



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE SAÚDE E TECNOLOGIA RURAL  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS  
CAMPUS DE PATOS**

**FELLIPE RAGNER VICENTE DE ASSIS**

**IDENTIFICAÇÃO DE ÁREAS POTENCIAIS À VULNERABILIDADE AMBIENTAL  
NA MICROBACIA DO TALHADO, SANTA LUZIA - PB**

**Patos – Paraíba – Brasil**

**2015**

**FELLIPE RAGNER VICENTE DE ASSIS**

**IDENTIFICAÇÃO DE ÁREAS POTENCIAIS À VULNERABILIDADE AMBIENTAL  
NA MICROBACIA DO TALHADO, SANTA LUZIA - PB**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, da Universidade Federal de Campina Grande, Campus de Patos, na Área de Ecologia, Manejo e Utilização dos Recursos Florestais, como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em Ciências Florestais.

**Orientadora:** Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Joedla Rodrigues de Lima

**Patos – Paraíba – Brasil**

**2015**



FICHA CATALOGRAFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA DO CSRT DA UFCG

A848i      Assis, Fellipe Ragner Vicente de  
                Identificação de áreas potenciais à vulnerabilidade ambiental na  
microbacia do talhado, Santa Luzia – PB / Fellipe Ragner Vicente de Assis.  
- Patos, 2015.  
                105f. : il. color.  
                |  
                Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal  
de Campina Grande, Centro de Saúde e Tecnologia Rural, 2015.  
  
                "Orientação: Profª. Dra. Joedla Rodrigues de Lima"  
                Referências.  
  
                1. Degradação das terras. 2. Geoprocessamento. 3. Semiárido.  
                4. Quilombo do talhado. I. Título.

CDU 574




**FELLIPE RAGNER VICENTE DE ASSIS**

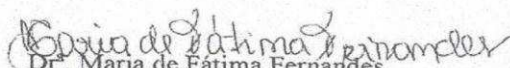
**IDENTIFICAÇÃO DE ÁREAS POTENCIAIS À VULNERABILIDADE AMBIENTAL  
NA MICROBACIA DO TALHADO, SANTA LUZIA - PB**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, da Universidade Federal de Campina Grande, no CSTR, como parte das exigências para a obtenção do Título de MESTRE em CIÊNCIAS FLORESTAIS.

**Aprovada em: 30 de junho de 2015.**

  
Prof.ª Dr.ª Joedla Rodrigues de Lima

Universidade Federal de Campina Grande (UAEF/CSTR/UFCG)  
(Orientadora)

  
Dr.ª Maria de Fátima Fernandes

Universidade Federal de Campina Grande (DEA/CTRN/UFCG)  
(1.º Examinador)

  
Prof. Dr. Izaque Francisco Candeia de Mendonça

Universidade Federal de Campina Grande (UAEF/CSTR/UFCG)  
(2.º Examinador)

**Aos meus pais:**

Gemilson Vicente de Assis (*In memoriam*)  
Cláudia Rejane Maria Diniz Vicente de Assis

**Aos meus avós:**

Gabriel Vicente de Assis  
Rita Alves de Assis

**Aos meus irmãos:**

Rodrigo Wagner Vicente de Assis  
Danillo Fagner Vicente de Assis

**Aos meus tios e padrinhos:**

Eronides Ferreira de Farias (*In memoriam*)  
Maria Darci de Farias

DEDICO.

## AGRADECIMENTOS

A Deus Pai, o Altíssimo e Soberano Senhor dos senhores, o Rei iminente e autor da minha existência, o qual faz com que “todas as coisas cooperem para o bem daqueles que O amam” (Rm, 8 - 28). A Deus Filho, consubstancial ao Pai, Deus de Deus, o Cristo, oferenda perfeita que me fortifica espiritualmente na Eucaristia com seu Augusto e Superabundante Corpo e Sangue. A Deus Espírito Santo, Senhor que dá a vida, que procede do Pai e do Filho, e que, sem limites, transborda sua graça e seus dons, impulsionando para o alto todas as coisas. A Imaculada, Intemerata e sempre Virgem Maria, Bendita em todas as gerações, que me protege com seu Manto Sagrado e que me ensina o caminho até Jesus.

À minha família, de modo especial a minha mãe, Cláudia Rejane e meus avós, Gabriel e Rita, pelo amor incondicional ofertado, por todo desvelo e confiança a mim voltados, pela paciência incalculável e por não medirem esforços para que a nossa casa seja sempre a primeira e mais valiosa escola.

À professora, orientadora e amiga, Joedla Rodrigues de Lima, por sua inestimável contribuição e dedicação com a pesquisa, pela confiança depositada e, sobretudo, sua paciência ao longo de todas as dificuldades enfrentadas. Muito obrigado e que Deus a abençoe sempre.

Ao professor e amigo, Izaque Francisco Candeia de Mendonça, por sua valiosa colaboração com a pesquisa, por sua constante boa vontade e disponibilidade e por todo conhecimento generosamente ofertado. Obrigado.

Aos membros da banca examinadora, Dr.<sup>a</sup> Maria de Fátima Fernandes e o Professor Dr. Izaque Francisco Candeia de Mendonça, pela disponibilidade em analisarem o trabalho e por suas valiosas contribuições.

A José Evanaldo Rangel da Silva, por sua incalculável contribuição para realização da pesquisa, pela convivência e amizade ao longo desses anos.

Aos meus amigos, de modo especial os que estão comigo em Cristo e em Maria Santíssima, zelando por minha vida: Iva Raquel, José Édson, João Pedro e Paloma Freitas. Obrigado pelas orações, pelas palavras sinceras de amizade e pela repreensão nos momentos necessários. Que o Manto Sagrado de Maria os proteja hoje e sempre.

Aos meus amigos, Diêgo Alan, Franklin de Almeida, Gabriel Silva, Rita de Cássia, Audeci Minervino, Rejane, Gláuber Antônio, Silvania Cibele, Paloma Freitas, Thércya Leite, Maria Clara, Raissa Muniz, José Evanaldo, Iva Raquel, José Édson, João Pedro, Harisson

Martins, pela amizade e por todos os momentos vividos e partilhados, vocês estão gravados como selo em meu coração.

Aos colegas do curso de mestrado, professores e funcionários da Pós-Graduação, por esses anos de convivência e partilha.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de estudos de Mestrado.

Por todas as outras pessoas que por acaso não estejam referidas, mas que caminharam e contribuíram em determinado momento ao meu lado ajudando e apoiando, os meus sinceros agradecimentos.

## LISTA DE FIGURAS

### CAPÍTULO 1 - ÍNDICE DE VULNERABILIDADE AMBIENTAL NA MICROBACIA DO TALHADO, SANTA LUZIA - PB

- Figura 1.** Localização geoespacial do estado da Paraíba, destacando o município de Santa Luzia, a micro bacia hidrográfica do rio do Saco e a microbacia hidrográfica do Talhado..... 39
- Figura 2.** Histogramas dos NDVI 2010 (A) e 2013 (B) ..... 45
- Figura 3.** Mapa Digital de vulnerabilidade ambiental segundo o NDVI\_DIFERENÇA 2010/2013..... 46
- Figura 4.** Mapa Digital de vulnerabilidade ambiental segundo o fator topográfico..... 47
- Figura 5.** Mapa Digital de vulnerabilidade ambiental segundo o uso atual da terra ..... 48
- Figura 6.** Mapa Digital de vulnerabilidade ambiental segundo as áreas legais e de uso restrito..... 49
- Figura 7.** Mapa Digital de vulnerabilidade ambiental da microbacia do Talhado ..... 50

### CAPÍTULO 2 - VULNERABILIDADE SOCIOECONÔMICA, AMBIENTAL E ÀS SECAS NA MICROBACIA HIDROGRÁFICA DO TALHADO, SANTA LUZIA, PB

- Figura 1.** Localização espacial do estado da Paraíba, destacando o município de Santa Luzia, a micro bacia hidrográfica do Rio do Saco e a microbacia hidrográfica do Talhado..... 60
- Figura 2.** Diagnóstico socioeconômico realizado na microbacia do Talhado, Santa Luzia – PB. Vulnerabilidade social (A), Vulnerabilidade econômica (B), Vulnerabilidade tecnológica (C), Vulnerabilidade socioeconômico (D). ..... 63
- Figura 3.** Vulnerabilidade ambiental na microbacia do Talhado, Santa Luzia..... 68
- Figura 4.** Vulnerabilidade às secas na microbacia do Talhado, Santa Luzia ..... 69



## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO 1 - ÍNDICE DE VULNERABILIDADE AMBIENTAL NA MICROBACIA DO TALHADO, SANTA LUZIA - PB

<b>Tabela 1.</b> Classificação da vulnerabilidade ambiental segundo o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada .....	40
<b>Tabela 2.</b> Classificação da vulnerabilidade ambiental segundo o fator topográfico .....	41
<b>Tabela 3.</b> Classificação da vulnerabilidade ambiental segundo o uso atual da terra.....	42
<b>Tabela 4.</b> Classificação da vulnerabilidade ambiental segundo as Áreas de Preservação Permanente e Uso Restrito .....	44
<b>Tabela 5.</b> Classificação do Índice de Vulnerabilidade Ambiental segundo a integração dos planos de informações.....	44

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	14
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....	16
2.1 Caracterização do problema .....	16
2.2 Bacias hidrográficas como unidade de planejamento e gestão.....	17
2.3 Risco ambiental: degradação e vulnerabilidade .....	18
2.4 Diagnóstico socioeconômico, ambiental e as secas.....	20
2.5 Geotecnologias .....	21
2.5.1 Sensoriamento remoto .....	21
2.5.2 Geoprocessamento.....	22
2.6 Índice de vegetação .....	23
2.7 Fator topográfico ou fator LS .....	26
2.8 Importância do mapeamento do uso atual das terras e conflitos nas Áreas de Preservação Permanente (APP) e uso restrito. ....	27
REFERÊNCIAS .....	29

### **CAPÍTULO 1 - ÍNDICE DE VULNERABILIDADE AMBIENTAL NA MICROBACIA DO TALHADO, SANTA LUZIA – PB .....**

35

RESUMO .....	36
ABSTRACT .....	36
INTRODUÇÃO.....	37
MATERIAIS E MÉTODOS.....	38
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	45
CONCLUSÕES .....	51
LITERATURA CITADA .....	52

### **CAPÍTULO 2 - VULNERABILIDADE SOCIOECONÔMICO, AMBIENTAL E ÀS SECAS NA MICROBACIA HIDROGRÁFICA DO TALHADO, SANTA LUZIA, PB. 56**

RESUMO .....	57
ABSTRACT .....	57
INTRODUÇÃO.....	58

MATERIAL E MÉTODOS.....	59
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	62
CONCLUSÕES .....	70
REFERÊNCIAS .....	71
<b>ANEXOS .....</b>	<b>75</b>
ANEXO A .....	76
ANEXO B .....	77
ANEXO C .....	90
ANEXO D .....	100
ANEXO E.....	101

ASSIS, Fellipe Ragner Vicente de. **Identificação de áreas potenciais à vulnerabilidade ambiental na microbacia do Talhado, Santa Luzia - PB.** 2015. Dissertação de Mestrado em Ciências Florestais. CSTR/UFCG, Patos – PB. 2015. 105p.

## RESUMO

As particularidades edafoclimáticas ocorrentes no semiárido brasileiro, juntamente com o modelo de exploração predatório presente na região, contribui para a vulnerabilidade a que está exposta a população local, inclusive aumentando o risco de desastres ambientais. O objetivo deste estudo foi determinar o Índice de Vulnerabilidade Ambiental (IVA) e identificar as vulnerabilidades socioeconômicas, ambientais e às secas na microbacia hidrográfica do Talhado, município de Santa Luzia – PB. A área de estudo circunscreve-se entre as coordenadas geográficas: 36° 54' 39" a 36°57'07" de longitude oeste e 6°59'08" a 7°02'12" de latitude sul. Para aplicação da metodologia, o Índice de Vulnerabilidade Ambiental foi gerado pela soma dos seguintes planos de informações: índice de vegetação por diferença normalizada, fator topográfico, uso atual da terra, áreas de preservação permanente e uso restrito, os quais foram criados utilizando um sistema de informações geográficas, que englobou os softwares AutoCad 2015 e Idrisi Andes, versão 16.0. Para o estudo das vulnerabilidades social, econômica, tecnológica, ambiental e as secas, os dados foram levantados por meio da aplicação de questionários estruturados, aplicados em nível de núcleo familiar e subdivididos em variáveis identificadas por códigos que levantaram a situação atual desses fatores na comunidade em estudo. Para calcular os percentuais de vulnerabilidade de cada fator foram utilizados a moda e os valores máximos e mínimos de cada variável, inseridos na equação da reta, determinada para cada caso. A partir desses percentuais, a vulnerabilidade foi classificada em baixa, moderada, alta ou muito alta. Os resultados mostraram que 581,17 hectares (49,94%) da microbacia apresentam vulnerabilidade moderada, seguida pelas áreas com vulnerabilidades baixa e muito baixa, correspondendo a 541,45 hectares (46,53%), enquanto 41,08 hectares (3,53%) variaram de grave a muito grave. Foi identificado um grau muito alto de vulnerabilidade socioeconômica (50,4%). Para o fator ambiental ela foi de magnitude baixa (13,08%), enquanto às secas há, também, um grau muito alto de vulnerabilidade (48,08%). Estes resultados indicam que são necessárias soluções urgentes para se evitar o avanço da vulnerabilidade e mitigar os seus impactos negativos sobre o meio ambiente e população local.

**Palavras-chave:** Degradação das terras. Geoprocessamento. Semiárido. Quilombo do Talhado.

ASSIS, Fellipe Ragner Vicente de. **Identification of potential areas of environmental vulnerability in the micro-watershed of Talhado, Santa Luzia - PB.** 2015. Master's degree dissertation in Forest Science. CSTR/UFCG, Patos – PB. 2015. 105p.

### **ABSTRACT**

The edafoclimatic particularities that occur in the Brazilian semi-arid, together with the predatory exploitation model present in the region, contributes to the vulnerability to which is exposed the local population, increasing the risk of environmental disasters. The aim of this study was to determine the environmental vulnerability index (EVI) and identify the socioeconomic, environmental and drought vulnerability in the micro-watershed of Talhado, in the municipality of Santa Luzia – PB. The area of study is circumscribed between the geographical coordinates: 36° 54' 39" to 36°57'07" west longitude and 6°59'08" to 7°02'12" south latitude. For the application of the methodology, the environmental vulnerability index was generated by the addition of the following information plans: normalized difference vegetation index, topographical factor, current land use, permanent preservation areas and restricted use; which were created using a geographical information system, which encompassed the AutoCad 2015 and Idrisi Andes, version 16.0. For the study of the social, economic, technological, environmental and drought vulnerabilities, the data was collected by means of structured questionnaires, applied at family unit level, in variables identified by codes which surveyed the present situation of these factors in the studied community. To calculate each factor's vulnerability percentages the mode and the maximum and medium values of each variable were used, inserted in the linear equation, determined for each case. From these percentages, the vulnerability was classified as being low, moderate, high or very high. The results showed that, 581.17 hectares (49.94%) of the micro-watershed presented moderate vulnerability, followed by areas of low and very low vulnerabilities, corresponding to 541.45 hectares (46.53%), while 41.08 hectares (3.53%) varied from serious to very serious. A very high level of socioeconomic vulnerability was found (50.4%). For the environmental factor it was of low magnitude (13.08%), as for the droughts, there is also a very high level of vulnerability (48.08%). These results indicate that urgent solutions are necessary so as to avoid the advance of the vulnerability and mitigate its negative impacts on the environment and the local population.

**Keywords:** Land degradation. Geoprocessing. Semi-arid. Quilombo of Talhado.

## 1. INTRODUÇÃO

Os crescentes processos de degradação dos solos, advindos de causas naturais como os fatores climatológicos e o relevo, tornam-se cada vez mais intensificados pelas ações antrópicas, tais como: desmatamento, queimadas, retirada da vegetação natural para implantação de agricultura, sobreutilização do solo, dentre outros, o que tem gerado discussões deste tema em âmbito mundial, tanto sob o ponto de vista político como também técnico-científico.

Diante deste quadro há a necessidade de dados confiáveis para subsidiar as discussões, inclusive estudos que identifiquem o grau de vulnerabilidade, notadamente em nível de bacia hidrográfica, por esta se apresenta como uma unidade que integra os fatores naturais que ocorrem numa dada área.

Visando sensibilizar a sociedade frente aos danos ambientais e os consequentes impactos no meio ambiente, tanto a degradação das terras secas como o processo de desertificação começou a ser pauta de discussão entre diferentes segmentos sociais, notadamente os que lidam com o ambiente natural de forma direta. Vale ressaltar que a discussão conceitual a respeito da desertificação tem evoluído desde a década de 1980 e se consolidou no documento discutido ao longo da conferência do Rio em 1992, a Agenda 21, apontando a necessidade de se reconhecer o grau de susceptibilidade aos danos de um dado ambiente.

Como este processo ainda é desconhecido em sua totalidade, existe dúvida quanto aos fatores causais, seus efeitos sobre o meio natural, incluindo os seres humanos e as alternativas de mitigação ou solução. Por tais motivos, ainda se encontra em construção o estabelecimento dos métodos investigativos. Em geral, os trabalhos desenvolvidos nesse contexto objetivam determinar graus de fragilidade ambiental por meio do uso de ferramentas de geoprocessamento, utilizando variáveis como o relevo, o índice de vegetação, o uso da terra, entre outras.

O dinamismo na obtenção de informações a respeito do estudo de degradação ambiental torna-se preponderante através de técnicas de geoprocessamento, fazendo com que a coleta e manipulação de dados sejam ainda mais ágeis, aumentando assim a produtividade e desempenho para analisar o ambiente e manejá-lo de acordo com as suas necessidades sustentáveis.

Nesse sentido, surgem questões a respeito de como conter o avanço de práticas exploratórias sobre o meio ambiente, como transformar a visão da sociedade frente à

concepção dos problemas ambientais e como encontrar um ponto de equilíbrio entre a demanda de utilização dos bens naturais com a importante necessidade de preservação destes recursos.

Assim, o objetivo deste estudo foi determinar o Índice de Vulnerabilidade Ambiental (IVA) e identificar as vulnerabilidades (socioeconômica, ambiental e às secas) na microbacia hidrográfica do Talhado, município de Santa Luzia – PB.

## **2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

### **2.1 Caracterização do problema**

O cenário natural é objeto, de forma cada vez mais intensa, de pesquisas e avaliações de impactos ambientais, de planejamento em nível urbano, rural e regional, assim como de propostas na legislação em busca da proteção ambiental e formas de gestão realmente sustentáveis. Posto que a degradação do meio ambiente tenha comprometido a sustentabilidade que, por sua vez, pode alcançar níveis irreversíveis (SILVA; ZAIDAN, 2011).

A carência de informações ligadas ao espaço físico, ao uso inapropriado de técnicas conservacionistas, juntamente com a exploração desenfreada do meio ambiente, sem que se leve em conta a capacidade de uso da terra, tem gerado forte desequilíbrio no meio ambiente (CARVALHO et al., 2010).

De acordo com os autores supracitados, a erosão se trata de um processo que acontece na camada superficial terrestre, que juntamente com outros processos naturais é pertinente no processo de modificação da paisagem. Todavia, o incremento da ação antrópica inadequada desempenha-se como forte intensificador dessa modificação e aumento dos processos erosivos, o qual se dá através da retirada da vegetação para introdução de práticas agropastoris, exploração de bens minerais, comprometendo tanto o solo quanto a água.

Sousa, Fernandes e Barbosa (2008) ressaltam a causa da semiaridez da região Nordeste como sendo de pertinência natural, porém, agravada pelas ações antrópicas.

Em nível estadual, os impactos ambientais ocorrentes na Paraíba estão relacionados tanto com o uso da terra quanto o desenvolvimento agrícola e da pecuária, os quais compõem atividades exploratórias e extrativistas, forçando a ocupação das terras (PARAÍBA, 1997). Resultando para o ambiente e para a população neste contexto em maior vulnerabilidade às ameaças internas e externas relativas à economia, política, sociedade e clima (SILVA, 2011).

Para Sousa (2007), a retirada da vegetação natural sem adequadas práticas de manejo vem se tornando um processo danoso para o Semiárido paraibano, frente aos grandes avanços do desmatamento para a implantação de pastagens, como também para agricultura extensiva.

Fernandes (2011) afirma em seu estudo que pesquisas voltadas à vulnerabilidade ambiental, quando realizado mapeamento das classes de uso das terras juntamente com identificação das áreas potenciais à desertificação, dados pedológicos, hídricos, climáticos, populacionais, entre outros, favorece sobremaneira o reconhecimento do nível de degradação



ambiental. Este conhecimento, por sua vez, constitui-se como ferramenta para que o nível de degradação não evolua para patamares ainda mais graves.

## **2.2 Bacias hidrográficas como unidade de planejamento e gestão**

A microbacia é a unidade básica de planejamento para compatibilização da preservação dos recursos naturais e da produção agropecuária. As microbacias hidrográficas possuem características ecológicas, geomorfológicas e sociais integradoras, o que possibilita a abordagem holística e participativa, envolvendo estudos interdisciplinares para o estabelecimento de formas de desenvolvimento sustentável inerentes ao local e região onde forem implementados (ATTANASIO, 2004).

A Política Nacional de Recursos Hídricos, estabelecida pela Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997 (BRASIL, 1997), dispõe dos princípios e normas ao gerenciamento dos recursos hídricos. A bacia hidrográfica, por sua vez, é a unidade territorial de implementação dessas políticas e de atuação do sistema nacional de gerenciamento de recursos hídricos.

A bacia hidrográfica é a área delimitada pelos pontos mais elevados do relevo que a contorna, na qual as águas das chuvas escorrem para as cotas mais baixas do relevo (BRASIL, 2004) por meio de canais que convergem para um curso de água principal e deságua em outro curso maior, um lago ou mesmo no oceano. A esse conjunto de canais interligados hierarquicamente denomina-se rede de drenagem. A bacia hidrográfica não possui dimensões fixas, permitindo sua divisão em mais de uma sub-bacia ou até várias microbacias (PORTO; PORTO, 2008). Nascimento e Villaça (2008) acrescentam que a mesma é um ente sistêmico comandado pelas entradas, que ocorrem por meio das chuvas e do fluxo de água subterrânea e saídas através da evaporação, transpiração das plantas e animais e escoamento das águas superficiais e subterrâneas.

As bacias hidrográficas são de grande importância na recuperação de áreas degradadas. Um dos motivos é a forma da bacia hidrográfica, que é delimitada por divisores de água e congrega todo o escoamento para um único ponto de saída. Por isso, o conhecimento de sua formação, composição e dinâmica faz com que as atividades de recuperação de uma determinada área sejam eficazes e permanentes ao longo do tempo (ARAÚJO; ALMEIDA; GUERRA, 2007).

Diante disto, infere-se que a bacia hidrográfica, como unidade de estudo e planejamento, possibilita a compreensão e análise do ambiente, permitindo sua normatização

através da criação de leis. Com isso, a bacia hidrográfica transforma-se em unidade territorial que está passível à interferência, à organização e ordenamento territorial (MELO, 2010).

### **2.3 Risco ambiental: degradação e vulnerabilidade**

O risco ambiental é conceituado como a probabilidade de ocorrência a um desastre ambiental ou a possibilidade de um evento ou fenômeno ameaçador, natural ou antrópico, aja sobre um sistema socioeconômico com determinado nível de vulnerabilidade, resultando em um desastre ambiental (ISDR, 2009). Para Dagnino e Carpi Júnior (2007), nas pesquisas voltadas a risco ambiental, é avaliado o ambiente em seu sentido amplo, desde o ambiente natural até o ambiente construído pelo homem (meio social e tecnológico).

De acordo com o Coastal Services Center da National Oceanic and Atmospheric Administration/NOAA (1999), vulnerabilidade é conceituada como a suscetibilidade de um ambiente aos impactos negativos que estão relacionados com um determinado risco, sendo que o estudo dos fatores que a compõe é fundamental à sua análise e posterior tomada de decisões a respeito dos fenômenos destrutivos relacionados.

O termo vulnerabilidade diz respeito ao limite onde uma pessoa ou sistema pode ser afetado, contrastando com sustentabilidade que denota a capacidade de um sistema em se manter constante. Assim, a vulnerabilidade e a sustentabilidade são conceitos correlacionados, assim uma baixa sustentabilidade de um sistema caracteriza um ambiente mais vulnerável (MARENGO, 2008).

O elevado crescimento na produção de alimentos em nível mundial nem sempre correspondeu compativelmente com a capacidade ambiental. Grande parte dos impactos negativos, como a degradação dos solos, derivado das atividades agrícolas, encontra-se relacionado tanto à perda de habitat natural quanto ao uso abusivo de defensivos agrícolas, como pesticidas e fertilizantes (ARAÚJO; ALMEIDA; GUERRA, 2007).

Particularmente, a degradação do solo necessita de maior enfoque, posto que os danos não sejam facilmente reversíveis, tendo em vista o lento processo de formação e regeneração do solo (ARAÚJO; ALMEIDA; GUERRA, 2007). Estes autores ressaltam que em diversas ocasiões a degradação ambiental força o deslocamento populacional, pois a cada ano milhares de hectares de terras são abandonados por estarem em condições inutilizáveis para agricultura, até mesmo para pastagem, devido aos altos índices de degradação.

De acordo com a FAO (1992), cerca de 25 bilhões de toneladas de solo (17 toneladas por hectares cultivados) sofrem erosão a cada ano. Para Araújo, Almeida e Guerra (2007) as

perdas totais de solo devido à degradação ambiental mundial são de difícil estimativa, tornando-se ainda mais complexo estimar as perdas na produção, uma vez que a variação é particular de cada região e de cada tipo de cultura.

No processo de ocupação das terras brasileiras, o meio ambiente e a sua preservação sempre foi tida como preocupação secundária. Historicamente, o domínio das terras brasileiras foi sempre proveniente de um modelo de exploração para gerar riquezas, que aos poucos eram conquistadas de forma intensa e desigual (OLIVEIRA JUNIOR et al., 2012).

Em pesquisa desenvolvida na bacia hidrográfica do açude Soledade, PB, Silva (2011) concluiu que as diversas atividades humanas (uso inadequado do solo para agricultura, práticas errôneas no manejo de solo e água, retirada da vegetação natural, desmatamento, superpastoreio, rotatividade incorreta de cultivos/culturas e práticas exploratórias) contribuem para a degradação ambiental.

Nas definições estabelecidas pela Agenda 21, a Conversão das Nações Unidas de Combate à Desertificação, considera-se desertificação o processo advindo da degradação das terras áridas, semiáridas e subúmidas secas, devido, principalmente, à ação antrópica e às variações climáticas. Na mesma abordagem, conceitua-se degradação da terra como sendo a degradação dos solos, dos recursos hídricos, da vegetação, assim como a diminuição da qualidade de vida dos habitantes envolvidos (BRASIL, 2005).

Sabendo que os processos de desertificação estão intrínsecos à fragilidade natural do ambiente intensificada pelos processos antrópicos, o mapeamento geomorfológico tem a capacidade de contribuir para a identificação dos locais mais susceptíveis, uma vez que alguns determinados fatores naturais e antrópicos, quando associados, potencializam os danos ambientais (LIMA; DIAS; VALE, 2012).

Para Bertoni e Lombardi Neto (1990), a erosão natural ou geológica, decorrente de ambientes com vegetação e sem apresentar pressão antrópica, se manifesta muito lentamente, tornando-se observável no decorrer de um longo período de processos erosivos. Esses autores ressaltam que a erosão causada por fatores antrópicos, devido ao uso inadequado dos solos para a agricultura, acelera ainda mais os processos erosivos.

Nesse sentido, o cultivo intensivo associado ao superpastoreio e retirada da vegetação, juntamente com a utilização de práticas inadequadas, principalmente a irrigação, tem se tornado os principais motivos da desertificação em regiões de aridez e semiaridez (SALES, 1997). Pertinente a este fato, há uma problemática em torno da estrutura fundiária ainda com atividades agropecuárias de baixa tecnologia, havendo assim exploração predatória das terras e conseqüente degradação ambiental (SALES, 2002).

## 2.4 Diagnóstico socioeconômico, ambiental e as secas

A ocupação e utilização do espaço urbano e rural pela atividade humana têm originado uma demanda crescente de estudos sistêmicos que subsidiem a elaboração de gerenciamentos em conjunto, com planos harmônicos e norteadores na inter-relação existente entre homem e natureza. Isto a fim de se conter, reverter ou minimizar os processos de degradação ambiental, onde tais estudos podem ser facilmente integralizados dentro das perspectivas de adoção de um manejo integrado dos recursos naturais, seja em nível de bacias hidrográficas ou mesmo de comunidades, municípios e/ou estados (ABREU et al., 2011).

A abordagem de manejo de ecossistemas representados pelas bacias hidrográficas e sua inter-relação com os sistemas socioculturais e econômicos já se encontra incorporado como eixo conceitual para a definição dos serviços ambientais que devem ser compatibilizados ao se trabalhar a questão da qualidade ambiental no planeta (FAO, 2007).

Portanto, a partir da aplicação de diagnósticos como o socioeconômico e ambiental, se obtém aferições quanto ao grau de vulnerabilidade socioambiental, possibilitando, com estas informações, estabelecer prognósticos e, principalmente, implementar um projeto de manejo de bacias hidrográficas. Este, por sua vez, constitui uma proposta educativa e corretiva para recuperar o meio ambiente degradado, sugerindo as melhores alternativas para a proteção e conservação da natureza, melhorando substancialmente a qualidade de vida do homem e da sociedade, permitindo assim o uso contínuo dos recursos naturais (ALVES et al., 2011).

Neste sentido, segundo Franco et al. (2005), os diagnósticos socioeconômico e ambiental estão entre os mais importantes e vitais, visto que, através deles, se determina a situação social, econômica, tecnológica, socioeconômica e ambiental de uma bacia, sub-bacia ou microbacia. O diagnóstico socioeconômico busca soluções para resolver os problemas da qualidade de vida das pessoas em determinada bacia hidrográfica, enquanto o diagnóstico ambiental procura resolver os problemas da poluição direta do ambiente.

Quanto à aplicação, os diagnósticos socioeconômico e ambiental são realizados por meio de questionários aplicados no núcleo familiar (rural ou urbano), os quais possibilitam levantar as situações social, econômica e tecnológica (ROCHA, 1997), com a finalidade de avaliar o grau de degradação ou de vulnerabilidade socioeconômica de determinada comunidade. O diagnóstico ambiental visa levantar e resolver as ações poluidoras do meio, tais como: aplicação/armazenamento de agrotóxicos, o soro de leite lançado diretamente e em excesso no solo, promovendo a contaminação, ou mesmo a modificação das características e da composição mineral do solo, como também o processo de queimadas, que induz e acentua

a situação local (ALVES et al., 2011). Com os dados levantados nestes diagnósticos, tem-se, por fim, a condição de elaborar projetos que recomendem a melhor forma de elevar a qualidade de vida da população (FRANCO et al., 2005; ROCHA, 1997).

## **2.5 Geotecnologias**

As geotecnologias compreendem um conjunto de tecnologias para coleta, tratamento e análise de dados georreferenciados, englobando hardwares e softwares, destacando-se o sensoriamento remoto e as técnicas de geoprocessamento.

O desenvolvimento de softwares que auxiliam na detecção e quantificação de alvos diversos, tais como o nível de cobertura dos solos e fontes hídricas, fornecendo o suporte necessário no estudo da vulnerabilidade ambiental em nível de bacia hidrográfica, constitui importantes ferramentas advindas do emprego de satélites voltados à detecção de alvos ambientais e dos avanços na área da informática.

### **2.5.1 Sensoriamento remoto**

A comunidade científica tem buscado cada vez mais mecanismos para monitorar, avaliar e inventariar a paisagem. Entre os métodos empregados atualmente, os dados obtidos através de sensoriamento remoto tem se destacado para diversos estudos, uma vez que essas pesquisas têm apresentado informações satisfatórias tanto na obtenção de informação como na precisão e agilidade para aquisição de dados, além de um custo inferior comparado as formas convencionais (SÁ et al., 2008).

Os produtos e técnicas de sensoriamento remoto têm sido cada vez mais utilizados nos estudos ambientais. Pertinente, então, à análise do uso da terra e da cobertura vegetal que contribui com maior rapidez, eficiência e confiabilidade nos estudos sobre degradação ambiental, monitoramento, políticas conservacionistas, bem como nos demais estudos de agentes modificadores da vegetação (ROSENDO; ROSA, 2007).

As crescentes difusões do sensoriamento remoto se devem às novas tecnologias de informação, como também às técnicas de tratamento de dados orbitais, a exemplo dos softwares, da computação gráfica, do mapeamento remoto, entre outras, tornando-se peças fundamentais ao planejamento ambiental, possibilitando um maior acesso, precisão e velocidade na aquisição e processamento das informações necessárias às análises ambientais. Essas novas tecnologias têm conquistado cada vez mais espaço e importância, precisamente

por propiciarem um melhor conhecimento do espaço e da sociedade que o produz, além de estreitar as relações entre estes como forma de facilitar a tomada de decisões (VEIGA; SILVA, 2004). Neste sentido, Ferrero (2004) ressalta que a utilização dessas técnicas e produtos tem se tornado cada vez mais acessível, uma vez que no decorrer dos últimos anos tem ocorrido elevado avanço tecnológico que contribui na coleta, armazenamento e utilização de informações espaciais.

Isto é possível porque no sensoriamento remoto se trabalha com imagens advindas de satélites capazes de realizar o imageamento de uma grande área da superfície terrestre com periodicidade, possibilitando, a partir destes dados, supervisionar os recursos naturais de maneira mais rápida, econômica e eficaz. As imagens de satélites mostram-se satisfatórias nos estudos e definição dos níveis de degradação das terras e da cobertura vegetal, como também nos impactos sofridos no ambiente, obtendo assim, informações e produtos em espaço curto de tempo (SILVA, 2011).

### **2.5.2 Geoprocessamento**

Entende-se por geoprocessamento a utilização de técnicas matemáticas e computacionais que trata os dados obtidos de objetos ou fenômenos geograficamente identificados ou extrai informações desses objetos ou fenômenos, quando eles são observados por um sistema sensor (MOREIRA, 2011).

Nas pesquisas voltadas ao estudo da degradação ambiental é imperativo conhecer a correlação que há entre os fatores que formam o ambiente natural, assim como compreender o comportamento do ambiente em decorrência da interação humana (PONS; PEJON, 2008). Carvalho Junior et al. (2003) destacam que desde a década de 1980, com o início de estudos sobre impactos ambientais, tem se buscado o desenvolvimento de ferramentas e métodos de geoprocessamento para contribuir em estudos de gestão ambiental. Internacionalmente, destaca-se a Clark University pelo desenvolvimento do IDRISI; a International Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences (ITC), pelo desenvolvimento do ARC/Info. Em âmbito nacional destacam-se o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) com a elaboração do SPRING e do SGI/VGA e o Instituto de Geografia/UFRJ, com a criação do SAGA.

Essas técnicas são fundamentais ao processamento e representação das informações na forma de mapa (MIRANDA, 2005). Nesse sentido, os Sistemas de Informações Geográficas (SIG) constituem uma ótima ferramenta, por possibilitar a combinação dos mais variados planos de informações (NOGUEIRA et al., 2002).

Neste contexto, Araújo, Almeida e Guerra (2007) comentam que recentemente a degradação ambiental era estudada apenas a nível local (fazenda, propriedade), não enxergando desta forma a situação de modo geral. Atualmente essa integração já parte da interface computacional dos Sistemas de Informações Geográficas, que mantém ativo um banco de dados que integra massiva quantidade de informações sobre o relevo, altitude, uso do solo, precipitação, declividade, drenagem, entre outros fatores e variáveis, que possibilitam descrever e visualizar uma bacia hidrográfica de maneira antes impossível.

Atualmente, a tecnologia computacional voltada à área de geoprocessamento está em franca expansão, devido à necessidade de utilização dos recursos naturais de forma mais consciente, fazendo com que se solidifique ainda mais o desenvolvimento dos Sistemas de Informações Geográficas (SILVA; ZAIDAN, 2011). A disponibilização das informações geradas por tal tecnologia é importante para assessorar a população que lida diretamente com a utilização dos recursos naturais através de práticas agropastoris, sendo útil no gerenciamento das técnicas de manejo do solo a partir da identificação da aptidão de cada área (ARAÚJO; ALMEIDA; GUERRA, 2007). Tecnologia esta que é imprescindível na determinação de planos de informações, tais como índices de vegetação, fator topográfico, uso atual da terra, espacialização das áreas legais, entre outras variáveis que subsidiam a análise, o planejamento e a tomada de decisões no meio ambiente.

## **2.6 Índice de vegetação**

Em comparação com a maior parte dos alvos terrestres, a vegetação apresenta uma resposta espectral particular. Devido a esta particularidade, diversos índices têm sido desenvolvidos no intuito de ajudar no monitoramento da cobertura vegetal, sendo a maioria destes baseados nas interações ocorrentes entre a vegetação e a energia eletromagnética das faixas do vermelho e do infravermelho próximo (EASTMAN, 2006).

Os índices de vegetação são medidas quantitativas, que têm por finalidade estimar a biomassa ou o vigor vegetativo através de valores digitais, obtidos geralmente pela combinação de diferentes bandas espectrais por meio de operações matemáticas, de forma a produzir um único valor que indica o vigor vegetativo (SANTOS; PELÚZIO; SAITO, 2010).

Para a vegetação, a principal banda espectral de absorção da energia eletromagnética corresponde a região visível da luz vermelha, onde nas imagens do sensor “LISS III” do satélite ResourceSat-1 equivale à banda 3, situada em 0,62  $\mu\text{m}$  a 0,68  $\mu\text{m}$  e a região de maior

reflectância está situada no infravermelho próximo (banda 4), nos comprimentos de onda de 0,77  $\mu\text{m}$  a 0,86  $\mu\text{m}$ .

Alvos com diferentes radiâncias absolutas, mas com semelhantes curvas espectrais de reflectância, apresentam-se com valores de pixels aproximadamente iguais e baixos. Uma vez aplicado um índice de vegetação, os pixels da vegetação aparecem nas imagens em tons mais claros comparativamente a outros alvos terrestres, que tem seus valores digitais mais baixos e aparecem mais escuros na imagem (MENESES; ALMEIDA, 2012).

O Índice de Vegetação por Diferença Normalizada/*Normalized Difference Vegetation Index* (IVDN/NDVI) é um dos índices de vegetação mais conhecidos, o qual é caracterizado pela aplicação de técnicas de realce de imagem através da operação matemática da diferença (subtração), dividida pela soma das faixas espectrais do infravermelho próximo e do vermelho (MELO; SALES; OLIVEIRA, 2011). Em meados de 1986, Tucker e Sellers discorriam sobre a ampla utilização do NDVI como forma de observar a cobertura vegetal, uma vez que este proporciona um bom contraste com outros alvos da superfície terrestre.

Moreira (2011) afirma que o NDVI é baseado em uma combinação aritmética que observa o contraste entre as respostas da vegetação nas faixas do vermelho e do infravermelho próximo com base na equação que tem como variáveis as duas bandas utilizadas, sendo:  $\text{NDVI} = (\text{IVP} - \text{V}) / (\text{IVP} + \text{V})$ , onde IVP: valor da refletância da banda do infravermelho próximo; e V: valor de refletância da banda do vermelho.

Os valores obtidos no NDVI podem variar de -1 (menos um) a +1 (mais um), sendo que quanto mais próximo de 1 maior a densidade da cobertura vegetal, onde a vegetação encontra-se em seu estágio mais denso, úmido e desenvolvido. A água, por ter uma melhor reflectância na banda 3 (faixa do vermelho) em comparação com a banda 4 (faixa do infravermelho próximo), no NDVI apresenta valores negativos próximo a -1. Solos expostos ou com pouca vegetação tendem a apresentarem valores positivos, mas não tanto elevados. Com relação às nuvens, o valor tende a ficar próximo de 0, já que a reflectância é semelhante em ambas as faixas do espectro eletromagnético (MELO; SALES; OLIVEIRA, 2011). Portanto, sendo essa forma de classificação feita pelo NDVI capaz de avaliar as condições da vegetação ao longo de diferentes anos, gerando um mapa como produto final, onde podem ser verificadas as diferenças entre os NDVI dos anos enfocados, assim como também identificar pontualmente os padrões de mudança de cobertura do solo assim como as alterações na cobertura vegetal (PANTOJA et al., 2009; RODRIGUES et al., 2009; LOPES, 2008; LOURENÇO; LANDIM, 2004).



O índice de vegetação é obtido através de operações matemáticas realizadas “pixel” a “pixel”, fornecendo como resultado uma imagem que representa a combinação entre as diferentes bandas originais, mas por esses dados ficarem com sua escala de cinza saturada, causando perda de informação espectral. Lopes (2008) destaca a importância de se realizar correções de normalização dos dados, favorecendo assim a compreensão dos mesmos.

Assim, realizam-se operações de retificação e restauração de maneira a corrigir dados distorcidos da imagem para obter uma representação mais fiel do real. Essas operações consistem no processamento dos dados brutos das imagens para corrigir seja distorções geométricas, eliminar ruídos e ajustar a radiometria dos dados (LILLESAND; KIEFER, 1999; RICHARDS; JIA, 2006).

Com relação à correção radiométrica, a radiância de um determinado objeto que é medida por um dado sistema sofre influência de diversos fatores, entre eles: as mudanças de iluminação da cena, as condições atmosféricas, as características de resposta do sensor, assim como a geometria de visada dos alvos terrestres (LILLESAND; KIEFER, 1999).

Os mesmos autores destacam que quando o trabalho envolve comparação de imagens multitemporais, na faixa do visível e do infravermelho próximo ou em mosaicos, se faz necessário correção radiométrica, normalizando, assim, as imagens.

Para a região semiárida, a utilização do NDVI surgiu como opção à modelagem e monitoramento dos níveis de degradação ambiental e se estende atualmente por diversas áreas de estudo (MELO; SALES; OLIVEIRA, 2011). Kazmierczak (1998) afirma que a utilização do NDVI serve como parâmetro de estudo das áreas em processo de degradação do sertão nordestino, através de algoritmo que identifique as áreas com maior vulnerabilidade ao processo de desertificação. Barbosa (1998) utilizou o NDVI em função da pluviosidade para monitorar ocorrências climáticas extremas na região nordeste entre 1982 a 1985. Sá et al. (2008) estudaram a região do Araripe pernambucano, determinando a situação atual da cobertura vegetal e concluindo como satisfatória a utilização do NDVI à determinação das fisionomias existentes na área de estudo. Em estudo mais recente, Melo, Sales e Oliveira (2011) analisam a degradação ambiental de uma microbacia situada no Ceará tendo também como base o NDVI, onde a metodologia apresentou-se eficaz na identificação da cobertura vegetal da área de estudo.

## 2.7 Fator topográfico ou fator LS

As velocidades de escoamento superficial e de erosão estão fortemente relacionadas com o fator topográfico. Sendo que as perdas de solo são mais sensíveis às variações de declividade do que as de comprimento de vertente (MCCOOL; BROWN; FOSTER, 1987; VAN REMORTEL; MAICHLE; HICKEY, 2004).

O Fator Topográfico (Fator LS) diz respeito às diferentes formas dos processos erosivos, ou seja, a declividade e o comprimento de rampa são fatores que controlam o escoamento das águas nas encostas, incidindo a erosão laminar pelo declive, além de ocorrer os processos de erosão linear, que acontecem quando o comprimento de rampa e ondulações das vertentes coletoras de fluxos concentra e aumenta o escoamento pluvial (STEIN; PONÇANO; SAAD, 2003).

O comprimento de rampa (L) é caracterizado como sendo à distância do ponto de origem do caimento da água até o ponto em que ela decresce, propiciando a sedimentação em rupturas de uma vertente junto a vales (WISCHMEIER; SMITH, 1978). Enquanto a declividade (S) é o ângulo ou o índice da inclinação do terreno (CARVALHO et al, 2000).

Há certa dificuldade em torno da determinação dos fatores L e S em bacias hidrográficas, em detrimento do declive (reto, côncavo e/ou conexo). Por isso, vários pesquisadores procuram determinar através de equações matemáticas as formas de comportamento desses fatores que atuam distintamente (OLIVEIRA et al., 2010).

Neste sentido, a Equação Universal de Perda de Solo foi utilizada inicialmente para estimar a erosão em trechos de declives pouco acentuados a uniformes. Os precursores desses estudos, Foster e Wischmeier (1974), desenvolveram uma forma para calcular a perda de solo em declividades consideradas mais complexas a partir da divisão de declives irregulares em segmentos mais simples. Posteriormente, Wischmeier e Smith (1978) deram prosseguimento aos estudos das declividades irregulares e atribuíram peso para os trechos do declive dependendo do seu formato. Nesses estudos, o fator topográfico foi determinado de forma manual, sendo basicamente realizadas amostras pontuais e excedido à área total. Devido a isso, o número de dados acaba sendo limitado, além de exigir um tempo maior para execução e uma menor precisão nos dados obtidos (SILVA, 2003).

Em meio a essas dificuldades, se busca determinar o fator topográfico de forma automatizada, através de ambiente SIG. Segundo seus idealizadores, os métodos automáticos se diferenciam do método manual porque é pontual, ou seja, está relacionado com a resolução espacial da imagem, sendo menos trabalhoso e mais rápido no levantamento dos dados e

geração de resultados (DESMET; GOVERS, 1996). Sendo, normalmente, utilizada para o cálculo em ambiente computacional a seguinte formulação:  $LS = 0,00984 * L^{0,63} * S^{1,18}$ , proposta por Bertoni e Lombardi Neto (1990).

Em relação aos dados que compõem o fator topográfico, estes são obtidos, em geral, a partir de cartas topográficas ou modelos digitais de elevação. Importante destacar que o nível da informação deve ser capaz de detectar o comportamento das vertentes, dependendo do detalhamento que se deseja para o trabalho. A obtenção destes parâmetros pode ser manual ou automático, dependendo do controle que se deseja dos resultados, do tempo necessário para a realização do mesmo e das dimensões da área estudada (MENDONÇA, 2005).

## **2.8 Importância do mapeamento do uso atual das terras e conflitos nas Áreas de Preservação Permanente (APP) e uso restrito.**

Os avanços tecnológicos nas geotecnologias têm permitido diversos estudos espaciais, sobretudo na área ambiental. De acordo com Câmara et al. (2001), as técnicas matemáticas e computacionais de análise espacial são ferramentas úteis para o tratamento da informação geográfica, que por sua vez, vêm influenciando de maneira crescente as áreas de cartografia, análise de recursos naturais, transportes, comunicações, energia e planejamento urbano e regional. Assim, o mapeamento do uso do solo mediante técnicas de análises espaciais são o meio mais rápido e fácil para análise dos fenômenos naturais nas mais variadas escalas.

Neste sentido, desde a conferência sobre o meio ambiente realizada em Estocolmo em 1972 enfatiza-se a urgência de medidas de proteção do meio ambiente pela orientação do uso e ocupação do solo. Assim, informações atualizadas sobre o uso da terra e sua distribuição são essenciais para o manejo eficiente dos recursos naturais, além de contribuir para o entendimento da distribuição das principais atividades econômico-produtivas da região e uma compreensão das inter-relações entre as formas de ocupação e a intensidade dos processos responsáveis pela degradação do meio físico (NASCIMENTO; GARCIA, 2004).

Portanto, a avaliação, caracterização e quantificação do uso do solo são consideradas aspectos fundamentais na gestão dos recursos naturais e devem constituir a principal ferramenta norteadora de ações de planejamento ambiental, sejam em âmbito público ou privado (SANTOS; PETRONZIO, 2011). Isso permite demonstrar a relação intrínseca entre meio ambiente e o uso antrópico, que muitas vezes é confrontante a ponto de ser destrutiva, sendo essa aplicação dos conhecimentos da Geografia capaz de auxiliar em estudos que diminuam esse conflito de interesses e ajudem a encontrar soluções plausíveis que não

prejudiquem ou que diminuam os danos causados à sociedade e o meio ambiente (SILVA et al, 2013).

A determinação dos diversos conflitos de uso da terra nas APP's e áreas de uso restrito auxiliam na proteção legal por parte dos órgãos públicos responsáveis pela integridade ambiental, que poderão se apoiar neste estudo para estabelecer as punições aos infratores, bem como se utilizar das informações na construção dos planos diretores, conforme promulgado pelo governo federal. Essas áreas foram criadas para exercerem as funções de preservação da paisagem, proteção dos recursos hídricos, proteção do fluxo gênico da fauna e flora e dissipador de energia erosiva (BRASIL, 2012).

Tais áreas geram vários benefícios ecológicos, tais como: sítios para os inimigos naturais das pragas; refúgio e alimento para os insetos polinizadores; refúgio e alimento para a fauna terrestre e aquática; corredores de fluxo gênico para a flora e a fauna; controle de pragas do solo; reciclagem de nutrientes; fixação de carbono, entre outros (SKOPURA, 2003).

## REFERÊNCIAS

- ABREU, B. S.; FERNANDES NETO, S.; MELO, A. A.; MELO, G. K. R. M. M.; LIMA, P. C. S.; MORAIS, P. S. A.; OLIVEIRA, Z. M. Diagnóstico socioeconômico da microbacia hidrográfica, Riacho da Igreja, Cabaceiras/PB. **Revista Educação Agrícola Superior**, v.26, n.1, p.25–29, 2011.
- ALVES, T. L. B.; ARAÚJO, A. R.; ALVES, A. N.; FERREIRA, A. C.; NÓBREGA, J. E. da. Diagnóstico Ambiental da Microbacia Hidrográfica do Rio do Saco, Santa Luzia – PB. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 4, n. 2, p. 396-412, 2011.
- ARAÚJO, G. H. S.; ALMEIDA, J. R.; GUERRA, A. J. T. **Gestão Ambiental de Áreas Degradadas**. 2. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007. 320p.
- ATTANASIO, C. M. **Planos de manejo integrado de microbacias hidrográficas com uso agrícola: uma abordagem hidrológica na busca da sustentabilidade**. 2004. 193p. Tese (Doutorado em Recursos Florestais) – Escola Superior de Agricultura “Luis de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004
- BARBOSA, H. A. **Análise espaço temporal de índice de vegetação AVHRR/NOAA e precipitação na região Nordeste do Brasil em 1982-85**. Dissertação de Mestrado. Divisão de Sensoriamento Remoto, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos – SP, Brasil. 1998.
- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do Solo**. 3ª edição. São Paulo: Editora Ícone, 1990. 355p.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Recursos Hídricos. Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca: **PAN-BRASIL**. Brasília, DF, 2005. 242p.
- BRASIL. **Plano nacional de recursos hídricos: iniciando um processo de debate nacional**. Brasília: MMA/SRH, 2004. 52p.
- BRASIL. **Lei n. 12.651 de 25 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. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm)> Acesso em: 18 de agosto de 2013.
- BRASIL. **Lei n. 9.433 de 8 de janeiro de 1997**. Institui a política nacional de recursos hídricos, cria o sistema nacional de gerenciamento de recursos hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o artigo 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=370>>. Acesso em: 9 de setembro de 2013.
- CÂMARA, G.; DAVIS, C; MONTEIRO, A. M. V. **Introdução à ciência da geoinformação**. São José dos Campos – SP: MCT/INPE, 2001. 21 p.

CARVALHO, E. M.; PINTO, S. A. F.; SEPE, P. M.; ROSSETTI, L. A. F. G. **Utilização do Geoprocessamento para Avaliação de Riscos de Erosão do Solo em uma Bacia Hidrográfica: Estudo de Caso da Bacia do Rio Passa Cinco/SP.** III Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação. Recife - PE, 2010, p.001-008.

CARVALHO JUNIOR W.; CHAGAS, C. S.; PEREIRA, N. R.; STRAUCH, J. C. M. Elaboração de zoneamentos agropedoclimáticos por geoprocessamento: Soja em municípios do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.27, p. 379-387, 2003.

CARVALHO, N. O.; FILIZOLA JÚNIOR, N. P.; SANTOS, P. M. C.; LIMA, J. E. F. W. **Guia de práticas sedimentométricas.** Brasília: ANEEL, 2000. 154p.

DAGNINO, R. DE S.; CARPI JUNIOR, S. Risco ambiental: conceitos e aplicações. **Climatologia e Estudos da Paisagem**, v. 2, n. 2, p. 50-87, 2007.

DESMET, P. J. J.; GOVERS, G. **A GIS procedure for automatically calculating the USLE LS factor on topographically complex landscape units.** Journal of Soil and Water Conservation, v.51, n.5, p.427-433, 1996.

EASTMAN, J. R. **Idrisi Andes:** Tutorial version 15.00. Worcester: Clark University, 2006, 283p.

FAO - **Natural resources and the human environment for food and agriculture.** Protect and produce. (Edição revisada.) Roma, 1992.

Disponível em:  
<[http://books.google.com.br/books?id=BYDv\\_EJwRQkC&printsec=frontcover&hl=pt-BR&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](http://books.google.com.br/books?id=BYDv_EJwRQkC&printsec=frontcover&hl=pt-BR&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false)>. Acesso em: Junho de 2013.

FAO - **Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.** El estado mundial de la agricultura y la alimentación. Documento Colección FAO: Agricultura N° 38. Roma, Itália, 2007. 255p.

ISDR - **Estratégia Internacional Para la Reducción de Desastres. Terminología sobre reducción del riesgo de desastres.** Ginebra: Naciones Unidas, 2009, 38p.

FERNANDES, M. F. **Degradação ambiental e vulnerabilidades nos municípios de Araripina (PE), Crato e Barbalha (CE) e Marcolândia (PI) - Chapada do Araripe: um estudo comparativo.** 2011. 215f. Tese (Doutorado) - Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande (PB), 2011.

FERRERO, V. O. **Hidrologia computacional y modelos digitales del terreno:** teoria, practica y filosofia de una nueva forma de analisis hidrológico. [S.l.: s.n.], 2004. 364p.

FOSTER, G. R.; WISCHMEIER, W. H. Evaluating irregular slopes for soil loss prediction. **Trans. ASAE**, v.17, p.305-309, 1974.

FRANCO, E. S.; LIRA, V. M.; PORDEUS, R. V.; LIMA, V. L. A.; NETO, J. D. ; AZEVEDO, C. A. V. Diagnóstico Socioeconômico e Ambiental de uma Microbacia no

Município de Boqueirão – PB. **Revista Engenharia Ambiental**, Espírito Santo do Pinhal, v.2, n.1, p.100-114, 2005.

KAZMIERCZAK M. L. Desenvolvimento de um algoritmo para Modelar a Susceptibilidade de Desertificação no Nordeste do Brasil: Algoritmo Isd[Neb]. **Anais IX Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Santos, Brasil, 11-18 setembro 1998, INPE, p.133-143.

LILLESAND, T. M., KIEFER, R. W. **Remote sensing and image interpretation**. New York: John Wiley & Sons, 1999, 324p.

LIMA, G. M.; DIAS, L. F.; VALE, R. M. C. Mapeamento geomorfológico como subsídio ao estudo da desertificação no norte da Bahia. **Revista Geonorte**, v.2, n.4, p.588-598, 2012.

LOPES, E. S. S. **Tutorial 10 Aulas - SPRING 5.0**. Versão Windows e Linux: SPRING Básico. São José dos Campos: INPE, 2008. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/spring/portugues/manuais.html>>. Acesso em: 07 de março de 2011.

LOURENÇO R. W.; LANDIM, P. M. B. Estudo da variabilidade do "índice de vegetação por diferença normalizada/NDVI" utilizando krigagem indicativa. **HOLOS Environment**, v.4 n.1, p.38-55, 2004.

MARENGO, J. A. **Vulnerabilidade, impactos e adaptação à mudança do clima no semiárido do Brasil**. In: Mudança do clima no Brasil: vulnerabilidade, impactos e adaptação. Parcerias Estratégicas. Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. Ministério da Ciência e Tecnologia, n 27, p. 149-176. 2008.

MCCOOL, D. K.; BROWN, L. C.; FOSTER, G. R. Revised slope steepness factor for the Universal Soil Loss Equation. **Transactions of the American Society of Agricultural Engineers**, v.30, p.1387-1396, 1987.

MELO, J. A. B. **Diagnóstico físico-conservacionista e das vulnerabilidades como subsídio ao ordenamento territorial da microbacia do Riacho do Tronco, Boa Vista, PB**. 2010. 218f. Tese (Doutorado em Recursos Naturais) - Departamento de Tecnologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande (PB), 2010.

MELO, E. T.; SALES, M. C. L.; OLIVEIRA, J. G. B. Aplicação do índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI) para análise da degradação ambiental da microbacia hidrográfica do riacho dos cavalos, Crateús – CE. **RA'E GA**, v.23, p.520-533, 2011.

MENDONÇA, I. F. C. de. **Adequação do uso agrícola e estimativa da degradação ambiental das terras da microbacia hidrográfica do riacho Una, Sapé – PB**. 2005. 158f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola). Universidade Estadual de Campinas - Faculdade de Engenharia Agrícola, Campinas – SP, 2005.

MENESES P. R.; ALMEIDA, T. **Introdução ao processamento de imagens de sensoriamento remoto**. Brasília: UNB/CNPq, 2012. 264p.

MIRANDA, J. I. **Fundamentos de Sistemas de Informações Geográficas**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. 425p.

MOREIRA, M. A. **Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias de aplicação**. 4. ed. atualizada e ampliada. Viçosa, MG: Ed. da UFV, 2011. 422p.

NASCIMENTO, P. S. R.; GARCIA, G. J. **Atualização do mapa de vegetação natural e do uso da terra na sub-bacia do baixo Piracicaba (SP) com o auxílio de imagens TM/LANDSAT-5**. Estudos Geográficos, Rio Claro, v.2, n.2, p. 31- 45, 2004.

NASCIMENTO, W. M. do; VILLAÇA, M. G. Bacias Hidrográficas: Planejamento e Gerenciamento. **Revista Eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros**. Seção Três Lagoas, n.7, p.102-121, maio, 2008.

NOAA-National oceanic and atmospheric administration. Vulnerability assessment, 1999. Disponível em: <<http://www.csc.noaa.gov/products/nchaz/htm/tut.htm>>. Acesso em: 09 set. 2013.

NOGUEIRA, G. S.; RIBEIRO, G. A.; RIBEIRO, C. A. A. S.; SILVA, E. P. Escolha de locais para instalação de torres de detecção de incêndio com auxílio do SIG. **Revista Árvore**, v.26, n.3, p.363-369, 2002.

OLIVEIRA JUNIOR, I.; VALE, O. R. M. C.; LOBÃO, J. S. B.; NEPOMUCENO, M. Q. **Aplicação de técnicas de geoprocessamento para mapeamento geomorfológico do Polo de Guanambi: subsídios para o estudo da degradação ambiental e desertificação**. Revista Geonorte, v.2, n.4, p.173-186, 2012.

OLIVEIRA, P. T. S.; RODRIGUES, D. B. B.; ALVES SOBRINHO, T.; PANACHUKI, E. Estimativa do fator topográfico da USLE a partir de três algoritmos. **Revista Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, v.5, n.2, p.217-225, 2010.

PANTOJA, N. V.; SAITO, É. A.; FONSECA, L.; ANDERSON, L. O.; SOARES, J. V.; VALERIANO, D. M. Detecção de mudanças a partir de imagens TM/Landsat na Amazônia Sul Ocidental. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 14, Natal, 2009. **Anais...** Natal: INPE, 2009. p.6037-6044.

PARAÍBA. **Processo de Desertificação no Estado**. Disponível em: <<http://www.paraiba.pb.gov.br>>. Acesso em: junho de 2013.

PONS, N. A. D., PEJON, O. J. Aplicação do SIG em estudos de degradação ambiental: o caso de São Carlos (SP). **Revista Brasileira de Geociências**, v.38, n.2, p.295-302, 2008.

PORTO, M. F. A.; PORTO, R. L. L. Gestão de bacias hidrográficas. **Revista Estudos Avançados**, São Paulo, v.22, n.63, p.43-60, 2008.

RICHARDS, J. A., JIA, X. **Remote sensing digital image analysis: an introduction**. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 2006, 439p.

ROCHA, J. S. M. **Manual de projetos ambientais**. Santa Maria – RS: Imprensa Universitária, 1997. 423p.

RODRIGUES, J. O.; ANDRADE, E. M.; CHAVES, L. C. G.; ARRAES, F. D. D. Avaliação da dinâmica da cobertura vegetal na bacia Forquilha, Ceará, Brasil pelo uso do NDVI. In:



SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 14, Natal, 2009. **Anais...** Natal: INPE, 2009. p. 6125-6132.

ROSENDO, J. S.; ROSA, R. Análise da detecção de mudanças no uso da terra e cobertura vegetal utilizando a diferença de índices de vegetação. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 9, Florianópolis, 2007. **Anais...** Florianópolis: INPE, 2007. p.4209-4216.

SÁ, I. I. S.; GALVÍNCIO, J. D.; MOURA, M. S. B.; SÁ, I. B. Uso do índice de vegetação da diferença normalizada (IVDN) para caracterização da cobertura vegetal da região do Araripe pernambucano. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.1, n.1, 28-38, 2008.

SALES, M. C. L. **Estudo da Degradação Ambiental em Gilbués – PI. Reavaliando o “Núcleo de Desertificação”**. Dissertação (Mestrado em Geografia Física) – Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo – USP. São Paulo, 1997.

\_\_. Evolução dos estudos de desertificação no nordeste brasileiro. **GEOUSP – Espaço e Tempo**, n.11, p.115-126, 2002.

SANTOS, A. B.; PETRONZIO, J. A. C. Mapeamento de uso e ocupação do solo do município de Uberlândia-MG utilizando técnicas de Geoprocessamento. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 15, 2011, Curitiba. **Anais...** Curitiba: INPE, 2011. p. 6185-6192.

SANTOS, A. R.; PELUZIO, T. M. O.; SAITO, N. S. **SPRING 5.1.2: passo a passo: aplicações práticas**. Alegre, ES: CAUFES, 2010. 153p.

SILVA, J. X.; ZAIDAN, R. T. **Geoprocessamento & Meio Ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011. 328p.

SILVA, M. J. **Dinâmica da degradação ambiental na bacia hidrográfica do açude de Soledade. PB. Um estudo temporal (1990-2010)**. 2011. 97f. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Tecnologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande (PB), 2011.

SILVA, V. C. Cálculo automático do fator topográfico (LS) da EUPS, na bacia do rio Paracatu. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 33, n. 1, p. 29-34, 2003.

SILVA, A. M.; XAVIER, A. P. C.; MEDEIROS, I. C.; MARANHÃO, K. U. A.; SILVA, R. M. Análise multitemporal e atualização do mapa de uso e ocupação do solo do município de Monteiro-PB. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 16, 2013, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: INPE, 2013. p. 1548-1555.

SKORUPA, L. A. **Áreas de preservação permanente e desenvolvimento sustentável**. Jaguariúna: EMBRAPA-MA, 2003. 04 p.

SOUSA, R. F. **Terras agrícolas e o processo de desertificação em municípios do semiárido paraibano**. 2007. 180f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Agrícola,

Departamento de Tecnologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande (PB), 2007.

SOUSA, R. F.; FERNANDES, M. F.; BARBOSA, M. P. Vulnerabilidades, semiaridez e desertificação: cenários de riscos no Cariri Paraibano. **Revista Okara: Geografia em debate**, v. 2, n. 2, p.128-206, 2008.

STEIN, D. P.; PONÇANO, W. L.; SAAD, A. R. Erosão na bacia do rio Santo Anastácio, oeste do estado de São Paulo, Brasil, **Geociências**, v. 22, n. 2, p. 143-162, 2003.

TUCKER, C. J.; SELLERS, P. J. Satellite remote sensing of primary production. **International Journal of Remote Sensing**, v. 7, n. 11, p.1395-1416, 1986.

VAN REMORTEL, R. D.; MAICHLE, R. W.; HICKEY, R. J. Computing the ls factor for the revised universal soil loss equation through array-based slope processing of digital elevation data using a C++ executable. **Computers & Geosciences**, v. 30, p. 1043-1053, 2004.

VEIGA, T. C.; SILVA, J. X. **Geoprocessamento Aplicado à Identificação de Áreas Potenciais para Atividades Turísticas: O Caso do Município de Macaé (RJ)**. In: ZAIDAN, R. T.; XAVIER DA SILVA, J. Geoprocessamento e análise ambiental: aplicações. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, p. 179-215. (2004).

WISCHMEIER, W. H.; SMITH, D. D. 1978. **Predicting rainfall erosion losses - a guide to consevation planning**. Washington: U.S. Departament of Agriculture. 58 p. (Agriculture Handbook No 537).

## **CAPÍTULO 1**

---

### **ÍNDICE DE VULNERABILIDADE AMBIENTAL NA MICROBACIA DO TALHADO, SANTA LUZIA – PB**

---

(Manuscrito a ser submetido à Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental -  
AGRIAMBI, com normas no Anexo A)

## **Índice de Vulnerabilidade Ambiental na microbacia hidrográfica do Talhado, Santa Luzia - PB**

**Resumo:** O Índice de Vulnerabilidade Ambiental é uma ferramenta primordial na investigação e identificação dos fatores que podem gerar degradação ambiental em ecossistemas, como as bacias hidrográficas. Diante do exposto, o objetivo deste estudo foi determinar o Índice de Vulnerabilidade Ambiental na microbacia hidrográfica do Talhado, localizada no município de Santa Luzia, Paraíba. Para aplicação da metodologia, o Índice de Vulnerabilidade Ambiental foi gerado pela soma dos seguintes planos de informações: índice de vegetação por diferença normalizada, fator topográfico, uso atual da terra e áreas de preservação permanente e o uso restrito. Estes planos foram criados utilizando um sistema de informações geográficas que englobou os softwares AutoCad 2015 e Idrisi Andes, versão 16.0. Os resultados mostraram que 581,2 hectares (49,9%) da microbacia foram identificados com vulnerabilidade moderada, seguida pelas áreas com vulnerabilidades baixa e muito baixa de 541,4 hectares (46,5%), enquanto 41,1 hectares (3,5%) variaram de grave a muito grave. Resultado que indica a especial atenção que deve ser dada ao manejo conservacionista dos seus recursos naturais.

**Palavras-chave:** degradação das terras, recursos naturais, conservação do solo.

## **Environmental Vulnerability Index in the micro-watershed of Talhado, Santa Luzia - PB**

**Abstract:** The environmental vulnerability index is a vital tool in the investigation and identification of factors which may generate environmental degradation in ecosystems, such as the watersheds. In view of what has been exposed here, the objective of this study was to determine the environmental vulnerability index in the micro-watershed of Talhado, in the municipality of Santa Luzia, Paraíba. For the application of the methodology, the environmental vulnerability index was generated by the addition of the following information plans: normalized difference vegetation index, topographical factor, current land use, permanent preservation areas and restricted use; which were created using a geographical information system, which encompassed the AutoCad 2015 and Idrisi Andes, version 16.0. The results showed that 581.2 hectares (49.9%) of the micro-watershed were identified with moderate vulnerability, followed by areas of 541.4 hectares (46.5%) with low and very low vulnerabilities, while 41.1 hectares (3.5%) varied from serious to very serious. This result indicates that special attention must be given to the conservationist management of its natural resources.

**Keywords:** land degradation, natural resources, preservation of the soil.

## INTRODUÇÃO

A vulnerabilidade de um ambiente se caracteriza, conceitualmente, por acontecimentos adversos à sustentabilidade do meio, resultam de fatores socioeconômicos, ambientais e das características do meio físico, pois o estudo dos seus fatores condicionantes determina até que ponto de degradação a sustentabilidade não é comprometida. O desenvolvimento de pesquisas que busquem aprimorar tal conhecimento, assim como aperfeiçoar as técnicas já existentes, torna-se urgente frente aos problemas atuais de degradação (Klais et al., 2012).

Neste sentido, Araújo Júnior et al. (2002) enfatizam ser a bacia hidrográfica a unidade ideal para o planejamento dos recursos naturais. Nesta, é possível estudar a inter-relação entre os elementos dos meios físico e biótico, favorecendo a realização de diagnósticos que apontam os problemas existentes de forma inter-relacionada, incluindo a identificação das causas geradoras da vulnerabilidade ambiental e posterior determinação de soluções tanto para o meio ambiente como para a sociedade inserida na área.

Considerando a necessidade de preservação dos recursos naturais e dos serviços ambientais a eles associados, é imprescindível a gestão racional das práticas de uso e manejo das bacias hidrográficas, adotando-se um conjunto de instrumentos, entre os quais a modelagem para a predição da degradação ambiental (Porto & Porto, 2008) que pode ser determinada a partir do estudo da vulnerabilidade da área.

Além do que, estudar o grau de vulnerabilidade significa uma tentativa de compreender a inter-relação existente entre o espaço físico e os habitantes nele inseridos, com sua cultura e demandas econômicas. Com estes fatores intervenientes busca-se avaliar a proporção entre as causas geradoras da degradação ambiental e a intensidade dos seus efeitos, contando como importantes aliados para a obtenção das informações o sensoriamento remoto e os Sistemas de Informação Geográfica (SIG). Estas ferramentas permitem analisar a dinâmica da cobertura vegetal, do uso do solo e associar essas transformações às condições físicas do meio, aos mecanismos de produção agropecuários e à qualidade de vida das populações locais (Pons & Pejon, 2008).

Por fim, para avaliar a vulnerabilidade ambiental é necessário caracterizar os fatores que causam a degradação, tais como: o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI), utilizado para estimativa da cobertura vegetal e na detecção de mudanças de

padrão de uso e cobertura da terra (Melo et al., 2011); o fator topográfico, que exerce forte influência na velocidade e quantidade da enxurrada e consequente desagregação e carreamento das partículas do solo (Oliveira et al., 2010); o uso atual da terra que permite identificar as formas e intensidade do antropismo ao meio físico de determinado local (Nascimento & Garcia, 2004); e, por último, os conflitos de uso existentes nas Áreas de Preservação Permanente (APP) e de uso restrito. Estas áreas estão submetidas a regime jurídico pela lei nº 12.651 (BRASIL, 2012), que considera conflito qualquer alteração de uso em discordância com o que ela preconiza.

Diante do exposto, percebe-se que o estudo de tais variáveis constitui uma contribuição imprescindível na investigação e identificação dos fatores da degradação e vulnerabilidade ambiental, assim como favorece a tomada de decisões pelos poderes públicos frente aos possíveis danos intensificados pela ação humana, principalmente quando se adota a bacia hidrográfica como unidade de diagnóstico.

Portanto, o objetivo do presente trabalho foi determinar o Índice de Vulnerabilidade Ambiental (IVA) na microbacia hidrográfica do Talhado, município de Santa Luzia – PB, a partir da integração dos seguintes planos de informação: Índice de Vegetação por Diferença Normalizada, fator topográfico, uso atual da terra e espacialização das áreas legais previstas pela Lei 12.651 de 25 de maio de 2012.

## MATERIAIS E MÉTODOS

A microbacia do Rio Talhado está circunscrita entre as coordenadas geográficas, 36° 54'39" a 36°57'07" de longitude oeste e 6°59'08" a 7°02'12" de latitude sul. Insere-se na microbacia do Rio do Saco, onde o seu curso d'água desemboca no açude José Américo que abastece o município de Santa Luzia-PB (Figura 1). A microbacia hidrográfica do Talhado está situada hidrograficamente na Bacia Piranhas-Açu, Sub-bacia do Rio Seridó, sendo importante contribuinte do Rio Quipauá, principal curso de água que drena o município de Santa Luzia-PB. O clima é do tipo BSh de baixa latitude e altitude (Alvares et al. 2014). A pluviosidade média anual é de 547,8 mm distribuída na quadra chuvosa compreendida entre os meses de janeiro a abril. A vegetação prevalente é do tipo caatinga-seridó. (CPRM, 2005; Alves et al., 2011).

Na microbacia do Talhado há predominância de Neossolos Litólicos Distrófico e Eutrófico e, em menor proporção, de Neossolos Flúvicos, sendo geologicamente a área formada pelas unidades litoestratigráficas Suíte Várzea Alegre (litotipos: Granito e

Granidiorito) e Serra dos Quintos com os litotipos: Clorita Xisto, Xisto, Gnaisse, Termolita-clorita xisto e Metabasalto (MARCELINO, 2012).

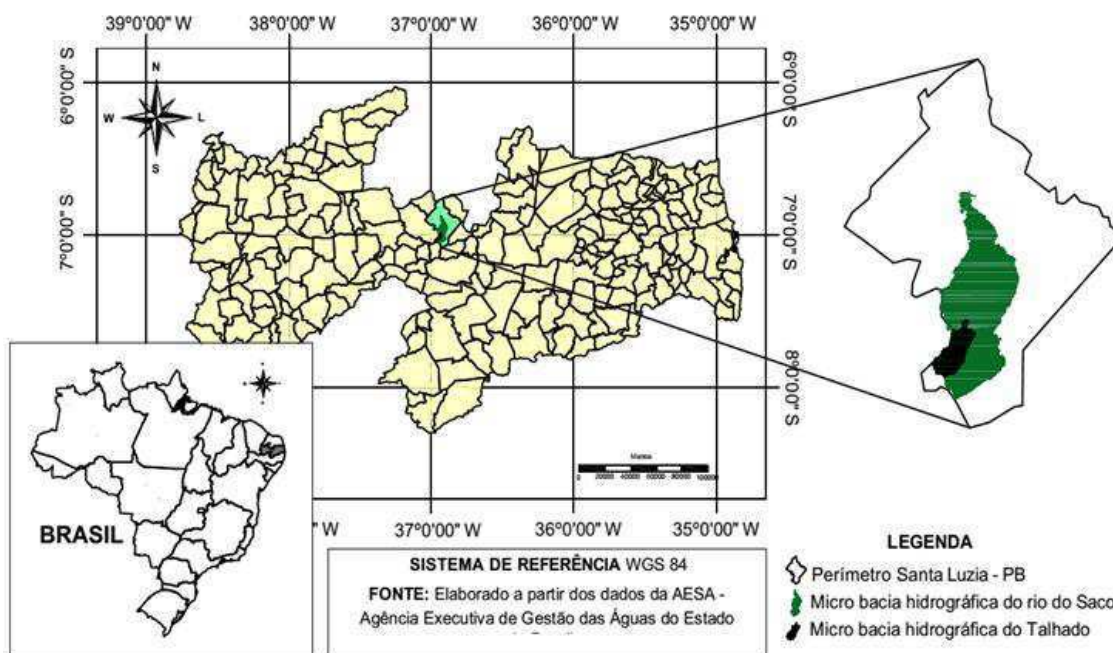


Figura 1. Localização geoespacial do estado da Paraíba, destacando o município de Santa Luzia, a micro bacia hidrográfica do rio do Saco e a microbacia hidrográfica do Talhado.

A metodologia utilizada na presente pesquisa fundamentou-se nos trabalhos desenvolvidos por Silva & Nunes (2009), Melo (2010) e Silva et al. (2010), visto que estes autores consideraram os principais fatores físicos e antrópicos atuantes à vulnerabilidade ambiental.

Foram definidos os seguintes Planos de Informações (PI's), que são tidos como decisivos à determinação do Índice de Vulnerabilidade Ambiental (IVA) de uma microbacia hidrográfica: Índice de Vegetação por Diferença Normalizada, fator topográfico, uso atual da terra e espacialização das áreas legais previstas pela Lei N° 12.651 de 25 de maio de 2012.

Com relação ao Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI), foram estabelecidas classes de vegetação, resultante das respostas obtidas no NDVI. Este índice foi determinado em dois anos distintos (2010 e 2013), tornando possível a análise da variabilidade ocorrida na cobertura vegetal entre o período selecionado. Para sua realização foram utilizadas as imagens do satélite ResourceSat-1, sensor "LISS3", órbita 337, ponto 081, bandas espectrais 3 (vermelho) e 4 (infravermelho próximo), com datas de passagem em 28 de dezembro de 2010 e 27 de fevereiro de 2013, respectivamente.

Objetivando unificar o DN (Digital Number) das bandas 3 e 4, para comparar o NDVI no período estudado, realizou-se a conversão da escala de cinza para a escala radiométrica, empregando-se os valores de radiância mínima ( $b_3 = 0$ ;  $b_4 = 0$ ) e máxima ( $b_3 = 15,131$ ;  $b_4 = 15,757$ ) do sensor LISS3 do Satélite ResourceSat-1.

Como o ano de 2013 foi atípico, tendo uma pluviosidade baixa para a média histórica do mês de fevereiro na região de estudo, assemelhando-se com as médias pluviométricas de novembro e dezembro da mesma área, justificou-se o uso de imagens de dois períodos distintos.

O NDVI foi calculado através da expressão matemática (Equação 1) da razão entre a diferença da reflectância das bandas do infravermelho próximo e vermelho pela soma dessas mesmas bandas (Rouse et al., 1974), sendo:

$$NDVI = \frac{(\rho_4 - \rho_3)}{(\rho_4 + \rho_3)} \quad (1)$$

onde:

$\rho_4$  - Infravermelho próximo (0,76 a 0,90  $\mu\text{m}$ )

$\rho_3$  - Vermelho (0,63 a 0,69 $\mu\text{m}$ )

Posteriormente, para avaliar a variabilidade do índice de vegetação entre diferentes anos, de acordo com sua contribuição ao risco de vulnerabilidade ambiental, foi realizada uma operação de subtração (imagem diferença) entre os mapas de NDVI de 2010 e 2013, determinando, assim, 5 classes de vulnerabilidade ambiental (Tabela 1), correspondendo às classes temáticas de desmatamento/redução da cobertura vegetal (2 classes), manutenção de cobertura vegetal (1 classe) e regeneração/incremento de vegetação (2 classes), para as quais foi levado em consideração os valores da média ( $\mu$ ), da distribuição dos níveis de cinza da imagem e do desvio padrão (Sd), adaptado de Louzada et al. (2009) e Costa et al. (2011).

Tabela 1. Classificação da vulnerabilidade ambiental segundo o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada

Classes	Temas	Vulnerabilidade	Coefficiente
]2 Sd, $\mu + 2$ Sd]	Incremento de vegetação	Muito Baixa	1
[ $\mu + 2$ Sd, $\mu +$ Sd]	Incremento de vegetação	Baixa	2
[ $\mu +$ Sd, $\mu -$ Sd]	Manutenção de Vegetação	Moderada	3
[ $\mu -$ Sd, $\mu - 2$ Sd]	Redução de Vegetação	Grave	4
[ $\mu - 2$ Sd, -2 Sd[	Redução de Vegetação	Muito Grave	5



O Fator topográfico (LS), foi determinado a partir da equação 2, desenvolvida por Bertoni & Lombardi Neto (1990), os fatores L (comprimento de vertente, em metros) e S (declividade, em %) foram combinados em um único fator denominado fator LS ou topográfico, sendo:

$$LS = 0,00984 \times L^{0,63} \times S^{1,18} \quad (2)$$

onde:

LS - fator topográfico (adimensional)

L - comprimento de vertente, em metros

S - declividade, em %

O comprimento de vertente foi gerado a partir dos planos de informações, mapa de aspecto e do Modelo Digital do Terreno (MDT) do projeto Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer Global Digital Elevation Model (ASTER GDEM), calculado mediante o método estabelecido por Rocha et al. (1995). Na reclassificação do mapa de aspecto procedeu-se de forma que contemplasse os pontos cardeais e colaterais de orientação.

O plano de informação declividade, também obtida através do MDT, foi reclassificado a partir da adaptação da classificação utilizada por Ramalho Filho & Beek (1995).

Por fim, o comprimento de vertente e a declividade foram implementados à fórmula de fator topográfico, descrita anteriormente, sendo que a amplitude encontrada para o mapa de fator topográfico foi distribuída em 5 classes (tabela 2), referente a contribuição deste fator à vulnerabilidade ambiental.

Tabela 2. Classificação da vulnerabilidade ambiental segundo o fator topográfico

Classes de Fator LS	Vulnerabilidade	Coefficiente
0 a 1,214	Muito Baixa	1
1,214 a 2,428	Baixa	2
2,428 a 3,642	Moderada	3
3,642 a 4,856	Grave	4
4,856 a 6,07	Muito Grave	5

O plano de informação do uso atual da terra foi atualizado a partir do mapa de uso da terra da microbacia do rio do Saco, elaborado por Silva (2014). A atualização desse

mapa, para a área da microbacia do Talhado, foi gerada a partir de uma classificação visual de uma imagem do satélite ResourceSat-2, sensor “LISS3”, órbita 337, ponto 081, bandas 2, 3 e 4, com data de passagem em 27 de fevereiro de 2013. A imagem foi georreferenciada utilizando pontos de controle geométricos coletados na imagem ortorretificada da NASA (GLS 2005 do Landsat-5, sensor TM e ETM).

De posse das bandas espectrais utilizadas, foi gerada uma composição colorida 2B4G3R para auxiliar numa melhor visualização e identificação dos alvos de interesse à classificação. A partir da composição, foi realizada a atualização da classificação visual com a representação vetorial de cada tema identificado na imagem, rasterizando-os sobre uma máscara previamente gerada com definição do polígono da microbacia do Talhado.

A rotulação das tipologias identificadas e a validação da classificação visual realizada através de matriz de confusão basearam-se em amostragem de campo, empregando-se GPS absoluto e com apoio de imagens digitais do software Google Earth.

Após a determinação do mapa de uso atual da terra, procedeu a distribuição das tipologias em classes (Tabela 3), de acordo com a influência que cada uso contribui à vulnerabilidade ambiental, esta distribuição, por sua vez, parte do princípio que quanto mais o solo estiver exposto (menor cobertura vegetal) e mais antropizada for a área, mais alta será a vulnerabilidade. Para o tema corpos d’água, verifica-se que para a região semiárida à medida que o nível da água gradativamente vai diminuindo nos meses de estiagem, há utilização de suas margens para diversos usos (pastagem, agricultura, entre outros), que tornam de complexa mensuração, mas que justifica a atribuição de peso a este tema (muito baixa), tendo em vista que geralmente no período de chuvas essas margens já estão com seu regime de água restabelecido.

Tabela 3. Classificação da vulnerabilidade ambiental segundo o uso atual da terra

Classes de Uso Atual da Terra	Vulnerabilidade	Coefficiente
Afloramentos rochosos	Nula	0
Corpos d’água	Muito Baixa	1
Caatinga Arbustiva Arbórea Fechada + Algaroba	Baixa	2
Caatinga Arbustiva Arbórea Aberta	Moderada	3
Pastagem + Agricultura	Grave	4
Extração Mineral	Muito Grave	5

A determinação das Áreas de Preservação Permanente (APP) e uso restrito consistiram da espacialização das Áreas Legais prevista pela Lei Nº 12.651, de 25 de maio de 2012 (BRASIL, 2012), que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa sobre os parâmetros, definições e limites das APP's caracterizadas por uma alta fragilidade ambiental e conseqüente necessidade de proteção. As áreas encontradas na área de estudo foram: margens de drenos - sendo previstas faixas de preservação de 30 metros, para os drenos menores que 10 metros de largura e 50 metros para os drenos com largura entre 10 e 50 metros; encostas - sendo as áreas com declividade superior a 45°, na linha de maior declive; e áreas de uso restrito - áreas com declividade entre 25 e 45°, onde apenas se permite, por lei, o manejo florestal sustentável e as atividades agrosilvipastoris.

Para a espacialização das Áreas Legais, inicialmente foi digitalizado a rede de drenagem, corpos d'água e a área da microbacia do Talhado a partir da Carta Planialtimétrica da SUDENE, editada em 1985 e digitalizada em 1996; Folhas de Jardim do Seridó – RN (SB.24 – Z – B – V) e Juazeirinho – PB (SB.24 – Z – D – II), na escala 1:100.000; MDT do projeto Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer Global Digital Elevation Model (ASTER GDEM); e, Imagem do satélite ResourceSat-2, sensor “LISS3”, órbita 337, ponto 081, bandas 2, 3 e 4, com data de passagem em 27 de fevereiro de 2013.

Após a vetorização da drenagem e corpos d'água, foi observada a aplicação da legislação ambiental com especificidade para drenos e reservatórios, adequando-os a faixa de preservação indicada (30 ou 50 metros).

Para as áreas de uso restrito e encostas foi empregado o MDT de 30 metros, sendo, inicialmente, gerado o mapa de declividade da área de estudo e, posteriormente, reclassificado para separar as duas áreas de interesse.

Por fim, foi atribuído um coeficiente para cada conflito de uso de acordo com sua influência à vulnerabilidade ambiental (Tabela 4), onde o fator preponderante para a atribuição dos pesos foi a declividade do terreno, sendo que as áreas que apresentaram sobreposição de declividades acentuadas com APP de drenos, foram atribuídas maior peso, uma vez que além da influência da inclinação do terreno os drenos são áreas de maior velocidade de escoamento superficial de água das chuvas, sendo assim potencialmente mais vulneráveis à degradação.

Tabela 4. Classificação da vulnerabilidade ambiental segundo as Áreas de Preservação Permanente e Uso Restrito

Classes de Conflito	Vulnerabilidade	Coefficiente
APP de Drenos	Muito Baixa	1
Uso restrito	Baixa	2
APP de Drenos + Uso restrito	Moderada	3
Declividade > 45°	Grave	4
APP de Dreno + Declividade > 45°	Muito Grave	5

Para o Índice de Vulnerabilidade Ambiental (IVA) foram integradas todas as variáveis anteriores a partir dos seus respectivos planos de informações (Equação 3). A integração dessas variáveis se deu a partir de um modelo de ponderação com base na pesquisa desenvolvida por Silva et al. (2010), que integraram vários planos de informação para obter o Índice de Vulnerabilidade Ambiental (IVA), determinando assim, o seguinte modelo:

$$IVA = IVE + IRE + IUAT + IEAL \quad (3)$$

Onde:

IVA - Índice de Vulnerabilidade Ambiental

IVE - Índice de Vegetação

IRE - Índice de Relevô

IUAT - Índice de Uso Atual da terra

IEAL - Índice de Espacialização das Áreas Legais

Sendo estes últimos quatro índices referentes aos planos de informações do NDVI, fator topográfico, uso atual da terra e áreas legais, respectivamente.

Posteriormente, após a integração dos planos de informações, o mapa digital do Índice de Vulnerabilidade Ambiental foi elaborado a partir da amplitude obtida, reclassificado para se obter 5 classes potenciais à vulnerabilidade ambiental (Tabela 5).

Tabela 5. Classificação do Índice de Vulnerabilidade Ambiental segundo a integração dos planos de informações

Somatório dos Mapas preliminares	Vulnerabilidade	Coefficiente
4 a 6,4	Muito Baixa	1
6,4 a 8,8	Baixa	2
8,8 a 11,2	Moderada	3
11,2 a 13,6	Grave	4
13,6 a 16	Muito Grave	5

A obtenção dos planos de informações, e do mapa do Índice de Vulnerabilidade Ambiental, se deu por meio de algoritmos implementados em módulos específicos dos softwares AutoCad 2015 e Idrisi Andes, versão 16.0.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como resultado da aplicação da operação da razão entre bandas para as imagens dos anos 2010 e 2013, foram obtidas imagens NDVI para os respectivos anos. A análise dos histogramas das imagens resultantes indica a predominância dos valores concentrados em torno da média, 0,352 (Figura 2A) e 0,037 (Figura 2B) para as imagens NDVI 2010 e 2013, respectivamente, mostrando diminuição da média e da amplitude de radiância do NDVI de 2013, comparado a 2010, indicando redução da cobertura florestal neste intervalo de tempo.

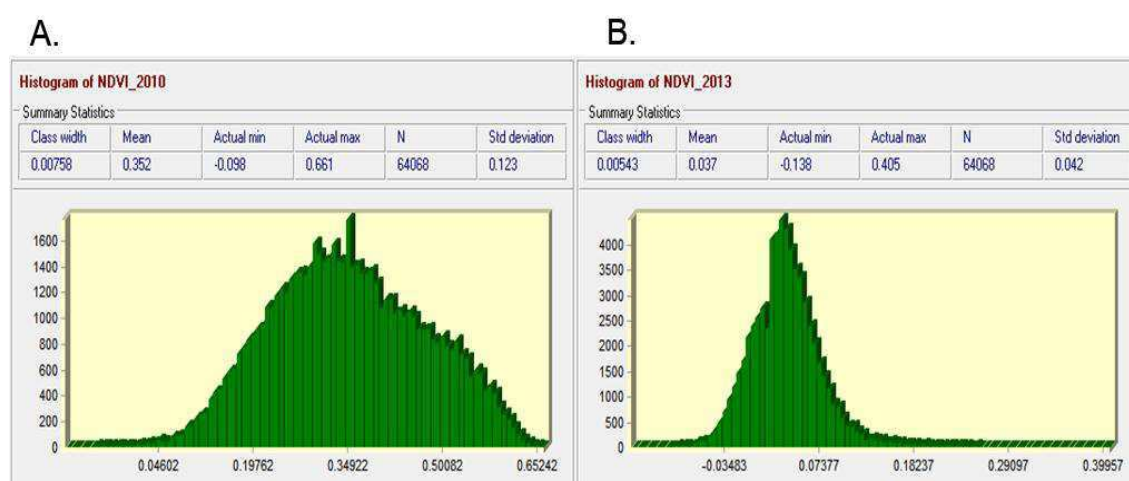


Figura 2. Histogramas dos NDVI 2010 (A) e 2013 (B)

A partir da imagem-diferença, foi possível evidenciar as mudanças ocorridas entre os dois períodos selecionados e assim determinar o potencial de vulnerabilidade ambiental (Figura 3). Verificou-se que maior parte da área (782,3 ha - 67,23%) caracterizou-se com índice de vulnerabilidade moderada, distribuída no limiar  $[\mu + Sd, \mu - Sd]$ , indicando estabilidade na cobertura florestal e que apresenta situação inalterada. As áreas que indicaram redução/desmatamento da cobertura vegetal (menor que -1 desvio padrão da média), classificadas com vulnerabilidade grave e muito grave, apresentaram área total de 258,6 ha (22,22%). Com relação às áreas de incremento da vegetação (classes de distribuição maior que +1 desvio padrão), classificadas com vulnerabilidade baixa e muito baixa, quando somadas apresentaram área de 122,8 ha (10,55%).

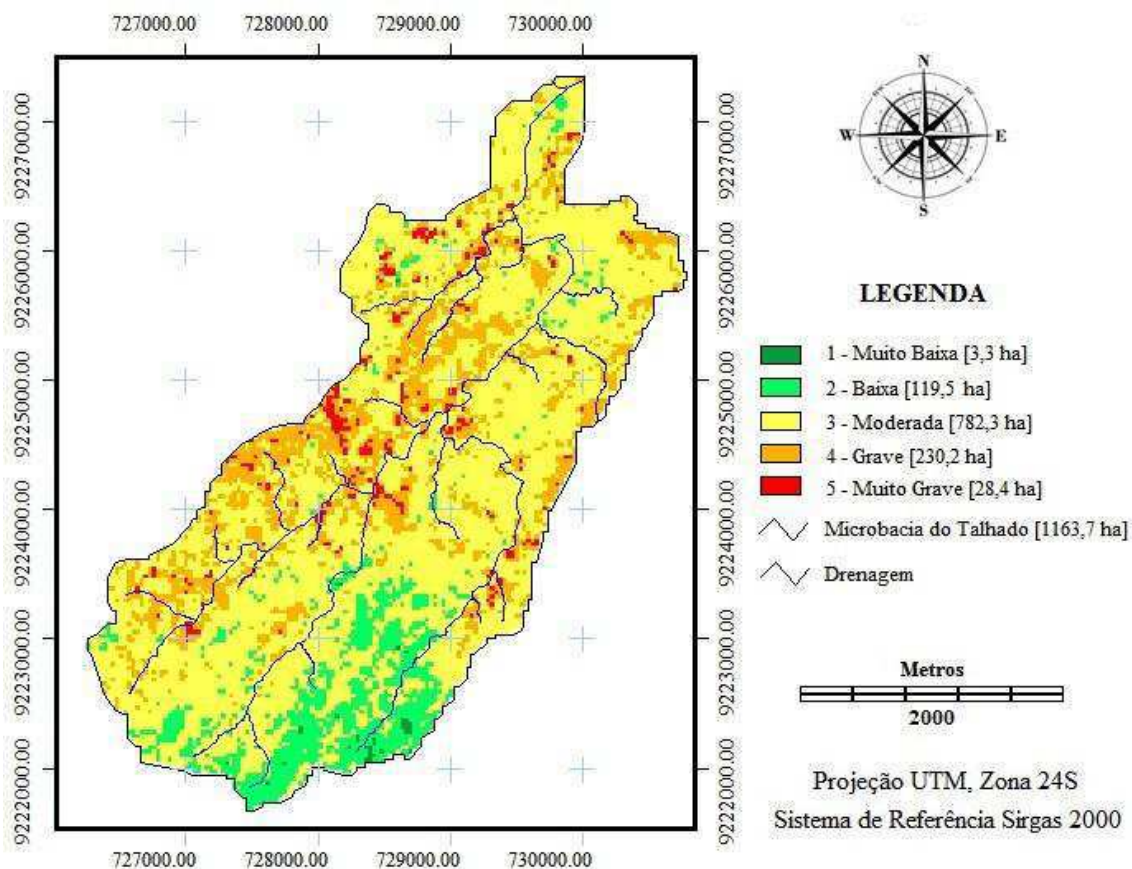


Figura 3. Mapa Digital de vulnerabilidade ambiental segundo o NDVI\_DIFERENÇA 2010/2013

Considerando as mudanças no índice de vegetação, a área de estudo como um todo, sofreu uma mudança negativa, uma vez que a frequência na distribuição dos valores abaixo de -1 desvio padrão foi maior do que a frequência na distribuição acima de +1 desvio padrão. Estas áreas que sofreram redução, em estudo isolado, prioritariamente necessitariam de medidas mitigadoras, uma vez que apresentaram redução da cobertura vegetal, evidenciando forte potencial à vulnerabilidade ambiental.

É possível que esses resultados no período avaliado tenham sido influenciados pelas precipitações médias, observadas para a área de estudo nos dois períodos, considerando que o bioma caatinga é fortemente afetado pela presença ou ausência de chuvas (Silva, 2011). Fato comprovado neste trabalho, pelo maior acúmulo de precipitação ocorrida nos meses de setembro, outubro e novembro (97,2 mm), período que antecede a data das imagens para o ano de 2010, em comparação com os 35,0 mm precipitados em 2013, durante os meses de novembro/2012, dezembro/2012 e janeiro/2013, período que antecede a data da imagem utilizada. Fato este que é ainda consolidado pela

precipitação acumulada para o ano de 2012 (97,8 mm), bem abaixo dos 482,9 mm precipitados no ano de 2010.

Quanto à vulnerabilidade identificada por meio do fator topográfico (LS), representado na Figura 4, verifica-se o relevo movimentado como uma característica marcante da microbacia do Talhado. Os resultados indicam que 713,4 ha (61,31%) da área apresenta Índice de Vulnerabilidade Ambiental que varia de moderada a muito grave. Essa vulnerabilidade é provocada pela união das duas variáveis utilizadas no cálculo do LS (inclinação do relevo e o comprimento de rampa), que condicionam o escoamento de superfície e os processos erosivos (Coutinho et al., 2014); sendo necessária uma alta cobertura vegetal para compensar esse fator, principalmente nos locais da microbacia com alta susceptibilidade a erosão.

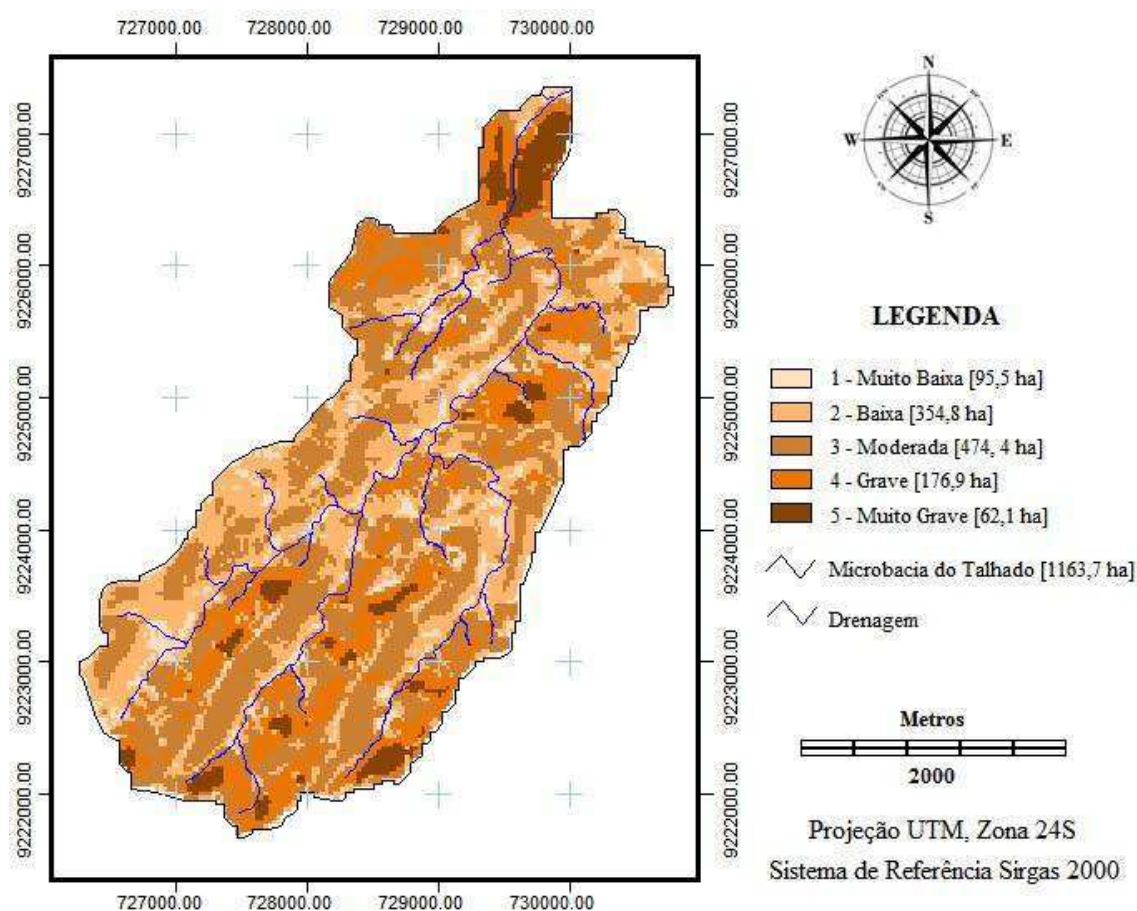


Figura 4. Mapa Digital de vulnerabilidade ambiental segundo o fator topográfico

A identificação das classes de uso das terras na microbacia estudada mostra o predomínio das tipologias de caatinga arbustiva arbórea + algaroba (1086,8 ha - 93,39% da área) em relação aos demais usos (Figura 5). Este é um dado relevante, pois a

cobertura vegetal, quando adequadamente localizada e manejada, é importante no controle de erosão e de enchentes e na recarga do lençol freático (Tominaga, 2009). Porém, foi verificado “in loco” o uso dessas áreas, principalmente para retirada esporádica de madeira e pecuária extensiva, contribuindo, portanto, com valor baixo a moderado de vulnerabilidade ambiental.

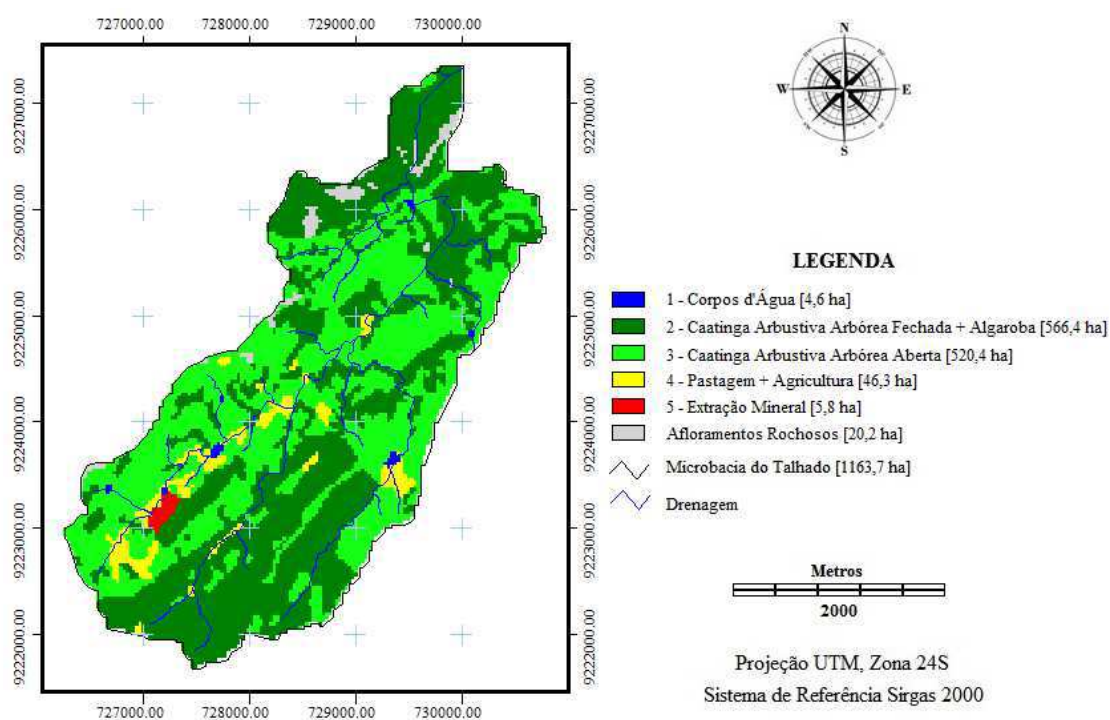


Figura 5. Mapa Digital de vulnerabilidade ambiental segundo o uso atual da terra

As áreas mal manejadas contribuem significativamente para o aumento da vulnerabilidade (Santos et al., 2002). Verificou-se que 46,3 ha (3,98%) da área total estão ocupados com pastagem + agricultura (Figura 5) que, basicamente, constitui-se por um pasto nativo formado pela retirada da vegetação nativa (caatinga) para a formação de campos sujos e por outra pequena parcela restante que está ocupada por pastagem plantada; enquanto na agricultura, que é essencialmente de subsistência, predominam o milho e o feijão. Contudo, os 5,8 ha (0,5%) ocupados por mineração de granito podem contribuir de forma bem mais significativa para o aumento da vulnerabilidade, principalmente pela poluição das águas superficiais por rejeito (Silva, 2007).

No mapa das APP's e uso restrito, ilustrado na Figura 6, podem-se verificar as APP's de drenos ocupando maior área (115,4 ha), seguida pelas áreas de uso restrito (67,7 ha)



e declividade superior a  $45^\circ$  (18,5 ha), enquanto as associações entre APP de dreno + área de uso restrito e APP de dreno + declividade acima de  $45^\circ$  abrangem menores áreas, que representam 2,5 e 0,7 ha, respectivamente. Neste sentido, como anteriormente citado, foi levada em consideração a declividade como fator de maior influência para vulnerabilidade, sendo considerada crescente das APP's de drenos para associação entre APP's de drenos e áreas com inclinação superior a  $45^\circ$ . Esta classificação decorreu da constatação de que a proteção da vegetação nativa nas encostas acentuadas, evita as perdas de solo por erosão, protegendo, com isto, as partes mais baixas do terreno, como as estradas e os próprios cursos d'água, atuando como amortecedora das chuvas. Já a influência das APP's de drenos está fisicamente limitada ao entorno dos seus cursos, contudo, elas garantem a estabilização de suas margens, evitando que o solo seja levado diretamente na forma de sedimentos para o ambiente aquático. Além disso, atuam também como um filtro que regula o fluxo de água superficial e subsuperficial e, conseqüentemente, do lençol freático das bacias hidrográficas (BRASIL, 2012).

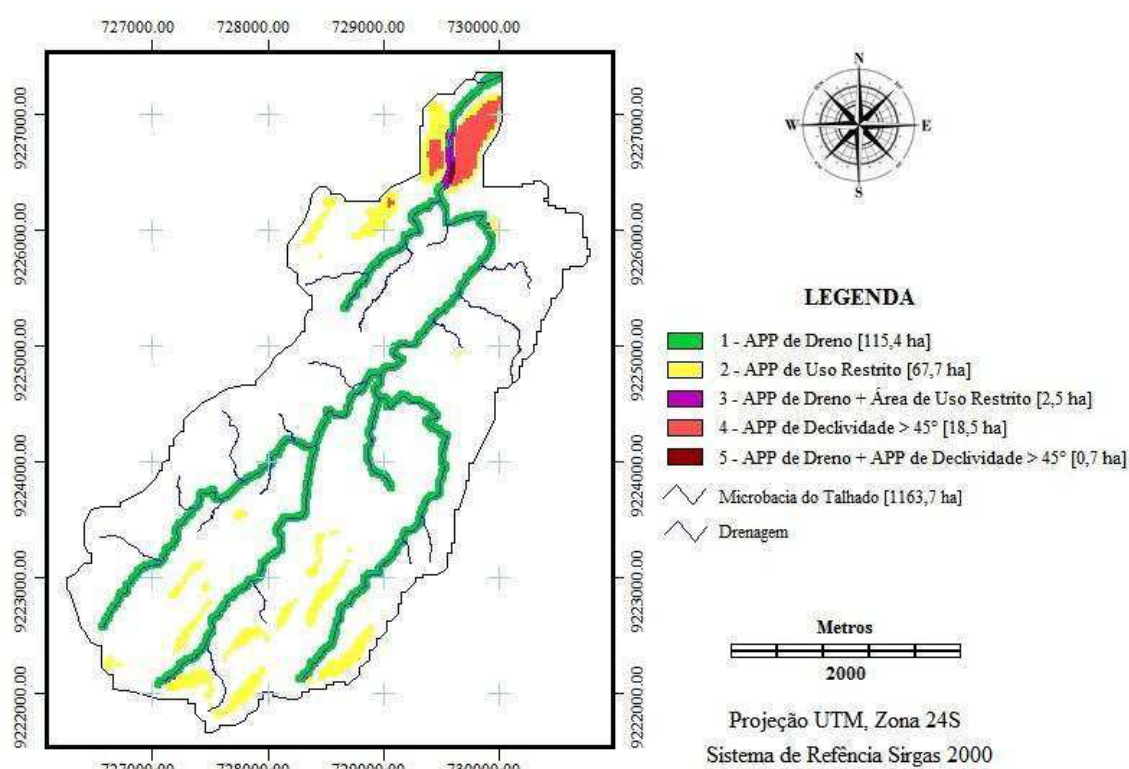


Figura 6. Mapa Digital de vulnerabilidade ambiental segundo as áreas legais e de uso restrito

De acordo com o mapa do Índice de Vulnerabilidade Ambiental (IVA), 581,2 ha (49,94%) do território possui vulnerabilidade moderada, seguida pelas áreas com vulnerabilidades baixa e muito baixa 541,5 ha (46,53%), enquanto que 41,0 ha (3,53%) variaram o grau de vulnerabilidade de grave a muito grave (Figura 7).

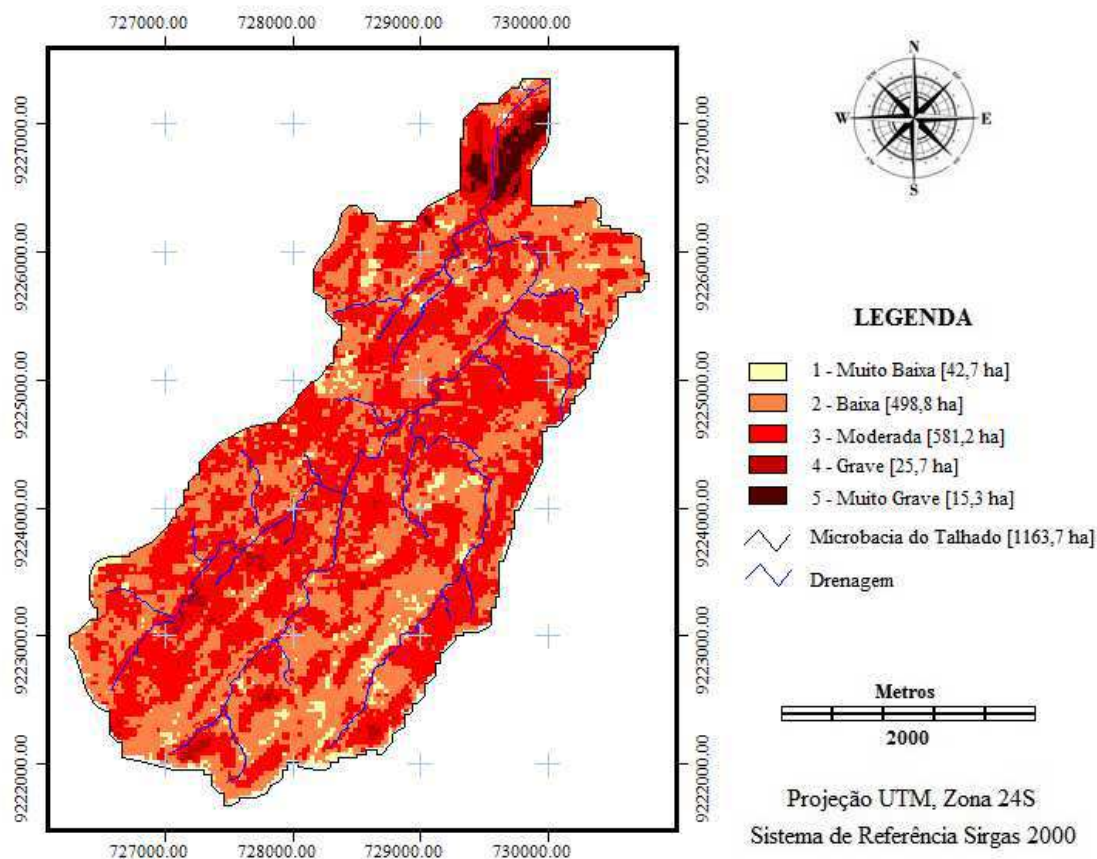


Figura 7. Mapa Digital de vulnerabilidade ambiental da microbacia do Talhado

Nas áreas onde a vulnerabilidade foi classificada de muito baixa a baixa, foi observado ocupação antrópica reduzida, predominando nessas áreas cobertura vegetal (vegetação arbustiva arbórea aberta e vegetação arbustiva arbórea fechada) e afloramentos rochosos. Nessas áreas, há predominância de um relevo mais plano, podendo ser utilizadas para um uso mais intensivo (agricultura e pastagem), desde que observadas as práticas de conservação do solo e a legislação ambiental vigente (Silva, 2014; BRASIL, 2012).

As áreas com vulnerabilidade moderada (maior parcela da área de estudo com 581,2 ha) apresentaram maior percentual de agricultura, pastagem e extração mineral na área de estudo. Outra característica desta classe é a presença da maior parcela das APP's de

drenos (84,1 ha) e áreas de uso restrito (53,8 ha) e, principalmente, a ocorrência de relevo moderadamente ondulado a forte ondulado, onde essas áreas requerem práticas intensivas de conservação de solo, sendo por muitas vezes dispendiosas nas áreas com relevo mais acentuado (Ramalho Filho & Beek, 1995). Portanto, recomenda-se, nestas áreas, a prática de agricultura e/ou pastagem na forma de sistemas agrosilvipastoris, culturas perenes ou manejo florestal, desde que respeitada a legislação ambiental vigente.

Nas áreas com vulnerabilidade variando de grave a muito grave, apesar de terem apresentado maior parcela com cobertura vegetal, foram identificadas áreas de uso antrópico (extração mineral, pastagem e agricultura) e que as mesmas estão em discordância com o grau de vulnerabilidade dessas classes. Verificou-se, também, predominância de relevo forte ondulado a escarpado (APP de declividade) e a presença de APP de drenagem, tornando essas áreas de alta fragilidade para uso antrópico, sendo recomendada cobertura vegetal permanente nessas áreas, podendo haver utilização para manejo florestal e atividades agrosilvipastoris nas áreas previstas pela legislação ambiental vigente, desde que observadas boas práticas agronômicas (Klais et al., 2012; BRASIL, 2012).

## CONCLUSÕES

1. A metodologia empregada atendeu satisfatoriamente ao objetivo proposto em determinar o Índice de Vulnerabilidade Ambiental na área de estudo, permitindo a aplicabilidade dos procedimentos metodológicos em outras áreas, cujas características fisiográficas são semelhantes.

2. A utilização de um Sistema de Informação Geográfica, por se constituir em uma ferramenta com recursos para a integração de diferentes planos de informações, mostrou-se efetiva, concedendo rapidez e precisão na determinação dos resultados da pesquisa, realçando a importância do uso de geotecnologias na análise, planejamento e tomada de decisões em questões ambientais.

3. A microbacia do Talhado merece especial atenção com relação ao manejo conservacionista dos recursos naturais existentes, pois as áreas mais problemáticas (vulnerabilidade moderada a muito grave), quando somadas, concentram maior parte da área de estudo, uma vez que, a não observância da legislação ambiental e de adequadas práticas agronômicas na gestão ambiental, principalmente nas áreas de pastagem e

agricultura, produz sérios problemas no que diz respeito a degradação ambiental, pondo em risco a capacidade e a qualidade produtiva dos solos.

4. A conformação geomorfológica local, com expressivas declividades do terreno, contribuiu fortemente na indicação de áreas potenciais distribuídas nas classes grave e muito grave de vulnerabilidade.

#### LITERATURA CITADA

Alvares, C. A.; Stape, J. L.; Sentelhas, P. C.; Gonçalves, J. L. de M.; Sparovek, G. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, v. 22, 711–728, 2014.

Alves, T. L. B.; Araújo, A. R.; Alves, A. N.; Ferreira, A. C.; Nóbrega, J. E. da. Diagnóstico Ambiental da Microbacia Hidrográfica do Rio do Saco, Santa Luzia – PB, *Revista Brasileira de Geografia Física*, v.4. p. 396-412, 2011.

Araújo Júnior, A. A.; Campos, S.; Barros, Z. X.; Cardoso, L. G. Diagnóstico físico-conservacionista de 10 microbacias do Rio Capivara – Botucatu (SP), visando o uso racional do solo. *Revista Irriga*, v.7, p.106-121, 2002.

Bertoni, J.; Lombardi Neto, F. *Conservação do Solo*. 3. ed. São Paulo: Editora Ícone, 1990. 355p.

Brasil. Presidência da República. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm)>. Acesso em: 18 fev. 2015.

Costa, M. F.; Fraga Filho, C. V.; Mendes, H. de A.; Martins, L. T.; Santos, A. R. dos S. Utilização de subtração de imagem e NDVI na avaliação da cobertura vegetal na RPPN Cafundó, Cachoeiro de Itapemirim, ES. In: XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. 1918 – 1925, 2011, Curitiba. Anais... Curitiba: INPE, 2011.

Coutinho, L. M.; Cecílio, R. A.; Garcia, G. O.; Xavier, A. C.; Zanetti, S. S.; Moreira, M. C. Cálculo do fator LS da Equação Universal de Perdas de Solos (EUPS) para a

bacia do Rio da Prata, Castelo – ES. Revista Agro@mbiente On-line, v. 8, p. 01-09, 2014.

CPRM. Serviço Geológico do Brasil. Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea: Diagnóstico do município de Santa Luzia, estado da Paraíba. Recife: Companhia de Pesquisa em Recursos Minerais/Programa de Desenvolvimento Energético de Estados e Municípios, 2005. 10p.

Louzada, F. L. R. de O.; Coutinho, L. M.; Andrade, C. C.; Oliveira, V. Á. de S.; Breda, P. H. M.; Santos, A. R. dos. Análise da cobertura florestal por meio da subtração de imagem NDVI na Floresta Nacional de Pacotuba, Cachoeiro do Itapemirim, ES. In: XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 25-30, 2009, Natal. Anais... Natal: INPE, 2009.

Klais, T. B. A.; Dalmas, F. B.; Moraes, R. P.; Atique, G.; Lastoria, G.; Paranhos Filho, A. C. Vulnerabilidade natural e ambiental do município de Ponta Porã, Mato Grosso do Sul, Brasil. Revista Ambiente & Água, v. 7, p. 277-290, 2012.

Marcelino, R. L. Riscos e vulnerabilidades da bacia hidrográfica de Santa Luzia – PB. Campina Grande: UFCG, 2012. 138p. Tese Doutorado.

Melo, J. A. B. Diagnóstico físico-conservacionista e das vulnerabilidades como subsídio ao ordenamento territorial da microbacia do Riacho do Tronco, Boa Vista, PB. Campina Grande: UFCG, 2010. 218p. Tese Doutorado.

Melo, E. T.; Sales, M. C. L.; Oliveira, J. G. B. Aplicação do índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI) para análise da degradação ambiental da microbacia hidrográfica do Riacho dos Cavalos, Crateús – CE. Revista RA'E GA, v. 23, p.520-533, 2011.

Nascimento, P. S. R.; Garcia, G. J. Atualização do mapa de vegetação natural e do uso da terra na sub-bacia do baixo Piracicaba (SP) com o auxílio de imagens TM/LANDSAT-5. Estudos Geográficos, v.2, p. 31- 45, 2004.

- Oliveira, P. T. S.; Rodrigues, D. B. B.; Alves Sobrinho, T.; Panachuki, E. Estimativa do fator topográfico da USLE a partir de três algoritmos. *Revista Ambi-Agua*, v. 5, p. 217-225, 2010.
- Pons, N. A. D., Pejon, O. J. Aplicação do SIG em estudos de degradação ambiental: o caso de São Carlos (SP). *Revista Brasileira de Geociências*, v.38, p.295-302, 2008.
- Porto, M. F. A.; Porto, R. L. L. Gestão de bacias hidrográficas. *Revista Estudos Avançados*, v.22, p.43-60, 2008.
- Ramalho Filho, A.; Beek, K. J. Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras. 3. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 1995. 65p.
- Rocha, J. V.; Lombardi Neto, F.; Bacellar, A. A. A. Cálculo do fator comprimento de rampa (L): uma metodologia para uso em sistema de informação geográfica. In: *Simpósio Nacional de Controle de Erosão*. 421-422, 1995, Bauru. *Anais...* Bauru: 1995.
- Rouse, J. W.; Hass, R. H.; Deering, D. W.; Schell, J. A. Monitoring the vernal advancement and retrogradation (green wave effect) of natural vegetation. Austin: Texas A&M University, 1974. 8p.
- Santos, A. C.; Salcedo, I. H.; Candeias, A. L. B. Relação entre o relevo e as classes texturais do solo na microbacia hidrográfica de Vca Brava, PB. *Revista Brasileira de Cartografia*, n. 54, p. 86-94, 2002.
- Silva, J. E. R. da. Diagnóstico físico-conservacionista, socioeconômico e ambiental em microbacia hidrográfica no Seridó paraibano. Patos: UFCG, 2014. 141p. Dissertação Mestrado.

Silva, R. M. P.; Alteração da cobertura vegetal na sub-bacia do rio espinharas no período 2000-2010: o geoprocessamento como ferramenta para o gerenciamento ambiental. Patos: UFCG, 2011. 143p. Dissertação Mestrado.

Silva, S. R. R.; Chaves, I. B.; Alves, J. J. A. Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicados ao zoneamento geoambiental: bacia hidrográfica do açude Camará – PB. Revista Mercator, v.9, p.239-252, 2010.

Silva, C. A.; Nunes, F. P. Mapeamento de vulnerabilidade ambiental utilizando o método AHP: uma análise integrada para suporte à decisão no município de Pacoti/CE. In: Simpósio brasileiro de sensoriamento remoto, 14, 2009, Natal. Anais... Natal: INPE, 2009.

Silva, J. P. S. Impactos ambientais causados por mineração. Revista Espaço da Sophia, n. 8, p. 1-13, 2007.

Tominaga, L. K. Desastres naturais: por que ocorrem?. In: Tominaga, L. K.; Santoro, J. Amaral, R. Desastres naturais: conhecer para prevenir. São Paulo: Instituto Geológico, 2009, Cap. 1, p.11-23.

## **CAPÍTULO 2**

---

### **VULNERABILIDADE SOCIOECONÔMICO, AMBIENTAL E ÀS SECAS NA MICROBACIA HIDROGRÁFICA DO TALHADO, SANTA LUZIA, PB**

---

(Manuscrito a ser submetido à Revista Ciência Agronômica, com normas no Anexo B)



**Vulnerabilidade socioeconômica, ambiental e às secas na microbacia hidrográfica do Talhado, Santa Luzia, PB**

**Socioeconomic, environmental, and drought vulnerability in the in the micro-watershed of Talhado, Santa Luzia - PB**

**RESUMO** - As particularidades edafoclimáticas ocorrentes no semiárido brasileiro, juntamente com o modelo de exploração predatório presente na região, contribuem para a vulnerabilidade a que está exposta a população local, inclusive aumentando o risco de desastres ambientais. O objetivo deste trabalho consistiu em identificar e classificar as vulnerabilidades social, econômica, tecnológica, ambiental e as secas na comunidade de remanescentes de quilombos na microbacia do Talhado, localizada no município Santa Luzia – PB. Para a sua realização, os dados foram levantados por meio da aplicação de questionários estruturados, aplicados em nível de núcleo familiar e subdivididos em variáveis identificadas por códigos, que levantaram os fatores social, econômico, tecnológico, ambiental e referente às secas. Para calcular os percentuais de vulnerabilidade de cada fator foram utilizados a moda e os valores máximos e mínimos de cada variável, inseridos na equação da reta, determinada para cada caso e, a partir desses percentuais, a vulnerabilidade foi classificada em baixa, moderada, alta ou muito alta. A vulnerabilidade socioeconômica foi 50,4%, sendo assim, uma vulnerabilidade muito alta. Para a vulnerabilidade ambiental ela foi de 13,08% (vulnerabilidade baixa), enquanto às secas há, também, um grau muito alto de vulnerabilidade, sendo que o valor encontrado foi da ordem de 48,08%. Esses resultados sinalizam que são necessárias soluções para minimizar a vulnerabilidade e mitigar seus impactos negativos sobre a população local.

**Palavras-chave:** Diagnóstico socioeconômico. Fragilidade ambiental. Semiárido paraibano. Quilombo.

**ABSTRACT** - The edafoclimatic particularities that occur in the Brazilian semi-arid, together with the predatory exploitation model present in the region, contributes to the vulnerability to which is exposed the local population, inclusive increasing the risk of environmental disasters. The aim of this work was to identify and classify the social, economic, technological, environmental and drought vulnerabilities, in the quilombo remainder community in the micro-watershed of Talhado, in the municipality of Santa Luzia – PB. For its realization, the data was collected by means of a structured questionnaire, applied at family unit level and subdivided in variables identified by codes, which surveyed the social, economic, technological, environmental and drought factors. To calculate each factor's vulnerability percentages, the mode and the maximum and medium values of each variable were used, inserted in the linear equation, determined for each case and, from these percentages, the vulnerability was classified as being low, moderate, high or very high. The socioeconomic vulnerability was 50.4%, thus, a very high vulnerability. The environmental vulnerability was of 13.08% (low vulnerability), as for the drought vulnerability, a very high level was found, being the value in the order of 48.08%. These results indicate that solutions aiming to minimize the vulnerability and mitigate its negative impacts on the local population are necessary.

**Keywords:** Socioeconomic diagnosis. Environmental fragility. Semi-arid region of the State of Paraíba. Quilombo.

## INTRODUÇÃO

A exploração das terras do semiárido nordestino tem ocorrido de forma intensiva e inadequada, comprometendo suas características físicas, químicas e biológicas, intensificando, assim, a preocupação com relação à existência e disponibilidade de seus recursos no futuro. Portanto, a elaboração e o desenvolvimento de estudos para resolver tal problema e a busca constante de soluções preventivas que possibilitem a exploração sustentável das potencialidades do meio ambiente dessa região são fundamentais para evitar e garantir a sua utilização racional e, conseqüentemente, a vida das gerações futuras (SOUSA; FERNANDES; BARBOSA, 2008; ARAÚJO; ARRUDA, 2011).

Com relação à degradação das terras, Bezerra et al. (2011) afirmam que em níveis mais elevados provoca impactos sociais, econômicos, culturais, políticos e ambientais, de forma correlacionada, que ao longo dos anos se intensificam acarretando e aumentando a vulnerabilidade a desastres ambientais e naturais, como as secas. Estes resultam, em última análise, no aparecimento de áreas desertificadas no semiárido nordestino, causando o aumento da pobreza e redução da qualidade de vida da população.

Diante disso, Marcelino, Nunes e Kobiyama (2006) consideram o mapeamento da vulnerabilidade como um dos instrumentos mais eficientes para o planejamento ambiental. Partindo-se deste, torna-se possível elaborar um conjunto de medidas preventivas e planificar as situações de emergência, favorecendo o estabelecimento de ações entre a comunidade e o poder público, cuja finalidade pode ser observada na defesa permanente contra os desastres naturais.

Dentre os estudos para avaliação de risco está o levantamento da vulnerabilidade do meio físico/antrópico e a conseqüente vulnerabilidade por ela gerada, que compromete todo o ecossistema e a qualidade de vida das pessoas. Vê-se que nas áreas onde os recursos naturais estão mais escassos (áreas degradadas ou em processo avançado de degradação), as vulnerabilidades sociais, econômicas e ambientais são mais críticas, sendo muitas vezes agravadas pela ocorrência de secas e ausência de políticas de convivência com a semiaridez local (SOUSA; FERNANDES; BARBOSA, 2008).

Neste sentido, a elaboração de diagnósticos nos âmbitos social, econômico e tecnológico, bem como socioeconômico, ambiental e de secas da população estudada é uma ferramenta que pode ser usada para avaliar e classificar a intensidade das vulnerabilidades por ela causada em áreas do semiárido (BARBOSA, 1997). Por fim, os dados levantados devem

ser utilizados na elaboração de projetos que direcionem a elaboração e criação de políticas públicas mitigadoras dos riscos ambientais a desastres.

Diante do exposto, o objetivo do presente trabalho consistiu em identificar e classificar as vulnerabilidades social, econômico, tecnológico, ambiental e as secas, na comunidade de remanescentes de quilombos inserida na microbacia do Talhado, município de Santa Luzia – PB.

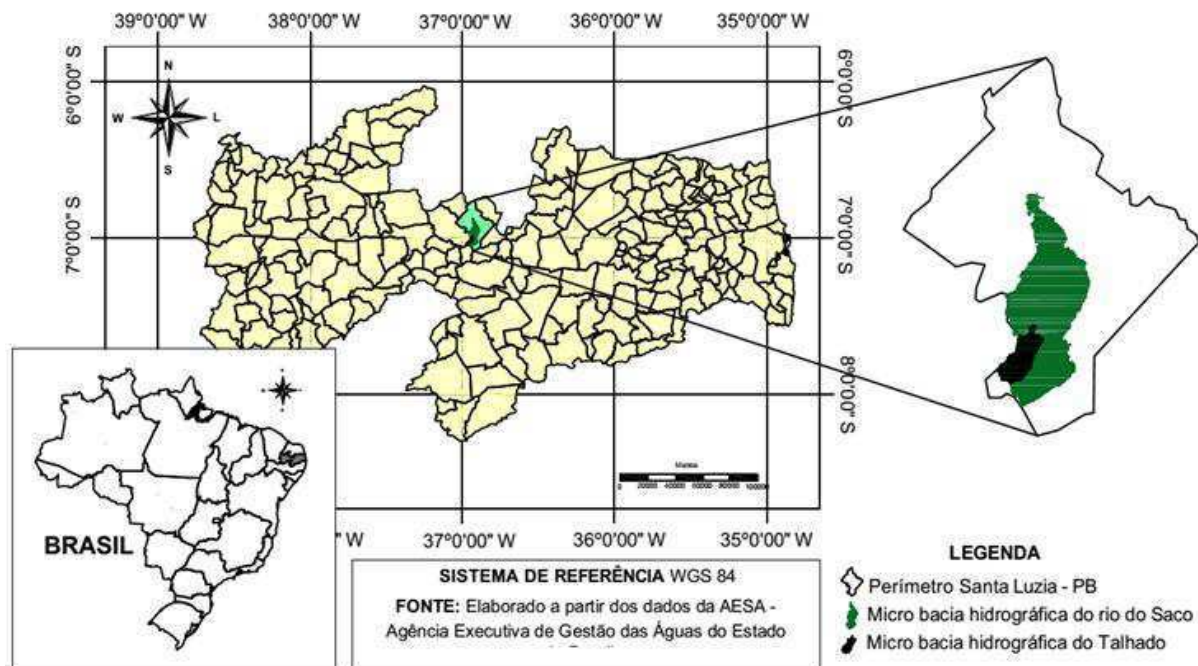
### **MATERIAL E MÉTODOS**

O presente estudo foi realizado na microbacia hidrográfica do Talhado, sendo esta circunscrita entre as seguintes coordenadas geográficas: 36° 54' 39" a 36°57'07" de longitude oeste e 6°59'08" a 7°02'12" de latitude sul. A microbacia hidrográfica do Talhado está inserida em um dos afluentes do Rio do Saco, cujas águas desembocam no açude José Américo, fonte de abastecimento do município de Santa Luzia-PB (Figura 1). A área situa-se hidrograficamente na Bacia Piranhas-Açu, Sub-bacia do Rio Seridó, sendo importante contribuinte do Rio Quipauá, principal curso de água que drena o município de Santa Luzia-PB.

O clima é do tipo BSh de baixa latitude e altitude (ALVARES et al., 2014). A pluviosidade média anual é de 547,8 mm concentrados em sua maioria nos quatro primeiros meses do ano. A vegetação prevalecente é do tipo caatinga-seridó. (CPRM, 2005; ALVES et al., 2011).

Na microbacia hidrográfica do Talhado há predominância de Neossolos Litólicos Distrófico e Eutrófico e, em menor proporção, de Neossolos Flúvicos, sendo geologicamente a área formada pelas unidades litoestratigráficas Suíte Várzea Alegre (litotipos: Granito e Granidiorito) e Serra dos Quintos com os litotipos: Clorita Xisto, Xisto, Gnaisse, Termolita-clorita xisto e Metabasalto (MARCELINO, 2012).

**Figura 1** - Localização espacial do estado da Paraíba, destacando o município de Santa Luzia, a micro bacia hidrográfica do Rio do Saco e a microbacia hidrográfica do Talhado



Inserir-se nesta microbacia a comunidade remanescente de quilombo do Talhado. Nas atividades econômicas, destacam-se a agropecuária e mineração, notadamente a exploração de granito (IBGE, 2013; CPRM, 2005). O Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) da população de Santa Luzia é considerado médio e corresponde a 0,668 (IBGE, 2013).

A metodologia utilizada para o diagnóstico Socioeconômico e Ambiental e transposto para o estudo das vulnerabilidades foi desenvolvida na Universidade de Mérida na Venezuela, adaptada por Rocha (1997) para o Rio Grande do Sul, sendo empregada com adaptação para o semiárido paraibano por vários pesquisadores, dentre eles, Baracuhy (2001), Silva (2014), Silva, Barbosa e Melo (2007), Sousa, Fernandes e Barbosa (2008), Feitosa et al. (2010), Melo (2010), Fernandes (2011), sendo que estes últimos cinco autores incluem o diagnóstico das Secas. O levantamento dos dados foi realizado em nível de núcleo familiar, por meio da aplicação de questionários estruturados e aplicados às 26 famílias residentes na bacia, adaptados às condições da área de estudo e complementados com os dados do censo demográfico do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2013).

Para a identificação do índice de vulnerabilidade foram considerados os seguintes fatores: **a) social** - mensurando-se as variáveis: demográfica, habitação, o consumo de alimentos, participação em organização e salubridade rural; **b) econômica** - com as variáveis: produção vegetal, animais de trabalho, animais de produção, crédito e rendimento; **c) tecnológica** - com as variáveis: tecnológicas, máquinas e verticalização; **d) ambiental** -

levantadas informações a respeito dos principais fatores de poluição direta do ambiente e do possível uso indevido dos recursos naturais; e) às secas - com as variáveis: recursos hídricos, produção, manejo da caatinga, espécies nativas, armazenamento, redução do rebanho, previsões de chuvas, ocupação nas estiagens, administração rural, histórico das secas e migração.

Os graus de vulnerabilidades obtidos foram representados pelo estudo analítico de valores ponderados (pesos), atribuídos aos indicadores socioeconômicos, ambiental e de secas, em escalas de intervalos que variam de 1 a 2, 1 a 3, 1 a 4, etc., selecionados de acordo com a subdivisão e importância da variável analisada. O peso encontrado foi diretamente proporcional à vulnerabilidade.

Os cálculos das retas de vulnerabilidade social, econômica, tecnológica, socioeconômica, ambiental e às secas foram obtidas utilizando a Equação 1:

$$Y = ax + b \quad (1)$$

onde:

Y - vulnerabilidade, em %;

x - somatório dos valores significativos.

Para o cálculo dos coeficientes, a Equação 1 foi transformada em sistema do primeiro grau, no qual a vulnerabilidade varia de 0 (zero) a 100%, conforme explicitado pela Equação 2:

$$\begin{aligned} ax' + b &= 0 \\ ax'' + b &= 100 \end{aligned} \quad (2)$$

onde:

x' - somatórios dos valores mínimos;

x'' - somatórios dos valores máximos;

a e b - coeficientes da equação.

Para efetuar o cálculo da vulnerabilidade, foi usada a soma dos valores significativos de cada fator, ou seja, valores de maior frequência (moda) máximos e mínimos para as variáveis pesquisadas, sendo que o valor modal foi analisado entre os valores mínimos e máximos de

codificação (pesos). Esses valores introduzidos nas respectivas equações das retas, determinadas para cada caso, definiram os percentuais de vulnerabilidade social, econômica, tecnológica, socioeconômica, ambiental e de secas.

Para determinação das classes de vulnerabilidades para cada fator foi utilizada a metodologia de classificação sugerida por Barbosa (1997), sendo tais dados inseridos em quatro classes (Tabela 1).

**Quadro 1** - Classes de vulnerabilidades.

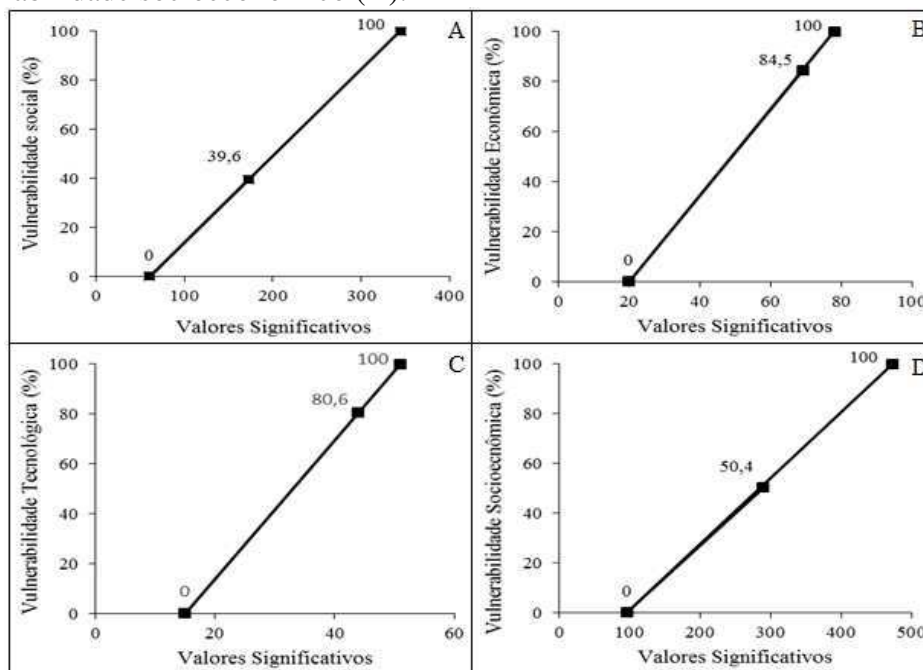
Classes de Vulnerabilidades			
Baixa	Moderada	Alta	Muito alta
0-15	16-30	31-45	>45

**Fonte:** Barbosa (1997)

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da aplicação do diagnóstico socioeconômico, de acordo com o estabelecido pela metodologia, foram calculados os valores de vulnerabilidade apresentados na Figura 2. A vulnerabilidade socioeconômica na área de estudo foi 50,4% (Figura 2D), portanto, a população está submetida a um grau muito alto de vulnerabilidade. Indicando a necessidade da intervenção por parte dos órgãos públicos e da sociedade civil organizada para que, de forma articulada, possam tomar medidas visando a solução dos problemas encontrados.

**Figura 2** - Diagnóstico socioeconômico realizado na microbacia do Talhado, Santa Luzia – PB. Vulnerabilidade social (A), Vulnerabilidade econômica (B), Vulnerabilidade tecnológica (C), Vulnerabilidade socioeconômico (D).



A vulnerabilidade social (Figura 2A) apresentou um percentual de 39,6%, considerado alto (Figura 2D), sendo obtido a partir da classificação proposta para este trabalho e implicando numa alta vulnerabilidade social para a área de estudo. Resultados semelhantes foram encontrados por Feitosa et al. (2010) nos municípios de Serra Branca (PB) e Coxixola (PB); Sousa, Fernandes e Barbosa (2008) em Cabaceiras (PB) e São João do Cariri (PB); Melo (2010) para o município de Boa Vista (PB) e Fernandes (2011) para o município de Marcolândia (PI).

As variáveis que mais contribuíram para a vulnerabilidade social foram: a demografia, cujos maiores problemas estão na faixa etária predominante do produtor, entre 45 e 65 anos; e a baixa escolaridade, com valor significativo referente ao primeiro grau incompleto, dos produtores e seus familiares. Com relação a variável habitação, apesar do tipo de piso predominante ser de cimento e as paredes de alvenaria ainda existem 30,77% das residências com piso de barro batido, 34,61% com paredes de taipa e o cozimento de alimento é, na sua maioria (92,31%), realizado com o uso de carvão e de lenha. Outros problemas, que merecem atenção, se relacionam à água utilizada para beber e demais usos domésticos, cujo abastecimento é feito por caminhões pipa. Com relação à destinação do lixo, observa-se que é em sua maioria jogado a céu aberto (96,2%), próximo às residências. Estes são alguns problemas sociais que resultam potencialmente em problemas de saúde e conseqüentemente na contaminação do meio ambiente.

Em relação ao consumo de alimentos, identificou-se ausência no cardápio semanal da maioria da população de carne de porco, caprinos e ovinos, além dos chás, macaxeira e/ou inhame. Sendo a proteína animal obtida, predominantemente, pelo consumo diário de carne bovina e de frango (todos os dias da semana) e peixe, duas vezes por semana. Verifica-se que a alimentação diária é composta por frutas, legumes, verduras, feijão, arroz, ovos, farinha e café, verificando-se um baixo consumo semanal de batata doce e pão.

No aspecto organizacional, ficou constatada, como ponto positivo, a participação de 65,4% das famílias em associações comunitárias. Esse engajamento nas associações rurais gera maior acessibilidade a programas governamentais, tais como: seguro safra, PRONAF e programa cisternas de placa, além de maiores informações sobre linhas de crédito como o AGROAMIGO.

Quanto à salubridade rural, 92,3% dos entrevistados a classificaram como baixa. Os principais problemas apresentados são pragas na lavoura e no rebanho e 65,4% dos entrevistados afirmaram realizar combate às pragas domésticas.

Para os problemas sociais encontrados são necessárias ações voltadas à manutenção das famílias nas propriedades; melhoria do grau de instrução, principalmente do chefe da família, através da implantação de EJA's (Educação para Jovens e Adultos); benfeitorias nas condições de habitação, principalmente na otimização do saneamento básico residencial e público e na melhoria da qualidade da água para consumo. Recomendam-se, também, cursos de culinária que tenham como matéria prima os alimentos produzidos na comunidade. Segundo estudo desenvolvido por Medeiros (2014), a comunidade estudada vem passando por intenso processo migratório, devido às difíceis condições de sobrevivência, mesmo depois do reconhecimento desta comunidade como um remanescente quilombola, o que veio a ocorrer em 12 de julho de 2004. Documentário produzido por Noronha em 1960, com o título "Aruanda", que apresentou a origem e a dinâmica desta comunidade alertou para as dificuldades enfrentadas naquela época. "As estiagens prolongadas, o analfabetismo, a fome, o isolamento, obriga-os a uma vida primitiva, a um sistema econômico improdutivo" (NORONHA, 1960).

A vulnerabilidade econômica encontrada foi de 84,5% (Figura 2B), considerada muito alta, implicando em difíceis condições na geração de renda e de emprego. Quanto às variáveis que contribuem para a vulnerabilidade econômica destacou-se a produção, cujos principais tipos de cultivos locais são o milho e o feijão. Com relação ao milho, a produtividade média foi de 64,6 kg/ha; quanto ao feijão, o valor correspondeu a 66,9 kg/ha.



Essas produtividades de milho e feijão são consideradas baixas, quando comparadas aos dados de produção, registrados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2013) entre 2006 e 2011, para o município de Santa Luzia, que foram de 285,8 kg/ha de milho e 213,5 kg/ha de feijão; de Teixeira – PB, no mesmo período, que foram de 690 kg/ha de milho e 245,6 kg/ha de feijão, e de Sousa – PB, que foram de 573,8 kg/ha e 394,1 kg/ha de milho e feijão, respectivamente. Visto que 84,6% das famílias que plantam lavouras na comunidade declararam não ultrapassarem os 150 kg de cereais, quando somadas as produções anuais de milho e feijão.

As pastagens plantadas praticamente inexistem na microbacia, sendo importante considerar que esta observação encontra-se alterada pelo período de estiagem que a região enfrentou entre 2012 e 2013, pois os animais criados de forma extensiva consumiram-na quase totalmente. Em compensação, como ponto positivo tem-se que a maioria das propriedades encontra-se com mais de 25% de sua área coberta por vegetação nativa, formada principalmente pelas tipologias de caatinga arbustiva arbórea, aberta e fechada.

Outra limitação encontrada na maioria das propriedades foi à ausência de animais de tração (bovinos, muares, asininos e equinos), priorizando o trabalho manual na agricultura, influenciando no baixo rendimento do cultivo agrícola. O mesmo ocorreu com os animais de produção, comprometendo a renda familiar local principalmente. Porque, segundo os entrevistados, tal quadro é reflexo da escassez de chuva nos últimos anos. Situação relatada em pesquisa da Confederação Nacional dos Municípios, para o semiárido paraibano, que no ano de 2013 verificou perdas de 89,5% nos rebanhos bovino, ovino e caprino, com 22% dos proprietários sofrendo perdas de até 50 cabeças, 27% até 100 cabeças, e 51% acima de 100 cabeças (CNM, 2013).

Quanto à variável financeira, que engloba a comercialização, crédito e rendimento, sendo o principal indicativo do poder aquisitivo da população, identificou-se que 80,8% dos entrevistados não comercializam a produção agrícola (sendo o milho e feijão como produtos principais), enquanto que 92,3% das famílias entrevistadas vendem a produção pecuária a atravessadores.

Em suma, verificou-se que além da produtividade agrícola ser baixa na comunidade do Talhado, não há geração de renda com esta atividade por grande parte da população. Além disso, os produtos pecuários são comercializados diretamente com o atravessador, fazendo com que a margem de lucro seja menor que na venda direta ao consumidor.

A falta de planejamento na comercialização figura talvez entre os responsáveis pelos valores significativos (moda) que correspondem à renda bruta por propriedade menor que meio salário mínimo por família. Sendo a renda da população complementada por pensões, aposentadoria rural e programas do governo federal, como o Programa Bolsa Família.

Para mitigar os problemas econômicos da população local podem ser realizadas ações de incentivo à produção agropecuária através de financiamentos para custear os investimentos nas propriedades, além da introdução de adubação orgânica para melhoria da produtividade agrícola. Considerando, para tanto, alguns fatores limitantes encontrados, tais como: os solos, em sua maioria, pouco desenvolvidos e pedregosos (MARCELINO, 2012); a escassez hídrica, devido à irregularidade das chuvas, como no biênio 2012/2013; a baixa tecnologia utilizada, principalmente no manejo e conservação dos solos; prestação de assistência técnica ocasional ou inexistente; e falta de animais de trabalho e produção.

Em suma, essas ações podem ser realizadas pelos proprietários, com auxílio da própria associação que pode buscar programas de financiamento e cursos de capacitação para exploração agropecuária sustentável, vindo suprir as necessidades alimentares e financeiras das famílias, respeitando, com isto, as limitações e particularidades de cada propriedade.

A vulnerabilidade tecnológica correspondeu a 80,6% (Figura 2C) na área de estudo, valor este que corresponde a uma vulnerabilidade muito alta. Situações tecnológicas similares também foram encontradas por Feitosa et al. (2010), Sousa, Fernandes e Barbosa (2008), Silva, Barbosa e Melo (2007), Melo (2010) e Fernandes (2011) para os municípios de Araripina (PE), Barbalha (CE) e Crato (CE).

O grau de vulnerabilidade tecnológica encontrado deve-se, sobretudo, pelo descarte inapropriado das embalagens de agrotóxicos; ausência das práticas de manejo e conservação de solo, o que leva a conflito de uso da terra; baixa assistência técnica; falta de beneficiamento dos produtos agropecuários e atividades complementares, como o artesanato.

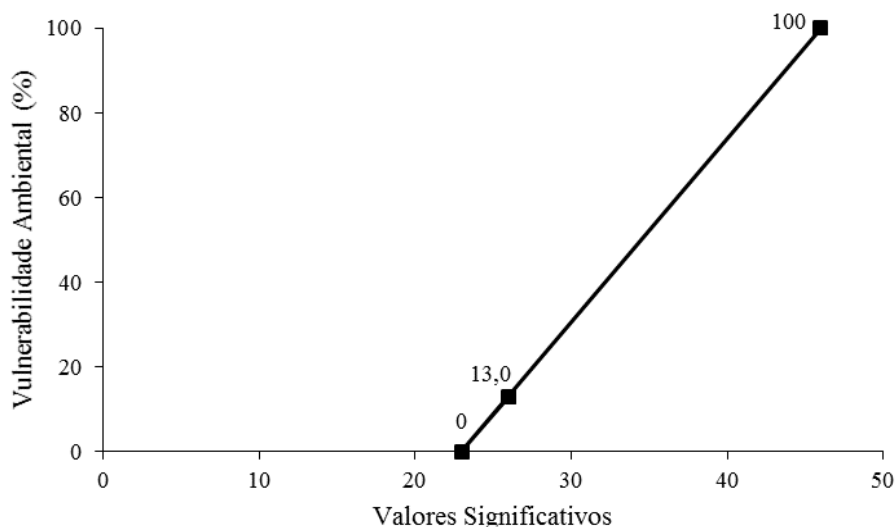
Também foi considerada a questão da mecanização agrícola, cuja resposta corresponde à ausência de máquinas e implementos agrícolas, justificados pelas limitações físicas dos solos que predominam na microbacia, conforme asseveram Francisco, Chaves e Lima (2012). Apesar de 61,5% citarem a tração animal como a tração mais usada, no restante das propriedades predomina a tração mecânica, em menor escala, no desenvolvimento das atividades agrícolas, principalmente no preparo do solo para o plantio. Desta forma, existe a necessidade de incentivo para o aumento no número de animais de trabalho e de ferramentas

manuais para o trabalho no campo, como forma de diminuir os impactos da erosão dos solos, principalmente a erosão hídrica.

Para a resolução dos problemas tecnológicos encontrados deve-se, inicialmente, realizar um curso de capacitação que oriente os agricultores na utilização correta e posterior devolução das embalagens de agrotóxicos para as lojas de vendas do produto, conforme rege a Lei federal Nº 9.974, de 06 de junho de 2000 (BRASIL, 2000). Além disso, faz-se necessário a inserção em programas de conservação de solo e água, e também, em projetos de educação ambiental, para sensibilizá-los dos danos ambientais provocados pelo uso incorreto dos recursos naturais. Cursos de artesanato, de preferência com matéria-prima local, também podem contribuir estimulando os membros da família e gerando renda extra para a mão-de-obra, principalmente feminina.

Com relação à assistência técnica, a deficiência normalmente está ligada à falta de uma estrutura adequada por parte do poder público que não tem uma política correta que possa orientar e acompanhar os pequenos produtores rurais, considerando a importância deste apoio nas diversas ações desenvolvidas no âmbito da agricultura familiar. Assim, faz-se necessário maior cobrança aos poderes públicos para que a empresa oficial de assistência técnica (EMATER) possa atuar de forma participativa no meio rural, sobretudo conhecendo as principais necessidades dos agricultores e com isto esclarecendo as principais dificuldades quanto ao manejo adequado de suas terras.

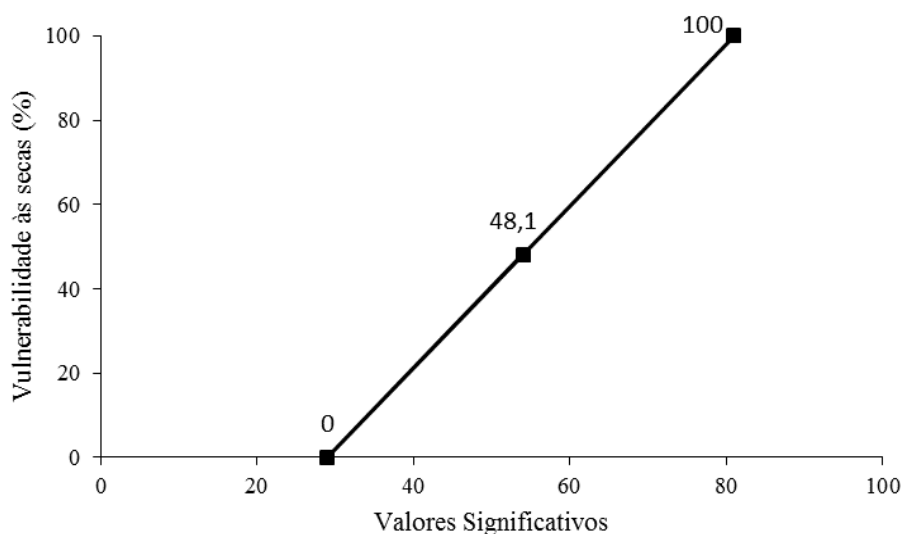
Os dados relativos ao diagnóstico ambiental foram obtidos através do levantamento dos elementos que poluem diretamente o meio ambiente, encontrando-se uma vulnerabilidade baixa correspondendo a 13,0% (Figura 3), porém, encontra-se acima do limite de 10%, a partir do qual o ambiente não é capaz de recuperar seu equilíbrio naturalmente (ROCHA, 1997). As maiores contribuições são a existência de monturos, exploração desordenada de madeira, criação inadequada de animais, estradas vicinais em mau estado de conservação e sem sinalização.

**Figura 3** - Vulnerabilidade ambiental na microbacia do Talhado, Santa Luzia

Alves et al. (2011) e Silva (2014) realizaram diagnóstico ambiental na microbacia do Rio do Saco, na qual está inserida a área de estudo e obtiveram resultados semelhantes, evidenciando que esses problemas afetam não só a área de estudo, mas toda a população que ocupa a região hidrográfica do Rio do Saco. Com isso, faz-se necessária a cobrança, por parte das associações, ao poder municipal e ao Comitê de Bacia Hidrográfica, na qual está inserida a microbacia, da melhoria das estradas rurais, inserção de programas de educação ambiental e incentivos à preservação e conservação de áreas, conforme preconiza as políticas públicas direcionadas à região, no sentido de manter e até melhorar o equilíbrio do meio ambiente, respeitando a qualidade de vida da população local.

Com relação à vulnerabilidade às secas, a mesma se estabelece como a mais comprometedora à vulnerabilidade da população da área de estudo, uma vez que esta atua diretamente nas outras vulnerabilidades. O valor encontrado para a área de estudo foi de 48,1% (Figura 3), caracterizando uma vulnerabilidade muito alta às secas.

Vulnerabilidade semelhante foi encontrada por Silva, Barbosa e Melo (2007) para o município de Picuí; por Sousa, Fernandes e Barbosa (2008) para os municípios de Cabaceiras (PB) e São João do Cariri (PB); por Feitosa et al. (2010) para os municípios de Serra Branca (PB) e Coxixola (PB); por Melo (2010) para o município de Boa Vista (PB); e, por Fernandes (2011) para os municípios de Araripina (PE), Barbalha (CE), Crato (CE) e Marcolândia (PI).

**Figura 4** - Vulnerabilidade às secas na microbacia do Talhado, Santa Luzia

As variáveis que mais contribuíram para vulnerabilidade às secas (Figura 4) foram os problemas advindos com o histórico de ocorrência das secas, em que todas as famílias confirmaram terem sofrido perdas consideráveis nos rebanhos durante as secas. Quanto à variável produção, os maiores problemas estão relacionados ao baixo desenvolvimento da agricultura de sequeiro, à prática de cultivos nas vazantes e ao não uso de irrigação, correspondendo a 50, 60,3 e 80,8% dos entrevistados, respectivamente. Outro problema que merece atenção urgente é a forma de administrar a propriedade, ocorrendo a falta de assistência técnica principalmente para o planejamento da produção. Segundo Sousa, Fernandes e Barbosa (2008) os problemas acima citados ocorrem pela falta de infraestrutura e políticas públicas para convivência com o semiárido.

Outros problemas que merecem destaque e que se relacionam são a forma de manejo da caatinga onde 61,5% dos entrevistados apenas realizam o manejo ocasional e a exploração de espécies nativas, sendo utilizada por 76,9% sem o respectivo replantio, caracterizando uma utilização exploratória sem sustentabilidade.

Com relação ao armazenamento da produção para alimentação animal, 92,3% dos entrevistados afirma não fazer armazenamento, fator este que acarreta diminuição no rebanho caso, posteriormente, haja longo período de estiagem e consequente escassez de recursos para alimentação, enquanto 76,2% praticam a redução de rebanho durante o período de estiagens.

A observação de previsão de chuva é feita por 92,3% dos entrevistados que a fazem pela própria experiência. O manejo dos recursos hídricos é um fator ainda preocupante, marcado pela ausência de água encanada até as residências, o abastecimento domiciliar é realizado por animais e a população vive num estado permanente de racionamento da água,

agravando no período das estiagens. Esses são alguns fatores que contribuem para o nível crítico de vulnerabilidade, sendo necessário minimizá-los para a melhoria da convivência desta população com as dificuldades impostas pelo clima semiárido (FEITOSA et al., 2010).

Para a variável ocupação durante as estiagens e tempo de residência, identificou-se como ponto positivo que as famílias, mesmo em longo período sem chuvas, permaneceram com alguma ocupação e um tempo de residência predominante a mais de 20 anos, provavelmente devido aos auxílios governamentais, como bolsa família e o seguro safra.

### CONCLUSÕES

1. As famílias residentes na microbacia do Talhado estão em alto grau de vulnerabilidade, considerando-os altamente vulneráveis em se tratando dos fatores: social, econômico, tecnológico, ambiental e às secas, o que mostra alto grau de insegurança, que se caracteriza como um dos grandes obstáculos ao desenvolvimento sustentável.
2. A baixa escolaridade, potabilidade da água, produção agrícola baixa, falta de animais de serviço, pouca diversificação da pecuária, baixo poder aquisitivo da população, ausência das práticas de manejo e conservação de solo, baixa assistência técnica, falta de industrialização agrária e atividades complementares como o artesanato, criação inadequada de animais e presença de lixo espalhado a céu aberto próximo às residências, exploração desordenada de madeira, estradas vicinais degradadas e sem sinalização, bem como falta de planejamento para enfrentar longos períodos de estiagem, são problemas que afetam negativamente a qualidade de vida na comunidade.
3. O artesanato com uso manejado do barro da própria comunidade do Talhado, o ecoturismo devido ao relevo movimentado da área e da beleza cênica, o uso das terras em relevo mais plano para desenvolvimento de atividades agrosilvipastoris, concomitante às diversas práticas conservacionistas, assim como, de um modo geral, à implementação de ações que primem pela sustentabilidade, advindas e implementadas pelo conjunto poder público/comunidade organizada/instituições, são meios para redução da vulnerabilidade da população da comunidade do Talhado.

**REFERÊNCIAS**

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. de M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, v. 22, 711–728, 2014.

ALVES, T. L. B.; ARAÚJO, A. R.; ALVES, A. N.; FERREIRA, A. C.; NÓBREGA, J. E. da. Diagnóstico Ambiental da Microbacia Hidrográfica do Rio do Saco, Santa Luzia – PB. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v.4. p. 396-412, 2011.

ARAÚJO, J. M.; ARRUDA, D. B. Práticas de sustentabilidade no Semiárido nordestino: direito ao desenvolvimento econômico-sustentável. *Revista Veredas do Direito*, v. 8, n. 16, p. 235-260, 2011.

BARACUHY, J. G. V. Manejo integrado de microbacias hidrográficas no semiárido nordestino: estudo de um caso. 2001. 221 f. Tese (Doutorado em Recursos Naturais) – Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2001.

BARBOSA, M. P. Vulnerabilidade de risco a desastre. Campina Grande – PB: Departamento de Engenharia Agrícola. Universidade Federal da Paraíba, 1997. 87p. (apostila).

BEZERRA, J. M.; SILVA, P. C. M. da; BATISTA, R. O.; FEITOSA, A. L. Uso de geotecnologias para avaliação ambiental do município de Mossoró. *Revista de Geografia*, v. 28, n. 3, p. 127-140, 2011.

BRASIL. Presidência da República. Lei nº 9.974, de 06 de junho de 2000. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L9974.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9974.htm)>. Acesso em: 05 jan. 2014.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DE MUNICÍPIOS - CNM. Estudo sobre a seca do Nordeste 2013. Disponível em: <<http://www.nordeste.cnm.org.br/estudo.html>>. Acesso em: 05 jan. 2014.

CPRM. Serviço Geológico do Brasil. Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea: Diagnóstico do município de Santa Luzia, estado da Paraíba. Recife: Companhia de Pesquisa em Recursos Minerais/Programa de Desenvolvimento Energético de Estados e Municípios, 2005. 10p.

FEITOSA, P. H. C.; ANDRADE, K. S.; BARBOSA, M. P.; RIBEIRO, G. N. Estudo comparativo das vulnerabilidades no cenário seca/desertificação em municípios do semiárido brasileiro e Norte de Portugal. *Revista Verde*, v. 5, n. 3, p. 1- 9, 2010.

FERNANDES, M. F. Degradação ambiental e vulnerabilidades nos municípios de Araripina (PE), Crato e Barbalha (CE) e Marcolândia (PI) - Chapada do Araripe: um estudo comparativo. 2011. 215 f. Tese (Doutorado em Recursos Naturais) – Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2011.

FRANCISCO, P. R. M.; CHAVES, I. B.; LIMA, E. R. V. Mapeamento das terras para mecanização agrícola - estado da Paraíba. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 5, n. 2, p. 233-249, 2012.



INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Informações sobre os municípios brasileiros, 2013. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/home.php>>. Acesso em: 05 jan. 2014.

MARCELINO, R. L. Riscos e vulnerabilidades da bacia hidrográfica de Santa Luzia – PB. 2012. 138 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Centro de Ciências e Tecnologia, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2012.

MARCELINO, E. V.; NUNES, L. H. N.; KOBAYAMA, M. Mapeamento de risco de desastres naturais do estado de Santa Catarina. Revista Caminhos de Geografia, v. 8, n. 17, p. 72- 84, 2006.

MEDEIROS, F. O. de. Configuração territorial das comunidades rural e urbana do quilombo da serra do Talhado, no município de Santa Luzia/PB. 2014. 50 f. (Graduação em Geografia) - Centro de Educação, Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2014.

MELO, J. A. B. Diagnóstico físico-conservacionista e das vulnerabilidades como subsídio ao ordenamento territorial da microbacia do Riacho do Tronco, Boa Vista, PB. 2010. 218 f. Tese (Doutorado em Recursos Naturais) – Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2011.

NORONHA, L. Aruanda. [Filme-vídeo]. Produção e direção de Linduarte Noronha. Rio de Janeiro, Instituto Nacional do Cinema Educativo, 1960. 22 min, p&b. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=9uATt--ua0Y>>. Acesso em 20/04/2015.

ROCHA, J. S. M. Manual de projetos ambientais. Santa Maria: Imprensa da UFSM, 1997. 423 p.

SILVA, J. E. R. Diagnóstico físico-conservacionista, socioeconômico e ambiental em microbacia hidrográfica no Seridó paraibano. 2014. 142 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Universidade Federal de Campina Grande, Patos, 2014.

SILVA, E. P.; BARBOSA, M. P.; MELO, R. F. Desertificação e vulnerabilidade associados ao fenômeno el niño no município de Picuí – Paraíba. Revista de Ciências Agro-Ambientais, v. 5, n. 1, p. 37-44, 2007.

SOUSA, R. F.; FERNANDES, M. F.; BARBOSA, M. P. Vulnerabilidades, semiaridez e desertificação: cenários de riscos no Cariri Paraibano. Revista OKARA: Geografia em debate, v. 2, n. 2, p. 190-202, 2008.

## **ANEXOS**

ANEXO A  
**TERMO DE CONSENTIMENTO PARA APLICAÇÃO DOS QUESTIONÁRIOS**  
**SOCIOECONÔMICO E AMBIENTAL**



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA FLORESTAL - CSTR / UFCG  
PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS (MESTRADO)

**TERMO DE CONSENTIMENTO**

Reconhecendo que será mantido o anonimato quanto ao autor das informações prestadas, concordo em participar da pesquisa realizada pelo mestrando Fellipe Ragner Vicente de Assis, sob a orientação da Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Joedla Rodrigues de Lima, do Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais da UFCG.

\_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Assinatura do Participante

\_\_\_\_\_  
Assinatura do Responsável  
pela Pesquisa

**QUESTIONÁRIO EM NÍVEL DE NÚCLEO FAMILIAR RURAL**

Número da família \_\_\_\_\_ Número do compartimento \_\_\_\_\_

Entrevistador \_\_\_\_\_

**ANEXO B**  
**QUESTIONÁRIOS PARA DIAGNÓSTICO SOCIOECONÔMICO, AMBIENTAL E**  
**DE SECAS**

**FATOR VULNERABILIDADE SOCIAL**

**1) Variável Demográfica**

- 1.1) Nome do chefe da família \_\_\_\_\_
- 1.2) Total de pessoas no núcleo familiar \_\_\_\_\_
- 1.3) Idade de todas as pessoas no núcleo familiar?
- 1.4) Escolaridade de todas as pessoas no núcleo familiar?
- 1.5) Local de nascimento de todas as pessoas no núcleo familiar?
- 1.6) Número de não familiares que moram no núcleo familiar. Se por acaso existam.

**2) Variável habitação**

- 2.1) Tipo de habitação
- Casa de qualquer tipo ótima
  - Casa de alvenaria boa
  - Casa de alvenaria ruim
  - Casa de tijolo e taipa
  - Casa de Taipa boa (pau a pique boa)
  - Casa de taipa ruim (pau a pique ruim)
  - Casa de lata/papelão
  - Outro tipo de casa, qual \_\_\_\_\_
- 2.2) Número de cômodos na casa \_\_\_\_\_
- 2.3) Tipo de piso da residência
- Granito polido
  - Cerâmica inteira
  - Pedações de cerâmica
  - Cimento
  - Tijolo
  - Barro batido
  - Outro tipo de piso, qual \_\_\_\_\_
- 2.4) Tipo de parede
- Alvenaria boa com reboco
  - Alvenaria ruim com reboco
  - Alvenaria boa sem reboco
  - Alvenaria ruim sem reboco
  - Tijolo e taipa
  - Taipa boa
  - Taipa ruim
  - Palha
  - Outro tipo de parede, qual \_\_\_\_\_

## 2.5) Tipo de telhado

- Telha de cerâmica
- Laje
- Zinco
- Telha de amianto
- Palha
- Outro tipo de telhado, qual \_\_\_\_\_

## 2.6 Eletricidade

- Não tem
- Monofásica
- Trifásica

## 2.7) Janelas

- Nos quatro lados da casa
- Em três lados
- Em dois lados
- Em um lado
- Casa sem janelas

## 2.8) Tipo de fogão mais utilizado

- Elétrico
- Gás
- Querosene
- Carvão/lenha
- Outro, qual \_\_\_\_\_

## 2.9) Origem da água para beber na residência.

- Rede pública
- Poço/água doce
- Bica/cisterna
- Cisterna/carro pipa
- Açude/rio/riacho/tanque de pedra
- Outro local, qual \_\_\_\_\_

## 2.10) Origem da água para os demais usos domésticos.

- Rede pública
- Poço/água doce
- Bica/cisterna
- Cisterna/carro pipa
- Açude/rio/riacho/tanque de pedra
- Outro local, qual \_\_\_\_\_

## 2.11) Saneamento básico

- Banheiro com privada dentro de casa
- Banheiro com privada fora de casa
- Banheiro sem privada
- Tem apenas o quartinho com a privada
- Banheiro com privada, mais ela não é usada
- Não tem banheiro nem privada

## 2.12) Esgotos

- ( ) Rede de esgoto  
 ( ) Poço ou fossa negra  
 ( ) Eliminação livre

## 2.13) Eliminação do lixo

- ( ) Coleta  
 ( ) Enterra ou queima  
 ( ) Livre  
 ( ) Outro, qual \_\_\_\_\_

2.14) Eletrodomésticos e veículos	Tem	Não tem
Geladeira/freezer		
Televisão		
Vídeo cassete/DVD		
Rádio		
Forno micro-ondas		
Telefone fixo		
Celular		
Tanquinho de lavar roupa		
Máquina de lavar roupa		
Computador de mesa		
Notebook		
Tablet		
Moto		
Carro		
Leem periódicos (jornais, revistas)		

3) Variável Consumo de alimentos	Resposta em dias da semana
3.1) Leite	
3.2) carne de gado	
3.3) carne de porco	
3.4) carne de bode	
3.5) carne de ovino	
3.6) Aves	
3.7) Caça	
3.8) Peixes	
3.9) Frutas	
3.10) Legumes	
3.11) Verduras	
3.12) Batata-doce	
3.13) Ovos	
3.14) Massas (Macarrão)	
3.15) Arroz	
3.16) Feijão	
3.17) Cuscuz	
3.18) Macaxeira, inhame.	
3.19) Farinha	
3.21) Café	

3.22) Chás	
3.23) Pão	
3.24) Outros	

4) Pertencem a alguma organização (associação comunitária) \_\_\_\_\_

#### 5) Variável Salubridade rural

5.1) Infestação de pragas na lavoura e no rebanho (Nematoides, cupins, formigas, gafanhotos e verminose animal)

- ( ) **Nula** - Sem infestação  
 ( ) **Baixa** - Pequena infestação (controle simples)  
 ( ) **Média** - Infestação de gravidade média  
 ( ) **Alta** – Infestação intensa e extensa (controle dispendioso e complexo)  
 ( ) **Impeditiva** - Infestação tão grande que impossibilita a exploração do terreno

5.2) Combate às pragas domésticas (ratos, moscas, pulgas, pernilongos, piolhos, baratas, barbeiro, outros) \_\_\_\_\_

### FATOR VULNERABILIDADE ECONÔMICA

6) Variável Produção			
6.1) Produtividade agrícola			
Cultivo	Volume de produção	Área	total plantada

6.2) Qual o estado das suas pastagens plantadas

- ( ) Conservadas  
 ( ) Abandonadas  
 ( ) Não tem  
 ( ) Outro, qual \_\_\_\_\_

7) Variável Animais de trabalho	Tem	Não tem
7.1) Bois		
7.2) Burros		
7.3) Jumentos		
7.4) Cavalos		
7.5) Outros animais de trabalho		



8) Variável Animais de produção	Tem	Não tem
8.1) Bovinos		
8.2) Ovinos		
8.5) Caprinos		
8.4) Suínos		
8.3) Aves		
8.7) Peixes		
8.8) Outros animais de produção		

9) Variável Comercialização, crédito e rendimento	Consumidor	Cooperativas	Agroindústria	Feiras	Armazens (varejo)	Intermediários	Não vende
9.1) A quem							
9.2) Pecuária							
9.3) Madeira, Carvão e lenha							

9.4) Fonte principal de crédito agrário

- ( ) Banco oficial  
 ( ) Cooperativa  
 ( ) Agroindústria  
 ( ) Bancos particulares  
 ( ) Agiota (particulares)  
 ( ) Não tem  
 ( ) Outro, qual \_\_\_\_\_

9.5) Renda bruta mensal aproximada da propriedade \_\_\_\_\_

9.6) Outras rendas, se sim qual renda e o valor aproximado \_\_\_\_\_

## FATOR VULNERABILIDADE TECNOLÓGICA

10) Variável Tecnológica	Resposta
10.1) Área da propriedade [ha]	
10.01) Quanto usa da propriedade para:	
Agricultura	
Pecuária (incluindo pastagens nativas e/ou plantadas)	
Florestamento (incluindo arborização)	
Mata nativa	

10.2) Tipo de posse

- ( ) Proprietário  
 ( ) Arrendatário  
 ( ) Meeiro  
 ( ) Ocupante

10.3) Usa agrotóxicos (fungicidas, inseticidas, herbicidas)

- Regularmente
- Ocasionalmente
- Não utiliza
- Controle biológico

10.4) Eliminação de embalagens de agrotóxicos (defensivos agrícolas). Se por acaso utilizar esse tipo de produto.

- Comercialização com as próprias firmas
- Tríplex lavagem seguida de reciclagem
- Reaproveitada para o mesmo fim
- Colocada em depósito para lixo tóxico
- Queimada
- Reaproveitada para outros fins
- Colocada em qualquer lugar
- Reaproveitada para uso doméstico
- Outro, qual \_\_\_\_\_

10.5) Adubação mineral (fertilizantes como fósforo, nitrogênio e potássio) ou orgânica (esterco, cama de galinha, etc.)

- Não usa
- Ocasionalmente
- Regularmente

10.6) Tipo de tração mais usada

- Manual
- Animal
- Mecânica

10.7) Assistência técnica

- Não recebe
- Ocasionalmente
- Regularmente

10.8) Conhece programas de conservação do solo

- Não conhece
- Conhece

10.9) Práticas de conservação do solo

- Não utiliza
- Utiliza

10.10) Sabe executar obras de contenção de erosões

- Não
- Alguma coisa
- Bastante

10.11) Planta na beira de riachos ou em morros

- Sim
- Não

10.12) Irrigação

- Não utiliza
- Ocasionalmente
- Regularmente

### **11) Variáveis Maquinaria e Industrialização Rural**

11.1) Possui maquinaria e implementos agrícolas

- Nenhum
- Alguns
- Os principais necessários
- Parque de máquinas completo

11.2) produz na propriedade: doce, queijo, mel, outros.

- Não
- Sim

11.3) Faz algum tipo de artesanato

- Não
- Sim

### **FATOR VULNERABILIDADE ÀS SECAS**

#### **12) Variável Recursos Hídricos**

12.1 Armazenamentos de água

- Não faz
- Caixa d'água
- Cisternas
- Barreiros
- Açudes (2 anos sem secar)
- Açudes (+ de 2 anos sem secar)
- Outras opções de armazenamento

12.2 Água armazenada seca nas pequenas estiagens

- Sim
- Não

12.3 Captações de água das chuvas (telhado)

- Não faz
- Faz

12.4 Fonte de água

- Não possui
- Cacimba
- Poço amazonas
- Poço tubular
- Outras

12.5 Fonte de água seca nas pequenas estiagens

- Sim  
 Não

12.6 Periodicidade da oferta hídrica dos reservatórios e fontes

- Temporária  
 Permanente

12.7 Água das fontes permite abastecimento humano durante todo o ano

- Sim  
 Não

12.8 Água das fontes permite abastecimento animal todo o ano

- Sim  
 Não

12.9 Água das fontes permite irrigação todo o ano?

- Sim  
 Não

12.10 Forma de abastecimento domiciliar

- Lata  
 Animais  
 Carros pipas  
 Encanada

12.11 Racionamento de água

- Não faz  
 Faz durante as estiagens  
 Faz permanentemente

12.12 Aproveitamento das águas residuais

- Não  
 Sim. Como ?

12.13 Observação de alguma fonte/barragem que não secava e passou a secar

- Sim  
 Não. Qual?

### **13 Variável Produção**

13.1 Orientação técnica para as secas

- Tem  
 Não tem

13.2 Pecuária

- Não explora  
 Explora raças não adaptadas  
 Explora raças adaptadas

### 13.3 Agricultura de sequeiros

- Não faz
- Faz sempre
- Faz com chuvas suficientes

### 13.4 Cultivo de vazantes

- Não faz
- Faz ocasionalmente
- Faz sempre
- Espécies

### 13.5 Irrigação

- Não faz
- Faz ocasionalmente
- Faz sempre
- Espécies
- Método

## **14 Variável Manejo da Caatinga**

- Não faz
- Faz ocasionalmente
- Faz sempre. Como?

## **15 Variável Exploração de Espécies Nativas**

- Faz sem replantio
- Não faz
- Faz com replantio
- Espécies/Finalidades

## **16 Variável Armazenamento**

### 16.1 Alimentação humana

- Não faz
- Faz (estoque para um ano)
- Faz (para mais de um ano)
- Forma

### 16.2 Armazenamento da alimentação animal

- Não faz
- Faz (estoque para um ano)
- Faz (para mais de um ano)
- Forma

## **17 Variável Redução do Rebanho**

- Não faz
- Faz antes das estiagens
- Faz durante as estiagens
- Critérios de descarte

**18 Variável Observação das Previsões de Chuvas**

- Não faz
- Faz pela experiência
- Faz por instituições
- Quais

**19 Variável Ocupação nas Estiagens**

- Abandona a terra
- Frentes de emergência
- Presta serviços a outros produtores
- Se mantém na atividade

**20 Variável Educação**

## 20.1 Disciplinas contextuais no ensino básico

- Não possui
- Até a 4ª série
- Da 5ª à 8ª série
- Em todas
- Qual (is)

## 20.2 Disciplinas contextuais no ensino médio

- Não possui
- Possui em uma série
- Mais de uma série

**21 Variável administração Rural**

## 21.1 Planejamento da produção

- Não faz
- Faz empiricamente
- Acompanhamento técnico

## 21.2 Oferta contínua dos produtos

- Não
- Sim
- Por que

## 21.3 Comercialização

- Não comercializa
- Comercializa o excedente
- Produz para comercialização

## 21.4 Fontes de renda

- Exclusivamente da propriedade
- Outras

## HISTÓRICO DAS SECAS

### 22 Histórico das Secas

22.1 Secas acontecidas

( ) Ano

( ) Duração. Meses

Perdas e impactos (comentários e quantificações) \_\_\_\_\_

### FATOR MIGRAÇÃO

23.1 A família reside a quantos anos?

23.2 Quantas pessoas da família deixaram a propriedade dos últimos anos?

( ) A dois anos

( ) A quatro anos

( ) A seis anos

( ) A oito anos

( ) A dez anos

( ) Ou mais

23.3 Quantas pessoas da família regressaram e se fizeram?

23.4 Quantas famílias regressaram a se fixaram na

( ) Própria propriedade

( ) Em outra propriedade

23.5 Destino dos que saíram

( ) Zona urbana do município

( ) Outras localidades da Paraíba

( ) Outros Estados

### Exploração de Minérios

Sim \_\_\_\_ Tipo \_\_\_\_\_ Qual (is) minérios \_\_\_\_\_ Não \_\_\_\_

Observações.

---



---



---

Nome do agente comunitário:

---

Local da entrevista:

---

Data da entrevista: \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_

**FATOR VULNERABILIDADE AMBIENTAL**

Na propriedade existem ou são realizados	Alternativas	
	Sim	Não
1.1) Depósito para estocagem de agrotóxicos (se usa esse tipo de produto)		
1.2) Depósitos de embalagens de agrotóxicos (se usa esse tipo de produto)		
1.3) Locais de lavagem de implementos de aplicação de agrotóxicos (se usa esse tipo de produto)		
1.5) Pedreiras		
1.6) Retirada de minérios (minas, garimpo, caulim, vermiculita, pedras preciosas)		
1.7) Lixeiras		
1.8) Monturo		
1.9) Retirada de areias/massame		
1.10) Retirada de lenha, carvão, estaca, vara, etc.		
1.11) Casas abandonadas		
1.12) Pocilgas/chiqueiros		
1.13) Granjas		
1.14) Currais		
1.15) Matadouros (abate de animais para venda)		
1.16) Estradas rurais degradadas		
1.17) Erosões marcantes (lavouras)		
1.18) Erosões marcantes (nas estradas rurais)		
1.19) Esgotos a céu aberto		
1.20) Queimadas		
1.21) Existem fábricas, curtumes, etc.		
1.22) Usa bombas para retirar água de rios, açudes, poços, etc.		
1.23) Uso de agrotóxicos (fungicidas, inseticidas, herbicidas) com as mãos (sem Equipamento de Proteção Individual) – uso do gás toxin (pastilhas) em sacos de feijão (se por acaso utiliza esses produtos)		
1.24) Dessalinizador		
1.25) Minério radioativo (urânio)		
1.26) Outros		

**Problemas prioritários (citar os três de maior relevância)**

Alternativa	
Posse da terra	
Pouca terra	
Baixa produção	
Falta de água	
Falta de eletricidade	
Faltam esgotos	
Falta de assistência médica e odontológica	
Falta de habitação	
Falta de credito	
Falta de mercado	



Rendas baixas (produto pouco valorizado)	
Estradas ruins ou inexistentes	
Assistência técnica	
Escolas	
Insumos (matéria-prima, força de trabalho, consumo alto de energia, etc.)	
Outros – citar	

## ANEXO C

### VALORES DE REFERÊNCIA DO DIAGNÓSTICO SOCIOECONÔMICO

#### A) FATOR VULNERABILIDADE SOCIAL

##### 1) Variável demográfica

###### 1.1) Idade do chefe da família

ALTERNATIVAS		VALORES PONDERADOS
Muito baixa	0 a 15 anos	1
Baixa	16 a 35	2
Média	36 a 45	3
Alta	46 a 65	4
Muito alta	> 65 anos	5

###### 1.2) Grau de instrução do chefe da família.

ALTERNATIVAS		VALORES PONDERADOS
Muito baixa	Analfabeto	9
Baixa	Ensino Fundamental incompleto	8
Média baixa	Ensino Fundamental completo	7
Média alta	Ensino Médio incompleto	6
Alta	Ensino Médio completo	5
Muito alta	Graduação	4
	Especialização	3
	Mestrado	2
	Doutorado/livre docência	1

###### 1.3) Local de nascimento do chefe da família

ALTERNATIVAS	VALORES PONDERADOS
Casa rural	1
Vila	2
Distrito	3
Cidade	4
Capital do estado	5

###### 1.4) Total de pessoas no núcleo familiar

ALTERNATIVAS		VALORES PONDERADOS
Muito baixo	1 pessoa	1
Baixo	2 pessoas	2
	3 pessoas	3
Médio	4 pessoas	4
	5 pessoas	5
Alto	6 pessoas	6
	7 pessoas	7
Muito alto	Mais de 7 pessoas	8

## 1.5) Média de idade do núcleo familiar

ALTERNATIVAS		VALORES PONDERADOS
Muito baixa	0 a 15 anos	1
Baixa	16 a 35	2
Média	36 a 45	3
Alta	46 a 65	4
Muito alta	> 65 anos	5

## 1.6) Média escolar do núcleo familiar

ALTERNATIVAS		VALORES PONDERADOS
Muito baixa	Analfabeto	9
Baixa	Ensino Fundamental incompleto	8
Média baixa	Ensino Fundamental completo	7
Média alta	Ensino Médio incompleto	6
Alta	Ensino Médio completo	5
Muito alta	Graduação	4
	Especialização	3
	Mestrado	2
	Doutorado/livre docência	1

## 1.7) Média de nascimentos (local) do núcleo familiar

ALTERNATIVAS	VALORES PONDERADOS
Casa rural	1
Vila	2
Distrito	3
Cidade	4
Capital do estado	5

## 1.8) Número de não familiares que moram no núcleo familiar, caso existam.

ALTERNATIVAS	VALORES PONDERADOS
Não vivem pessoas estranhas	1
1 pessoa	2
2 pessoas	3
3 pessoas	4
4 pessoas	5
5 pessoas	6
6 pessoas	7
7 pessoas	8
Mais de 7 pessoas	9

## 1.9) Total geral de pessoas na propriedade.

ALTERNATIVAS	VALORES PONDERADOS
1 pessoa	1
2 pessoas	2
3 pessoas	3
4 pessoas	4
5 pessoas	5
6 pessoas	6
7 pessoas	7

8 pessoas	8
9 pessoas	9
10 pessoas	10
11 pessoas	11
Mais de 11 pessoas	12

## 2) Variável habitação

### 2.1) Tipo de habitação

ALTERNATIVAS	VALORES PONDERADOS
Casa de lata/papelão	7
Casa de taipa ruim (pau a pique ruim)	6
Casa de Taipa boa (pau a pique boa)	5
Casa de tijolo e taipa	4
Casa de alvenaria ruim	3
Casa de alvenaria boa	2
Casa de qualquer tipo ótima	1

### 2.2) Número de cômodos na residência

ALTERNATIVAS		VALORES PONDERADOS
Muito baixo	1 cômodo	9
	2 cômodos	8
Baixo	3 cômodos	7
	4 cômodos	6
Médio	5 cômodos	5
	6 cômodos	4
Alto	7 cômodos	3
	8 cômodos	2
Muito alta	9 ou mais cômodos	1

### 2.3) Tipo de piso da residência

ALTERNATIVAS	VALORES PONDERADOS
Granito polido	1
Cerâmica inteira	2
Pedaços de cerâmica	3
Cimento	4
Tijolo	5
Barro batido	6

### 2.4) Tipo de parede

ALTERNATIVAS	VALORES PONDERADOS
Alvenaria boa com reboco	1
Alvenaria ruim com reboco	2
Pedaços de cerâmica	3
Alvenaria boa sem reboco	4
Alvenaria ruim sem reboco	5
Tijolo e taipa	6
Taipa boa	7
Taipa ruim	8
Palha	9

## 2.5) Tipo de telhado

<b>ALTERNATIVAS</b>	<b>VALORES PONDERADOS</b>
Telha de cerâmica	1
Laje	2
Telha de amianto	3
Zinco	4
Palha	5

## 2.6) Eletricidade

<b>ALTERNATIVAS</b>	<b>VALORES PONDERADOS</b>
Trifásica	1
Monofásica	2
Não tem	3

## 2.7) Janelas

<b>ALTERNATIVAS</b>	<b>VALORES PONDERADOS</b>
Nos quatro lados da casa	1
Em três lados	2
Em dois lados	3
Em um lado	4
Casa sem janelas	5

## 2.8) Tipo de fogão mais utilizado

<b>ALTERNATIVAS</b>	<b>VALORES PONDERADOS</b>
Elétrico	1
Gás	2
Querosene	3
Carvão/lenha	4

## 2.9) Origem da água para beber na residência

<b>ALTERNATIVAS</b>	<b>VALORES PONDERADOS</b>
Rede pública	1
Poço/água doce	2
Bica/cisterna	3
Cisterna/carro pipa	4
Açude/rio/riacho/tanque de pedra	5

## 2.10) Origem da água para os demais usos domésticos

<b>ALTERNATIVAS</b>	<b>VALORES PONDERADOS</b>
Rede pública	1
Poço/água doce	2
Bica/cisterna	3
Cisterna/carro pipa	4
Açude/rio/riacho/tanque de pedra	5

## 2.11) Saneamento básico

<b>ALTERNATIVAS</b>	<b>VALORES PONDERADOS</b>
Banheiro com privada dentro de casa	1
Banheiro com privada fora de casa	2
Banheiro sem privada	3
Tem apenas o quartinho com a privada	4
Banheiro com privada, mas ela não é usada	5
Não tem banheiro nem privada	6

## 2.12) Esgotos

<b>ALTERNATIVAS</b>	<b>VALORES PONDERADOS</b>
Rede de esgoto	1
Poço ou fossa negra	2
Eliminação livre	3

## 2.13) Eliminação do lixo

<b>ALTERNATIVAS</b>	<b>VALORES PONDERADOS</b>
Coleta	1
Enterra ou queima	2
Eliminação livre	3

<b>Elerodomésticos e veículos automotivos</b>	<b>VALORES PONDERADOS</b>	
	<b>Tem</b>	<b>Não tem</b>
2.14) Geladeira/freezer	1	2
2.15) Televisão	1	2
2.16) Vídeo cassete/DVD	1	2
2.17) Rádio	1	2
2.18) Forno micro-ondas	1	2
2.19) Telefone fixo	1	2
2.20) Celular	1	2
2.21) Tanquinho de lavar roupa	1	2
2.22) Máquina de lavar roupa	1	2
2.23) Computador de mesa	1	2
2.24) Notebook	1	2
2.25) Tablet	1	2
2.26) Moto	1	2
2.27) Carro	1	2
2.28) Leem periódicos (jornais, revistas)	1	2

## 3) Variável Consumo de alimentos

<b>ALTERNATIVAS</b>	<b>DIAS DA SEMANA</b>	<b>VALORES PONDERADOS</b>
Nulo	Nenhum	8
Muito baixo	1 dia	7
Baixo	2 dias	6
Médio baixo	3 dias	5
Médio	4 dias	4
Médio alto	5 dias	3
Alto	6 dias	2
Muito alto	7 dias	1

#### 4) Variável Participação em organização (associação)

##### 4.1 Pertencem a alguma organização (associação comunitária)

ALTERNATIVAS	VALORES PONDERADOS
Não pertence	2
Pertence	1

#### 5) Variável Salubridade rural

##### 5.1) Infestação de pragas na lavoura e no rebanho (Nematóides, cupins, formigas, gafanhotos e verminose animal)

ALTERNATIVAS	VALORES PONDERADOS
*Nula	1
Baixa	2
Média	3
Alta	4
Impeditiva	5

\* **Nula** - Sem infestação. **Baixa** - Pequena infestação - controle simples. **Média** - Infestação de gravidade média. **Alta** - Infestação intensa e extensa - controle dispendioso e complexo. **Impeditiva** - Infestação tão grande que impossibilita a exploração do terreno

##### 5.2) Combate às pragas domésticas (ratos, moscas, pulgas, pernilongos, piolhos, baratas, barbeiro, outros)

ALTERNATIVAS	VALORES PONDERADOS
Sim	1
Não	2

### B) FATOR VULNERABILIDADE ECONÔMICO

#### 6) Variável Produção

##### 6.1) Produtividade agrícola média

ALTERNATIVAS	VALORES PONDERADOS
Produtividade alta	1
Produtividade média	2
Produtividade baixa	3
Produtividade nula	4

##### 6.2) Estado das pastagens plantadas

ALTERNATIVAS	VALORES PONDERADOS
Conservadas	1
Abandonadas	2
Não tem	3

##### 6.3) Florestamentos (Incluir mata nativa e/ou arborização)

ALTERNATIVAS	VALORES PONDERADOS
≥ 25% da área	1
< 25% da área	2
Não tem	3

**7) Variável Animais de trabalho**

ALTERNATIVAS	VALORES PONDERADOS	
	Tem	Não tem
7.1) Bois	1	2
7.2) Burros	1	2
7.3) Jumentos	1	2
7.4) Cavalos	1	2

**8) Variável Animais de produção**

ALTERNATIVAS	VALORES PONDERADOS	
	Tem	Não tem
8.1) Bovinos	1	2
8.2) Ovinos	1	2
8.3) Caprinos	1	2
8.4) Suínos	1	2
8.5) Aves	1	2
8.6) Peixes	1	2

**9) Variável Comercialização, crédito e rendimento**

	Consumidor	Cooperativas	Agroindústria	Feiras	Armazéns (varejo)	Intermediários	Não vende
9.1) A quem vende a produção agrícola	1	2	3	4	5	6	7
9.2) Pecuária	1	2	3	4	5	6	7
9.3) Florestal	1	2	3	4	5	6	7

**9.4) Fonte principal de crédito agrário**

ALTERNATIVAS	VALORES PONDERADOS
Banco oficial	1
Cooperativa	2
Agroindústria	3
Bancos particulares	4
Agiota (particulares)	5
Não tem	6

**9.5) Renda bruta mensal aproximada da propriedade**

ALTERNATIVAS	VALORES PONDERADOS
Até ½ salário mínimo	7
0,6 a 1 salário mínimo	6
1,1 a 2 salários mínimos	5
2,1 a 3 salários mínimos	4
3,1 a 4 salários mínimos	3
4,1 a 5 salários mínimos	2
Mais de 5 salários mínimos	1

**9.6) Outras rendas? Se sim, qual a renda e o valor aproximado?**

ALTERNATIVAS	VALORES PONDERADOS
Até ½ salário mínimo	7



0,6 a 1 salário mínimo	6
1,1 a 2 salários mínimos	5
2,1 a 3 salários mínimos	4
3,1 a 4 salários mínimos	3
4,1 a 5 salários mínimos	2
Mais de 5 salários mínimos	1

## 9.7) Renda mensal total

<b>ALTERNATIVAS</b>	<b>VALORES PONDERADOS</b>
Até ½ salário mínimo	7
0,6 a 1 salário mínimo	6
1,1 a 2 salários mínimos	5
2,1 a 3 salários mínimos	4
3,1 a 4 salários mínimos	3
4,1 a 5 salários mínimos	2
Mais de 5 salários mínimos	1

**C) FATOR VULNERABILIDADE TECNOLÓGICA****10) Variável Tecnológica**

## 10.1) Área de propriedade (ha)

<b>ALTERNATIVAS</b>	<b>VALORES PONDERADOS</b>
Menos de 20 ha e com aproveitamento de até 50%	6
Mais de 20 ha e com aproveitamento de até 50%	5
Menos de 20 ha e com aproveitamento acima de 50%	4
De 21 a 100 ha e com aproveitamento acima de 50%	3
De 101 a 200 ha e com aproveitamento acima de 50%	2
Mais de 200 ha e com aproveitamento acima de 50%	1

## 10.2) Tipo de posse

<b>ALTERNATIVAS</b>	<b>VALORES PONDERADOS</b>
Proprietário	1
Arrendatário	2
Meeiro	3
Ocupante	4

## 10.3) Uso de agrotóxicos (fungicidas, inseticidas, herbicidas)

<b>ALTERNATIVAS</b>	<b>VALORES PONDERADOS</b>
Regularmente	4
Ocasionalmente	3
Não utiliza	2
Controle biológico	1

10.4) Eliminação de embalagens de agrotóxicos (defensivos agrícolas), se, por acaso, utilizar esse tipo de produto.

<b>ALTERNATIVAS</b>	<b>VALORES PONDERADOS</b>
Comercialização com as próprias firmas	1
Tríplice lavagem seguida de reciclagem	2
Reaproveitada para o mesmo fim	3
Colocada em depósito para lixo tóxico	4
Queimada	5
Reaproveitada para outros fins	6
Colocada em qualquer lugar	7
Reaproveitada para uso doméstico	8

10.5) Adubação mineral (fertilizantes como fósforo, nitrogênio e potássio) ou orgânica (esterco, cama de galinha, etc)

<b>ALTERNATIVAS</b>	<b>VALORES PONDERADOS</b>
Não utiliza	3
Ocasionalmente	2
Regularmente	1

10.6) Tipo de tração mais usada

<b>ALTERNATIVAS</b>	<b>VALORES PONDERADOS</b>
Manual	3
Animal	2
Mecânica	1

10.7) Assistência técnica

<b>ALTERNATIVAS</b>	<b>VALORES PONDERADOS</b>
Regularmente	1
Ocasionalmente	2
Não recebe	3

10.8) Conhece programas de conservação do solo?

<b>ALTERNATIVAS</b>	<b>VALORES PONDERADOS</b>
Não conhece	2
Conhece	1

10.9) Práticas de conservação do solo

<b>ALTERNATIVAS</b>	<b>VALORES PONDERADOS</b>
Não utiliza	2
Utiliza	1

10.10) Sabe executar obras de contenção de erosões?

<b>ALTERNATIVAS</b>	<b>VALORES PONDERADOS</b>
Não	3
Alguma coisa	2
Bastante	1

10.11) Planta na beira de riachos ou em morros?

<b>ALTERNATIVAS</b>	<b>VALORES PONDERADOS</b>
Sim	2
Não	1

10.12) Irrigação

<b>ALTERNATIVAS</b>	<b>VALORES PONDERADOS</b>
Não utiliza	3
Ocasionalmente	2
Regularmente	1

## **11) Variáveis Maquinaria e Industrialização Rural**

11.1) Possui maquinaria e implementos agrícolas?

<b>ALTERNATIVAS</b>	<b>VALORES PONDERADOS</b>
Nenhum	4
Alguns	3
Os principais necessários	2
Parque de máquinas completo	1

11.2) Produz na propriedade: doce, queijo, mel, outros?

<b>ALTERNATIVAS</b>	<b>VALORES PONDERADOS</b>
Não	2
Sim	1

11.3) Faz algum tipo de artesanato?

<b>ALTERNATIVAS</b>	<b>VALORES PONDERADOS</b>
Não	2
Sim	1

## ANEXO D

### VALORES DE REFERÊNCIA DO DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

#### FATOR VULNERABILIDADE AMBIENTAL

ALTERNATIVAS	VALORES PONDERADOS	
	Sim	Não
1.1) Depósito para estocagem de agrotóxicos	2	1
1.2) Depósitos de embalagens de agrotóxicos	2	1
1.3) Lavagem de implementos de aplicação de agrotóxicos	2	1
1.6) Retirada de minérios	2	1
1.8) Monturo	2	1
1.9) Retirada de areias/massame	2	1
1.10) Retirada de lenha, carvão, estaca, vara, etc.	2	1
1.11) Casas abandonadas	2	1
1.12) Pocilgas/chiqueiros	2	1
1.13) Granjas	2	1
1.14) Currais	2	1
1.15) Matadouros	2	1
1.16) Estradas rurais degradadas	2	1
1.17) Erosões marcantes	2	1
1.18) Erosões marcantes	2	1
1.19) Esgotos a céu aberto	2	1
1.20) Queimadas	2	1
1.21) Existem fábricas, curtumes, etc.	2	1
1.22) Usa bombas para retirar água de rios, açudes, poços...	2	1
1.23) Uso de agrotóxicos	2	1
1.24) Dessalinizador	2	1
1.25) Minério radioativo (urânio)	2	1

## ANEXO E

### VALORES DE REFERÊNCIA DO DIAGNÓSTICO DE SECAS

#### FATOR VULNERABILIDADE ÀS SECAS

##### 12) Variável recursos hídricos

###### 12.1 Armazenamentos de água

ALTERNATIVAS	VALORES PONDERADOS
Açudes (+ de 2 anos sem secar)	1
Açudes (2 anos sem secar)	2
Barreiros	3
Cisternas	4
Caixa d'água	5
Não faz	6

###### 12.2 Água armazenada seca nas pequenas estiagens

ALTERNATIVAS	VALORES PONDERADOS
Não	1
Sim	2

###### 12.3 Captações de água das chuvas (telhado)

ALTERNATIVAS	VALORES PONDERADOS
Faz	1
Não faz	2

###### 12.4 Fonte de água

ALTERNATIVAS	VALORES PONDERADOS
Poço tubular	1
Poço amazonas	2
Cacimba	3
Não possui	4

###### 12.5 Fonte de água seca nas pequenas estiagens

ALTERNATIVAS	VALORES PONDERADOS
Não	1
Sim	2

###### 12.6 Periodicidade da oferta hídrica dos reservatórios e fontes

ALTERNATIVAS	VALORES PONDERADOS
Permanente	1
Temporária	2

###### 12.7 Água das fontes permite abastecimento humano durante todo o ano

ALTERNATIVAS	VALORES PONDERADOS
Sim	1
Não	2

## 12.8 Água das fontes permite abastecimento animal todo o ano

<b>ALTERNATIVAS</b>	<b>VALORES PONDERADOS</b>
Sim	1
Não	2

## 12.9 Água das fontes permite irrigação todo o ano?

<b>ALTERNATIVAS</b>	<b>VALORES PONDERADOS</b>
Sim	1
Não	2

## 12.10 Forma de abastecimento domiciliar

<b>ALTERNATIVAS</b>	<b>VALORES PONDERADOS</b>
Encanada	1
Carros pipas	2
Animais	3
Lata	4

## 12.11 Racionamento de água

<b>ALTERNATIVAS</b>	<b>VALORES PONDERADOS</b>
Faz permanentemente	1
Faz durante as estiagens	2
Não faz	3

## 12.12 Aproveitamento das águas residuais

<b>ALTERNATIVAS</b>	<b>VALORES PONDERADOS</b>
Sim	1
Não	2

## 12.13 Observação de alguma fonte/barragem que não secava e passou a secar

<b>ALTERNATIVAS</b>	<b>VALORES PONDERADOS</b>
Não	1
Sim	2

**13 Variável Produção**

## 13.1 Orientação técnica para as secas

<b>ALTERNATIVAS</b>	<b>VALORES PONDERADOS</b>
Tem	1
Não tem	2

## 13.2 Pecuária

<b>ALTERNATIVAS</b>	<b>VALORES PONDERADOS</b>
Explora raças adaptadas	1
Explora raças não adaptadas	2
Não explora	3

## 13.3 Agricultura de sequeiros

<b>ALTERNATIVAS</b>	<b>VALORES PONDERADOS</b>
Faz com chuvas suficientes	1
Faz sempre	2
Não faz	3

## 13.4 Cultivo de vazantes

<b>ALTERNATIVAS</b>	<b>VALORES PONDERADOS</b>
Faz sempre	1
Faz ocasionalmente	2
Não faz	3

## 13.5 Irrigação

<b>ALTERNATIVAS</b>	<b>VALORES PONDERADOS</b>
Faz sempre	1
Faz ocasionalmente	2
Não faz	3

**14 Variável Manejo da Caatinga**

## 14.1 Manejo da Caatinga

<b>ALTERNATIVAS</b>	<b>VALORES PONDERADOS</b>
Faz sempre	1
Faz ocasionalmente	2
Não faz	3

**15 Variável Exploração de Espécies Nativas**

## 15.1 Exploração de Espécies Nativas

<b>ALTERNATIVAS</b>	<b>VALORES PONDERADOS</b>
Faz com replantio	1
Faz sem replantio	2
Não faz	3

**16 Variável Armazenamento**

## 16.1 Alimentação humana

<b>ALTERNATIVAS</b>	<b>VALORES PONDERADOS</b>
Faz (para maíais de um ano)	1
Faz (estoque para um ano)	2
Não faz	3

## 16.2 Armazenamento da alimentação animal

<b>ALTERNATIVAS</b>	<b>VALORES PONDERADOS</b>
Faz (para maíais de um ano)	1
Faz (estoque para um ano)	2
Não faz	3

## 17 Variável Redução do Rebanho

### 17.1 Redução do Rebanho

ALTERNATIVAS	VALORES PONDERADOS
Faz antes das estiagens	1
Faz durante as estiagens	2
Não faz	3

## 18 Variável Observação das Previsões de Chuvas

### 18.1 Previsões de Chuvas

ALTERNATIVAS	VALORES PONDERADOS
Faz por instituições	1
Faz pela experiência	2
Não faz	3

## 19 Variável Ocupação nas Estiagens

### 19.1 Ocupação nas Estiagens

ALTERNATIVAS	VALORES PONDERADOS
Se mantém na atividade	1
Presta serviços a outros produtores	2
Frentes de emergência	3
Abandona a terra	4

## 20 Variável Educação

### 20.1 Disciplinas contextuais no ensino básico

ALTERNATIVAS	VALORES PONDERADOS
Da 5ª à 8ª série	1
Até a 4ª série	2
Não possui	3

### 20.2 Disciplinas contextuais no ensino médio

ALTERNATIVAS	VALORES PONDERADOS
Mais de uma série	1
Possui em uma série	2
Não possui	3

## 21 Variável administração Rural

### 21.1 Planejamento da produção

ALTERNATIVAS	VALORES PONDERADOS
Acompanhamento técnico	1
Faz empiricamente	2
Não faz	3



## 21.2 Oferta contínua dos produtos

<b>ALTERNATIVAS</b>	<b>VALORES PONDERADOS</b>
Sim	1
Não	2

## 21.3 Comercialização

<b>ALTERNATIVAS</b>	<b>VALORES PONDERADOS</b>
Produz para comercialização	1
Comercializa o excedente	2
Não comercializa	3

## 21.4 Fontes de renda

<b>ALTERNATIVAS</b>	<b>VALORES PONDERADOS</b>
Outras	1
Exclusivamente da propriedade	2

**22 Histórico das Secas**

## 22.1 Secas acontecidas

<b>ALTERNATIVAS</b>	<b>VALORES PONDERADOS</b>
Não	1
Sim	2

## 22.2 Secas acontecidas

<b>ALTERNATIVAS</b>	<b>VALORES PONDERADOS</b>
Não	1
Sim	2

**23 Fator migração**

## 23.1 Tempo de residência

<b>ALTERNATIVAS</b>	<b>VALORES PONDERADOS</b>
Mais que 21 anos	1
De 11 a 20 anos	2
Menos que 10 anos	3