ANPEGE

Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Geografia

REVISTA DA ANPEGE

ISSN 1679-768X

VOLUME 19

N. 38 (2023)

30 ANOS ANPEGE

DOI: 10.5418/RA2023.V19I38.10493

REVISTA DA ANPEGE | v. 19 nº. 38 (2023) | e-issn: 1679-768x

ZONEAMENTO AMBIENTAL DA UNIDADE DE CONSERVAÇÃO APA SERRA BRANCA EM JEREMOABO-BA

Environmental zoning of the conservation unit Serra Branca apa in Jeremoabo-BA

Zonificación ambiental de la unidad conservación apa Serra Branca en Jeremoabo-BA

ADRIANO ALMEIDA ALVES
Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS)

ELANE FIÚZA BORGES
Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS)

Resumo: A pesquisa foi realizada na APA Serra Branca, inserida no nordeste da Bahia e no bioma Caatinga, com características de vulnerabilidade ambiental e susceptibilidade à desertificação. O objetivo dessa pesquisa consistiu em realizar um zoneamento ambiental da APA Serra Branca, tendo como base a vulnerabilidade ambiental. Realizou-se uma modelagem ambiental da APA como suporte para a elaboração do zoneamento ambiental. Foi elaborado um mapa síntese para avaliar a dinâmica natural ambiental com base na ecodinâmica da paisagem. O Zoneamento Ambiental obtido por meio do cruzamento do mapa de Vulnerabilidade Ambiental com o mapa de Uso e Cobertura das Terras, demonstrou que a APA Serra Branca apresenta grande diversidade de paisagens, com processos e características ambientais diferenciados. Foi possível definir o grau de vulnerabilidade de seus ambientes, identificando áreas que necessitam ser recuperadas, áreas que carecem de uma maior atenção, bem como aquelas que precisam apenas de um maior controle ambiental.

Palavras-Chave: Indicadores ambientais; Modelagem; Unidades de Paisagem; Sensoriamento Remoto

Abstract: The research was carried out in the Serra Branca APA, located in northeastern Bahia and in the Caatinga biome, with characteristics of environmental vulnerability and susceptibility to desertification. The objective of this research was to carry out an environmental zoning of the Serra Branca APA, based on environmental vulnerability. An environmental modeling of APA was performed as support for the elaboration of environmental zoning. A synthesis map was elaborated to evaluate the natural environmental dynamics based on the ecodynamics of the landscape. The Environmental Zoning obtained by crossing the Environmental Vulnerability map with the Land Use and Coverage map showed that APA Serra Branca presents a great diversity of landscapes, with different environmental processes and characteristics. It was possible to define the degree of vulnerability of their environments, identifying areas that need to be recovered, areas that need more attention, as well as those that only need greater environmental control.

Keywords: Environmental indicators; Modeling; Landscape units; Remote sensing.

Resumén: La investigación se realizó en la APA Serra Branca, ubicada en el noreste de Bahía y en el bioma Caatinga, con características de vulnerabilidad ambiental y susceptibilidad a la desertificación. El objetivo de esta investigación fue llevar a cabo una zonificación ambiental de la APA Serra Branca, basada en la vulnerabilidad ambiental. Se realizó un modelado ambiental de APA como apoyo para la elaboración de la zonificación ambiental. Se elaboró un mapa de síntesis para evaluar la dinámica ambiental natural basada en la ecodinámica del paisaje. La Zonificación Ambiental obtenida al cruzar el mapa de Vulnerabilidad Ambiental con el mapa de Uso de la Tierra y Cobertura mostró que APA Serra Branca presenta una gran diversidad de paisajes, con diferentes procesos y características ambientales. Fue posible definir el grado de vulnerabilidad de sus entornos, identificando áreas que necesitan ser recuperadas, áreas que necesitan más atención, así como aquellas que solo necesitan un mayor control ambiental.

Palabras-clave: Indicadores ambientales; Modelado; Unidades de paisaje; Detección remota.

INTRODUÇÃO

No Brasil, para promover a conservação da biodiversidade, foram determinados cinco tipos de áreas protegidas: Unidades de Conservação (UC), Áreas de Preservação Permanente (APP), Reserva Legal (RL), Reserva Indígena e Área de Reconhecimento Internacional (Medeiros; Garay, 2006).

As Unidades de Conservação são espaços territoriais, instituídos legalmente pelo poder público, tendo como principal objetivo a conservação e preservação ambiental (Brasil, 2000). O Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) tem, dentre as suas propostas, a criação um sistema nacional que seja capaz de garantir a proteção de uma parcela representativa dos biomas brasileiros (castro JR. *et al*., 2009). Deste modo, é de fundamental importância para o estabelecimento de uma UC que se analise a dinâmica da paisagem, pois a análise e interpretação da estrutura da paisagem possibilitarão a obtenção de uma gama de conhecimentos para o planejamento, permitindo identificar quais são os impactos negativos mais agravantes para os ecossistemas existentes em uma dada UC, além de buscar, a partir de princípios do desenvolvimento sustentável, soluções compatíveis às esferas ecológica, social, cultural e econômica.

Nesta pesquisa, foi definida como área de estudo a APA Serra Branca, a qual está totalmente inserida no município de Jeremoabo, localizado no nordeste do estado da Bahia e no bioma Caatinga, fato que se torna importante, principalmente pelas características de vulnerabilidade ambiental e susceptibilidade à desertificação, pois a ocupação humana e a exploração dos recursos naturais têm degradado cada vez mais o semiárido brasileiro, resultando, principalmente, na perda da cobertura vegetal nativa.

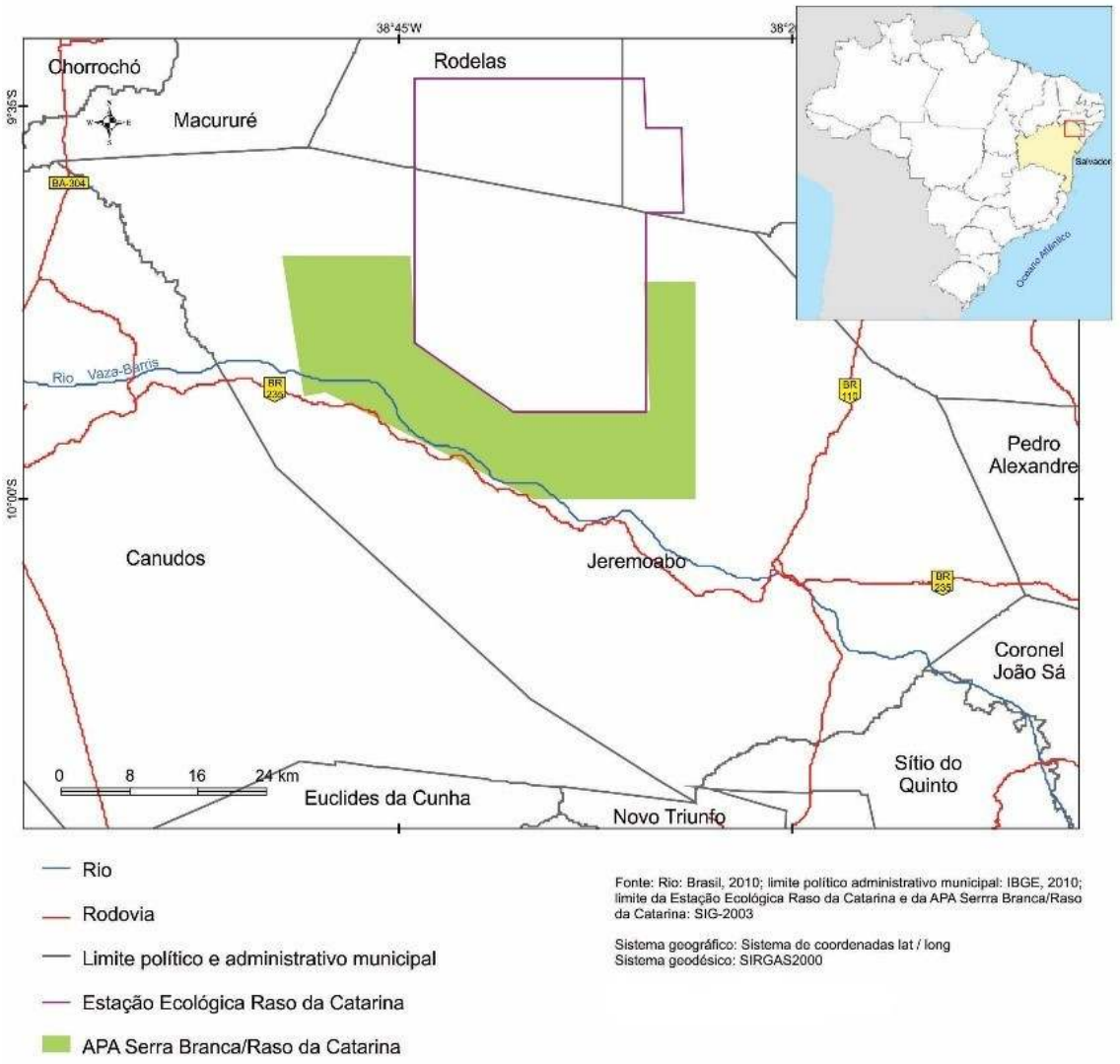
Para esse estudo se fez necessário o uso das técnicas de geoprocessamento, pois são capazes de caracterizar, no tempo e espaço, os padrões de uso e cobertura da terra. A partir do Sensoriamento Remoto e do Sistema de Informação Geográfica (SIG) podem ser trabalhados diversos dados e informações que são de extrema importância na tomada de decisões em estudos de cunho ambiental, tais como mapas de uso e cobertura da terra, mapas geomorfológicos, mapas pedológicos, mapas de declividade, entre outros.

O principal objetivo dessa pesquisa consistiu em realizar um zoneamento ambiental da APA Serra Branca, tendo como base os dados referentes à vulnerabilidade ambiental da área. Para tanto, se fez necessário realizar uma modelagem ambiental da APA como suporte para a elaboração do zoneamento ambiental, confeccionando um mapa síntese para avaliar a dinâmica natural ambiental, por meio das categorias de meios ecodinâmicos. Os objetivos propostos na pesquisa visaram responder se os indicadores ambientais são capazes de mensurar a vulnerabilidade ambiental, possibilitando inferir sobre a sustentabilidade ambiental e as possíveis fragilidades e potencialidades da área de estudo.

MATERIAIS E MÉTODO

A APA Serra Branca (Figura 1) possui uma área equivalente a 67.234 ha e está localizada no município de Jeremoabo (Nordeste da Bahia), ao sul da Estação Ecológica Raso da Catarina, totalmente inserida no polígono das secas. A APA é dominada pelo clima tropical semiárido que é caracterizado por uma temperatura média anual superior a 24°C, alta evaporação e irregular precipitação anual, se assemelhando a de climas áridos, com precipitação em torno ou inferior a 400 mm de acordo com o SEI (1999).

Figura 1 – Mapa de localização da APA Serra Branca, Jeremoabo – Bahia



Fonte: Os autores, 2019.

A metodologia desse artigo se dividiu em três passos. O primeiro passo consistiu em definir os principais indicadores ambientais a serem utilizados, os quais foram compilados ou gerados, tais como mapas de solo, geologia, geomorfologia, declividade e uso e cobertura da terra.

O segundo passo consistiu em desenvolver a modelagem de vulnerabilidade ambiental utilizando os indicadores anteriormente mencionados. Essa metodologia foi baseada em Crepani *et al.,* (2001), adaptando essas técnicas às operações de álgebra de mapas e à realidade geoambiental da área de estudo.

O método proposto por Crepani *et al.* (2001) para avaliar a dinâmica natural ambiental e o estado de evolução dos sistemas naturais, foram adaptados de critérios utilizados por Tricart (1977). Nessa abordagem, Tricart (1977) estabelece três categorias de meios ecodinâmicos: ambientes estáveis (áreas onde o equilíbrio ecológico foi estabelecido há muito tempo e se mantém relativamente constante ao longo do tempo), ambientes de transição (áreas onde ocorrem mudanças graduais e sucessivas na estrutura e composição do ecossistema) e ambientes instáveis (áreas onde ocorreram mudanças bruscas e intensas na estrutura e composição do ecossistema). Esses meios são definidos com base na interação dinâmica e complexa entre os componentes bióticos e abióticos do ecossistema. Além disso, o conceito de ecodinâmica proposto por Tricart (1977) enfatiza a importância da "estrutura funcional" do ecossistema, que se refere à maneira como as diferentes partes do ecossistema se organizam para cumprir determinadas funções, segundo o autor, a análise da estrutura funcional do ecossistema é essencial para entender sua dinâmica e evolução.

É importante ressaltar que tanto a metodologia proposta por Crepani *et al*. (2001) quanto à metodologia proposta por Ross (1994) são muito utilizadas em zoneamento ambiental ou em estudos relacionados a Relatórios de Impacto Ambiental (RIMA). Ambas propostas tiveram como base a concepção da ecodinâmica definida por Tricart (1977) e visam realizar uma análise integrada do ambiente, utilizando como indicadores a combinação de elementos físicos, biológicos e antrópicos (Santos; Sobreira, 2008; Fagundes; Queiroz Filho, 2014).

Crepani *et al.* (2001), por sua vez, não utilizaram apenas três, mas 5 categorias (vulnerável, moderadamente vulnerável, medianamente estável/vulnerável, moderadamente estável e estável), no intuito de elaborar um mapa de vulnerabilidade ambiental que desse suporte para a realização de um zoneamento ecológico econômico da Amazônia (Fagundes; Queiroz Filho, 2014). Tais categorias estão relacionadas à vulnerabilidade ambiental da área de estudo e terão como base informações de uso e cobertura das terras, declividade, pedologia e fatores climáticos (Fagundes; Queiroz Filho, 2014; LeaL *et al.,* 2019). Para chegar a essa etapafoi necessário, inicialmente, a reinterpretação das informações temáticas disponíveis (mapas geomorfológicos, pedológicos, de cobertura vegetal e uso da terra). Essas informações foram provenientes de imagens de satélites e dados vetoriais, ou seja, a modelagem obedeceu às seguintes etapas de sobreposição com álgebra de mapas, onde foram determinados pesos de importância para cada tema, tais como: geomorfologia, declividade, geologia, solos e uso e cobertura da terra, diferente do que foi realizado por Crepani *et al.* (2001), onde todas as variáveis possuíam o mesmo peso.

O motivo para atribuir pesos diferentes às variáveis, deve-se ao fato da área de estudo ser uma UC, cujo objetivo maior é a conservação ambiental, sendo considerada

a realidade local na escolha de seus aspectos fundamentais para a vulnerabilidade ambiental da APA Serra Branca, fato que justifica a adaptação da metodologia proposta por Crepani *et al.* (2001).

Sendo assim, foi realizada uma classificação do grau de vulnerabilidade de cada unidade territorial baseada nos processos de morfogênese e pedogênese, em que foram atribuídos valores que qualificariam o grau de vulnerabilidade da área. Esses valores podem variar de 1,0 a 3,0 e as unidades que se aproximam do valor médio de 1,0 são consideradas mais estáveis, à medida que esses valores médios se aproximam do valor 2,0 representam unidades de estabilidade intermediária, e ao se aproximarem do valor 3,0 sinalizam um ambiente altamente vulnerável. Totalizaram-se 21 valores possíveis para cada unidade da paisagem, dessa forma foi elaborada uma escala de vulnerabilidade das unidades territoriais (Crepani *et al.*, 2001), segundo critérios desenvolvidos a partir dos princípios da Ecodinâmica de Tricart (1977). Ao elaborar a classificação, foi estabelecida uma forma de se contemplar maior variedade de categorias (Tabela 1).

Tabela 1 – Escala de vulnerabilidade das unidades territoriais

Unidade de paisagem	Média	Grau de vulnerabilidade
U1	3,0	Vulnerável
U2	2,9	
U3	2,8	
U4	2,7	
U5	2,6	Moderadamente Vulnerável
U6	2,5	
U7	2,4	
U8	2,3	
U9	2,2	Medianamente Estável/Vulnerável
U10	2,1	
U11	2	
U12	1,9	
U13	1,8	
U14	1,7	Moderadamente Estável
U15	1,6	
U16	1,5	
U17	1,4	
U18	1,3	Estável
U19	1,2	
U20	1,1	
U21	1	

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

Diversos autores usaram metodologias semelhantes às de Crepani *et al.* (2001) para a confecção de mapas de vulnerabilidade ambiental, como por exemplo, as classes qualitativas de Estado Ambiental propostas na metodologia de Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2017), que também define e divide o Estado Ambiental em 5 classes, são elas: estável (conserva-se a estrutura original.); medianamente estável (sustentável: refletem poucas

mudanças na estrutura); instável (insustentável: fortes mudanças da estrutura espacial e funcional); crítico (perda parcial da estrutura espacial e funcional) e muito crítico (perda e alteração generalizada da estrutura espacial e funcional).

Lisboa *et al.* (2017), por sua vez, buscaram mensurar a vulnerabilidade ambiental, utilizando métodos descritos por Ross (1994), o qual partiu do pressuposto de que a avaliação natural de uma área exige o levantamento das características geológicas, pedológicas, da declividade, dos dados de temperatura, pluviosidade e umidade do ar, além dos dados de uso e ocupação. No que se refere a essa pesquisa, ao adaptar a metodologia proposta por Crepani *et al.* (2001), foram modificadas algumas variáveis, alterando também a fórmula utilizada, atribuindo pesos diferentes às variáveis (média ponderada) na tentativa de uma análise que considerasse melhor os aspectos fundamentais da área de estudo. A mensuração da vulnerabilidade ambiental da APA Serra Branca, foi realizada através da seguinte álgebra de mapa:

$$\text{Vulnerabilidade} = (G*1 + L*1 + D*1{,}2 + S*1 + U*1{,}5) / 5$$

Sendo: **G =** Vulnerabilidade para o tema Geomorfologia; **L =** Vulnerabilidade para o tema Geologia; **D =** Vulnerabilidade para o tema Declividade; **S =** Vulnerabilidade para o tema Solos; e **U =** Vulnerabilidade para o tema uso e cobertura da terra.

Quanto aos pesos escolhidos para cada unidade, a vulnerabilidade para o tema uso e cobertura da terra foi a variável que adquiriu o maior peso (1,5), pelo fato da área de estudo ser uma APA, pois a preocupação com o uso da terra em uma UC é um fator primordial. A vulnerabilidade para o tema declividade também recebeu um peso elevado (1,2), pois as áreas íngremes representam grande risco à vulnerabilidade ambiental, principalmente relacionada à erosão pluvial. Os valores referentes à Geomorfologia, Geologia e Solos, receberam os menores pesos (1), por diversos fatores, principalmente pelo fato da homogeneidade observada na área de estudo em função da limitação das escalas cartográficas dos mapas supracitados.

Para definir e ponderar as classes de declividade adaptou-se a metodologia proposta por Ross (1994), sendo atribuídos as áreas mais íngremes valores próximos de 3,0 por apresentarem um maior grau de vulnerabilidade, enquanto as áreas mais planas receberam valores próximos a 1,0 por serem mais estáveis (Tabela 2).

Tabela 2 – Grau de vulnerabilidade atrelado a declividade

Declividade (%)	Grau de vulnerabilidade
<6%	1,0
6 – 12%	1,5
12 – 20%	2,0
20 – 30%	2,5
>30%	3,0

Fonte: Adaptado de Ross (1994).

Outro importante indicador está relacionado à Pedologia, já que, são diversos os fatores (estrutura do solo, tipo e teor de argilas, permeabilidade e profundidade do solo e a presença de camadas impermeáveis) para determinar se o solo tem uma maior ou uma menor susceptibilidade aos processos erosivos (Crepani *et al.,* 2001). Para a realização dessa metodologia, foram utilizadas as classes de vulnerabilidade dos solos proposta por Crepani *et al*. (2001), onde com a obtenção de dados bibliográficos, associados à interpretação da imagem, foram atribuídos os valores na tentativa de mensurar a vulnerabilidade do solo (Tabela 3).

Tabela 3 – Valores de vulnerabilidade dos solos.

Classe de Solo	Vulnerabilidade/ Estabilidade
Neossolo Vertissolo	3,0

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

A terceira variável utilizada foi a litologia, na qual foram adaptados critérios pré-estabelecidos por Crepani *et al*. (2001), seguindo a mesma lógica dos indicadores anteriores para os valores de mensuração da vulnerabilidade (Tabela 4).

Tabela 4 – Valores de vulnerabilidade da litologia.

Litologia	Vulnerabilidade/ Estabilidade
Arenito, folhelho e siltito	2,4
Arenitos, conglomerados e folhelho, siltito	2,5
Arenito, Folhelho, Ritmito e Rocha carbonática	2,7

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

O quarto indicador utilizado foi o de uso e cobertura da terra, como uma tentativa de mensurar os impactos causados por práticas impróprias às condições ambientais, dessa forma, utilizando o modelo proposto por Crepani *et al*. (2001), onde os valores próximos a 1,0 se configuram como unidades estáveis e os valores próximos a 3,0 se configuram como unidades instáveis, para elaborar uma classificação relacionada a vulnerabilidade ambiental tendo como base o uso e cobertura da terra na APA Serra Branca (Tabela 5).

Outro tema utilizado como indicador para a pesquisa foi a geomorfologia, em que a avaliação da vulnerabilidade também foi por meio de valores atribuídos (1,0 a 3,0). Os valores atribuídos foram baseados nas características dos padrões de relevo (dissecação, rede de drenagem, suscetibilidade à erosão, predomínio de morfogênese ou pedogênese, declividade, amplitude de relevo, etc.) descritas por Dantas (2013), (Tabela 6).

Tabela 5 – Valores de vulnerabilidade do uso e cobertura da terra

Classe de uso e cobertura da terra	Vulnerabilidade/ Estabilidade
Caatinga Arbóreo-Arbustiva	1,0
Vegetação com Influência Lacustre e Fluvial	1,5
Caatinga Arbóreo-Arbustiva Antropizada	2,0
Lavoura e Pastagem Alternadas	2,5
Solo Exposto Superfície Erosiva Flúvio-Pluvial	3,0

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

Tabela 6 – Valores de vulnerabilidade da geomorfologia.

Unidade Geomorfológica	Vulnerabilidade/ Estabilidade
Tabuleiros	1,3
Formas de dissecação e aplanamentos embutidos	1,9

Fonte: Adaptado de Dantas (2013).

O terceiro passo da pesquisa consistiu na elaboração do Zoneamento Ambiental da APA Serra Branca, na tentativa de realizar uma compartimentação da área de estudo, dividindo-as em distintas porções territoriais, levando em consideração as diferentes variáveis utilizadas, colocando em evidências as suas potencialidades e suas restrições de uso (Nardin; Robaina, 2010; Thomas, 2012), adaptando a metodologia de Crepani *et al.* (2008), em que foi realizada a síntese de todas as informações coletadas, analisadas, interpretadas e correlacionadas durante a pesquisa. É importante ressaltar que Crepani *et al.* (2008) buscaram ou analisar a aptidão agrícola de uma determinada área, fato que não se aplica a APA Serra Branca, principalmente por ser uma Unidade de Conservação, dessa forma, todas as categorias passaram por adequações na tentativa de alcançar os objetivos propostos nesse trabalho.

O zoneamento ambiental é uma prática que pode seguir diversas metodologias, por isso se deve buscar o método que melhor atenda os objetivos da pesquisa. Algumas dessas metodologias adaptaram os critérios utilizados por Crepani *et al*. (2008), como por exemplo, a proposta utilizada por Carvalho e Meireles (2009), que adaptaram critérios utilizados pelo IBAMA (2003) para a realização do zoneamento do litoral leste de Fortaleza. Por ser uma área com o uso totalmente diferente de uma UC, as zonas pré-estabelecidas por Carvalho e Meireles (2008) buscaram responder outras questões.

Para esse passo, foi realizada a tabulação cruzada, para gerar as possíveis classes do zoneamento ambiental (Quadro 1). Sua aplicação proporciona a integração das variáveis por álgebra de mapas, onde é possível obter novos dados a partir de funções de manipulação aplicadas a um ou mais mapas (Silveira, 2010). A tabulação cruzada

pode ser entendida como uma tabela de informações de duas ou mais variáveis consideradas conjuntamente (Viera Neto, 2004).

A partir dessa metodologia, foram cruzadas as classes do mapa de uso e cobertura da terra (Caatinga Arbóreo-Arbustiva; Caatinga Arbóreo-Arbustiva Antropizada; Vegetação com Influência Lacustre e Fluvial; Solo Exposto; Lavoura e Pastagens Alternadas e Superfície Erosiva Flúvio-Pluvial), com as classes do mapa de Vulnerabilidade Ambiental (estável; moderadamente estável; medianamente estável/vulnerável; moderadamente vulnerável e vulnerável) através da interseção de mapas para elaborar o zoneamento ambiental.

Quadro 1 – Interseção utilizada para a elaboração do Zoneamento Ambiental

Classes do zoneamento ambiental	Vulnerabilidade ambiental	Uso e cobertura da terra
Área de Recuperação Prioritária	Moderadamente Vulnerável/ Vulnerável	Solo Exposto Superfície Erosiva Flúvio-Pluvial Lavoura e Pastagens Alternadas
Área de Preservação Prioritária	Moderadamente Vulnerável/ Vulnerável	Caatinga Arbóreo-Arbustiva Caatinga Arbóreo-Arbustiva Antropizada Vegetação com Influência Lacustre e Fluvial
Área de Recuperação	Medianamente Estável/Vulnerável	Solo Exposto Superfície Erosiva Flúvio-Pluvial Lavoura e Pastagens Alternadas Caatinga Arbóreo-Arbustiva Antropizada
Área de Conservação	Medianamente Estável/Vulnerável	Caatinga Arbóreo-Arbustiva Vegetação com Influência Lacustre e Fluvial
Área de Reabilitação Ambiental	Moderadamente Estável	Solo Exposto Superfície Erosiva Flúvio-Pluvial Lavoura e Pastagens Alternadas
Área de Controle Ambiental	Moderadamente Estável	Caatinga Arbóreo-Arbustiva Caatinga Arbóreo-Arbustiva Antropizada Vegetação com Influência Lacustre e Fluvial

Fonte: Os autores, 2019.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com a utilização do sensoriamento remoto e de técnicas de geoprocessamento, a partir das quais se pôde coletar, tratar e analisar as informações espaciais (Rosa; Brito, 1996; Florenzano, 2002), aliada à aplicação da metodologia descrita anteriormente, foi possível gerar a modelagem da vulnerabilidade ambiental, resultante da integração das variáveis selecionadas. Posteriormente, foi elaborado o Zoneamento Ambiental da APA Serra Branca, que foi o resultado do cruzamento das informações da modelagem da vulnerabilidade ambiental com o mapa de uso e cobertura da terra.

Quanto à geologia, a APA Serra Branca é composta por rochas formadas na Era Mesozóica, do Período Cretáceo e, tem toda a sua área composta por rochas sedimentares,

que são consideradas com alto grau de vulnerabilidade, seguindo critérios de classificação propostos por Crepani *et al.* (2001). Por ser uma área totalmente composta por rochas sedimentares, os valores de vulnerabilidade apresentados foram os de moderadamente vulnerável e os de vulnerável (2,4; 2,5 e 2,7).

Em relação à declividade, a maior parte da APA Serra Branca apresenta uma declividade muito fraca (<6%) seguindo critérios estabelecidos por Ross (1994), considerada como estável seguindo a metodologia proposta por Crepani *et al*. (2001).

Ao se tratar da geomorfologia, a área da APA Serra Branca apresenta uma homogeneidade paisagística do ponto de vista geomorfológico, principalmente, pela limitação da escala cartográfica utilizada, tendo todo o seu território no domínio morfoestrutural da Bacia Sedimentar Recôncavo-Tucano, dividindo-se em duas unidades geomorfológicas (formas de Dissecação e Aplanamentos embutidos; Tabuleiros). As duas unidades geomorfológicas do relevo identificadas se encontram nas categorias estável e medianamente estável/vulnerável.

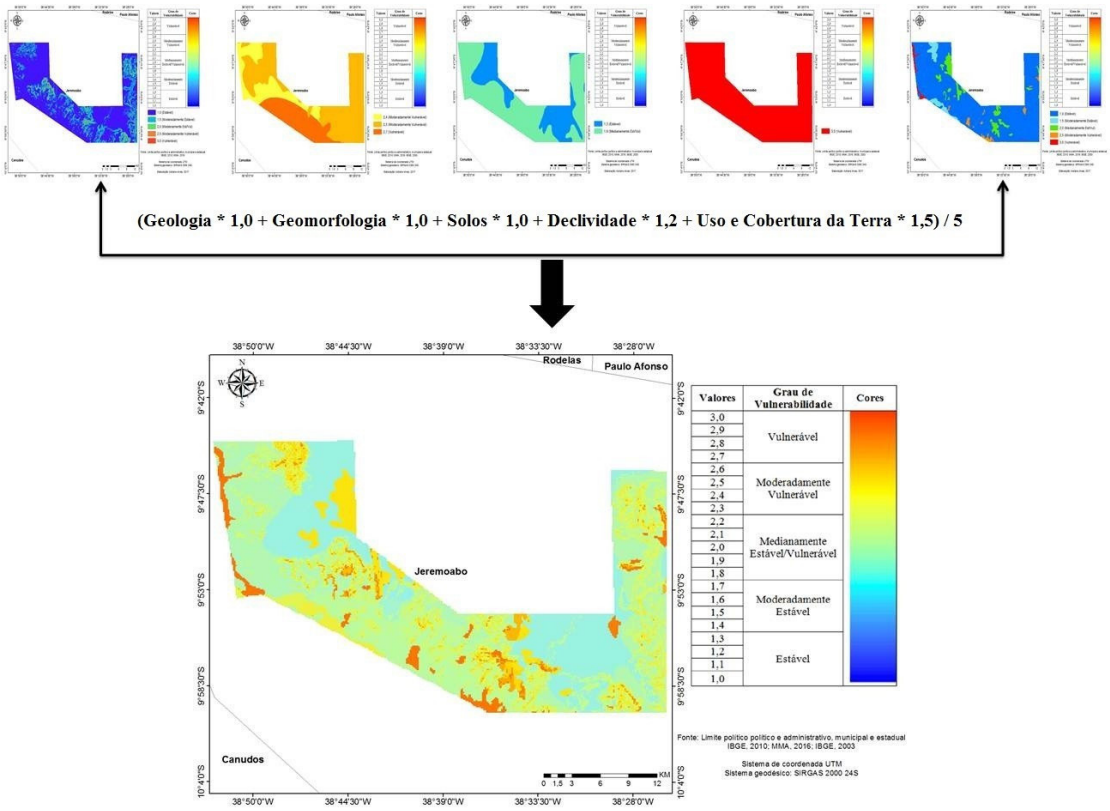
Quanto aos solos, é possível observar que a maior parte da APA Serra Branca apresenta Neossolos e, apenas uma pequena parte, a oeste da UC é formada por Vertissolos. Esses tipos de solos são considerados vulneráveis pelo fato de serem jovens e pouco desenvolvidos, ou seja, têm como principal característica a pequena evolução dos perfis de solo (Crepani *et al.,* 2001). Seguindo a metodologia proposta por esse autor, tanto os Neossolos quanto os Vertissolos possuem valor máximo na escala de vulnerabilidade, ou seja, valor 3,0, e, consequentemente, se enquadram na categoria vulnerável.

No que se refere ao uso e cobertura da terra, a APA Serra Branca tem a maior parte da área na categoria denominada estável, pela predominância da Caatinga Arbóreo-arbustiva, que possui valor 1,0 na escala elaborada por Crepani *et al.* (2001) e que ocupa aproximadamente 84,18% de toda a área. Conforme metodologia adaptada pelos autores supracitados as classes como Caatinga Árboreo-Arbustiva Antropizada (5,56% da área) têm valor 2,0 e Lavoura e Pastagem Alternadas (3,33%) tem valor 2,5. Apesar de tais classes não serem predominantes na APA Serra Branca foram de fundamental importância para a mensuração da vulnerabilidade ambiental.

Como mostrado na metodologia, a modelagem da vulnerabilidade ambiental da APA Serra Branca foi gerada, a partir da integração dos dados (Declividade, Geologia, Unidades Geomorfológicas, Solos e Uso e Cobertura das Terras) por meio da álgebra de mapas (Figura 2).

Como é possível observar na Figura 3, a maior parte da área da APA Serra Branca está na categoria medianamente estável/vulnerável (62,13% da área), que é a categoria intermediária, caracterizada como uma área de transição, ou seja, podem ser observados nessas áreas tanto processos de morfogênese quanto de pedogênese. Outra categoria que apresentou destaque, ocupando aproximadamente 34% da área de estudo, foi a categoria moderadamente estável, que pode ser caracterizada como uma área de fraca ação de processos erosivos (ainda que superior às características da categoria estável).

Figura 2 – Álgebra de mapas para a geração da Modelagem de Vulnerabilidade Ambiental da APA Serra Branca

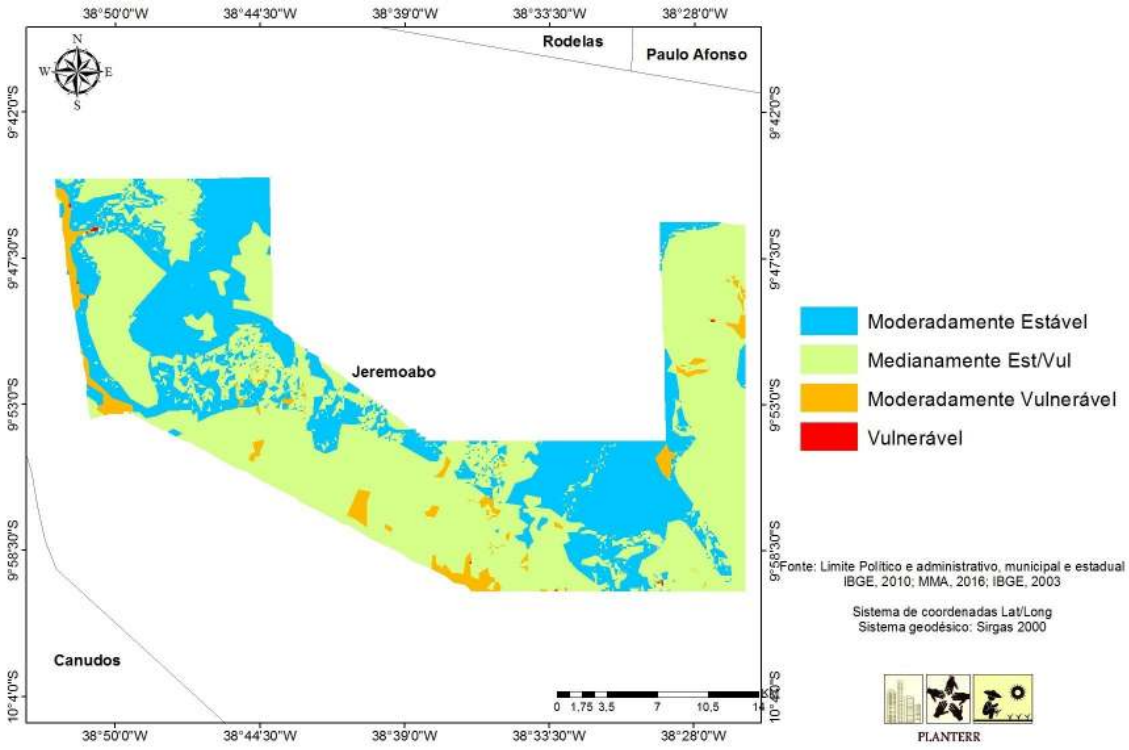


Fonte: Os autores, 2019.

A categoria moderadamente vulnerável ocupou uma pequena parte da APA Serra Branca (3,81%), localizada basicamente às margens do Rio Vaza-Barris, em uma área que tem a predominância de superfícies erosivas flúvio-pluviais, de lavouras e de pastagens, são áreas em que os processos de morfogênese predominam em relação à pedogênese e podem ser resultantes tanto de ações antrópicas quanto de fatores de ordem natural (IBGE, 2006). O maior destaque dessas áreas, foi possível principalmente pelo peso dado (1,5) à variável de uso e cobertura das terras. Foram encontradas pequenas áreas que apresentavam a categoria vulnerável (0,05%), que apesar de não serem extensas, correspondem à categoria que apresenta a maior vulnerabilidade ambiental, marcada pelo ápice dos processos de morfogênese.

O zoneamento realizado na APA Serra Branca representa a síntese de todos os levantamentos realizados, possibilitando uma análise da paisagem frente aos processos ambientais e antrópicos, a proposta para o zoneamento ambiental está apresentada na Figura 4, onde foram identificadas 6 zonas com as diferentes categorias de manejo. A proposta engloba tanto áreas que possuem um equilíbrio ambiental, quanto áreas que se encontram em elevado estágio de vulnerabilidade ambiental.

Figura 3 – Modelagem da Vulnerabilidade Ambiental da APA Serra Branca – Bahia (Classes)



Fonte: Os autores, 2019.

A Área de Controle Ambiental ocupou 33,97% da área da APA Serra Branca, essa categoria foi obtida através da interseção das classes Caatinga Arbóreo-Arbustiva, Caatinga Arbóreo-Arbustiva Antropizada e Vegetação com Influência Lacustre e Fluvial presentes no mapa de uso e cobertura da terra, com a classe moderadamente estável do mapa de Vulnerabilidade Ambiental da APA Serra Branca. A maior parte da Área de Controle ambiental corresponde à Caatinga Arbóreo-Arbustiva, considerada quase em sua totalidade como uma área moderadamente estável. As classes Caatinga Arbóreo-Arbustiva Antropizada e Vegetação com Influência Lacustre e Fluvial, não obtiveram muita representatividade na categoria moderadamente estável, isso ocorreu, principalmente por possuírem pesos de vulnerabilidade ambiental mais elevados do que os da Caatinga Arbóreo-Arbustiva. As Áreas de Controle Ambiental podem ser consideradas estáveis por não apresentar um alto grau de vulnerabilidade, indicada apenas a manutenção da cobertura vegetal existente, sendo possível até o uso da terra nessas áreas, como por exemplo, o uso da agricultura convencional, contanto que haja um plano de controle ambiental (Abrão; Bacanl, 2018).

A segunda classe do Zoneamento Ambiental, foi a Área de Reabilitação Ambiental, ocupando apenas 0,07% da APA Serra Branca, ressaltando que, essa categoria foi obtida através da interseção das classes Solo Exposto; Superfície Erosiva Flúvio-Pluvial e Lavoura e Pastagens Alternadas presentes no mapa de uso e cobertura da terra, com a classe moderadamente estável do mapa de Vulnerabilidade Ambiental da APA Serra Branca. Deste modo, as áreas de Reabilitação Ambiental são encontradas nas zonas de transição entre as classes Área de Recuperação Prioritária e Área de Controle Ambiental,

sendo indicada para essa categoria a recuperação da cobertura vegetal, evitando atividades antrópicas nessas áreas.

A terceira classe do Zoneamento Ambiental identificado corresponde a Área de Conservação, que representa a maior categoria encontrada na APA Serra Branca, ocupando aproximadamente 55,95% da UC, sendo esta classificação obtida através da interseção das classes Caatinga Arbóreo-Arbustiva e Vegetação com Influência Lacustre e Fluvial, presentes no mapa de uso e cobertura da terra, com a classe medianamente estável/vulnerável do mapa de vulnerabilidade ambiental da APA Serra Branca.

Assim, como as Áreas de Controle Ambiental, boa parte da classe Área de Conservação também é formada por Caatinga Arbóreo-Arbustiva, mas devido a outras variáveis, cujos atributos se demonstraram mais frágeis (declividade elevada e unidades geomorfológicas), obteve um valor de vulnerabilidade mais elevado. Por apresentar aspectos geomorfológicos de maior vulnerabilidade, ocasionando em uma zona de transição da categoria moderadamente estável, para a categoria moderadamente vulnerável, e consequentemente uma transição do predomínio dos processos pedogenéticos para os morfogenéticos, não sendo, portanto, indicado o uso da terra nesses locais (apesar de não ser proibido), mas ainda assim se mantem a conservação frente à preservação, não impedindo totalmente as ações antrópicas, já que há predominância da cobertura vegetal nesse local, sendo necessário apenas que se conserve a vegetação.

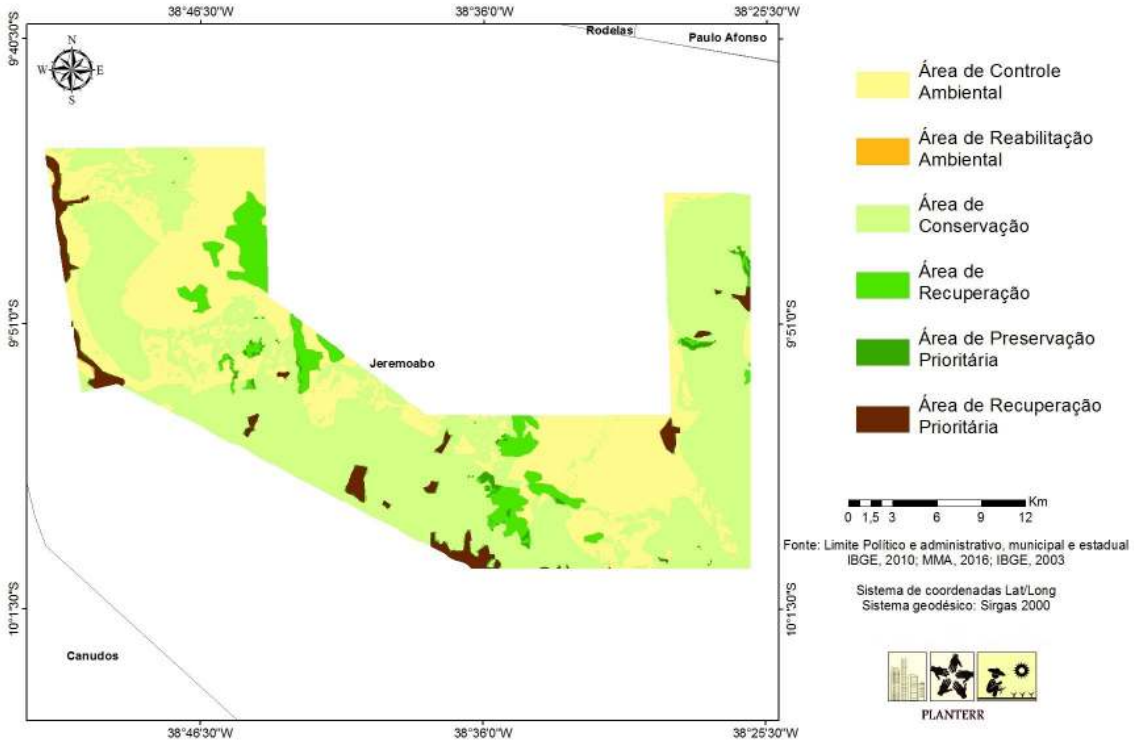
A quarta classe do Zoneamento Ambiental a ser analisada, foi a Área de Recuperação, que ocupou aproximadamente 6,19% do território da APA Serra Branca, cuja categoria foi obtida através da interseção das classes solo exposto; superfície erosiva flúvio-pluvial; lavoura e pastagens alternadas e caatinga arbóreo-arbustiva antropizada presentes no mapa de uso e cobertura da terra, com a classe medianamente estável/vulnerável do mapa de vulnerabilidade ambiental da APA Serra Branca. Essa classe se refere aos locais que apesar de apresentar sérios riscos de se tornar vulneráveis, ainda assim ocorre o uso da terra, ou fortes sinais de antropização como é o caso da Caatinga Arbóreo-Arbustiva Antropizada, que é a classe predominante nessa categoria. Portanto, é indicado para essas áreas um controle ambiental maior, principalmente quanto ao uso da terra, no intuito de evitar que esses locais avancem para um nível de vulnerabilidade ambiental mais elevado.

A quinta categoria do Zoneamento Ambiental a ser analisada foi Área de Preservação Prioritária que ocupa 0,90% da área da APA Serra Branca, resultante da interseção das classes Caatinga Arbóreo-Arbustiva, Caatinga Arbóreo-Arbustiva Antropizada e Vegetação com Influência Lacustre e Fluvial presentes no mapa de uso e cobertura da terra, com as classes moderadamente vulnerável e vulnerável do mapa de Vulnerabilidade Ambiental da APA Serra Branca. Essa categoria busca a preservação e não mais a conservação, ou seja, é indicado que não haja nenhuma intervenção antrópica nesses locais, pois as variáveis espaciais, como a alta declividade, configuram maior vulnerabilidade, independente dessas áreas ainda possuírem vegetação. Recomenda-se então a manutenção da vegetação, aliada à recomposição da cobertura vegetal nativa em áreas degradadas,

sendo admitidas atividades relacionadas ao desenvolvimento de pesquisas, educação ambiental e visitação controlada (Maganhotto *et al.,* 2016; Abrão; Bacani, 2018).

A última categoria analisada, Área de Recuperação Prioritária, é considerada a mais crítica de toda APA Serra Branca, ocupando 2,92% da unidade. Resultante da interseção das classes solo exposto, superfície erosiva flúvio-pluvial e lavoura e pastagens alternadas (presentes no mapa de uso e cobertura da terra), com as classes moderadamente vulnerável e vulnerável do mapa de vulnerabilidade ambiental da APA Serra Branca. Segundo Goudie (1990 *apud* Guerra; Mendonça, 2004), a erosão dos solos é o principal e mais sério impacto causado pela ação humana sobre o meio ambiente, portanto, é indicado para esses locais, a preservação de forma prioritária, evitando qualquer alteração humana relacionada ao uso do solo, na tentativa de que haja uma recuperação gradual da vegetação ao longo dos anos, principalmente nas áreas de Superfície Erosiva Flúvio-Pluvial (Gonçalves *et al.,* 2009).

Figura 4 – Zoneamento Ambiental, APA Serra Branca – Bahia



Fonte: Os autores, 2019.

É possível observar na Tabela 7, como se configuraram as classes do zoneamento ambiental na área da APA Serra Branca.

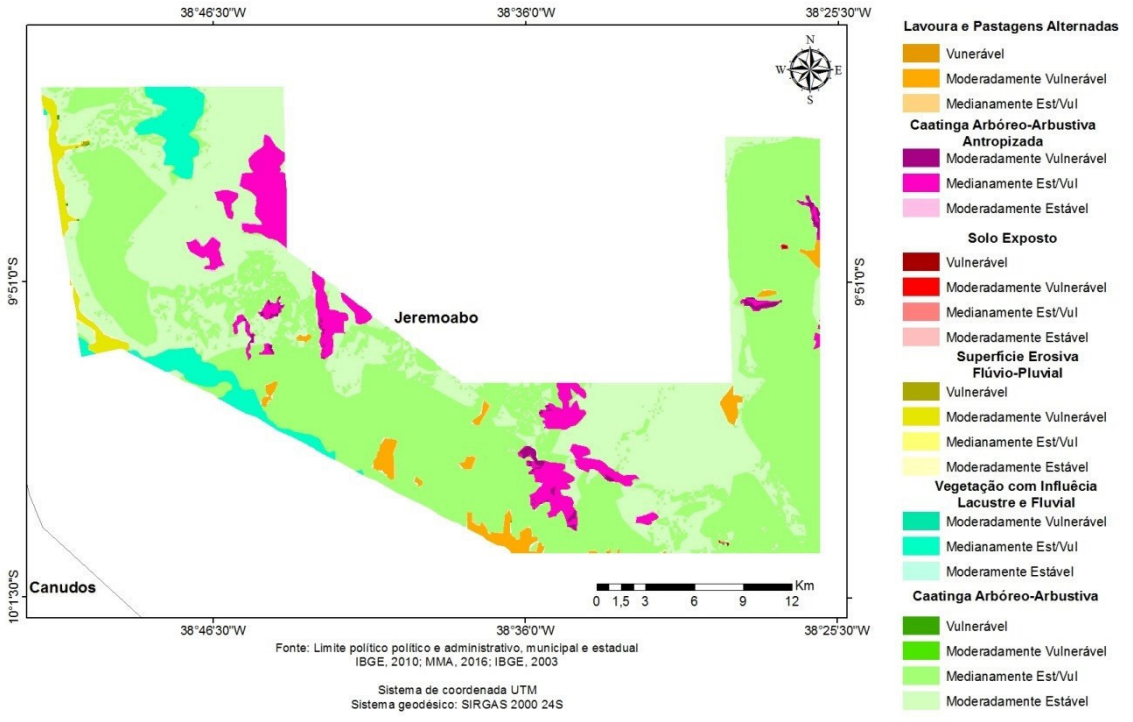
Tabela 7 – Distribuição das categorias do Zoneamento Ambiental na área da APA Serra Branca

Categorias do Zoneamento Ambiental	
Área de Controle Ambiental	33,97%
Área de Reabilitação Ambiental	0,07%
Área de Conservação	55,95%
Área de Recuperação	6,19%
Área de Preservação Prioritária	0,90%
Área de Recuperação Prioritária	2,92%

Fonte: Os autores, 2019.

A Figura 5, demonstra o resultado da tabulação cruzada entre o mapa uso do solo e cobertura vegetal e o mapa de vulnerabilidade ambiental.

Figura 5 –Tabulação cruzada entre as classes de Uso do Solo e cobertura vegetal com as classes de Vulnerabilidade Ambiental



Fonte: Os autores, 2019.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse trabalho buscou analisar a paisagem da APA da Serra Branca e identificar os principais valores da paisagem, na tentativa de gerar uma modelagem da Vulnerabilidade

Ambiental e, consequentemente, realizar um Zoneamento Ambiental, de forma a estabelecer apoio às futuras políticas de gestão territorial desta unidade de conservação.

Com relação aos aspectos ambientais, essa pesquisa produziu uma modelagem que possui capacidade de identificar a vulnerabilidade de áreas com um maior detalhamento, pelo fato de ter uma metodologia adaptada para os fatores mais importantes da realidade local, atribuindo pesos diferenciados para cada variável. A partir da álgebra de mapas utilizada, foi possível observar como o mapa de Uso e Cobertura das Terras foi determinante na composição do mapa de vulnerabilidade Ambiental, por ter sido a variável que recebeu o maior peso.

Os cruzamentos entre as diversas variáveis foram essenciais para a modelagem da vulnerabilidade ambiental, relacionando tanto à dinâmica dos elementos naturais, bem como, as ações antrópicas. Dessa forma, foi estabelecida uma correlação dos processos ambientais naturais, com processos e consequências da ação humana sobre esses ambientes, já que ambos podem determinar possíveis equilíbrios ou desequilíbrios ambientais.

Dessa forma, constatou-se que, a maior parte da Unidade de Conservação apresenta áreas Medianamente Estável/Vulnerável (62,12%), seguida por áreas Moderadamente Estável (34,01%), condicionado, sobretudo, pelos baixos valores de declividade e pelo predomínio da Caatinga Arbóreo-Arbustiva. As áreas que apresentam uma vulnerabilidade mais elevada, são caracterizadas principalmente por lavouras e pastagens, e por áreas que possuem superfícies erosivas.

Com base no Zoneamento Ambiental realizado, a partir do cruzamento do mapa de Vulnerabilidade Ambiental com o mapa de Uso e Cobertura das Terras, observou-se que a APA Serra Branca apresenta uma grande diversidade de paisagens, com processos e características ambientais diferenciados. Foi possível definir, assim, o grau de vulnerabilidade de seus ambientes, definindo claramente as áreas que necessitam ser recuperadas de forma imediata, as áreas que carecem de uma maior atenção e as que precisam apenas de maior controle ambiental.

Observou-se no Zoneamento Ambiental que mais da metade da área da APA Serra Branca (aproximadamente 56%) é composta pela classe Área de Conservação, que se configura como uma área de transição da categoria de vulnerabilidade ambiental Moderadamente Estável, para a categoria Moderadamente Vulnerável, dessa forma, não é indicado o uso da terra para mais da metade da área da APA Serra Branca, apesar dessa classe não possuir um nível elevado de vulnerabilidade ambiental.

REFERÊNCIAS

ABRÃO, C. M. R; BACANI, V. M. Diagnóstico da fragilidade ambiental na bacia hidrográfica do Rio Santo Antônio, MS: subsídio ao zoneamento ambiental. **Boletim Goiano de Geografia**, Goiânia/GO, v. 38, n. 3, p. 619–645, 2018. DOI: 10.5216/bgg.v38i3.56362.

BANDEIRA, I. C. N. (Org.). **Geodiversidade do Estado do Maranhão**. Teresina/PI: CPRM, 2013.

BRASIL. Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1o, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. **Diário Oficial da União (DOU)**: Seção 1, Brasília/DF: Imprensa Nacional, 19 jul. 2000.

CARVALHO, R. G. de; MEIRELES, A. J. A. de. Dinâmica Ambiental como Critério para o Zoneamento do Litoral Leste de Fortaleza - CE (environmental dynamic criteria for planning of east coast of Fortaleza – Ceará - northeast Brazil). **Mercator**, Fortaleza/CE, v. 7, n. 14, p. p. 167 a 178, 2009. ISSN 1984-2201.

CASTRO JR, E. de; COUTINHO, B. H; FREITAS, L. E. de. **Gestão da Biodiversidade e Áreas Protegidas.** *In:* GUERRA, A. J. T.; COELHO, M. C. N. (org.). **Unidades de conservação:** abordagens e características geográficas. Rio de Janeiro/RJ: Bertrand Brasil, 2009. 296p.

CREPANI, E.; MEDEIROS, J.S.; HERNANDEZ FILHO, P.; FLORENZANO, T.G.; DUARTE, V.; BARBOSA, C.C.F. **Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento Aplicados ao Zoneamento Ecológico-Econômico e ao Ordenamento Territorial.** São José dos Campos/SP: INPE, 2001.

CREPANI, E. Zoneamento ecológico-econômico. *In:* FLORENZANO, T. G. **Geomorfologia:** conceitos e tecnologias atuais. São Paulo/SP: Oficina de Textos, 2008. p. 285 -318

DANTAS, M. E. Biblioteca de relevo do território brasileiro**.** *In:* BANDEIRA, I. C. N. (Org.). **Geodiversidade do Estado do Maranhão.** Teresina/PI: CPRM, 2013.

FAGUNDES, M. G., QUEIROZ FILHO, A. P. A variação de escala nas metodologias de fragilidade e vulnerabilidade na bacia hidrográfica do Rio Jundiaí/SP**. Boletim Goiano de Geografia,** 2014.

FLORENZANO, T. G. **Imagens de satélite para estudos ambientais.** São Paulo/SP: Oficina de Textos, 2002.

FLORENZANO, T. G. **Geomorfologia:** conceitos e tecnologias atuais. São Paulo/SP: Oficina de Textos, 2008.

GALANTE , M. L. V.; BESERRA , M. M. L.; MENEZES, E. O. **Roteiro Metodológico de Planejamento**: Parque Nacional, Reserva Biológica, Estação Ecológica 2002. Brasília/DF: IBAMA, 2003.

GARAY, I.; BECKER, B. K. **Dimensões Humanas da Biodiversidade:** O desafio de novas relações sociedade natureza no século XXI. Petrópolis/RJ: Vozes, 2006.

GUERRA, A. J. T., MENDONÇA, J. K. S. Erosão dos Solos e a Questão Ambiental. *In:* VITTE, A. C., GUERRA, A. J. T. (orgs.). **Reflexões sobre a Geografia Física no Brasil**. Rio de Janeiro/RJ, Betrand Brasil, 2004.

GUERRA, A. J. T.; COELHO, M. C. N. (org.). **Unidades de conservação:** abordagens e características geográficas. Rio de Janeiro/RJ: Bertrand Brasil, 2009. 296p

Gonçalves, A. R.; FERNANDES, C. H. V.; PENTEADO, D.; VELOSO, V. **Roteiro metodológico para a elaboração de plano de manejo para florestas nacionais.** Brasília/DF: ICMBio, 2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual técnico de uso da terra**. 2.ed n.7. Rio de Janeiro/RJ: IBGE/Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais., 2006. 92 p.

LEAL, J. M. *et al.* Vulnerabilidade Ambiental no Município de São Miguel do Tapuio, Piauí: Bases Para o Ordenamento Territorial (Environmental vulnerability in the municipality of São Miguel do Tapuio, Piauí: Bases for territorial planning). **Revista Brasileira de Geografia Física**, *[S.l.],* v. 12, n. 2, p. 608-621, 2019. ISSN 1984-2295. DOI: https://doi.org/10.26848/rbgf.v12.2.p608-621.

LISBOA, G.P; MOREAU, M.S; GOMES, R.L; MORAES, M.E.B. Avaliação da fragilidade ambiental da bacia hidrográfica do rio Una (estado da Bahia) como subsídio para o planejamento e a gestão territorial. **GEOGRAFIA**, Rio Claro/sp, v. 42, n. 2, p. 225-242, 2017.

MAGANHOTTO, R. F.; LOHMANN, M.; SOUZA, L. C. de P.; SANTOS, L. J. C. Os índices de representação do relevo como suporte para o zoneamento ambiental de unidades de conservação – estudo de caso da floresta nacional de Irati. **Geografia Ensino & Pesquisa**, *[S. l.]*, v. 20, n. 3, p. 168–181, 2016. DOI: 10.5902/2236499422036.

MEDEIROS, R.; GARAY, I. Singularidades do Sistema de Áreas Protegidas para a Conservação e Uso da Biodiversidade Brasileira. *In*: GARAY, I.; BECKER, B. K. **Dimensões Humanas da Biodiversidade:** O desafio de novas relações sociedade natureza no século XXI. Petrópolis/RJ: Vozes, 2006. p.159-184.

NARDIN, D. D.; ROBAINA, L. E. DE S.. Zoneamento geoambiental no oeste do Rio Grande do Sul: um estudo em bacias hidrográficas em processo de arenização. **Sociedade & Natureza**, v. 22, n. 3, p. 487–502, dez. 2010. .

RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. D.; CAVALCANTI, A. P. B. **Geoecologia da paisagem:** uma visão geossistêmica da análise ambiental. Fortaleza/CE: EDUFC, 2017.

ROSA, R.; BRITO, J.L.S. **Introdução ao Geoprocessamento:** Sistema de Informação Geográfica. Uberlândia/MG: UFMG, 1996.

ROSS, J. L. S. Análise Empírica da Fragilidade dos Ambientes Naturais antropizados. **Revista do Departamento de Geografia**, *[S. l.]*, v. 8, p. 63-74, 2011. DOI: 10.7154/RDG.1994.0008.0006.

SANTOS, C. A. dos; SOBREIRA, F. G. Análise da Fragilidade e Vulnerabilidade Natural dos Terrenos aos Processos Erosivos como Base para o Ordenamento Territorial: o Caso das Bacias do Córrego Carioca, Córrego do Bação e Ribeirão Carioca na Região do Alto Rio das Velhas-MG. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, *[S. l.]*, v. 9, n. 1, 2008. DOI: 10.20502/rbg.v9i1.102.

SILVEIRA, C. T. da. **Análise digital do relevo na predição de unidades preliminares de mapeamento de solos**: integração de atributos topográficos em sistemas de informações geográficas e redes neurais. Orientador: Prof.ª Dr.ª Chisato Oka-Fiori. 2010. 153 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Programa de Pós-Graduação em Geografia do Setor de Ciências da Terra da Universidade Federal do Paraná, Curitiba/PR, 2010.

SUPERINTENDÊNCIA DE ESTUDOS ECONÔMICOS E SOCIAIS DA BAHIA (SEI). **Balanço hídrico do estado da Bahia.** Salvador/BA: SEI, 1999.

THOMAS, Bruna Letícia. Proposta de Zoneamento Ambiental para o Município de Arroio do Meio – RS. **RAEGA - O Espaço Geográfico em Análise**, *[S.l.],* v. 24. 2012. ISSN 2177-2738.

TRICART, J. **Ecodinâmica.** Rio de Janeiro/RJ: FIBGE/SUPREN, 1977.

VIERA NETO, P. **Estatística descritiva:** Conceitos básicos. *[s.n.]:*São Paulo, 2004

VITTE, A. C., GUERRA, A. J. T. (org.). **Reflexões sobre a Geografia Física no Brasil**. Rio de Janeiro/RJ, Betrand Brasil, 2004.

SOBRE OS/AS AUTORES/AS

ADRIANO ALMEIDA ALVES – Licenciado e Bacharel em Geografia pela Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS) e mestre em Planejamento Territorial pela Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS). Pesquisador na área de Geografia Ambiental, com ênfase em unidades de conservação.

E-mail: adriano_alves_2008@hotmail.com

ELANE FIÚZA BORGES – É graduada em Licenciatura em Geografia pela Universidade Estadual de Feira de Santana-UEFS (2005) e mestre na área de Geotecnologias pelo programa de pós-graduação em Modelagem em Ciências da Terra e do Ambiente pela UEFS (2008). Doutora na área de Geoprocessamento e Análise Ambiental pelo programa de pós-graduação em Geociências Aplicadas da Universidade de Brasília (UnB). Nos trabalhos que desenvolve utiliza as Geotecnologias, tais como o sensoriamento remoto, processamento digital de imagens (PDI) e sistemas de informação geográfica (SIG). Foi professora assistente da Universidade Federal da Bahia-UFBA, lotada no Instituto de Ciências Ambientais e Desenvolvimento Sustentável-ICADS, Barreiras-BA, onde ministrou aulas das disciplinas de Cartografia Sistemática e Temática, Cartografia Digital, Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento. Atualmente é professora adjunta da Universidade Estadual de Feira de Santana.

E-mail: elaneborges@gmail.com