



Revista Cerrados (Unimontes)  
ISSN: 1678-8346  
ISSN: 2448-2692  
[revista.cerrados@unimontes.br](mailto:revista.cerrados@unimontes.br)  
Universidade Estadual de Montes Claros  
Brasil

# ANÁLISE DA VULNERABILIDADE AMBIENTAL DO MUNICÍPIO SÃO JOÃO DA PONTA, PARÁ: O uso do geoprocessamento na gestão de unidades de conservação

**Silva, Marcus Vinicius Silva da; Silva, Brenda Caroline Sampaio da; Lima, Ilale Ferreira**  
ANÁLISE DA VULNERABILIDADE AMBIENTAL DO MUNICÍPIO SÃO JOÃO DA PONTA, PARÁ: O uso do geoprocessamento na gestão de unidades de conservação  
Revista Cerrados (Unimontes), vol. 18, núm. 01, 2020  
Universidade Estadual de Montes Claros, Brasil  
Disponível em: [https://www.redalyc.org/articulo\\_oa?id=576962804015](https://www.redalyc.org/articulo_oa?id=576962804015)  
DOI: <https://doi.org/10.22238/rc2448269220201801159188>  
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>  
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>



Este trabalho está sob uma Licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial-Não Derivada 4.0 Internacional.

# ANÁLISE DA VULNERABILIDADE AMBIENTAL DO MUNICÍPIO SÃO JOÃO DA PONTA, PARÁ: O uso do geoprocessamento na gestão de unidades de conservação

ANALYSIS OF THE ENVIRONMENTAL VULNERABILITY OF THE CITY OF SÃO JOÃO DA PONTA, PARÁ: The use of geoprocessing in the management of conservation units

ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD AMBIENTAL DEL MUNICIPIO SÍO JOÍO DA PONTA, PARÁ: El uso del geoprocreso en la gestión de unidades de conservación

Marcus Vinicius Silva da Silva [silva.v.marcus@gmail.com](mailto:silva.v.marcus@gmail.com)  
*Universidade Federal do Pará – UFPA, Belém, Pará, Brasil*

 <http://orcid.org/0000-0002-7959-3798>  
Brenda Caroline Sampaio da Silva

*Universidade Federal do Pará – UFPA, Belém, Pará, Brasil*

 <http://orcid.org/0000-0002-1177-7486>  
Ilale Ferreira Lima [ilalelima2014@gmail.com](mailto:ilalelima2014@gmail.com)

*Universidade Federal do Pará – UFPA, Belém, Pará, Brasil*

 <http://orcid.org/0000-0001-5342-2950>

Revista Cerrados (Unimontes), vol. 18,  
núm. 01, 2020

Universidade Estadual de Montes Claros,  
Brasil

Recepção: 03 Março 2020

Aprovação: 29 Abril 2020

Publicado: 29 Abril 2020

DOI: [https://doi.org/10.22238/  
rc2448269220201801159188](https://doi.org/10.22238/rc2448269220201801159188)

Redalyc: [https://www.redalyc.org/  
articulo.oa?id=576962804015](https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=576962804015)

**Resumo:** A necessidade de uso dos recursos naturais estimulou as mudanças de cobertura da terra, com isso, inúmeros problemas foram surgindo e houve a necessidade de estabelecer políticas de uso restritivo dos recursos como as RESEX's. De forma a auxiliar a gestão dessas UC's o estudo da sua vulnerabilidade se faz importante. O município de estudo foi São João da Ponta que abriga uma RESEX a nível federal. A metodologia utilizada consistiu na análise de diversas variáveis que tendem a influenciar o grau de resiliência (Altitude, Declividade, Geologia, Pedologia, Precipitação e Uso e Cobertura do solo), estas variáveis foram processadas em um ambiente SIG e em seguida utilizadas para o cálculo do Índice de Vulnerabilidade. Foram obtidos como resultados mapas temáticos para cada variável e da vulnerabilidade ambiental de São João da Ponta, a fim de demonstrar espacialmente o grau de resiliência da área e quais os fatores influenciadores. Com isso, foi possível observar que as regiões que apresentaram maior vulnerabilidade estão dentro da RESEX em virtude dos manguezais, corroborando com diversos estudos que apontam a sensibilidade desses ecossistemas e a importância da sua proteção para as comunidades tradicionais que sobrevivem deles, além da manutenção da biodiversidade do ponto de vista ecológico.

**Palavras-chave:** RESEX, Gestão Ambiental, Erosão, Manguezais, SIG.

**Abstract:** The need for use of stimulated natural resources as land cover changes, thus, in many problems arose and there was a need to define restrictive resource use policies as RESEX. In order to help the management of these UCs, the study of their vulnerability is important. The municipality of study was São João da Ponta, opening a RESEX at federal level. One methodology used is the analysis of several variables that affect the degree of resilience (Altitude, Slope, Geology, Pedology, Precipitation and Land Use

and Coverage), these variables were processed in a GIS environment and in temporary use for the Vulnerability Index test. The results of thematic maps were selected for each variable and environmental vulnerability of São João da Ponta, an end of spatial demonstration or degree of resilience of the area and which factors influence it. Thus, it was possible to observe which regions with greater vulnerability are within RESEX due to mangroves, corroborating several studies that point to a sensitivity of these ecosystems and the importance of protection for the traditional communities that survive, besides maintaining the biodiversity of the point. from an ecological point of view.

**Keywords:** RESEX, Environmental Management, Erosion, Mangroves, GIS.

**Resumen:** La necesidad de usar recursos naturales estimuló cambios en la cobertura de la tierra, con esto, surgieron numerosos problemas y hubo una necesidad de establecer políticas para el uso restrictivo de recursos como RESEX. Para ayudar a la gestión de estas UC, el estudio de su vulnerabilidad es importante. El municipio de estudio fue São João da Ponta, que alberga un RESEX a nivel federal. La metodología utilizada consistió en el análisis de varias variables que tienden a influir en el grado de resiliencia (altitud, declive, geología, pedología, precipitación y uso y cobertura del suelo), estas variables se procesaron en un entorno SIG y luego se utilizaron para el cálculo El Índice de Vulnerabilidad. Los mapas temáticos para cada variable y la vulnerabilidad ambiental de São João da Ponta se obtuvieron como resultados, con el fin de demostrar espacialmente el grado de resiliencia del área y cuáles son los factores que influyen. Con eso, fue posible observar que las regiones que presentaron mayor vulnerabilidad se encuentran dentro del RESEX debido a los manglares, corroborando con varios estudios que señalan la sensibilidad de estos ecosistemas y la importancia de su protección para las comunidades tradicionales que sobreviven de ellos, además del mantenimiento del biodiversidad desde un punto de vista ecológico.

**Palabras clave:** RESEX, Gestión ambiental, Erosion, Manglares, SIG.

## INTRODUÇÃO

O atual ritmo de produção e consumo assumido pelo ser humano, estabelece uma relação direta entre meio ambiente e a sociedade. O uso dos recursos naturais renováveis como principal premissa à mudança de uso e cobertura da terra estimula uma discussão acirrada a respeito do cenário de risco às futuras gerações e ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, requerendo assim uma adequada distribuição na produção de riquezas e políticas de uso restritivo desses recursos.

Nesse contexto, as Unidades de Conservação (UC's) apresentam papel fundamental na conservação das áreas naturais brasileiras, assim como na regulação climática, no abastecimento hídrico e na melhoria da qualidade de vida de determinada população (VELASQUEZ, 2005), tornando-se uma estratégia extremamente eficaz para a manutenção dos recursos naturais em longo prazo (MMA, 2019).

Entre as diversas alternativas existentes para a Amazônia, Allegretti (1994b) indica a Reserva Extrativista (Resex) - uma categoria de unidade de conservação de uso sustentável - como a única que proporciona uma conciliação entre os interesses de conservação do meio ambiente e o desenvolvimento social, uma vez que elas são utilizadas por populações extrativistas tradicionais e objetivam a proteção dos meios de vida e a cultura dessas populações, além de assegurar o uso sustentável dos recursos naturais da unidade (MMA, 2019).

Desse modo, face à existência de comunidades humanas e suas alterações no equilíbrio ecossistêmico, justifica-se a necessidade de

compreender os impactos nesses espaços mediante a identificação de regiões que possuem vulnerabilidade, de modo a auxiliar no monitoramento, especialmente em áreas que tendem a ter maior instabilidade, tendo em vista que as atividades desenvolvidas em uma parcela do solo podem trazer riscos e gerar danos inconvenientes para a região (LOPES; GRIGIO; SILVA, 2018).

Souza e Vale (2016) entendem vulnerabilidade como o grau de susceptibilidade de um ambiente a um impacto potencial provocado pelo uso antrópico, que pode afetar total ou parcialmente a estabilidade ecológica desse local. Logo, processos relacionados ao relevo, cobertura vegetal e precipitação, que naturalmente podem ocasionar algum tipo de erosão, são intensificados pela ocupação sem planejamento.

Os estudos sobre esta temática são cada vez mais importantes, haja vista que o processo de urbanização nos municípios brasileiros vem crescendo, gerando modificações nas paisagens e diversos problemas ambientais oriundos do crescimento desordenado. Neste sentido, utilizar os índices de vulnerabilidade ambiental possibilita a obtenção de informações em curto espaço de tempo sobre a estrutura da paisagem, bem como permite a elaboração de estratégias de manejo da paisagem, sobretudo em um contexto de UC, pois auxilia o planejamento e a gestão ambiental, fatores responsáveis pela qualidade ecológica regional (TREVISAN et al., 2018; FREITAS, 2019). Em síntese, essa abordagem proporciona um conhecimento da situação atual do meio ambiente que pode ser tomado como ponto de partida para se atingir o desenvolvimento de forma racional, preservando áreas de maior relevância ambiental.

De acordo com Trevisan et al. (2018) para que o planejamento ambiental incorpore a vulnerabilidade ambiental, é substancial que haja uma análise integrada de vários elementos, visando a definição de áreas que requerem maior proteção ou necessitem de ações diferenciadas para a gestão por parte dos órgãos públicos. Para isso, a representação cartográfica da vulnerabilidade aos processos erosivos ou poluidores facilitam a compreensão da geografia dos impactos ambientais, relacionados à estrutura social dos diferentes ambientes urbanos, cujas pressões demográficas sobre a ocupação dos espaços afetam diretamente os fluxos de matérias e energias desses ambientes (SERRÃO; BELATO; DIAS, 2019).

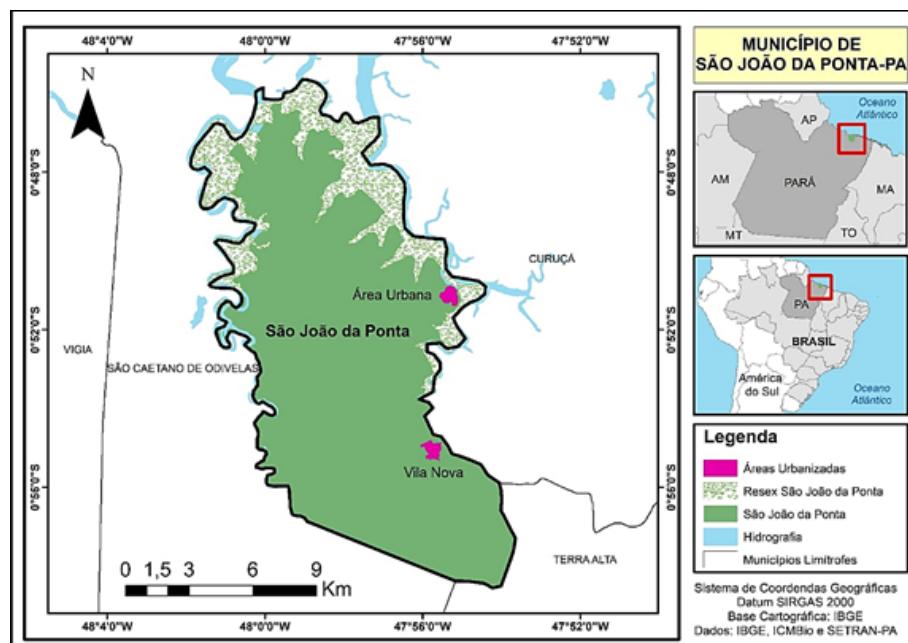
Com o uso de ferramentas de Sistemas de Informações Geográficas (SIG's), é possível criar um diagnóstico ambiental de áreas associando-se aspectos bióticos e abióticos, de modo a inferir sobre o quanto a paisagem é vulnerável à degradação ambiental. Portanto, os SIG's vêm auxiliar estes estudos mediante a seleção e cruzamento de diferentes variáveis consideradas relevantes na análise ambiental, permitindo maior agilidade na integração de dados e na geração de resultados (CALDERANO FILHO et al., 2018). Com ele, é possível simular o espaço geográfico e seus processos naturais, possibilitando explicações à respeito dos fenômenos que ocorrem, além de processar informações confiáveis, precisas e rapidamente acessíveis (TREVISAN et al., 2018).

Neste sentido, tomando o município de São João da Ponta no estado do Pará como recorte territorial, tendo em vista que seu processo de urbanização e crescimento populacional vem acompanhado de problemas socioambientais, o objetivo desta pesquisa é analisar a vulnerabilidade ambiental da referida região através de ferramentas do geoprocessamento.

## ÁREA DE ESTUDO

### Município de São João da Ponta

O município de São João da Ponta está localizado na mesorregião do nordeste paraense e microrregião do salgado distante cerca de 120 km da capital com as coordenadas centrais de latitude 00°50'59" sul e longitude 47°55'12"oeste (Figura 1).



**Figura 1**  
Mapa de Localização do município de São João da Ponta.  
Autores, 2019.

Com 34 metros de altitude (FERREIRA, 2013), possui cerca de 195,198 km<sup>2</sup> onde 5,6% do território possui urbanização de vias públicas e 5.265 habitantes (IBGE, 2010). Foi elevado à categoria de município com a denominação de São João da Ponta pela Lei Estadual nº 5920, de 27 de dezembro de 1995, desmembrado de São Caetano de Odivelas.

De acordo com o Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil (2019) o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) do município de estudo é 0,583, classificado como baixo. Além disso, por ser um município “jovem” não tem muita expressividade econômica, com um mercado voltado para o consumo municipal com pequenas produções para a capital paraense. Diante deste cenário, o Produto Interno Bruto (PIB) da região é de R\$ 6.856,64, ocupando o último lugar no estado (IBGE, 2018).

A implantação da UC no município se deu em função da área possuir ecossistemas de manguezais (ambiente com grande relevância ecológica) e pela solicitação dos próprios moradores em articulação com as entidades de classe, sociedade civil e poder público.

### **Reserva Extrativista São João da Ponta**

De acordo com o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), a RESEX possui uma área de aproximadamente 3.409 hectares ( $34,09 \text{ km}^2$ ), equivalente a 13% da área total do município de São João da Ponta e engloba as seguintes comunidades: Sede (Bairros: Centro, Pantanal e Brasília), Vila Nova, Monte Alegre, Açu, Jaguareguara, Coqueiro, Porto Grande, Santana, Baunilha, Santa Clara, São Francisco, Guarajuba, Gurajubinha, São Domingos, Deolândia, Brasilândia, Novo Horizonte e Bom-fim.

Sua criação foi através do Decreto S/N de 13 de dezembro de 2002 para a proteção do bioma marinho costeiro, sobretudo dos manguezais, cuja preservação é fundamental para as atividades socioeconômicas das comunidades tradicionais da região que tem como atividades principais a pesca e a coleta de caranguejo (FERREIRA, 2013; TELES e PIMENTEL, 2018).

Face a regulamentação das UC's, a gestão das RESEX's deve ser realizada mediante gestão compartilhada, mediada por um Conselho Deliberativo. Tal conselho deve ser constituído pelo chefe da reserva (ICMBio) representando o Estado, vice-presidente (presidente da associação dos usuários) e ainda representantes da sociedade civil, comunidade do entorno, pesquisadores e etc. As reuniões do Conselho ocorrem na sede da Associação de Usuários da RESEX, denominada por MOCAJUIM (FERREIRA, 2017).

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

A partir da literatura embasada, foi observado que o grau de vulnerabilidade no ambiente é diretamente relacionado com características intrínsecas do meio e em conjunto com as ações humanas que em longo prazo acentuam a velocidade nos processos que a área está sujeita. Vale elucidar, que a vulnerabilidade de uma determinada área, está diretamente relacionada aos processos naturais ocorridos no ambiente, sendo, não necessariamente, causados por ações antrópicas.

Desta forma, afim de mapear e evidenciar o grau de vulnerabilidade ambiental do município de São João da Ponta - PA, adotou-se as metodologias aplicadas por Ross (1994) e por Duarte e Carneiro (2017) em que foram analisadas e processadas diversas variáveis que tendem a influenciar o grau de resiliência de uma determinada área.

## Aquisição dos dados

Por se tratar de análise ambiental, em que diversas variáveis devem ser observadas e ponderadas, o referido trabalho buscou adquirir dados vetoriais e tabulares, afim de manipular, espacializar e geoprocessar os mesmos, por meio dos Sistemas de Informações Geográficas (SIG). Nesse sentido, a base de dados utilizada neste trabalho partiu de diferentes fontes, como mostra o Quadro 1.

**Quadro 1**

Fontes de aquisição dos dados utilizados para o mapeamento

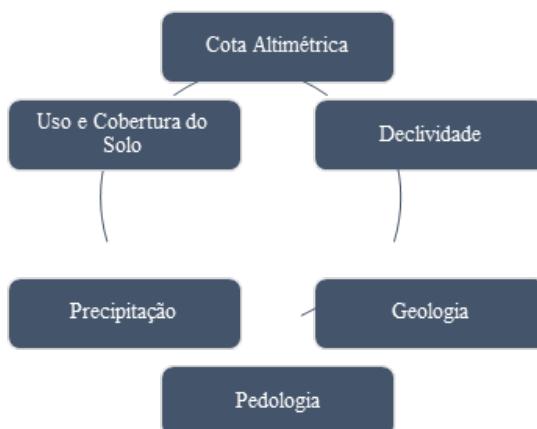
Dados	Fonte	Tipo de Dado
Cota Altimétrica	TOPODATA - INPE (SRTM)	Imagen Raster
Declividade	TOPODATA - INPE (SRTM)	Imagen Raster
Geologia	CPRM	Vetorial
Pedologia	EMBRAPA	Vetorial
Precipitação	Sensor CHIRPS	Imagen Raster
Uso e Cobertura do Solo	MAPBIOMAS	Imagen Raster

Organizado pelos Autores, 2019.

Além disso, ressalta-se a utilização da base cartográfica do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), bem como a delimitação da área da RESEX São João da Ponta e as localidades no município, disponibilizadas pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) e a Secretaria de Transporte do Estado (SETRAN), respectivamente.

## Procedimentos Metodológicos

Para o levantamento da vulnerabilidade ambiental no município de São João da Ponta, foram definidas 6 variáveis (critérios) imprescindíveis: Cota Altimétrica, Declividade, Geologia, Tipologia do Solo (Pedologia), Precipitação e Uso e Cobertura do solo, como evidencia a Figura 2.

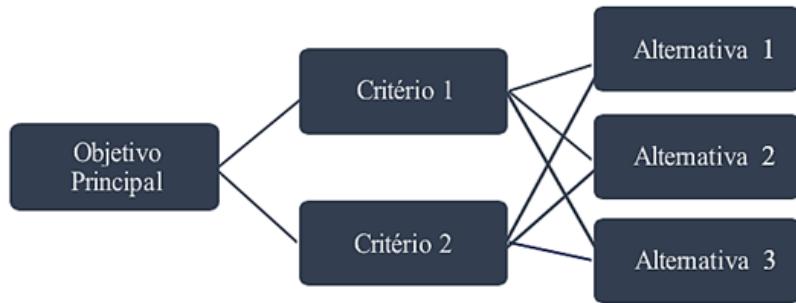


**Figura 2**  
Variáveis Definidas  
Organizado pelos Autores, 2019.

Com isso, todos os dados citados foram sistematizados, organizados e analisados a partir de um Software de Geoprocessamento. Inicialmente, todos os atributos foram recortados para serem dimensionados apenas para a área de estudo. Em seguida, foi realizada a classificação qualitativa dos dados, onde cada classe de uma variável é espacializada, gerando assim mapas temáticos coropléticos. Estes por sua vez, vieram ilustrar a distribuição de cada classe dos critérios indicadores (Altitude, Declividade, Geologia, Pedologia, Precipitação e Uso e Cobertura do solo) dentro do município de estudo.

Para alcançar o objetivo do trabalho, utilizou-se técnicas de geoprocessamento a fim de manipular e espacializar os critérios indicadores. Salienta-se que aquelas variáveis que estavam em formato vetorial foram convertidas para o formato raster, uma vez que há a necessidade de todas as variáveis estarem neste formato para ocorrer a atribuição dos pesos. Desta forma, baseado na revisão bibliográfica realizada, foram atribuídos pesos e notas para cada característica representada, de tal forma que os maiores pesos foram concedidos aos atributos que indiquem um maior grau de influência no grau de vulnerabilidade.

Neste sentido, foi utilizado o método de análise de multicritério, que permite por meio de sua aplicação, considerar ao mesmo tempo diversos critérios no estudo de uma situação complexa (Figura 3). Auxiliando os responsáveis pela tomada de decisão a integrar diferentes opções nas suas ações, refletindo assim sobre os possíveis efeitos de diferentes agentes envolvidos num quadro prospectivo ou retrospectivo.



**Figura 3**  
Demonstração do Modelo de Análise de Multicritério  
Organizado pelos Autores, 2019.

Para tal, observando que os critérios contribuem com pesos distintos no processo final de decisão, uma vez definidos e padronizadas as variáveis, estabeleceu-se uma comparação quantitativa de cada variável de forma pareada com outra, de acordo com o nível de influência no grau de vulnerabilidade.

Neste sentido, para definir os pesos das mesmas a partir da importância de cada variável foi utilizado o método Analytic Hierarchy Process (AHP). Este método AHP divide o problema geral em avaliações de menor relevância, enquanto mantém, ao mesmo tempo, a participação desses problemas menores na decisão multicriterial.

Na prática, tal método consiste em uma matriz de comparação pareada, que envolve as variáveis pré-estabelecidas, de tal forma que, através de comparações aos pares em cada nível de hierarquia baseada na escala de prioridade AHP, as variáveis vão recebendo pesos relativos, que ao fim, servirão para diferenciar a importância dos critérios. (GRANDZOL, 2005).

Com isso, após atribuir pesos e notas para variáveis e suas respectivas classes, utilizou-se a calculadora Raster, onde relacionou-se todos os atributos para calcular o grau de vulnerabilidade do município. Desta forma, para o cálculo do índice de Vulnerabilidade Ambiental utilizou-se a seguinte fórmula:

$$VA = (Pa.Na) + (Pd.Nd) + (Pg.Ng) + (Ps.Ns) + (Pp.Np) + (Pu.Nu)$$

Onde:

VA = Vulnerabilidade Ambiental;

P = Peso;

N = Nota;

a=Cota Altimétrica

d = Declividade

g = Geologia;

s = Pedologia;

p = Precipitação;

u = Uso e Cobertura do Solo.

A vista disso, após a realização do cálculo, o mapa gerado foi classificado a partir das médias adotadas na análise espacial de Vulnerabilidade Ambiental, de tal forma que este valor é um número inteiro e classifica a área a partir do seu grau de vulnerabilidade, sendo “1” como grau de fragilidade muito baixo, ou seja, áreas consideradas estáveis, e “5” com grau de fragilidade extremamente elevado, que são áreas mais propícias de desastres e prejuízos mediante ou não a ações antrópicas, como explicita a Figura 4.

ESTABILIDADE	PESO	GRAU DE FRAGILIDADE	
		VULNERABILIDADE	
	1		<i>Muito Baixa</i>
	2		<i>Baixa</i>
	3		<i>Média</i>
	4		<i>Alta</i>
	5		<i>Muito alta</i>

Figura 4

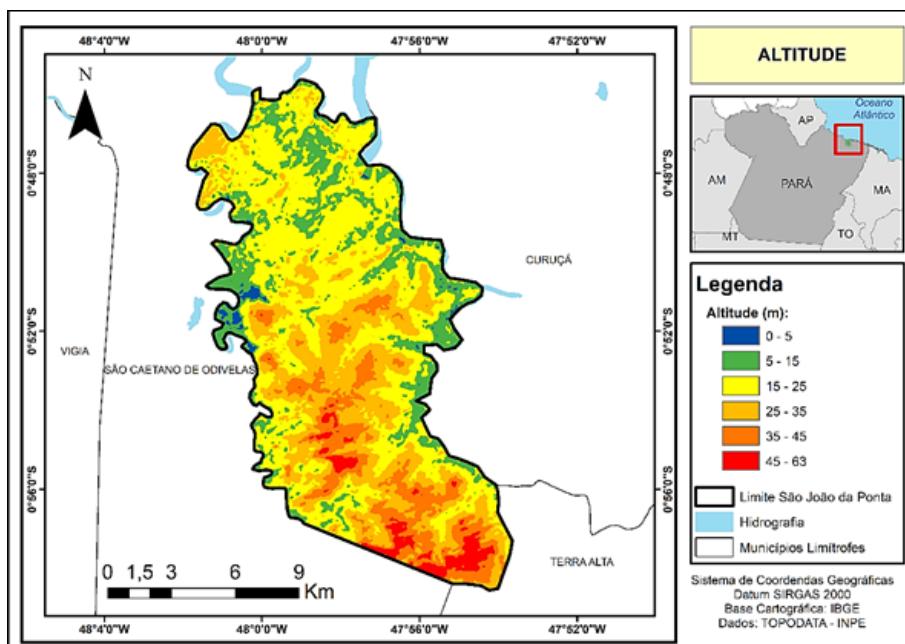
Média Obtida e classificação a partir do grau de Fragilidade  
Ross, 1994.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

### ANÁLISE DAS VARIÁVEIS

#### Cota Altimétrica

É de suma importância a utilização da Altitude para o mapeamento do grau de vulnerabilidade do município, uma vez que a cota altimétrica irá evidenciar as áreas propícias à alagamentos em situações extremas de cheias, bem como as áreas com possíveis ocorrências de erosões. Contudo, deve-se explicitar que a altitude por si só não apresenta um elevado grau de vulnerabilidade, pois esta deve estar relacionada com as demais variáveis. Nesse sentido, a Figura 5 evidencia o mapeamento altimétrico do município.



**Figura 5**  
Mapa de Altitude do Município de São João da Ponta  
Autores, 2019.

Com base na Figura 5, pode-se observar que a cota altimétrica máxima do município é de 63 metros, também se nota a predominância de áreas com cotas entre 15 e 35 metros, enquanto que as regiões com cotas de até 5 metros são mínimas. Neste sentido, face ao município ser caracterizado por manguezais, é esperado que suas altitudes sejam mais baixas e menos variadas, estando mais suscetível aos alagamentos em função dos acúmulos de água nas regiões de baixas altitudes. Este cenário associado às fortes chuvas que ocorrem na região (IBGE, 2014) favorecem graus maiores de susceptibilidade.

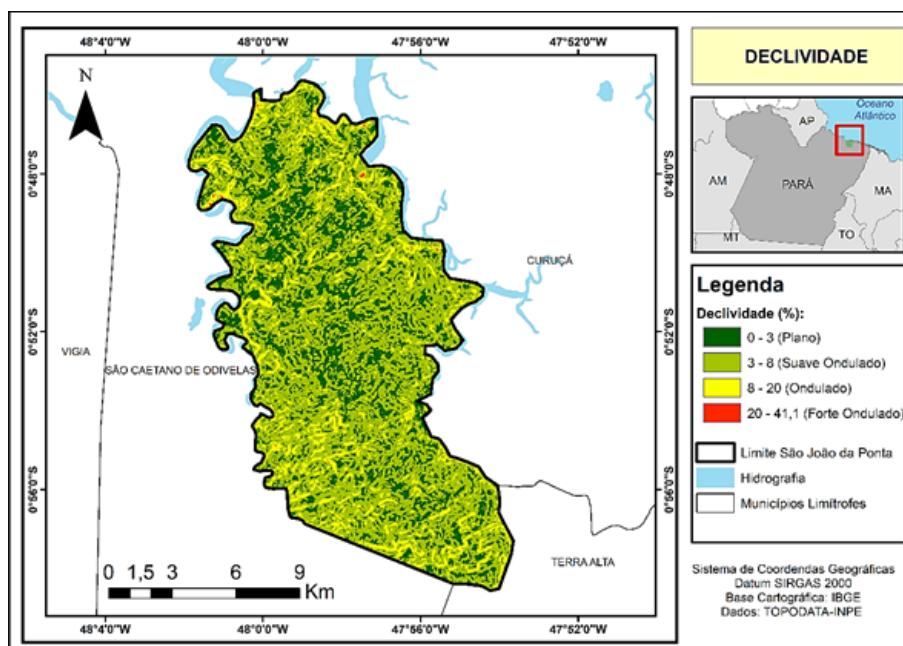
Campioli e Vieira (2019) realizaram estudos em que classificaram áreas de até 20 metros de altitude com maior probabilidade de inundação e consequentemente com maior peso (5) para o cálculo de vulnerabilidade enquanto que para as regiões a partir de 50 metros o peso designado ia diminuindo. Este achado é semelhante ao resultado obtido para São João da Ponta, uma vez que sua altitude média está entre 34 metros.

## Declividade

A Declividade está relacionada com a inclinação da superfície do terreno, sendo a diferença de altura entre dois pontos, ou seja, quanto maior a declividade, maior a diferença de altura de entre dois pontos.

Com isso, a declividade apresenta um elevado grau de vulnerabilidade, pois influência diretamente na ocorrência de erosões e deslizamentos, principalmente se for condicionada com outros fatores como, precipitação, pedologia, retirada da cobertura vegetal, ocupação irregular e uso incorreto do solo.

Nesse sentido, com base na classificação adotada pela EMBRAPA (1979), na qual classifica os relevos predominantes no Brasil, a Figura 6 apresenta o mapa de declividade do solo para o município de São João da Ponta.



**Figura 6**  
Mapa de Declividade do Município de São João da Ponta  
Autores, 2019.

O Mapa evidencia que a maior declividade encontrada na área de estudo é de 41,1%, classificada como relevo Forte Ondulado, localizada na porção nordeste do município, porém, nota-se a maior ocorrência de relevo considerado Plano e Suave Ondulado (0 a 8%), ambos apresentando grau de vulnerabilidade baixo.

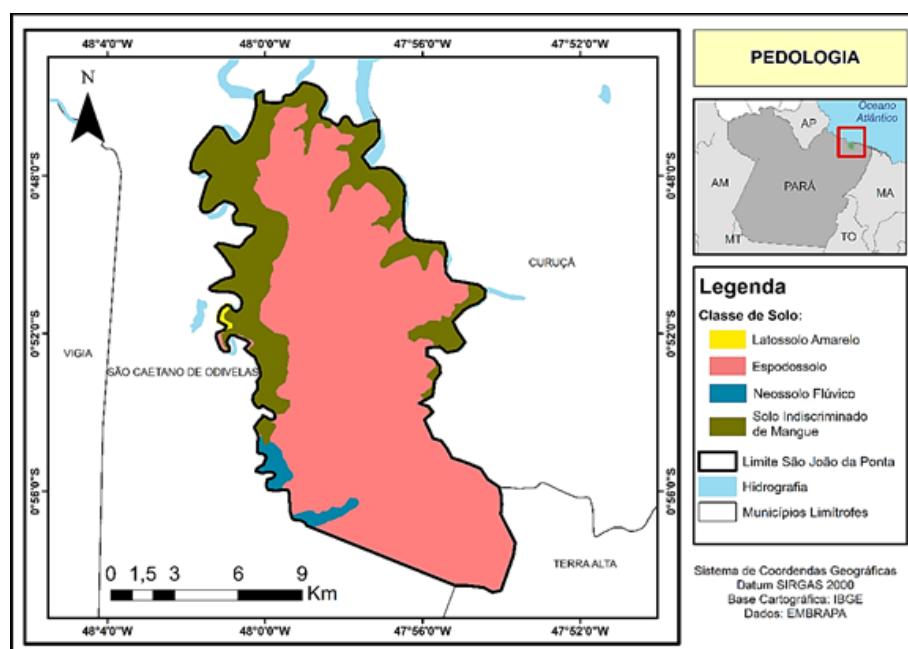
Ao tratarmos de vulnerabilidade e declividade, é importante considerarmos que esta variável deve ser analisada em conjunto com outras, isto porque sua alta vulnerabilidade pode ser relacionada tanto com percentuais maiores quanto menores de declividade, isto é, é possível designar pesos mais altos de vulnerabilidade para regiões mais declivosas porque estas estão associadas diretamente com processos erosivos (AMORIM et al., 2001) da mesma forma que pode ser designado pesos mais altos de vulnerabilidade para regiões mais planas por conta do acúmulo de água no terreno que tem maior probabilidade para sofrer inundações (CAMPOLI e VIEIRA, 2019).

Em relação ao município de São João da Ponta a declividade está condicionada ao uso do solo. Embora seu terreno mais plano, teoricamente favoreça maior acúmulo de água e propicie a construção de residências e a implementação de atividades agrícolas (PIRES e SOUZA, 2006), o município ainda está em processo de crescimento populacional com aproximadamente 6.139 habitantes. Além disso, grande parte de seu território ainda está recoberto por vegetação, fator importante para a proteção do solo, garantindo efeitos sobre a vulnerabilidade.

## Pedologia

As características do solo são determinantes para a análise do índice de vulnerabilidade do município, pois estão diretamente relacionadas com o uso da terra para atividades agrícolas, além de tudo, fatores como: granulometria, desgastes e compactação podem interferir no processo de drenagem.

Além disso, se combinado com outros fatores como precipitação, declividade e retirada da cobertura vegetal, o tipo de solo pode influenciar diretamente na ocorrência de desastres ambientais. Assim sendo, com base na importância da pedologia para o referido estudo, a Figura 7 ilustra o mapa pedológico do município de São João da Ponta.



**Figura 7**  
Mapa Pedológico do município de São João da Ponta  
Autores, 2019.

A partir da Figura 7, nota-se a predominância do Espodossolo, que segundo a EMBRAPA (2019), ocorre em climas tropicais, em relevo plano, suave ondulado ou ondulado e estão associados a locais de umidade elevada, em áreas de surgente, abaciamentos e depressões. Além disso, não apresentam aptidão agrícola, sendo indicados para áreas de conservação ambiental.

Santos et al. (2007) avaliaram a vulnerabilidade de alguns tipos de solo e de acordo com seus resultados, o espodossolo foi considerado de vulnerabilidade muito alta especialmente à erosão marinho-fluvial e à poluição dos lençóis freáticos. Já Souza e Vale (2016) classificaram este tipo de solo com peso 3 e seus resultados demonstraram que ele pode ser encontrado em áreas de baixa, média e alta vulnerabilidade, depende de como está associado às outras variáveis.

Observa-se também a existência de Neossolo Flúvico, na porção sudoeste do município, no geral este solo é encontrado em regiões de

várzeas, planícies fluviais e terraços aluvionares, seguindo as principais bacias hidrográficas. Segundo a EMBRAPA, as principais restrições deste tipo de solo são os riscos de inundação, baixa fertilidade natural e o excesso de umidade devido à presença do lençol freático próximo à superfície.

Porém, chama-se a atenção para a ocorrência de solo indiscriminado de mangue, tais solos são encontrados nas regiões de várzeas da baixada litorânea, fazendo parte de estuários de rios, próximo às pequenas depressões da faixa litorânea, estando diretamente relacionados com vegetação de mangues e a influência das marés, como mostra a Figura 8 (a e b). (EMBRAPA, 2019).



**Figura 8**  
Área de Mangue na RESEX de São João da Ponta  
Autores, 2019.

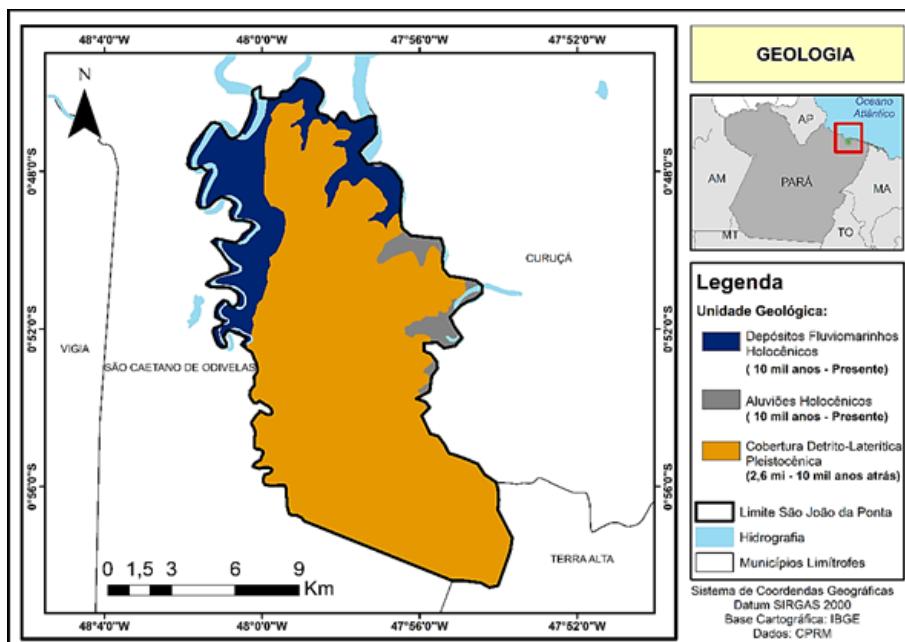
São solos com ecossistema sensíveis, sujeitos às inundações, seja, pelas águas pluviais, seja pelo transbordamento dos rios, que funcionam como fatores restritivos ao uso agrícola, Souza e Vale (2016) consideram-no de muito alta vulnerabilidade. Ressalta-se que estes ambientes apresentam um elevado valor socioeconômico e cultural, pois ele propicia a atividade de pesca do caranguejo, constituindo muitas vezes a principal fonte de renda das populações ribeirinhas que ali vivem.

Além disso, tais ambientes são considerados berçários para inúmeras espécies marinhas, que utilizam o espaço para reprodução. São, portanto, ambientes de importância imprescindível para o equilíbrio ecológico, sendo recomendados para preservação da flora e da fauna (EMBRAPA, 2019).

## Geologia

As indicações Geológicas são importantes na determinação da capacidade de depuração do solo e da velocidade de infiltração do mesmo. Desta forma, a geologia auxilia no entendimento dos processos, os quais levaram a origem e transformações do material geológico ao longo do tempo, ajudando na compreensão da formação da tipologia de solo existente na área de estudo, de acordo com sua origem e sua composição.

Nesse contexto, o mapeamento geológico do município (Figura 9) tem como função, evidenciar possíveis falhas geológicas, bem como os tipos de rochas e sedimentos que compõem a região.



**Figura 9**  
Mapa Geológico do município de São João da Ponta  
Autores, 2019.

Todas as unidades geológicas mapeadas no município de estudo têm origem no período Quaternário, período este que é composto por duas épocas: Pleistoceno (entre 2,6 milhões de anos a 10 mil anos atrás) e Holoceno (10 mil anos atrás até o presente) (LEITE, 2015). Ressalta-se que o Pleistoceno é marcado pela ocorrência de grandes glaciações, que por sua vez retinham uma quantidade considerável de água no continente, desta forma, quando a água advinda do degelo, fluiu para o mar, elevando o seu nível, ocorreu um período de transgressão (CANTO, 2011).

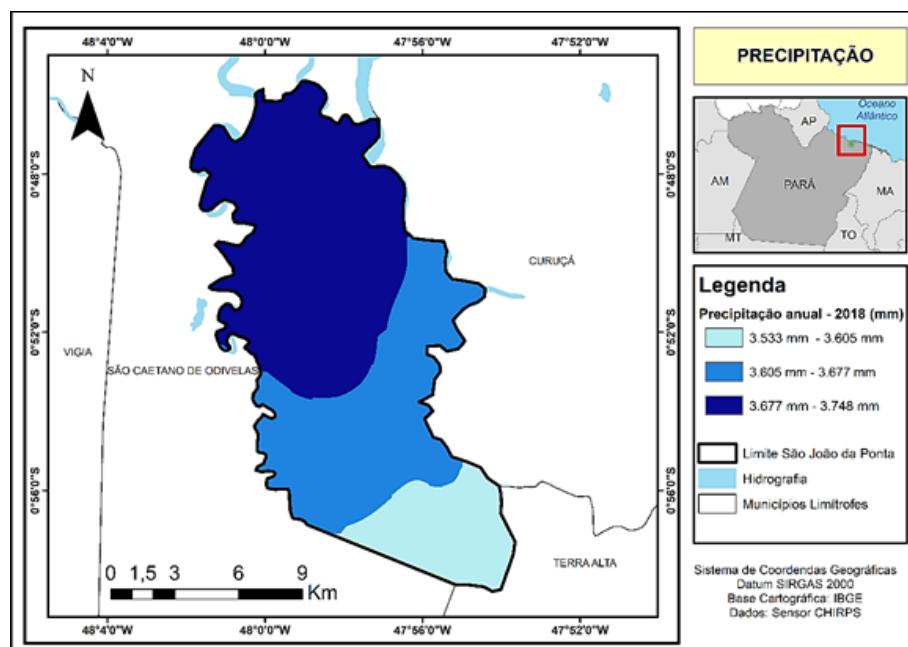
Por conseguinte, quando o nível do mar desceu outra vez (período de regressão), houve a formação de terraços fluviais no leito dos rios (CANTO, 2011). Diante disso e com base no mapa exposto, foi observado no município, a predominância de Cobertura Detrito-Laterítica Pleistocênica, que se refere a sedimentos argilosos na porção superior e areno-argilosos na inferior, com tonalidade avermelhada e presença de grânulos limoníticos.

Porém, na área que abrange a RESEX, nota-se a presença de Aluviões Holocénicos e Depósitos Fluviomarinhos Holocénicos, que são característicos de regiões hidromórficas, sendo que o primeiro são depósitos que acompanham os cursos d'água que fazem parte da Planície Amazônica. Estes depósitos registram a evolução da rede de drenagem instalada na região, que podem ser resultantes do processo de transgressão e regressão ocorridos nas Glaciações do Pleistoceno.

## Precipitação

A Precipitação é uma variável primordial para o mapeamento do índice de vulnerabilidade ambiental, uma vez que esta variável faz parte do ciclo hidrológico global e local, e está diretamente relacionada com o intemperismo e a ocorrência de enchentes e erosões.

Segundo um estudo realizado pelo IBGE em 2014, denominado “Potencial de agressividade climática na Amazônia Legal”, nos últimos 30 anos a média de precipitação pluviométrica para o município de São João da Ponta foi  $> 3.000$  mm, sendo considerado segundo o estudo, de média agressividade. Com isso, a Figura 10 apresenta o mapeamento pluviométrico do município para o ano de 2018.



**Figura 10**  
Mapa da Precipitação do município de São João da Ponta, no ano de 2018  
Autores, 2019.

Com base no mapa exposto, é possível corroborar que o município apresenta uma elevada precipitação (bem como afirma o estudo realizado pelo IBGE), tendo o volume máximo de chuva de 3.748 mm no ano de 2018. Nota-se que a variação de precipitação dentro da área de estudo para 2018 é baixa, apresentando um maior índice pluviométrico na região norte (3.748 mm) e, por conseguinte um menor índice pluviométrico ao sul e sudeste do município (3.533 mm).

Essa variável ainda que de forma isolada tenha papel essencial para entendermos o comportamento das questões climáticas no município, quanto à questão de vulnerabilidade, deve ser analisada em conjunto com as variáveis pedológicas e de declividade, uma vez que ela é o fator que impulsiona as perdas de solo de acordo com sua intensidade e as condições do terreno (SANTOS e MARTINS, 2018).

## Uso e Cobertura do Solo

A importância do uso e cobertura do solo em estudo de análises ambientais se dá através da compreensão e identificação dos padrões de disposição do espaço, uma vez que a ação antrópica nos dias de hoje pode ser vista como um dos principais agentes modificadores de paisagem.

A necessidade de identificação das principais fontes ou potenciais fontes de alterações do ambiente se faz necessária, uma vez que a ocupação de áreas vulneráveis, bem como o desenvolvimento e o avanço de atividades econômicas degradativas podem alterar a paisagem para sempre, trazendo inúmeras consequências socioambientais. Desta forma, a fim de espacializar o uso e as paisagens que compõe o município de São João da Ponta, foi realizado a plotagem do mapa de uso e cobertura do solo (Figura 11).

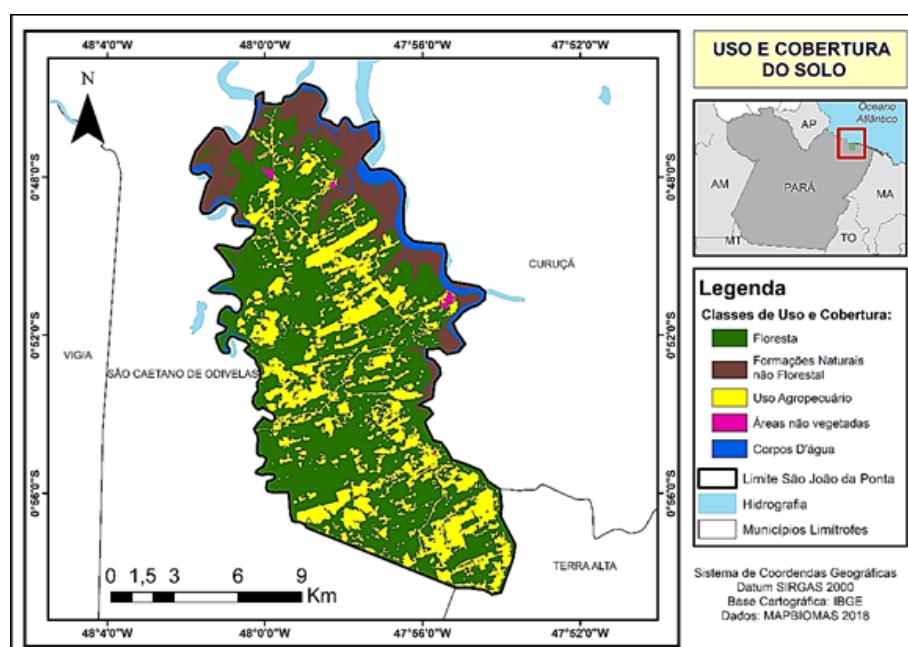


Figura 11

Mapa de Uso e Cobertura do solo do município de São João da Ponta, para o ano de 2018  
Autores, 2019.

O mapa de uso e cobertura do solo exposto na Figura 11 aponta para o avanço de atividades agropecuárias no município, porém, nota-se que a área com cobertura florestal ainda é predominante. Chama-se a atenção para as áreas classificadas como Formações Naturais não florestal, que se pode afirmar que são as áreas de mangue.

Como visto anteriormente, face à região apresentar uma declividade menos acentuada, com terreno mais plano, as atividades antrópicas são mais recorrentes, pois são facilitadas, isso pode ser observado ao longo de todo o município, já que ele apresenta manchas de uso agropecuário em toda sua extensão.

Esse resultado é compatível com o que foi encontrado por Santos e Martins (2018) em um estudo realizado na Bacia Hidrográfica do Rio

Claro (GO), que encontraram ocupação do solo em áreas mais planas e a preservação do cerrado em áreas mais declivosas (de difícil acesso).

A cobertura vegetal é de fundamental importância na redução da magnitude das enchentes, devido ao aumento da água interceptada e infiltrada no solo. Sua importância se dá no controle do volume de escoamento superficial através da infiltração na vegetação e diminuição do impacto físico causado no solo (SANTOS et al., 2016).

Ressalta-se também as áreas com a cor magenta ainda são tímidas podendo indicar a presença área urbana ou vilas, nesse caso. Com esse resultado, é possível compreender que o município ainda não está em um processo avançado de urbanização e crescimento populacional, no entanto, sua atividade de uso agropecuário vem crescendo, demonstrando a necessidade de realizar atividades que instruam os produtores a um cultivo mais sustentável, haja vista que o ecossistema ao entorno é muito sensível.

## **DEFINIÇÃO DO ÍNDICE DE VULNERABILIDADE AMBIENTAL**

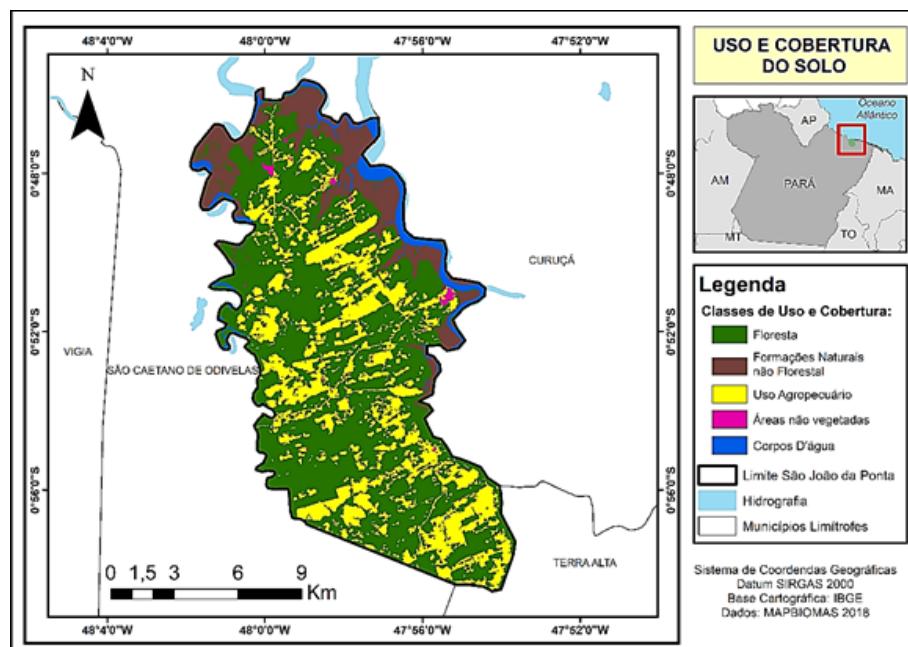
Após a análise das variáveis e das influências na área de estudo, utilizando o software de geoprocessamento, foram atribuídos os pesos de cada influência, bem como de cada variável (Tabela 1).

**Tabela 1**  
Atribuição de Influência e Pesos para as variáveis.

Variável	Classe	Influência	Peso
Cota Altimétrica	0 - 5 metros	5	12,2%
	5 - 15 metros	4	
	15 - 25 metros	1	
	25 - 35 metros	1	
	35 - 45 metros	2	
Declividade	45 - 63 metros	4	19,5%
	0 - 3%	1	
	3 - 8%	2	
	8 - 20%	3	
Pedologia	20 - 41,1%	5	13,5%
	Latossolo amarelo	1	
	Espodossolo	3	
	Neossolo Flúvico	4	
Geologia	Solo indiscriminado de Mangue	5	7,4%
	Aluviões Holocênicos	4	
	Cobertura Detrito-Laterítica	3	
	Pleistocênica	5	
Precipitação	Depósitos Fluviomarinhos Holocênicos	5	8,3%
	3.533 - 3.605 mm	3	
	3.605 - 3.677 mm	4	
Uso e Cobertura do Solo	3.677 - 3.748 mm	5	39,1%
	Floresta	1	
	Formações Naturais não florestais	5	
	Uso agropecuário	3	
	Áreas não vegetadas	3	
	Corpos d'água	1	

Organizado pelos Autores, 2019.

Ressalta-se que em relação à influência de cada classe, quanto maior for o valor (5), maior será o grau de vulnerabilidade. Após a atribuição das influências e dos pesos, foi realizado o cálculo do índice de vulnerabilidade do município de São João da Ponta, desta forma a partir de intervalo de valores pré-definidos, foram gerados dois produtos, um mapa temático, apresentando 5 graus de fragilidade: muito baixo, baixo, médio, alto e muito alto. E uma tabela (Tabela 2), que apresenta o valor de área (em quilômetros quadrados) e a porcentagem de cada classe correspondente ao grau de fragilidade.



**Figura 12**

Mapa de Vulnerabilidade Ambiental do município de São João da Ponta, com o limite da RESEX  
Autores, 2019.

**Tabela 2**

Área e porcentagem do grau de fragilidade dentro do município de São João da Ponta

Grau de Fragilidade	Área (km²)	Porcentagem (%)
Muito baixo	2,0469	1,07 %
Baixo	69,8210	35,78 %
Médio	93,9706	48,16 %
Alto	23,4086	11,99 %

Autores, 2020.

Como resultados do cálculo do Índice de Vulnerabilidade Ambiental para o município de São João da Ponta, o mapa ilustrado na Figura 12 e os dados contidos na Tabela 2, evidenciam a predominância de áreas com baixo e médio grau de fragilidade, correspondendo a 35,78% e 48,16% do território do município, respectivamente.

Este cenário deve-se as variáveis que estão contidas nesses espaços, uma vez que nas áreas classificadas como de baixo grau de vulnerabilidade, ocorrem a predominância de Espodossolo, cobertura Detrito-Laterítica Pleistocênica, relevo plano ou levemente ondulado, e cobertura florestal, ambos fatores considerados de baixa fragilidade, segundo o estudo. No entanto, nas áreas classificadas como de médio grau de fragilidade, são encontrados Espodossolo, Cobertura Detrito-Laterítica Pleistocênica, relevo ondulado e uso agropecuário do solo, sendo as duas últimas variáveis de média vulnerabilidade.

Em contrapartida, nota-se que na porção norte e nordeste do município ocorre a predominância das cores laranja e vermelho, que remetem aos graus de fragilidade alto e muito alto, respectivamente. Além

disso, é possível observar que estas áreas se concentram quase que em sua totalidade no interior do território da RESEX, como expõe a Figura 12.

Corroborando com o isso, as Tabelas 2 e 3, apontam que dos 23,4086 km<sup>2</sup> classificados como áreas de alta vulnerabilidade dentro do município, 15,7607 km<sup>2</sup> encontram-se dentro dos limites da RESEX. Ademais, dos 5,8557 km<sup>2</sup> de áreas consideradas com grau de fragilidade muito alto, 4,8465 km<sup>2</sup> estão no interior da Reserva Extrativista.

**Tabela 3**

Área e porcentagem do grau de fragilidade dentro da Reserva Extrativista de São João da Ponta

Grau de Fragilidade	Área (km <sup>2</sup> )	Porcentagem (%)
Muito baixo	0	0 %
Baixo	0,6677	2,00 %
Médio	11,6605	34,20 %
Alto	15,7607	49,10 %

Autores, 2020.

Desse modo, como pode ser visto na Tabela 3, aproximadamente 50% do território da RESEX é considerado, segundo o estudo, como de alta vulnerabilidade. Tal situação ocorre por consequência do acúmulo de variáveis com alto grau de fragilidade naquela região, uma vez que ali são encontrados: solo indiscriminado de mangue, depósitos fluviomarítimos, ocorrência de Formações naturais não florestais, e uma variabilidade entre cotas altimétricas baixas e médias.

Porém chama-se a atenção para as áreas classificadas com grau de fragilidade muito alto, pois, como citado anteriormente, de 100% (5,8557 km<sup>2</sup>) dos espaços considerados como muito vulneráveis dentro do município, 82,76% (4,8465 km<sup>2</sup>) estão dentro da Reserva extrativista de São João da Ponta.

Isto se deve, aos fatores já citados para classificar as áreas de alta vulnerabilidade (solo indiscriminado de mangue, depósitos fluviomarítimos e ocorrência de Formações naturais não florestais), porém, com dois agravantes, que são as baixas cotas altimétricas e a maior ocorrência de relevo ondulado.

Nesse sentido, em casos de aumento do nível do curso d'água, que podem atingir planícies em torno do rio ou áreas de várzea, as baixas cotas altimétricas e a presença de relevo ondulado, indicam eventuais inundações, bem como a ocorrência de erosões e assoreamentos.

Em contrapartida, vale ressaltar, que em decorrência da combinação de variáveis consideradas de baixo grau de fragilidade (relevo plano, cota altimétrica não muito elevada, cobertura florestal, Espodossolo, menor taxa de precipitação dentro do município, entre outros fatores considerados positivos), apenas 1,07 % do território (segundo a Tabela 2) foi considerado com grau de vulnerabilidade muito baixo.

Nessa perspectiva, os resultados do referido estudo apontam a necessidade de preservação e conservação da RESEX, uma vez que como exposto na Figura 12, a mesma apresenta um grau de resiliência baixo, devido suas características naturais. Diante disso, avalia-se a

necessidade de reafirmar o quanto importante é a preservação dessas áreas, sobretudo pela sua função socioeconômica, haja vista que as comunidades tradicionais que residem próximo utilizam esse ecossistema para a pesca e extração de caranguejo, principais atividades do município.

Ainda, vale ressaltar que o crescimento e urbanização, ainda que em São João da Ponta essa realidade não seja ainda tão evidente, vem acompanhado da ocupação de áreas impróprias. Com este resultado é possível verificar quais áreas estão mais associadas a riscos, subsidiando um planejamento territorial mais seguro e adequado do ponto de vista ambiental.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O respectivo trabalho buscou chamar a atenção para a conservação e proteção das Unidades de Conservação, uma vez que através dos resultados expostos neste artigo, foi possível mapear e evidenciar o grau de vulnerabilidade ambiental do município de São João da Ponta, no estado do Pará, bem como da Reserva Extrativista que corresponde a aproximadamente 13% do território do município.

Como supracitado, o resultado do estudo apontou que as áreas mais vulneráveis ambientalmente do município se encontram dentro da RESEX. Com base nisso, deve-se haver um apelo maior por medidas de conservação e de desenvolvimento sustentável para as comunidades que ali residem, uma vez que o município apresenta dados socioeconômicos poucos satisfatórios e tem sua economia baseada no extrativismo.

Além disso, é necessário reafirmar o papel desempenhado pelo Instituto Chico Mendes de Biodiversidade e Conservação (ICMBio), que cada vez se faz mais necessário. Visto que a visita realizada em campo corroborou ainda mais para o entendimento da importância da gestão e fiscalização do órgão.

Ressalta-se também a importância do Geoprocessamento como ferramenta de espacialização e análises ambientais. Tal ferramenta permitiu espacializar e ilustrar áreas que demandam maior atenção por parte da sociedade, de empresas e de órgãos públicos, uma vez que possibilitou um maior direcionamento para aquelas áreas que necessitam de políticas públicas.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais – PPGCA, vinculado à Universidade Federal do Pará, a EMBRAPA, e ao Museu Paraense Emílio Goeldi, por oferecer um ambiente favorável ao desenvolvimento da pesquisa;

A Capes e ao CNPq, pelas bolsas de mestrado concedidas, servindo de apoio financeiro para a pesquisa;

A Associação dos usuários da RESEX marinha de São João da Ponta – MOCAJUIM, por permitir e auxiliar na visita de campo na Reserva Extrativista de São João da Ponta;

Ao Instituto Chico Mendes de Conservação e Biodiversidade – ICMBio, por permitir a visita no interior da Unidade de Conservação;

À docente Dra. Márcia Pimentel, por ministrar a disciplina de “Desenvolvimento Sustentável e Sociedades na Amazônia”, possibilitando a visita de campo na RESEX.

## REFERÊNCIAS

- ALLEGRETTI, M. Políticas para o uso dos recursos naturais renováveis: A região amazônica e as atividades extrativistas. In: SACHS, Ignacy et al. Extrativismo na Amazônia brasileira: perspectiva sobre o desenvolvimento regional. Compêndio MAB 18 - UNESCO, Paris, 1994b.p.14 - 34.
- AMORIM, R. S. S.; SILVA, D. D.; PRUSKI, F. F.; MATOS, A. T. Influência da declividade do solo e da energia cinética de chuvas simuladas no processo de erosão entre sulcos. Rev. bras. eng. agríc. ambient., v.5, n.1, 2001.
- Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil. 2019. Disponível em: . Acesso em: nov. 2019.
- CALDERANO FILHO, B. et al. Avaliação da Vulnerabilidade Ambiental de Regiões Tropicais Montanhosas com suporte de SIG. Revista de Geografia (Recife), v. 35, n. 3, 2018.
- CAMPIOLI, P. F.; VIEIRA, C.V. Avaliação do Risco a Inundação na Bacia Hidrográfica do Rio Cubatão do Norte, Joinville/SC. Revista Brasileira de Geografia Física, v.12, n.01 p. 124-138, 2019.
- CANTO, A. C. L. Conhecendo o Período Quaternário. Geografia em Foco, 28 out. 2011. Disponível em: < <http://marlivieira.blogspot.com/2011/10/artigo-conhecendo-o-periodo-quaternario.html>>. Acesso em: 08 abr. 2020.
- DUARTE, J. F. S; CARNEIRO, R. S. G. S. Análise de Vulnerabilidade Erosiva no Município de Paragominas-PA. 2017, 20 p. Disponível:[http://wiki.dpi.inpe.br/lib/exe/fetch.php?media=ser300:alunos2017-ser300:grupo\\_monografia:trabalho\\_final\\_-\\_jessyca\\_e\\_rebeca.pdf](http://wiki.dpi.inpe.br/lib/exe/fetch.php?media=ser300:alunos2017-ser300:grupo_monografia:trabalho_final_-_jessyca_e_rebeca.pdf). Acesso em: 15 nov.2019.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Espodossolos. Disponível em: [http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/solos\\_tropicais/arvore/CONTAG01\\_9\\_221220\\_611539.html](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/solos_tropicais/arvore/CONTAG01_9_221220_611539.html). Acesso em: 16 nov. 2019.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Neossolos Flúvicos Disponível em: [http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/territorio\\_mata\\_sul\\_pernambucana/arvore/CONT000gt7eo\\_n7k02wx7ha087apz246ynf0t.html](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/territorio_mata_sul_pernambucana/arvore/CONT000gt7eo_n7k02wx7ha087apz246ynf0t.html). Acesso em: 16 nov. 2019.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Solos Indiscriminados de Mangue. Disponível em: [http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/territorio\\_mata\\_sul\\_pernambucana/arvore/COT000gt7eon7j02wx7ha087apz2c3xd0do.html](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/territorio_mata_sul_pernambucana/arvore/COT000gt7eon7j02wx7ha087apz2c3xd0do.html). Acesso em: 16 nov. 2019.

- FERREIRA, S.S. **Entre Marés e Mangues: Paisagens territorializadas por pescadores da Resex marinha de São João da Ponta/PA.** Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará, Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Belém, 2017.
- FERREIRA, W.M. **Diagnóstico Ambiental da Reserva Extrativista Marinha de São João da Ponta: Subsídios para o Planejamento Ambiental.** Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará, Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Belém, 2013.
- FREITAS, D.M. **Vulnerabilidade Ambiental no contexto do monitoramento de ambiente úmido costeiro em Tracuateua – PA.** Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal Rural da Amazônia, Capanema, 2019. 72 f.
- GOEPEL, K. D. **Sistema de Calculadora Prioritária Online – AHP-OS.** 2017. Disponível em: [https://bpmsg.com/academic/ahp\\_calc.php](https://bpmsg.com/academic/ahp_calc.php). Acesso em: 16 nov. 2019.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Potencial de agressividades climática na Amazônia Legal.** Rio de Janeiro: IBGE, 2014. 15 p.
- INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE – ICMBIO. Unidades de Conservação – Marinho. Resex de São João da Ponta. 2019. Disponível em: . Acesso em: nov. 2019.
- LEITE, J. C. Do mistério das Eras do gelo às mudanças climáticas abruptas. **Scientiae Studia**, São Paulo, v. 13, n. 4, p. 811-839, 2015.
- LOPES, D.N.; GRIGIO, A.M.; SILVA, M.T. Mapeamento das Áreas de Vulnerabilidade Ambiental e Natural do Município de Tibau-RN. **Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ**, v. 41, n. 1, p. 80-88, 2018.
- MMA – Ministério do Meio Ambiente. Consulta Pública - RESEX. 2019. Disponível em: . Acesso em: nov. 2019.
- MMA – Ministério do Meio Ambiente. Unidades de Conservação. 2019. Disponível em: . Acesso em: nov. 2019.
- PIRES, F. R.; SOUZA, C. M. **Práticas mecânicas de conservação do solo e da água.** 2º ed. Viçosa. 2006. 216 p.
- ROSS, J.L.S. Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados. **Revista do Departamento de Geografia**, n. 8, p. 1-74, USP, 1994.
- SANTOS, A. et al. Caracterização ambiental da microbacia do Rio Buquirano trecho do bairro Costinha ao mirante do Buquirinha. **Anais do XX Encontro Latino Americano de Iniciação Científica, XVI Encontro Latino Americano de Pós-Graduação e VI Encontro de Iniciação à Docência – Universidade do Vale do Paraíba**, 27 -28 out, 2016.
- SANTOS, L. J. C. et al. Mapeamento da vulnerabilidade geoambiental do estado do Paraná. **Revista Brasileira de Geociências**, v.37, n. 4, p. 812-820, 2007.
- SANTOS, P.T.; MARTINS, A.P. Análise da Vulnerabilidade Ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Claro (GO) utilizando Geotecnologias. **Revista do Departamento de Geografia**, v.36, p.156-170, 2018.

- SERRÃO, S.L.C; BELATO, L.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, S.O.; VALE, C.C. Vulnerabilidade Ambiental da planície costeira de Caravelas (BA) como subsídio ao ordenamento ambiental. **Sociedade & Natureza**, v. 28, n. 1, 2016.
- TELES, G.C.; PIMENTEL, M.A.S. Análise de conflitos sócioambientais nas Reservas Extrativistas de São João da Ponta e Curuçá-PA. **Geoambiente On-Line**, n. 31, p. 193-211, 2018.
- TREVISAN, D.P.; MOSCHINI, L.E.; DIAS, L.C.C.; GONÇALVES, J.C. Avaliação da Vulnerabilidade Ambiental de São Carlos – SP. **R. Ra'e Ga**, v.44, p.272-288, 2018.
- VELASQUEZ, C. Áreas protegidas. In: RICARDO, Beto, CAMPANILI, Maura, (eds.). **Almanaque Brasil Socioambiental**. São Paulo: Instituto Socioambiental, p. 214- 222. 2005.