

Vulnerabilidade ambiental da área de proteção ambiental delta do Parnaíba

Environmental vulnerability of the environmental protection area delta do Parnaíba

DOI:10.34117/bjdv8n6-175

Recebimento dos originais: 21/04/2022

Aceitação para publicação: 31/05/2022

Davi Leal dos Santos Barbosa

Mestrando em Desenvolvimento e Meio Ambiente

Instituição: Universidade Federal do Piauí (UFPI)

Endereço: Campus Universitário Ministro Petrônio Portella, Bairro Ininga

CEP: 64.049-550, Teresina – PI

E-mail: davileal000@outlook.com

Karoline de Sousa Almeida

Mestranda em Engenharia Agrícola,

Instituição: Universidade Federal do Ceará (UFC)

Endereço: Av. Mister Hull, s/n, Pici, CEP: 60455-760, Fortaleza - CE

E-mail: karoline.almeida09@hotmail.com

Eduardo Lima de Sousa Júnior

Mestrando em Engenharia Agrícola

Instituição: Universidade Federal do Ceará (UFC)

Endereço: Av. Mister Hull, s/n, Pici, CEP: 60455-760, Fortaleza - CE

E-mail: eduardolimajunior@outlook.com

Reurysson Chagas de Sousa Moraes

Doutor em Desenvolvimento e Meio Ambiente

Instituição: Instituto Federal do Piauí (IFPI)

Endereço: R. Álvaro Mendes, 94, Centro (Sul), Teresina - PI, CEP: 64000-040

E-mail: reurysson@ifpi.edu.br

Israel Lobato Rocha

Mestre em Conservação de Recursos Naturais do Cerrado

Instituição: Instituto Federal do Piauí (IFPI)

Endereço: R. Álvaro Mendes, 94, Centro (Sul), Teresina - PI, CEP: 64000-040

E-mail: israel.lobato@ifpi.edu.br

Bruna de Freitas Iwata

Doutora em Ciência do Solo

Instituição: Instituto Federal do Piauí (IFPI)

Endereço: R. Álvaro Mendes, 94, Centro (Sul), Teresina - PI, CEP: 64000-040

E-mail: Iwata@ifpi.edu.br

RESUMO

A avaliação de vulnerabilidade ambiental é um importante instrumento de monitoramento de qualidade ambiental, uma vez que sua avaliação compila vários aspectos ambientais e suas respectivas vulnerabilidades. O cruzamento multicritério das vulnerabilidades naturais e relações antrópicas fornecem informações que possibilitam analisar relações antrópicas com o grau de vulnerabilidade de aspectos ambientais diversos, fator determinante de sua aplicação em unidades de conservação e bacias hidrográficas, dado a baixa interferência no ambiente físico e sua aplicação em grandes áreas. Mediante o entendimento deste comportamento é possível compreender a dinâmica de vulnerabilidade de ecossistemas naturais diante ocupação antrópica, corroborando com a literatura o estudo em questão destaca uso e ocupação antrópico como agente impulsionador de vulnerabilidades e consecutivos impactos, entretanto as características de vulnerabilidade tipicamente naturais das morfologias, fisiologia e fitossociologia como as planícies fluviomarinhas e fluviolacustres, Gleissolos hidromorficos e vegetação de manguezal avaliados foram responsáveis pela classificação de vulnerabilidade na APA DPHB, reafirmamos que a ocupação favorece o desenvolvimento de áreas de vulnerabilidade no entanto as morfologias ecossistêmicas que estão ligadas aos ambientes litorâneos foram importantes determinantes da áreas mais vulneráveis delimitadas.

Palavras-chave: vulnerabilidade natural, ambientes litorâneos, geoprocessamento.

ABSTRACT

Environmental vulnerability assessment is an important tool for the monitoring of environmental quality, since these assessments approach several environmental aspects and their respective vulnerabilities. Multicriteria crossing of natural vulnerabilities and anthropogenic relationships provide information that enables the correlation between anthropogenic relationships and vulnerability level of various environmental aspects, which is a determining factor for its application in conservation units and river basins because it presents low interference in the physical environment and can be applied to large areas. Understanding these correlations makes it possible to understand the dynamics of vulnerability of natural ecosystems under anthropogenic occupation. Corroborating reports found in the literature, the present study highlights the anthropogenic use and occupation as a driver of vulnerabilities and consequent impacts on the environment. However, the evaluated typically natural vulnerability characteristics of the morphology, physiology, and phytosociology, such as fluvial and fluvio-lacustrine plains, hydromorphic Gleysols, and mangrove vegetation, were responsible for the vulnerability classification in the APA Delta do Parnaíba. Anthropogenic occupation favors the development of vulnerable areas; however, ecosystem morphologies linked to coastal environments are important determinants of most of the vulnerable areas delimited.

Keywords: natural vulnerability, coastal ecosystems, geoprocessing.

1 INTRODUÇÃO

A urbanização é uma condição mundial incontornável, logo, a concentração urbana e aglomerações, acabam se estendendo pelo território e deixando marcas, e consecutivos impactos em detrimento dos movimentos da população (PEREIRA, 2020; MOURA; OLIVEIRA; PÊGO, 2018).

O fenômeno da urbanização no Brasil, muito superior ao dos países desenvolvidos, registrou um aumento de 7,3 vezes a população urbana, que resulta no aumento de áreas construídas com intuito de atender a demanda por moradias e equipamentos públicos, além da degeneração da ecologia e ecossistemas locais, como os manguezais. Seguindo este cenário, projeções apontaram que o fenômeno de urbanização em zonas urbanas costeiras causou uma perda de 30% nessas mesmas formações florestais do sudeste do Brasil, esse acréscimo nas zonas urbanas costeiras é sugerido como uma movimentação dos grandes centros urbanos para pequenos núcleos também urbanizados (PEREIRA, 2020; ZAZYKI; MARIN; MOURA, 2020; AL et al., 2020; FERREIRA e LACERDA, 2016).

Observa-se que, a urbanização em zonas litorâneas demanda particularidades muito distintas da antiga concepção da cidade industrial e moderna, como a presença de vegetação halófitas densa de manguezais desenvolvida nesse ecossistema pela combinação de diversos fatores geomorfológicos, temperatura da água e do ar, diferenciados. Assim, tem-se essa composição ameaçada por atividades antrópicas de exploração e turismo, além de se apresentam topograficamente muito baixas com alta vulnerabilidade ambiental, predominando os Organossolos e os Gleissolos, solos com um risco de contaminação elevado, além de serem solos plásticos e, portanto, incapazes de suportar a ocupação antrópica sem deformação e alterações significativas (SOUZA; VALE, 2016; LEITE, 2017; ICMBIO, 2018; GASPARINETTI et al., 2018).

Serão, Belato e Dias (2019) destacam que as planícies litorâneas são áreas naturalmente vulneráveis, sendo urgentes os mecanismos para reconhecimento das condições dessas, uma vez que equívocos de zoneamento e a passividade desses, podem incidir em impactos socioambientais e socioeconômicos negativos (LONGO; DANTAS, 2020). Assim, a análise de vulnerabilidade, por ser polissêmica e multiescalar, pode ser aplicada a diversas áreas do conhecimento, como eficientemente utilizada na dimensão ambiental, onde são considerados a classificação geológica, classe solos, vegetação, declividade além de serem considerados parâmetros humanos, como uso e ocupação do solo (BELATO; SERRÃO, 2019).

Ainda que o mapeamento da vulnerabilidade possibilite o planejamento ambiental, ordenamento territorial e a identificação de áreas suscetíveis a possíveis impactos ambientais, ressalta-se que a falta de atualização, monitoramento e o alto nível de incerteza, a respeito dos possíveis eventos de risco de áreas vulneráveis, ainda é um problema em alguns estados brasileiros, o que não é diferente no litoral piauiense, uma

vez, o incentivo e promoção desta forma de monitoramento ainda é defasado (SERRÃO; BELATO; DIAS, 2019; AGUIAR e ERVATTI, 2020).

Não obstante a isso, há desafios metodológicos de análise de vulnerabilidade, tendo em vistas que os parâmetros de análise são sistemáticos e em grande escala, revestindo-se ainda mais a necessidade de métodos de classificação remotos. Martins, Seabra e Richter, (2020) salientam o poder do uso da Geoinformação, tendo os Sistemas de informações geográficas (SIGs) como ferramentas de auxílio para o armazenamento, manipulação, atualização e exposição de dados de maneira simples e precisa, além de recursos visuais e o apoio de programas gratuitos que fornecem dados georreferenciados e ferramentas de classificação.

Neste sentido, um dos aspectos fundamentais para o estudo da zona costeira e seu gerenciamento é o conhecimento da vulnerabilidade (WANSLEY et al. 2015), trazendo à realidade costeira do Nordeste, em especial, da APA Delta do Parnaíba, tem-se fatores ainda mais fundamentais como a relação de impactos indiretos, pela ausência de planejamento territorial em zonas ecotonais à área de preservação, a interestadualidade da unidade, assim como a sua extensão, o que faz com que as técnicas de Geoprocessamento sejam promissoras em produzir respostas com impactos reduzidos e mais rapidamente. Desta forma, este estudo objetivou mapear a vulnerabilidade ambiental da APA do Delta do Parnaíba a partir de classificação de imagens de satélites e bases secundárias de dados.

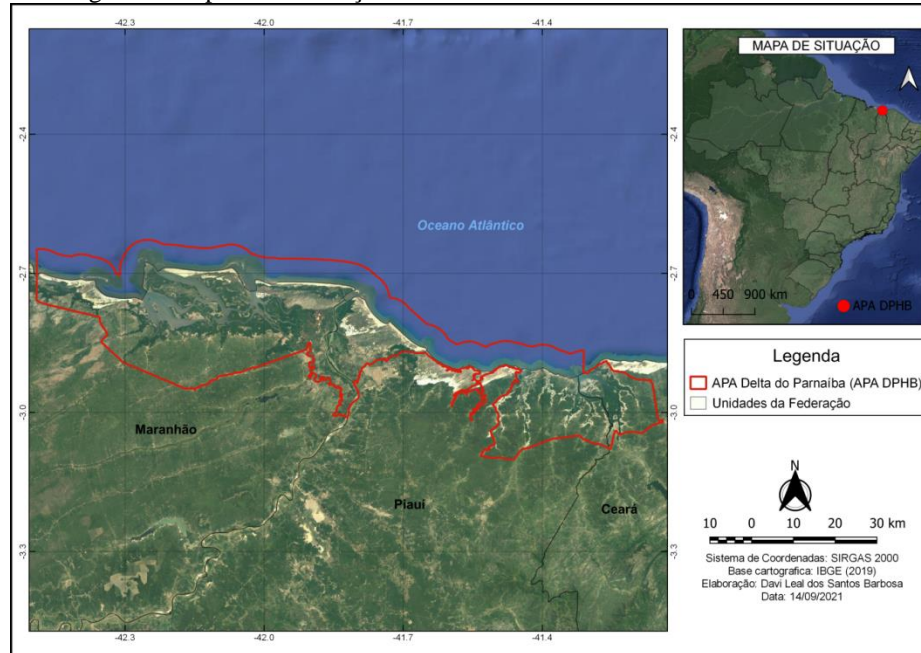
2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 ÁREA DE ESTUDO

O litoral piauiense, com aproximadamente 9.628km², é constituído por quatro municípios: Parnaíba, Ilha Grande, Luís Correia e Cajueiro da Praia, apresenta como limite a leste o estado do Ceará e a oeste o estado do Maranhão e estão compreendidos dentro Área de Proteção Ambiental Delta do Parnaíba (APA DPHB) criada por intermédio do Decreto Federal de 28 de agosto de 1996, envolvendo os municípios do Maranhão, Piauí e Ceará, abrangendo 313.809 hectares, acrescido de uma faixa de área marítima (MENEZES; ABREU, 2020).

Esta APA (Figura 10) caracteriza-se por apresentar um mosaico de ecossistemas entrecortados por baías e estuários, além de ser uma região Fúlvio-marinha bastante dinâmica, formada pela tensão ecológica entre cerrado, caatinga e sistemas marinhos (GUZZI, 2012).

Figura 1. Mapa de localização da área de estudo: APA do Delta do Parnaíba



Fonte: Autores, 2021.

2.2 DEFINIÇÃO DAS VARIÁVEIS DE CLASSIFICAÇÃO

Primeiramente foi realizado a definição dos parâmetros de classificação de dados para análise de vulnerabilidade, o levantamento foi realizado a partir de revisão metodológica via literatura específica, a fim de identificar os fatores mais recorrentes utilizados nos últimos 04 (quatro) anos (2016-2020) em levantamentos de vulnerabilidade ambiental, os parâmetros mais recorrentes foram classe de solo, classificação geológica, geomorfologia, vegetação e uso e ocupação do solo (SOUSA; VALLADARES; ESPÍNDOLA, 2016; COSTA, 2018; SERRÃO; BELATO e DIAS, 2019).






2.3 COLETA DE DADOS

A coleta de dados de sensoriamento partiu das bases vetoriais do (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), 2019 disponíveis abertamente a download (classificação de solos, geologia, geomorfologia), já as bases raster (vegetação e uso e ocupação do solo) foram adquiridas a partir classificação do Projeto MapBiomas disponibilizados na plataforma Google Earth Engine do mesmo ano (e sendo avaliados os dados do tipo shapefile das classificações mais recentes disponíveis; e os dados de classificação de solo, geologia, geomorfologia e uso e ocupação do solo foram coletados e avaliados no software QGIS 3.14 “Pi” conforme suas classes e literatura especializada.

2.4 VULNERABILIDADE AMBIENTAL

O método de avaliação dos dados foi adaptado da proposta de Crepani et al. (2001) que visa à elaboração de mapas da vulnerabilidade à erosão, a qual faz uso de diferentes mapas temáticos de aspectos ambientais distintos da área de estudo, pedologia, geologia, geomorfologia, vegetação e uso e ocupação do solo. Sendo seguida de valoração de estabilidade de cada fisionomia das unidades de paisagem mapeadas, variando de valores próximos a 1,0 (unidades estáveis), valores em torno 2,0 (unidades intermediárias) e 3,0 (unidades mais vulneráveis) (Quadro 3) (CREPANI et al. 2001).

Quadro 01. Classes de vulnerabilidade segundo Crepani et al. (2001)

Grau de vulnerabilidade	Intervalos	Cores das vulnerabilidades
Estável	1,0 - 1,3	
Moderadamente estável	1,4 - 1,7	
Mediamente estável vulnerável	1,8 - 2,2	
Moderadamente vulnerável	2,3 - 2,6	
Vulnerável	2,7 - 3,0	

Fonte: Adaptado de Crepani et al. (2001)

Para obtenção dos dados de uso e ocupação da APA DPHB, foram adquiridas imagens do tipo raster da plataforma Earth Engine fornecido pelo Projeto MapBiomas, os referidos, foram poligonizados e categorizados conforme as classes de cobertura do solo do próprio MapBiomas, os dados vetoriais de geologia, geomorfologia e classe de solo foram adquiridos em formato vetorial (1:250.000) a partir da base de download do IBGE (IBGE, 2019).

Os pesos foram atribuídos individualmente (Quadro 4) e os referidos mapas recategorizados conforme a nova ponderação de graus de vulnerabilidade proposta por Crepani et al. (2001).

Quadro 2. Grau de vulnerabilidade dos elementos da paisagem conforme Crepani et al. 2001.

Aspectos ambientais	Grau de vulnerabilidade
Classe de solo	
Neossolo	2,7
Gleissolo	3,0
Duna	3,0
Planossolo	2,0
Argissolo	2,0
Geologia	
Depósitos eólicos não vegetados	3,0
Depósitos eólicos vegetados	2,5
Terraços	2,5
Depósitos Litorâneos	3,0
Cordões Litorâneos	2,7
Depósitos Fúlvio Marinhos	3,0

Depósitos Aluvionares	3,0
Aluviões Fluviolacustres	2,3
Depósito de Pântanos e Mangues	3,0
Formação Barreiras	2,0
Geomorfologia	
Tabuleiros	1,0
Planície eólica	2,4
Terraço marinho	2,8
Planície e terraço fluvial	2,6
Dunas móveis	3,0
Planície Fúlvio Marinha	3,0
Vegetação	
Formação florestal	2,0
Formação savânica	1,5
Manguezais	1,7
Formação campestre	2,4
Apicum	3,0
Uso e ocupação do solo	
Formação florestal	1,0
Formação savânica	2,0
Manguezais	3,0
Formação campestre	1,8
Pastagem	2,0
Mosaico agricultura e pastagem	2,7
Praia e dunas	2,0
Infraestrutura a urbana	3,0
Área de solo exposto	3,0
Aquicultura	3,0
Apicum	2,0
Rio, Lago e Oceano	1,0
Lavoura perene	3,0
Lavoura temporária	2,5

Fonte: Adaptado de Crepani et al., (2001)

A partir da recategorização os dados do tipo vetorial (classe de solo, geologia, geomorfologia, vegetação e uso e ocupação do solo) são rasterizados e supostos às técnicas de álgebras de mapas, aonde todas as camadas raster são calculadas a partir da equação da vulnerabilidade natural dado pela (Equação 1) sendo seu resultado calculado conforme (Equação 2) para obtenção da vulnerabilidade ambiental:

$$Vn = \frac{S+G+Gmor+Vg}{4} \quad (1)$$

$$Vam = \frac{Vn+Us}{2} \quad (2)$$

Onde:

Vn= Vulnerabilidade natural;

Vam= vulnerabilidade ambiental;

S= vulnerabilidade classe de solos;
G= vulnerabilidade geológica;
Gmor= vulnerabilidade geomorfológica;
Vg= vulnerabilidade da vegetação;
Us= vulnerabilidade de uso e ocupação do solo

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com intuito de gerar a vulnerabilidade ambiental da APA DPHB, foram avaliados individualmente cada parâmetro conforme os pesos propostos por Crepani (2001) e Sousa, Valladares e Espíndola., (2016).

Para o parâmetro de pedologia, foram identificadas quatro grandes classes, das quais variam desde solos jovens pouco consolidados (Neossolos) a solos mais bem desenvolvidos (Argissolos) caracterizados por Cabral et al., (2020) na planície costeira da APA DPHB como suscetíveis a erosão e que necessitam de práticas conservacionistas. Além da formação de dunas categorizado separadamente mediante suas características dinâmicas ao longo da zona litorânea e Gleissolos hidromórficos com alta plasticidade, destacados pela literatura por serem pedogenicamente mais frágeis (NASCIMENTO et al., 2016; CABRAL et al., 2019), à medida que foram distribuídos os referidos pesos os solos mais bem consolidados e desenvolvidos apresentaram menor vulnerabilidade, enquanto os solos mais jovens e pouco desenvolvidos apresentaram maior vulnerabilidade.

Já o parâmetro geologia e geomorfologia apresentaram uma variação mais ampla de classes, entre depósitos eólicos, litorâneos, fluviomarinhos, aluvionares, fluviolacustres e mangues, planícies e terraços fluviais e fluviomarinhos, além de formações geológicas do período quaternário, aparecendo majoritariamente com vulnerabilidade estável a moderadamente estável em tabuleiros e formações geológicas consolidadas como é o caso da formação barreiras. Essas características tendem a elevar a estabilidade, decorrente das características dos elementos da paisagem (SERRÃO; BELATO e DIAS, 2019).

Ainda que apresente regiões medianamente vulneráveis e vulneráveis em decorrência da hidrodinâmica marítima, a ação dos ventos, a sazonalidade das precipitações pluviométricas e a insolação, atuam na dinâmica de transporte de sedimentos como as regiões de dunas móveis (PEDROSA et al.,2019), praias e depósitos fluviomarinhos. Tais morfologias proporcionam o desenvolvimento da vegetação de

mangue sendo a preservação desta peça fundamental para garantir o equilíbrio geossistêmico do Delta do Parnaíba (ARAÚJO; MACIEL; SILVA., 2020)

Foram avaliados os parâmetros de vegetação e uso e ocupação do solo que estão assentados nas unidades acima abordadas, as vegetações foram identificadas em coberturas vegetais moderadamente estáveis, formação savânica, medianamente estáveis, a formação campestre e formações vulneráveis, os manguezais. Sendo importante destacar que individualmente a fitofisionomia de manguezais apresenta peso 3,0 (SOUSA; VALLADARES e ESPÍNDOLA., 2016) quando cruzado aos demais critérios, suas condições geomorfológicas e de solos foram agentes impulsionadores na classificação final de sua vulnerabilidade, sendo a geomorfologia determinante dos aportes de água salgada que entra em direção ao rio e de água doce que sai em direção ao mar, já os solos como resposta a essa determinação apresentam teores de salinidade, material orgânico, oxigênio singulares a essa dinâmica (SOUZA et al., 2018). Uma vez que as relações ambientais são sistêmicas e seus componentes endêmicos são necessários para uma avaliação multicritério consistente.

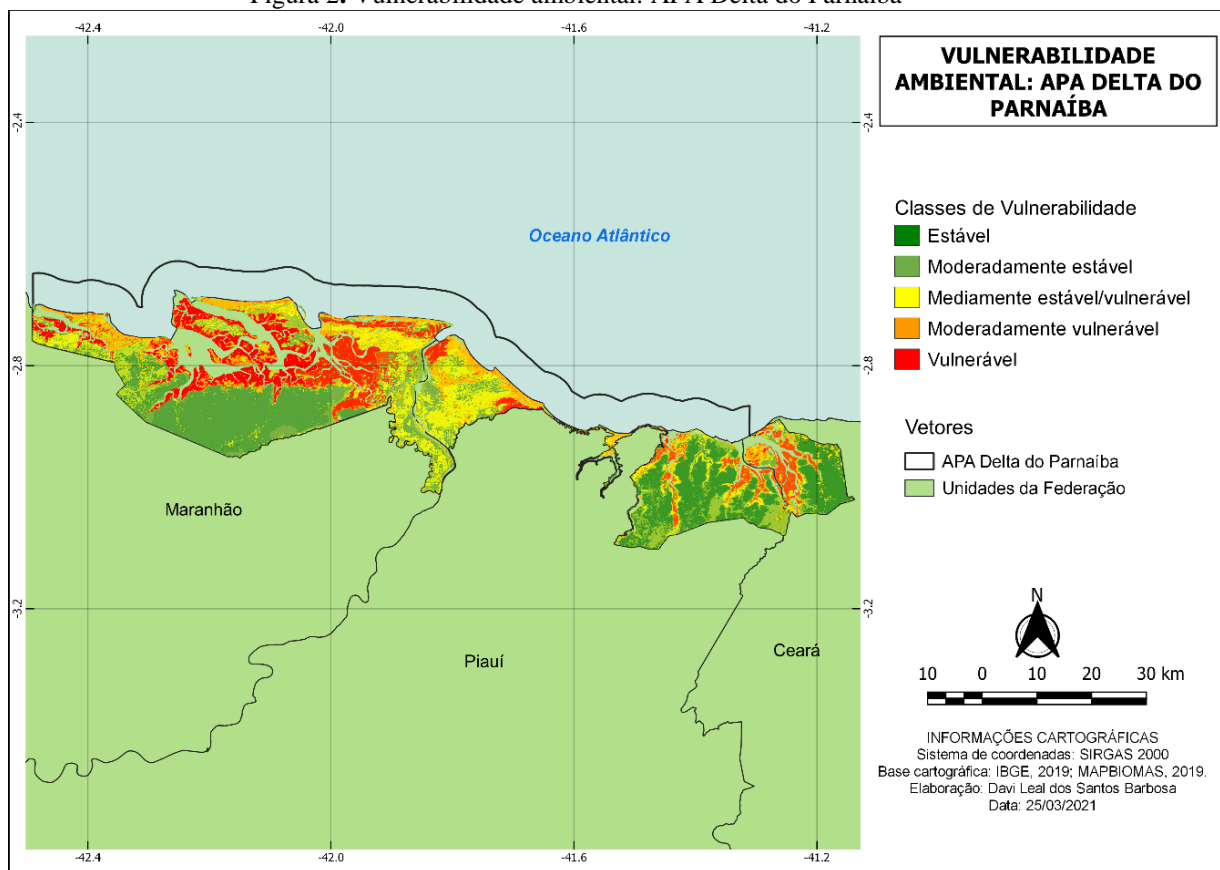
Os usos e ocupações demonstraram-se moderadamente vulnerável, levando em consideração que as condições ecodinâmicas do litoral ameaçam a ocupação em áreas vulneráveis ou limítrofes a elas, seja por serem incapazes de suportar a ocupação antrópica (SOUZA; VALE, 2016), seja pelo movimento contrário ao apontado por Pereira, (2020). Agindo como fator de movimentação populacional de zonas de grande dinâmica, o município de Ilha Grande de Santa Isabel no estado do Piauí é um exemplo, na qual seu padrão espacial urbano está moldado ao movimento de dunas em seu território.

Por outro lado, zonas ainda que vulneráveis, permanecem com usos antrópicos e exploração o que resulta no predomínio de morfogênese em detrimento da pedogênese (RIBEIRO, 2016), em destaque os tabuleiros litorâneos cearenses que sustentam atividades de aquicultura e carcinicultura, Kauffman (2018a) destaca que atividades de carcinicultura geram perdas de carbono que excedem perdas causadas pela mudança na cobertura da terra, associado ao corte e queima nas florestas tropicais secas do nordeste brasileiro.

A fim de gerar os resultados foram cruzados os dados de cada categoria de avaliação com seus respectivos pesos, por conseguinte os resultados apontaram um grau medianamente a moderadamente vulnerável (Figura 2) em maior parte da APA DPHB.

A vulnerabilidade medianamente estável representa maior parte da APA, suas concentrações mais densas se dão em áreas de baixa dinâmica de marés com vegetações densas de floresta savânica, áreas de solos mais bem desenvolvidos e geomorfologias mais bem consolidadas, as medianamente estável/ vulnerável estão áreas da planície litorânea localizada no estado Piauí, mediante a dinâmica de morfogênese e uso e ocupação antrópica, por fim as áreas de alta vulnerabilidade aparecem em ecossistemas naturalmente mais vulneráveis (manguezais e depósitos fluviomarinhos) ou em zonas ecotonais de morfologias continentais aliado a dinâmica litorânea e que são mosaicos de vulnerabilidades naturais morfológicas e fitossociológicas

Figura 2. Vulnerabilidade ambiental: APA Delta do Parnaíba



Fonte: Autores, 2021.

4 CONCLUSÃO

A partir do mapeamento realizado foi possível inferir que APA Delta do Parnaíba apresenta vulnerabilidade medianamente vulnerável, mostrando-se ainda com grande parte em vulnerabilidade medianamente estáveis, por consequência de condições geomorfológicas estáveis dos seus tabuleiros litorâneos entrecortados nos estados do Piauí e Ceará.

As regiões de manguezais, depósitos fluviomarinhos, fluviolacustres e planícies litorâneas apresentaram vulnerabilidade.

O ecossistema manguezal apontou grau de alta vulnerabilidade em todas as avaliações de vulnerabilidade individuais, seja por sua cobertura vegetal, geomorfologia e cobertura de solos demonstrando que sua sensibilidade a ações antropogênicas não se dá apenas mediante condições vegetativas, mas do seu mosaico de morfologias físico-biológicas que conferem sua vulnerabilidade ambiental.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, T. M. C. B. DE; ERVATTI, M. Vulnerabilidade costeira frente a mudanças climáticas e políticas públicas na cidade do Rio de Janeiro: estamos prontos? **Novos Cadernos NAEA**, v. 23, n. 2, p. 161–178, 2020.
- ARAÚJO, G. L.; MACIEL, S. A.; SILVA, E.G.A. Análise da paisagem da reserva extrativista marinha Delta do Parnaíba na perspectiva geossistêmica. **Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade**. v. 9, n.18. jan/jun. 2020.
- AL B., CHUNLEI M.A., ZHAO J., ZHANG R. O impacto da rápida expansão urbana nos manguezais costeiros: um estudo de caso na província de Guangdong, China. **Earth Sci.** , 14 (2020) , pp. 37 - 49 , 10,1007 / s11707-019-0768-6
- BELATO, L. D. S.; SERRÃO, S. L. C. Aplicação da vulnerabilidade ambiental do município de Tomé-Açu, Estado do Pará. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 10, n. 1, p. 131–145, 2019.
- CABRAL, L. J. R. S. et al. Classificação dos solos da Planície do Delta do Parnaíba, PI. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 12, n. 04, p. 1466–1483, 2019.
- CABRAL, L. J. R. S.; AQUINO, R.P.; VALLADARES, G. S. Caracterização pedológica da planície costeira do estado do Piauí. **Geografia: Publicações avulsas**. p. 82–104, 2020.
- CREPANI, E. et al. **Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicados ao Zoneamento Ecológico-Econômico e ao ordenamento territorial**. São José dos Campos: INPE, 2001
- COSTA, G. J. A. **Geotecnologias para análise da vulnerabilidade ambiental urbana da micro-bacia do riacho do gavião Teresina (Pi)**. Trabalho de conclusão de curso (Tecnologia em Geoprocessamento) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Campus Teresina Central, p. 65. 2018.
- FERREIRA A.C., LACERDA L.D. Degradação e conservação dos manguezais brasileiros, status e perspectivas. **Ocean Coast Manag.** ,125, p. 38-46. 2016. DOI: 10.1016 / j.ocecoaman.2016.03.011.
- GASPARINETTI, P. et al. Os valores dos serviços ecossistêmicos dos manguezais brasileiros , instrumentos econômicos para a sua conservação e o estudo de caso do Salgad. p. 67, 2018.
- GUZZI, A. Biodiversidade do Delta do Parnaíba: litoral piauiense. Parnaíba: **EDUFPI**, 2012. 466p.
- ICMBIO. **Atlas dos Manguezais do Brasil**. 2018
- KAUFFMAN, J. B. et al. Shrimp ponds lead to massive loss of soil carbon and greenhouse gas emissions in northeastern Brazilian mangroves. n. December 2017, p. 5530–5540, 2018.
- LEITE, Rogerio Proença. “Razão e Cidade Moderna”. **Revista Brasileira de Sociologia** | Vol. 05, No. 10 | Mai/Ago/2017, p. 290-310. <http://dx.doi.org/10.20336/rbs.214>
- LONGO, E.S.; DANTAS, D.V. Metodologia para detecção de áreas socioambientalmente vulneráveis: o caso do distrito do Campeche, no município de Florianópolis – SC, Brasil. **PerCursos**, v. 21, n. 46, p. 083–112, 2020.
- MARTINS, J. S.; SEABRA, V. D. S.; RICHTER, M. Turismo E Segregação Socioespacial Em Angra Dos Reis: Uma Análise Da Organização Do Espaço Por Meio Do Geoprocessamento. **Revista Tamoios**, v. 16, n. 2, p. 29–51, 2020.

MENEZES, E. O.; ABREU, C. T. Plano de Manejo da Área de Proteção Ambiental Delta do Parnaíba / ICMBio. 2020.

MOURA, R.; OLIVEIRA, S.; PÊGO FILHO, B. Escalas da urbanização brasileira, Texto para Discussão, No. 2372, **Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA)**, Brasília. 2018

NASCIMENTO, N.S. et al. Estudo da vulnerabilidade ambiental em uma micro bacia hidrográfica empregando hierarquia nominal e operador local. **Revista Brasileira de Geografia Física**. v. 03, p. 897–916, 2016.

PEDROSA, A. A. et al. Morfogênese e geodinâmica das dunas costeiras de Canoa Quebrada, Ceará, Brazil. **Revista da Casa da Geografia de Sobral (RCGS)**, v. 21, n. 2, p. 1119–1131, 2019.

PEREIRA, S. D. A. Problemas Socioambientais na Urbanização de Zonas Costeiras Social and Environmental Problems in Coastal Problemas Sociales y Ambientales en la Urbanización. **Tomo**, p. 7–42, 2020.

RIBEIRO, A. D. S.; MINCATO, R. L.; CURI, N.; KAWAKUBO, F. S. Vulnerabilidade ambiental á erosão hídrica em uma sub-bacia hidrográfica pelo processo analítico hierárquico. **Revista Brasileira de Geografia Física**. v.09. n. 01, p. 016-031, 2016.

SALAZAR, J. P. C. **Determinação de cenários futuros de uso e cobertura do solo e sua influência na vulnerabilidade ambiental: o caso do Município de Formosa – Goiás, Brasil**, 2015.127f. Dissertação (mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos. Universidade de Brasília. Faculdade Tecnologia. 2015

SERRÃO, S. L. C.; BELATO, L. D. S.; DIAS, R. P. A vulnerabilidade natural e ambiental do município de Belém (PA). **Nature and Conservation**, v. 12, n. 1, p. 36–45, 2019.

SERRÃO, S. L. C.; BELATO, L. D. S.; DIAS, R. P. A vulnerabilidade natural e ambiental do município de Belém (PA). **Nature and Conservation**, v. 12, n. 1, p. 36–45, 2019.

SOUZA, C.A.; DUARTE, L.F.A.; JOÃO, M.C.A. & PINHEIRO, M.A.A. 2018. Biodiversidade e conservação dos manguezais: importância bioecológica e econômica, Cap. 1: p. 16-56. In: Pinheiro, M.A.A. & Talamoni, A.C.B. (Org.). **Educação Ambiental sobre Manguezais**. São Vicente: UNESP, Instituto de Biociências, Câmpus do Litoral Paulista, 165 p

SOUSA, R. S.; VALLADARES, G. S.; ESPÍNDOLA, G. M. Análise do Índice de Vegetação (NDVI) e vulnerabilidade ambiental da planície costeira do Estado do Piauí. **Revista da Casa da Geografia de Sobral**, v. 18, n. 2, p. 3, 2016.

SOUZA, S. O.; VALE, C. C. D. Environmental Vulnerability of the Caravelas (BA) Coastal Plain as Subsidy to Environmental Planning. **Sociedade & Natureza**, v. 28, n. 1, p. 147–159, 2016.

WAMSLEY, T.; COLLIER, Z.; BRODIE, K.; et al. Guidance for Developing Coastal Vulnerability Metrics. **Journal of Coastal Research**, v. 31, n. 6, 2015

ZAZYKI, M. A.; MARIN, S.; MOURA, G. L. DE. Impactos Da Urbanização Brasileira E O Direito De Propriedade. **Revista Gestão e Desenvolvimento**, v. 17, n. 3, p. 34, 2020.