

VULNERABILIDADE AMBIENTAL DO MUNICÍPIO DE SENHOR DO BONFIM (BA) ENQUANTO SUBSÍDIO AO ORDENAMENTO AMBIENTAL

Environmental vulnerability of the Senhor do Bonfim Municipality (BA) as a subsidy to the territorial environmental

Vulnerabilidad ambiental del municipio de Señor del Bonfim (BA) cuando subsidio al ordenamiento ambiental



Felipe Souza REIS – Licenciado em Geografia pela Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF), Campus Senhor do Bonfim, BA, Brasil. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-3650-350X> CURRICULUM LATTES: <http://lattes.cnpq.br/6200916464010717> EMAIL: felipesouzareis01@gmail.com

Sirius Oliveira SOUZA – Doutor em Geografia pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Professor Adjunto da Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF), Campus Senhor do Bonfim, BA, Brasil. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-8831-5709>. CURRICULUM LATTES: <http://lattes.cnpq.br/8276391391442898> EMAIL: sirius.souza@univasf.edu.br

RESUMO

A funcionalidade dos ambientes naturais é alterada pelas ações humanas em um ritmo mais intenso que aquele normalmente produzido pela própria natureza. Quando não planejadas, tais alterações proporcionam uma série de desequilíbrios funcionais que, muitas vezes acarretam consequências drásticas à vida humana e à própria natureza. Exemplos desses desequilíbrios ambientais podem ser visualizados na maioria dos municípios situados no semiárido brasileiro. Estes, nas últimas décadas sofreram com a implantação imprópria de novas formas de uso e ocupação da terra. O desmatamento, o lançamento de efluentes nos cursos de água, o aterramento e a construção em canais fluviais intermitentes denunciam a falta de preocupação com o ordenamento do território. Ao considerarmos o quadro físico natural e as dialéticas relações de uso e ocupação do território centro norte baiano, esta pesquisa objetiva analisar a vulnerabilidade ambiental do município de Senhor do Bonfim (BA) por meio de técnicas de geoprocessamento, com o intuito de subsidiar o ordenamento ambiental. Neste intuito foram elaborados índices de vulnerabilidade ambiental a partir da integração das características geológicas, pedológicas, clinográficas e de uso e ocupação da terra em ambiente SIG. Os resultados indicam que as classes que apresentam vulnerabilidade média e alta incluem os inselberges e demais relevos residuais. As classes de baixa e muito baixa vulnerabilidade abrangem os topos dos pediplanos situados na área em estudo. Os resultados encontrados permitiram a compreensão dos diferentes graus de vulnerabilidade de cada unidade frente a determinadas pressões antrópicas, podendo ser utilizado como instrumento de ordenamento ambiental local e regional.

Palavras-chave: Geomorfologia. Planejamento. Norte da Bahia.

Histórico do artigo

Recebido: 29 março, 2019

Aceito: 05 junho, 2019

Publicado: 28 agosto, 2019

ABSTRACT

The functionality of natural environments is altered by human actions at a rate more intense than that normally produced by nature itself. When unplanned, such changes provide a series of functional imbalances that often have drastic consequences on human life and nature itself. Examples of these environmental imbalances can be seen in most municipalities located in the semi-arid Brazilian region. These, in the last decades have suffered with the improper implantation of new forms of use and occupation of the earth. Deforestation, the discharge of effluents into the waterways, the grounding and the construction in intermittent river channels denounce the lack of concern with land use planning. When considering the natural physical framework and the dialectical relations of land use and occupation of the Bahia north territory, this research aims to analyze the environmental vulnerability of the municipality of Senhor do Bonfim (BA) through geoprocessing techniques, in order to subsidize the development environmental. For this purpose, environmental vulnerability indexes were elaborated based on the integration of geological, pedological, clinographic and land use and occupation characteristics in a GIS environment. The results indicate the classes that present medium and high vulnerability include the inselberges and other residual reliefs. The low and very low vulnerability classes cover the tops of the pediplane located in the study area. The results allowed the understanding of the different degrees of vulnerability of each unit against certain anthropic pressures, and can be used as an instrument of local and regional environmental planning.

Keywords: Geomorphology. Planning. Bahia North.

RESUMEN

La funcionalidad de los ambientes naturales es alterada por las acciones humanas a un ritmo más intenso que el normalmente producido por la propia naturaleza. Cuando no planificadas, tales cambios proporcionan una serie de desequilibrios funcionales que a menudo acarrear consecuencias drásticas a la vida humana ya la naturaleza misma. Ejemplos de estos desequilibrios ambientales pueden ser visualizados en la mayoría de los municipios situados en el semiárido brasileño. Estos, en las últimas décadas han sufrido con la implantación impropia de nuevas formas de uso y ocupación de la tierra. La deforestación, el lanzamiento de efluentes en los cursos de agua, la puesta a tierra y la construcción en canales fluviales intermitentes denuncian la falta de preocupación con el ordenamiento del territorio. Al considerar el cuadro físico natural y las dialécticas relaciones de uso y ocupación del territorio centro norte de Bahía, esta investigación objetiva analizar la vulnerabilidad ambiental del municipio de Senhor de Bonfim (BA) por medio de técnicas de geoprocésamiento, con el propósito de subsidiar el ordenamiento ambiental. En este propósito se elaboraron índices de vulnerabilidad ambiental a partir de la integración de las características geológicas, pedológicas, clínicas y de uso y ocupación de la tierra en ambiente SIG. Los resultados indican que las clases que presentan vulnerabilidad media y alta incluyen los inselberges y demás relieves residuales. Las clases de baja y muy baja vulnerabilidad abarcan los topos de los pediplanos situados en el área en estudio. Los resultados encontrados permitieron la comprensión de los diferentes grados de vulnerabilidad de cada unidad frente a determinadas presiones antrópicas, pudiendo ser utilizado como instrumento de ordenamiento ambiental local y regional.

Palabras-clave: Geomorfología. Planificación. Norte del Bahia.

1 INTRODUÇÃO

Tendo em vista que o termo vulnerabilidade provém do latim *Vulnerabilis*, que designa ponto mais fraco. Por extensão, a noção de vulnerável, corresponde ao ponto que passa a ser mais acessível as agressões (MAZZER, 2007). Neste sentido, o conceito de

vulnerabilidade utilizado neste trabalho pode ser compreendido como a probabilidade que uma comunidade, estrutura, serviços ou área geográfica têm de ser danificada ou perturbada pelo impacto de um determinado perigo (TOBIN e MONTZ, 1997).

Dentro da Geografia, a avaliação da vulnerabilidade integra, atualmente, abordagens quantitativas e qualitativas, baseadas em posturas analíticas (decompondo-se o sistema que está em tela e estimando-se seu potencial de sofrer danos) ou sistêmicas (avaliando-se a susceptibilidade de um sistema em seu conjunto).

Nessa perspectiva, a Geografia tem sido uma ciência guia no estudo da vulnerabilidade das pessoas e dos lugares expostos a vários riscos (CUTTER, 2003). Os geógrafos estudaram a vulnerabilidade das famílias (FRAYNE, 2004), das cidades (PELLING, 2003) e dos países insulares (NUNN; MIMURA, 1997), a vários riscos, como os riscos naturais (BLAIKIE et al., 1994) e as alterações climáticas (BOHLE; DOWNING; WATTS, 1994).

Partindo do princípio de que todos os sistemas são vulneráveis, Leone e Vinet (2006) demonstram ser possível distinguir ou decompor a vulnerabilidade em numerosos tipos, mas, para efeito deste estudo abordaremos apenas as discussões relativas à vulnerabilidade ambiental. Entendida neste trabalho como “[...] a maior ou menor susceptibilidade de um ambiente a um impacto potencial mediante o uso antrópico” (TAGLIANI, 2002, p.3).

Logo, uma área pode ser vulnerável ambientalmente, se os seus ecossistemas, espécies e processos estiverem susceptíveis a danos antropogênicos e naturais. A vulnerabilidade ambiental difere da vulnerabilidade econômica ou social porque o ambiente inclui sistemas complexos com diferentes níveis de organização marcados por um complexo fluxo de matéria, energia e informação (KALY, et al., 1999).

É nesse contexto, que Santos (2007) enfatiza que a vulnerabilidade ambiental constitui o grau de exposição de um ambiente influenciado por diversos fatores, os quais acarretam danos ambientais, dentre outros impactos e riscos decorrentes de atividades socioeconômicas. Diante disso, a avaliação da capacidade de suporte da paisagem constitui na atualidade uma necessidade para se evitar o comprometimento dos recursos naturais e a potencialização ou o desencadeamento de processos morfogênicos. Afinal, como afirma Ross (2006, p. 56):

[...] As inserções humanas, por mais estruturadas que possam ser, não criam natureza, não modificam as leis da natureza, apenas interferem nos

fluxos de energia e matéria alterando suas intensidades, forçando a natureza a encontrar novos pontos de equilíbrio funcional.

Exemplos desses desequilíbrios ambientais podem ser visualizados na maioria dos municípios situados no semiárido brasileiro. Estes, nas últimas décadas sofreram com a implantação imprópria de novas formas de uso e ocupação da terra. O desmatamento, o lançamento de efluentes nos cursos de água, o aterramento e a construção em canais fluviais intermitentes denunciam a falta de preocupação com o ordenamento do território. Tais formas, muitas das vezes, não consideraram a ativa fragilidade ambiental destas áreas, causando danos irreversíveis.

Dentre os estados brasileiros contidos no semiárido, a unidade federal Bahia se destaca por possuir, percentualmente, o maior número de municípios inseridos no semiárido (22,02%) que corresponde a 278 municípios de 1.262, a maior área (40%), cerca de 446.021 km², e a maior população (27,77%), cerca de 7,5 milhões. Estes municípios se destacam ao possuir elevado potencial socioeconômico comprovado pela densa ocupação populacional, ampla utilização agropecuária, alta demanda turística, presença de bacias sedimentares e corpos mineralógicos economicamente exploráveis, etc. (SUDENE, 2017).

Além disso, segundo a Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE, 2016), a ocupação do semiárido baiano na atualidade se processa vinculada e subordinada a interesses externos, através de estratégias articuladas entre os interesses privados e os do Estado. Estas iniciativas resultam num significativo aumento dos fluxos, tanto da demanda interna, como da demanda externa e suscitam conflitos e contradições com a energização dos empreendimentos nestas áreas, na forma de construção de polos irrigados e grandes mineradoras.

Diante dessa problemática, tornou-se imperativo realizar um trabalho que ao mesmo tempo em que produza informações e conhecimento sobre a vulnerabilidade ambiental desta porção do território brasileira, seja um instrumento útil para subsidiar planejamentos, zoneamentos e a gestão de uso e ocupação da terra em regiões semiáridas. Desta forma, este trabalho objetiva analisar a vulnerabilidade ambiental do município de Senhor do Bonfim (BA) por meio de técnicas de geoprocessamento, com o intuito de subsidiar o ordenamento ambiental.

Neste sentido, este trabalho se justifica, primeiro, porque a área em estudo tem sofrido intensas transformações no uso e ocupação das terras há mais de quatro séculos, não considerando os níveis de vulnerabilidade ambiental, o que acentua os problemas

ambientais. Segundo, pela inexistência de estudos que determinem a vulnerabilidade ambiental dos ambientes centro norte baianos e definam situações conflituosas de uso revertidas em críticos níveis de impactos ambientais negativos.

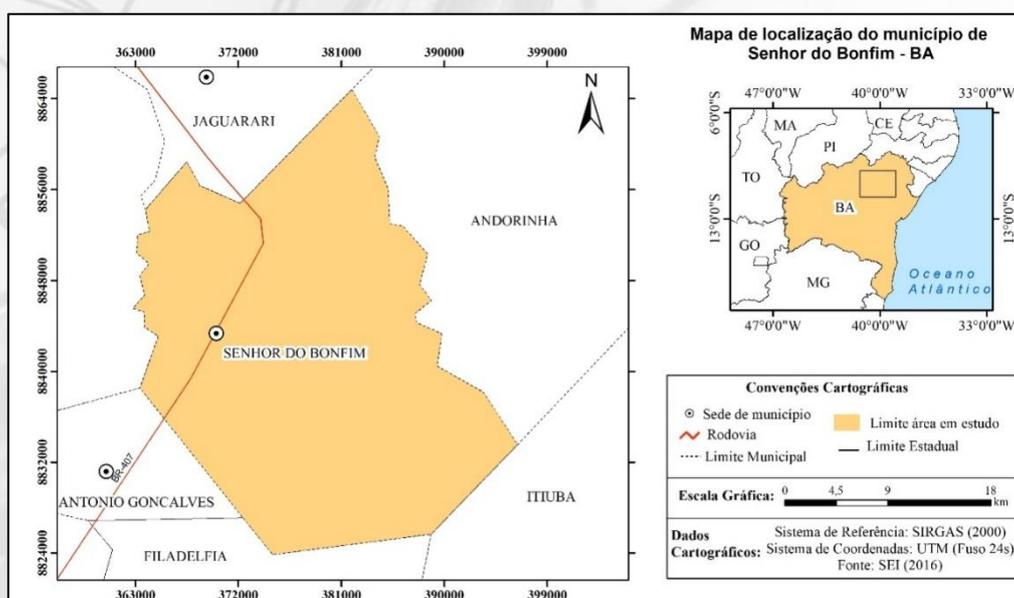
Além disso, a possibilidade de contribuir com a conservação e com a recuperação da biodiversidade ecológica da área em estudo, atestada por autores como Ramalho (2009), Porto et al., (2010), Silva, Dantas e Araújo (2017), dentre outros, aliada à possibilidade de cooperar com à manutenção cultural das comunidades tradicionais que convivem no Piemonte Norte do Itapicuru, também constitui uma das grandes justificativas do presente trabalho.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Caracterização da área em estudo

O município de Senhor do Bonfim se localiza no extremo norte do estado da Bahia (Figura 01), pertencendo ao Território de Identidade do Piemonte Norte do Itapicuru, cujo território municipal situa-se entre os paralelos $10^{\circ}16'00''S$ e $10^{\circ}38'0''S$ e os meridianos $40^{\circ}15'30''$ e $39^{\circ}56'30''W$ de Greenwich. Este município faz divisa a norte, com Jaguarari, a leste com o município de Andorinha e Itiúba, a oeste com o município de Campo Formoso e Antônio Gonçalves e a sul com o município de Filadélfia (SEI, 2015).

Figura 01 – Mapa de localização da área de estudo



Fonte: organização do autor.

O clima da região é classificado como do tipo tropical semiárido, que se caracteriza pela escassez e irregularidade das precipitações pluviométricas, que não ultrapassam 800mm/ano. As temperaturas médias são elevadas, em torno de 27° C e a amplitude térmica média anual é em torno de 5° C (IBGE, 2007). O que contribui para o desenvolvimento da vegetação Savana Estépica, denominada Caatinga (IBGE, 2012).

Tal formação conglera um diversificado mosaico de ecossistemas tropicais áridos com estruturas e composições florísticas bastante individualizadas, tendo como elemento comum a elevada exposição à radiação solar (IBGE, 2012).

Em âmbito geológico-geomorfológico, o município de Senhor do Bonfim está assentado principalmente sobre o Complexo Saúde, uma associação litológica complexa subdivida em três unidades: uma gnáissica, uma kinzigítica e uma calcissilicática, (essa faixa estaria limitada, a oeste, pela falha de Pindobaçu e, a leste, pelo Complexo Metamórfico-Migmatítico. Tal estrutura contribui para a existência de duas grandes unidades de relevo: o planalto residual da Serra de Jacobina e o pediplano sertanejo (RADAMBRASIL, 1983).

Nestas unidades, instauram-se processos pedogenéticos que dão origem aos Argissolos, Latossolos, Neossolos e Planossolos, com destaque para a ocorrência do Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico que ocupa cerca de 70% da área total do município (SEI, 2015).

2.2 Procedimentos Metodológicos

Villa e McLeod (2002) apontam três etapas necessárias à construção de um método de avaliação da vulnerabilidade ambiental: definição do conceito de vulnerabilidade, escolha do sistema a ser avaliado, bem como a escolha e organização das variáveis ambientais.

Desta forma, abordando o conceito de vulnerabilidade ambiental, tendo o município de Senhor do Bonfim (BA) enquanto área em estudo e tomando como base as variáveis descritas em Nascimento e Dominguez (2009), torna-se possível caracterizar a vulnerabilidade ambiental. Para alcançar os objetivos propostos neste trabalho, este foi racionalizado em três principais etapas.

A primeira etapa foi composta pela revisão bibliográfica acerca da vulnerabilidade ambiental em regiões semiáridas tropicais e pela aquisição, produção e/ou organização da

cartografia básica. A segunda etapa intitulada atividades de campo, foi composta pela averiguação, comparação e esclarecimento de dúvidas em campo sobre as informações obtidas na primeira etapa de gabinete. A terceira etapa, foi caracterizada pela integração dos dados e aplicação do índice de vulnerabilidade ambiental em ambiente de um Sistema de Informação Geográfica (SIG), com uso do software ArcGIS™ 10.4 (trial version) e pela redação final da pesquisa. Apresenta-se a seguir, o detalhamento dos principais procedimentos relativos às etapas citadas.

Considerando a identificação da vulnerabilidade ambiental em escala 1:100.000 por meio da proposta metodológica de Nascimento e Dominguez (2009), que faz uso das variáveis dispostas na Tabela 01, desenvolveu-se uma série de rotinas de geoprocessamento. Iniciando pela produção da cartografia básica através da aquisição das três cartas topográficas digitais em escala 1:100.000 referentes aos municípios pertencentes a área em estudo (Senhor do Bonfim SC.24-N-II, Campo Formoso SC.24-N-IV e Itiúba SC.24-O-III) ambas fornecidas pela Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia (SEI, 2015) e processadas com a utilização do SIG supracitado.

A partir das cartas topográficas digitais foi possível elaborar o mapa de declividade, com o uso do software ArcGIS™ 10.4 (trial version), onde os layers “curvas de nível”, “pontos cotados” e “limites municipais” foram interpolados para a confecção da estrutura de grade triangular, também conhecida como Triangular Irregular Network (TIN), que possibilita a representação do relevo por um conjunto de faces triangulares. Para a geração do TIN se utilizou o comando 3DAnalyste Creat/Modify TIN.

Tabela 01 – Variáveis utilizadas na determinação da vulnerabilidade ambiental

Variáveis	Critérios	Fonte e Escala do Material
Geologia	Tempo geológico	Menezes et al., (2017) em Escala: 1:100.000
Solos	Maturidade pedogenética	Organizado em escala 1: 100.000 a partir de SEI (2015).
Declividade	Variação de declividade	Elaborado em escala 1: 100.000 a partir de SEI (2015).
Uso e ocupação da Terra	Tipo de uso	Confeccionado com imagem LANDSAT 8-OLI em escala 1:100.000

Fonte: Adaptado de Nascimento e Dominguez (2009).

Já com o TIN gerado utilizou-se a ferramenta 3D Analyst, e os comandos Surface Analysis e Slope para a identificação da declividade. Após esse procedimento, o modelo

gerado foi reclassificado através da ferramenta Reclassify seguido da determinação manual das classes com base nos trabalhos de Souza (2017).

Como ilustrado na Tabela 02, delimitou-se seis classes de declividade distintas, na qual a primeira classe ($\geq 2\%$) representa as áreas sujeitas a inundações (DENT; YOUNG, 1981). Enquanto a segunda classe (2 | 5%) enquadra-se dentro do limite urbano industrial (BRASIL, 1979).

Tabela 02 – Valores de vulnerabilidade ambiental para as unidades de declividade

Declividade	Valor de Vulnerabilidade
≥ 2	4
2 5	1
5 15	1
15 30	2
30 37	3
≤ 37	5

Fonte: Adaptado de Nascimento e Dominguez (2009) e Souza (2017).

Já a classe que abrange as faixas de 5 | 15% define o limite máximo do emprego de mecanização agrícola conforme indicado por Venturi (2014). O intervalo entre 15 | 30% corresponde ao limite definido pela Legislação Federal como área para urbanização sem restrições (BRASIL, 1979). As áreas com declividade igual ou superior a 37% já configuram áreas vulneráveis a ocorrência de movimentos de massa (CARVALHO, MACEDO e OGURA, 2007).

Em seguida o Mapa Pedológico foi adaptado para a escala 1:100.000 a partir do mapeamento elaborado pela SEI (2012) na escala 1:250.000. Neste, organizou-se a simbologia e legenda segundo as normas descritas no Manual Técnico de Pedologia (IBGE, 2007). O mapa geológico foi obtido a partir do mapeamento elaborado Programa Gestão Estratégica da Geologia, da Mineração e da Transformação Mineral da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM) (MENEZES et al., 2017).

O mapa de Uso e Ocupação da Terra (2017) foi confeccionado em escala 1:100.000 a partir da classificação supervisionada híbrida de imagens orbitais, em que cada pixel na imagem é rotulado de acordo com um tipo de uso e ocupação. A classificação de imagens orbitais pode ser efetuada de forma supervisionada, não supervisionada e híbrida. Neste estudo, optou-se pela classificação supervisionada híbrida.

Para a elaboração deste mapa se utilizou uma imagem do sensor Operational Terra Imager (OLI) presente no satélite LANDSAT 8 referentes à órbita de número 217 e ponto

067. Tendo enquanto critério a busca por imagens com menor quantidade possível de nuvens, menor excesso de brilho e maior normalidade espectral, optou-se por uma imagem com data de passagem referente a 02/08/17. Cabe ressaltar que o sensor Operational Terra Imager (OLI) a bordo do satélite LANDSAT 8 realiza o imageamento da superfície terrestre produzindo imagens com 185 km de largura no terreno, resolução espacial média de 30 metros e nove bandas espectrais. O tempo de revisita do satélite é de 16 dias (EMBRAPA, 2019).

Após a escolha das imagens, estas foram agrupadas em uma composição falsa-cor (R5G4B6) no software Arcgis 10.4. A seguir foram escolhidas as chaves de interpretação representativas de cada uma das classes de interesse para o algoritmo da classificação supervisionada. Foram definidas sete classes com base no Manual Técnico de Uso da Terra do IBGE (2013) e nos trabalhos de campo realizados, conforme exposto na Tabela 03.

Tabela 03 – Valores de vulnerabilidade ambiental para as unidades de uso e ocupação

Classes de uso e ocupação	Valor de Vulnerabilidade
Caatinga Arbustiva	2
Corpos D'água	5
Cultivos Agrícolas Irrigados	3
Cultivos Agrícolas não irrigados	3
Mata de Transição	4
Solo Exposto	1
Urbano	4

Fonte: Adaptado de Crepani *et al.* (1996).

Por fim, para gerar este mapa, dentro do software escolhido, se utilizou o comando Create Signatures para criar as chaves de identificação espectral, seguido pelo comando Maximum Likelihood Classification para realizar a classificação.

Em seguida se converteu o raster para a modalidade vetorial com o comando Raster to Polygon, realizou-se algumas correções necessárias editando a tabela de atributos e calculou-se os respectivos valores em área ocupada pelo comando Geometry Calculator.

Moreira (2003) afirma que a classificação supervisionada híbrida utiliza algoritmos cujo reconhecimento dos padrões espectrais na imagem se faz com base numa amostra de área de treinamento, que é fornecida ao sistema de classificação pelo analista, o que valida à necessidade do conhecimento da área estudada e resulta em um melhor aprimoramento do mapa gerado.

Ao final, utilizando das variáveis descritas anteriormente na Tabela 1 em formato raster segue-se o desenvolvimento da operação algébrica, atribuindo valores de 1 a 5 (sendo um pouco vulnerável e cinco altamente vulnerável) a cada critério e, posteriormente, somando-os, utilizando a ferramenta Reclassify e Intersect. Na sequência, para a determinação das classes de vulnerabilidade ambiental os valores atribuídos a cada classe foram interpolados, utilizando a ferramenta raster calculator.

Cabe destacar que os valores atribuídos são descritos nas Tabelas 02, 03, 04 e 05 e se baseiam nas pesquisas realizadas por Souza (2017), Souza e Vale (2016), Nascimento e Dominguez (2009), Tangliani (2002), Crepani et al., (1996), dentre outros.

Tabela 04 – Vulnerabilidade ambiental atribuída às classes de solo

Classes de solos	Valor de Vulnerabilidade
Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico	2
Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico	2
Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico	1
Neossolos Litólicos Distróficos	4
Neossolos Regolíticos Eutróficos	4
Planossolo Háptico Eutrófico Solódico	3

Fonte: Adaptado de Crepani *et al.* (1996).

Tabela 05 – Valores de vulnerabilidade ambiental para as unidades litológicas

Unidades Litológicas	Valor de Vulnerabilidade
Augengnaisse Riacho da Onça	4
Coberturas detrito-lateríticas ferruginosas	5
Corpos metamáficos e metaultramáficos	4
Gnaisse Ipirá	3
Granitos da região de Senhor do Bomfim	4
Grupo Jacobina	3
Complexo Caraíba	3
Complexo Caraíba b	2
Complexo Saúde	4

Fonte: Adaptado de Crepani *et al.* (1996).

Ao final, o índice de vulnerabilidade ambiental da área em estudo foi o resultado da média aritmética encontrada distribuída em cinco classes, com intervalos demonstrados na Tabela 06.

Tabela 06 – Média aritmética para as classes de vulnerabilidade ambiental

CLASSIFICAÇÃO	INTERVALOS
Muito Baixa	4 – 8
Baixa	8 – 10
Média	10 – 12
Alta	12 – 15
Muito Alta	15 – 19

Fonte: Adaptado de Nascimento e Dominguez (2009).

A comunidade de Torre possui um total de 138 famílias, destas apenas 59 famílias possuem uma ou mais cisternas em sua residência, o que corresponde a 43% do total. As demais famílias correspondem a 57% total e referem-se aquelas que não possuem cisternas em sua residência. Das famílias que possuem cisternas, 30 delas responderam aos questionários.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

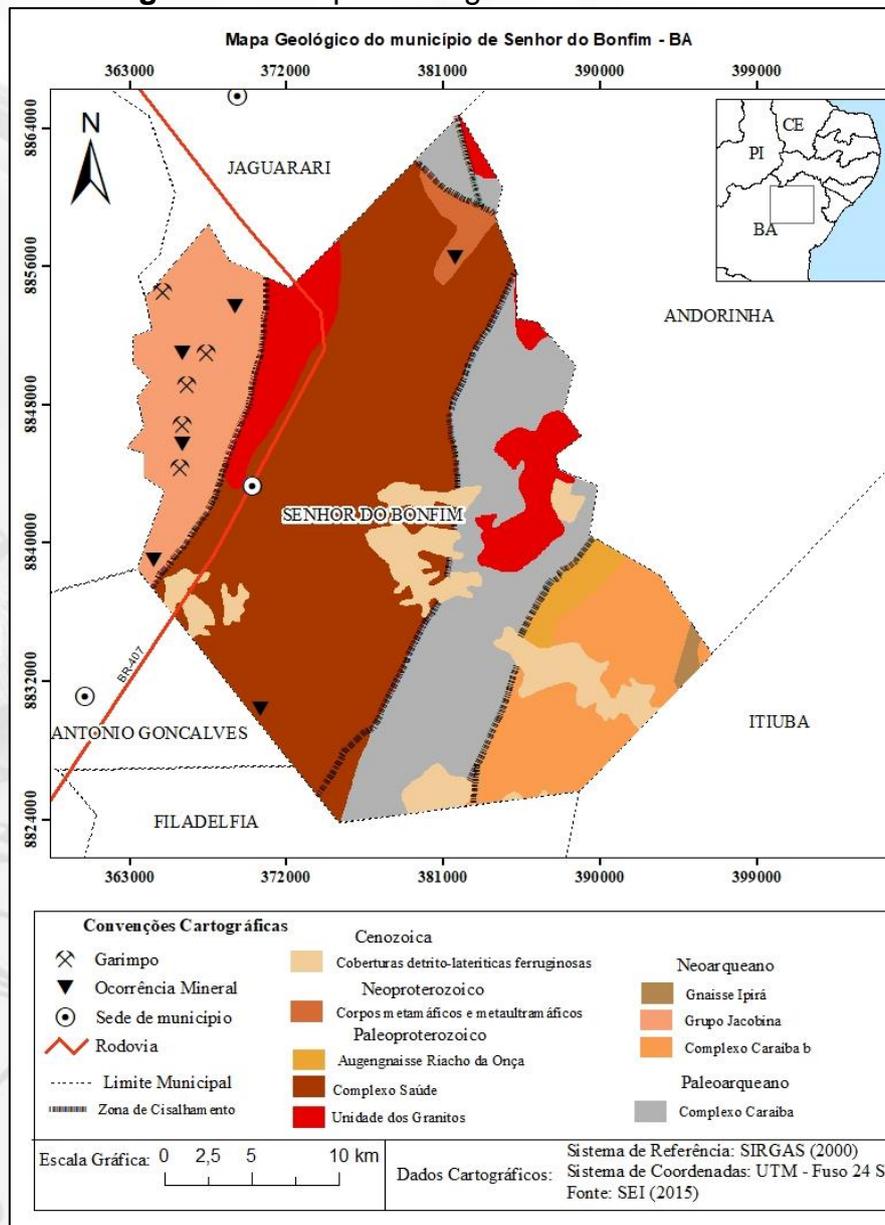
4.1 Critérios da Vulnerabilidade Ambiental

Inicia-se a análise pelo estudo das variáveis que compõem a área em estudo. No que se refere a Geologia, conforme exposto pela Figura 02, o município de Senhor do Bonfim é estruturado por litologias antigas arqueanas e proterozoicas, com destaque para a presença de três unidades denominadas: Complexo Saúde (Rocha calcissilicática, formações ferríferas, paragnaises e migmatitos), Complexo Caraíba (ortognaisse migmatítico, granulítico, enderbítico e charnockítico) e Grupo Jacobina (Formações ferro-magnesífera, xistos aluminosos, quartzitos e metarenitos).

No que se refere a declividade, sabe-se que esta é uma forma de representação quantitativa do comportamento espacial do relevo, e tem as mais diversas aplicações, notadamente nas áreas de geomorfologia e planejamento territorial, tanto para o

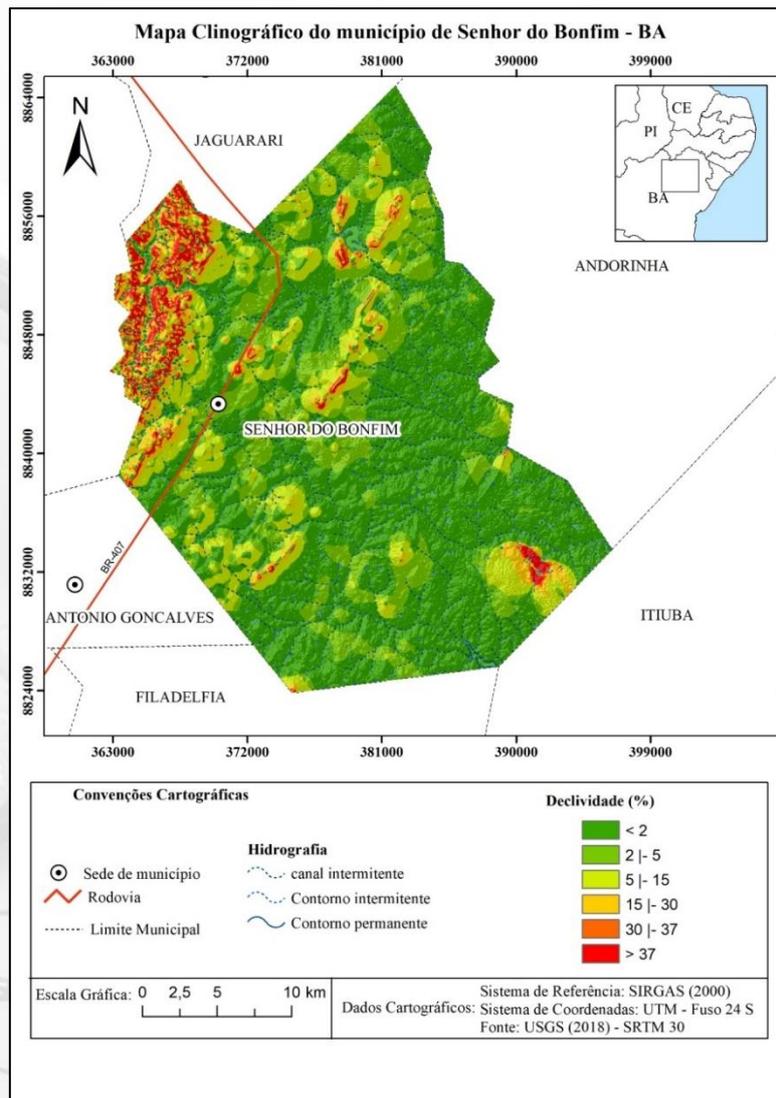
cumprimento da legislação ambiental brasileira, quanto para avaliar a eficiência das intervenções do homem no ambiente (ROMANOVSKI, 2001).

Figura 02 – Mapa Geológico da área em estudo



Na área em estudo, conforme exposto na Figura 03, cerca de 57,63% da área apresenta declividade de 0 a 2%, categorizadas enquanto áreas sujeitas a inundações (DENT e YOUNG, 1981). Já 18,67% do município apresenta declividade entre 2 a 5%, categorizadas enquanto áreas de urbanização sem restrições (BRASIL, 1979). Aproximadamente 19,07% da área em estudo apresenta declividade variando entre 5 e 30%.

Figura 03 – Declividade da área em estudo

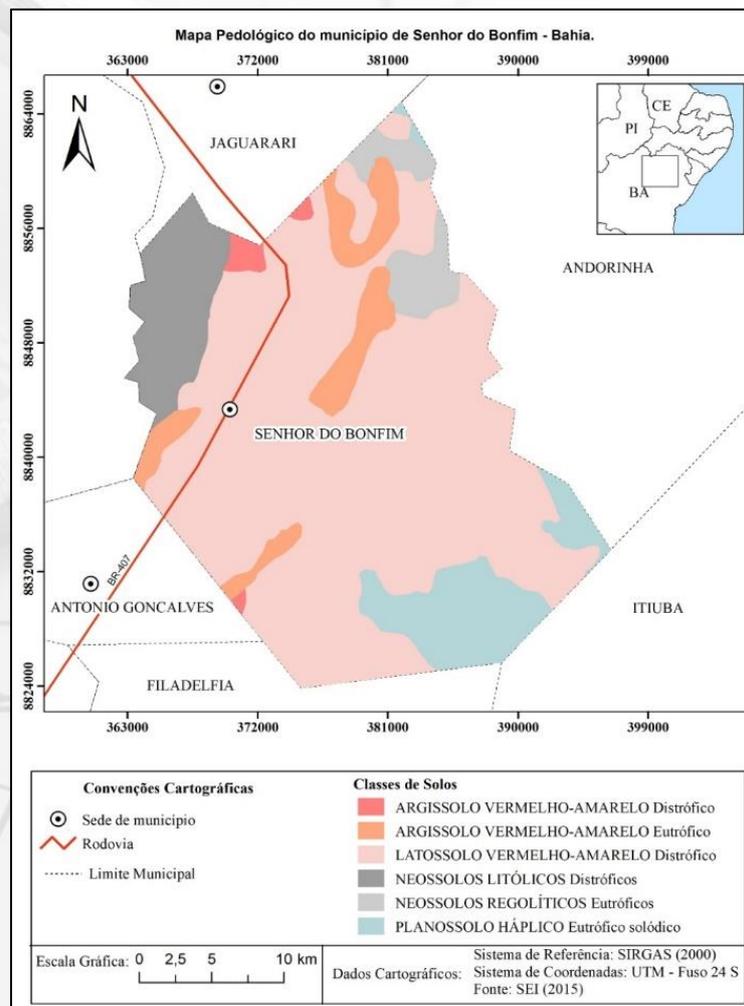


Cabe ressaltar que, apesar de legalmente disponíveis a urbanização sem restrições, as áreas com declividade de 15 a 30% caracterizam-se na área em estudo pelas feições Tálus, termo que define depósitos inclinados, constituídos predominantemente por fragmentos rochosos (GUERRA e GUERRA, 2008). Tais formas, controladas pela dinâmica de retrabalhamento dos materiais e por diferentes taxas de recuo das encostas são demarcadas pela existência de discontinuidades e truncamentos nas camadas deposicionais e/ou erosivas, fato que aponta para a baixa resistência dos materiais e a elevada vulnerabilidade desta unidade, onde se sugere a ocupação restrita e regulada por estudos geotécnicos e geológicos.

Quanto a distribuição dos solos, conforme exposto na Figura 04, a classe de Latossolo Vermelho Amarelo e a de maior representatividade espacial no município de

Senhor do Bonfim, abrangendo cerca de 69,88% da área do município. Estes solos são profundos, bem drenados, com textura média ou mais final e costumam apresentar pouca diferenciação entre os horizontes. De forma geral, apresentam limitações para o uso no que se refere ao teor de fertilidade e a baixa quantidade de água disponível às plantas (EMBRAPA, 2017).

Figura 04 – Solos do município de Senhor do Bonfim

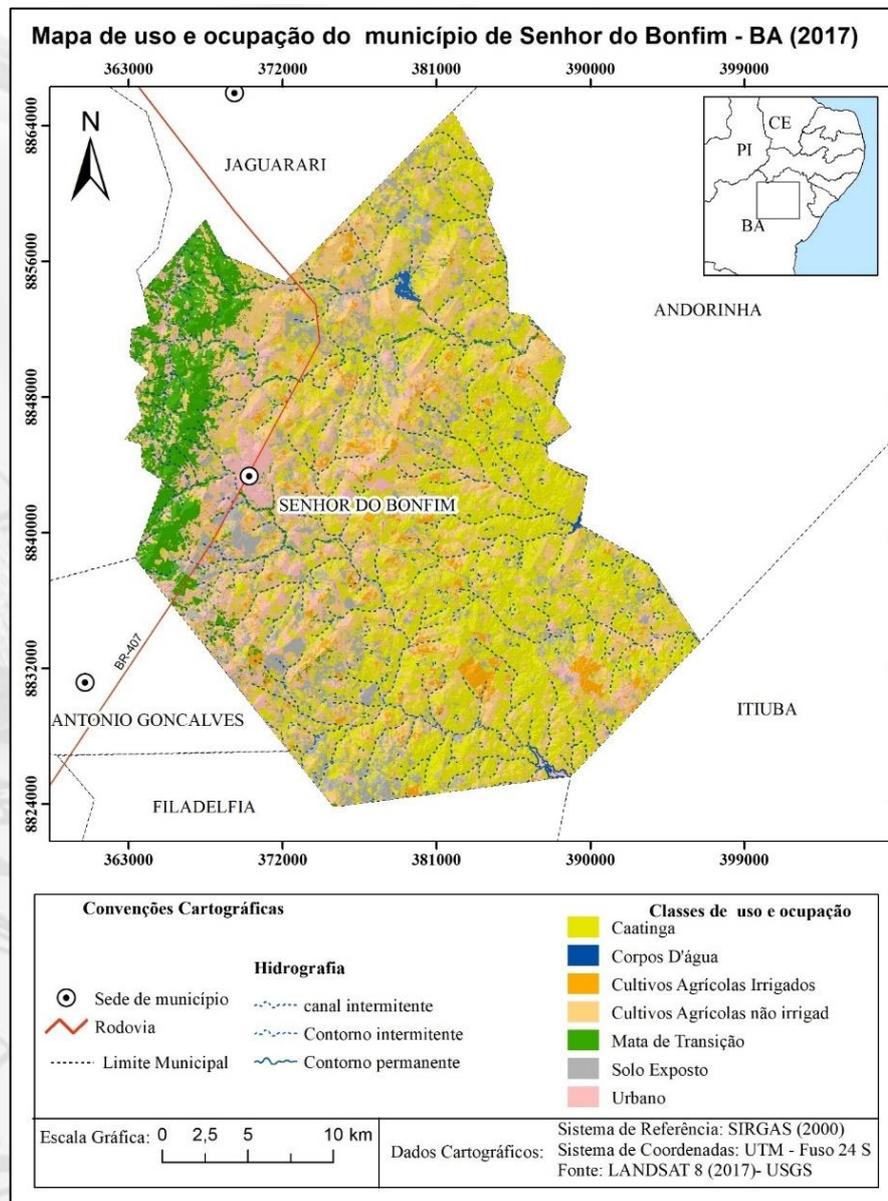


Por volta de 12,36% da área em estudo apresenta neossolos (litólicos ou regolíticos). Estes são solos pouco espessos, definidos como solos pouco evoluídos e sem a presença de horizonte diagnóstico. Por se localizarem em áreas de declividade elevada, estes solos apresentam forte susceptibilidade a ocorrência de processos erosivos, fato que justifica o necessário acompanhamento e planejamento do uso e ocupação da terra.

No tocante ao uso e ocupação da área em estudo, conforme exposto pela Figura 05 evidencia-se a classe Caantiga Arbustiva enquanto matriz espacial na área em estudo,

recobrando cerca de 38,80% da área. Esta classe é composta principalmente por árvores e arbustos xerófilos decíduais (IBGE, 2012).

Figura 05 – Mapa de uso e ocupação da área em estudo



Posteriormente, cerca de 28,05% da área em estudo é recoberta pela classe de Cultivos Agrícolas (Irrigados e não irrigados) com destaque para os cultivos de mandioca (*Manihot esculenta*), banana (*Musa spp*), feijão (*Phaseolus vulgaris*), milho (*Zea mays*), cana de açúcar (*Saccharum officinarum*) e tomate (*Solanum lycopersicum*).

Cerca de 13,20% da área em estudo comporta a classe área urbana, representada enquanto soma da área urbana da sede do município e de seus distritos (Carrapichel, Igara, Missão do Sahy, Quiçé e Tijuaçu). Tais áreas urbanas são demarcadas pelo crescimento desordenado, legitimado pela ocupação de canais fluviais intermitentes, terraços fluviais, áreas de Caatinga arbustiva e depósitos de tálus.

As outras classes somam 19,95% da área e representam a ocupação por corpos d'água (0,19%), vegetação de transição (8,31%) e solo exposto (11,45%). Nestas, as classes de corpos d'água e vegetação de transição representam áreas de elevada vulnerabilidade ambiental, onde o processo de ocupação urbana deve ser evitado e/ou planejado de forma correta.

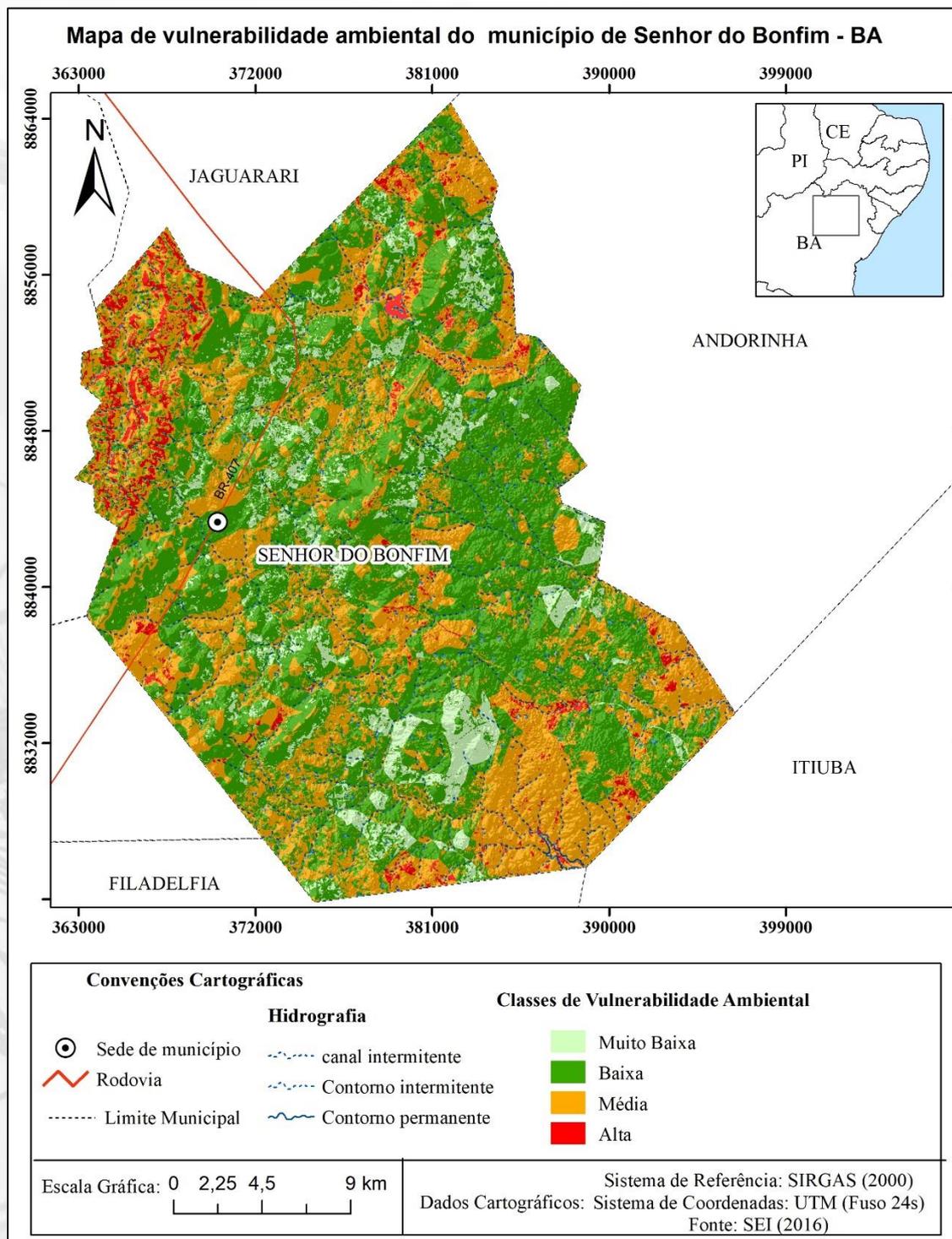
4.2 Vulnerabilidade Ambiental do município de Senhor do Bonfim (BA)

A partir dos critérios e procedimentos descritos anteriormente, apresenta-se na Tabela 07 e na Figura 06 os resultados obtidos na análise da vulnerabilidade ambiental do município de Senhor do Bonfim. Tais resultados demonstram que a área em estudo se enquadra na maioria das classes dentro da metodologia proposta por Nascimento e Dominguez (2009), são elas: Muito Baixa, Baixa, Média e Alta Vulnerabilidade.

Tabela 07 – Nível de Vulnerabilidade Ambiental do município de Senhor do Bonfim.

Nível de Vulnerabilidade Ambiental	Área	
	(km ²)	(%)
Muito Baixa	63,66	7,81
Baixa	402,68	49,42
Média	317,96	39,02
Alta	30,46	3,74

Fonte: Organizada pelos autores.

Figura 06 – Mapa de vulnerabilidade ambiental do município de Senhor do Bonfim (BA)

Inicia-se a discussão pelas áreas de alta vulnerabilidade ambiental. Esta classe engloba 30,46 km² da área em estudo, cerca de 3,74% e inclui um cinturão de rochas vulcano-sedimentares de baixo grau metamórfico, de idade presumivelmente arqueana a paleoproterozóica pertencentes ao Complexo do Itapicuru, associadas a declividade

superior a 37%, ocupados por nossoloslítóicos distróficos revestidos por uma vegetação de mata de transição (Figura 06).

Essa classe engloba, portanto, os ecossistemas mais sensíveis da região. Estes estão sujeitos aos movimentos gravitacionais de massa diante da pequena profundidade do solo, que não ultrapassa 50 cm. As limitações ao uso e ocupação desta unidade estão relacionadas ao solo raso, presença da rocha aflorante e aos declives acentuados. Estes fatores limitam o crescimento radicular, o uso de máquinas e elevam o risco de erosão.

Desta forma, recomenda-se para estas áreas o estabelecimento de projetos de monitoramento dos condicionantes físicos dos sistemas ambientais presentes, principalmente quanto à possibilidade de erosões e demais impactos ambientais; a instituição de medidas que possibilitem a recuperação da vegetação nativa e também a preservação das nascentes situadas nos topos dos planaltos residuais.

A classe de média vulnerabilidade ambiental (Figura 6) compreende cerca de 317,96 km², o que corresponde a 39,02% da área total. Esta classe ocorre predominantemente no pediplano sertanejo ocupado pelo planossolo háplico, latossolo vermelho e vegetação de Caatinga Arbustiva.

Esta classe se destaca também frente a elevada ocupação pelo uso urbano, fato que denota uma série de impactos ambientais associados, tais como a contaminação do lençol freático por fossas assépticas, a contaminação dos recursos hídricos superficiais pela deposição de efluentes e dejetos, a poluição atmosférica, o depósito de resíduos sólidos, a ocupação de áreas irregulares, dentre outros diretamente observados durante os trabalhos de campo.

Sugere-se que estas áreas sejam reabilitadas ambientalmente por meio de projetos de recuperação de áreas degradadas e reflorestamento. Para posteriormente, se tornarem menos vulneráveis e passíveis de uso controlado, dentro dos limites descritos na legislação ambiental brasileira.

As classes de Baixa Vulnerabilidade ambiental e Muito Baixa Vulnerabilidade ambiental (Figura 6) somadas apresentam 466,34 km², compreendendo 57,24% da área total. Juntas, estas classes configuram a matriz ambiental do município. Ocorrem predominantemente nas áreas de cultivos agrícolas irrigados, cultivos agrícolas não irrigados e alguns trechos de Caatinga arbustiva. Representam áreas com declividades inferiores a 30% e litologias antigas.

Para estas áreas, entendidas enquanto passíveis de otimizações da feição de uso atual por meio do emprego de técnicas compatíveis com as condições ambientais presentes

aconselha-se a criação de instrumentos que possibilitem o uso sustentável, organizando as lavouras e os rebanhos de forma mais racional. Executando técnicas de manejo que conservem o solo e os recursos hídricos e evitem impactos negativos como os processos erosivos, a redução dos fluxos de água, a contaminação dos solos por defensivos agrícolas e a compactação dos solos.

Propõe-se que as atividades desenvolvidas nesta unidade sejam administradas devidamente levando-se em conta a distância (vertical e horizontal), entre a fonte poluidora e os mananciais subterrâneos e superficiais, bem como o tipo de carga poluidora e a competência de autodepuração do sistema ambiental. Nesse sentido, é fundamental que se desenvolvam práticas mais sustentáveis, como a rotação de culturas, a agricultura familiar, a policultura e práticas consorciadas, como a dos sistemas agroflorestais.

Recomenda-se o desenvolvimento de estudos para subsidiar o estabelecimento de limites de ocupação das áreas agrícolas dos municípios, visando garantir a segurança alimentar, a diversificação da matriz econômica, a geração de emprego e renda e a conservação da biodiversidade. Também cabe lembrar que é fundamental que se preservem os fragmentos de Caatinga Arbustiva e Mata Ciliar enquanto Áreas de Preservação Permanentes tais como elucidadas pela Lei 12.651 de 25 de maio de 2012 (BRASIL, 2012).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As análises das classes de vulnerabilidade ambiental demonstram que o município de Senhor do Bonfim apresenta dois diferentes graus de vulnerabilidade a ação antrópica. Nas áreas mais elevadas, marcadas por relevos residuais, predominam a média e alta vulnerabilidade ambiental, apesar das diferentes intensidades de uso da terra nestas áreas, prevalecendo de uma forma geral os condicionantes intrínsecos destes ecossistemas.

Deste modo, a identificação das quatro classes de vulnerabilidade apresentada neste estudo aponta alguns critérios de suporte para o planejamento do uso e da ocupação da terra, principalmente, naquelas áreas que apresentaram vulnerabilidade ambiental alta. Para estas áreas se devem estabelecer limitações de uso e ocupação amparadas pela legislação ambiental e pelos instrumentos de gestão vigentes, visando a conservação e restauração dos ecossistemas presentes.

Por outro lado, as áreas menos vulneráveis apresentam maiores potencialidades de uso, em face da maior sustentabilidade oferecida pelos solos mais estáveis e litologias antigas, como no caso dos pediplanos que representam a matriz da área em estudo.

Percebe-se a necessidade do desenvolvimento de pesquisas nesta área, visando à valorização e preservação tanto do ambiente natural, quanto do patrimônio histórico-cultural, embasadas em instrumentos que contribuam na minimização dos efeitos negativos da ação antrópica. Um estudo como este, se torna importante na medida em que pode ser utilizado como um norteador das políticas de gestão para esta parte do território baiano e contribuir para que as novas ocupações e o desenvolvimento econômico e social sejam compatibilizados com a preservação ambiental. Fica claro a necessidade de estudos mais detalhados para se obter uma delimitação de uso mais adequada, que vise atender às necessidades do homem e à manutenção dos recursos naturais.

6 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB) pelo apoio científico e concessão da bolsa de Iniciação Científica (PIBIC).

REFERÊNCIAS

BOHLE, H. G.; DOWNING, T. E.; WATTS, M. J. Climate Change and Social Vulnerability: toward a sociology and geography of food insecurity. **Global Environmental Change**, v. 4, n. 1, p. 37-48, 1994.

BRASIL. **Lei Federal n.º 6.766, de 19 dez. 1979**. Presidência da República Dispõe sobre o parcelamento do solo urbano e dá outras providências. Brasília, DF: Série Documentos Sociais, 1980.

_____. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Brasília – DF.2012.

CARVALHO, C.S.; MACEDO, E.S.; OGURA, A.T. (org.). **Mapeamento de Riscos em Encostas e Margens de Rios**. Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT e Ministério das Cidades. Brasília, DF. 2007.

CREPANI, E.; MEDEIROS J. S.; AZEVEDO L.G.; HERNANDEZ FILHO P., FLORENZANO, T.G.; DUARTE, V. **Curso de sensoriamento remoto aplicado ao**

zoneamento ecológico-econômico: metodologia desenvolvida para subsidiar o Zoneamento Ecológico-Econômico. INPE, São José dos Campos. 1996.

CUTTER, S., BORUFF, B., & Shirley, W. L. Social vulnerability to environmental hazards. **Social Science Quarterly**, 84, 242–261. 2003.

DENT, D.; YOUNG, A. **Soil Survey and Land Evaluation**. London: George Allen & Unwin (Ed.), 1981. 278p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3 ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2017.

_____. **Satélites de monitoramento**. 2019. Disponível em: <<
https://www.cnpm.embrapa.br/projetos/sat/conteudo/missao_landsat.html>>. Acesso em 03 jan. 2019.

FRAYNE, B. Migration and urban survival strategies in Windhoek, Namibia. **Geoforum** 35: 489-505. 2004.

GUERRA, A. T.; GUERRA, A.J.T. **Novo dicionário geológico-geomorfológico** –Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1997.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Climas do Brasil**, 2007. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 12 dez. 2017.

_____. **Manual técnico da vegetação brasileira**. 2. Edição. Rio de Janeiro. 2012.

_____. **Manual técnico de Uso da Terra**. 3. Ed. Rio de Janeiro. 2013.

KALY, U., et. al. **Environmental Vulnerability Index (EVI) to Summarise National Environmental Vulnerability Profiles**. New Zealand: South Pacific Applied Geoscience Commission. 1999.

LEONE, F.; VINET, F. La vulnérabilité des sociétés et des territoires face aux menaces naturelles: analyses géographiques. Montpellier :Université Paul Valéry, **Collection Géorisques** n. 1, 2006.

MAZZER, A. M. **Proposta Metodológica de Análise de Vulnerabilidade da Orla Marítima à Erosão Costeira:** Aplicação na Costa Sudeste da Ilha de Santa Catarina, Florianópolis-SC, Brasil. Tese (Doutorado em Geociências) Programa de Pós-Graduação em Geociências) Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2007.

MENEZES, R. C. L.; LOUREIRO, H. S.C.; REIS, C.; SANTOS, F. P.; MIRANDA; D. A.; VIEIRA, R. **Serra de Jacobina:** Senhor do Bonfim. Folha S C.24-Y -B-I. Estado da Bahia. Carta Geológica-Geofísica. Salvador: CPRM, 2017.

MOREIRA, M. A. **Fundamentos de Sensoriamento Remoto e Metodologias de Aplicação**. Viçosa, UFV, 2. Ed. 2003.

NASCIMENTO D.M.C.; DOMINGUEZ J.M.L. Avaliação da vulnerabilidade ambiental como instrumento de gestão costeira nos municípios de Belmonte e Canavieiras, Bahia. **Revista Brasileira de Geociências**, n. 39. p.395-408.2009.

PELLING, M. The vulnerability of cities: Natural disasters and social resilience. **Earthscan**, London. 2003.

PORTO, T. J.; BRAZIL, T. K.; LIRA-DA-SILVA, R. M. Scorpions, state of Bahia, north eastern Brazil. **CheckList**, [S.l.], v. 6, n. 2, p. 292-297, may 2010.

RADAMBRASIL. **Levantamento de Recursos Naturais** - Folha SC.24/25 Aracaju/Recife; Geologia, Geomorfologia, Pedologia, Vegetação, Uso potencial da Terra. Edição Fac-similar. Volume 34, Rio de Janeiro. IBGE, 1983.

RAMALHO, C. I. et al. Flora arbóreo-arbustiva em áreas de Caatinga no Semi-Árido baiano, Brasil. **Revista Caatinga**, v. 22, n. 3, 2009.

ROMANOVSKI, Z. **Morfologia e aspectos hidrológicos para fins de manejo da microbacia da Rua Nova, Viçosa-MG, para fins de manejo**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2001.

ROSS, J. L.S. **Ecogeografia do Brasil**: Subsídios para planejamento ambiental. 1. ed. Editora Oficina de Textos, São Paulo 2006.

SANTOS, R. F. **Planejamento ambiental**: Teoria e Prática. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.

SILVA, L. A.; DANTAS, M. A. T.; ARAÚJO, A. V. Registro e análise tafonômica de pequenos e médios mamíferos em cavernas na Bahia. In: RASTEIRO, M.A.; TEIXEIRA-SILVA, C.M.; LACERDA, S.G. (orgs.) CONGRESSO BRASILEIRO DE ESPELEOLOGIA, 34, 2017. Ouro Preto. **Anais...** Campinas: SBE, 2017. p.575-579.

SOUZA, S. O. VALE, C. C. Vulnerabilidade ambiental da planície costeira de Caravelas (BA) como subsídio ao ordenamento ambiental. **Soc. nat.**, Uberlândia, v. 28, n. 1, p. 147-159, abr. 2016.

SOUZA, S. O. **Proposta de zoneamento geoambiental como subsídio ao planejamento do uso e da ocupação na Região Costa das Baleias (Bahia)**. Tese (Doutorado em Geociências). UNICAMP – Campinas, 2017.

SUPERINTENDÊNCIA DE DESENVOLVIMENTO DO NORDESTE - SUDENE **Delimitação do Semiárido**. 2017. Disponível em <http://www.sudene.gov.br/planejamento-regional/delimitacao-do-semiarido>>. Acesso em 15 jul. 2018.

_____. **Ocupação no Semiárido**. 2016. Disponível em: <http://www.sudene.gov.br/acesso-a-informacao/institucional/area-de-atuacao-da-Sudene/semiarido>>. Acesso em 28 ago. 2018.

SUPERINTENDÊNCIA DE ESTUDOS ECONÔMICOS E SOCIAIS DA BAHIA- SEI.
Anuário estatístico da Bahia. V. 1. Salvador: SEI.2015.

_____. **Mapas digitalizados do Estado da Bahia:** base de dados. Salvador: SEI, 2012.
(CD-ROM).

TAGLIANI C. R. A. **Técnica para avaliação da vulnerabilidade de ambientes costeiros utilizando um Sistema Geográfico de Informações.** Porto Alegre, UFRGS. 2002.

TOBIN, G. A & MONTZ, B.E. **Natural hazards:** explanation and integration. New York: The Guilford Press, 1997.

VENTURI, L. A. B. **Geografia:** práticas de campo, laboratório e sala de aula. Editora Sarandi. São Paulo – SP, 2014.

VILLA, F. McLEOD, H. Environmental Vulnerability Indicators for Environmental Planning and Decision-Making: Guidelines and Applications. **Environmental management**, v. 29, p. 335-348, 2002.
