, em termos volumétricos houve um acentuado aumento significativo para 2015. Nos resultados do modelo de elevação da face de praia, em 2010 o volume de área foi = $360.613,5 m^3$, enquanto que em 2015 o volume foi = $504.673,26 m^3$, ou seja, considerando o mesmo limite de face de praia, houve um aumento $144.059,8 m^3$, alterando assim as cotas altimétricas dos cinco anos de análise.

Com a interseção e subtração entre os dois modelos, pôde-se verificar a exatidão das áreas onde a erosão é mais acentuada e a acreção foi mais presente. Entre os AE6 a AE8 (Figura 2), na porção externa da praia, nota-se uma extensa faixa com cotas muito baixa, e entre os AE1 e AE5, ocorreu um aumento das significativas cotas altimétricas, resultando assim, no aumento de área volumétrica em 2015.

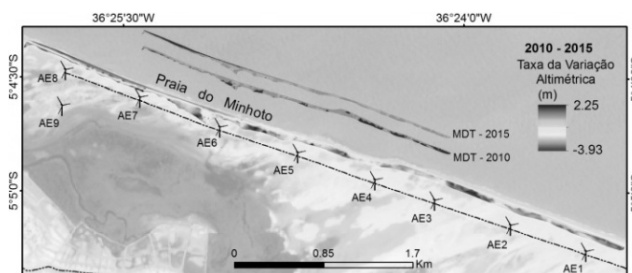


Figura 2.- Mapa de erosão/acreção de volume acumulado ao longo do período de análise.

Associados a estas análises, com os resultados das variações das linhas de praia, foi analisado a instabilidade da face de praia, através do parâmetro estatístico *Net Shoreline Movement* (NSM). Este parâmetro é definido como a diferença entre a linha de costa mais antiga e a linha de costa mais recente. O método permitiu quantificar o total de recuo e/ou avanço da faixa de praia durante o período em análise e caracterizar os setores de maior instabilidade morfológica. Na porção A (Figura 3), que representa os primeiros 550 m frontal ao AE8 e AE9, houve um recuo de $-42 m$, $\pm 8.06 m/ano$ de perda linear de faixa de praia. Na porção B, trecho com 410 m de extensão, houve $-59 m$ de recuo negativo, que representa um decréscimo médio de $\pm 11.9 m/ano$ durante os 5 anos analisados.

Estes resultados mostram a resposta dos efeitos antrópicos associados aos hidrodinâmicos nesta praia em curto prazo de

tempo. Apenas um pequeno trecho, nas mediações da zona frontal ao aerogerador AE1, mostrou um crescimento médio de $\pm 2.7 m/ano$ e um crescimento linear positivo de 20 m.

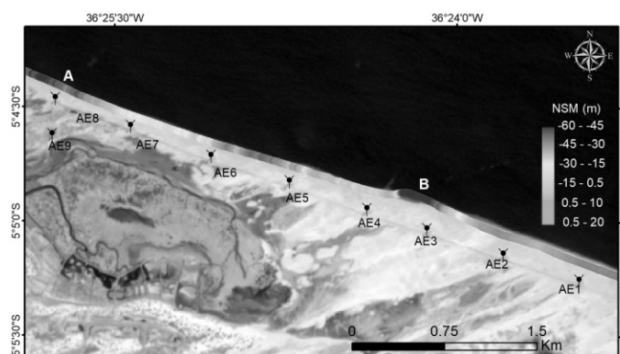


Figura 3.- Tendência evolutiva de mudança da linha de praia (NSM) durante o período de 2010-2015.

Conclusões

Estudar as mudanças de ambiente praial que ocorrem em curto prazo são imprescindíveis quando se tratar de um conjunto de implicações negativas para o uso e ocupação do litoral que afetam a valoração dos recursos naturais, bem como os interesses socioeconômicos. No presente estudo as alterações morfológicas da Praia do Minhoto estão sendo investigadas de forma a entender a magnitude das alterações causadas pela influência dos empreendimentos instalados nesta praia. Alguns resultados preliminares revelam uma tendência erosiva em relação ao período de 2010 a 2015 com grandes perdas de áreas da ordem $91.015 m^2$ em 5 anos. Neste período a linha de praia apresentou em dois pontos um recuo acentuado de $-42 m$ e $-59 m$.

Até o presente momento, a Praia do Minhoto possui uma forte instabilidade morfológica, incluindo a ocorrência de *washover* e aumento de inundações das áreas de depressões interdunares.

Referencias

- Aguilar, F.J.; Mills, J.P.; Delgado, J.; Aguilar, M.A.; Negreiros, J.G. and J.L. Pérez (2010). "Modelling vertical error in LiDAR-derived digital elevation models". *Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, ISPRS, Vol. 65, No. 1, 2010, pp. 103-110.
- Bheeroo, R.A.; Chandrasekar, N.; Kaliraj, S.; N.S. and Magesh (2016). "Shoreline change rate erosion risk assessment along the Trou Aux-Biches-Mont Choisy beach on the northwest Coast of Mauritius using GIS-DSAS technique". *Environ Earthe Sci.*, Vol. 75, 2016, pp. 444.
- Cracknell, A.P (1999). "Remote sensing techniques in estuaries and coastal zone an update". *Int. J. Remote Sensing*, Vol. 19, No. 3, 1999, pp. 485-496.
- Kumar, A.; Narayana, A.C. and K.S. Jayappa (2010). "A shoreline change and morphology of spits along southern Kamataka, west coast of India: A remote sensing and statistics-based approach". *Geomorphology*, Vol. 120, No. 3, 2010, pp. 133-152.
- Romine, B.M.; Fletcher, C.H.; Frazer, N.; Genz, A.S.; Barbee, M.M. and S.C. Lim (2009). "Historical shoreline change, southeast Oahu, Hawaii, applying polynomial models to calculate shoreline changes rates". *Journal of Coastal Research*, Vol. 25, No. 6, 2009, pp. 1236-1253.
- Santos, M.S.T. and V.E. Amaro (2011). "Geodetic Network for Coastal Monitoring of Setentrional Littoral of Rio Grande do Norte State". *Bulletin of Geodetic Sciences*, Vol. 17, No. 4, 2011, pp. 571-585.
- Santos, M.S.T.; Amaro, V.E. and M.V.S. Souto (2011). "Geodetic methodology for Survey of coastline and digital elevation modeling of sandy beaches in studies of precision of geomorphology and coastal dynamics". *Brazilian Journal of Cartography*, Vol. 63, 2011, pp. 663-681.