

O uso de Geoindicadores na Geomorfologia para analisar o avanço da Erosão Costeira nas praias urbanas de Maceió - AL

Silva, J.P.L.S. (IGDEMA - UFAL) ; Souza, L.T. (IGDEMA - UFAL) ; Oliveira, D.R.C.S. (IGDEMA - UFAL) ; Ferreira, B. (IGDEMA - UFAL) ; Silva, T.C.L. (IGDEMA - UFAL) ; Falcão, N.A.M. (IGDEMA - UFAL)

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo analisar os geoindicadores com o intuito de determinar o grau de erosão com base nas suas estruturas de contenção nas praias urbanas de Maceió, sendo o trabalho inicial a ser base para trabalhos futuros na área de estudo. Utilizou-se a metodologia uma mandala classificada em quatro níveis de erosão: muito baixa, baixa, processos moderados e processos avançados; em cada nível, possuía três geoindicadores descrevendo características para reconhecimento dessas classificações na área de estudo. Desse modo, foi criado um check list com os doze geoindicadores e depois avaliou as características que mais se aproximava de cada nível. No entanto, obteve-se informações sobre as áreas, em que na parte norte, notou-se que muitos pontos estão sem informações claras dos geoindicadores intercalados de pontos de Vulnerabilidade a erosão Moderados; já na porção sul, os geoindicadores variaram entre erosão muito baixa, porém, alguns pontos moderados a alto grau.

PALAVRAS CHAVES

Erosão costeira; geomorfologia costeira; Geoindicadores; .; .

ABSTRACT

The present work aims to analyze the geoindicators in order to determine the degree of erosion based on their containment structures on the urban beaches of Maceió, with the initial work being the basis for future work in the study area. A mandala methodology classified into four levels of erosion was used: very low, low, moderate processes and advanced processes; at each level, it had three geoindicators describing characteristics for recognition of these classifications in the study area. In this way, a checklist was created with the twelve geoindicators and then the characteristics that came closest to each level were evaluated. However, information was obtained about the areas, in which in the northern part, it was noted that many points are without clear information from the interspersed geoindicators of points of vulnerability to erosion Moderate; in the southern portion, the geoindicators ranged from very low erosion, however, some moderate to high degrees.

INTRODUÇÃO

Em constante frente de desequilíbrios naturais e intervenções antrópicas, recorrentes em ambientes de zonas costeiras, têm-se uma assídua presença de pesquisadores sobre os estudos dos processos erosivos em costas litorâneas, em notoriedade, a presença de estudiosos da área da geografia e geologia em que, apresentam direcionamentos para conter os processos erosivos e medidas necessárias para o gerenciamento do uso e ocupação do solo litorâneo. Nas considerações de Marroni e Asmus (2005), as Zonas Costeiras (ZC) são caracterizadas como lócus de transição entre o continente e o meio hídrico. Ainda segundo Marroni e Asmus (2005, p. 16) os ambientes litorâneos podem ser compreendidos em termos limítrofes como “a borda oceânica de continentes e ilhas”. Esses ambientes, segundo Bezerra, Souza e Lima (2019) são zonas que apresentam uma alta complexidade, espaços propícios a mudanças quando ocorre mudanças nos sistemas naturais, sejam elas cíclicas ou pelo uso e ocupação das terras. Nesse sentido, são ambientes com tendências a vulnerabilidade da erosão na linha da costa. A erosão por sua vez, constitui uma série de processos morfodinâmicos acelerados ligados à dinâmica de interação de ambientes costeiros ao longo do litoral. Nessa perspectiva, para Souza et. al (2005) o processo erosivo está inteiramente ligado ao equilíbrio dinâmico ao longo da linha litorânea, nesse viés, atuando no condicionamento de trocas deposicionais (ganhos de sedimentos) e, ou retiradas (perdas de sedimentos). Levando em consideração as modificações nesses ambientes, emerge a necessidade da realização de pesquisas,

pois, de acordo com Almeida, et al. (2012) se tratam de espaços bastante dinâmicos e altamente vulneráveis a mudanças e desequilíbrios ambientais. Alguns exemplos de estudos sobre esses ambientes ao longo do Litoral Brasileiro podem ser verificados pelos avanços e contribuições com pesquisas sobre os impactos condicionados pela erosão em áreas urbanas e na linha de costa como (SANTOS JUNIOR et al., 2020; OLIVEIRA et al., 2018; MARTINS et al., 2018; MAZZER e DILLENBURG, 2009; PINHEIRO et al., 2008; SOUZA et al., 2005). No Brasil, os estudos sobre a erosão costeira vêm sendo realizados ao longo das últimas décadas, apontando que parte dos processos vem sendo iniciados ou acelerados pela urbanização dos espaços litorâneos, o que pode modificar a morfodinâmica dos ambientes costeiros, a literatura apresenta que a ação antrópica é o principal componente catalizador dos processos erosivos na zona costeira (LIMA, 2004; MORAIS et al., 2008; SANTOS JUNIOR et al., 2020). No Estado de Alagoas, alguns esforços vêm sendo realizados no sentido de caracterizar os processos morfodinâmicos costeiros, processos erosivos acelerados e mudanças na linha de costa, a exemplo dos estudos realizados por Santos (2004), Almeida, et al. (2012), Bezerra, et al. (2019) e Santos Junior, et al. (2020). As primeiras percepções das marcas erosivas no litoral de Alagoas foram registradas por Cabral (1996) na pesquisa do setor praias de Ponta Verde, ainda na primeira metade do século XX. Notou-se que o surgimento de processos erosivos estava relacionado com o início do processo de urbanização, os quais se intensificaram nos anos de 1950. As primeiras medidas de contenção adotadas consistiram em muros de arrimo rígido, construídos com "pedra-rachão" e argamassa. No entanto, essas estruturas apresentaram ser ineficazes e continuaram com o agravando do problema, desencadeando uma série de interrupções subsequentes. Como resultado dos danos materiais e paisagísticos já ocorridos, foram implementados enrocamentos com gabiões como alternativas de mitigação. No entanto, as mesmas medidas de proteção foram destruídas ao longo do tempo por ação erosiva e intensificada por influência antrópica.

MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo compreende, em toda a sua extensão, as praias urbanas de Maceió, que se estende por cerca de 17 km iniciando ao sul da cidade de Maceió na altura da ponte Divaldo Suruagy e segue até seu fim na foz do Rio Jacarecica ao norte da cidade, uma área sujeita a atuação de agentes dinâmicos tais como ventos ondas e mares, subdivida em três áreas. O município, por sua vez está localizado na mesorregião do Leste Alagoano e seu litoral compreende cerca de 40 quilômetros de extensão que desde o século XX foi sistematicamente ocupado e, a partir da década de 50, tornou-se elemento fundamental de uma das principais atividades econômicas do estado, o turismo. A definição e a quantificação dos processos de erosão costeira na área de estudo foram realizadas com base na classificação da intensidade da erosão costeira, no uso de geoindicadores e modelagem das morfologias, que permitiu a identificação de áreas susceptíveis à erosão e danos as estruturas urbanas. A identificação das áreas de vulneráveis a processos de erosão costeira foi realizada em campo e determinada a partir da utilização de 12 geoindicadores, baseados nas morfologias praias, coberturas vegetais e formas de ocupação, usos e apropriações das terras. A metodologia proposta foi construída com base em adaptações de outros estudos que utilizaram geoindicadores, a exemplo de Souza (2009), Martins et al. (2016) tendo como contribuição principal a obra de Santos Junior et al. (2021) cujos geoindicadores foram utilizados para caracterização da vulnerabilidade a erosão costeira no Município da Barra de Santo Antônio. (Quadro 1) ITEM CLASSIFICAÇÃO DA EROSIÃO COSTEIRA Muito Baixo I Baixo II Moderado III Avançado IV 01 Vegetação conservada com sucessão ecológica Vegetação rasteira de duna ou restinga soterrada ou com raízes expostas Arvore na face da praia ou com raízes expostas Resto de construção na face da praia 02 Presença de arrecifes e crista de berma conservada Escarpas erosivas Marcas de erosão na base de muro residenciais Obras estruturais de proteção costeira 03 Níveis escalonados de terraceamento amplo, Material de granulometria grossa no estirâncio e berma, Obras não estruturais de proteção costeira Infraestrutura da orla danificada por processos erosivos Os dados foram obtidos a partir da aplicação de um check list em áreas amostrais intervaladas por distâncias de 500m. Dessa forma, a partir das observações de campo os pontos foram agrupados, tratados e quantificados, para o enquadramento das diversas áreas amostrais em quatro classes de vulnerabilidade a erosão costeira, sendo elas: muito baixa, baixa, moderada e avançada; Por fim, o mapeamento dos pontos amostrados, das áreas vulneráveis e do grau de erosão costeira será realizado utilizando o software

QGIS, a partir do resultado da aplicação dos geoindicadores.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Assim, no ano de 2022 uma abordagem experimental da avaliação a erosão costeira foi pensada para as Praias Urbanas de Maceió feita através do uso de geoindicadores. Para isso foi utilizado como base os geoindicadores utilizados por Santos jr, et al (2020) que os utilizou para identificar a presença de processos erosivos na área costeira do município da Barra de Santo Antônio no litoral norte de Alagoas. Por meio da interpolação dos resultados registrados através do checklist empregado através dos geoindicadores pode ter uma ideia da situação relativa à vulnerabilidade a erosão costeira capazes de setorizar a área de estudo para definição de áreas prioritárias para intervenção (Figura. 2). Figura 2 – Graus de intensidade dos processos erosivos, Maceió – Alagoas (2022) Fonte: IBGE (2022); Elaboração: Os autores. Observa-se ao sul da área de estudo, na porção territorial que compreende os bairros de Pontal da Barra, Trapiche da Barra e Prado uma grande faixa indicativa de uma vulnerabilidade a erosão costeira considerada “muito baixa”, ao mesmo tempo, nas áreas adjacentes a essa faixa, áreas com grau de erosão “moderado” e também “muito alto”. Ao mesmo tempo, na poção norte da área de estudo, é observada uma porção com grau de erosão costeiro moderado. Entretanto, o destaque está na porção central da área de estudo, que compreende os bairros do Jaraguá, Pajuçara, Ponta Verde e Jatiúca e são observados um número relativamente alto de pontos em que os geoindicadores se apresentaram sem informação, intercalados de pontos de Vulnerabilidade a erosão Moderados. Inicialmente (Tabela 1) observa-se que predomina na área de estudo dois estados de vulnerabilidade a erosão, o primeiro de grau Muito Baixo, que apresenta uma extensão de quase 6 mil metros, em sua maior porção sendo representada por uma longa faixa continua na porção Sul a área de estudo, nos bairros de Pontal da Barra, Trapiche da Barra e Prado; o segundo de grau Moderado, apresentando uma extensão de cerca de 5 mil metros intercalada em sua maior parte por outras categorias de vulnerabilidade, sendo a predominante na porção central da área de estudo, nos bairros de Jatiúca e Ponta Verde e no Centro. Tabela 1: Avaliação por geoindicadores da área de estudo, 2022, Maceió - AL Estado

Extensão (m)	%	Alto	867,49	5,32%	Moderado	5013,56	30,73%	Baixo	1584,28	9,71%	Muito Baixo	5982,50	36,67%	Sem Informação	2864,5	17,56%	TOTAL	16312,42	100,00%
--------------	---	------	--------	-------	----------	---------	--------	-------	---------	-------	-------------	---------	--------	----------------	--------	--------	-------	----------	---------

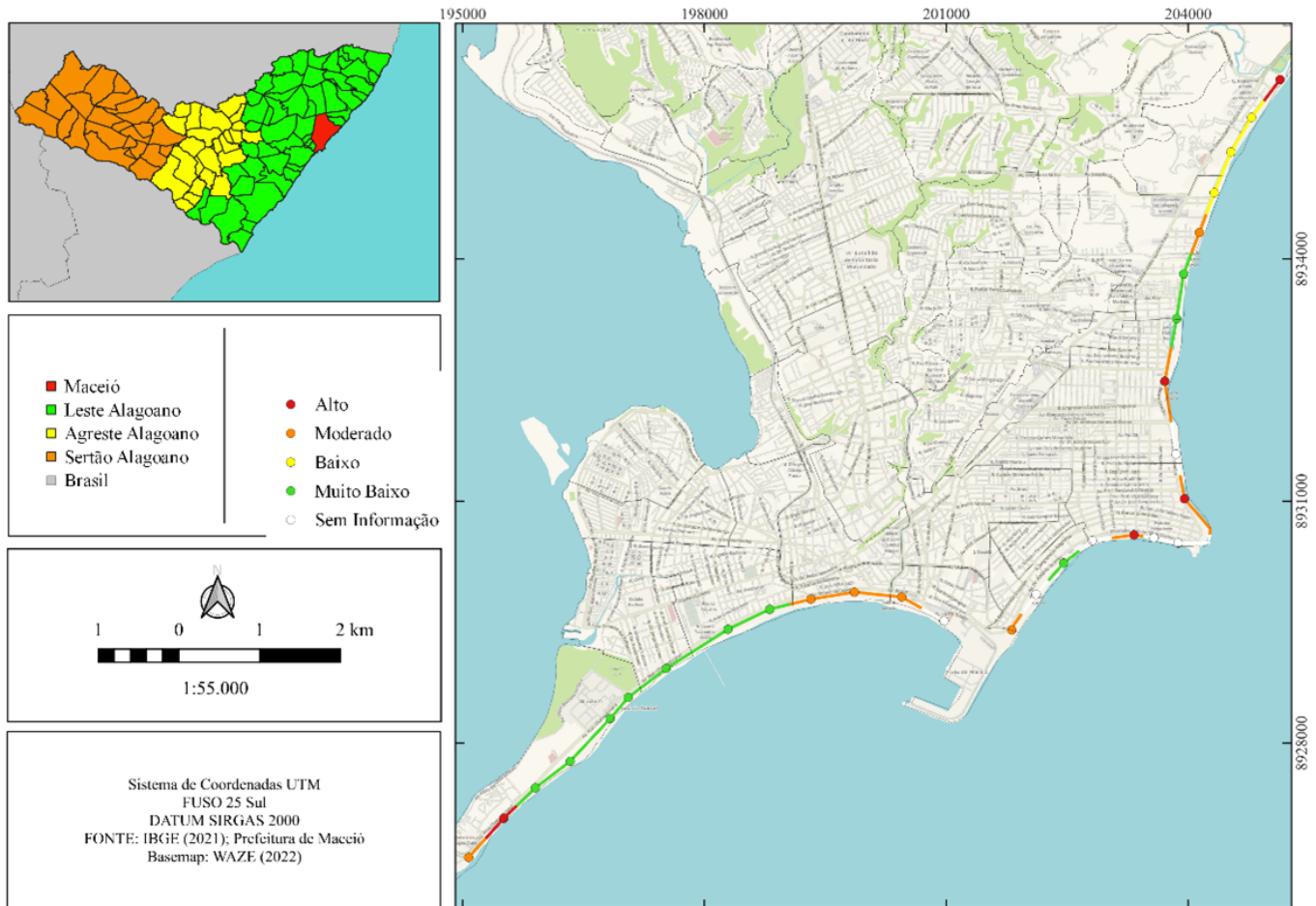
Fonte: Elaborado pelos autores, 2022. O principal problema observado na aplicação está no valor alto de pontos que registraram como valor de vulnerabilidade a erosão costeira “Sem Informação”. Como destacado anteriormente, os geoindicadores utilizados foram empregados por Santos Jr et al. (2020) na Barra de Santo Antônio, sendo pensados e elaborados para a realidade do local e, dessa forma, quando transpostos e aplicados em um local deferente, como as praias urbanas de Maceió, pode-se observar que os mesmos acabam por não representar da maneira mais precisa a situação de todos os pontos da área de estudo, sobretudo no que se refere a área mais urbanizada e vulnerável a erosão da Cidade (Jaraguá, Ponta Verde, Jatiúca). Em uma análise voltada a ocorrência dos geoindicadores (Gráfico 1) pode-se observar que o primeiro setor dos geoindicadores apresenta-se como o número de itens mais expressivo no que compreende o número de ocorrência, com destaque para o item 1 do primeiro setor (Vegetação conservada com sucessão ecológica) como o de maior ocorrência seguido pelo item 2 do setor 4 (Obras estruturais de proteção costeira) e do item 3 do setor 1 (Níveis escalonados de terracamento amplo). Ao mesmo tempo, pode-se observar os geoindicadores de menor relevância, ou seja, com o menor número de ocorrências, sendo eles o item 3 do setor 2 (Material de granulometria grossa no estirâncio e berma) que não foi registrado em nenhum ponto de controle, seguido pelos itens 2 (Marcas de erosão na base de muro residenciais) e 3 (Obras não estruturais de proteção costeira) do setor 3. Gráfico 1 – Setor da Mandala Fonte: Autores, 2022. Quando analisamos a total de registros do checklist de geoindicadores, fazemos a análise da percentagem de ocorrência dos itens pelo setor (tabela 2), observa-se que os setores 1 e 4 dos geoindicadores registraram juntos 75% do total de geoindicadores registrados. Ao mesmo tempo os setores 2 e 3 apresentaram pouca relevância com cerca de 25% do total de ocorrências, sendo esse o indicador de que a reestruturação dos geoindicadores deve começar por esses setores. Tabela 2 - Percentual de Ocorrência por Setor

Setor	Percentual de ocorrências de geoindicadores por Setor
1	Muito baixa 44%
2	Baixa 9%
3	Moderada 16%
4	Alta 31%

Fonte: Elaborado pelos autores, 2022. Quando observamos o registro dos geoindicadores por ponto de controle, pode-se identificar a partir de que ponto seu uso tornam-se menos expressivo (Tabela 3). O destaque está na ocorrência entre

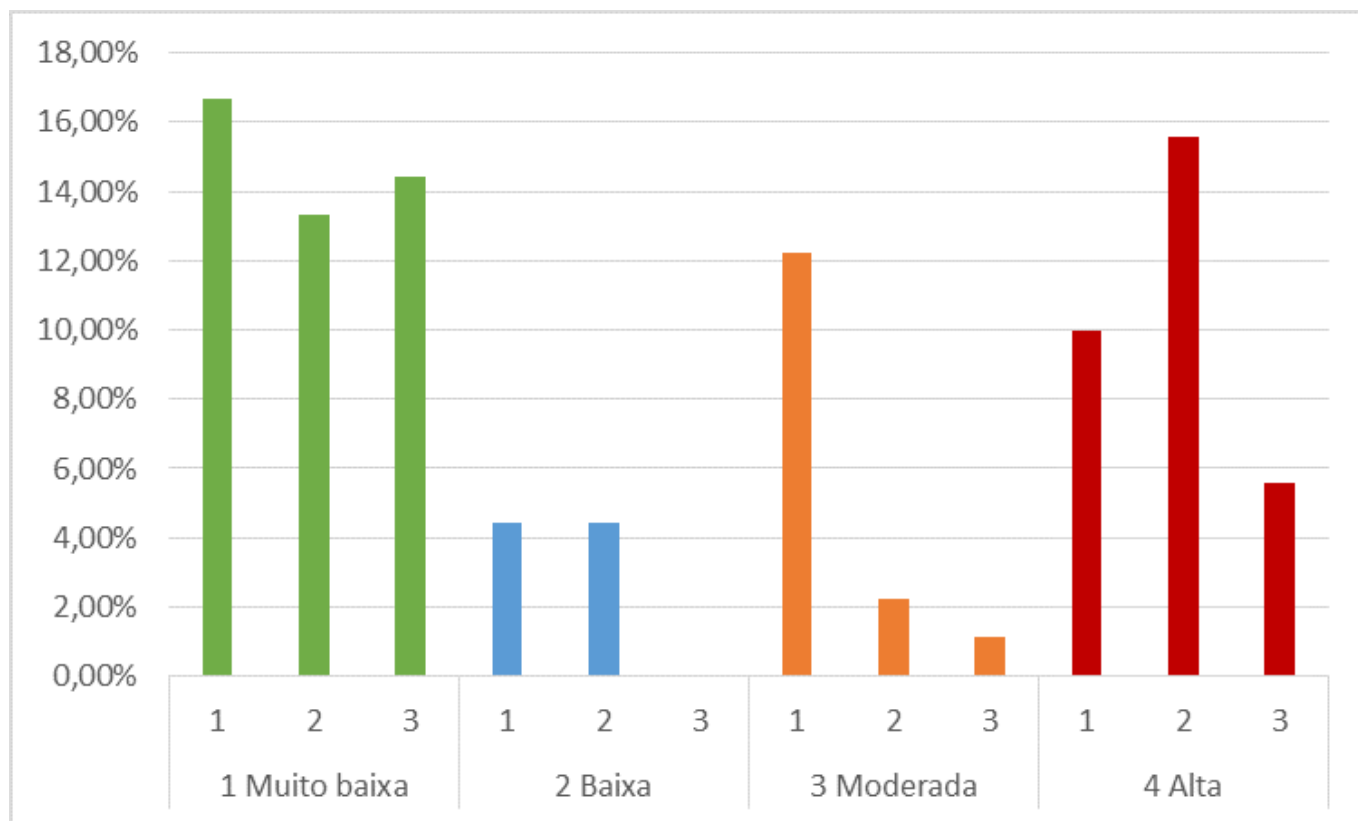
os pontos 30 e 45, que compreendem os bairros do Jaraguá, Ponta Verde e Jatiúca, bairros de alta interferência antrópica e, segundo a literatura, mais vulneráveis a erosão, mas que em diversos pontos não apresentaram nenhuma ocorrência de geoindicador negativo nos pontos de controle, tendo um valor médio de ocorrência de 0,666 geoindicadores por ponto. Tabela 3: ocorrência de geoindicadores por ponto Ponto n° de pontos Classificação da Erosão Costeira Média n° de itens por ponto PO021AL 2 II e III 3,142857 PO024AL 3 IV PO025AL 3 I PO026AL 3 I PO027AL 4 I e II PO028AL 3 I PO029AL 4 I e IV PO030AL 1 I 0,666666 PO031AL 1 I PO032AL 2 I e II PO033AL 1 III PO034AL 1 III PO035AL 0 . PO036AL 1 I PO037AL 0 . PO038AL 1 I PO039AL 0 . PO040AL 1 III PO041AL 0 . PO042AL 0 . PO044AL 1 IV PO045AL 0 . PO052AL 4 I, III e IV 4,5 PO053AL 3 III PO054AL 4 I e III PO055AL 6 I, II, III e IV PO056AL 4 I e III PO057AL 4 I e II PO058AL 5 I, II e IV PO059AL 6 I, II e IV Fonte: Elaborado pelos autores, 2022. Já a porção Sul (PO021AL a PO029AL) e Norte (PO052AL a PO059AL) apresentaram um alto número de ocorrências de geoindicadores com uma média de ocorrência por ponto, respectivamente, de 3,142857 e 4,5. Assim, pode-se considerar que o uso dos geoindicadores empregados nessas porções Sul e Norte foram mais expressivos no que concerne a sua efetividade em destacar o estado de vulnerabilidade a erosão costeira, enquanto o mesmo não pode ser dito da porção central, entretanto estes resultados acabam por fornecer uma base para a elaboração de um novo grupo de geoindicadores que melhor explicita a situação de vulnerabilidade e ocorrência a erosão costeira na área de estudo.

Graus de intensidade dos processos erosivos, Maceió - Alagoas (2022)



Mapa que descreve o grau de intensidades dos processos erosivos em Maceió-AL.

Gráfico 1 - Setor da Mandala



Demonstra o setor da mandala e os níveis de porcentagem de erosão de cada área.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise empregada por geoindicadores permitiu uma perspectiva diferente no que diz respeito a vulnerabilidade a erosão costeira. A Partir do experimento feito na área de estudo aplicando os geoindicadores elaborados por Santos jr. et al. (2020) pode-se observar que registros de Alta vulnerabilidade a erosão ocorrem no extremo Sul da área de estudo ao mesmo tempo em que são registrados valores de Baixa, Moderada e Alta vulnerabilidade na porção norte. Ainda que o uso dos geoindicadores tenham apresentados resultados pouco expressivos na porção central da área de estudo, que compreende os bairros mais urbanizados cabe destacar que seu uso inicial foi empregado em um município de características diferentes de Maceió e sem uma área urbanizada tão dinâmica. Entretanto os resultados da porção Norte e Sul da área de estudo, somados ao restante dos dados, acabarão por compor um material efetivo para aprimoramento dos geoindicadores empregados dessa vez voltados a toda área urbana de Maceió. Ainda que o uso dos geoindicadores tenham apresentado resultados pouco expressivos na porção central da área de estudo, que compreende os bairros mais urbanizados cabe destacar que seu uso inicial foi empregado em um município de características diferentes de Maceió e sem uma área urbanizada tão dinâmica. Entretanto os resultados da porção Norte e Sul da área de estudo, somados ao restante dos dados, acabarão por compor um material efetivo para aprimoramento dos geoindicadores empregados dessa vez voltados a toda área urbana de Maceió.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

- ALMEIDA, H. R. R. C.; LOPES JUNIOR, J. B.; QUEIROZ, W. W. C.; PERDIGÃO, Y. M. P.. Avaliação da Morfodinâmica Praial - Estudo de Caso: Praia de Riacho Doce - AL. Revista de Geografia (Recife), v. 29, p. 119-131, 2012.
- BERGER A. R. Assessing Rapid Environmental Change Using Geoindicators. Environment Geology, Springer, Berlin, v. 1, n. 32, p. 35-44, 1997.
- BERGER, A. R. The geoindicator concept and its application: An introduction. In: BERGER, A. R.; IAMS

- W. J. Geoindicators: Assessing rapid environmental changes in earth systems. Balkema, Rotterdam, 1996. Cap 1, p. 1-14.
- BEZERRA, K. L. T.; SOUZA, C. R. G.; LIMA, R. C. A.. Estudo da erosão marinha das praias da Barra de Santo Antônio – Alagoas. In: ENCONTRO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA, 13., 2019, São Paulo. Anais [...]. São Paulo: USP, 2019. p. 1-14.
- BRITO, S. L. T. de. et al. O uso de um canal lagunar como geoindicador de evento meteorológico no litoral medio do Rio Grande do Sul. 2018
- CABRAL, A. C. Fragilidade da linha de costa: o exemplo da praia de ponta verde. 1996 maceio AL. TCC (Trabalho de Conclusão de Curso – Bacharelado em Geografia), Universidade Federal de Alagoas, 1996.
- CASTRO, J. W. A.; CALHEIROS, Ana Lucia Santos. Geoindicadores resultantes dos episodios El Nino/La Nina em dunas costeiras do litoral setentrional do Nordeste brasileiro. In: IX Congresso da Associação de Estudos do Quaternário (ABEQUA). Anais. CD-Rom. Recife, Pernambuco. Brasil. 2003.
- LIMA, R. C. A. Evolução da Linha de Costa a Médio e Curto Prazo Associada ao Grau de Desenvolvimento Urbano e aos Aspectos Geoambientais da Planície Costeira de Maceió. Tese (Doutorado em Geociências), Universidade Federal de Pernambuco, 2004.
- MARRONI, E. V.; ASMUS, M. L.. Gerenciamento Costeiro: uma proposta para o fortalecimento comunitário na gestão ambiental. Pelotas: USEB, 2005. 149p.
- MARTINS, Karoline Angélica et al. Determinação da erosão costeira no Estado de Pernambuco através de geoindicadores. Revista Brasileira de Geomorfologia, v. 17, n. 3, 2016.
- MARTINS, Karoline Angélica et al. Determinação da erosão costeira no Estado de Pernambuco através de geoindicadores. Revista Brasileira de Geomorfologia, v. 17, n. 3, 2016.
- MAZZER, Alexandre M.; DILLENBURG, Sérgio. Variações temporais da linha de costa em praias arenosas dominadas por ondas do sudeste da Ilha de Santa Catarina (Florianópolis, SC, Brasil). Pesquisas em Geociências, v. 36, n. 1, p. 117-135, 2009.
- MORAIS, J. O.; PINHEIRO, L. S.; CAVALCANTE, A. A.; PAULA, D. P.; SILVA, R. L. Erosão Costeira em Praias Adjacentes às Desembocaduras Fluviais: O Caso de Pontal de Maceió, Ceará, Brasil. Revista de Gestão Costeira Integrada, n. 8, v. 2, p. 1-16, 2008.
- OLIVEIRA, Luana Kátia Santos et al. Vulnerabilidade à erosão costeira e riscos associados à ocupação: estudo de caso do município de Aracaju/Sergipe, Brasil. Territorium, n. 25, p. 89-102, 2018.
- PERINOTTO, Rafael Riani Costa et al. Avaliação do estado erosional das praias de Santa Catarina com base na análise de geoindicadores. In: Congresso Brasileiro Sobre Desastres Naturais, Rio Claro, SP. UNESP, Rio Claro. 2012. p. 1-11.
- PINHEIRO, Lidriana de Souza et al. Erosão costeira em praias adjacentes às desembocaduras fluviais: O caso de Pontal de Maceió, Ceará, Brasil. 2008.
- SANTOS JUNIOR, José Ferreira dos; FERREIRA, Bruno; ARAÚJO, Eduardo Machado Menezes. Erosão costeira no município de Barra de Santo Antônio, litoral norte de Alagoas. 2020.
- SOUZA, C. R. de G. et al. Praias arenosas e erosão costeira. In SOUZA, Celia Regina de Gouveia (ed). Quaternário do Brasil. 1 ed. Ribeirão Preto: Holos editora, 2005. p. 114-129.
- SOUZA, R. M. e; COSTA, J. de J.; OLIVEIRA, A. C. A. Monitoramento ambiental das Dunas Costeiras no litoral Sul de Sergipe a partir de geoindicadores de vulnerabilidade biofísica - DOI 10.5216/ag.v2i1.3892. Ateliê Geográfico, Goiânia, v. 2, n. 1, p. 119-138, 2008.
- TAVARES, Aline Botini; DA CRUZ, Sueila Pereira; DE LOLLO, José Augusto. Geoindicadores para a caracterização de estado de diferentes ambientes. Estudos Geográficos: Revista Eletrônica de Geografia, v. 5, n. 2, p. 42-57, 2007.