



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA**



**DEGRADAÇÃO AMBIENTAL E USO DAS TERRAS DO MUNICÍPIO DE
PRINCESA ISABEL - PB**

DALVA DAMIANA ESTEVAM DA SILVA

Campina Grande -PB

2017

DALVA DAMIANA ESTEVAM DA SILVA

**DEGRADAÇÃO AMBIENTAL E USO DAS TERRAS DO MUNICÍPIO DE
PRINCESA ISABEL - PB**

Dissertação submetida ao Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande, como requisito para obtenção do título de mestre em Engenharia Agrícola.

Área de Concentração: Irrigação e Drenagem

Linha de Pesquisa: Monitoramento e Controle da Deterioração na Agricultura

Dr. JOÃO MIGUEL DE MORAES NETO

Orientador

Campina Grande -PB

2017

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCG

S586d Silva, Dalva Damiana Estevam da.
Degradação ambiental e uso das terras do município de Princesa Isabel-
PB / Dalva Damiana Estevam da Silva. – Campina Grande, 2017.
160 f. il. color.

Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal
de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, 2017.
"Orientação: Prof. Dr. João Miguel de Moraes Neto".
Referências.

1. Desastres Ambientais - Princesa Isabel-PB. 2. Atividades
Antrópicas. 3. Vulnerabilidade Ambiental. 4. Percepção Ambiental. 5.
Degradação Ambiental - Princesa Isabel-PB. I. Moraes Neto, João Miguel
de. II. Título.

CDU 504.5(043)



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
COORDENAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA



PARECER FINAL DO JULGAMENTO DA DISSERTAÇÃO

DALVA DAMIANA ESTEVAM DA SILVA

"DEGRADAÇÃO AMBIENTAL E USO DAS TERRAS DO MUNICÍPIO DE PRINCESA
ISABEL-PB"

APROVADA: 23 de fevereiro de 2017

BANCA EXAMINADORA

Dr. João Miguel de Moraes Neto
Orientador – UAEA/CTRN/UECG

Dr. Juarez Paz Pedrosa
Examinador – UAEA/CTRN/UECG

Dr. Maria de Fátima Fernandes
Examinadora – UAEA/CTRN/UECG

“As populações pobres em sua luta pela sobrevivência são impelidas ao sobre-uso dos recursos naturais e do meio ambiente em geral, minando as próprias bases para um desenvolvimento sustentável a longo prazo”.

(KITAMURA, 2004)

A Deus primeiramente, pela oportunidade e dádiva da vida. Aos meus pais Cícero Estevam e Aparecida Eufrásio pelo apoio. Aos meus irmãos João Paulo e Maria de Fátima. Ao meu esposo Fábio pelo apoio, paciência, incentivo e compreensão. DEDICO.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me conceder a vida, fé, coragem e discernimento em todos os momentos difíceis e nas dificuldades durante esta caminhada.

Aos meus pais, pelo apoio, amor e pelas palavras de incentivo em muitos momentos da minha vida.

Ao meu esposo Fábio Remy pelo incentivo, apoio, compreensão, amor, dedicação, paciência e pela colaboração na concretização desse sonho, tão almejado.

Aos meus irmãos João Paulo Estevam e Maria de Fátima Eufrásio pelo incentivo e compreensão nos momentos de ausência.

Ao meu orientador Professor Dr. João Miguel de Moraes Neto, pela oportunidade, confiança, apoio, incentivo e colaboração, sem os quais este trabalho não teria sido realizado.

À Dra. Maria de Fátima Fernandes pela colaboração e incentivo em muitos momentos.

Ao Eng. Cartográfico MSc. José Miguel da Silva pelos ensinamentos e pela imensa colaboração na realização deste trabalho.

Ao amigo e Professor MSc. Jocélio Araújo dos Santos, pela colaboração, apoio, incentivo e paciência.

Ao amigo Jackson Epaminondas de Sousa pelas palavras de incentivo, apoio e carinho em diversos momentos.

Ao Professor Dr. Joselito Eulâmpio da Nóbrega pela colaboração.

À Maria Aparecida Cordeiro Florentino de Lima pela amizade, solicitude e carinho.

Aos professores, alunos e funcionários do Programa de Pós Graduação em Engenharia Agrícola pelos momentos partilhados de aprendizado, amizade e muito estudo.

Enfim, a todos que direta ou indiretamente colaboraram com a realização deste trabalho.

RESUMO

O município de Princesa Isabel localiza-se no Estado da Paraíba, na Mesorregião do Sertão Paraibano e Microrregião da Serra do Teixeira. O presente estudo teve como objetivo analisar a degradação ambiental e o uso das terras do município de Princesa Isabel-PB, com vistas a contribuir para o entendimento de questões sociais, econômicas e ambientais. A metodologia baseou-se na utilização de técnicas de geoprocessamento e processamento digital de imagens de satélite, com a análise temporal de imagens orbitais TM/Landsat-5 e TM/Landsat-8 para os anos de 1985 e 2015, buscando compreender a dinâmica da degradação ambiental no município neste período. Além disso, foram aplicados questionários para verificar as vulnerabilidades e a percepção ambiental dos moradores do entorno da bacia hidráulica do açude Jatobá II. Os resultados evidenciam que a degradação diminuiu, os principais fatores para essa ocorrência foram a seca recorrente na região que fez com que as pessoas migrassem para a zona urbana e a busca de emprego e melhores condições de vida. Entretanto, no entorno da bacia são desenvolvidas atividades antrópicas, cujas técnicas são tradicionais com desmatamento em áreas declivosas e queimadas, agravando o assoreamento no açude Jatobá II, comprometendo o volume hídrico. Os índices de vulnerabilidade encontrados mostram uma situação de fragilidade da população frente a desastres. A vulnerabilidade socioeconômica apresentou índice muito alto de 50,0%, a vulnerabilidade tecnológica indicou índice considerado alto de 40,0% e a vulnerabilidade ambiental ou a seca encontrada foi considerada alta com 36,8%. Esses valores resultam da falta de informação, da pobreza e da inexistência de políticas públicas na área da bacia. Os estudos relacionados a essa temática são importantes, para a identificação de áreas com degradação ambiental, bem como, auxiliam no planejamento e desenvolvimento de ações voltadas à mitigação e preservação dos recursos naturais.

Palavras-chave: Desastres, atividades antrópicas, vulnerabilidades, percepção ambiental.

ABSTRACT

The municipality of Princesa Isabel is located in the State of Paraíba, in the Meso-region of Sertão Paraibano and Micro-region of Serra do Teixeira. The objective of this study was to analyze the environmental degradation and land use in the municipality of Princesa Isabel-PB, in order to contribute to the understanding of social, economic and environmental issues. The methodology was based on the use of geoprocessing and digital processing of satellite images, with the temporal analysis of TM/Landsat-5 and TM/Landsat-8 orbital images of the years 1985 and 2015, in order to understand the dynamics of degradation in the municipality in this period. In addition, questionnaires were applied in order to verify the vulnerabilities and environmental perception of the residents that surrounds the hydraulic basin. The results indicate that the degradation decreased. The main factors for this occurrence were the recurrent drought in this region which caused people migration to urban area for a better life conditions and employment. However, around the area that surrounds the basin, anthropic activities are developed, whose techniques are traditional with deforestation in burned and declining areas, aggravating the siltation in the Jatobá II dam, compromising the water volume. The vulnerability indexes indicates a fragile situation of the population facing disasters. The socioeconomic vulnerability showed a very high index of 50,0%, the technological vulnerability indicated a high index of 40,0% and the environmental vulnerability or drought found, was considered high with 36,8%. These values are results of the lack of information, poverty and lack of public policies in the basin's area. Studies related to this theme are important for identification of areas with environmental degradation, as well as, help in the planning and development of actions on mitigation and preservation of natural resources.

Key-words: Disasters, anthropogenic activities, vulnerabilities, environmental perception.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	22
2. OBJETIVOS	25
2.1 GERAL.....	25
2.2 ESPECÍFICOS.....	25
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	26
3.1 GESTÃO AMBIENTAL.....	26
3.2 DEGRADAÇÃO AMBIENTAL.....	33
3.3 BACIAS HIDROGRÁFICAS.....	35
3.4 FATORES DE DEGRADAÇÃO EM BACIAS HIDROGRÁFICAS PARAIBANAS.....	39
3.5 VULNERABILIDADES.....	44
3.6 PERCEPÇÃO AMBIENTAL.....	48
3.7 GEOPROCESSAMENTO.....	49
3.8 SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA - (SIG).....	51
4. LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	54
4.1 LOCALIZAÇÃO E POPULAÇÃO.....	54
4.2 CLIMA.....	55
4.3 RECURSOS HÍDRICOS.....	56
4.4 GEOLOGIA.....	57
4.5 SOLOS.....	61
5. MATERIAIS E MÉTODOS	65
5.1 MATERIAIS.....	65
5.1.1 Aquisição dos produtos sensores orbitais	65
5.2 METODOLOGIA.....	65
5.2.1 Processamento digital das imagens	65
5.2.1.1 Manipulação do Contraste.....	65
5.2.1.2 Operações aritméticas - Razão entre Bandas - IVDN (Índice de Vegetação de Diferença Normalizada).....	67
5.2.1.3 Composição multiespectral ajustada ($CMA = (b3 + IVDN + b1)$).....	67
5.2.1.4 Segmentação da imagem.....	68

5.2.1.5 Classificação de padrões das imagens IVDN.....	68
5.2.1.6 Editoração dos mapas temáticos.....	68
5.3 ANÁLISE DAS IMAGENS TM/LANDSAT-5 E LANDSAT-8 PARA INTERPRETAÇÃO PRELIMINAR (mapeamento das classes de uso da terra e dos níveis de degradação).....	68
5.4 TRABALHO DE CAMPO.....	69
5.5 ANÁLISE DAS CLASSES DE USO DO SOLO E DEGRADAÇÃO DAS TERRAS.....	70
5.6 DIAGNÓSTICO SOCIOECONÔMICO (VULNERABILIDADES) E PERCEPÇÃO AMBIENTAL.....	72
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	74
6.1 DEGRADAÇÃO AMBIENTAL DAS TERRAS NO MUNICÍPIO DE PRINCESA ISABEL-PB: COMPOSIÇÕES MULTIESPECTRAIS AJUSTADAS (CMA).....	74
6.1.1 Mapas digitais dos níveis de degradação das terras no município de Princesa Isabel-PB	76
6.1.2 Mapas digitais das classes de vegetação e uso do solo no município de Princesa Isabel-PB.....	83
6.2 DINÂMICA DA DEGRADAÇÃO AMBIENTAL DAS TERRAS NO ENTORNO DA BACIA HIDRÁULICA DO AÇUDE JATOBÁ II.....	89
6.2.1 Mapas digitais dos níveis de degradação das terras no entorno da bacia hidráulica do açude Jatobá II.....	89
6.2.2 Mapas digitais das classes de vegetação e uso do solo no entorno da bacia hidráulica do açude Jatobá II.....	95
6.3 VULNERABILIDADES NO ENTORNO DA BACIA HIDRÁULICA DO AÇUDE JATOBÁ II.....	100
6.3.1 Vulnerabilidade Socioeconômica.....	100
6.3.1.1 Perfil dos entrevistados segundo o extrato da renda.....	101
6.3.1.2 Escolaridade.....	103
6.3.1.3 Tipo e condições das habitações.....	104
6.3.1.4 Indicadores de habitação.....	108
6.3.1.5 Identificação dos tipos de energéticos utilizados para cozinhar.....	109
6.3.1.6 Tipo e tratamento da água para consumo.....	109
6.3.1.7 Tipo de saneamento e disposição de resíduos.....	112
6.3.2 Vulnerabilidade Tecnológica.....	114

6.3.2.1	Uso do solo e Assistência técnica.....	115
6.3.2.2	Uso e tipo de irrigação.....	117
6.3.2.3	Uso de agrotóxicos.....	119
6.3.3	Vulnerabilidade Ambiental.....	121
6.3.3.1	Indisponibilidade de água devido à seca.....	121
6.3.3.2	Formas de abastecimento e armazenamento de água no período de estiagem.....	122
6.3.3.3	Comercialização dos produtos agropecuários.....	124
6.4	PERCEPÇÃO AMBIENTAL DOS MORADORES DO ENTORNO DA BACIA HIDRÁULICA DO AÇUDE JATOBA II.....	126
7.	CONCLUSÃO.....	137
8.	PROPOSIÇÃO DE MEDIDAS MITIGADORAS.....	140
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	141
	ANEXO A - LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA DAS IMAGENS.....	155
	APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO SOCIOECONÔMICO APLICADO AOS MORADORES DO ENTORNO DA BACIA HIDRÁULICA DO AÇUDE JATOBÁ II, NO MUNICÍPIO DE PRINCESA ISABEL-PB.....	158
	APÊNDICE B - QUESTIONÁRIO SOBRE PERCEPÇÃO AMBIENTAL APLICADO AOS MORADORES DO ENTORNO DA BACIA HIDRÁULICA DO AÇUDE JATOBÁ II, NO MUNICÍPIO DE PRINCESA ISABEL-PB.....	160

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Dimensões da Gestão Ambiental.....	32
Figura 2 - Bacia hidrográfica e seu sistema de drenagem.....	36
Figura 3 - Delimitação da área contribuinte, conforme o ponto (A) Microbacia, (B) Sub-bacia e (C) Bacia.....	37
Figura 4 - Relação entre ameaça, vulnerabilidade e risco.....	47
Figura 5 - Localização da área de estudo.....	54
Figura 6 - Classificação climática do Estado da Paraíba, segundo Koppen.....	56
Figura 7 - Detalhes das águas no município de Princesa Isabel-PB: A) no embasamento cristalino e B) no Domínio Fraturado Cristalino.....	57
Figura 8 - Padrões aeromagnéticos do subsolo paraibano e comportamento Tectono-estratigráficas da Paraíba.....	58
Figura 9 - Mapa Geológico do Domínio Transversal no Estado da Paraíba.....	58
Figura 10 - Caracterização de solos do município de Princesa Isabel-PB.....	61
Figura 11 - Composições Multiespectrais Ajustadas (CMA): A) 1985 (Landsat 5) e B) 2015 (Landsat 8).....	74
Figura 12 - A) Área com vegetação em regeneração e B) Áreas com vegetação parcialmente regenerada no município de Princesa Isabel-PB.....	75
Figura 13 - A) Casas abandonadas na zona rural e B) Ruínas de casas no município de Princesa Isabel-PB.....	75
Figura 14 - A) Queimadas realizadas durante o dia e B) Área desmatada para utilização na agricultura e pecuária.....	76
Figura 15 - Mapa digital dos níveis de degradação no município de Princesa Isabel-PB no ano de 1985.....	77
Figura 16 - Mapa digital dos níveis de degradação no município de Princesa Isabel-PB no ano de 2015.....	77
Figura 17 - Representação gráfica dos níveis de degradação no município de Princesa Isabel-PB, para os anos de 1985 e 2015.....	79
Figura 18 - A) Área com degradação baixa e presença de pastagens no município de Princesa Isabel-PB e B) Área serrana com degradação baixa e áreas agricultáveis nas proximidades...79	
Figura 19 - A) Culturas consorciadas - milho, feijão e palma e B) Culturas com milho e feijão cultivadas no município.....	80

Figura 20 - A) Área íngreme com vegetação usada para pastagem e B) Riacho com as margens desmatadas no município.....	80
Figura 21 - A) Área desmatada com degradação grave e B) Área degradada com desmatamento e solo exposto no município.....	81
Figura 22 - A) Área com "coivaras" e B) Queimadas no município de Princesa Isabel-PB....	82
Figura 23 - A) Área com pastagem e B) Área desmatada para utilização agrícola no município de Princesa Isabel-PB.....	82
Figura 24 - Mapa digital das classes de vegetação do município de Princesa Isabel-PB para o ano de 1985.....	84
Figura 25 - Mapa digital das classes de vegetação do município de Princesa Isabel-PB para o ano de 2015.....	84
Figura 26 - Evolução das classes de cobertura vegetal do município de Princesa Isabel-PB...	86
Figura 27 - A) Vegetação densa e B) Vegetação densa com pastagem nas proximidades.....	86
Figura 28 - A) Vegetação semi-densa e B) Vegetação semi-densa com pastagem.....	87
Figura 29 - A) Vegetação rala utilizada como pastagem para animais e B) Vegetação rala em regeneração.....	87
Figura 30 - A) Vegetação rala + solo exposto e B) Área com vegetação rala + solo exposto abandonada no município.....	88
Figura 31 - A) Áreas com solo exposto + vegetação rala e B) Áreas com solo exposto no município.....	88
Figura 32 - Mapa digital dos níveis de degradação das terras da bacia hidráulica do açude Jatobá II para o ano de 1985.....	89
Figura 33 - Mapa digital dos níveis de degradação das terras da bacia hidráulica do açude Jatobá II para o ano de 2015.....	90
Figura 34 - Representação gráfica dos níveis de degradação da bacia hidráulica do açude Jatobá II para os anos de 1985 e 2015.....	91
Figura 35 - A) Degradação baixa na área da bacia hidráulica do açude Jatobá II e B) Área com baixa degradação.....	91
Figura 36 - A) Área com degradação moderada e B) Áreas com vegetação rala com solo exposto no entorno do açude Jatobá II em Princesa Isabel-PB.....	92
Figura 37 - A) Culturas consorciadas e B) Culturas permanentes no entorno do açude Jatobá II no município de Princesa Isabel-PB.....	92

Figura 38 - A) Desmatamento em área declivosa no entorno da área da bacia hidráulica do açude Jatobá II no município de Princesa Isabel-PB e B) Áreas íngremes com degradação, desmatadas para pastagens.....	93
Figura 39 - A) Área desmatada com solo exposto e B) Erosão laminar em área declivosa ocasionada pela ausência de vegetação e pela ação das chuvas.....	93
Figura 40 - A) Açude Jatobá II em dezembro de 2015 e B) Açude Jatobá II em maio de 2016.....	94
Figura 41 - A) Análise comparativa da redução do espelho d'água do açude Jatobá II para o ano de 1985 (Landsat -5 banda 4) e B) 2015 (Landsat-8 banda 5).....	94
Figura 42 - A) Marcas de queimadas realizadas dentro do açude Jatobá II e B) Queimadas com finalidade de limpeza da área.....	95
Figura 43 - Mapa digital das classes de vegetação da bacia hidráulica do açude Jatobá II em Princesa Isabel-PB para o ano de 1985.....	96
Figura 44 - Mapa digital das classes de vegetação da bacia hidráulica do açude Jatobá II em Princesa Isabel-PB para o ano de 2015.....	96
Figura 45 - Evolução das classes de cobertura vegetal na bacia hidráulica do açude Jatobá II no município de Princesa Isabel-PB para os anos de 1985 e 2015.....	97
Figura 46 - A) Área da bacia hidráulica com vegetação densa e capim e B) Vegetação densa com área desmatada no município de Princesa Isabel-PB.....	98
Figura 47 - A) Vegetação semi-densa com solo exposto após preparo para a agricultura e B) Vegetação semi-densa e rala com solo exposto.....	98
Figura 48 - A) Vegetação rala com solo exposto no entorno do açude Jatobá II e B) Área plantada com capim para ração animal.....	99
Figura 49 - A) Vegetação rala com solo exposto, ao fundo vegetação densa e B) Vegetação rala com solo exposto apresentando-se com juremas e vegetação de pequeno porte no entorno da bacia.....	99
Figura 50 - A) Solo exposto com vegetação rala de pequeno porte e B) Área com solo exposto bastante degradada.....	100
Figura 51 - Vulnerabilidade socioeconômica encontrada no entorno da bacia hidráulica do açude Jatobá II em Princesa Isabel-PB.....	101
Figura 52 - Quantidade de pessoas por família residentes no entorno do açude Jatobá II em Princesa Isabel-PB.....	102

Figura 53 - Renda familiar dos entrevistados que residem no entorno do açude Jatobá II em Princesa Isabel-PB.....	102
Figura 54 - A) Criação de porcos e B) Criação de perus no entorno da bacia hidráulica do açude Jatobá II no município de Princesa Isabel-PB.....	103
Figura 55 - Níveis de escolaridade da população do entorno da bacia hidráulica do açude Jatobá II no município de Princesa Isabel-PB.....	104
Figura 56 - Local da residência do produtor, conforme os entrevistados do entorno da bacia hidráulica do açude Jatobá II.....	105
Figura 57 - Tipo e condições das habitações dos moradores do entorno da bacia hidráulica do açude Jatobá II.....	105
Figura 58 - Cobertura das habitações dos moradores do entorno da bacia hidráulica do açude Jatobá II.....	106
Figura 59 - Tipo de piso das residências dos moradores do entorno da bacia hidráulica do açude Jatobá II.....	106
Figura 60 - A) Casa em bom estado de uso e B) Casas habitadas há mais de 20 anos no entorno da bacia hidráulica do açude Jatobá II.....	107
Figura 61 - Tempo de moradia no entorno da bacia hidráulica do açude Jatobá II.....	107
Figura 62 - A) Casa abandonada em bom estado e B) Zona urbana vista da parede do açude Jatobá II.....	108
Figura 63 - Tipo de energético usado pelos moradores para cocção dos alimentos no entorno da bacia hidráulica do açude Jatobá II.....	109
Figura 64 - Tipo de água consumida pelos habitantes do entorno da bacia hidráulica do açude Jatobá II.....	110
Figura 65 - Produtos utilizados no tratamento de água consumida pelos moradores do entorno da bacia hidráulica do açude Jatobá II.....	110
Figura 66 - Pastilha de cloro usada pelos moradores do entorno da bacia hidráulica do açude Jatobá II no tratamento da água.....	111
Figura 67 - A) Fossa nas imediações do açude Jatobá II e B) Fossa utilizada pelos moradores do entorno da área da bacia hidráulica do açude Jatobá II.....	112
Figura 68 - Destinação do esgoto gerado pelos habitantes do entorno da bacia hidráulica....	113
Figura 69 - Destinação dos resíduos gerados pelos moradores do entorno da bacia: A) Resíduos sólidos lançados à céu aberto e B) Resíduos sólidos queimados	113
Figura 70 - Destinação do lixo no entorno da bacia hidráulica do açude Jatobá II.....	114

Figura 71 - Vulnerabilidade tecnológica encontrada na área da bacia hidráulica do açude Jatobá II em Princesa Isabel-PB.....	114
Figura 72 - Áreas íngremes em processo de degradação no entorno da bacia hidráulica do açude Jatobá II: A) área com solo exposto e B) Área desmatada para a prática da agropecuária.....	115
Figura 73 - A) Solo erodido e B) Solo degradado propício para a erosão na área da bacia...115	115
Figura 74 - Assistência técnica no entorno da bacia hidráulica do açude Jatobá II.....	116
Figura 75 - Uso da irrigação na área da bacia hidráulica do açude Jatobá II em Princesa Isabel-PB.....	117
Figura 76 - A) Bomba e B) Canos utilizados para condução da água para irrigação no entorno da bacia.....	117
Figura 77 - Tipo de irrigação usada pelos agricultores no entorno da bacia hidráulica do açude Jatobá II.....	118
Figura 78 - Uso de agrotóxico pelos agricultores do entorno da bacia hidráulica do açude Jatobá II.....	119
Figura 79 - A) Aplicação de agrotóxicos nas imediações da bacia hidráulica do açude Jatobá II e B) Glifosato, herbicida "mata mata".....	120
Figura 80 - Vulnerabilidade ambiental na área da bacia hidráulica do açude Jatobá II.....	121
Figura 81 - A) Situação do açude Jatobá II em dezembro de 2015 e B) Água armazenada no período chuvoso até maio de 2016.....	122
Figura 82 - A) Reboque com caixa d'água de 1.100 L e B) Carroças com burros para transportar de água.....	122
Figura 83 - A) Formas de coletar a água e B) Transporte de água com galões no entorno do açude Jatobá II em Princesa Isabel-PB.....	123
Figura 84 - Origem da água armazenada e consumida pelos habitantes da bacia hidráulica do açude Jatobá II.....	123
Figura 85 - A) Cisterna de placas e B) Cisterna de plástico utilizadas para armazenamento de água no entorno da bacia hidráulica.....	124
Figura 86 - A) Caixa para armazenamento de água e B) Reservatório e/ou tanque de cimento para dessedentação animal.....	124
Figura 87 - A) Poço artesiano e B) Poço amazona na área da bacia hidráulica do açude Jatobá II em Princesa Isabel-PB.....	125

Figura 88 - Comercialização dos produtos pelos moradores do entorno da bacia hidráulica do açude Jatobá II em Princesa Isabel-PB.....	126
Figura 89 - Percepção dos moradores da bacia hidráulica sobre o meio ambiente.....	126
Figura 90 - Existência de problemas ambientais no município de Princesa Isabel-PB.....	127
Figura 91 - Localização dos galpões instalados para criação de galinhas (granjas) no município de Princesa Isabel-PB.....	127
Figura 92 - A) Resíduos provindos de granjas e B) Caminhão sendo abastecido com resíduos.....	128
Figura 93 - A) Proximidade dos resíduos com as residências e B) Riacho que deságua no açude Jatobá II.....	128
Figura 94 - Local onde são depositados os resíduos dos aviários no município de Princesa Isabel-PB.....	129
Figura 95 - Responsáveis pelos problemas ambientais no entorno da bacia hidráulica do açude Jatobá II no município de Princesa Isabel-PB.....	130
Figura 96 - Acesso a informação sobre meio ambiente na área da bacia hidráulica.....	130
Figura 97 - Desmatamento na área municipal, segundo os moradores da área da bacia hidráulica.....	131
Figura 98 - Conhecimento sobre a existência de animais silvestres no município Princesa Isabel-PB.....	131
Figura 99 - Resolução dos problemas ambientais na área da bacia hidráulica do açude Jatobá II.....	132
Figura 100 - Denúncia de ocorrência de problemas ambientais no entorno da bacia hidráulica.....	132
Figura 101 - Participação em ações sobre meio ambiente pelos moradores do entorno da bacia hidráulica.....	133
Figura 102 - Principais mudanças ocorridas no entorno do açude Jatobá II, segundo os moradores da bacia hidráulica.....	133
Figura 103 - Cercas delimitando a área e plantação de milho e feijão dentro do açude Jatobá II.....	134
Figura 104 - A) Bancos de terra nas proximidades da parede do açude e B) Assoreamento na parte central do reservatório.....	134
Figura 105 - A) Animais soltos nas imediações do açude e B) Bovinos criados nas proximidades do reservatório.....	135

Figura 106 - Retirada da mata no entorno do açude Jatobá II em Princesa Isabel-PB.....	135
Figura 107 - Conhecimento sobre educação ambiental, segundo os habitantes do entorno da bacia hidráulica do açude Jatobá II.....	136

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Vulnerabilidades Globais.....	46
Tabela 2 - Características da população do município de Princesa Isabel-PB.....	55
Tabela 3 - Índice de desenvolvimento Humano do município de Princesa Isabel-PB.....	55
Tabela 4 - Principais jazimentos minerais do município de Princesa Isabel-PB.....	60
Tabela 5 - Dados dos sensores orbitais (imagens Landsat-5 e Landsat-8).....	65
Tabela 6 - Indicadores fotointerpretativos utilizados na análise das classes de uso do solo e degradação das terras.....	71
Tabela 7 - Classes de Vulnerabilidades utilizadas no diagnóstico socioeconômico e ambiental da população do entorno da bacia hidráulica do açude Jatobá II em Princesa Isabel-PB.....	72
Tabela 8 - Quantificação dos níveis de degradação das terras no município de Princesa Isabel-PB no período de 1985 a 2015.....	78
Tabela 9 - Uso das terras por hectares no município de Princesa Isabel-PB.....	81
Tabela 10 - Uso das terras do município de Princesa Isabel-PB, para pastagens naturais, pastagens degradadas, pastagens plantadas em boas condições, lavouras com áreas plantadas com forragens para corte e tanques, lagos, açudes/ou área de águas públicas para exploração da aquicultura.....	83
Tabela 11 - Quantificação da cobertura vegetal do município de Princesa Isabel-PB, para os anos de 1985 e 2015.....	85
Tabela 12 - Quantificação dos níveis de degradação das terras na bacia hidráulica do açude Jatobá II no período de 1985 a 2015.....	90
Tabela 13 - Quantificação da cobertura vegetal na bacia hidráulica do açude Jatobá II no município de Princesa Isabel-PB, para os anos de 1985 e 2015.....	97
Tabela 14 - Indicadores de Habitação no município de Princesa Isabel-PB.....	108

LISTA DE SIGLAS

- ACS**- Agente Comunitário de Saúde
- AESA**- Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba
- AIA**- Avaliação de Impacto Ambiental
- ANA**- Agência Nacional de Águas
- CONAMA**- Conselho Nacional do Meio Ambiente
- CMA**- Composição Multiespectral Ajustada
- CMMAD**- Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento
- CNUMAD**- Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento
- CPRM**- Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
- DBO**- Demanda Bioquímica de Oxigênio
- DDT**- *Dicloro-difenil-tricloroetano*
- EIA**- Estudo de Impacto Ambiental
- EMBRAPA**- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
- ETE**- Estação de Tratamento de Esgoto
- EPA**- Agência de Proteção Ambiental
- GPS**- *Global Positioning System*
- IBAMA**- Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
- IBGE**- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
- IDHM**- Índice de Desenvolvimento Humano Municipal
- INPE**- Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
- IVDN**- Índice de Vegetação por Diferença Normalizada
- LANDSAT**- Land Remote Sensing Satellite
- MMA**- Ministério do Meio Ambiente
- ONU**- Organização das Nações Unidas
- PNMA**- Política Nacional do Meio Ambiente
- PNMH**- Programa Nacional de Microbacias Hidrográficas
- PNUD**- Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
- RIMA**- Relatório de Impacto Ambiental
- SGA**- Sistema de Gestão Ambiental
- SIG**- Sistema de Informação Geográfica
- SPRING**- Sistema para Processamento de Informações Georreferenciadas
- UNESCO**- Organização das Nações Unidas para Educação, Ciência e Cultura

1. INTRODUÇÃO

A preocupação com as questões ambientais, surgiu com a crescente escassez dos recursos naturais produzida pela alta demanda de consumo da sociedade. Com o passar do tempo o homem passou a consumir mais recursos do que a natureza poderia repor. Essa retirada promoveu uma série de danos ambientais, que trouxe "progresso econômico", mas também gerou degradação, impactos e diminuição considerável dos recursos naturais.

No Brasil a exploração dos recursos naturais foi intensificada ao longo do tempo em todas as regiões. Neste cenário destaca-se a região semiárida do Nordeste brasileiro que ocupa uma área de 895.254,40 km², envolvendo 1.042 municípios, com uma população de 19.326.007 habitantes, sendo uma das maiores e mais densamente habitadas regiões do mundo. Devido ao processo de ocupação do território Brasileiro, notadamente, o interior nordestino desde o século XVI, vem sofrendo efeitos do uso predatório dos seus recursos naturais (PEREIRA JÚNIOR, 2007).

O regime pluviométrico no semiárido é marcado pela irregularidade de chuvas, no tempo e no espaço. Nesse cenário, a escassez de água constitui um forte entrave ao desenvolvimento socioeconômico e, até mesmo, à subsistência da população. A ocorrência cíclica das secas e seus efeitos catastróficos são por demais conhecidos e remontam aos primórdios da história do Brasil (MOREIRA FILHO, 2002).

O Semiárido do Nordeste brasileiro é caracterizado por apresentar índices de pobreza e dificuldade de acesso à água, mas possui potencialidades tanto para áreas turísticas, como para a produção de alimentos. Os problemas evidenciados nesta região não estão ligados somente às questões climáticas e ambientais, mas principalmente, aos problemas sociopolíticos (SANTOS et al., 2013).

Nessa região a questão hídrica não inspira confiança, a degradação ambiental crescente é uma preocupação. A ocupação das áreas agrícolas são realizadas de forma desordenada, sem planejamento, além disso, são utilizadas técnicas agrícolas insustentáveis. Outro problema é a desinformação atrelada a falta de capacitação dos produtores que resulta em degradação e perda da qualidade ambiental. Apresenta "alguns problemas referentes a uma estrutura fundiária rígida, na qual se desenvolvem atividades agropecuárias, com baixo nível tecnológico que, inevitavelmente, levam às práticas agrícolas predatórias" (FERNANDES NETO, 2013).

O uso inadequado da terra acelera os processos "como erosão, lixiviação e modificação da cobertura vegetal, independentemente da ação humana, também ocorrem de

forma natural, porém quando o ser humano interfere no ambiente, superando a sua capacidade de suporte, esses processos são acentuados" (BATISTA et al., 2009), promovendo impactos ao meio ambiente e a saúde do homem.

A intensificação da retirada da vegetação natural para implementação de áreas agrícolas, para o pastoreio e para a extração da madeira vem, ao longo dos anos trazendo problemas ambientais como degradação ambiental, desertificação e desaparecimento de espécies, comprometendo todo o equilíbrio de uma região (ROCHA, 1997; BATISTA et al., 2009).

Inserido neste contexto, o município de Princesa Isabel no Estado da Paraíba, encontra-se em estado de degradação ambiental. As atividades na área estão relacionadas ao uso e ocupação do solo e ao desenvolvimento da agropecuária que é realizada de forma tradicional envolvendo atividades extrativistas, uso de agrotóxicos, deposição inadequada de resíduos e efluentes tanto domésticos como agroindustriais, além disso, têm-se a expansão do tecido urbano em direção ao açude.

Constatou-se que o açude Jatobá II está em colapso desde de maio de 2015, sendo a única fonte de abastecimento da população urbana e de muitas comunidades rurais no município. Atualmente está bastante assoreado, devido as atividades comumente realizadas no entorno de sua bacia hidráulica, os afluentes encontram-se desprovidos de mata ciliar, contribuindo para o assoreamento das margens e para o avanço das áreas degradadas.

Essas atividades produzem danos que muitas vezes podem ser irreversíveis, devido ao desconhecimento das vulnerabilidades e/ou fragilidades, excedendo os limites de tolerância do meio ambiente, gerando diversos problemas, associados a desinformação, podendo desestruturar e desestabilizar os sistemas ecológicos, causando a extinção e dificultando a recuperação do ambiente degradado.

Neste sentido, a degradação do meio ambiente está intimamente ligada à dinâmica das vulnerabilidades verificadas na região, onde predomina a pobreza, a deficiência nas políticas públicas, as condições climáticas desfavoráveis e solos de reduzida aptidão agrícola, principalmente quando os recursos naturais são explorados por métodos insustentáveis do ponto de vista da sua preservação (SILVA NETO et al., 2007).

Atualmente se constitui área muito importante nos estudos referentes ao meio ambiente, aquela que trata dos efeitos das intervenções humanas através do diagnóstico de situações de riscos, mas também a que procura apresentar soluções que venham minimizar ou mesmo eliminar a degradação já causada ao meio ambiente (FERREIRA, 2014).

Ressalta-se que os estudos referentes ao meio ambiente destacando-se a bacia hidrográfica, são necessários para entender os efeitos negativos das atividades humanas sobre a natureza. O uso de técnicas de geoprocessamento aliadas ao conhecimento topográfico da área são úteis para a identificação de áreas em processo de degradação e desertificação, sendo fundamental para verificar e compreender a situação da área.

2. OBJETIVOS

2.1 GERAL

Analisar a degradação ambiental e o uso das terras do município de Princesa Isabel-PB, com vistas a contribuir para o entendimento de questões sociais, econômicas e ambientais.

2.2 ESPECÍFICOS

- Mapear as classes de uso das terras e da vegetação;
- Mapear os níveis de degradação das terras;
- Gerar dados sobre as vulnerabilidades socioeconômica, tecnológica e ambiental;
- Avaliar a percepção ambiental da população.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 GESTÃO AMBIENTAL

Diante da negativa do homem sobre as questões ambientais e dos impactos ambientais existentes, em 1962, Rachel Carson publicou o livro Primavera Silenciosa (*Silent Spring*) essa publicação mudou o curso da história mundial no que diz respeito ao meio ambiente, pois naquela época o homem pensava que os recursos naturais eram infinitos. Nessa época já existiam pesquisas que afirmavam o contrário, porém, o homem pensava que a natureza sempre se recuperaria e/ou se renovaria, estando sempre ao seu dispor (DEPARTAMENTO DE ESTADO DOS ESTADOS UNIDOS, 2012).

Segundo Passos (2009) "o livro Primavera Silenciosa (*Silent Spring*) mostrava como o pesticida DDT¹ penetrava na cadeia alimentar e se acumulava nos tecidos gordurosos dos animais e até mesmo do homem, o que poderia causar câncer e dano genético". O livro além de provocativo, expôs os riscos do DDT (dicloro-difenil-tricloroetano) e questionava a confiança excessiva da sociedade no então progresso tecnológico.

Quando foi publicado, o livro provocou alarme e indignação, seja por parte dos leitores quanto das indústrias de pesticidas, fazendo com que a sanidade da autora fosse questionada. Contudo, após investigações sobre o caso, foram emitidos relatórios favoráveis à autora e ao livro, o que levou o governo americano a supervisionar o uso do DDT até a data em que este foi finalmente banido (PASSOS, 2009).

Essa publicação fez surgir um clamor que forçou a proibição do DDT em vários países nos anos seguintes, estimulando mudanças que na época foram revolucionárias principalmente nas leis referentes à terra, ao ar e a água. "Antes da publicação de Rachel Carson o DDT era considerado um grande benfeitor da humanidade pelo combate às pragas agrícolas e aos vetores da malária e de outras doenças" (BARBIERI, 2004).

O alerta que essa publicação continha espalhou-se pelo mundo, sendo determinante para sensibilizar milhões de pessoas, como afirma Passos (2009), "tal livro permitiu uma maior conscientização da humanidade de que a natureza é vulnerável a toda forma de intervenção humana. Pela primeira vez, permitiu-se a necessidade de regulamentação da produção industrial de modo a proteger o meio ambiente". Além disso, essa publicação

¹ Dicloro-difenil-tricloroetano (DDT) é o mais conhecido entre os inseticidas do grupo dos organoclorados. Estes pesticidas incluem os derivados clorados do difenil etano (onde se inclui o DDT, seus metabólitos DDE e DDD e o metoxicloro) (D'AMATO, TORRES, MALM, 2002), que são agentes de degradação ambiental.

inspirou os movimentos ambientalistas no mundo, que passaram a ganhar força na atuação das questões ambientais.

Na tentativa de encontrar soluções para a problemática ambiental na época foram criadas propostas, que implicavam em despesas e contratempos. Assim, muitos acreditavam que tais propostas acarretariam na redução do crescimento econômico que influenciava diretamente no nível de vida de muitos americanos. Entretanto, em 1970 os Estados Unidos criou a Agência de Proteção do Ambiente (EPA) como uma agência federal, sendo criadas as leis sobre o Ar Puro promulgada em 1967 e a Lei de Melhoria da Qualidade da Água em 1970. Nas três décadas seguintes a EPA, reforçada pela legislação que ficava cada vez mais sólida, tornou-se uma das agências mais ativas no governo, a qual publicava regras sobre a qualidade do ar e da água (DEPARTAMENTO DE ESTADO DOS ESTADOS UNIDOS, 2012).

Em 1968, o italiano Aurelio Peccei que era o presidente honorário da Fiat e o cientista escocês Alexander King, reuniram-se para discutir assuntos relacionados ao homem e sua interferência no meio ambiente. Desse encontro surgiu a ideia de reunir cientistas, industriais e políticos para discutir assuntos de ordem econômica, política, social, desenvolvimento, e meio ambiente, surgiu o Clube de Roma (*The Club of Rome*) (LIMA, 2012).

Essa foi a primeira iniciativa para discutir assuntos relacionados a sustentabilidade, meio ambiente e os limites do crescimento econômico na época. O resultado dessa reunião foi o relatório intitulado “*Os Limites do Crescimento Econômico*” publicado em 1972, o qual “pregava o crescimento zero como forma de evitar a catástrofe ambiental” (ROMEIRO, 2010).

A partir dos estudos produzidos no relatório, quatro pontos foram levantados como questões que deveriam ser solucionadas para que se alcançasse a sustentabilidade: o controle do crescimento populacional; o controle do crescimento industrial; a insuficiência da produção de alimentos; e o esgotamento de recursos naturais (PASSOS, 2009). A partir disso, os termos meio ambiente e desenvolvimento unificam-se em um único conceito passando a ser chamado de eco-desenvolvimento, o qual anos depois daria origem a um conceito muito difundido atualmente o desenvolvimento sustentável.

A Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano, conhecida como Conferência de Estocolmo, foi realizada em 1972, na Suécia, sendo a primeira Conferência Global, voltada para o meio ambiente, e como tal é considerada um marco histórico político internacional, decisivo para o surgimento de políticas de gerenciamento ambiental,

direcionando a atenção das nações para as questões ambientais (PASSOS, 2009). Nessa conferência foi muito discutido os resultados do relatório do Clube de Roma “*Os Limites do Crescimento Econômico*”, publicado nesse mesmo ano.

Essa Conferência teve grande repercussão, sendo uma das mais importantes já realizadas para discutir as questões ambientais. Sob a influência da Conferência de Estocolmo vários países começaram a criar políticas públicas para tratar as questões ambientais de forma integrada e preventiva (BARBIERI, 2006). Antes disso, as ações governamentais eram em sua grande maioria de caráter corretivo, produzindo iniciativas fragmentadas e não eficazes (CIRINO, 2011).

Sanches (2011) afirma que “a partir desta Conferência, as questões ambientais começaram a ser consideradas por outros agentes e com diferentes abrangências”. Diferentes agentes públicos e muitas pessoas passaram a observar as questões ambientais de forma diferenciada.

A conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano gerou a Declaração sobre o Ambiente Humano ou como ficou conhecida a Declaração de Estocolmo, que expressou uma convicção de que “tanto as gerações presentes como as futuras, tenham reconhecidas como direito fundamental, a vida num ambiente sadio e não degradado” (TAMANES, 1977). Como resultado da Conferência de Estocolmo a ONU criou o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA).

Em resposta às recomendações da Conferência de Estocolmo a UNESCO em 1975 realizou em Belgrado na Iugoslávia um Encontro Internacional sobre Educação Ambiental, cujo resultado foi à criação do Programa Internacional de Educação Ambiental (PIEA) que formulou alguns princípios orientadores tais como: A Educação Ambiental deve ser continuada, multidisciplinar, integrada às diferenças regionais e voltadas para os interesses nacionais. A Carta de Belgrado constituiu um dos documentos mais importantes nessa época em termos ambientais (MMA, 2001).

A UNESCO com colaboração do PNUMA, em 1977 realizou a Conferência Intergovernamental de Educação Ambiental em Tbilisi. Esse foi o ponto culminante da primeira fase do Programa Internacional de Educação Ambiental, o qual teve início em 1975. Neste evento definiu-se os objetivos da Educação Ambiental, bem como, as estratégias do plano nacional e internacional. Durante esse período no Brasil o Conselho Federal de Educação tornava obrigatória a disciplina de Ciências Ambientais nos cursos universitários de Engenharia (MMA, 2001).

Em 1983, a Assembleia Geral das Nações Unidas (ONU), criou a Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMAD), sendo esta presidida pela primeira ministra da Noruega *Gro Harlem Brundtland* e *Mansour Khalid*. A comissão foi criada em 1983, após dez anos da Conferência de Estocolmo, cujo objetivo era realizar audiências pelo mundo resultando em um documento formal (NOVAES, 2011).

Em 1987, foi publicado pela Comissão o documento *Nosso Futuro Comum (Our Common Future)* ou como ficou mais conhecido o “*Relatório de Brundtland*” que recebeu esse nome devido a primeira ministra da Noruega *Gro Harlem Brundtland* que presidiu os trabalhos. Esse relatório “já alertava sobre uma futura escassez dos recursos naturais básicos para a existência do homem, como a água, alimentos, energia e aumento de doenças em razão da poluição do meio ambiente” (SILVA, 2012).

No Relatório de Brundtland foi expresso pela primeira vez o termo desenvolvimento sustentável, pois antes esse termo era usado separadamente. O relatório também trouxe o conceito de desenvolvimento sustentável, que estabelece a preocupação com a preservação dos recursos naturais para as gerações futuras. Assim, o conceito de desenvolvimento sustentável foi definido pelo Relatório como sendo “(...) *aquele que atende às necessidades do presente, sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras de atenderem suas próprias necessidades*” (SILVA, 2012).

Este conceito foi introduzido na Constituição Federal de 1988: “Artigo 225 - Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações” (BRASIL, 1988).

O Relatório de Brundtland foi um dos mais importantes documentos já criados, pois além de introduzir o conceito de desenvolvimento sustentável, que mais tarde se tornaria um princípio, o relatório já alertava para riscos ambientais que se concretizaram por falta de medidas preventivas (SILVA, 2012).

No Brasil em 1992 foi realizada a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (CNUMAD), que ficou conhecida como Cúpula da Terra, ECO 92 e Rio 92, reunindo Chefes de Estado e representantes oficiais de 179 países, além disso, organizações não governamentais. A partir dela foram enunciados princípios como “pensar globalmente e agir localmente”, princípios muito utilizados hoje pelos ambientalistas para propagarem e disseminarem a preservação do meio ambiente acima de tudo sensibilizar a

sociedade sobre os impactos provocados a natureza, sendo estes advindos das diversas atividades realizadas pelo homem (PEREIRA, 2008).

A Agenda 21 foi o documento mais abrangente resultante dessa conferência selando o compromisso entre as nações participantes. O termo Agenda 21 foi usado no sentido de expressar as intenções de se caminhar para a realização desse novo modelo ao longo do século XXI. A Agenda 21 é um instrumento de planejamento para a construção de sociedades sustentáveis, em diferentes regiões do planeta, conciliando métodos de proteção ambiental, justiça social e eficiência econômica (MMA, 2005).

Dez anos após a Conferência do Rio de Janeiro, a ONU promoveu em Johannesburgo (África do Sul) um novo encontro internacional intitulado Cúpula Mundial sobre Desenvolvimento Sustentável, a fim de analisar os progressos alcançados na implementação dos acordos firmados na Rio-92, fortalecer os compromissos assumidos nessa ocasião, identificar novas prioridades de ação além de proporcionar trocas de experiências e o fortalecimento de laços entre pessoas e instituições de diversas nações (PHILIPPI JR, 2004).

Em 2012, foi realizada no Rio de Janeiro a Rio + 20, Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável. Essa Conferência também tratou das questões ambientais abordados nas Conferências anteriores. A diferença é que o foco principal foi o Desenvolvimento Sustentável (SILVA JR et al., 2012).

Essa Conferência ficou conhecida como a Rio + 20, porque marcou os vinte anos de realização da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente (Rio-92), e contribuiu para definir a agenda do desenvolvimento sustentável para as próximas décadas. Teve como objetivo a renovação do compromisso político com o desenvolvimento sustentável, por meio da avaliação do progresso e das lacunas na implementação das decisões adotadas pelas principais cúpulas sobre o assunto e do tratamento de temas novos e emergentes (SILVA JR et al., 2012).

Ao longo das décadas catástrofes de grandes proporções espalhadas pelo mundo contribuíram para o surgimento e o aumento dos movimentos ambientalistas e para a sensibilização da população, como também, para a realização das diversas reuniões e conferências citadas acima para tratar sobre a problemática ambiental. Nos anos subsequentes até os dias atuais foram realizadas várias conferências para discutir a situação ambiental, bem como, o desenvolvimento econômico, o consumo desenfreado dos recursos naturais e o crescimento populacional e suas consequências para o planeta.

A Gestão Ambiental surge neste contexto, onde é “entendida como um processo participativo, integrado e contínuo, que visa promover a compatibilização das atividades humanas com a qualidade e a preservação do patrimônio ambiental” (SABBAGH, 2011).

Essa nova modalidade surge em um momento determinante para a questão ambiental, onde o ser humano consome cada vez mais os recursos naturais. Assim, “a gestão ambiental [...] objetiva conciliar desenvolvimento com qualidade ambiental” (FOGLIATTI, FIFIPPO e GOUDARD, 2004; BARBIERI, 2006).

A gestão ambiental desempenha papel fundamental na administração do meio ambiente, sendo uma forma de gerenciar e mitigar os impactos gerados pelas atividades realizadas pelo homem (BARBIERI, 2006).

Conforme Campos (2002) “a Gestão Ambiental consiste na administração do uso dos recursos ambientais, por meio de ações ou medidas econômicas, investimentos e potenciais institucionais e jurídicos, com a finalidade de manter ou recuperar a qualidade de recursos e desenvolvimento social”, sendo portanto, um instrumento que promove a proteção ambiental através de meios jurídicos e mitigação dos danos ambientais.

De acordo com Morales (2006), “a Gestão Ambiental surgiu da necessidade do ser humano organizar melhor suas diversas formas de se relacionar com o meio ambiente”. As primeiras ações da gestão ambiental foram no sentido de sanar os problemas decorrentes da escassez dos recursos naturais.

A expressão gestão ambiental aplica-se a uma grande variedade de iniciativas relativas a qualquer tipo de problema ambiental. [...] com o tempo, outras questões ambientais foram sendo consideradas por outros agentes e com alcances diferentes, sendo que atualmente não há área que não esteja contemplada (BARBIERI, 2004).

Para Barbieri (2007) a gestão ambiental deve incluir no mínimo três dimensões: “Dimensão Espacial: é a área na qual se espera que as ações de gestão ambiental tenham efeito; Dimensão Temática: referente aos temas ambientais aos quais as ações se destinam; Dimensão Institucional: relacionada aos agentes que realizam as iniciativas ambientais”.

Quando a gestão ambiental é remetida ao tema meio ambiente, passa a ter um amplo significado, envolvendo um vasto número de variáveis. Por meio da análise específica da dimensão institucional, que a gestão ambiental é um processo de articulação de ações dos diferentes agentes do setor público e/ou privado, podendo ser praticada nessas duas esferas. Dessa forma, as políticas de gestão ambiental podem ser classificadas como sendo de caráter público ou privado (SANCHES, 2011).

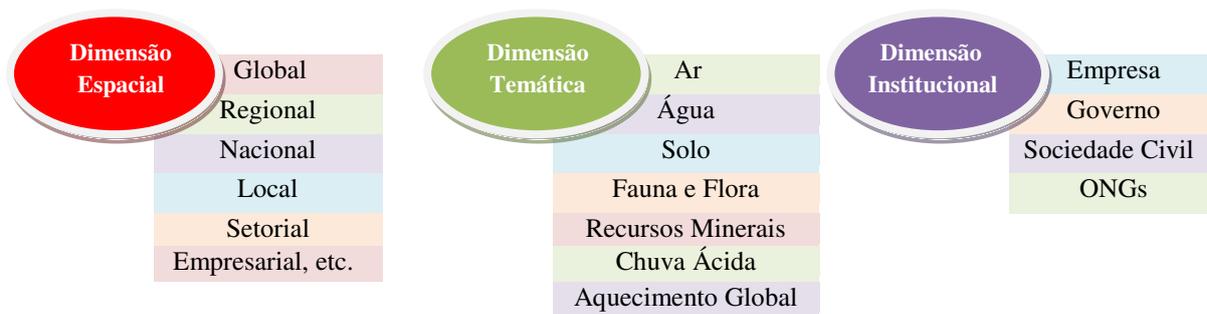


Figura 1 - Dimensões da Gestão Ambiental. Fonte: Adaptado de Barbieri (2007).

O campo de atuação na gestão ambiental é amplo, porém, a qualificação é necessária, seja no setor privado ou público. Embora, existam diferenças entre os princípios empregados pela gestão ambiental pública e privada (empresarial) (SANCHES, 2011).

A gestão ambiental pública pode ser conceituada, conforme apresentado no Seminário sobre Formação do Educador, promovido pelo Instituto do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais (IBAMA) como o processo de mediação de interesses e conflitos entre atores sociais que agem sobre os meios físico-natural e construído (IBAMA, 1995).

O documento de maior importância para a gestão ambiental pública é a Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA), instituída pela Lei 6.938 de 1981, cujo objetivo é a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, visando assegurar no País, condições ao desenvolvimento socioeconômico, aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade da vida humana (BRASIL, 1981).

A Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) é um instrumento da Política Nacional do Meio Ambiente, é um instrumento de grande valia na tomada de decisão que visa garantir a variável ambiental no processo de tomada de decisão. A AIA é importante para a viabilidade do empreendimento, antes mesmo da sua implantação indicando as futuras consequências que o empreendimento venha a provocar no meio ambiente. Esse instrumento é muito difundido no Brasil, devido às exigências legais atribuídas ao Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e ao Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) (SANCHES, 2011).

A gestão ambiental privada é caracterizada como um processo administrativo dinâmico e interativo, que estabelece, por meio de uma política ambiental, quais são as interações e princípios da empresa em relação ao seu desempenho ambiental (FLORIANO, 2007).

Para normalizar a gestão ambiental empresarial, "normas técnicas foram elaboradas, tendo como escopo garantir a melhoria contínua do desempenho ambiental da organização, de forma, a suprir as necessidades de um grande grupo de partes interessadas e as crescentes solicitações da sociedade pela proteção ambiental" (FLORIANO, 2007).

A normalização possui caráter privativo e voluntário, sendo seu conteúdo elaborado por alguma entidade credenciada, como a *International Organization for Standardization*, ou Organização Internacional de Normalização (MOURA, 2004). O conteúdo é organizado por especialistas e participantes do grupo responsável pela elaboração.

No Brasil o modelo de gestão ambiental empresarial mais difundido é o proposto pelas normas da Série ISO 14000 que padroniza os procedimentos para a implantação do Sistema de Gestão Ambiental (SGA).

3.2 DEGRADAÇÃO AMBIENTAL

De acordo com a Política Nacional do Meio Ambiente (Lei Federal nº 6.938/81), que institui a Política Nacional do Meio Ambiente no artigo 3, inciso II, define degradação da qualidade ambiental como: “a alteração adversa das características do meio ambiente.” Observa-se que trata de um “conceito amplo que abrange vários casos como prejuízo à saúde, ao bem-estar das pessoas, às atividades sociais e econômicas, à biosfera, etc” (LIMA *et al.*, 2010).

O decreto nº 97.632, de 10 de abril de 1989, dispõe sobre a regulamentação do art. 2º., inciso VIII, da Lei nº 6.938, que considera: “degradação os processos resultantes dos danos ao meio ambiente, pelos quais se perdem ou se reduzem algumas de suas propriedades, tais como a qualidade ou capacidade produtiva dos recursos ambientais” (BRASIL, 1989).

Sánchez (2008) afirma que a “degradação ambiental pode ser conceituada como qualquer alteração adversa dos processos, funções ou componentes ambientais, ou como uma alteração adversa da qualidade ambiental”. A degradação pode ser caracterizada como um problema de impacto negativo, que ocasiona mudanças no meio ambiente.

A degradação é um conceito atribuído às mudanças na vegetação, no solo, nos recursos hídricos, resultantes da ação tanto do homem quanto do clima (DIAS, 1998). O desafio atual é conciliar a preservação da natureza com as necessidades do homem, buscando a harmonia, evitando a degradação ambiental.

Lima *et al.*, (2009) afirmam que “as causas da degradação ambiental foram agrupadas em três aspectos: os sociais, os ambientais e os econômicos”. Neste contexto, a degradação ambiental tem várias origens que vão desde os fatores socioeconômicos até os ambientais (naturais).

As causas sociais da degradação estão atreladas à ação antrópica que esgota os recursos naturais, provocando desequilíbrio nos ecossistemas, modificando o meio ambiente. Este processo é resultante do uso desordenado dos recursos naturais, tal situação se agravou,

devido ao crescimento populacional que passou a consumir mais recursos ambientais. De acordo com Lima et al., (2009) “alguns autores chamam a atenção para o fator antropológico como a principal causa da degradação ambiental. Esse fator pode ser entendido como o crescimento desordenado da população, provocando sérios danos à natureza”.

Assim, quanto maior o número de habitantes, “maior a necessidade de desenvolvimento tecnológico e maior a poluição [...]. Aliado ao crescimento populacional, o atual modelo socioeconômico e político do país contribui de maneira fundamental para o uso irracional dos recursos naturais” (BIANCHI, 2005). O modelo atual de desenvolvimento não corresponde a um modelo sustentável, o qual utiliza os recursos ambientais de forma a não garantir a preservação destes para as futuras gerações.

A degradação ambiental também é provocada por fatores exclusivamente ambientais como afirma Lima et al., (2009) “os aspectos ambientais que levam à degradação estão relacionados ao clima, tipo de solo, relevo, posição geográfica, índice de aridez, entre outros”. Esses fatores são de origem natural e são intensificados pelas atividades humanas.

Além disso, alguns fatores naturais podem ocorrer ou não com a interferência humana. Cunha e Guerra (1998) afirmam que “processos ambientais, como lixiviação, erosão, movimentos de massa e cheias, podem ocorrer com ou sem a intervenção humana”. Estes processos são geralmente ocasionados pela ação da água da chuva e tipo de solo, etc., fatores que provocam a degradação de origem natural.

As causas econômicas da degradação estão relacionadas aos efeitos das atividades produtivas e aos efeitos de consumo direto de bens e serviços. Sobre isso, Lemos (2001) indica que “as causas econômicas da degradação estão relacionadas com a pobreza. Os pobres agredem o ambiente, porque não tem acesso a crédito, a tecnologias adequadas e à informação, o que leva ao uso inadequado dos recursos naturais”.

Para Leonard (1992), Moretto e Schons (2007), quando agrupados, os problemas de pobreza, das cicatrizes deixadas pela destruição de recursos florestais, do solo e da água em todo o mundo demonstram o desperdício extremo de produtividade econômica e a redução do potencial produtivo desses recursos no futuro.

Leonard (1992) ressalta que “a pobreza é um dos principais problemas da devastação ambiental, e a própria pode infligir sérios danos aos pobres já que suas vidas dependem do uso de recursos naturais e suas condições de vida oferecem pouca proteção contra a poluição do ar, água e solo”.

Essas concepções ainda são muito utilizadas em pesquisas recentes, porém, o surgimento e expansão de tecnologias adaptadas para as famílias pobres da zona rural estão mudando consideravelmente a realidade de degradação e impactos² dos recursos ambientais. Outrora, os pobres tinham menos acessos a tecnologias que propiciam uma convivência harmoniosa com o meio ambiente, no atual contexto, o acesso a tecnologias sociais que facilitam a vida, proporcionou uma melhoria na qualidade de vida, reduzindo o risco de impactos e degradação ambiental.

O "pobre" degrada a natureza para obter seu sustento, desmata para retirar a lenha e utiliza a área para plantio e criação de bovinos, caprinos e ovinos, além disso, ainda existem pessoas que não tem acesso à informação. Essa realidade está mudando lentamente, no entanto, o agricultor familiar necessita ter um acesso amplo as tecnologias, ao crédito, e principalmente a informação para que tal situação seja revertida e o homem possa conviver em harmonia com a natureza.

Essa relação sempre existirá, onde o homem tenta dominar a natureza a todo custo, sem medir as consequências dos seus atos sobre o meio ambiente e os seres vivos que dependem destes recursos, inclusive o próprio homem.

3.3 BACIAS HIDROGRÁFICAS

A bacia hidrográfica é uma área geográfica, que compreende todas as nascentes de um rio principal e de seus rios afluentes, juntamente com as áreas ao redor desses rios. Em outras palavras, é uma região sobre a terra, na qual o escoamento superficial em qualquer ponto converge para um único ponto fixo, chamado exutório (KOBAYAMA, MOTA e CORSEUIL, 2008). Uma bacia hidrográfica compreende, então, toda a área de captação natural da água da chuva que proporciona escoamento superficial para o canal principal e seus tributários.

Uma bacia hidrográfica é um sistema que integra as conformações de relevo e drenagem. A parcela da chuva que se precipita sobre a área da bacia e que irá transformar-se em escoamento superficial é chamada de precipitação efetiva e escoar a partir dos pontos mais elevados do terreno, formando enxurradas em direção aos vales (VILLELA e MATTOS, 1975).

² A Resolução nº 001/1986 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) no seu artigo I define impacto ambiental como: [...] qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam: I - a saúde, a segurança e o bem-estar da população; II - as atividades sociais e econômicas; III - a biota; IV - as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; V - a qualidade dos recursos ambientais.

A bacia hidrográfica é também denominada de bacia de captação quando atua como coletora das águas pluviais, ou bacia de drenagem quando atua como uma área que está sendo drenada pelos cursos d'água (SILVA, 1995). A bacia hidrográfica é importante para a captação das águas pluviais em uma região, convergindo para o curso principal (Figura 2).



Figura 2 - Bacia hidrográfica e seu sistema de drenagem.
Fonte: <http://www.geociencias.ufpb.br/leppan/disciplinas/lic/aula4.pdf>

A Política Nacional de Recursos Hídricos, foi instituída pela Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, estabelecendo princípios e normas para a gestão de recursos hídricos, adotando a bacia hidrográfica como uma unidade de gestão e planejamento. A área física, assim limitada, constitui-se em importante unidade de planejamento e de execução de atividades socioeconômicas, ambientais, culturais e educativas (BRASIL, 1997).

Essas áreas geralmente tem a interferência do homem, sendo o solo e os recursos hídricos usados indiscriminadamente, ocasionando em impactos e degradação ambiental. A ocupação da bacia pela população gera duas preocupações distintas: a) o impacto do meio sobre a população através das enchentes; e b) o impacto do homem sobre a bacia, através de modificações do uso do solo, regularização para controle da qualidade da água, impacto das obras hidráulicas sobre o meio ambiente aquático e terrestre (TUCCI, 2007).

A ação do homem no planejamento e desenvolvimento da ocupação do espaço na Terra requer cada vez mais, uma visão ampla sobre as necessidades da população, os recursos terrestres e aquáticos disponíveis e o conhecimento sobre o comportamento dos processos naturais na bacia, para racionalmente compatibilizar necessidades crescentes com recursos limitados (TUCCI, 2007).

As bacias hidrográficas também constituem ecossistemas adequados para avaliação de impactos causados pela atividade antrópica que podem acarretar riscos ao equilíbrio e à manutenção da quantidade e a qualidade da água, uma vez que estas variáveis são

relacionadas com o uso do solo (BARUQUI e FERNANDES, 1985; FERNANDES e SILVA, 1994).

A importância da bacia hidrográfica como unidade de gestão e planejamento advém da sua capacidade de distinguir diversos objetivos, tais como o desenvolvimento econômico, a equidade social, econômica e ambiental e a sustentabilidade ambiental. Ampliando sua visão apenas territorial passando a ser um espaço em que as relações físicas e humanas podem ser interpretadas (CARMO & SILVA, 2010).

Com a necessidade cada vez maior, de preservação, recuperação e utilização de forma adequada dos recursos hídricos, têm sido indicadas diversas formas de estudá-los procurando a interação dos recursos hídricos com os demais elementos do meio ambiente. Essa preocupação fez crescer o valor da bacia hidrográfica como unidade de gestão e planejamento ambiental, sendo estimulado com a regulamentação da Política Nacional de Recursos Hídricos, que prevê, entre outros, a criação de comitês com a participação de todos os setores da sociedade (órgãos públicos, unidades de pesquisa, sociedade civil, etc.) (CARMO e SILVA, 2010).

Rocha (1991) citado por Rocha e Kurtz (2001), afirmam que, tecnicamente é aconselhável começar a recuperar o meio ambiente adotando como unidade básica as bacias hidrográficas, as quais subdivididas em sub-bacias, microbacias, têm mostrado grande eficiência em trabalhos de campo, conforme recomendações dadas pelo Programa Nacional de Microbacias.

Essas subdivisões mostram que existem “bacias dentro de bacias”, onde se tem a bacia hidrográfica como uma grande unidade de gestão, a sub-bacia como uma unidade média e a microbacia como uma unidade pequena (Figura 3). Essa subdivisão facilita a gestão dos recursos hídricos.

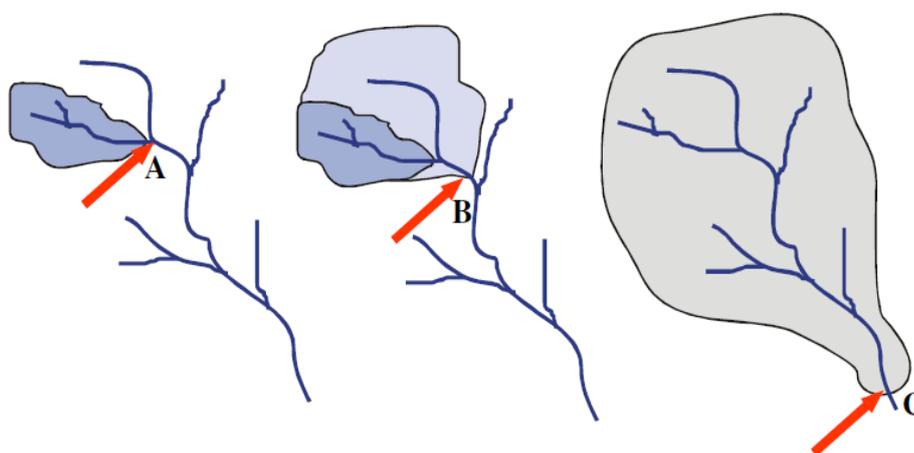


Figura 3 - Delimitação da área contribuinte, conforme o ponto (A) Microbacia, (B) Sub-bacia e (C) Bacia. Fonte: Paz (2004).

As bacias podem ser desmembradas em um número qualquer de sub-bacias, dependendo do ponto de saída considerado ao longo do seu eixo-tronco ou canal coletor. Cada bacia hidrográfica interliga-se com outra de ordem hierárquica superior, constituindo, em relação à última, uma sub-bacia. Portanto, os termos bacia e sub-bacia hidrográficas são relativos (SANTANA, 2003).

Rocha (1991) considera a dimensão de uma sub-bacia hidrográfica da mesma forma que bacia, à exceção do fato que o deságue ocorre em outro rio e possui uma área variando de 20.000 a 300.000 hectares. Já as microbacias hidrográficas tem a mesma definição de sub-bacia, porém, com área máxima até 20.000 hectares (área de máxima eficiência para o trabalho de uma equipe extensionista).

Kobiyama, Mota e Corseuil (2008) relatam que frequentemente o termo microbacia hidrográfica é empregado para designar uma bacia de pequena extensão (área). Entretanto, o tamanho é algo relativo, pois depende daquilo que se toma como referência.

Esses mesmos autores afirmam que para realizar o Programa Nacional de Microbacias Hidrográficas (PNMH), o Ministério da Agricultura em 1987, definiu a microbacia hidrográfica como uma área fisiográfica drenada por um curso de água ou por um sistema de cursos de água conectados e que convergem, direta ou indiretamente, para um leito ou para um espelho d' água, constituindo uma unidade ideal para o planejamento integrado do manejo dos recursos naturais no meio ambiente por ela definido. Nesta definição, não consta a diferença entre bacia e microbacia hidrográfica. Assim, bacias e microbacias apresentam características iguais, sendo que a única diferença entre elas é seu tamanho (KOBİYAMA; MOTA; CORSEUIL, 2008).

A subdivisão de uma bacia hidrográfica de maior ordem em seus componentes (sub-bacias) permite a pontualização de problemas difusos, tornando mais fácil a identificação de focos de degradação de recursos naturais, da natureza dos processos de degradação ambiental instalados e o grau de comprometimento da produção sustentada existente (FERNANDES e SILVA, 1994).

A microbacia hidrográfica oferece, portanto, a vantagem de um gerenciamento simultâneo, interdependente e cumulativo de seus aspectos econômicos, sociais e ambientais, através da possibilidade de realizar um planejamento e administração integrada dos recursos naturais, solo e água, ampliando assim, notavelmente, a sinergia e a potencialidade dos processos operados, além de oferecer condições geográficas e sociais favoráveis à organização comunitária (RYFF, 1995; SABANÉS, 2002; TEODORO *et al.*, 2007).

O principal desafio para a gestão de bacias hidrográficas é englobar todas as questões biofísicas e humanas que estão contidas na unidade ou são exteriores a ela e têm implicações significativas para a sua dinâmica, integrando as dimensões humanas, culturais, socioeconômicas, estéticas, e outras que não são espacialmente definidas. A análise e incorporação de questões envolvendo os recursos hídricos, geológicos, pedológicos, biológicos, sociais, culturais, econômicos, estéticos, e muitos outros são fatores essenciais que todos os planos, projetos e tipos de manejo e administração de bacia hidrográfica devem abordar (SHIAVETTI; CAMARGO, 2002).

A proposta para manejo integrado de recursos naturais em nível de bacias hidrográficas refere-se, em última instância, ao uso e ocupação da área, evidenciando as aptidões de cada segmento e sua distribuição espacial na respectiva bacia hidrográfica. Aborda-se uma proposta para desenvolvimento sustentável, utilizando os recursos naturais para fins múltiplos e uma ocupação adequada do meio ambiente, evidenciando os limites ambientais, a preservação, correção e mitigação dos prováveis impactos ambientais indesejáveis (ARAÚJO, *et al.*, 2009).

3.4 FATORES DE DEGRADAÇÃO E PRINCIPAIS FOCOS DE POLUIÇÃO EM BACIAS HIDROGRÁFICAS PARAIBANAS

A degradação e os focos de poluição das águas superficiais e subterrâneas de todas as bacias do Estado da Paraíba resultam de fatores naturais e de ações antrópicas. Os fatores naturais estão relacionados com a constituição geológica, com os elementos do clima, vegetação, solo e relevo e, naturalmente, com os recursos hídricos. Os efeitos do antropismo resultam das atividades sobre estes recursos naturais, sendo as mais significativas, a urbanização, a industrialização, a pecuária e a irrigação (AESAs, 2006).

Ferreira (2014) ressalta que a "aplicação de técnicas inadequadas de manejo dos solos agrícolas também é um dos fatores mais impactantes e um dos principais agentes de degradação das bacias hidrográficas".

De acordo com Medeiros (2008) os principais fatores que contribuem para a degradação (impactos) e focos de poluição observados na maioria das bacias do Estado da Paraíba e que afetam aos recursos hídricos, nos seus aspectos qualitativos e quantitativos, são:

- **Desmatamento:**

Verifica-se a ocorrência de desmatamento em todas as bacias do Estado, algumas áreas apresentam um certo grau de desertificação (Seridó, Jacu, Curimataú e Cariris), e na

perda de amplas áreas de atenuação das descargas poluidoras nas águas superficiais. A vegetação tem papel importante na retenção de poluentes e na diminuição do fluxo da água, além disso, é um fator fundamental para a retenção da água no solo. A vegetação protege o solo, assim, um solo desprovido de vegetação fica exposto, vulnerável as intempéries do clima. A vegetação evita o arraste das partículas do solo pela água, bem como, voçorocas, sucros e ravinas (AESAs, 2006).

As florestas ciliares, entre outros papéis ecológicos, atuam na contenção de enxurradas, na infiltração do escoamento superficial, na absorção do excesso de nutrientes, na retenção de sedimentos e agrotóxicos, colaboram na proteção da rede de drenagem e ajudam a reduzir o assoreamento da calha do rio, como também favorecem o aumento da capacidade de vazão durante a seca (ATTANASIO *et al.*, 2006).

Conforme a AESA (2006) outras consequências do desmatamento podem ser citadas:

a) os materiais escoados das bacias hidrográficas antropizadas chegam, de forma mais brutal aos corpos d'água das áreas desmatadas, arrastando maiores fragmentos de solo e causando assoreamento mais intenso;

b) o desmatamento causa a perda de florestas ripárias e, com isso, a perda de biodiversidade de aves e outros seres vivos que ali habitam, causando desequilíbrio do ecossistema local;

c) há um aumento da insolação com o desmatamento, deixando mais acentuada a evaporação e, conseqüentemente, acarretando maior concentração de sais na água, bem como, diminui o potencial de armazenamento dos reservatórios, fazendo com que se busquem alternativas que vão, cada vez mais, exaurindo as fontes naturais;

d) a água fica mais turva devido à ausência de atenuação do escoamento superficial, com maior concentração de materiais em suspensão, alterando-se a cor, o odor, o sabor e o conteúdo de íons, afetando, diretamente, a qualidade da água para consumo humano;

e) aumenta também a contaminação fecal, deixando as águas impróprias para o abastecimento humano;

▪ **Agricultura irrigada**

A agricultura constitui-se em um dos fatores que mais contribuem com a degradação da qualidade da água de rios e açudes. As práticas agrícolas são antiquadas, executadas com total desconhecimento técnico com as plantações, seguindo as linhas descendentes das águas e não as curvas de nível, o que permite uma maior penetração da água no solo e provoca um

menor arrasto de solo com o escoamento superficial, fator que favorece a salinização dos solos e a desertificação, além do assoreamento dos corpos d'água. Outro fator é o desmatamento de grandes áreas para a agricultura irrigada, que, no geral, são destinadas à monocultura (AESAs, 2006).

Nestas áreas, o escoamento das águas carregadas de agrotóxicos e nutrientes acelera a eutrofização dos corpos d'água e causam seu assoreamento, bem como, perda de oxigênio dissolvido (DBO) e a mortalidade de peixes. Além disso, pode ocorrer a contaminação dos aquíferos subterrâneos através da infiltração da água contaminada. Estes efeitos, em conjunto, alteram a qualidade e impedem seu uso para consumo humano e industrial, por representarem riscos à saúde (AESAs, 2006).

▪ **Mineração**

A indústria mineral caracteriza-se por apresentar elevadas complexidades, tanto operacionais, como no gerenciamento ambiental, em face da diversidade produtiva de insumos e produtos finais envolvendo as fases de lavra, beneficiamento e transformação mineral (MOREIRA, 2003).

No entanto, sabe-se que é impossível a mineração ser realizada sem impactar o meio ambiente. Dessa forma, a mineração é uma atividade insustentável, mesmo praticada com responsabilidade social e buscando os preceitos do desenvolvimento sustentável. Silva (2007) afirma que "como toda exploração de recurso natural, a atividade de mineração provoca impactos no meio ambiente seja no que diz respeito à exploração de áreas naturais ou mesmo na geração de resíduos".

Segundo a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM (2002) "os principais problemas oriundos da mineração podem ser englobados em cinco categorias: poluição da água, poluição do ar, poluição sonora, subsidência do terreno, incêndios causados pelo carvão e rejeitos radioativos". Além dos impactos ambientais a mineração também provoca conflitos, seja pela localização do empreendimento, pela poluição e contaminação dos recursos hídricos, pela geração de particulados ou pela geração de ruídos.

A atividade mineradora está presente em várias bacias do Estado da Paraíba, destacando-se as Microrregiões do Curimataú Ocidental, Cariri Oriental e do Seridó. Essa atividade é também realizada nas bacias predominantes no Alto Sertão e Sertão, porém, em menor proporcionalidade. O acúmulo de minérios nos solos e nas águas superficiais próximas, juntamente a perda da estrutura dos solos e o aumento da erosão e do assoreamento dos

corpos aquáticos, são as principais consequências desta atividade, considerada fator de degradação (AESAs, 2006).

- **Despejos de resíduos líquidos domésticos**

No estado da Paraíba o problema é a falta de gestão dos recursos hídricos e a poluição proveniente das diversas atividades realizadas pelo homem. Assim, "a água pode ter sua qualidade afetada pelas mais diversas atividades do homem, sejam elas domésticas, comerciais ou industriais. Cada uma dessas atividades gera poluentes característicos que têm uma determinada implicação na qualidade do corpo receptor" (PEREIRA, 2004).

Para Ferreira Filho et al., (1994), outro grande problema que tem afetado a qualidade da água dos mananciais nordestinos diz respeito à poluição decorrente do lançamento de resíduos das atividades desenvolvidas em suas bacias hidrográficas, principalmente provenientes de esgotos domésticos, esgotos industriais, matadouros, lixo, assim como fertilizantes químicos e agrotóxicos.

De forma genérica, a poluição das águas decorre da adição de substâncias ou de formas de energia que, diretamente ou indiretamente, alteram as características físicas e químicas do corpo d'água de uma maneira tal, que prejudica a utilização das suas águas para os usos benéficos. Torna-se importante ressaltar a existência dos seguintes tipos de poluição (TUCCI, 1998): atmosféricas, pontuais, difusas e mistas (PEREIRA, 2004).

A poluição pode ter origem química, física ou biológica, sendo que em geral a adição de um tipo destes poluentes altera também as outras características da água. Desta forma, o conhecimento das interações entre estas interações é de extrema importância para que se possa lidar da melhor forma possível com as fontes de poluição. Em geral, as consequências de um determinado poluente dependem das suas concentrações, do tipo de corpo d'água que o recebe e dos usos da água (PEREIRA, 2004).

A urbanização também contribui para a poluição dos corpos hídricos, sendo o lançamento de efluentes *in natura* um problema. Provenientes de áreas intensamente povoadas, estes despejos ocorrem em todas as bacias, prejudicando, de forma mais intensa, os açudes e rios que se localizam à jusante das sedes municipais, para onde estes resíduos escoam. Os esgotos domésticos são os principais focos de poluição orgânica nas águas nordestinas, devido à falta de estações de tratamento de esgotos (a Paraíba possui apenas 16 Estações de Tratamento de esgotos domésticos, que precisam ser modernizadas para produzir efluentes não poluidores) (AESAs, 2006).

- **Esgotos industriais**

A utilização de água pela indústria pode ocorrer de diversas formas, tais como: incorporação ao produto; lavagem de máquinas, tubulações e pisos; águas de sistemas de resfriamento e geradores de vapor; águas utilizadas diretamente nas etapas do processo industrial ou incorporação aos produtos; esgotos sanitários dos funcionários. Exceto pelos volumes de água incorporados aos produtos e pelas perdas por evaporação, as águas tornam-se contaminadas por resíduos do processo industrial ou pelas perdas de energia térmica, originando assim os efluentes líquidos (GIORDANO, 2009).

Os efluentes líquidos ao serem despejados com os seus poluentes característicos causam a alteração de qualidade nos corpos receptores e conseqüentemente a sua poluição (degradação). Historicamente o desenvolvimento urbano e industrial ocorreu ao longo dos rios devido à disponibilidade de água para abastecimento e a possibilidade de utilizar o rio como corpo receptor dos dejetos. O fato preocupante é o aumento tanto das populações quanto das atividades industriais e o número de vezes que um mesmo rio recebe dejetos urbanos e industriais, a seguir servindo como manancial para a próxima cidade ribeirinha (GIORDANO, 2009).

A Resolução CONAMA nº 357 de 17 de março de 2005, estabelece que "os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados, direta ou indiretamente, nos corpos de água, após o devido tratamento e desde que obedeçam as condições, padrões e exigências dispostas nesta Resolução e em outras normas aplicáveis".

Os esgotos industriais deveriam ser tratados nas próprias indústrias, pois nem sempre atingem níveis qualitativos de lançamento, assim, há a necessidade de uma fiscalização maior da atividade industrial, para que as ETEs das indústrias despejem nos cursos d'água efluentes de acordo com a legislação vigente (AESAs, 2006).

- **Resíduos sólidos**

O controle da geração e armazenamento dos resíduos sólidos é considerado atualmente como um dos maiores desafios enfrentados pela humanidade, pois os mesmos são causadores de graves problemas ambientais e humanitários, quando decorrentes do não tratamento, acumulação e destinação final inadequada, gerando poluição no solo, na água, no ar, atraindo animais vetores de doenças (FEITOSA, 2011).

De modo geral, constata-se que no Estado da Paraíba, como na maioria dos Estados brasileiros os sistemas municipais de manejo e limpeza urbana de resíduos, apresentam

inúmeras fragilidades referentes a organização e prestação dos serviços, que incluem: fragmentação das atividades referentes aos resíduos sólidos entre diversos setores, o que dificulta o controle da gestão; escassez de recursos humanos capacitados tecnicamente, que dificulta o planejamento; baixo potencial de captação de recursos financeiros não onerosos ou onerosos, por meio de programas governamentais ou linhas de crédito; falta de políticas e leis municipais, sérios problemas sociais, devido à presença de populações marginais que moram e sobrevivem em lixões (ARAÚJO et al., 2015).

Além disso, os resíduos não tem coleta nem destino adequado na maioria dos municípios paraibanos, no Estado, o acúmulo desses resíduos fica em terrenos baldios e seu despejo em riachos e córregos (AESAs, 2006).

A destinação final dos resíduos sólidos é um problema, principalmente nos pequenos municípios do Estado da Paraíba, pois variados tipos de resíduos são depositados em lixões a céu aberto, provocando transtornos, impactos visuais e ambientais.

3.5 VULNERABILIDADES

O termo vulnerabilidade refere-se à probabilidade de uma determinada comunidade ou área geográfica ser afetada por um fenômeno, potencialmente, danoso ao meio ambiente natural ou antrópico. A vulnerabilidade expressa à susceptibilidade do ser humano de sofrer um dano e ter dificuldade de recuperar-se deste dano (MASKREY; ROMERO, 1993).

Originalmente, o termo vulnerabilidade foi desenvolvido pela engenharia de estrutura para mostrar como as características construtivas poderiam fazer as edificações mais propensas sofrerem danos – em especial furacões e terremotos. Nas últimas duas décadas esse conceito tomou caráter multidisciplinar, ao contemplar não apenas aspectos estruturais, como humanos e sociais (CEPREDENAC-PNUD, 2003; SAITO, 2011).

Tais desastres podem estar relacionados tanto a riscos físicos naturais (terremotos, ciclones, vulcões e inundações), biológicos (pandemias) e os desastres tecnológicos (explosões, incêndios e contaminações em plantas) (DUARTE, 2008). Dessa forma, o tema da vulnerabilidade foi desenvolvido para designar aquelas populações e regiões que possuem maiores dificuldades de sobreviver aos impactos destes eventos. Em outras palavras, a vulnerabilidade pode ser definida como as características de uma pessoa ou grupo populacional, desde seu ponto de vista, de sua capacidade de antecipar, sobreviver, resistir e recuperar-se do impacto de algum evento, como desastres naturais ou tecnológicos (BLAIKE, 1996).

Para entender vulnerabilidade deve-se considerar duas outras questões: a persistência, que é a medida do quanto um sistema, quando perturbado, se afasta do seu equilíbrio ou estabilidade sem mudar essencialmente seu estado e a resiliência, ou seja, a capacidade de um sistema retornar a seu estado de equilíbrio, após sofrer um distúrbio (SANTOS e CALDEYRO, 2007).

Em um território de baixa persistência e baixa resiliência provavelmente a vulnerabilidade é alta e, neste caso, quase sempre provocamos danos irreparáveis. Quando ocorre um evento adverso, súbito, de alta magnitude sobre um terreno de alta vulnerabilidade muito provavelmente estaremos diante de uma calamidade (SANTOS e CALDEYRO, 2007).

Segundo Confalonieri (2001), vulnerabilidade é a exposição de indivíduos ou grupos ao estresse (mudanças inesperadas e rupturas nos sistemas de vida) resultante de mudanças socioambientais. A vulnerabilidade é algo inerente a uma determinada população e varia de acordo com suas possibilidades culturais, sociais e econômicas. Assim, aqueles que possuem menos recursos serão os que mais dificilmente se adaptarão e, portanto, são também os mais vulneráveis, pois a capacidade de adaptação é dada pela riqueza, tecnologia, educação, informação, habilidades, infra-estrutura, acesso a recursos e capacidade de gestão (IPCC, 2001).

Assim, as causas responsáveis pela geração de vulnerabilidades são os processos econômicos, demográficos e políticos, que afetam a destinação e distribuição de recursos entre os diferentes grupos de pessoas, bem como, refletem na distribuição do poder (CARDONA, 2001). A vulnerabilidade é essencialmente uma condição humana, uma característica da estrutura social e um produto de processos sociais históricos (LAVELL, 1996). Implica uma combinação de fatores que determinam o grau até o qual a vida e a sobrevivência de alguém ficam em risco por um evento distinto e identificável da natureza ou da sociedade (BLAIKIE et al., 1996).

Ferreira (2014) afirma que a "vulnerabilidade é uma expressão do desequilíbrio ou desajuste entre a estrutura social (sentido amplo) e o meio físico-construtivo e natural que a rodeia. Nunca será expressa por um valor absoluto, pois será sempre dependente do tipo e da intensidade da ameaça".

A vulnerabilidade em si mesma constitui um sistema dinâmico, isto é, surge como consequência da interação de uma série de fatores e características (internas e externas) que convergem em uma comunidade particular. O resultado dessa interação é a incapacidade da comunidade para responder adequadamente ante a presença de uma ameaça determinada.

Wilches-Chaux (1993) denominou Vulnerabilidade Global, a essa interação de fatores e características, constituída por dez níveis de vulnerabilidade, conforme a Tabela 1:

Tabela 1 - Vulnerabilidades Globais.

Vulnerabilidade natural	É intrinsecamente determinada pelos limites ambientais, dentro dos quais é possível a vida, e também, pelas exigências internas de seu próprio organismo.
Vulnerabilidade física	Relativa à localização dos assentamentos humanos em zonas de risco e às deficiências de resistência dos elementos expostos para absorver os efeitos da ação do fenômeno que representa a ameaça.
Vulnerabilidade econômica	Refere-se a setores economicamente mais deprimidos da humanidade, que são, por essa razão, os mais vulneráveis frente às ameaças naturais.
Vulnerabilidade social	Respectivo ao baixo grau de organização e coesão interna de comunidades sob risco de desastres, que impedem sua capacidade de prevenir, mitigar ou responder a situação de desastre.
Vulnerabilidade política	Relativa à incapacidade da população para formular por si mesma a solução do problema que lhe afeta.
Vulnerabilidade ideológica	Relacionada as atitudes passivas, fatalistas e crenças religiosas que limitam a capacidade de atuar dos indivíduos em certas circunstâncias.
Vulnerabilidade cultural	Concernente à forma como uma comunidade reage ante um desastre, que será distinta em um grupo humano regido por padrões machistas e verticais de poder, daquela em um grupo, no qual predominam os valores de cooperação e solidariedade.
Vulnerabilidade educativa	Se expressa em uma educação deficiente ou que não tem uma boa cobertura em uma comunidade propensa a desastre ou a ausência de conhecimento sobre as causas, os efeitos e as razões pelas quais se apresentam os desastres.
Vulnerabilidade técnica	Relativa às técnicas inadequadas de construção de edifícios e infraestrutura básica utilizadas em zonas de risco.
Vulnerabilidade ambiental	Refere-se à degradação ou à destruição dos recursos naturais.
Vulnerabilidade Institucional	Se reflete na obsolescência e rigidez das instituições, onde a burocracia e a decisão política, entre outros, impedem respostas adequadas e ágeis.

Fonte: Adaptado de Wilches-Chaux (1993).

A vulnerabilidade pode ser analisada de diferentes pontos de vista (físico, social, político, tecnológico, ideológico, cultural e educativa, ambiental, institucional), mesmo que todas elas, de alguma maneira, estejam relacionadas à realidade atual da região. Sua gestão está associada diretamente com fatores de ordem antrópica, isto é, a interação humana com a natureza (MASKREY, 1989; BANKOFF, 2001; CARDONA, 2003; CANNON et al., 2003; OLIVEIRA, 2011).

Conforme Salgado (2005) a vulnerabilidade e o risco estão associados às decisões de políticas que uma sociedade tem adaptado ao longo do tempo e dependem, portanto, do desenvolvimento de cada região ou localidade. Para esse mesmo autor o risco se origina como um produto da função que se relaciona à priori a ameaça e à vulnerabilidade, e se considera intrínseco e latente dentro de uma sociedade, em função de seu nível, grau de percepção e meios para enfrentá-lo, dependem das diretrizes marcadas pela mesma sociedade (Figura 4).

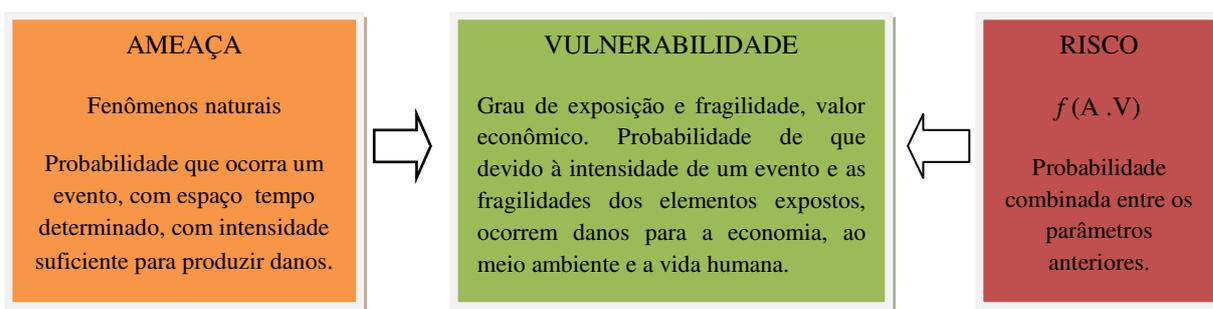


Figura 4 - Relação entre ameaça, vulnerabilidade e risco. Fonte: Adaptado de Salgado (2005).

Para Adger (2006) e Oliveira (2011) a "vulnerabilidade a desastres pode ser descrita como a incapacidade de uma pessoa, sociedade ou grupo populacional de evitar o perigo relacionado a catástrofes naturais ou ao fato de ser forçado a viver em tais condições de perigo". Essa combinação depende de vários fatores como econômicos, sociais, ambientais e políticos.

Cardona (2004) propõe pensar vulnerabilidade a desastres em uma perspectiva abrangente, o qual identifica três componentes principais em sua composição: fragilidade ou exposição, suscetibilidade e falta de resiliência. Para o autor a fragilidade ou exposição é a componente física e ambiental da vulnerabilidade, que captura em que medida um grupo populacional é suscetível de ser afetado por um fenômeno perigoso em função de sua localização em área de influência do mesmo, e devido à ausência de resistência física à sua propagação. Suscetibilidade é a componente socioeconômica e demográfica, que captura a predisposição de um grupo populacional de sofrer danos em face de um fenômeno perigoso e (CARDONA, 2004; BRAGA et al., (2006).

Neste sentido, a vulnerabilidade é a peça chave que explica o porquê dos diferentes níveis de risco que diferentes grupos experimentam ao serem submetidos a perigos naturais de mesma intensidade (MITCHELL, 1989; ADGER, 1999; PEDUZZI et al., 2001; UNDP, 2004; CARDONA et al., 2005; OLIVEIRA, 2011).

3.6 PERCEPÇÃO AMBIENTAL

O ambiente natural assim como os ambientes construídos são percebidos de acordo com os valores e as experiências individuais dos homens onde são atribuídos valores e significados em um determinado grau de importância em suas vidas (MELAZO, 2005). Assim, o homem passa a perceber através da vivência e da experiência acumulada as modificações e as transformações no ambiente a qual está inserido, seja, natural ou construído.

Essas modificações e transformações geradas pelo homem através de suas atividades no meio ambiente provocam desequilíbrio. Sobre isso, Melazo (2005) diz que o "agente responsável por esse equilíbrio ou desequilíbrio é o homem e suas respectivas ações. Nesse sentido, o meio ambiente e o homem tornam-se protagonistas de uma importante relação de interdependência, onde têm como "palco" dessas relações, o meio em que vivem [...]".

Para Davidoff (1993) e Rodrigues et al., (2012), "a percepção implica em interação, ou seja, é um processo de organização e interação das sensações recebidas para que a consciência do ambiente se desenvolva pelo que nos cerca". A percepção ambiental dos indivíduos se torna aguçada a medida que o indivíduo explora o ambiente do seu entorno, isso desenvolve a mente ao passo que esta é estimulada.

A interação e o envolvimento com o meio ambiente é fundamental no entendimento de como a mente percebe a natureza, e o fato de cada indivíduo possuir uma "lente" própria lapidada por sua cultura, educação e temperamento, as percepções são as mais diversas possíveis, o que permite o compartilhamento do mesmo ambiente de modo pacífico (SOULÉ, 1997; RODRIGUES et al., 2012). A convivência de forma pacífica é importante, porém, isto ocorre devido a uma abundância de recursos naturais, na falta ou escassez deste recurso iniciam-se os conflitos. Um exemplo disso é a água em uma região, na falta desta os conflitos são inevitáveis.

Cada indivíduo percebe, reage e responde diferentemente às ações sobre o ambiente em que vive. As respostas ou manifestações daí decorrentes são resultados das percepções (individuais e coletivas), dos processos cognitivos, julgamentos e expectativas de cada pessoa (COELHO, 2002).

Ferrara (1999) ressalta que "a linguagem ambiental e a percepção [...] dos usuários de um local têm sua existência identificada pela observação que capta e registra as imagens e as associa inferencialmente". Assim, existem variadas maneiras de percepção da paisagem ao qual o indivíduo está inserido.

A percepção ambiental deve estar atenta e centrada nas inúmeras diferenças relacionadas às percepções, aos valores existentes entre os indivíduos que compõem o cenário de [...] um lugar. Dessa forma, as diversas culturas, grupos socioeconômicos, desigualdades e realidades [...] irão influenciar diretamente na análise da percepção que se tem em relação à conservação do meio natural. Dentro desta proposição de estudo, o termo percepção ambiental está sendo usado no sentido amplo de uma tomada de consciência do ambiente pelo homem (MELAZO, 2005).

Pacheco e Silva (2006) colocam a percepção ambiental como um conceito "permeável entre a psicologia e a geografia, e que essa aproximação da Psicologia às ciências ambientais é extremamente útil e até indispensável como forma de promover a escuta da complexidade dos valores e das expectativas das comunidades inseridas" num determinado ambiente.

Neste contexto, o estudo da percepção ambiental é de fundamental importância. Por meio dele é possível conhecer cada um dos grupos envolvidos, facilitando a realização de um trabalho com bases locais, partindo da realidade do público alvo, para conhecer como os indivíduos percebem o ambiente em que convivem, suas fontes de satisfação e insatisfação (FAGGIONATO, 2011).

Os estudos que se baseiam na percepção ambiental propõem que não só a relação entre o homem e o meio seja estudada, mas também que perspectivas em pesquisas científicas, sociais ou políticas sejam elucidadas através da utilização deste conceito (PACHECO e SILVA, 2006), promovendo a sensibilização e compreensão do meio ambiente.

Intelectuais que se voltaram principalmente para os estudos na área das ciências ambientais (geografia, ecologia, zoologia e biologia), acreditam que "os estudos das percepções ambientais dos homens de hoje constituem a última e decisiva fronteira no processo de uma gestão mais eficiente e harmoniosa do meio ambiente" (AMORIM FILHO, 1992).

Dessa maneira, a participação social deve ser considerada como proposta para identificação dos problemas ambientais e planejamento de ações voltadas a solucionar tal problemática, sendo que a percepção que o homem tem de seu meio pode " fornecer aos

órgãos dirigentes orientações mais adequadas para as decisões em nível político, socioeconômico e de desenvolvimento" (DEL RIO e OLIVEIRA, 1996).

3.7 GEOPROCESSAMENTO

De acordo com Silva (1999) geoprocessamento é um conjunto de técnicas de processamento de dados, destinado a extrair informação ambiental a partir de uma base de dados georreferenciada. Nesta definição, o georreferenciamento só é aplicado após a montagem da base de dados digital.

O geoprocessamento pode ser ainda conceituado como o conjunto de tecnologias voltadas à coleta e tratamento de informações espaciais para um objetivo específico. Geoprocessamento é destinado ao processamento de dados referenciados geograficamente desde a sua coleta até a geração de saídas na forma de mapas convencionais, relatórios, arquivos digitais, etc; devendo prever recursos para sua estocagem, gerenciamento, manipulação e análise (INPE, 1996).

O geoprocessamento é um sistema complexo que permite a representação de uma área geográfica por meio da captura, armazenamento, processamento e modelagem de dados referenciados a um sistema de coordenadas geográficas ou planas em meio digital, preservando-lhes suas características reais: construções civis, áreas de matas, hidrografia, acidentes geográficos, a exemplo do sistema de projeção cartográfica (PEREIRA e BARACUHY, 2008).

Portanto, o geoprocessamento é uma tecnologia interdisciplinar, que permite a convergência de diferentes ciências para o estudo de fenômenos ambientais e urbanos (CÂMARA e MONTEIRO, 2001).

Ressalta-se que o geoprocessamento denota a disciplina do conhecimento que utiliza técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento da informação geográfica e que vem influenciando, de maneira crescente, as áreas de Cartografia, Análise de Recursos Naturais, Transportes, Comunicações, Energia, Planejamento Urbano e Regional (CÂMARA e DAVIS, 2001).

O geoprocessamento tem se tornado um instrumento bastante útil para projetos de prevenção contra desastres naturais, oferecendo informações detalhadas para facilitar a elaboração de estratégias centradas em ações preventivas, para eventuais ocorrências de desastres ou calamidades públicas que podem afetar negativamente a vida das populações rurais e urbanas (MEDEIROS et al., 2008).

Os instrumentos computacionais do geoprocessamento são denominados sistemas de informações geográficas (SIG) e permitem a realização de análises complexas ao integrarem dados tabulares e geográficos de diversas fontes e ao criar bancos de dados georreferenciados, também automatizam a produção de documentos cartográficos (GIORDANI e CASSOL, 2007).

O estudo do espaço geográfico pressupõe uma série de conhecimentos e informações que podem ser trabalhadas de maneira mais ágil, fácil e rápida com novas tecnologias (NASCIMENTO e LIRA, 2012).

Câmara e Medeiros (2001) apontam, pelo menos, quatro grandes dimensões dos problemas ligados à área ambiental que são fortemente impactadas através do uso da tecnologia de Sistemas de Informação Geográfica, a saber: Mapeamento Temático, Diagnóstico Ambiental, Avaliação de Impacto Ambiental e o Ordenamento Ambiental.

Assim, o Sistema de Informação Geográfica contempla várias áreas, auxiliando na tomada de decisões e ações públicas voltadas a sanar problemas diversos e a colaborar com diversas áreas, ajudando a compreender as modificações no espaço geográfico para que soluções sejam planejadas e efetivadas.

3.8 SENSORIAMENTO REMOTO

O sensoriamento remoto pode ser entendido como o conjunto de atividades que tratam da obtenção de informação relativa aos recursos naturais da Terra ou seu meio ambiente, por meio de sensores instalados a bordo de plataformas em altitude (tais como balões, foguetes, aviões e satélites), os quais coletam a radiação eletromagnética emitida ou refletida por um alvo, convertendo-a em um sinal que é posteriormente processado em terra, com fins de geração de imagens (SLATER, 1980; ALMEIDA et al., 2010).

Para Novo (1992) "o sensoriamento remoto é o modo de obtenção de dados à distância, a partir da utilização conjunta de modernos sensores, equipamentos de processamento e de transmissão de dados, aeronaves, espaçonaves, etc".

O sensoriamento remoto é definido também "como a ciência e a arte de obter informações a respeito de um objeto, área ou fenômeno, por meio da análise de dados adquiridos por dispositivos que não estão em contato direto com tal objeto, área ou fenômeno que está sendo investigado" (LILLESAND; KIEFER, 1994; FERREIRA, 2014).

Essa definição de sensoriamento remoto é explícita em afirmar que o objeto imageado é registrado pelo sensor por meio de medições da radiação eletromagnética, tal como a luz

solar refletida da superfície de qualquer objeto. Nenhum outro tipo de sensor que obtenha imagens que não seja pela detecção da radiação eletromagnética deve ser classificado como sensoriamento remoto (MENESES; ALMEIDA, 2012).

A quantidade e qualidade da energia eletromagnética refletida e emitida pelos objetos terrestres resulta das interações entre a energia eletromagnética e estes objetos. Essas interações são determinadas pelas propriedades físico-químicas e biológicas desses objetos e podem ser identificadas nas imagens e nos dados de sensores remotos. Portanto, a energia eletromagnética refletida e emitida pelos objetos terrestres é a base de dados para todo o processo de sua identificação, pois ele permite quantificar a energia espectral refletida e/ou emitida por estes, e assim avaliar suas principais características (MORAES, 2002).

Trata-se, portanto de uma tecnologia para aquisição, processamento e análise de informações acerca da superfície terrestre, das condições urbanas e das suas mudanças, por meio da interação entre a radiação eletromagnética e as substâncias componentes da superfície. Tais informações são obtidas remotamente por meio de sensores instalados em plataformas orbitais ou aerotransportadas (MACHADO, 2008).

O sensoriamento remoto teve seu crescimento lado a lado com a ciência da computação, a partir do final dos anos 50, devido à grande necessidade do programa espacial norte-americano. O desenvolvimento conjunto dessas tecnologias fez com que o sensoriamento remoto viesse a englobar, não apenas diferentes tipos de imagens e sensores, mas também, com o emprego de técnicas de processamento de imagens, propiciar a geração de uma gama de produtos bem mais variada que a oferecida até então pelas técnicas e sensores fotográficos tradicionais (PEREIRA, 1997).

Os sistemas sensores podem ser agrupados em três categorias: câmeras fotográficas, sensores eletrônicos passivos e sensores eletrônicos ativos (RADAR - *Radio Detection and Ranging*, LIDAR - *Light Detection and Ranging* e SONAR - *Sounding Navigation and Ranging*). A resolução e a cobertura dos sistemas de sensoriamento remoto variam conforme a tecnologia e a plataforma utilizada (MACHADO, 2008).

Os dados gerados pelos diversos sensores, sobretudo os orbitais (a bordo de satélites), tem servido como base para o desenvolvimento e realização de projetos associados às atividades humanas, no mundo inteiro e em diversas escalas, bem como auxiliado no diagnóstico sobre as implicações ambientais, econômicas, sociais, políticas e culturais desses projetos com relação a ocupação dos espaços geográficos, favorecendo na realização do planejamento sócio econômico ambiental sustentável (SANTOS, 2002).

Essa tecnologia é usada em variados estudos, sendo uma ferramenta indispensável em estudos de degradação ambiental, pois, conhecendo a série histórica de levantamentos já realizados, pode-se, de uma forma muito precisa, quantificar os impactos causados e a extensão dos danos, ou seja, pode-se avaliar a evolução da degradação em determinada região (FERREIRA, 2014).

Tal tecnologia possibilita agilidade na aquisição e obtenção de imagens da superfície terrestre. Além disso, "o sensoriamento remoto permite que sejam coletadas informações a respeito de regiões onde o acesso direto dos observadores humanos seria demasiadamente caro e perigoso" (ARANOFF, 2005).

Essas áreas possuem complicações naturais ou conflitos ocasionados pelos seres humanos, dificultando o acesso e aumentando o risco e o perigo ao acessá-las, dessa forma, a contribuição dessa tecnologia é extremamente útil. Tais áreas são compostas por "extensas plantações ou florestas, vulcões ativos, áreas de conflitos militares, regiões de extremo rigor climático (p. e. desertos ou geleiras), ou áreas submetidas à radioatividade e vastas áreas do oceano" (ARANOFF, 2005). Assim, podem ser facilmente monitoradas com o uso da tecnologia de sensoriamento remoto, sem por em risco a vida de pessoas, barateando os custos.

O sensoriamento remoto assume crescente importância e razões existentes para tal, principalmente nos dias de hoje. Os dados provenientes de sensoriamento remoto são de abrangência espacial muito superior aqueles advindos de levantamento de campo. Em grandes áreas ou em áreas de difícil acesso, o sensoriamento remoto apresenta a grande vantagem da acessibilidade. A rápida cobertura de grandes áreas facilita a comparação de regiões. O imageamento de grande altitude possibilita uma visão sinóptica, permitindo a percepção de variações espaciais de grande escala. O imageamento repetitivo viabiliza o monitoramento de grandes áreas. E a manutenção de arquivos de imagens permite a extração de dados do passado (RODRIGUES, 1990).

4. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

4.1 LOCALIZAÇÃO E POPULAÇÃO

O município de Princesa Isabel localiza-se no Estado da Paraíba (Figura 5), na Mesorregião do Sertão Paraibano e Microrregião da Serra do Teixeira. Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010), o município abrange uma área de 367, 975 km² e uma altitude de 683 metros. Limita-se ao Norte com os municípios de Nova Olinda, Pedra Branca e Boa Ventura, a Oeste com os municípios de São José de Princesa e Manaíra, ao Sul com o município de Flores, no Estado de Pernambuco e a Leste com o município de Tavares.

O acesso ao município a partir de João Pessoa é feito através da BR-230 até a cidade de Patos, percorre-se a PB-110 com destino a Teixeira. A partir deste ponto pela PB-306 com destino ao município de Juru, depois pela PB-426 percorre-se 18 km até a sede municipal, a qual dista cerca de 419,0 km da capital (CPRM, 2005).

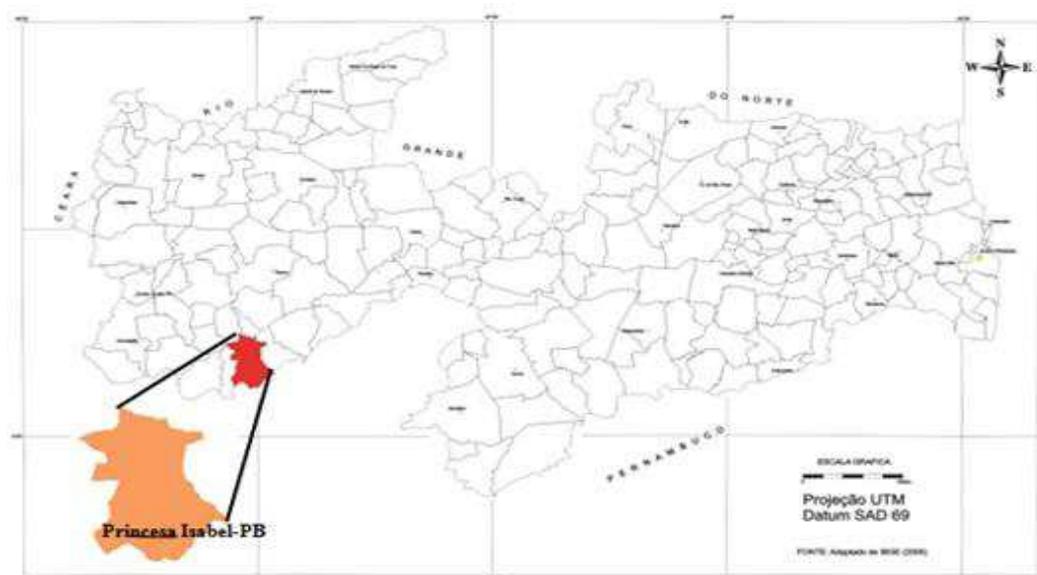


Figura 5- Localização da área de estudo no Estado da Paraíba. Fonte: Adaptado do IBGE (2009).

O município de Princesa Isabel foi elevado a categoria de vila com a denominação de Princesa, pela lei provincial n° 597 de 26 de novembro de 1875. O município é constituído do distrito sede em divisão territorial datada de 2003 (IBGE, 2010).

De acordo com os dados do IBGE (2010) o município possui uma população estimada em 21.283 habitantes e densidade demográfica de 57,84 hab/km². A população que tem residência na zona urbana representa 68,26% e 31,74% constitui a população da zona rural, sendo que 49,09% da população é constituída por homens e 50,91% por mulheres. A

população feminina da zona rural corresponde a 15,42% e da zona urbana 35,49%, a população masculina da zona rural representa 16,32% e a urbana 32,77%. A tabela 2 apresenta as principais características da população do município.

Tabela 2- Características da população do município de Princesa Isabel-PB.

Municípios Princesa Isabel	População residente urbana (Pessoas)	População residente Rural (Pessoas)	Homens	Mulheres	Homens		Mulheres		Total
					Rural	Urbana	Rural	Urbana	
	14.528	6.755	10.448	10.835	3.474	6.974	3.281	7.554	21.283
(%)									
68,26	31,74	49,09	50,91	16,32	32,77	15,42	35,49	100,0	

Fonte: IBGE (2010).

Os dados do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (2013) indicam que entre os anos de 2000 e 2010, a população do município apresentou uma taxa média anual de crescimento de 1,56% e a taxa de urbanização passou de 62,54% para 68,26%.

O Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) de Princesa Isabel em 2010, foi mensurado em 0,606, considerado Médio (IDHM entre 0,600 e 0,699). Os dados indicam que a Longevidade foi a dimensão que mais contribuiu para o IDHM do município, seguido de Renda e Educação (Tabela 3). O município ocupa a 3.999^a, posição em relação aos municípios brasileiros (PNUD, 2013).

Tabela 3- Índice de Desenvolvimento Humano do município de Princesa Isabel-PB.

ANOS	Renda	Longevidade	Educação	IDHM
1991	0,431	0,574	0,177	0,352
2000	0,514	0,627	0,313	0,466
2010	0,600	0,720	0,514	0,606

Fonte: PNUD (2013).

4.2 CLIMA

O clima predominante no município (Figura 6), de acordo com a classificação de Köppen, é do tipo **Aw'** - quente e úmido com chuvas de verão-outono (BRASIL, 1972). Dados da CPRM - Serviço Geológico do Brasil (2005) indicam que durante o dia as temperaturas são elevadas, sendo mais amenas à noite, com variações anuais entre 23 e 30 °C. As precipitações pluviométricas médias anuais estão em torno de 789,2 mm/ano. De acordo com BRASIL (1972) as maiores precipitações pluviométricas ocorrem nos meses de janeiro,

fevereiro e março, sendo que a estação seca tem início em maio e prolonga-se até o mês de dezembro, com as menores precipitações nos meses de setembro e outubro.

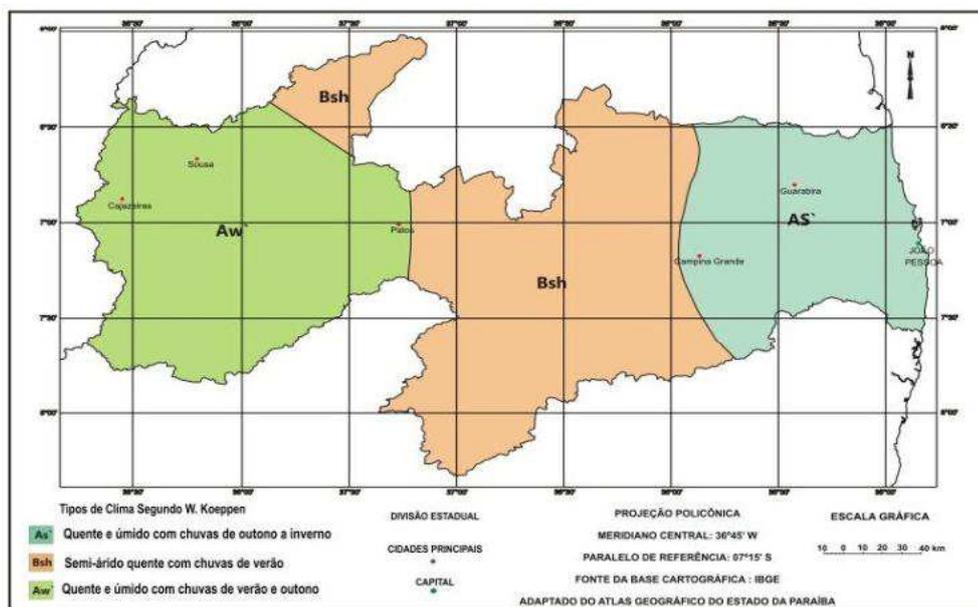


Figura 6- Classificação climática do Estado da Paraíba, segundo Köppen. Fonte: Adaptado do Atlas Geográfico do Estado da Paraíba (1985).

4.3 RECURSOS HÍDRICOS

De acordo com Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba - AESA (2014), o município de Princesa Isabel encontra-se inserido nos domínios da Bacia Hidrográfica do rio Piranhas-Açu, sub-bacia do Rio Piancó. Seus principais tributários são os riachos: Bálsamo, Arara, Bruscas, Gravatá, Vinho, Caldeirão e Tapuio, sendo que, todos os cursos d'água no município têm regime de escoamento intermitente e o padrão de drenagem é dendrítico. O riacho Gravatá constitui o principal curso d'água do município, o qual juntamente com os demais riachos constitui afluentes da denominada Bacia do Rio Piancó (CPRM, 2005).

No município de Princesa Isabel destaca-se em seu perímetro urbano os seguintes açudes: Padre Ibiapina e Macapá, sendo que açude Jatobá II, está situado na zona rural a aproximadamente 5 km da zona urbana, sendo este o reservatório que abastece Princesa Isabel.

De acordo com a Agência Nacional das Águas - ANA (2006) esta bacia possui uma área total de drenagem de 43.681,50 Km², dos quais 26.183,00 Km², correspondendo a 60% da área no Estado da Paraíba e 17.498,50 Km², correspondendo a 40% da área no Estado do Rio Grande do Norte. Assim, o principal rio da bacia é o rio Piranhas-Açu de domínio

Federal, que nasce no município de Bonito de Santa Fé no Estado da Paraíba e segue seu curso natural pelo Estado do Rio Grande do Norte, desaguardo no Oceano Atlântico na Costa Potiguar. Nesta bacia encontra-se localizada a barragem Armando Ribeiro Gonçalves (RN) e o sistema de reservatórios Curema-Mãe D'Água (PB).

Com relação às águas subterrâneas, o município insere-se no embasamento cristalino, inseridas no domínio fraturado cristalino (Figura 7), que se refere à aquíferos restritos às zonas fraturadas representados por rochas metassedimentares e metaígneas, de idade arqueana e proterozóica, associadas a delgado manto de intemperismo (3 a 5m). Apresenta problemas de salinização das águas e baixo potencial hídrico (ANA, 2006).

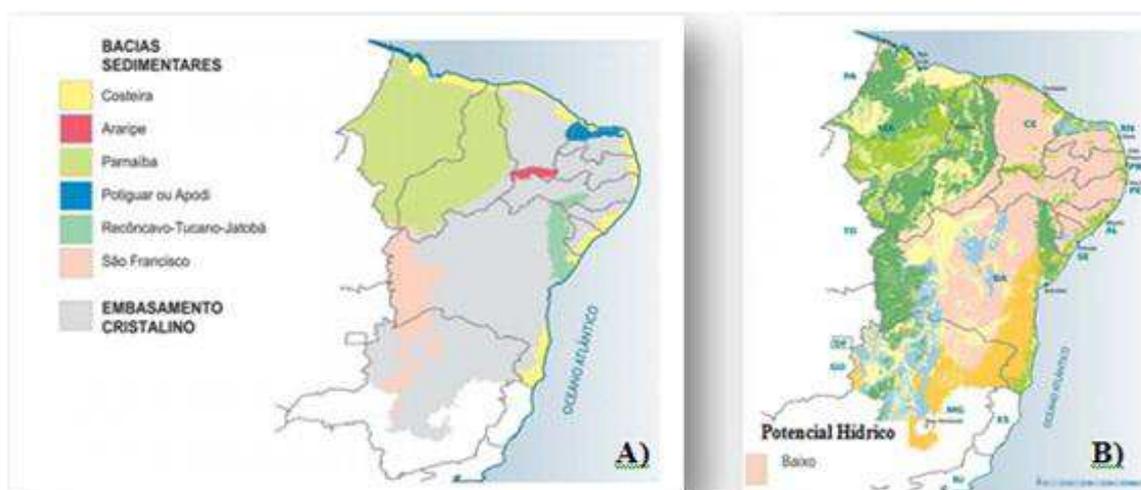


Figura 7- Detalhes das águas subterrâneas no município de Princesa Isabel-PB: A) no embasamento cristalino e B) no Domínio Fraturado Cristalino. Fonte: Adaptado da ANA (2006).

4.4 GEOLOGIA

Conforme Santos, Ferreira e Silva Jr (2002) o município de Princesa Isabel-PB, encontra-se inserido no Domínio Transversal, que compreende os Terrenos Faixa Piancó-Alto Brígida (FPB) - que engloba a nappe de Piancó (meso/neoproterozóica), a faixa turbidítica neoproterozóica Cachoeirinha e a Faixa Riacho Gravatá do evento Cariri Velhos e os terrenos Alto Pajeú (TAP), um terreno fold-thrust belt esteniano de natureza vulcanossedimentar empilhado tectonicamente com metagranitóides crustais colisionais. Estes terrenos encontram-se limitados pela Zona de Cisalhamento Fernandes Vieira e pela Syenitoid Line - representada pelos alinhamentos de batólitos sieníticos e graníticos shoshoníticos e ultrapotássicos (Figura 8).

Este Domínio abrange de oeste para leste, a Faixa Piancó-Alto Brígida (FPB) (Cachoeirinha-Salgueiro) e os Terrenos Alto Pajeú (TAP), Terreno Alto Moxotó (TAM) e Terreno Rio Capibaribe (TRC).

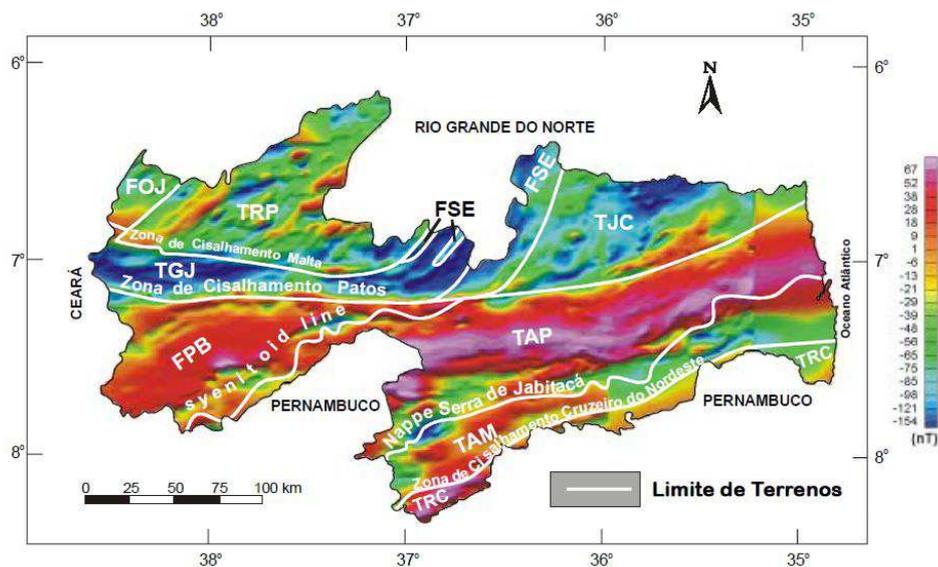


Figura 8- Padrões aeromagnéticos do subsolo paraibano e compartimentação Tectono-estratigráficas da Paraíba. Fonte: Santos, Ferreira e Silva Jr, (2002).

Santos, Ferreira e Silva Jr (2002) afirmam que o Domínio Transversal corresponde a uma megaestrutura que se situa entre os lineamentos Patos e Pernambuco, ocupando toda a porção Sul do Estado da Paraíba. As unidades litoestratigráficas presentes na área de estudo, está representada pelo Período Neoproterozóico Brasileiro S.I., - Rochas Granitóides Mesoproterozóico Esteniano (Cariris Velhos) - Rochas Granitóides/migmatitos e Rochas supracrustais (Figura 9).

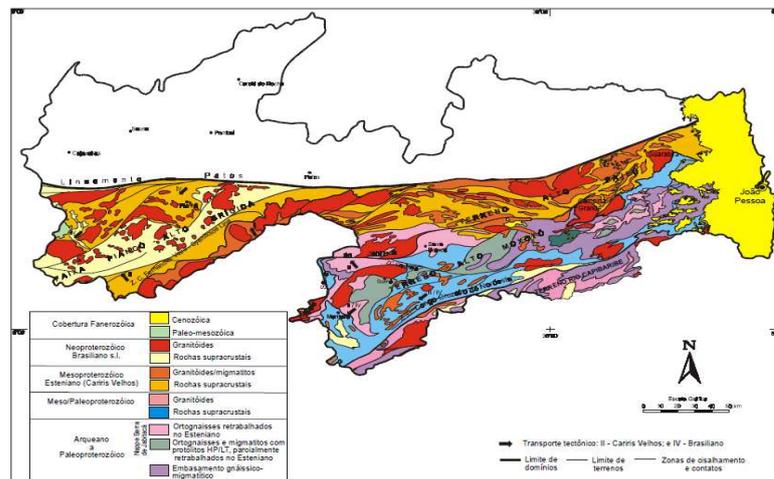


Figura 9- Mapa Geológico do Domínio Transversal no Estado da Paraíba. Fonte: Santos, Ferreira e Silva Jr, (2002).

Dantas (1992) quando descreve as rochas Plutônicas Granulares e Filonianas, afirma a ocorrência de rochas álcali-sieníticas na região de Manaíra compreendendo a extremidade setentrional do corpo sienítico que se estende desde as proximidades de Serra Talhada no Estado de Pernambuco até a região de Princesa Isabel, constituindo a Serra da Baixa Verde.

Esse autor afirma que são encontradas representantes das rochas filonianas, nas regiões de Manaíra, Princesa Isabel e Tavares, constituindo um enxame de diques sieníticos alcalinos a sub-alcalinos.

Segundo Santos, Ferreira e Silva Jr (2002), estão assim representadas as unidades geológicas ocorrentes na área de estudo.

UNIDADES GEOLÓGICAS PROTEROZÓICO/NEOPROTEROZÓICO

Super Suíte I:

- Suíte granítica calcialcalina de médio a alto potássio (N γ 1a): Granito e granodiorito grossos a porfiríticos associados à dioritos e a fase intermediária de mistura.

Super Suíte II:

- Suíte granítica shoshonítica-ultrapotássica (N γ 2b): Aegirina-augita e richterita álcali-feldspato sienito e granito, localmente com enclaves e diques sinplutônicos de peroxenito.

Grupo Cachoeirinha:

- Formação Serra do Olho d'água (Noa): Metaconglomerado polimicto, metagrauvaca, quartzito (qt) e raro calcário cristalino.

MESOPROTEROZÓICO

Suíte Granítica Cariris Velhos:

- Metagranitóides tipo Riacho do Forno (M γ 2b): Granada-biotita-muscovita metagranito e migmatitos de composição sieno à monzogranítica, de fonte cristal metassedimentar.

- Complexo Riacho Gravatá (Mrg): Muscovita quartzito, muscovita xisto, por vezes grafitoso, calcário cristalino, metavulcânicas básica, ácida e intermediária, além de quartzo-muscovita xisto, filito, metavulcânica básica e metarenito.

- Complexo São Caetano (Mct): Muscovita-biotita gnaïsse às vezes granadífero, biotita gnaïsse, muscovita xisto, incluindo calcário cristalino, quartzito e metavulcanoclástica.

Os dados indicam que um dos recursos minerais metálicos de maior representatividade no município é o ouro, seguido do calcário, sendo que 73,33% dos jazimentos minerais encontram-se inativos, apenas 26,67% são ativos (Tabela 4).

Tabela 4- Principais jazimentos minerais do município de Princesa Isabel-PB.

Município: Princesa Isabel-PB					
Lat. (Sul)	Long. (N)	Substância	Local	Rocha Encaixante	Status/Dados Econômicos
7°34'45"	38°04'30"	Calcário	Sítio Minas	xt-fi	Garimpo inativo
7°35'00"	38°03'30"	Calcário	Sítio Piaus	xt-fi	Depósito/R. est.: 600.000m3
7°41'45"	37°56'15"	Ouro	Pedra Preta	btxt	Garimpo ativo T:0,4 ppmAu; 3 ppm Ag
7°42'15"	37°56'00"	Ouro	Pedra Preta	btxt	Garimpo inativo
7°33'30"	38°06'00"	Ouro	Cachoeira de Minas	xt-fi	Garimpo ativo Produção: 10 kg Au/mes
7°38'30"	38°04'30"	Ouro	Brilhante	xt-fi	Garimpo inativo
7°34'23"	38°02'30"	Ouro	Várzea da Cruz	fi	Garimpo inativo
7°35'27"	38°03'49"	Ouro	Farias	mdac	Garimpo ativo R.med.: 751,915 kg R.ind.: 195,726 kg R. inf.: 37,729 kg R. total: 985,370 kg
7°36'00"	38°03'48"	Ouro	Ivone	xt-fi	Garimpo inativo
7°36'13"	38°03'25"	Ouro	Covico	xt-fi	Garimpo inativo/ R.med.: 25,108 kg R.ind.: 18,801 kg R. total: 43,909 kg
7°42'15"	38°03'45"	Ouro	Horácio	xt-fi	Garimpo inativo/ R.med.: 32,329 kg R.inf.: 46,479 kg R. total: 78,808 kg
7°36'56"	38°03'56"	Ouro	Xique-xique	mdac	Garimpo inativo
7°37'13"	38°03'55"	Ouro	Ourives	xt-fi	Garimpo inativo/ R.med.: 64,489 kg R.inf.: 160,951 kg R. total: 225,440 kg
7°37'29"	38°03'57"	Ouro	Talhado	mdac	Garimpo inativo
7°40'24"	38°03'40"	Ouro	Tamboril	mdac	Garimpo inativo

R. med = Reserva medida; R. Inf. = Reserva Inferida; R. est. = Reserva estimada; R. total = Reserva total bt – biotita; fi – filito; mdac - metadacito; xt – xisto. Fonte: Santos, Ferreira e Silva Jr, (2002).

4.5 SOLOS

As principais unidades de mapeamento de solos que ocorrem na área de estudo foram descritas com base em critérios contidos nos levantamentos de solos existentes (BRASIL, 1972) e (EMBRAPA, 2006), seguindo-se as determinações preconizadas no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2006).

Os estudos indicam que no município de Princesa Isabel, na parte Norte e Oeste, ocorrem uma predominância dos solos NEOSSOLOS LITÓLICOS Eutróficos, em relevo forte ondulado e montanhoso, a leste, nordeste e sudeste predominam os solos ARGISSOLOS VERMELHO-AMARELO Eutróficos ao Sul, os CAMBISSOLOS HÁPLICOS Ta Eutróficos típicos, situados em relevo forte ondulado (Figura 10).

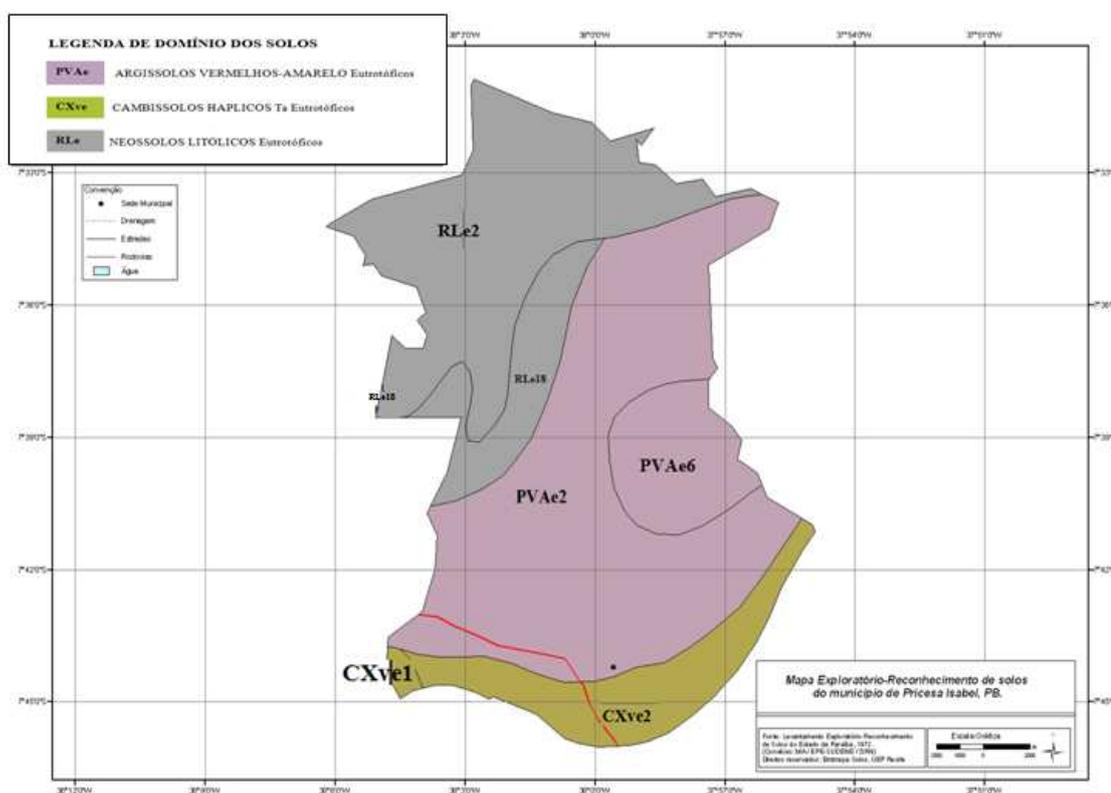


Figura 10- Caracterização de solos do município de Princesa Isabel - PB. Fonte: Adaptado da Embrapa Solos UEP Recife (2006).

A seguir apresenta-se um resumo sucinto das principais unidades de mapeamento de solos da área de estudo.

➤ **ARGISSOLOS VERMELHO-AMARELOS Eutróficos** (Nomenclatura antiga: **PODZÓLICO VERMELHO AMARELO EQUIVALENTE EUTRÓFICO**).

PVAe2 - estes solos originam-se da alteração de gnaisses (biotita gnaiss metassomático) referidos ao Pré-Cambriano (CD), com adição de material transportado. Predominam o relevo ondulado, com elevações de topo achatado, vales em forma de V e de fundo chato, podendo ocorrer em pequenas áreas o relevo forte ondulado. Verifica-se a ocorrência de erosão laminar moderada a severa.

A vegetação é representada por remanescente da caatinga hipoxerófila, arbóreo-arbustiva densa e arbórea. As altitudes variam em torno de 650 e 800 metros. São solos bastante utilizados com as culturas de milho, feijão e algodão mocó. As principais limitações se relacionam a escassez de água.

PVAe6 - originam-se do saprolito proveniente de rochas graníticas (principalmente de granito cataclástico). Apresentam perfis moderadamente diferenciados, profundos, acentuadamente ou bem drenados, com grande percentagem de cascalho. São solos de fertilidade alta, porém, susceptíveis a erosão. Situa-se em relevo ondulado, constituído por colinas de topo arredondado, encostas convexas e vales em U. Ausência de pedregosidade, mas com frequente ocorrência de blocos arredondados (boulders) de granitos na superfície.

A vegetação é representada pela caatinga hipoxerófila arbóreo-arbustiva densa. Podendo-se observar em alguns locais a presença de jurema, marmeleiro e canafístula, são solos bastante utilizados com as culturas de milho, feijão e algodão mocó. Desenvolve-se também a pecuária extensiva.

Essa unidade de mapeamento encontra-se associada a solos NEOSSOLO LITÓLICOS EUTRÓFICOS e AFLORAMENTOS DE ROCHA.

➤ **CAMBISSOLOS HÁPLICOS Ta Eutróficos típicos** (Nomenclatura antiga: CAMBISSOLO EUTRÓFICO latossólico).

CXve1 - nas áreas de ocorrência desses solos verifica-se dominância de rochas graníticas, com destaque para granitos porfiróide e granito-gnaiss. Solos profundos, com horizonte A fraco, textura médios acentuadamente ou fortemente drenados, em geral, severamente erodidos (erosão laminar moderada e em voçorocas), ácidos ou moderadamente ácidos. Possuem fertilidade alta, com boas condições físicas e boas reservas de minerais de fácil intemperização. Tem como limitação ao uso agrícola a topografia acentuada e pela erosão laminar severa, com moderadas limitações pela falta d'água.

O relevo é predominantemente forte ondulado, formado por um conjunto de morros de topos arredondados, vertentes com forte declividade e vales profundos em forma de V. A altitude é em torno de 800 a 1.000 metros.

A vegetação natural é representada pela floresta subcaducifólia, onde restam poucos remanescentes, com muito angico, mororó, barriguda, aroeira e unha-de-gato. São bastante cultivados, apesar do relevo acidentado, com culturas de milho, feijão, cana-de-açúcar, mandioca, banana, agave e alguns pomares com mangueira e cajueiro. As áreas mais acidentadas deveriam ser reservadas para reflorestamento.

Esta unidade de mapeamento encontra-se associada a solos NEOSSOLO LITÓLICOS EUTRÓFICOS.

CXve2 - originam-se do saprolito de rochas graníticas, com influencia de material pseudo-autoctóne no desenvolvimento do horizonte superficial de alguns perfis. Ocorrem em áreas de cotas entre 700 e 800 metros. Ocorrem em relevo forte ondulado com topos apresentando ondulações suaves, vales profundos em forma de V. Apresentam erosão laminar moderada e em voçorocas.

Domina a vegetação do tipo floresta caducifólia, arbóreo-arbustiva e arbórea, mas, apresentam apenas remanescentes. Estes solos são utilizados com culturas de sisal, milho, feijão e mandioca. As principais limitações ao uso agrícola se relacionam a escassez de água, pelo relevo. Entretanto, são solos de boa fertilidade natural. As áreas de relevo mais movimentado devem estar protegidas pela vegetação natural e para reflorestamento.

Esta unidade de mapeamento encontra-se associada a solos NEOSSOLO LITÓLICOS EUTRÓFICOS e ARGISSOLOS VERMELHO-AMARELOS Eutróficos.

➤ **NEOSSOLO LITÓLICOS Eutróficos** (Nomenclatura antiga: SOLOS LITÓLICOS Eutróficos).

RLe2 - estes solos são desenvolvidos a partir do saprolito de rochas do Pré-Cambriano (B) de granulação muito fina. Encontra-se com mais frequência as rochas do tipo, biotita-sericita-filito, filito e filonito. Situam-se em relevo forte ondulado - encontrando-se neste tipo de relevo a presença de elevações de forma arredondadas, onde as vertentes são convexas e limitam vales em V - e montanhoso – onde as elevações apresentam grandes desníveis e as vertentes são convexas ou ligeiramente côncavas, limitando vales profundos em V. As altitudes variam entre 400 e 700 metros.

A vegetação é representada pela caatinga hiperxerófila, de porte quase sempre arbóreo, sendo comumente encontradas as seguintes espécies, angico, braúna, imburana-de-cheiro, barriguda, catingueira e outras. Com relação a sua utilização, são explorados em torno de 30%

com culturas de algodão mocó, geralmente consorciados com milho e feijão. As demais áreas encontram-se coberta por vegetação natural.

As principais limitações ao uso agrícola são fortes ou muito fortes em função do relevo, presença de pedregosidade, rochiosidade e reduzida profundidade dos solos e deficiência de água. Estes solos devem permanecer cobertos pela vegetação natural.

RLe18 - estes solos se desenvolvem a partir de material proveniente de rochas de granulação e composição variadas, normalmente gnaisses, referidos ao Pré-Cambriano (CD) e granitos ricos em quartzo e feldspato. Situam-se em relevo forte ondulado e montanhoso, com declividades e desníveis acentuados, constituídos por cadeias de serras "*inselbergs*" ou encostas abruptas de maciços montanhosos.

A vegetação é representada pela caatinga hiperxerófila, arbustiva ou arbóreo-arbustiva, densa, pouco densa ou aberta. Estes solos não têm utilização agrícola, em função das fortes limitações impostas pelo relevo acidentado, pedregosidade, rochiosidade e pequena profundidade dos solos, além da deficiência de água e grande susceptibilidade à erosão. São destinados ao abrigo da flora e fauna silvestres.

5. MATERIAIS E MÉTODOS

5.1 MATERIAIS

Para execução dos trabalhos foram utilizados, os seguintes materiais: Produtos de sensores orbitais (imagens do Landsat-5 e Landsat-8), GPS (*Global Positioning System*), câmera digital, suporte computacional.

Foi necessário também, no desenvolvimento da pesquisa o software *Spring* versão 5.3 de domínio público, desenvolvido pela Divisão de Processamento de Imagens (PDI) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e o *EXCELL*.

5.1.1 Aquisição dos produtos sensores orbitais

As imagens Landsat-5 e Landsat-8 foram adquiridas de forma gratuita a partir do Catálogo de Imagens do INPE (Tabela 5).

Tabela 5 - Dados dos sensores orbitais (imagens Landsat-5 e Landsat-8).

Imagens	Órbita/Ponto	Resolução Espacial	Data da passagem
Landsat-5	215/65	30m	18/11/1985
Landsat-8	215/85	30m	04/10/2015

Fonte: INPE (2016).

5.2 METODOLOGIA

As etapas metodológicas envolveram os seguintes temas: degradação ambiental no município e no entorno da bacia hidráulica do açude Jatobá II, mapeamento das classes de vegetação e uso da terra, geração de dados sobre as vulnerabilidades e avaliação da percepção ambiental da população do entorno da bacia hidráulica.

As geotecnologias (sensoriamento remoto e geoprocessamento) foram utilizadas no processamento digital das imagens, realizou-se ainda a análise do perfil socioeconômico da população do entorno da bacia hidráulica, através da aplicação de questionários semiestruturados contendo questões abertas e fechadas.

Os mapas digitais foram obtidos através da análise das imagens TM-Landsat-5 e Landsat-8, por meio dos seguintes passos:

5.2.1 Processamento digital das imagens

O processamento digital das imagens teve como finalidade avaliar a degradação ambiental, a cobertura vegetal e o uso das terras no município e no entorno da bacia hidráulica

do açude Jatobá II, utilizando técnicas computacionais. A seguir, serão descritos os procedimentos a serem aplicados às imagens durante a geração dos mapas, um maior detalhamento pode ser visto no Manual - Tutorial de Geoprocessamento do SPRING (INPE, 2006).

O pré-processamento de imagens pode ser dividido em:

- **Pré-processamento:** Refere-se ao processamento inicial de dados brutos para calibração radiométrica da imagem, correção de distorções geométricas e remoção de ruído.
- **Técnicas de Realce:** Visam melhorar a qualidade visual das imagens, permitindo uma melhor discriminação dos objetos presentes nas imagens.
- **Classificação de imagens:** São atribuídas classes aos objetos presentes nas imagens. A classificação da imagem utilizada foi a supervisionada, que se realiza quando utiliza-se algoritmos para reconhecer as classes presentes nas imagens, sendo o treinamento feito por regiões.

5.2.1.1 Manipulação do Contraste

As técnicas de realce manipulam os contrastes de forma a melhorar a qualidade das imagens sob os critérios subjetivos do olho humano, sendo, normalmente utilizadas como uma etapa de pré-processamento para sistemas de reconhecimento de padrões adotados. O contraste entre dois objetos pode ser definido como a razão entre os seus níveis de cinza médios (SILVA, 2011).

A manipulação do contraste consiste numa transferência radiométrica em cada "*pixel*", com o objetivo de aumentar a discriminação visual entre os objetos presentes nas imagens. Realiza-se a operação ponto a ponto, independentemente da vizinhança. Em composições coloridas (imagens), segue-se a sequência vermelho, verde e azul (RGB), utilizada normalmente no programa SPRING, permitindo variar as composições coloridas, podendo observar uma única imagem colorida de formação. Essas representam o histograma de distribuição dos *pixels* dentro da faixa espectral, variando de 0 a 225 níveis de cinza possíveis em uma imagem (banda) representada na operação (FERREIRA, 2014).

5.2.1.2 Operações aritméticas - Razão entre Bandas - IVDN (Índice de Vegetação de Diferença Normalizada)

São operações realizadas "*pixel a pixel*", entre imagens de bandas diferentes, através de uma regra matemática definida, tendo como resultado uma banda, representando a combinação das bandas originais. As operações mais comuns são a soma, subtração, divisão (ou razão entre bandas) e a multiplicação de uma banda por uma constante (realce linear) (SILVA, 2011).

Estas operações permitem comprimir os dados, diminuindo o número de bandas. Ocorre perda da informação original quando os resultados das operações ultrapassam o intervalo de 0-255. Neste caso, os resultados são normalizados, saturando os valores abaixo de 0 em 0, e os acima de 255 em 255, causando perda de informação espectral (SILVA, 2011).

Estas operações podem requerer um fator de ganho (multiplicativo) ou "*off-set*" (aditivo), para melhorar a qualidade de contraste da imagem. Os fatores devem ser definidos, considerando a faixa de valores de entrada e a operação a executar. Em geral, a operação de adição é utilizada para realçar similaridade entre bandas ou diferentes imagens e a subtração, a multiplicação e divisão, para realçar as diferenças espectrais (SILVA, 2011).

5.2.1.3 Composição multiespectral ajustada ($CMA = (b3 + IVDN + b1)$)

Corresponde a uma transformação RGB em cuja fonte de luz vermelha (R) estará posicionada a banda 3, na fonte verde (G) a imagem IVDN e na fonte azul (B) a banda 1. Nesta combinação, as áreas de alto valor de IVDN aparecerão em verde (ocorrência de vegetação) e as áreas de baixa ocorrência de IVDN aparecerão em vermelho ou azul (magenta ou ciano), indicando a presença de solo exposto (SILVA, 2011). É utilizado nessa operação, o comando equalizar histograma nas três bandas informadas, onde a imagem IVDN é salva no formato sintética, para melhor visualizar as relações, solo (cor magenta ou ciano), a vegetação (cor verde) (FERREIRA, 2014).

O histograma de uma imagem é um gráfico que descreve o número de pontos por cada nível de cinza da imagem. Equalizar o histograma significa obter a máxima variância do histograma de uma imagem, conseguindo assim uma imagem com o melhor contraste. O contraste é uma medida qualitativa e que está relacionada com a distribuição dos tons de cinza em uma imagem (FERREIRA, 2014).

5.2.1.4 Segmentação de imagem

A classificação estatística é o procedimento convencional mais utilizado no processamento digital de imagens. Constitui um processo de análise de *pixels* de forma isolada. Esta abordagem apresenta a limitação da análise pontual ser baseada unicamente em atributos espectrais. Para superar essas limitações, propõe-se o uso de segmentação de imagem, anterior à fase de classificação, onde são extraídos os objetos relevantes para a aplicação desejada (CÂMARA, 2001).

Neste processo, divide-se a imagem em regiões que devem corresponder às áreas de interesse da aplicação. Entende-se por regiões um conjunto de "*pixels*" contíguos, que se espalham bidirecionalmente e apresentam uniformidade (SILVA, 2011).

5.2.1.5 Classificação de padrões das imagens IVDN

A classificação consiste no estabelecimento de um processo de decisão no qual um grupo de *pixels* é definido como pertencente a uma determinada classe. A classificação de padrões é dividida pelas fases de segmentação (extração de regiões), classificação e mapeamento (MOREIRA, 2001).

Para realizar a classificação, utiliza-se o classificador *Bhattacharrya*, que faz uso de amostras do treinamento para estimar a função densidade de probabilidade para estas classes apontadas. Ao final, todas as regiões ficarão associadas a uma classe definida pelo algoritmo, devendo o usuário associar essas classes ou temas às classes por ele definidas no banco de dados (SILVA, 2011).

5.2.1.6 Editoração dos mapas temáticos

Os mapas finais das classes de uso das terras e dos níveis de degradação das terras foram criados no módulo SCARTA do SPRING.

5.3 ANÁLISE DAS IMAGENS TM/LANDSAT-5 E LANDSAT-8 PARA INTERPRETAÇÃO PRELIMINAR (mapeamento das classes de uso da terra e dos níveis de degradação da terra).

A metodologia consistiu no enfoque dedutivo e comparativo na análise dos níveis de degradação e das classes de uso das terras, baseando-se na interpretação visual de imagens digitais que tem por base o Método Sistemático desenvolvido por Veneziani e Anjos (1982).

Esta metodologia consiste em uma sequência de etapas lógicas e sistemáticas que independem do conhecimento prévio da área e da utilização das chaves fotointerpretativas (SILVA, 2011).

Deve-se considerar a importância na utilização de imagens ou qualquer outro produto de sensoriamento remoto, a análise visual deve ser acompanhada de outros dados sobre a região da área de estudo, devendo-se associar ao processo de informação com um todo, por exemplo, dados bibliográficos sobre a região, trabalhos de campo, dados socioeconômicos, censitários, a fim de que se possam compatibilizar as informações fornecidas pelas imagens com a realidade terrestre (SILVA, 2011).

A análise visual de imagens procede de um estudo comparativo entre as propriedades textuais a que cada fenômeno espacial assume nas diversas cenas registradas, associando diferentes níveis de reflectância aos diversos fenômenos, época de aquisição das imagens relacionadas com os alvos espectrais (SILVA, 2011).

Assim, a identificação das unidades e/ou classes temáticas se fundamenta no estudo isolado dos diversos elementos de interpretação e, em seguida, na observação conjunta desses elementos (padrão, drenagem, relevo, tonalidade, textura fotográfica e uso da terra), sendo gerados os mapas de interpretação preliminar, os quais são complementados pelo trabalho de campo (SILVA, 2011).

5.4 TRABALHO DE CAMPO

O trabalho de campo teve como objetivo validar os dados obtidos no processamento digital das imagens TM/Landsat-5 e Landsat-8. Durante a pesquisa foi realizado o registro fotográfico da área de estudo. Os pontos coletados foram georreferenciados por um aparelho GPS (*Garmim Etrex 20*). Nesta fase, estabeleceu-se um roteiro visando o reconhecimento geral da área de estudo em função do mapeamento preliminar nas unidades ambientais, reconhecidas nas imagens orbitais.

O trabalho de campo foi realizado em duas etapas:

1. Reconhecimento de campo - Nessa etapa foram identificadas questões ambientais relativas ao solo, vegetação, recursos hídricos, relevo, degradação e uso das terras, para subsidiar a fotointerpretação e o processamento digital de imagens, fazendo-se descrições da paisagem, registro fotográfico e georreferenciamento dos dados. Nesta fase, ocorreu um maior aprofundamento do conhecimento sobre a realidade da área de estudo, com observações pontuais sobre os níveis de degradação das terras e da cobertura vegetal e uso da terra.

2. Questionários semiestruturados - Essa etapa consistiu na aplicação do diagnóstico das vulnerabilidades e dos questionários sobre a percepção ambiental no entorno da bacia hidráulica do Açude Jatobá II. A coleta de dados permitiu a elaboração do diagnóstico socioeconômico e ambiental da área da bacia e a definição das vulnerabilidades. Além disso, possibilitou a coleta de informações sobre o nível de percepção ambiental dos moradores do entorno da bacia hidráulica.

5.5 ANÁLISE DAS CLASSES DE USO DO SOLO E DEGRADAÇÃO DAS TERRAS

A identificação das classes de uso das terras e dos níveis de degradação realizou-se por meio do processamento digital de imagens de satélite (TM/Landsat-5 e Landsat-8), fundamentada em métodos fotointerpretativos com base no comportamento de reflectância espectral e trabalho de campo.

Para realização do mapeamento das classes de uso do solo e degradação das terras foram utilizadas as seguintes classes de vegetação: densa, semidensa, rala, rala + solo exposto e solo exposto, além disso, quantificou-se os corpos d'água superficiais. As classes de cobertura vegetal mais críticas e os níveis mais graves de degradação estão associados às tonalidades de cinza mais escura detectadas na banda 4 das imagens, entretanto, as classes mais preservadas e os níveis mais baixos estão associados às tonalidades de cinza mais claras.

O levantamento da cobertura vegetal e da degradação ocorreu em dois períodos distintos 1985 e 2015, permitindo observar se houve nesse intervalo o comprometimento da vegetação e do solo, bem como, avaliar o aumento ou diminuição das áreas antropizadas, ou seja, que sofreram interferência do homem.

A elaboração do mapa preliminar permitiu a verificação e classificação da degradação em campo com base nas características ambientais em conformidade com os indicadores de condições de vegetação, uso da terra, tipo de erosão, presença de detritos orgânicos na superfície do solo.

Assim, a análise das classes de uso das terras e da degradação apresentaram seis níveis de degradação ambiental definidos como: muito grave, grave, moderado/grave, moderado, moderado/baixo, baixo (Tabela 6). Cada nível possui características físicas distintas (BARBOSA et al., 2005).

Tabela 6 - Indicadores fotointerpretativos utilizados na análise das classes de uso do solo e degradação das terras.

Indicadores	Características	Níveis de Degradação
Vegetação	Muito rala a inexistente. Raquitismo da vegetação que não consegue se desenvolver. Praticamente sem exemplares da fauna, como pássaros, pequenos roedores e répteis.	Muito Grave
Uso da Terra	Terras abandonadas.	
Erosão	Acentuada. Em relevo plano predomina a erosão laminar. Em declividades mais acentuadas surgem sulcos e voçorocas.	
Detritos orgânicos na superfície	Ausentes.	
Densidade populacional	Baixa a muito baixa.	
Vegetação	Rala, porte predominante arbustivo com poucos exemplares arbóreos.	Grave
Uso da Terra	Áreas de vegetação nativa intercaladas com áreas de cultura e pastagem. Pecuária extensiva e semiextensiva.	
Erosão	Acentuada. Em áreas de relevo plano a suave ondulado predomina erosão laminar. Em relevo mais declivoso podem aparecer sulcos em alguns pontos ravinas e voçorocas.	
Detritos orgânicos na superfície	Poucos, nas áreas de vegetação nativa.	
Densidade populacional	Média a média alta. Migração.	
Vegetação	Densidade média, porte predominante arbustivo com exemplares arbóreos.	Moderado Grave; Moderado; Moderado Baixo
Uso da Terra	Vegetação nativa, pecuária extensiva, agricultura de sequeiro e pequena irrigação.	
Erosão	Moderada, laminar com ou sem a presença de sulcos insipientes.	
Detritos orgânicos na superfície	Presente em quantidade média.	
Densidade populacional	Média a alta.	
Vegetação	Densidade alta, porte arbóreo e arbustivo.	Baixo
Uso da Terra	Vegetação nativa, culturas agrícolas, pastos, pecuária extensiva em pequena escala. Manejo florestal.	
Erosão	Baixa, laminar. Ausência de sulcos.	
Detritos orgânicos na superfície	Quantidade de média a alta	
Densidade populacional	Baixa a Média.	
Vegetação	Densidade alta a muito alta, porte predominantemente arbóreo e arbustivo.	Muito Baixo
Uso da Terra	Vegetação nativa.	
Erosão	Ausente	
Detritos orgânicos na superfície	Quantidades expressivas, presença de gramíneas e herbáceas.	
Densidade populacional	Muito baixa ou nula.	

Fonte: Adaptado de Barbosa et al., (2005).

5.6 DIAGNÓSTICO SOCIOECONÔMICO (VULNERABILIDADES) E PERCEPÇÃO AMBIENTAL

Para avaliar as vulnerabilidades e a percepção ambiental da população do entorno da bacia hidráulica do açude Jatobá II, foram aplicados 14 questionários (APÊNDICE), a 10% do total dos moradores residentes no entorno da bacia. No período de realização da pesquisa, que ocorreu entre os meses de dezembro de 2015 e abril/maio de 2016, a área objeto de estudo estava sem Agente Comunitário de Saúde (ACS).

O levantamento das condições socioeconômicas e ambientais e da percepção ambiental ocorreu através de visitas à comunidade por meio da aplicação de questionários semiestruturados contendo questões abertas e fechadas, além disso, realizou-se levantamentos censitários. A coleta de dados permitiu a elaboração do diagnóstico das vulnerabilidades socioeconômica e ambiental e da percepção ambiental dos moradores acerca das questões ambientais.

O diagnóstico das vulnerabilidades socioeconômica e ambiental seguiu a metodologia utilizada por Rocha (1997) para o Rio Grande do Sul e adaptada por Araújo (2002), Silva (2002), Moraes (2003), Alencar (2004), Sousa (2007), Duarte (2008) dentre outros, para o semiárido paraibano.

Para determinação das vulnerabilidades utilizou-se a classificação sugerida por Barbosa (1997), dividida em quatro classes (Tabela 7), as quais variam de zero (vulnerabilidade nula) até 100% (vulnerabilidade máxima).

Tabela 7- Classes de Vulnerabilidades utilizadas no diagnóstico socioeconômico e ambiental da população do entorno da bacia hidráulica do açude Jatobá II em Princesa Isabel-PB.

Baixa	Moderada	Alta	Muito Alta
0-15	16-30	31-45	>45

Fonte: Barbosa (1997).

As vulnerabilidades são caracterizadas da seguinte forma:

- i) **Baixa**: maior capacidade de suporte e superação pós-desastre;
- ii) **Moderada**: apesar do impacto pelo desastre, capacidade de suportar os prejuízos superiores à faixa seguinte;
- iii) **Alta**: menor capacidade de suporte e superação pós-desastre;
- iv) **Muito alta**: estado permanente de debilidade socioeconômica, acentuada, no caso do semiárido, pelas ocorrências da seca.

O cálculo das vulnerabilidades foi realizado através da seguinte equação:

$$V = ax + b$$

V = vulnerabilidade variando de zero (nula) até 100 (máxima);

a e b = constantes para cada fator;

x = valor significativo encontrado.

A cada uma das variáveis atribuiu-se um valor de 1 a 5, 1 a 6, etc., de acordo com a subdivisão da variável em atenção à sua importância. O valor maior do código representa a maior degradação e o valor menor representa a menor degradação. Os valores significativos encontrados (codificação significativa de maior frequência) foram analisados entre os valores mínimos e máximos de codificação. A tabulação teve a finalidade de agrupar os códigos e repetir aqueles de maior frequência (maior ocorrência), a "moda".

Além disso, foi utilizado o programa *EXCELL* para criação dos gráficos da Percepção Ambiental.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 DEGRADAÇÃO AMBIENTAL DAS TERRAS NO MUNICÍPIO DE PRINCESA ISABEL-PB: COMPOSIÇÕES MULTIESPECTRAIS AJUSTADAS (CMA)

As atividades humanas têm provocado inúmeras consequências a natureza, o uso acelerado dos recursos naturais tem gerado pressão sobre o ambiente que fica vulnerável a ação do clima. Tais atividades modificam a paisagem, prejudicando os ecossistemas necessários para a manutenção ambiental.

O uso e ocupação das terras intensificam a erosão, a lixiviação e altera a cobertura vegetal, tornando esses processos acentuados e frequentes. Esses processos são intensificados por meio de vários fatores como: o clima, tipo de solo, relevo e cobertura vegetal. A alteração destes fatores provoca desequilíbrio ambiental, afetando diretamente os ecossistemas presentes no ambiente.

A degradação ambiental no município de Princesa Isabel ocorrida nos últimos 30 anos está evidenciada nas imagens das Composições Multiespectrais Ajustadas (CMA). A comparação da CMA para as passagens dos anos de 1985 e 2015 mostram diferenças nas imagens (Figura 11). As áreas com baixos índices de vegetação, solo exposto/ausência de vegetação, estão identificadas pela cor magenta. As áreas com tom esverdeado mais claro mostram que há umidade presente nas folhas ou que a vegetação é densa, porém, as áreas que possuem uma tonalidade verde mais escuro demonstra que a vegetação está sob estresse hídrico. Além disso, existem diferenças nas tonalidades de verde da CMA também em função do tipo de vegetação.

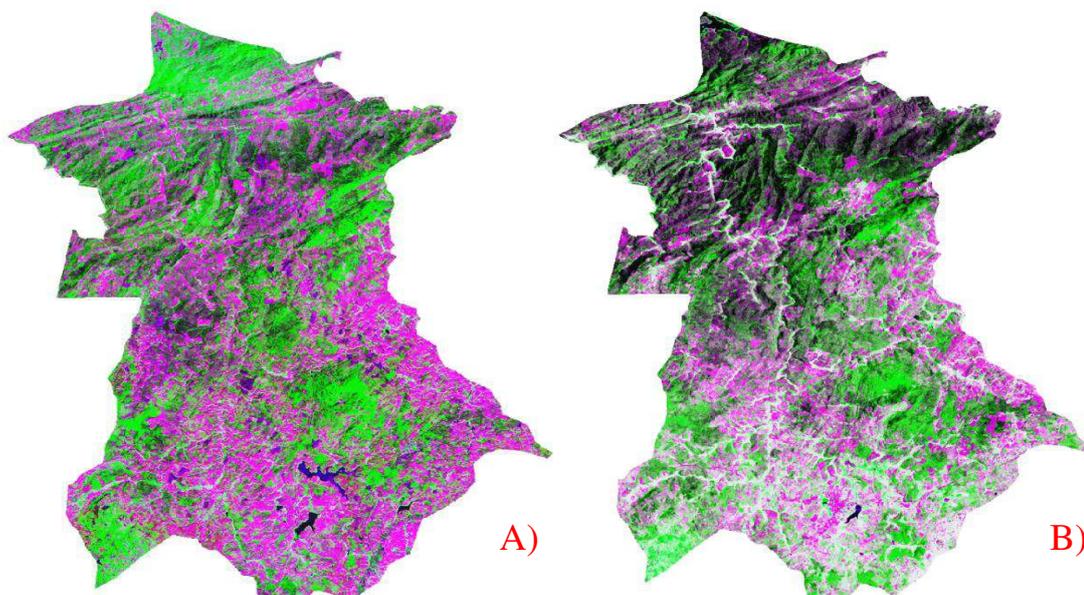


Figura 11- Composições Multiespectrais Ajustadas (CMA): A) 1985 (Landsat 5) e B) 2015 (Landsat 8). Fonte: A autora (2016).

A composição de 1985 (A), mostra que a vegetação foi reduzida em muitas áreas do município, isso ocorreu devido a prática da agricultura que nessa época era intensa. Nessa mesma composição é possível observar a presença de manchas bem visíveis na área municipal, que são provindas de queimadas, sendo estas bastante realizadas nesse período do ano (outubro e novembro) para "limpar" a área.

A composição de 2015 (B), mostra uma situação bem diferente em relação a vegetação, que está regenerada em muitas áreas, onde na composição de 1985 (A) eram utilizadas para a agricultura (Figura 12).



Figura 12- A) Área com vegetação em regeneração e B) Áreas com vegetação parcialmente regenerada no município de Princesa Isabel-PB. Fonte: A autora (2016).

A regeneração da vegetação ocorreu devido a migração e/ou abandono das terras pelas famílias da zona rural, isso ocorreu por causa das secas constantes e também pela busca de melhores condições de vida e acesso aos serviços de saúde, emprego, etc. Em muitas áreas do município é possível verificar a existência de casas abandonadas ou em ruínas (Figura 13).



Figura 13- A) Casas abandonadas na zona rural e B) Ruínas de casas no município de Princesa Isabel-PB. Fonte: A autora (2016).

A migração das famílias do campo está relacionada a vários fatores, entre estes a seca, porém, muitas pessoas mesmo residindo na zona urbana, utilizam as terras para realizar a agricultura e a pecuária, gerando a exaustão do solo, através das técnicas agrícolas nocivas ao meio ambiente, tais como: desmatamento, queimadas, plantio semi direto, plantio morro abaixo, sobrepastoreio e compactação do solo por meio do pisoteio do gado (Figura 14). As práticas agrícolas utilizadas nessa região são tradicionais passadas de pai para filho.

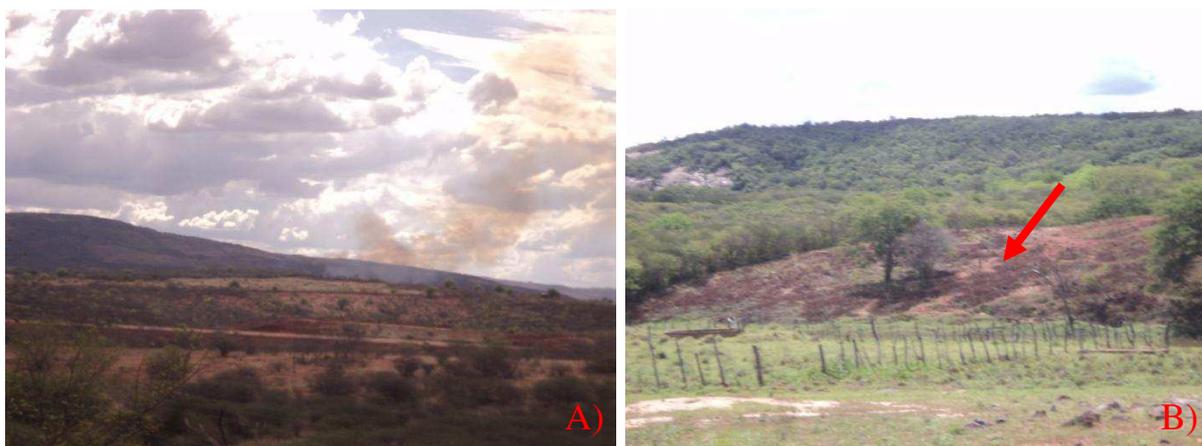


Figura 14- A) Queimadas realizadas durante o dia e B) Área desmatada para utilização na agricultura e pecuária. Fonte: A autora (2016).

As atividades agrícolas provocam diversos danos ao meio ambiente, bem como, desequilíbrio nos diversos ecossistemas da área. Na pesquisa de campo observou-se que os níveis de degradação moderada grave têm suas consequências atribuídas no geral a práticas não conservacionistas adotadas pelos agricultores, ocasionando na diminuição da vegetação no município, cujo objetivo é o aumento da área agricultável e a expansão da pecuária. Essas práticas contribuem significativamente para a ocorrência de áreas com solo exposto caracterizadas nas imagens CMA na cor magenta, favorecendo os núcleos de degradação.

6.1.1 Mapas digitais dos níveis de degradação das terras do município de Princesa Isabel-PB

Os mapas dos níveis de degradação das terras, obtidos com base em imagens TM/Landsat-5 e TM/Landsat-8, processadas no SPRING 5.3 e o trabalho de campo permitiram avaliar o incremento positivo e negativo da degradação das terras que compreende ao período de 1985 e 2015 (Figuras 15 e 16).

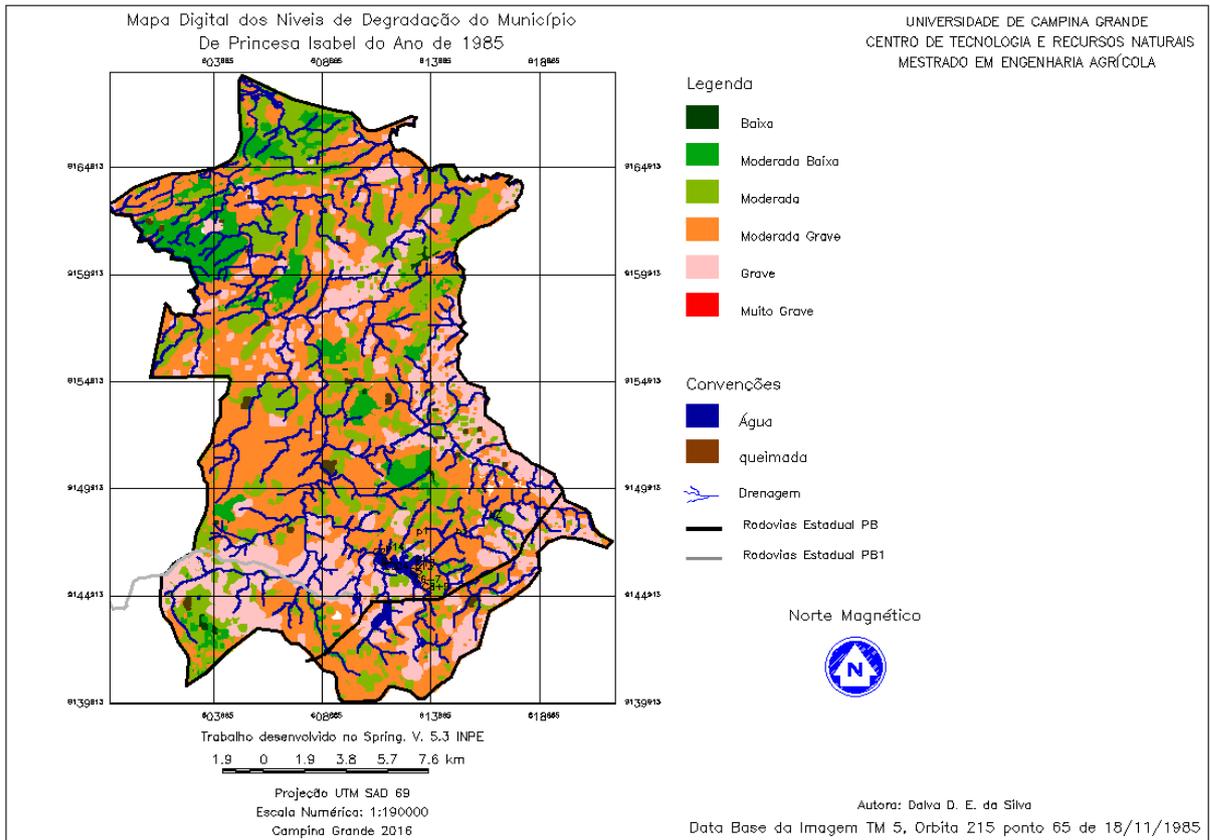


Figura 15- Mapa digital dos níveis de degradação do município de Princesa Isabel-PB no ano de 1985. Fonte: A autora (2016).

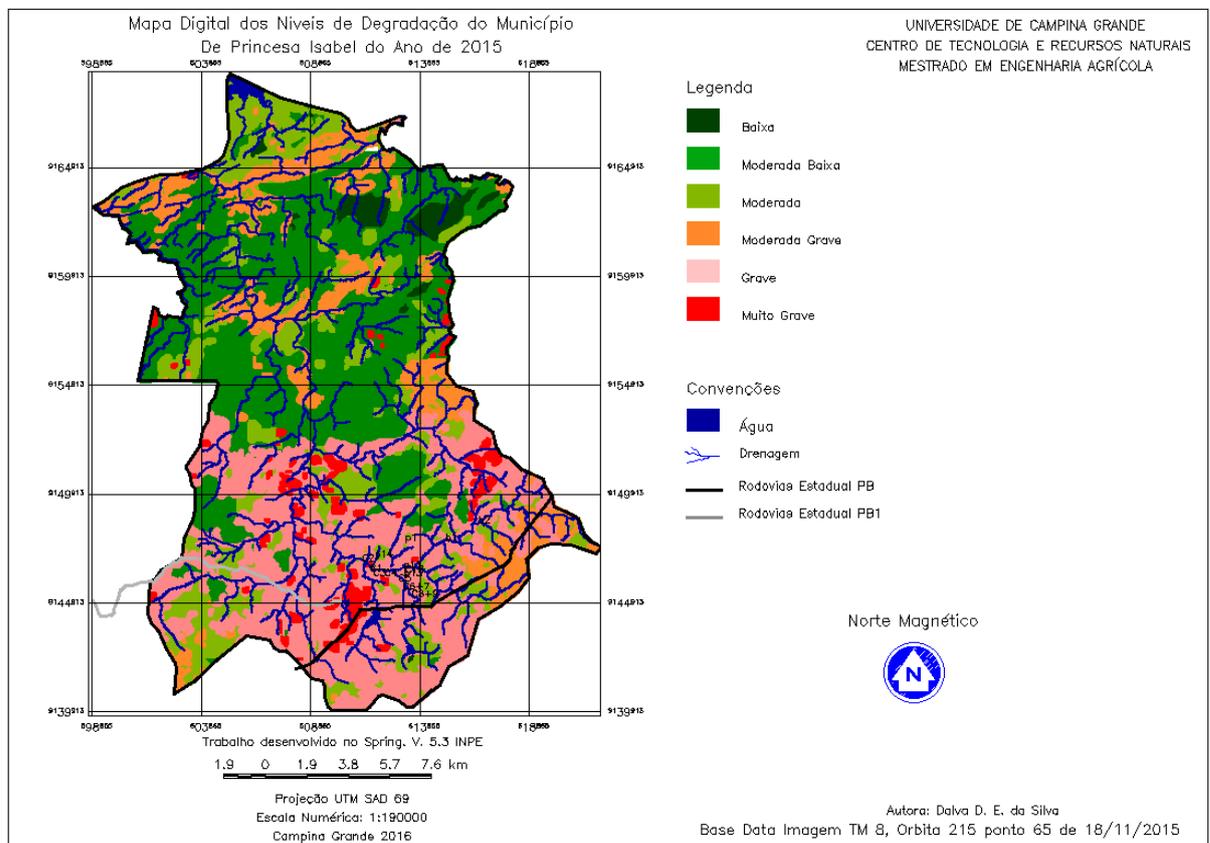


Figura 16- Mapa digital dos níveis de degradação do município de Princesa Isabel-PB no ano de 2015. Fonte: A autora (2016).

Nesse estudo, foram caracterizados seis níveis de degradação ambiental: Baixo, moderado baixo, moderado, moderado grave, grave e muito grave, além disso, foram quantificados os corpos d'água e as queimadas presentes nas imagens. O mapeamento possibilitou determinar o aumento ou diminuição das áreas em processo de degradação ambiental. Os dados indicam que o maior incremento da degradação ambiental ocorreu no ano de 1985.

Os valores apresentados (Tabela 8), mostram o comportamento evolutivo dos níveis de degradação das terras que variaram no intervalo de 30 anos. Neste período, os níveis de degradação moderada e moderada grave tiveram redução nos percentuais, enquanto, os outros níveis tiveram ampliação.

Tabela 8- Quantificação dos níveis de degradação das terras do município de Princesa Isabel no período de 1985 a 2015.

Níveis de degradação	1985		2015		Incremento 1985-2015 Km ²
	Área (Km ²)	%	Área (Km ²)	%	
Degradação Baixa	2,2	0,6	10,0	2,7	+7,8
Degradação Moderada Baixa	35,8	9,7	139,9	38,1	+104,1
Degradação Moderada	88,0	23,9	68,7	18,7	-19,3
Degradação Moderada Grave	172,2	46,8	38,3	10,4	-133,9
Degradação Grave	67,2	18,3	101,3	27,6	+34,1
Degradação Muito Grave	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Água (Corpos d'água)	1,3	0,4	9,3	2,5	+8
Queimadas	1,0	0,3	0,0	0,0	-1
Total	367,7	100	367,5	100	

Fonte: A autora (2016).

Os níveis de degradação moderada no ano de 1985 correspondiam ao percentual de 23,9%, enquanto, em 2015 esse mesmo tipo de degradação correspondeu a percentagem de 18,7%. No ano de 1985 a degradação moderada grave foi de 46,8%, no ano de 2015 essa mesma classe de degradação teve redução significativa passando para 10,4%.

O processo de degradação contribui com o aumento dos riscos de desertificação. Neste sentido, a modificação da paisagem chama a atenção, embora existam ainda muitas áreas com vegetação preservada no município.

As áreas degradadas no município apresentam uma variância em todos os níveis nos anos de 1985 e 2015, mesmo com a redução dos níveis de degradação moderada e moderada grave, os outros níveis de degradação (baixa, moderada baixa e grave) aumentaram (Figura 17).

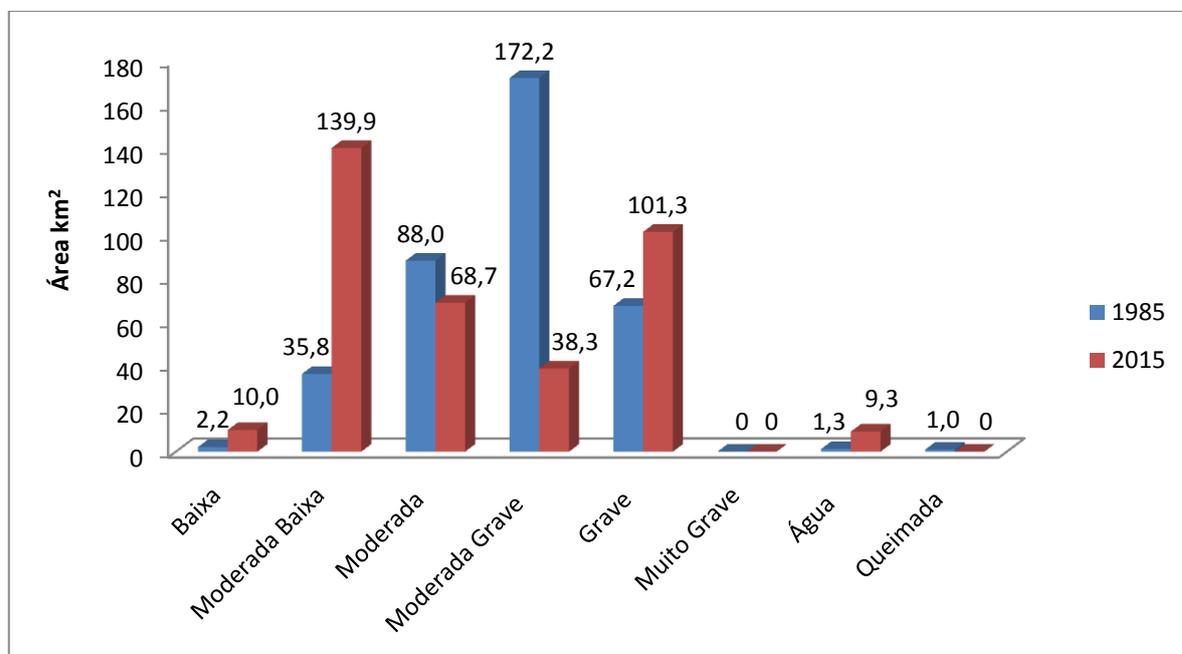


Figura 17- Representação gráfica dos níveis de degradação do município de Princesa Isabel-PB, para os anos de 1985 e 2015. Fonte: A autora (2016).

Os níveis de degradação baixa em 1985 estavam presentes em um área de 2,2 km², em 2015 essa área aumentou para 10 km². Essas são áreas com vegetação composta por jurema, marmeleiro entre outros exemplares (Figura 18).



Figura 18- A) Área com degradação baixa e presença de pastagens no município de Princesa Isabel-PB e B) Área serrana com degradação baixa e áreas agricultáveis nas proximidades. Fonte: A autora (2016).

Os níveis de degradação moderada baixa no ano de 1985 representavam área de 35,8 km², em 2015 aumentaram consideravelmente, passando para 139,9 km². Essas áreas estão

ocupadas por culturas temporárias ou vegetação em regeneração, geralmente são áreas destinadas a agricultura de sequeiro. As principais culturas permanentes plantadas e/ou cultivadas observadas na área municipal são: bananeira, goiabeira, mangueira, cajueiro, entre outros. As culturas temporárias são: feijão, milho, mandioca etc. Estas culturas são muitas vezes cultivadas em consórcio com a palma forrageira (Figura 19).



Figura 19- A) Culturas consorciadas - milho, feijão e palma e B) Culturas com milho e feijão cultivadas no município. Fonte: A autora (2016).

A degradação moderada no ano de 1985 era de 88,0 km², em 2015 houve redução da área para 68,7 km² (Figura 20), neste sentido, os níveis de degradação moderada na área tiveram diminuição com o passar do tempo.



Figura 20- A) Área íngreme com vegetação utilizada para pastagem e B) Riacho com as margens desmatadas no município. Fonte: A autora (2016).

Os níveis de degradação grave identificados na área municipal também aumentaram e encontram-se em expansão. Em 1985 esse tipo de degradação equivalia a 67,2 km², enquanto, que em 2015 os níveis aumentaram passando para 101,3 km². Os solos expostos e a falta de cobertura orgânica contribuem para a ocorrência da erosão. A pecuária extensiva acelera a

degradação, o sobrepastoreio torna essas áreas mais vulneráveis as intempéries. Outro fator é o abandono de áreas agricultáveis com exaustão do solo e migração para outras áreas que se mantinham preservadas (Figura 21).



Figura 21- A) Área desmatada com degradação grave e B) Área degradada com desmatamento e solo exposto no município. Fonte: A autora (2016).

De acordo com os dados obtidos nos mapas dos níveis de degradação, não foram registrados índices de degradação muito grave na área municipal entre os anos de 1985 e 2015.

Além do trabalho de campo, torna-se importante correlacionar os dados publicados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), com relação à utilização das terras no município de Princesa Isabel, o qual apresenta área com terras degradadas (erodidas, desertificadas, salinizadas, etc) que contabilizam 52 hectares, as terras inaproveitáveis para a agricultura ou pecuária (pântanos, areias, pedreiras, etc) correspondem a 395 hectares, a área equivalente aos sistemas agroflorestais (espécies florestais com lavoura e pastagem animal) com 4.751 hectares, as lavouras permanentes possuem 108 hectares, enquanto, que as lavouras temporárias representam 4.145 hectares (Tabela 9).

Tabela 9- Uso das terras por hectares no município de Princesa Isabel-PB.

UTILIZAÇÃO DAS TERRAS					
Município Princesa Isabel	Terras degradadas (erodidas, desertificadas, salinizadas, etc)	Terras inaproveitáveis para a agricultura ou pecuária (pântanos, areias, pedreiras, etc)	Sistemas Agroflorestais (Espécies florestais com lavoura e pastagem animal)	Lavouras permanentes	Lavouras temporárias
	52	395	4.751	108	4.145

Fonte: IBGE (2006).

No município os produtores utilizam práticas agrícolas que prejudicam e degradam o meio ambiente, sendo o desmatamento e as queimadas bastante realizados nessa região. As queimadas ocuparam uma área de 1,0 km², com porcentagem de 0,3% no ano de 1985. Nos dados obtidos nas imagens do ano de 2015 não foram registradas queimadas. Esse dado é contraditório, pois *in loco* foi possível registrar e observar que as queimadas ainda são muito realizadas, principalmente no período que antecede o preparo do solo (Figura 22).



Figura 22- A) Área com "coivaras"³ e B) Queimadas no município de Princesa Isabel-PB. Fonte: A autora (2016).

Após a colheita, o que sobra da cultura é destinado a alimentação dos bovinos, caprinos e ovinos. Em outros casos após a colheita a área agrícola é destinada a plantação de pastagens/capim para alimentação animal ou abandonadas (Figura 23), voltando a ser utilizadas no período chuvoso, onde é realizado todo o processo de preparo do solo para a agricultura.



Figura 23- A) Área com pastagem e B) Área desmatada para utilização agrícola no município de Princesa Isabel-PB. Fonte: A autora (2016).

³ Coivara é uma técnica que consiste em derrubar e queimar a vegetação (BELTZ, 2012).

Os dados fornecidos pelo IBGE (2006) mostram que as áreas com pastagem natural correspondem a 2.156 hectares, as pastagens degradadas representam 188 hectares, as pastagens plantadas em boas condições equivalem a 1.932 hectares, as lavouras com áreas plantadas com forragens para corte possuem 210 hectares, enquanto, os tanques, lagos, açude/ou área de águas públicas para exploração da aquicultura equivalem a 72 hectares (Tabela 10).

Tabela 10- Uso das terras do município de Princesa Isabel-PB, para pastagens naturais, pastagens degradadas, pastagens plantadas em boas condições, lavouras com áreas plantadas com forragens para corte e tanques, lagos, açudes/ou área de águas públicas para exploração da aquicultura.

UTILIZAÇÃO DAS TERRAS					
Município Princesa Isabel	Pastagens Naturais	Pastagens degradadas	Pastagens plantadas em boas condições	Lavouras - área plantada com forragens para corte	Tanques, lagos, açudes/ou área de águas públicas para exploração da aquicultura
	(ha)				
	2.156	188	1.932	210	72

Fonte: IBGE (2006).

As áreas agricultáveis foram reduzidas no período de 1985 a 2015. Os diferentes níveis de degradação das terras analisados foram ocasionados pelas atividades do homem e intensificadas pela ação do clima. A agricultura ainda é a principal atividade realizada, seguida da prática da pecuária, ambas intensificam e provocam degradação ambiental.

6.1.2 Mapas digitais das classes de vegetação e uso do solo do município de Princesa Isabel-PB

Os mapas de cobertura vegetal representam a distribuição espacial das classes de vegetação do município para os anos de 1985 e 2015 (Figura 24 e 25). O uso e ocupação do solo de forma inadequada e desordenada influencia diretamente na redução da cobertura vegetal, além disso as atividades como a agricultura e a pecuária extensiva contribuem para o agravamento da situação.

A composição de 1985 apresenta uma menor predominância de áreas verdes em todo o município e muitas áreas com solo exposto. Na composição de 2015 as áreas verdes predominam na maior parte do município, indicando que houve regeneração da vegetação. Percebe-se que houve uma ampliação das áreas verdes na composição de 2015, havendo redução nas áreas de solo exposto.

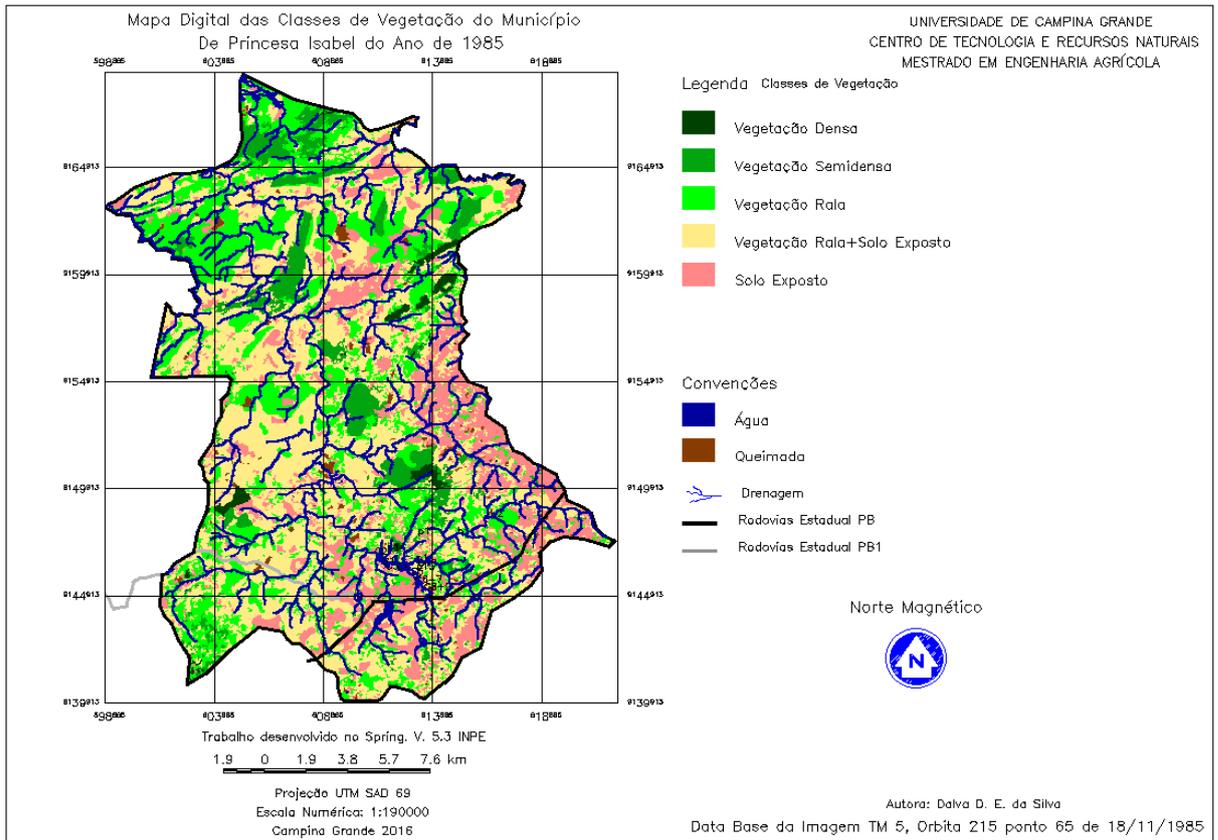


Figura 24- Mapa digital das classes de vegetação do município de Princesa Isabel para o ano de 1985. Fonte: A autora (2016).

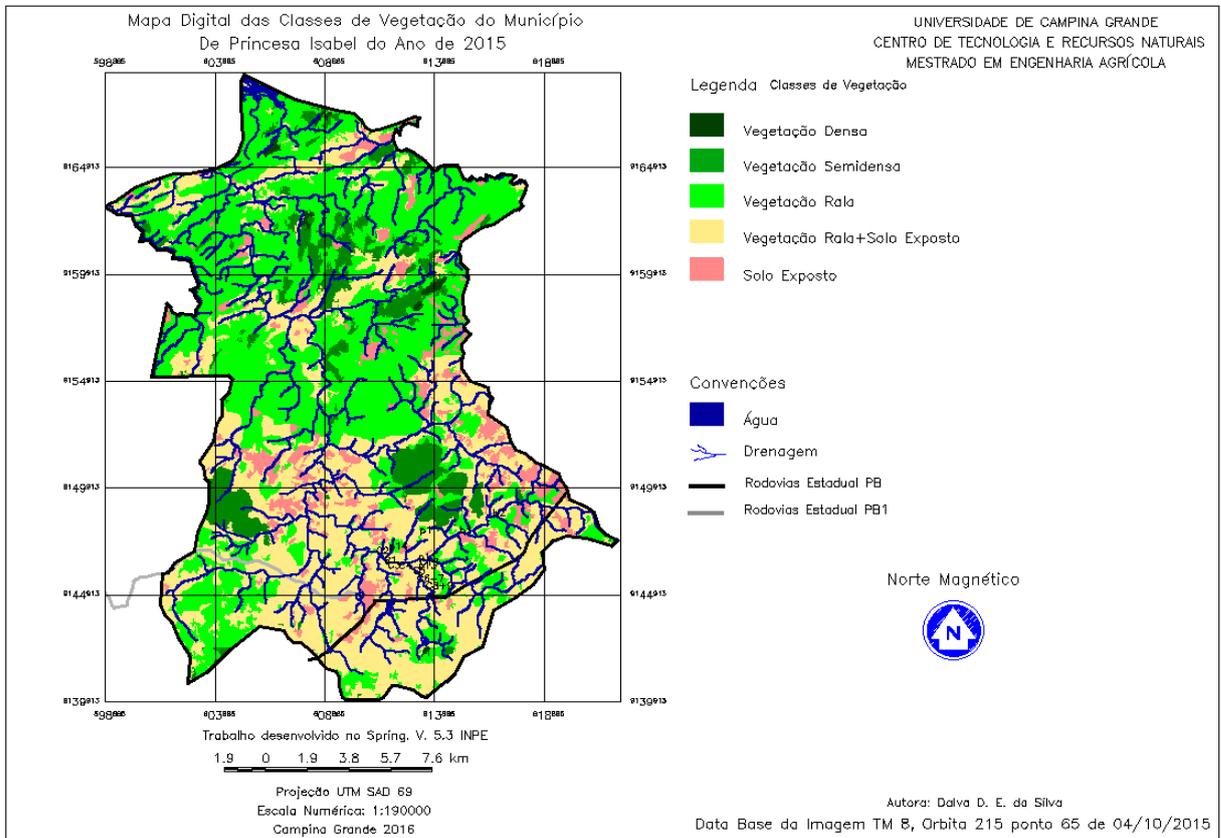


Figura 25- Mapa digital das classes de vegetação do município de Princesa Isabel para o ano de 2015. Fonte: A autora (2016).

As classes de cobertura vegetal consideradas no estudo foram as seguintes: densa, semi-densa, rala, rala + solo exposto e solo exposto (Tabela 11).

Tabela 11- Quantificação da cobertura vegetal do município de Princesa Isabel-PB, para o período de 1985 e 2015.

Vegetação	1985		2015		Incremento 1985-2015 Km ²
	Área (Km ²)	%	Área (Km ²)	%	
Vegetação Densa	4,2	1,2	1,6	0,4	-2,6
Vegetação Semi-Densa	31,6	8,7	31,7	8,6	+0,1
Vegetação Rala	92,2	25,4	164,1	44,6	+71,9
Vegetação Rala+ Solo Exposto	164,4	45,2	141,5	38,5	-22,9
Solo Exposto	69,1	19,0	28,0	7,6	-41,1
Água (Corpos d'água)	1,9	0,5	1,0	0,3	-0,9
Total	363,4	100	367,9	100	

Fonte: A autora (2016).

Os dados indicam que houve um aumento nas classes de vegetação semi-densa e rala, em contrapartida as demais classes de vegetação densa, rala + solo exposto e solo exposto, tiveram redução da área com cobertura vegetal. Essa diminuição nas classes de vegetação no ano de 2015, ocorreu pelo abandono das terras, devido a migração das famílias da zona rural para a zona urbana, este fato contribuiu para a regeneração da vegetação.

A vegetação é muito importante, uma vez que protege o solo contra a ação da chuva, evitando a erosão. De acordo com Farias (2012) um solo sem cobertura vegetal está vulnerável a degradação.

O uso e a exploração das terras para a agropecuária ocorreram de forma intensa nessa região no decorrer dos anos 80, onde as técnicas agrícolas eram realizadas de forma inadequada, ocasionando em exaustão do solo. O uso de técnicas agrícolas inadequadas permanecem até hoje, causando sérios danos aos ecossistemas.

A pecuária extensiva é outra atividade bastante realizada, onde a vegetação densa e semi-densa são substituídas por pastagens, com isso, tem-se o aumento das áreas com vegetação rala e rala + solo exposto no município (Figura 26).

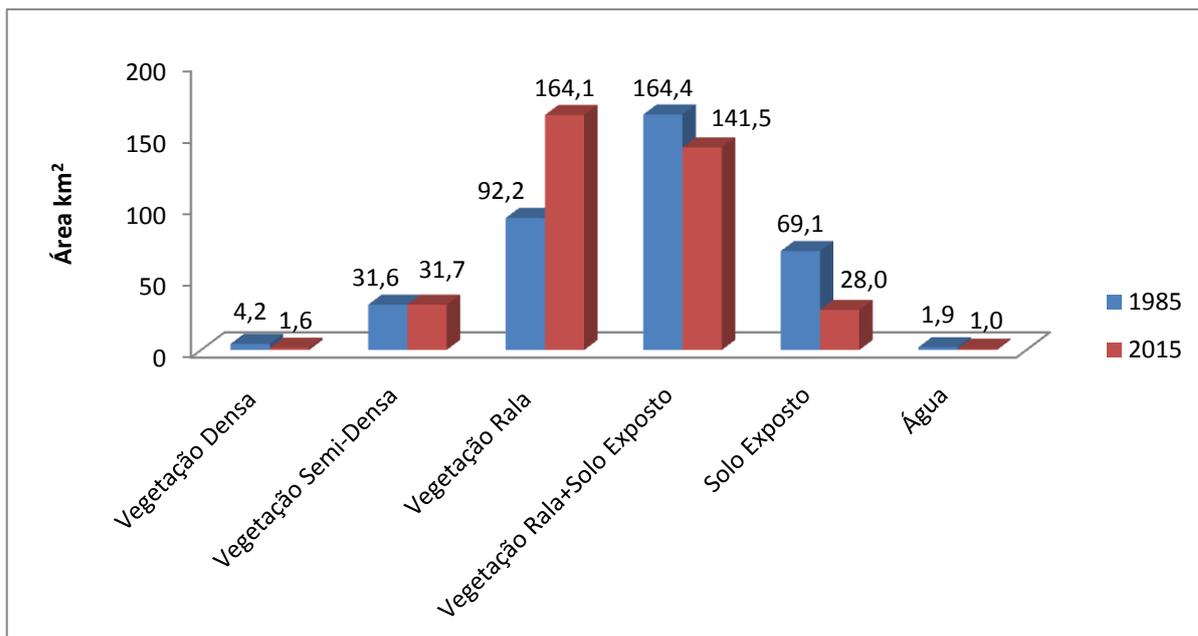


Figura 26- Evolução das classes de cobertura vegetal do município de Princesa Isabel-PB. Fonte: A autora (2016).

Em 1985 a vegetação densa representava uma área de 4,2 km², entretanto, em 2015 essa área teve um decréscimo, estando com 1,6 km², o incremento para essa classe de vegetação foi negativo de 3 km².

No município as áreas com vegetação densa estão sendo desmatadas para expansão da pecuária extensiva, principalmente nas proximidades de riachos (Figura 27), provocando alteração na paisagem.



Figura 27- A) Vegetação densa e B) Vegetação densa com pastagem nas proximidades. Fonte: A autora (2016).

A vegetação semi-densa cuja área era de 31,6 km² no ano de 1985, apresentou para essa mesma classe de vegetação área de 31,7 km². O incremento para essa classe de vegetação foi positivo de 1 km². Isso ocorreu devido a diminuição da vegetação densa que passou a incorporar a área com vegetação semi-densa (Figura 28).



Figura 28- A) Vegetação semi-densa e B) Vegetação semi-densa com pastagem. Fonte: A autora (2016).

Em 1985 a área com cobertura vegetal rala correspondia a 92,2 km², em 2015 a área com essa classe de vegetação aumentou para 164,1 km². O incremento foi positivo de 71,9 km², sendo o uso do solo para a agricultura a principal causa (Figura 29).

Esse aumento dos valores da classe de vegetação rala são preocupantes, tendo em vista que pode haver um crescimento nos níveis de degradação grave comprometendo o uso da área ao ampliar as chances de desertificação.



Figura 29- A) Vegetação rala utilizada como pastagem para animais e B) Vegetação rala em regeneração. Fonte: A Autora (2016).

Os dados indicam que no ano de 1985, a vegetação rala + solo exposto correspondia a 164,4 km², no ano de 2015 a cobertura vegetal da área foi reduzida para 141,5 km². O incremento foi negativo de 22,9 km². A redução da área com vegetação rala + solo exposto contribuiu para o aumento da área com vegetação rala (Figura 30).



Figura 30- A) Vegetação rala + solo exposto e B) Área com vegetação rala + solo exposto abandonada no município. Fonte: A autora (2016).

Os valores obtidos para o ano de 1985 mostram áreas com solos expostos equivalentes a 69,1 km², em 2015 essas áreas indicaram 28,0 km². O incremento para a classe solo exposto foi negativo de 41,1 km², havendo redução dessa classe (Figura 31).

A inexistência da cobertura vegetal gera prejuízos, deixando o solo desprotegido, outro fator contribuinte são as práticas incorretas de uso e manejo do solo. O solo desnudo está propício a ação das chuvas e dos ventos que ocasionam no arraste das partículas e da matéria orgânica presente no solo para outras áreas.

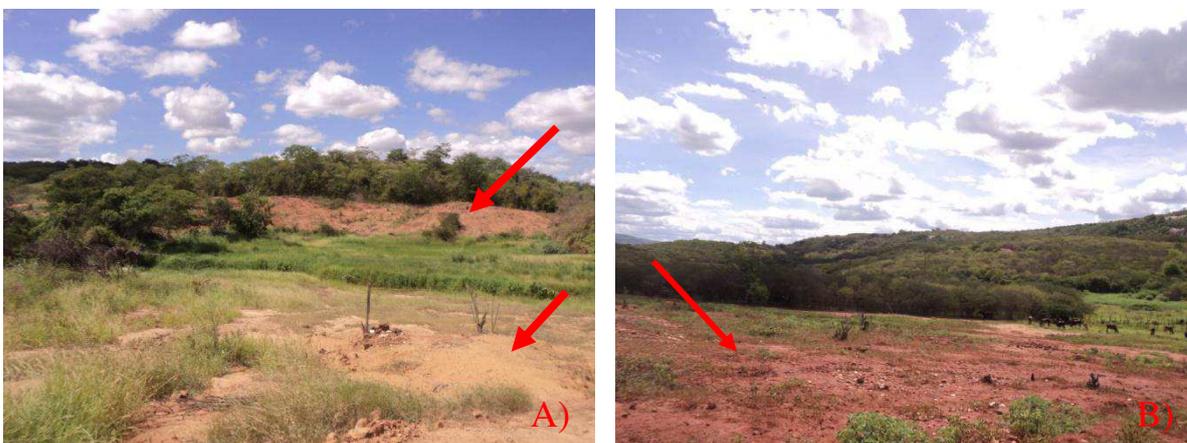


Figura 31- A) Áreas com solo exposto + vegetação rala e B) Área degradada com solo exposto no município. Fonte: A autora (2016).

O desmatamento é largamente realizado para a prática da agricultura. Atualmente, muitas áreas íngremes do município estão sendo utilizadas para essa finalidade. Para tanto, a devastação da caatinga e a substituição dos ambientes naturais por ambientes modificados alteram a biota.

6.2 DINÂMICA DA DEGRADAÇÃO AMBIENTAL DAS TERRAS NO ENTORNO DA BACIA HIDRÁULICA DO AÇUDE JATOBÁ II

6.2.1 Mapas digitais dos níveis de degradação das terras no entorno da bacia hidráulica do açude Jatobá II

Os mapas digitais equivalentes aos anos de 1985 e 2015 evidenciam a degradação das terras no entorno da bacia hidráulica do açude Jatobá II, nos últimos 30 anos (Figuras 32 e 33). Na composição de 1985 ocorreu predominância das áreas com degradação moderada grave, seguida de degradação grave. A composição de 2015 mostra que a degradação moderada grave aumentou predominando a área da bacia.

Percebe-se que em ambas as composições de 1985 quanto de 2015 existem pequenas áreas com degradação muito grave. Na composição de 1985 as áreas com esse tipo de degradação são poucas e estão representadas por pequenas áreas na cor vermelha. Na composição de 2015 a tonalidade vermelha indicando a degradação muito grave aparece nas imediações do açude Jatobá II, e na porção norte da bacia hidráulica. Os níveis de degradação para essa classe mostram-se mais acentuados em muitas áreas na porção central, sul e leste do município. Dessa forma, a degradação muito grave apresenta-se em maior quantidade na composição de 2015, mesmo possuindo maior predominância da vegetação em toda a extensão da área municipal. No entanto, essas áreas não foram quantificadas, por não apresentarem valores significativos.

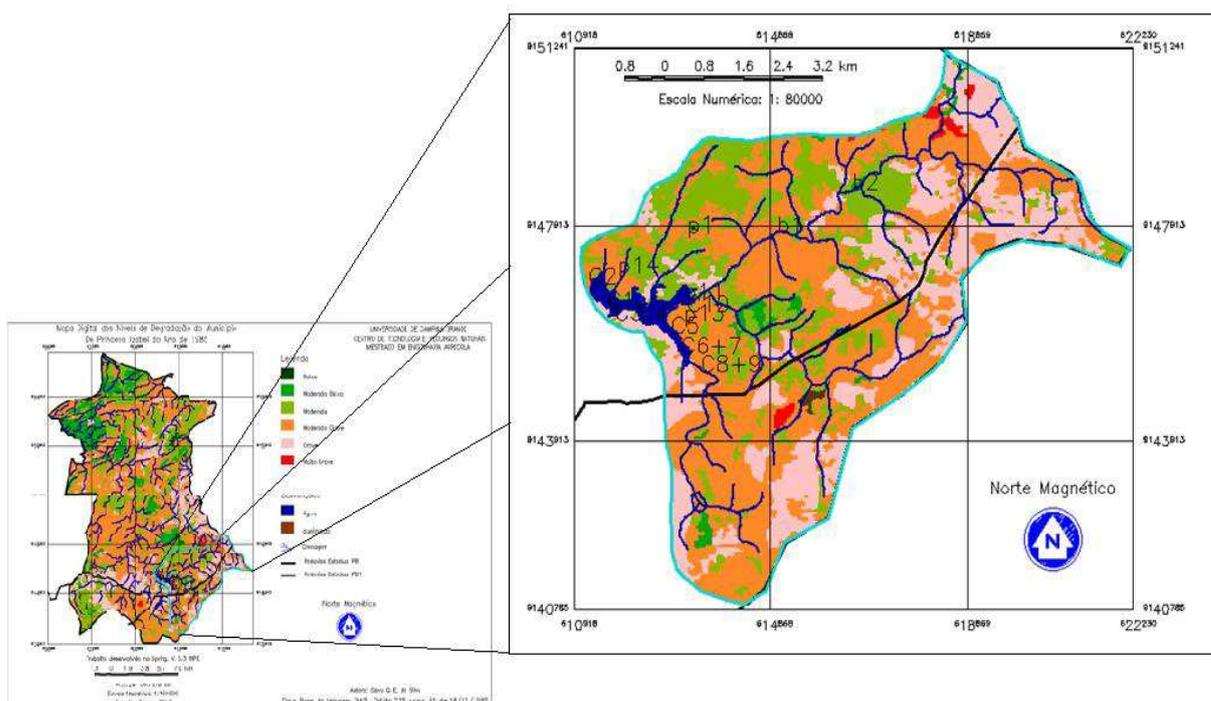


Figura 32- Mapa digital dos níveis de degradação das terras na bacia hidráulica do açude Jatobá II para o ano de 1985. Fonte: A autora (2016).

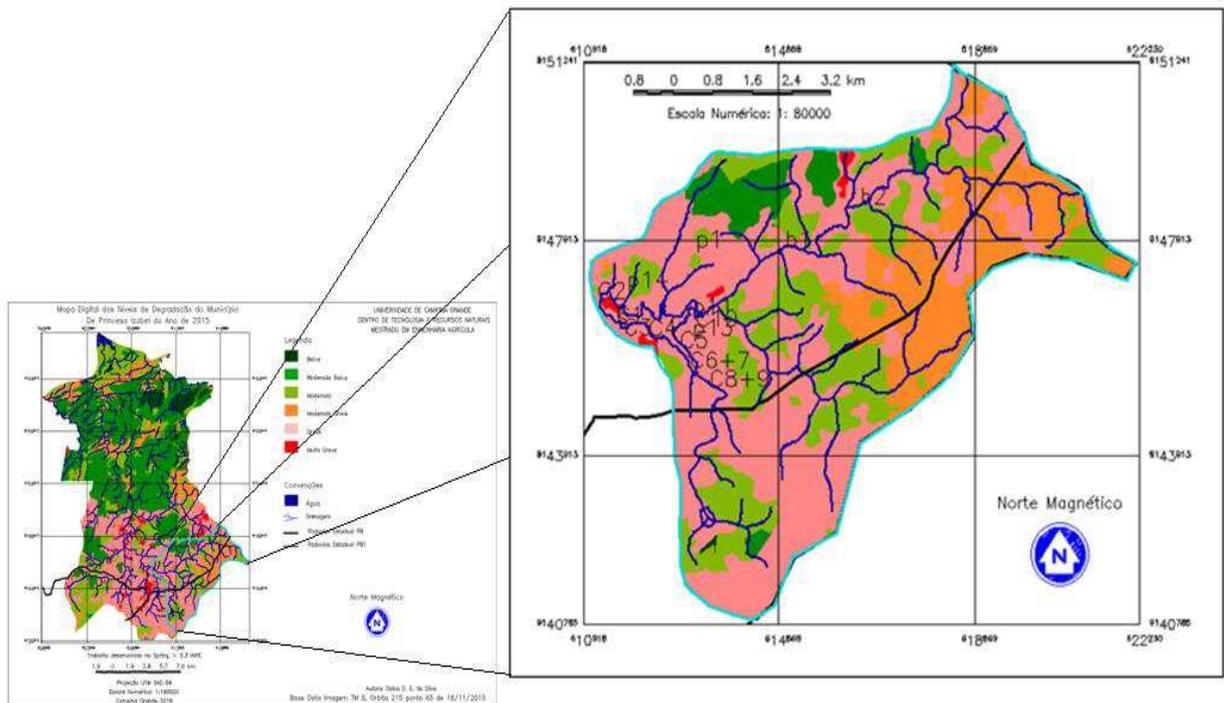


Figura 33- Mapa digital dos níveis de degradação das terras na bacia hidráulica do açude Jatobá II para o ano de 2015. Fonte: A autora (2016).

Os níveis de degradação no entorno da bacia hidráulica apresentaram aumento na degradação baixa, moderada baixa, moderada e grave, sendo que houve diminuição na degradação moderada grave e nos corpos d'água (Tabela 12).

Tabela 12- Quantificação dos níveis de degradação das terras na bacia hidráulica do açude Jatobá II, no período de 1985 a 2015.

Níveis de degradação	1985		2015		Incremento 1985-2015 Km ²
	Área (Km ²)	%	Área (Km ²)	%	
Degradação Baixa	0,0	0,0	0,1	0,2	+0,1
Degradação Moderada Baixa	0,8	1,6	2,9	5,8	+2,1
Degradação Moderada	10,7	21,4	11,7	23,4	+1
Degradação Moderada Grave	23,8	47,6	9,5	19	-14,3
Degradação Grave	13,3	26,6	25,5	51	+12,2
Água (Corpos d'água)	1,3	2,6	0,3	0,6	-1
Queimadas	0,1	0,2	-	-	-
Total	50	100	50	100	

Fonte: A autora (2016).

Na pesquisa de campo observou-se um aumento nos níveis de degradação moderada grave e grave, porém, destaca-se a degradação grave que teve um incremento positivo significativo (Figura 34). No município e no entorno da bacia hidráulica, os agricultores utilizam práticas não conservacionistas ou insustentáveis, prejudicando o solo e também as águas superficiais e subterrâneas.

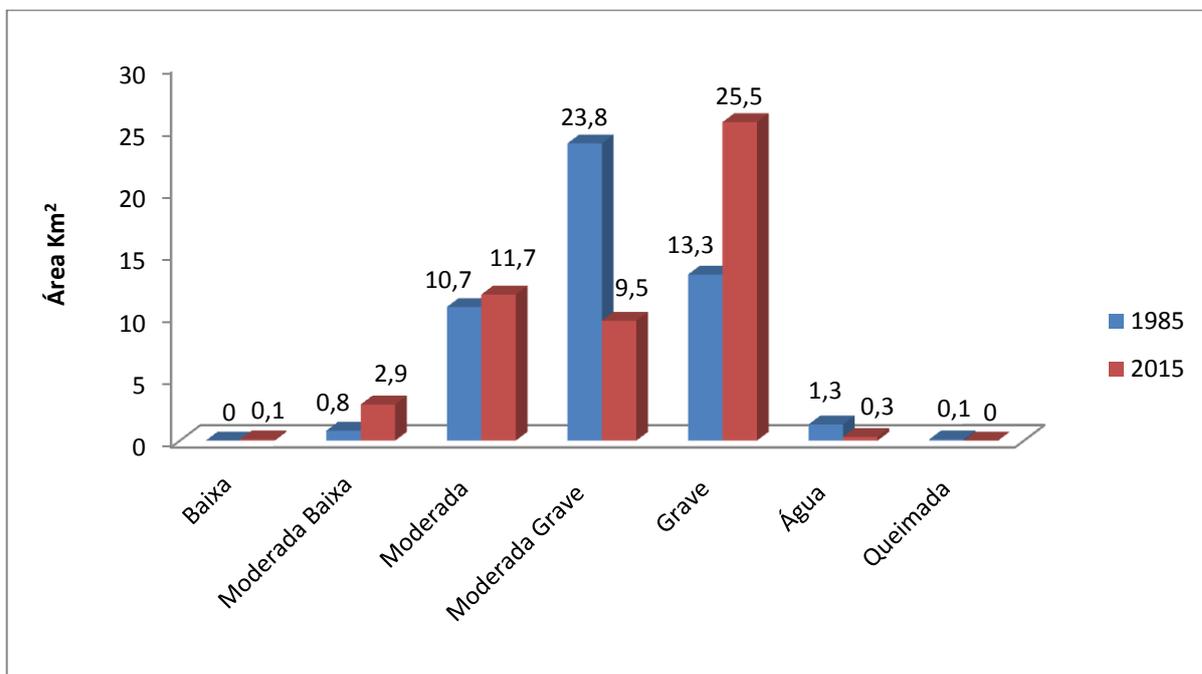


Figura 34- Representação gráfica dos níveis de degradação na bacia hidráulica do açude Jatobá II para os anos de 1985 e 2015. Fonte: A autora (2016).

Na composição do ano de 1985 foram registrados pouquíssimos pontos e/ou áreas com degradação baixa, não atingindo nem 0,1% da área, no entanto, no ano de 2015 a degradação baixa aumentou para uma área de 0,1 km². O incremento da área foi positivo de 0,1 km² (Figura 35).



Figura 35- A) Degradação baixa na área da bacia hidráulica do açude Jatobá II e B) Área com baixa degradação. Fonte: A autora (2016).

A degradação moderada baixa em 1985 equivalia a 0,8 km², passando em 2015 para uma área de 2,9 km². O incremento foi positivo de 2,1 km². Os resultados indicam que a degradação moderada baixa encontra-se em pontos isolados intercalados com área de pastagem e agricultura ocorrendo principalmente nas imediações do açude Jatobá II, em áreas com relevo ondulado e vegetação cuja densidade é média com solos que apresentam pontos desnudos propícios para a erosão (Figura 36).



Figura 36- A) Área com degradação moderada e B) Área com vegetação rala e solo exposto no entorno do açude Jatobá II em Princesa Isabel-PB. Fonte: A autora (2016).

Os resultados mostram que houve um leve aumento da degradação moderada entre os anos de 1985 e 2015. A análise comparativa mostra que a degradação moderada no ano de 1985 era de 10,7 km², no ano de 2015 essa área aumentou para 11,7 km², com um incremento positivo de 1 km². Esse aumento foi gerado pela prática de culturas temporárias (feijão, milho, mandioca, abóbora, etc.) no entorno da bacia. Observou-se também culturas permanentes (goiabeiras, bananeiras, mangueiras, limoeiros, cajueiros, coqueiros, aceroleira, etc) (Figura 37).



Figura 37- A) Culturas consorciadas e B) Culturas permanentes no entorno do açude Jatobá II no município de Princesa Isabel-PB. Fonte: A autora (2016).

No ano de 1985, a degradação moderada grave correspondia a 23,8 km², no ano de 2015 essa degradação apresentou uma diminuição na área que passou para 9,5 km², resultando no incremento negativo de 14,3 km². No entorno da bacia hidráulica do açude Jatobá II, verificou-se a existência de áreas declivosas, desmatadas e com solo exposto e pastagens (Figura 38).

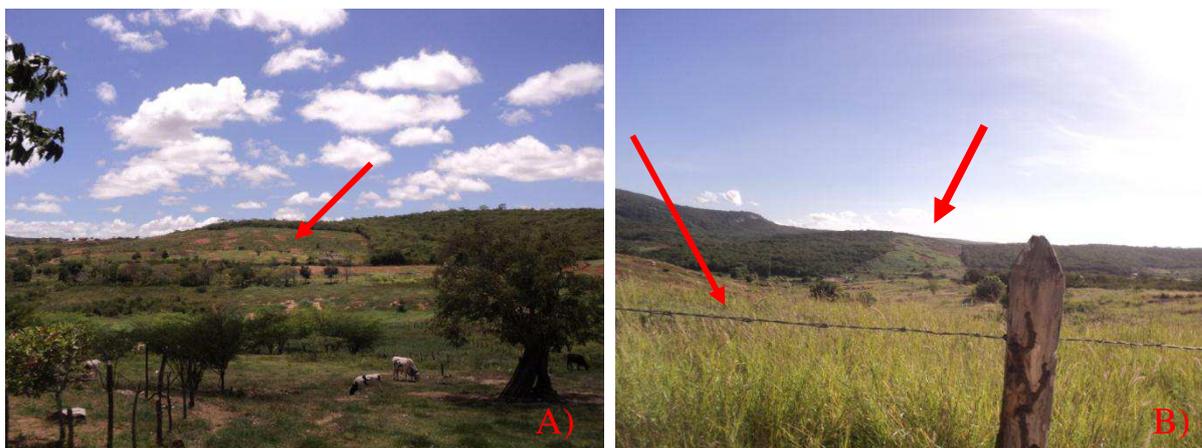


Figura 38- A) Desmatamento em área declivosa no entorno da bacia hidráulica do açude Jatobá II no município de Princesa Isabel-PB e B) Áreas íngremes com degradação, desmatadas para pastagens. Fonte: A autora (2016).

No ano de 1985 os níveis de degradação grave no entorno da bacia hidráulica correspondeu a 13,3 km², esse tipo de degradação cresceu no ano de 2015, passando para 25,5 km², havendo um incremento positivo de 12,2 km². No entorno do açude Jatobá II, verificou-se a existência de terrenos declivosos sem vegetação, apresentando solo exposto com erosão laminar ocasionada pelas chuvas (Figura 39).



Figura 39- A) Área desmatada com solo exposto e B) Erosão laminar em área declivosa ocasionada pela ausência de vegetação e pela ação das chuvas. Fonte: A autora (2016).

Os corpos d'água no ano de 1985, correspondiam a 1,3 km² na área da bacia hidráulica, havendo redução no ano de 2015, passando para 0,3 km². A redução dos corpos

d'água ocorreu devido a seca que atingiu a região nesse período, deixando os reservatórios e/ou mananciais sem água. O açude Jatobá II entrou em colapso em maio de 2015, deixando a população urbana, sítios e comunidades circunvizinhas sem água. Com o colapso a zona urbana e as comunidades rurais passaram a ser abastecidas por carros pipa. Essa é uma situação preocupante visto que, o açude é a única fonte de água utilizada para abastecimento público da zona urbana e de muitas comunidades que ficam no seu entorno (Figura 40).



Figura 40- A) Açude Jatobá II em dezembro de 2015 e B) Açude Jatobá II em maio de 2016. Fonte: A autora (2016).

Essa situação crítica está evidenciada nas imagens referentes aos anos de 1985 e 2015, em que é possível perceber na imagem de 1985 (A) que o espelho d'água do açude apresentava alta reflectância. A tonalidade cinza clara representa a vegetação presente no entorno da bacia hidráulica do açude. Na imagem de 2015 (B) observa-se que o espelho d'água diminuiu significativamente, resultante principalmente da seca que atingiu a região. Além disso, o assoreamento nas imediações do açude é notável, colaborando para a redução da capacidade de armazenamento (Figura 41).

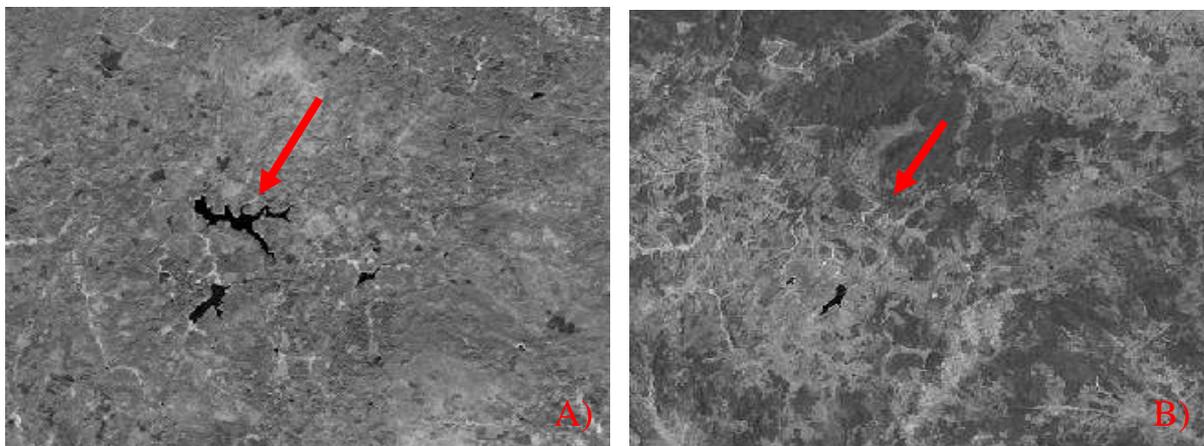


Figura 41- A) Análise comparativa da redução do espelho d'água do açude Jatobá II para o ano de 1985 (Landsat-5 banda 4) e B) 2015 (Landsat-8 banda 5). Fonte: INPE (2016).

Os dados obtidos por meio das imagens dos anos de 1985 e 2015 mostram que houve redução das queimadas. Em 1985 foram registradas áreas com queimadas, compreendendo a 0,1 km² no entorno da bacia hidráulica, entretanto, no ano de 2015 não foram registradas queimadas nas imagens. Durante o trabalho de campo, constatou-se queimadas recém realizadas, sendo portanto, uma das técnicas agrícolas mais usadas pelos agricultores (Figura 42).



Figura 42- A) Marcas de queimadas realizadas dentro do açude Jatobá II e B) Queimadas com finalidade de limpeza da área. Fonte: A autora (2016).

As queimadas configuram-se em uma prática comum no meio rural, por ser uma técnica eficiente. Os agricultores utilizam a queima por considerá-la um meio prático para diversas finalidades, como, limpeza do terreno para eliminar restos de cultura, aumento da disponibilidade de nutrientes no solo e conseqüentemente [...] redução dos gastos com mão-de-obra para limpeza do terreno (MESQUITA, 2008).

6.2.2 Mapas digitais das classes de vegetação e uso das terras no entorno da bacia hidráulica do açude Jatobá II

Os dados obtidos para as classes de cobertura vegetal na área da bacia hidráulica nos anos de 1985 e 2015, indicaram que a vegetação densa permaneceu com a mesma quantidade, havendo aumento nas classes de vegetação semi-densa, rala, e rala + solo exposto. Destaca-se que houve redução na classe de solo exposto e nos corpos d'água. Essa diminuição nas classes de solo exposto, ocasionou no aumento das classes de vegetação rala + solo exposto na área da bacia (Figuras 43 e 44).

Tabela 13- Quantificação da cobertura vegetal na bacia hidráulica do açude Jatobá II no município de Princesa Isabel-PB, para os anos de 1985 e 2015.

Vegetação	1985		2015		Incremento 1985-2015 Km ²
	Área (km ²)	%	Área (km ²)	%	
Vegetação Densa	0,1	0,2	0,1	0,2	0
Vegetação Semi-Densa	2,6	5,2	2,9	5,8	+0,3
Vegetação Rala	9,1	18,2	11,2	22,4	+2,1
Vegetação Rala+Solo Exposto	20,2	40,4	31,2	62,4	+11
Solo Exposto	16,2	32,4	4,6	9,2	-11,6
Água (Corpos d'água)	1,0	2	0,0	0	-1
Queimadas	0,8	1,6	-	-	
Total	50	100	50	100	

Fonte: A autora (2016).

Os resultados indicam que houve aumento nas classes de vegetação no ano de 2015, exceto para a classe solo exposto que apresentou um incremento negativo de 11,6 km², sendo esta bastante representativa (Figura 45).

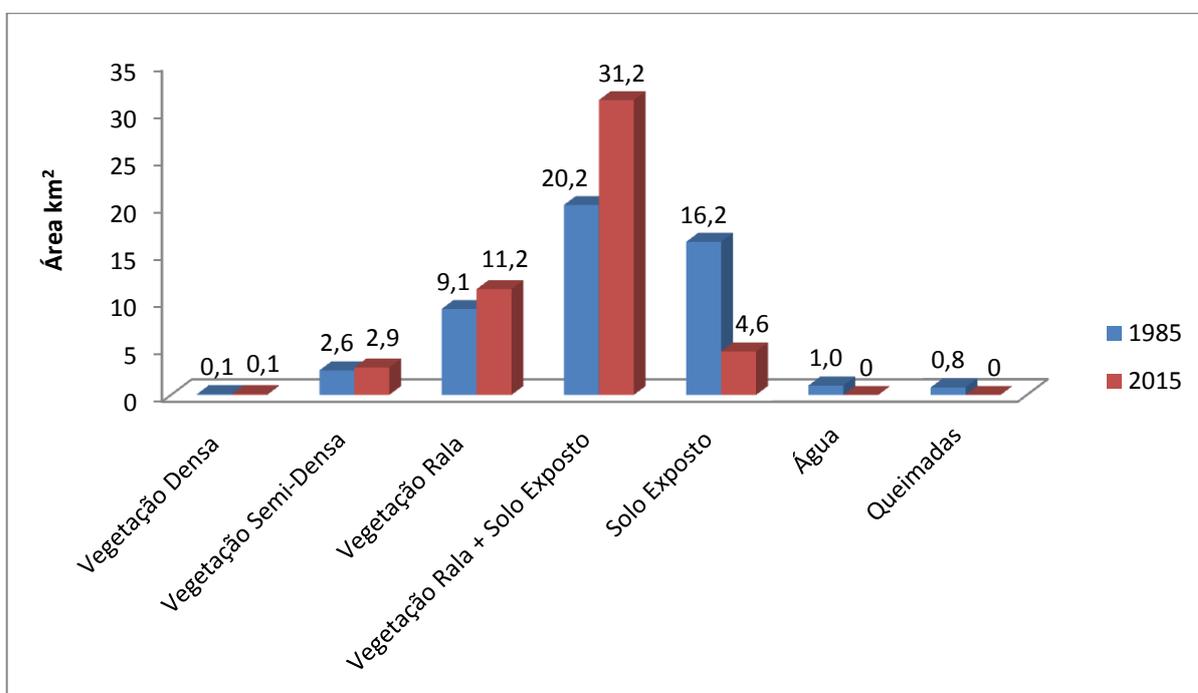


Figura 45- Evolução das classes de cobertura vegetal na bacia hidráulica do açude Jatobá II no município de Princesa Isabel-PB para os anos de 1985 e 2015. Fonte: A autora (2016).

A classe de vegetação densa correspondeu a 0,1 km² no ano de 1985, permanecendo com essa mesma área 0,1 km² em 2015. Nessa área o relevo se apresenta mais íngreme com vegetação de densidade média a alta com a presença de matéria orgânica. No entorno do açude Jatobá II foi possível observar a existência de capim, utilizado para a alimentação animal dentro do reservatório (Figura 46).



Figura 46- A) Área da bacia hidráulica com vegetação densa e capim e B) Vegetação densa com a área desmatada no município de Princesa Isabel-PB. Fonte: A autora (2016).

A vegetação semi-densa apresentou área de 2,6 km² no ano de 1985, entretanto, no ano de 2015 ocorreu aumento na área que passou para 2,9 km². O incremento para essa classe de vegetação foi positivo de 0,3 km², mostrando a ocorrência de regeneração da vegetação. A vegetação semi-densa no entorno do açude Jatobá II apresenta-se em pequenas porções de terra e solo exposto (Figura 47).



Figura 47- A) Vegetação semi-densa e solo exposto após o preparo para a agricultura e B) Vegetação semi-densa e rala com solo exposto. Fonte: A autora (2016).

No ano de 1985 a vegetação rala representou área de 9,1 km², em 2015 essa classe de vegetação indicou aumento para 11,2 km², com incremento positivo de 2,1 km² durante esse

período. Essas áreas intercalam-se com vegetação de caatinga de porte arbóreo baixo com densidade variável, além disso, são utilizadas para cultivo de capim (Figura 48).

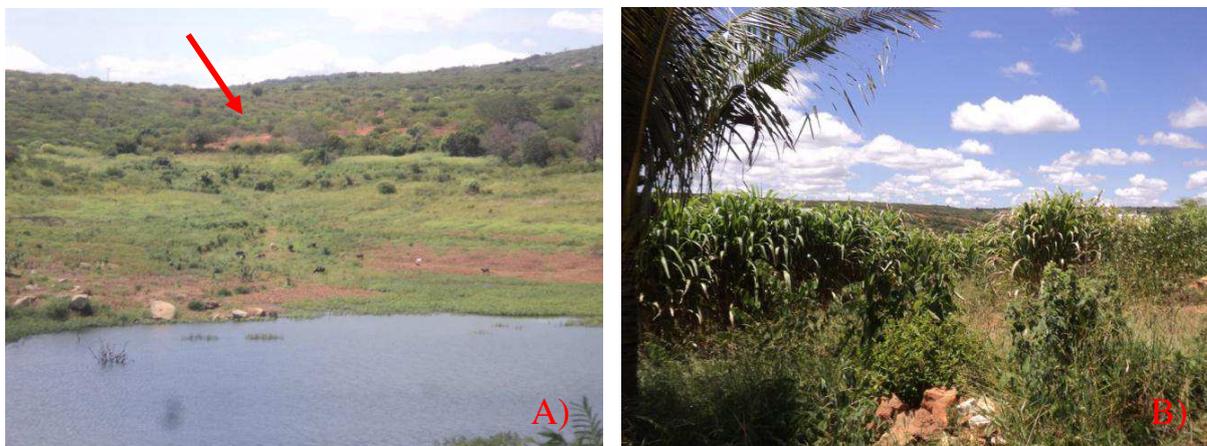


Figura 48- A) Vegetação rala com solo exposto no entorno do açude Jatobá II e B) Área plantada com capim para ração animal. Fonte: A autora (2016).

A vegetação rala + solo exposto no ano de 1985 ocupava uma área de 20,2 km², em 2015 o valor encontrado para a área foi de 31,2 km², havendo incremento positivo de 11 km². A vegetação rala + solo exposto apresentou aumento em virtude da diminuição da área com solo exposto (Figura 49).

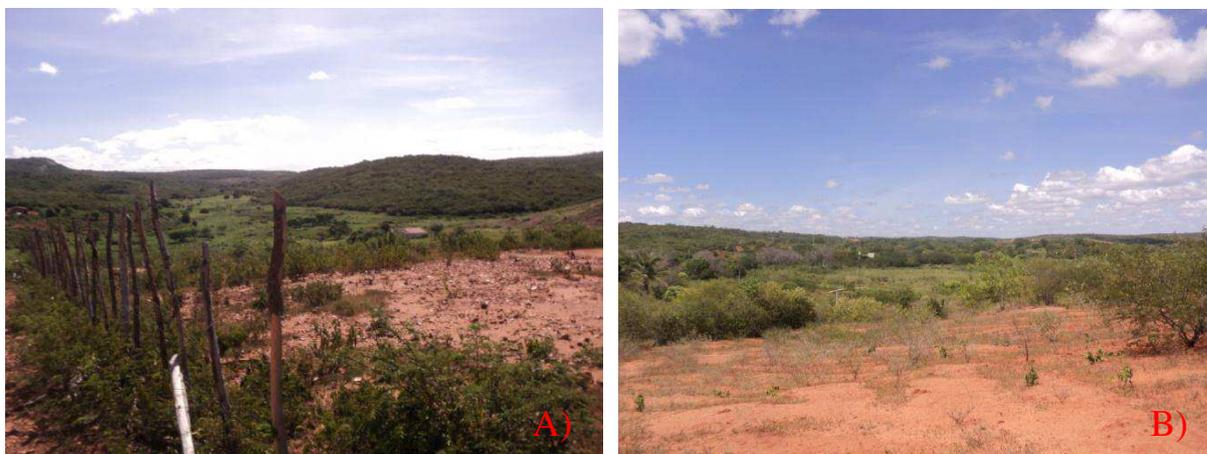


Figura 49- A) Vegetação rala com solo exposto, ao fundo vegetação densa e B) Vegetação rala com solo exposto apresentando juremas e vegetação de pequeno porte no entorno da bacia. Fonte: A autora (2016).

A classe solo exposto teve diminuição no intervalo de 1985 a 2015. Essa classe de vegetação no ano 1985 representava uma área de 16,2 km², em 2015 decresceu para 4,6 km². O incremento para a classe solo exposto foi negativo de 11,6 km². Essa diminuição contribuiu para o crescimento da classe de vegetação rala + solo exposto que teve aumento. No entorno do açude Jatobá II, percebeu-se a existência de diversas áreas com solo exposto, mesmo no período chuvoso a vegetação apresentava-se rala e raquítica (Figura 50).

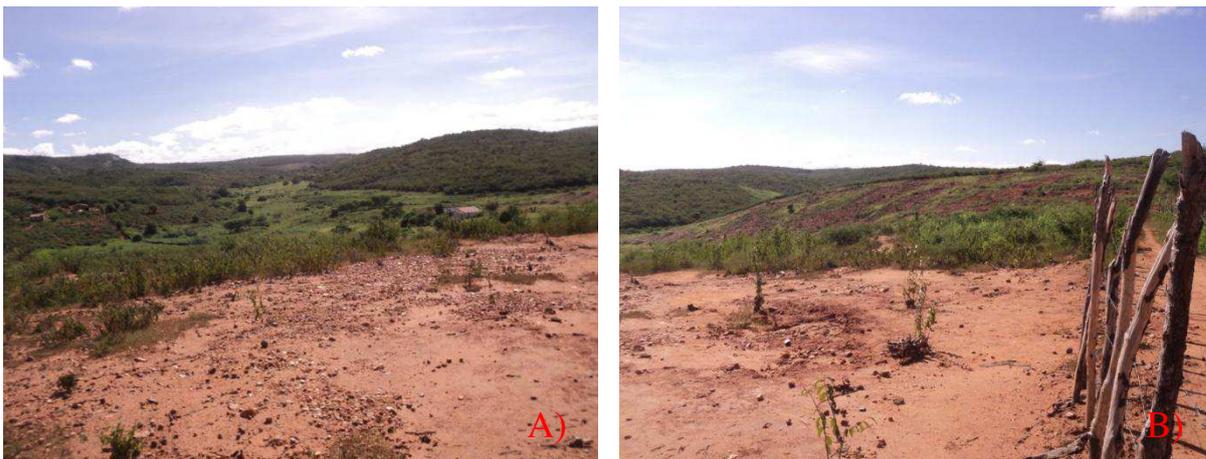


Figura 50- A) Solo exposto com vegetação rala de pequeno porte e B) Área com solo exposto bastante degradada. Fonte: A autora (2016).

A área de estudo encontra-se desmatada, apresentando poucas áreas com vegetação densa no entorno da bacia hidráulica, verificou-se a existência de áreas com vegetação rala + solo exposto e solo exposto, favorecendo a degradação grave e possíveis riscos de desertificação. A agropecuária acrescenta impactos e efeitos deletérios através do pisoteio do gado com conseqüente compactação do solo, sendo que a falta de vegetação aliada a compactação contribuem para a vulnerabilidade das áreas a erosão.

6.3 VULNERABILIDADES NO ENTORNO DA BACIA HIDRÁULICA DO AÇUDE JATOBÁ II

A pesquisa sobre a vulnerabilidade global foi realizada a partir do diagnóstico das condições ambientais e socioeconômicas da população que reside no entorno da bacia hidráulica do açude Jatobá II, no município de Princesa Isabel-PB, a qual representa uma amostragem das vulnerabilidades: social, econômica, tecnológica e ambiental, as quais estão submetidos os moradores desta área.

6.3.1 Vulnerabilidade Socioeconômica

A vulnerabilidade socioeconômica encontrada foi de 50,0% (Figura 51), esse valor é considerado muito alto (>45%). Este nível de vulnerabilidade reflete o descaso do poder público com a população que reside no entorno da bacia hidráulica do açude Jatobá II. Esses aspectos dizem respeito a questões demográficas como: habitação, escolaridade, emprego, salubridade rural, etc.

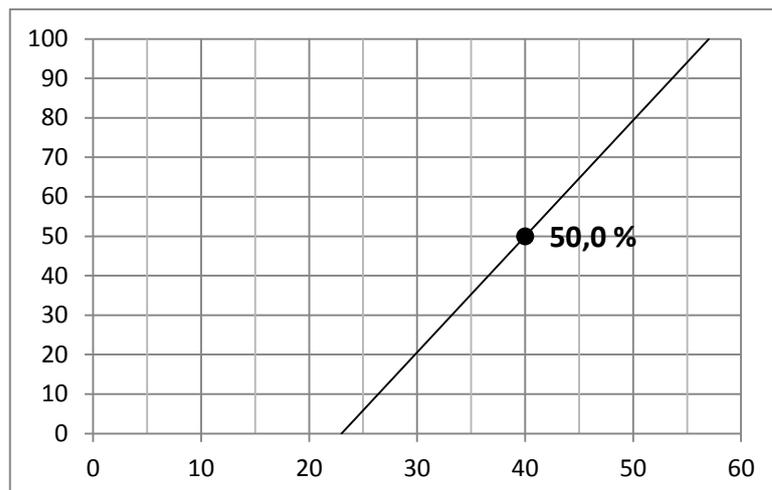


Figura 51- Vulnerabilidade socioeconômica encontrada no entorno da bacia hidráulica do açude Jatobá II em Princesa Isabel-PB. Fonte: A autora (2016).

A vulnerabilidade muito alta expressa maior fragilidade da população do entorno da bacia em sofrer desastres ambientais e danos, podendo não se recuperar ou demorar mais tempo para se recuperar dos danos.

As medições das vulnerabilidades da população paraibana têm gerado uma volumosa literatura e publicações científicas, utilizando diversos enfoques e aproximações conceituais do tema, os resultados apresentados por diversos autores têm mostrado elevado nível de pobreza (baixa renda), alto grau de analfabetismo, grandes pressões energéticas representadas principalmente pelo alto consumo de biomassa (madeira e derivados), evidenciados em vários trabalhos realizados em municípios do Estado (CARVALHO, 2010).

6.3.1.1 Perfil dos entrevistados segundo o extrato da renda

O questionário foi aplicado com as pessoas que se encontravam nas residências ou localidades, pois muitas pessoas residem na zona urbana. Verificou-se que entre os entrevistados 64% são do sexo masculino e 36% são do sexo feminino.

A faixa etária dos entrevistados ficou entre 13 e 79 anos, sendo um público com composição variada. Das famílias dos entrevistados 21,5% é composta por 1 ou 2 pessoas, 35,7% é composta por 3 ou 4 pessoas, 7,1% equivale a 5 ou 6 pessoas, 7,1% é composta por 7 ou 9 pessoas e 28,6% dos entrevistados não informaram a quantidade de pessoas na família, pois residem na zona urbana e usam as terras e/ou a propriedades para a agricultura e a criação de animais (Figura 52).

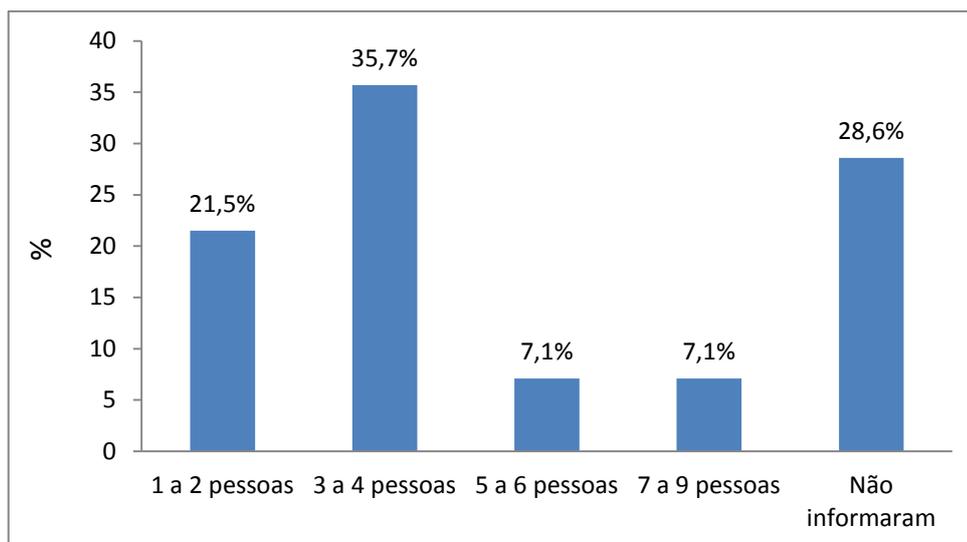


Figura 52- Quantidade de pessoas por família residentes no entorno do açude Jatobá II em Princesa Isabel-PB. Fonte: A autora (2016).

A renda dos entrevistados que recebem de 1 a 2 salários é composta por aposentadoria correspondendo a maioria dos entrevistados 64,3%, sendo que os 7,1% recebem renda superior a 6 salários mínimos, geralmente são pessoas com uma formação universitária e uma profissão específica. Os 28,6% dos entrevistados responderam que possuem renda inferior a um salário mínimo (Figura 53).

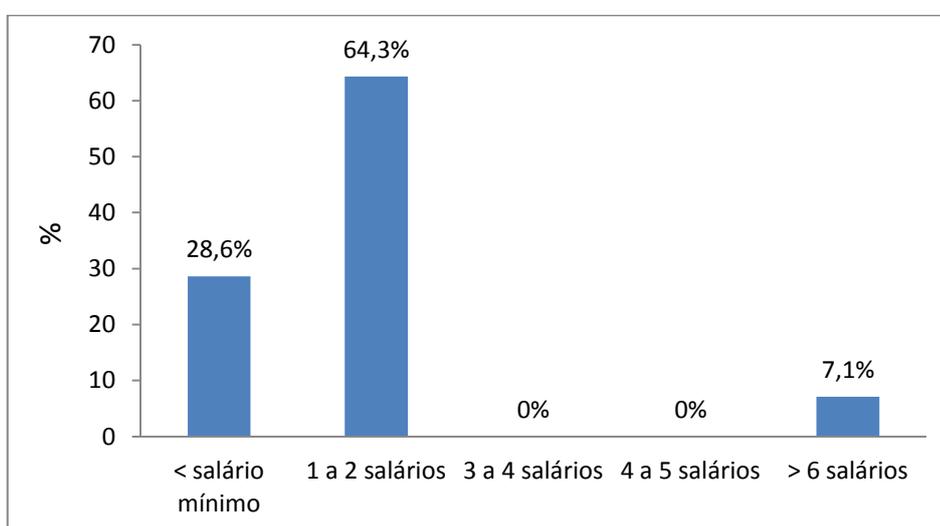


Figura 53- Renda familiar dos entrevistados que residem no entorno do açude Jatobá II em Princesa Isabel-PB. Fonte: A autora (2016).

Os dados obtidos evidenciam que a renda familiar da população que vive no entorno da bacia hidráulica do açude Jatobá II, é muito baixa, as famílias que possuem renda menor que um salário mínimo são beneficiárias de programas sociais (bolsa família e seguro safra), estas complementam a renda com outras atividades, como a agricultura, a pecuária e criações

de animais (porcos, galinhas, etc.), uma vez que estes benefícios não suprem as despesas das famílias (Figura 54).



Figura 54- A) Criação de porcos e B) Criação de perus no entorno da bacia hidráulica do açude Jatobá II no município de Princesa Isabel-PB. Fonte: A autora (2016).

Os entrevistados praticam a agropecuária e durante o período de estiagem, onde as pastagens são poucas, a maioria compra ração para alimentar os animais, ficando com pouquíssimos recursos para manter a família, muitos se endividam para comprar forragens, comprometendo a renda familiar.

6.3.1.2 Escolaridade

Os resultados obtidos atestam que 14% dos entrevistados são analfabetos, 36% possuem ensino fundamental incompleto, 36% possuem ensino fundamental completo, o ensino médio e superior completo corresponderam a 7% ambos (Figura 55). Os dados refletem a situação social referente a escolaridade dos entrevistados. Apesar do avanço na educação ao longo do tempo, a zona rural ainda está em déficit em relação aos níveis de escolaridade.

Os analfabetos são pessoas que possuem idade entre 55 e 79 anos, isso indica que durante a juventude essas pessoas não tiveram oportunidade para estudar, pois trabalhavam sobretudo para ajudar na renda da família, além disso, o acesso aos programas de educação voltados para as reais necessidades do homem era raro e difícil, muitas famílias não tinham condições de manter os filhos na escola.

Os entrevistados com ensino fundamental incompleto tem idade entre 13 e 69 anos. Os que possuem ensino fundamental completo indicaram idade entre 31 e 59 anos, mesmo com as melhorias na educação, a zona rural ainda continua desprivilegiada na área educacional, em que os estudantes não têm incentivo para ir à escola. Na zona rural as escolas existentes

possuem o ensino fundamental regular, ofertado em instituições públicas municipais. Muitos estudantes se optarem prosseguir com os estudos em um nível de ensino mais elevado, tal como o Ensino Médio, Técnico Profissionalizante ou Superior, precisam migrar para outras regiões, cidades mais próximas ou ir para a zona urbana do município.

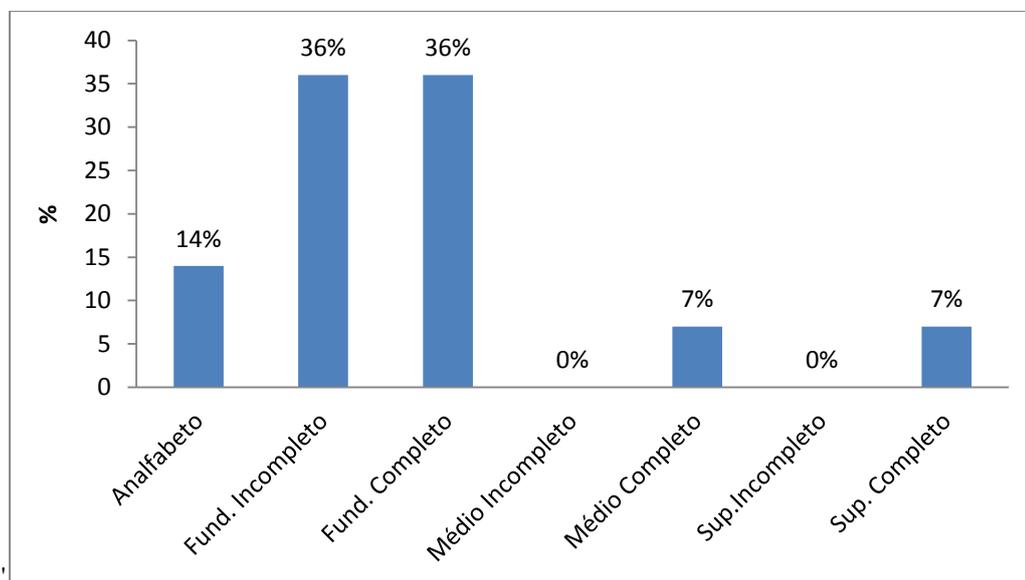


Figura 55- Níveis de escolaridade da população do entorno da bacia hidráulica do açude Jatobá II no município de Princesa Isabel-PB. Fonte: A autora (2016).

Os níveis de escolaridade estão intimamente relacionados com a alta vulnerabilidade socioeconômica encontrada na bacia. O acesso a educação abre um leque de possibilidades para as pessoas, seja em termos materiais ou intelectual, proporcionando novos horizontes e melhoria de vida.

A educação é fator decisivo para o desenvolvimento individual e de uma sociedade, pois promove a democratização, o acesso ao patrimônio cultural, aos níveis posteriores de formação e à cargos mais elevados no seletor mercado de trabalho, bem como, que determinadas atitudes sofrem influência do grau de instrução institucional que tem determinado indivíduo (CARVALHO, 2010).

6.3.1.3 Tipo e condições das habitações

A maioria dos entrevistados 71,4% residem no entorno da bacia hidráulica do açude Jatobá II. Porém, 28,6% dos entrevistados que antes residiam no entorno da bacia migraram para a zona urbana onde residem atualmente (Figura 56). Entretanto, estes passam o dia trabalhando na zona rural, os quais realizam a agricultura, a pecuária, bem como, possuem criações de animais.

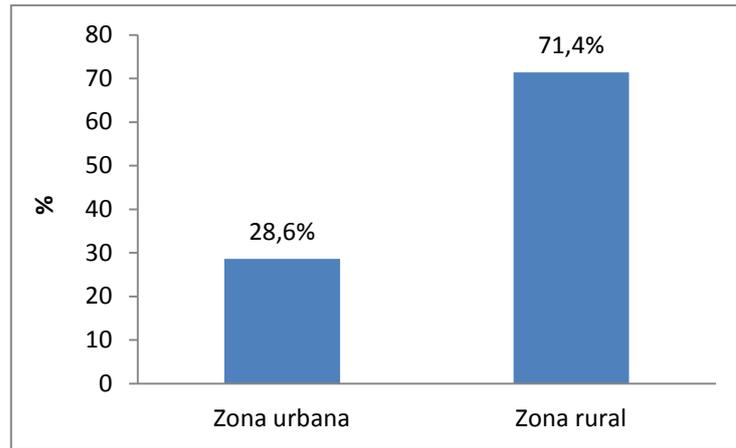


Figura 56- Local da residência do produtor, conforme os entrevistados do entorno da bacia hidráulica do açude Jatobá II. Fonte: A autora (2016).

Com relação às condições das moradias identificadas, 14,3% correspondiam a moradias de alvenaria em mau estado de conservação e 85,7% das moradias de alvenaria estavam em bom estado de uso, não foram encontradas casas de taipa no entorno da bacia (Figura 57). A maioria dos entrevistados afirmou que possuem casa própria e que residem há muitos anos no local.

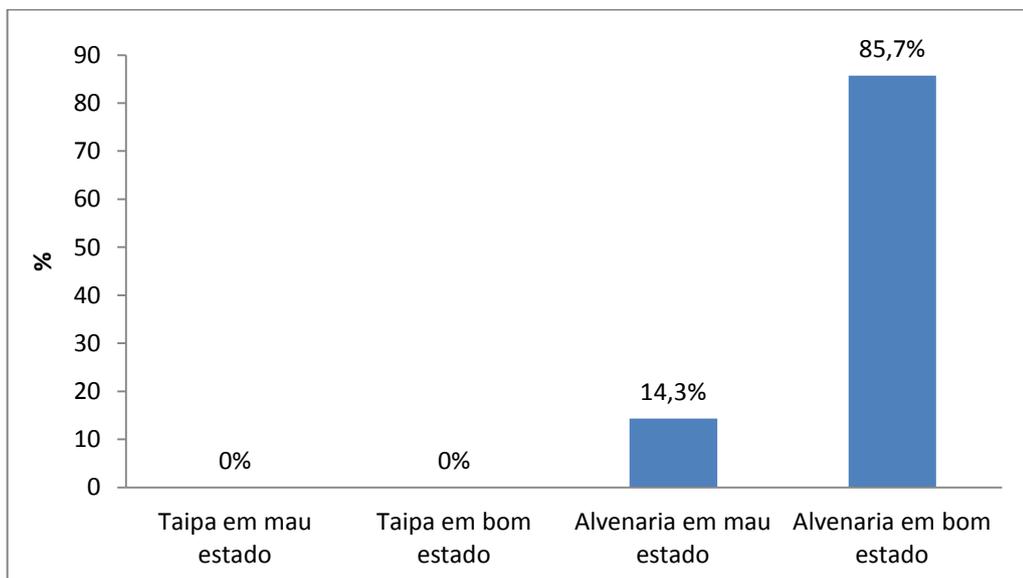


Figura 57- Tipo e condições das habitações dos moradores do entorno da bacia hidráulica do açude Jatobá II. Fonte: A autora (2016).

A cobertura de todas as casas possuem 100% telha cerâmica, não sendo detectadas casas com telha amianto (Figura 58). No entanto, algumas casas não apresentavam reboco, representando o mau estado de conservação.

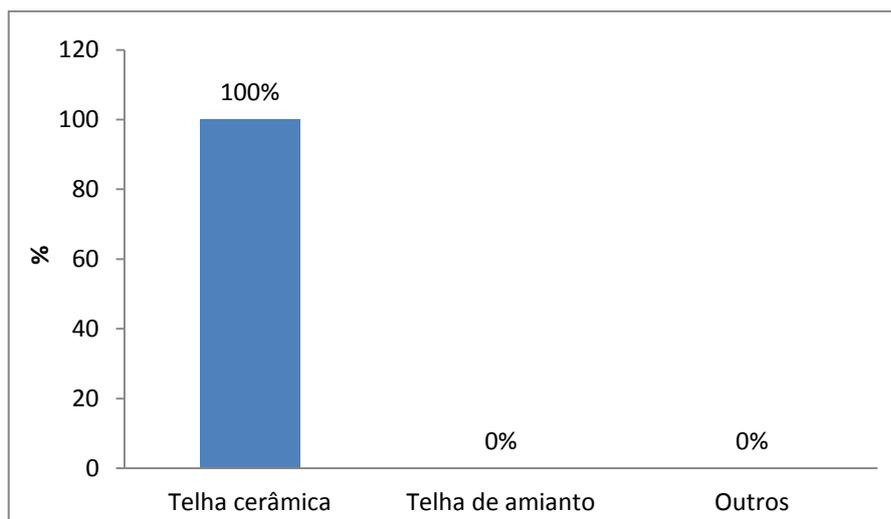


Figura 58- Cobertura das habitações dos moradores do entorno da bacia hidráulica do açude Jatobá II. Fonte: A autora (2016).

A maioria das moradias 92,9% possui piso de cimento, e somente 7,1% das casas apresentam piso com cerâmica, não foram registradas habitações com piso batido e/ou de terra (Figura 59). Os dados mostram que as condições em relação a moradia estão progredindo, o que se pode perceber a ocorrência de uma melhor qualidade de vida.

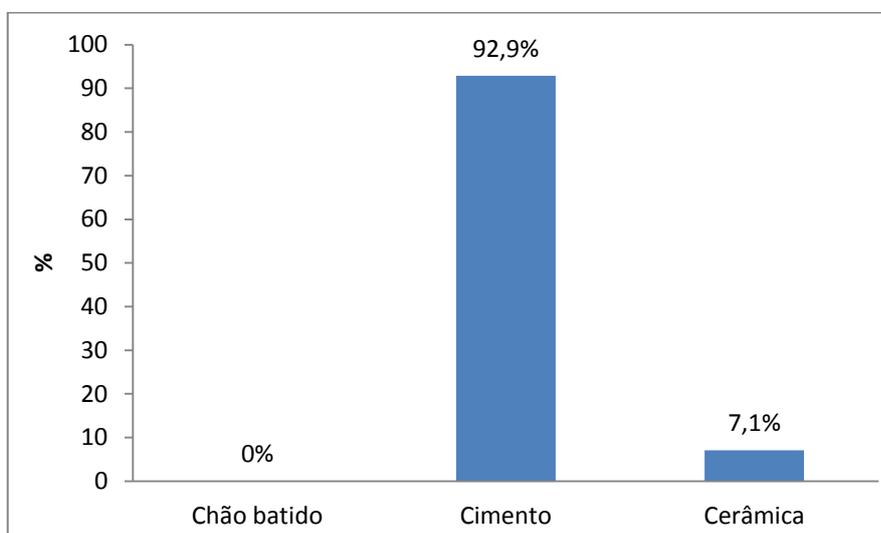


Figura 59- Tipo de piso das residências dos moradores do entorno da bacia hidráulica do açude Jatobá II. Fonte: A autora (2016).

Na área da bacia hidráulica existem muitas casas em boas condições de uso que estão abandonadas, que são usadas somente para estocagem e armazenamento da produção e ração. As famílias que permanecem na área da bacia hidráulica são constituídas de pessoas que moram há mais de 20 anos no mesmo local e que não pensam em deixar a área mesmo com a seca severa que atinge a região (Figura 60).



Figura 60- A) Casa em bom estado de uso e B) Casas habitadas há mais de 20 anos no entorno da bacia hidráulica do açude Jatobá II. Fonte: A autora (2016).

O abandono das casas nas imediações da bacia hidráulica ocorreu devido a proximidade da zona urbana, pela busca de serviços, qualidade de vida e também pelas secas recorrentes. O tempo de moradia entre os entrevistados teve variação, em que 7,1% dos entrevistados responderam que moram no local há menos de 1 ano, 28,6% de 2 a 4 anos, 7,1% residem de 10 a 14 anos, 14,4% de 15 a 20 anos e 21,4% residem há mais de 20 anos no local (Figura 61).

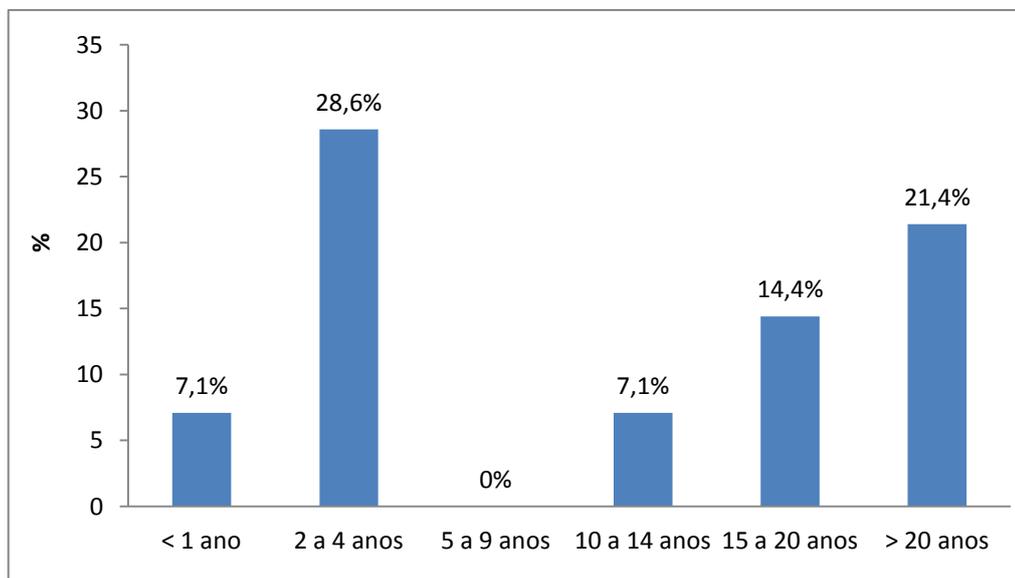


Figura 61- Tempo de moradia no entorno da bacia hidráulica do açude Jatobá II. Fonte: A autora (2016).

Esses dados indicam que a maioria da população que reside no entorno da bacia tem tempo de moradia recente. Esses indicadores mostram que as pessoas estão fazendo o caminho inverso, migrando para a zona rural. Essa inversão ocorre devido a expansão urbana que está cada vez mais próxima do açude, promovendo mudanças e impactos ambientais nas imediações da bacia. O avanço e expansão da malha urbana podem fazer com que

futuramente o destino do açude Jatobá II, seja o mesmo dos reservatórios presentes na zona urbana, que apresentam poluição e inutilização das águas para fins de consumo e uso doméstico (Figura 62).



Figura 62- A) Casa abandonada em bom estado e B) Zona urbana vista da parede do açude Jatobá II. Fonte: A autora (2016).

A expansão urbana na direção do reservatório está acelerada, e avança cada vez mais em sua direção. Existem loteamentos nas imediações do manancial, sendo questão de tempo para que ocorra a poluição e degradação da qualidade da água. Outro fator determinante para o abandono das casas está relacionado a violência que aumentou na região, gerando medo e sensação de insegurança na população urbana e nas comunidades rurais.

6.3.1.4 Indicadores de habitação

O Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD, 2013), apresentou dados que indicam que houve um grande avanço nos indicadores de habitação no município de Princesa Isabel com relação ao primeiro ano da pesquisa, principalmente no que se refere ao percentual da população com energia elétrica e coleta de lixo (Tabela 14).

Tabela 14- Indicadores de Habitação no município de Princesa Isabel-PB.

Indicadores de Habitação	1991	2000	2010
% da população em domicílios com água encanada	49,57	65,47	77,96
% da população em domicílios com energia elétrica	56,65	87,03	99,42
% da população em domicílios com coleta de lixo (Somente população urbana).	62,30	80,53	97,49

Fonte: PNUD (2013).

Esses dados mostram que houve uma melhora ou crescimento dos domicílios contemplados com água encanada, energia elétrica e coleta de lixo, apesar desse aumento existem muitos domicílios que não foram beneficiados com esses serviços, principalmente na zona rural e na área da bacia, sendo a água e a coleta de lixo problemáticas detectadas durante o trabalho de campo.

6.3.1.5 Identificação dos tipos de energéticos

Entre os entrevistados 14,3% afirmaram que utilizam lenha para cozinhar os alimentos, 7,1% disseram que usam o carvão e 78,6% afirmaram usar o gás de cozinha (Figura 63), evidenciando que a maioria das pessoas usam o gás de cozinha para cocção de alimentos, não obstante alguns ainda utilizam a lenha e o carvão quando acaba o gás.

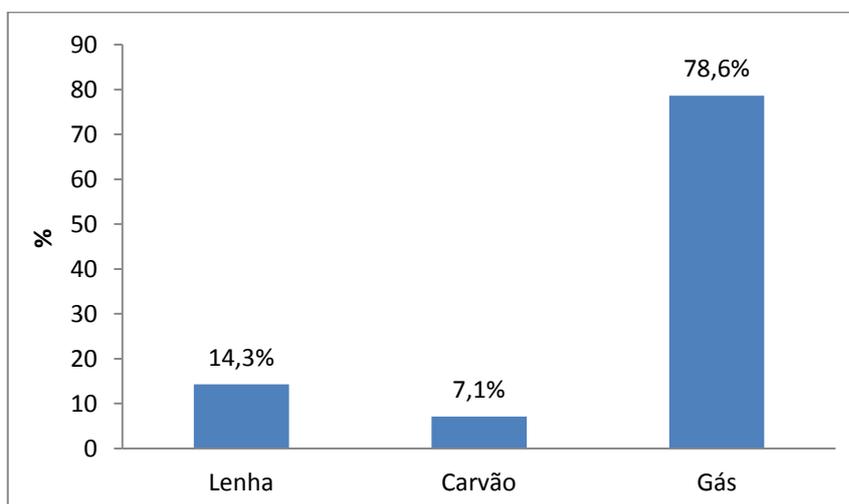


Figura 63- Tipo de energético usado pelos moradores para cocção dos alimentos no entorno da bacia hidráulica do açude Jatobá II . Fonte: A autora (2016).

A utilização do gás de cozinha reduz o uso da vegetação, bem como, a pressão para aquisição de lenha e fabricação de carvão. Com isso, tem-se a redução ou diminuição do desmatamento, contribuindo com a preservação da vegetação na bacia hidráulica. Observou-se que todas as casas da bacia hidráulica possuem energia elétrica.

6.3.1.6 Tipo e tratamento de água para consumo

A água consumida pelos moradores do entorno da bacia hidráulica tem origens diversas, sendo que 71,4% dos entrevistados disseram que a água consumida vem de cisternas, poços artesianos e carros pipa e 28,6% afirmaram que a água para consumo tem outra origem (Figura 64).

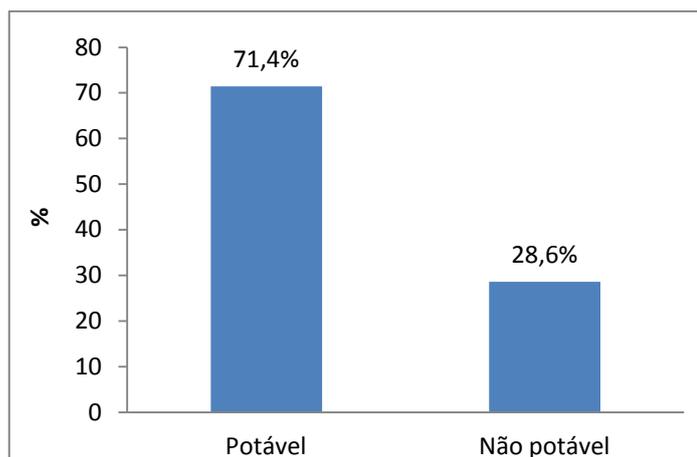


Figura 64- Tipo de água consumida pelos habitantes do entorno da bacia hidráulica do açude Jatobá II. Fonte: A autora (2016).

Com relação ao tratamento da água, 64,3% responderam que faziam com cloro, 7,1% com água sanitária e 28,6% dos entrevistados não realizam nenhum tipo de tratamento (Figura 65). No momento em que foi realizada a pesquisa muitos entrevistados afirmaram que geralmente utilizam o cloro na água, porém, a área da bacia estava sem Agente Comunitário de Saúde (ACS) e que não tinham acesso aos meios para fazer o tratamento da água.

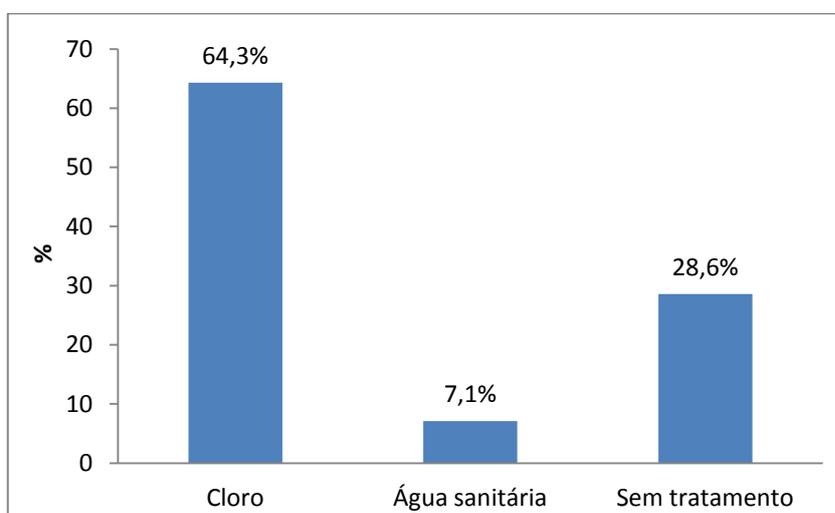


Figura 65- Produtos utilizados no tratamento da água consumida pelos moradores do entorno da bacia hidráulica do açude Jatobá II. Fonte: A autora (2016).

Alguns moradores estavam usando pastilhas de cloro no tratamento da água, sendo partilhadas com os vizinhos quando estes não dispunham de cloro para o tratamento (Figura 66). O cloro é a substância química mais usada pelos moradores para a desinfecção da água, sendo fornecido pelo Agente Comunitário de Saúde (ACS) que atende a localidade.



Figura 66- Pastilha de cloro usada pelos moradores do entorno da bacia hidráulica do açude Jatobá II no tratamento da água. Fonte: A autora (2016).

Devido a ausência desse profissional (ACS), os moradores estavam utilizando o cloro e a água sanitária por conta própria. O uso de substâncias químicas sem orientação pode provocar inúmeros problemas de saúde, principalmente, se o cloro reagir com materiais orgânicos na água.

A reação do cloro com alguns compostos orgânicos leva à formação de trihalometanos (THM). A água bruta contém ácidos fúlvicos e húmicos (fórmulas ainda não completamente conhecidas), resultantes da decomposição de folhas da vegetação (OPAS, 1987). A maioria desses ácidos contém radicais cetona, que podem causar a formação de halofórmios após a reação com o cloro (VAN BREMEM, 1984).

A ingestão aos tri-halometanos pode levar ao aparecimento de efeitos tóxicos sistêmicos, como por exemplo no fígado e nos rins (OPAS, 1987). Registram-se, também, efeitos mutagênicos, carcinogênicos e teratogênicos, ressaltando que tal fato ocorre quando as concentrações de cloro são elevadas, ou seja maiores do que as permitidas para o consumo humano (TOMINAGA; MIDIO, 1999).

Com relação ao tratamento da água para consumo na zona rural, este pode ser feito por meio da fervura e da filtração (filtro de vela), métodos simples, alternativos e eficazes.

De acordo com Amorim e Porto (2003), a cloração da água da cisterna pode ser realizada com o uso de cloro líquido, como o hipoclorito de sódio encontrado na água sanitária ou produtos de cloro sólido como o hipoclorito de cálcio, em grânulos e em pastilhas ou tabletes.

Vale salientar que esse tipo de tratamento deve ser sempre orientado por profissional da área de saúde.

6.3.1.7 Tipo de saneamento e disposição de resíduos

O esgotamento sanitário é uma preocupação frequente nas cidades, na zona rural essa situação não é diferente, as condições são preocupantes. Para Sousa e Antoneli (2010) este problema não se restringe apenas aos grandes centros urbanos, ou onde apresentam ocupação irregular, falta de infra-estrutura necessária e saneamento básico. Estes problemas hoje fazem parte das áreas rurais, mas que nem sempre são tratados como deveriam ser.

Como praticamente não há saneamento básico como coleta de lixo, rede de esgotos, o problema se torna ainda mais agravante. Pois estes poluentes oriundos dos dejetos humanos são lançados na natureza a céu aberto, onde escoam para valas e riachos, outro destino para estes dejetos são as fossas negras (SOUSA e ANTONELI, 2010).

Essa prática resulta em sérios danos a saúde humana e também animal, além disso, provoca a poluição do solo e das águas superficiais e subterrâneas, sendo um problema no meio rural. As fossas encontradas nas imediações da bacia hidráulica utilizadas pelos moradores são fossas comuns e não sépticas, que impactam os recursos ambientais, seja a água ou o solo (Figura 67).



Figura 67- A) Fossa nas imediações do açude Jatobá II e B) Fossa utilizada pelos moradores do entorno da bacia hidráulica do açude Jatobá II . Fonte: A autora (2016).

Verificou-se durante o trabalho de campo que algumas fossas foram construídas a poucos metros do açude Jatobá II. Entre os entrevistados, 78,6% descartam o esgoto em fossas comuns e 21,4% fazem a eliminação livre sem qualquer tipo de tratamento (Figura 68).

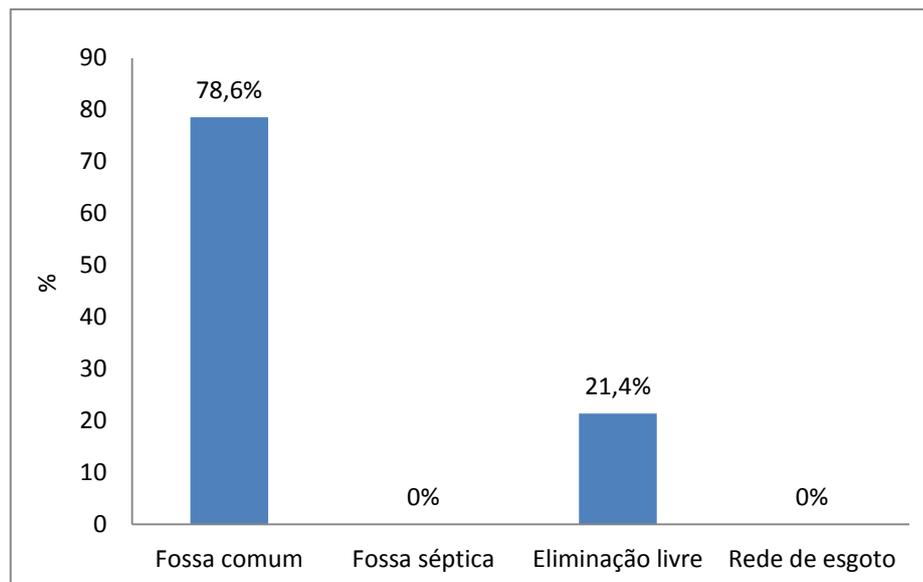


Figura 68- Destinação do esgoto gerado pelos habitantes do entorno da bacia hidráulica. Fonte: A autora (2016).

O descarte do lixo na zona rural é outro problema, uma vez que a coleta de lixo é inexistente, assim, a população tem diferentes formas de destinação dos resíduos (Figura 69). Esse tipo de destinação contribui para a proliferação de vetores transmissores de doenças como: ratos, moscas, mosquitos, baratas, etc. Para Cunha e Caixeta Filho (2002) o próprio nome transmite a impressão de que lixo é algo sem valor sem importância e que deve ser jogado fora.



Figura 69- Destinação dos resíduos gerados pelos moradores do entorno da bacia: A) Resíduos sólidos à céu aberto e B) Resíduos sólidos queimados. Fonte: A autora (2016).

Entre os entrevistados 21,4% responderam que realizam a eliminação livre dos resíduos, ou seja, descartam a céu aberto, diretamente na natureza. A maioria dos entrevistados 78,6% realizam a queima dos resíduos sólidos (Figura 70).

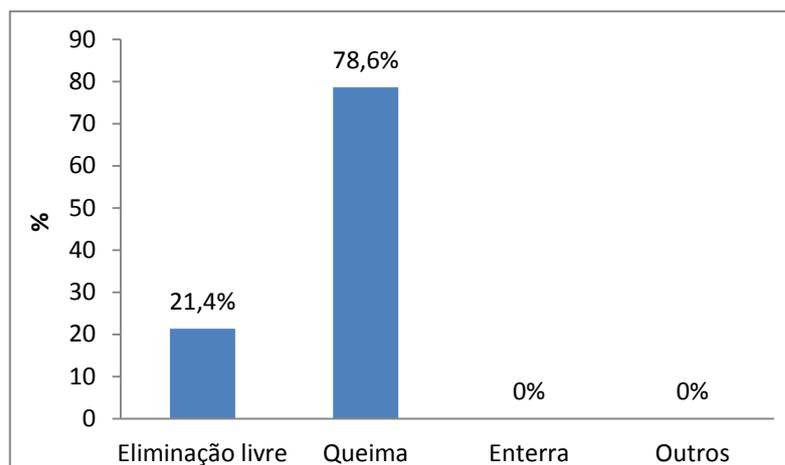


Figura 70- Destinação do lixo no entorno da bacia hidráulica do açude Jatobá II. Fonte: A autora (2016).

A destinação dos resíduos sólidos afeta diretamente os recursos naturais e a própria saúde dos moradores da bacia. Entretanto, a sensibilização dos moradores se faz necessária frente aos riscos a que estão expostos.

6.3.2 Vulnerabilidade Tecnológica

A vulnerabilidade tecnológica encontrada na área da bacia hidráulica foi de 40,0%, valor considerado alto (Figura 71). Foram analisados os seguintes aspectos: uso do solo e assistência técnica, uso e tipo de irrigação e uso de agrotóxicos.

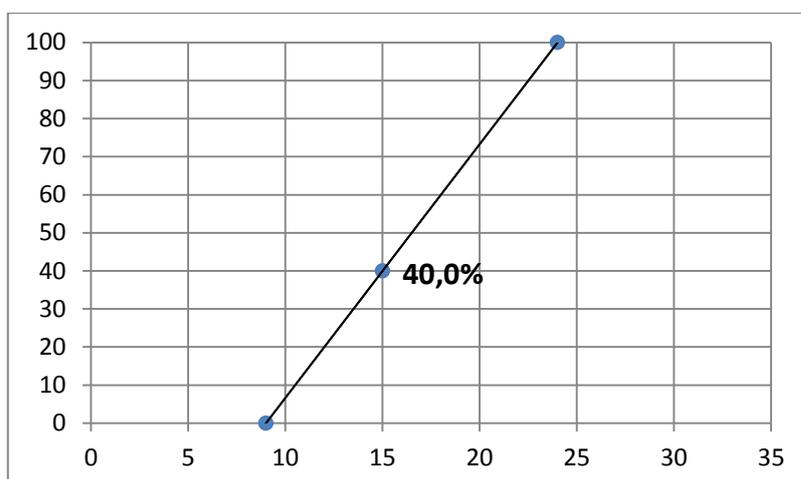


Figura 71- Vulnerabilidade tecnológica encontrada na área da bacia hidráulica do açude Jatobá II em Princesa Isabel-PB. Fonte: A autora (2016).

O valor encontrado na vulnerabilidade tecnológica deve-se as práticas agrícolas inadequadas utilizadas pelos agricultores no período de preparo do solo na época de inverno. Além da falta ou inexistência de suporte, acesso ao crédito, a máquinas e implementos agrícolas.

6.3.2.1 Uso do solo e Assistência técnica

O uso do solo é intenso na área da bacia, os produtores realizam a agricultura com conhecimentos tradicionais ou seja, passados de geração para geração, sendo a agricultura em declive uma prática muito realizada, não sendo utilizadas curvas de nível (Figura 72). Essa prática é danosa ao meio ambiente, pois promove o arraste do solo para as áreas mais baixas do relevo assoreando os cursos dos riachos que deságuam no açude Jatobá II, consequentemente contribuindo para o assoreamento do reservatório.



Figura 72- Áreas íngremes em processo de degradação no entorno da bacia hidráulica do açude Jatobá II: A) Áreas com solo exposto e B) Área desmatada para a prática da agropecuária. Fonte: A autora (2016).

O desmatamento ocorre em áreas declivosas, deixando o solo desnudo, desprotegido e vulnerável a ação do clima. Essa atividade ocorre principalmente para a expansão da agropecuária, fabricação de carvão, construção de cercas, comercialização da lenha entre outros. O desmatamento é mais realizado no período que antecede o preparo do solo para a agricultura (Figura 73).



Figura 73- A) Solo erodido e B) Solo degradado propício para a erosão na área da bacia. Fonte: A autora (2016).

Dessa forma, “o desmatamento é um fenômeno de natureza complexa, que não pode ser atribuído a um único fator” (ALENCAR *et al.*, 2004). Esse modelo extrativista promove a aceleração do processo de erosão dos solos, assoreia riachos e cursos d'água, através do transporte de sedimentos.

As práticas conservacionistas que beneficiam o meio ambiente são pouco ou não utilizadas pelos agricultores, gerando uma série de impactos ambientais através das práticas tradicionais.

Neste sentido, a cobertura vegetal pode em médio prazo melhorar consideravelmente as propriedades do solo, além de diminuir o processo erosivo, o assoreamento dos rios e do açude, conseqüentemente minimizando os danos ao meio ambiente, já que o assoreamento implica em diminuição do volume de água no açude, considerado de importância social e econômica para a população local. Entretanto, para maximizar os benefícios que a cobertura vegetal proporciona devem ser levadas em consideração as características climáticas na região (SILVA, 2011).

A assistência técnica é praticamente inexistente, dessa forma, o homem do campo utiliza as técnicas que conhece que compreendem a práticas não conservacionistas que degradam o meio ambiente. Os dados indicam que 92,9% dos entrevistados não dispõem de assistência técnica e 7,1% afirmaram que recebem assistência técnica (Figura 74).

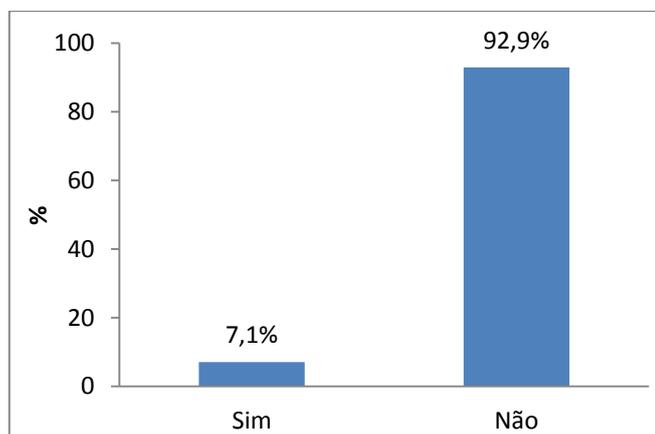


Figura 74- Assistência técnica no entorno da bacia hidráulica do açude Jatobá II. Fonte: A autora (2016).

Esses dados mostram a vulnerabilidade da população frente a questão da informação e ao acesso a tecnologias, sem informações adequadas esse sistema exploratório empregado pelos agricultores permanecerá degradando o solo, promovendo o desmatamento. A agricultura e a pecuária extensiva realizadas na área da bacia hidráulica, prejudicam os cursos dos rios com os sedimentos que são carregados das áreas declivosas e o próprio solo que é tão

utilizado pelos produtores para tirar seu sustento, uma vez que a agricultura praticada é a familiar ou de subsistência.

6.3.2.3 Uso e tipo de irrigação

A prática da irrigação é pouco realizada devido o alto custo dos equipamentos e pela questão hídrica que nessa região não inspira confiança, pois as secas são recorrentes.

Assim, os produtores que usam a irrigação são poucos, sendo que apenas 28,6% afirmaram que usam a irrigação e 71,4% afirmaram não utilizarem (Figura 75). A água usada na irrigação provém do açude Jatobá II e de poços artesanais que ficam nas imediações do açude, a irrigação é utilizada no cultivo de capim para alimentação animal e forragem.

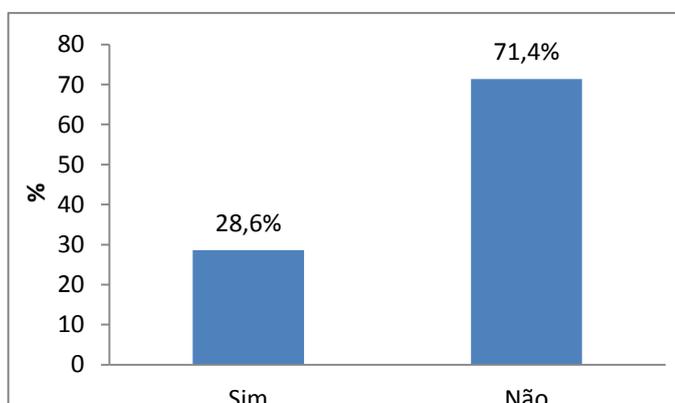


Figura 75- Uso da irrigação na área da bacia hidráulica do açude Jatobá II em Princesa Isabel-PB. Fonte: A autora (2016).

A seca nessa região foi intensa, no município de Princesa Isabel o principal reservatório entrou em colapso, essa fragilidade hídrica é um empecilho para a ocorrência da irrigação. Apesar da situação crítica do açude Jatobá II, em dezembro de 2015 existiam bombas dentro das pequenas lagoas restantes no açude (Figura 76).



Figura 76- A) Bomba e B) Canos utilizados para condução da água para irrigação no entorno da bacia. Fonte: A autora (2016).

A irrigação é pouco realizada nessa região, sendo que 21,5% usam a irrigação por gotejamento, seguida pela irrigação por aspersão equivalente a 7,1%, porém, 71,4% dos entrevistados afirmaram que não fazem o uso da irrigação (Figura 77). A irrigação por gotejamento é a mais usada pelos produtores, esse tipo de irrigação utiliza uma demanda menor de água.

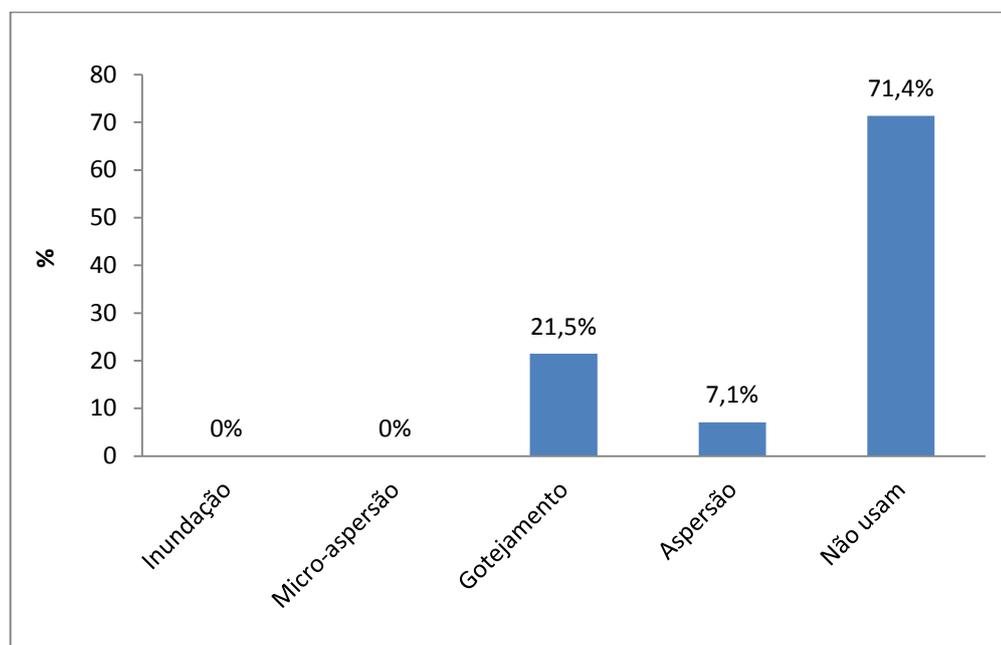


Figura 77- Tipo de irrigação usada pelos agricultores no entorno da bacia hidráulica do açude Jatobá II. Fonte: A autora (2016).

A irrigação por gotejamento é o método mais indicado para a região Nordeste por utilizar uma menor quantidade de água em relação aos outros métodos. Esse sistema possui maior eficiência no uso da água, permite melhor controle da lâmina d'água aplicada e diminui as perdas por evaporação, por percolação e por escoamento superficial, além disso, é recomendado para locais onde a água é escassa ou o seu custo de utilização é elevado e para regiões onde ocorrem períodos prolongados de seca (ESTEVES et al., 2012).

Porém, o uso inadequado da irrigação pode provocar inúmeras consequências, como a salinização dos solos e a degradação ambiental. De acordo com Brito et al., (2010) a salinização do solo é, provavelmente, um dos maiores impactos relacionados com a agricultura irrigada.

6.3.2.4 Uso de agrotóxicos

A utilização de substâncias organossintéticas⁴ para controle de pragas, doenças e ervas daninhas que afetam a produção agrícola foi largamente difundida, em todo o mundo, a partir da Segunda Guerra Mundial, e no Brasil não foi diferente (MELO, 2009). Com o tempo o homem do campo se tornou dependente dos agrotóxicos, sendo este usado com o objetivo de aumentar a produção de grãos e se livrar das pragas.

A partir da década de 60, a agricultura nos países latino-americanos passou a sofrer forte influência da chamada “Revolução Verde”, fundada basicamente sobre os princípios de aumento de produtividade e tendo como base a utilização intensa de insumos químicos (adubos, agrotóxicos, entre outros), bem como, a mecanização, a utilização de sementes melhoradas geneticamente e a irrigação (ALMEIDA, 1998 *apud* MELO, 2009).

Essa é a realidade em muitas regiões, onde os agricultores utilizam produtos químicos para se livrar das "pragas" e da vegetação do local. Na área da bacia essa é uma realidade observada no trabalho de campo. Entre os entrevistados 57,1% responderam que utilizavam formicidas para matar as formigas, 42,9% responderam que não utilizavam nenhum tipo de agrotóxico (Figura 78).

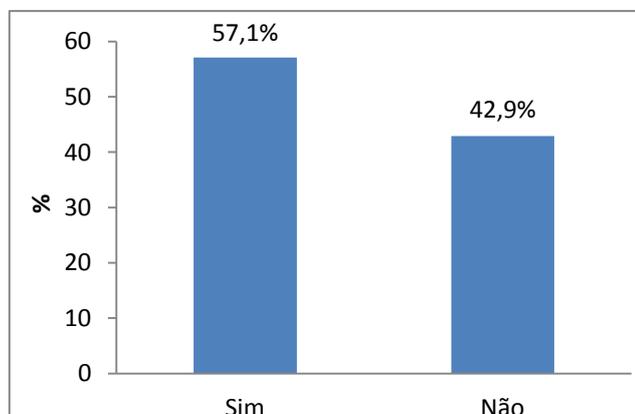


Figura 78- Uso de agrotóxico pelos agricultores do entorno da bacia hidráulica do açude Jatobá II. Fonte: A autora (2016).

Embora muitos dos entrevistados afirmarem que utilizam "veneno" para matar formigas, *in loco* percebeu-se que existem outros tipos de agrotóxicos que também são utilizados por agricultores na área da bacia, são os herbicidas utilizados para matar ervas daninhas ou como são conhecidos "mata mato" (Figura 79). Verificou-se *in loco* que a

⁴ São **Inseticidas** que de acordo com a sua estrutura química esses compostos são classificados nos seguintes grupos: Inseticidas de origem vegetal; Inseticidas inorgânicos; Inseticidas organossintéticos. Os inseticidas organossintéticos pertencem, na sua maioria, aos seguintes grupos químicos: Organoclorados; Organofosforados; Carbamatos; Piretroides (SAVOY, 2011).

aplicação do herbicida (glifosato) estava sendo realizada sem o uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPI's)⁵.



Figura 79- A) Aplicação de agrotóxicos nas imediações da bacia hidráulica do açude Jatobá II e B) Glifosato, herbicida "mata mato". Fonte: A autora (2016).

A utilização dos agrotóxicos no meio rural brasileiro tem trazido uma série de consequências para o ambiente e para a saúde do trabalhador. Em geral, essas consequências são condicionadas por fatores intrinsecamente relacionados, tais como o uso inadequado dessas substâncias, a alta toxicidade de certos produtos, a falta de utilização de EPI e a precariedade dos mecanismos de vigência (OLIVEIRA-SILVA et al., 2001).

Além disso, aumentam os riscos de contaminação dos consumidores de alimentos expostos aos agrotóxicos e dos recursos naturais, sendo a água e solo os mais prejudicados, pois a contaminação modifica as características naturais do ambiente. Uma vez na natureza seu destino vai depender das condições meteorológicas, ou seja, com as chuvas os agrotóxicos podem chegar a contaminar muitas áreas, pois são carreados de um lugar para outro através da água.

Klingman et al., (1982) apud Ribas e Matsumura (2009), asseveram que "as propriedades físico-químicas dos agrotóxicos, bem como, a quantidade e a frequência de uso, métodos de aplicação, características bióticas e abióticas do ambiente e as condições meteorológicas determinarão qual será o destino dos pesticidas no ambiente".

Alterações podem ser observadas ao longo do tempo nos recursos ambientais que compõem o capital natural e em toda a cadeia alimentar dos ecossistemas, alterações que modificam o provimento dos sistemas ecológicos, desarmonizando-os, impactando a qualidade ambiental, as atividades econômicas e a vida humana. Uma alternativa para o

⁵ Segundo Borges (2012), os Equipamentos de Proteção Individual do aplicar são: Luvas, máscaras (respiradores), viseira facial, jaleco e calça, boné árabe (touca árabe), avental e botas impermeáveis.

equilíbrio do agroecossistema seria a utilização de produtos biocidas naturais e o controle biológico utilizando o Sistema Agroflorestal.

6.3.3 Vulnerabilidade Ambiental

A vulnerabilidade ambiental encontrada é considerada alta, correspondendo a 36,8%, o que mostra a alta vulnerabilidade e a fragilidade da população do entorno da bacia hidráulica frente a estiagem. Esses dados indicam a inexistência de infraestrutura necessária para enfrentamento da seca e de políticas de convivência com o semiárido (Figura 80).

As variáveis identificadas responsáveis pela vulnerabilidade ambiental ou a seca foram: Indisponibilidade de água devido a seca, formas de abastecimento e armazenamento de água no período de estiagem e comercialização dos produtos agropecuários.

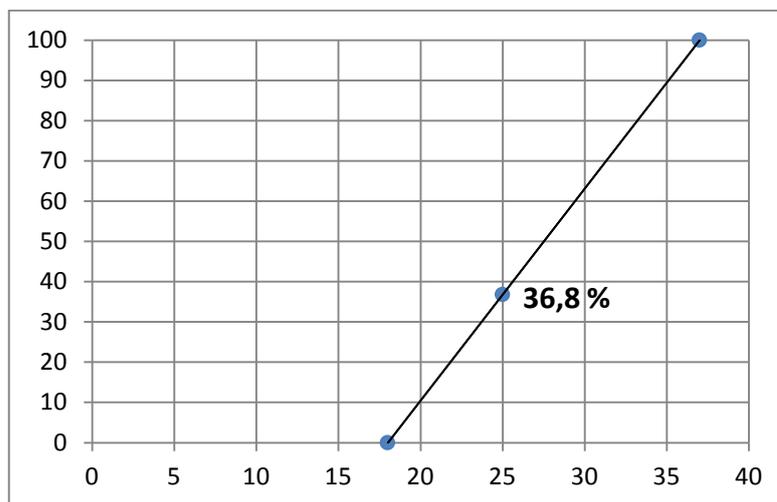


Figura 80- Vulnerabilidade ambiental na área da bacia hidráulica do açude Jatobá II. Fonte: A autora (2016).

6.3.3.1 Indisponibilidade de água devido a seca

Desde 2012 observa-se uma intensa redução dos índices pluviométricos na região Nordeste. Esse fenômeno climático tem prejudicado de forma significativa a oferta de água para o abastecimento público, especialmente no semiárido brasileiro (ANA, 2014). Nos anos subsequentes essa situação ficou ainda mais crítica, levando ao colapso diversos reservatórios não só na região Nordeste, mas em boa parte do país.

Esse fenômeno climático afetou bastante a região Nordeste, sendo que muitos reservatórios entraram em situação de colapso. Neste sentido, o município de Princesa Isabel passa por escassez hídrica, devido à seca, o açude Jatobá II entrou em colapso, deixando a população da zona urbana e sítios circunvizinhos desprovidos de água (Figura 81).



Figura 81- A) Situação do açude Jatobá II em dezembro de 2015 e B) Água armazenada no período chuvoso até maio de 2016. Fonte: A autora (2016).

A seca severa que atingiu a região e o município de Princesa Isabel-PB, fez o açude Jatobá II entrar em colapso pela primeira vez desde a sua construção em 1956. Muitos moradores do entorno da bacia afirmaram que essa foi a primeira vez em 50 anos que o açude secou. Essa situação ocorreu por vários fatores sendo climáticos e antrópicos, que contribuíram para o agravamento.

6.3.3.2 Formas de abastecimento e armazenamento de água no período de estiagem

Os moradores da bacia utilizam várias formas para transporte da água, a depender da questão econômica de cada família. Alguns usam reboque que são puxados por automóveis, outros usam o carro de boi e a carroça de burro (Figura 82).



Figura 82- A) Reboque com caixa d'água de 1.100 L e B) Carroças com burros utilizadas para transporte de água. Fonte: A autora (2016).

No entanto, existem pessoas que fazem o transporte da água em latas, seja na cabeça ou em galões, onde a água é transportada nas costas, essa água pode ser utilizada tanto para os afazeres domésticos, quanto para dessedentação animal. Situação crítica que pode

comprometer a saúde dos trabalhadores, devido ao excesso de peso e também pelos movimentos realizados, onde curvam o corpo várias vezes, fazendo movimentos repetitivos (Figura 83). As conhecidas LER (Lesões por Esforço Repetitivo) e DORT (Distúrbios Osteomusculares Relacionados ao Trabalho) são as principais doenças que acometem os trabalhadores rurais.



Figura 83- A) Formas de coletar a água e B) Transporte de água com galões no entorno do açude Jatobá II em Princesa Isabel-PB. Fonte: A autora (2016).

Durante a pesquisa de campo observou-se que a maioria das residências na área da bacia hidráulica, possuem cisternas, caixas ou reservatórios de cimento usados para armazenar a água, essas tecnologias auxiliam, facilitam e contribuem para a permanência das famílias na zona rural.

Entre os entrevistados, 7,1% responderam que a água armazenada vem de poços artesianos, 50% responderam que a água é provinda de cisterna de placas que armazenam a água da chuva, 14,3% responderam que a água provém de carros pipas e 28,6% responderam que a água vem da cidade (Figura 84).

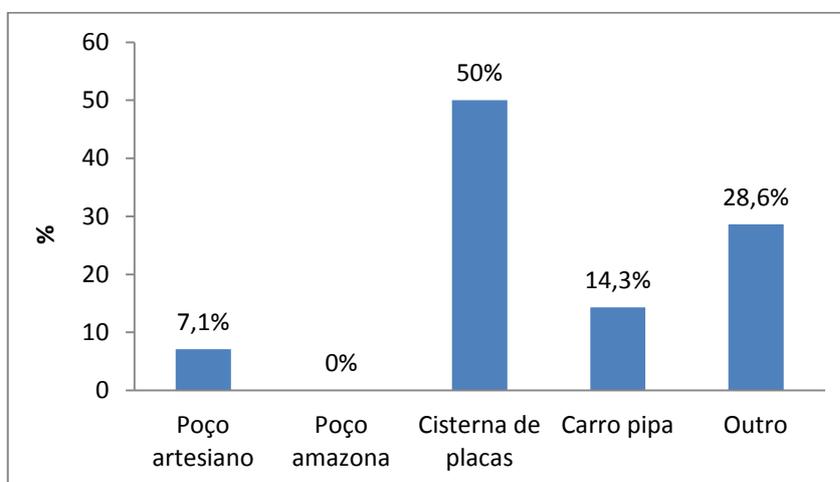


Figura 84- Origem da água armazenada e consumida pelos habitantes do entorno da bacia hidráulica do açude Jatobá II. Fonte: A autora (2016).

A água consumida pelos entrevistados tem várias origens, no entanto, a cisterna de placas apresenta-se como uma tecnologia eficaz para o armazenamento de água, estando presente nas casas da grande maioria dos entrevistados, sendo uma tecnologia social que proporciona melhoria das condições de vida destes (Figura 85).



Figura 85- A) Cisterna de placas e B) Cisterna de plástico utilizadas para armazenamento de água no entorno da bacia hidráulica. Fonte: A autora (2016).

A cisterna de placas na verdade, é uma benfeitoria valiosa de baixo investimento monetário, fácil construção, que poderá ajudar a reduzir sensivelmente os efeitos negativos oriundos do longo período de estiagem e da má distribuição das chuvas no semiárido nordestino, [...] contribuindo para melhorar a qualidade de vida das populações rurais (FRANÇA et al., 2010).

Na área da bacia percebeu-se que existem muitos moradores que possuem caixas e reservatórios/tanques de cimento, esses reservatórios são usados para armazenamento de água para dessedentação animal. As caixas são utilizadas também para armazenar a água de poços (Figura 86).



Figura 86- A) Caixa para armazenamento de água e B) Reservatórios e/ou tanques de cimento para dessedentação animal. Fonte: A autora (2016).

Além dessas formas de armazenamento, foram construídos vários poços pelos próprios moradores da área da bacia, sendo poços artesianos e amazonas. Os poços que abastecem a população são amazonas. Assim, as famílias obtêm a água de várias fontes para suprir as necessidades do cotidiano, buscando se manterem na zona rural, mesmo com a escassez hídrica. Algumas caixas recebem água provida de poços artesianos, essa água é utilizada para fins domésticos e também para irrigar plantações de capim para alimentação e dessedentação animal (Figura 87).



Figura 87- A) Poço artesiano e B) Poço amazona na área da bacia hidráulica do açude Jatobá II em Princesa Isabel-PB. Fonte: A autora (2016).

Entretanto, a grande maioria dos poços artesianos existentes nas proximidades do açude Jatobá II, são poços particulares, construídos por alguns dos moradores da área ou donos de terras, outros foram construídos pelas granjas para abastecimento dos empreendimentos.

6.3.3.3 Comercialização dos produtos agropecuários

Durante o trabalho de campo evidenciou-se que os entrevistados realizam a agricultura, a pecuária e possuem criações de animais. De acordo com os resultados 85,8% dos entrevistados afirmaram que os produtos são para a subsistência da família, 7,1% dos entrevistados disseram que comercializam o excedente da produção, 7,1% não produzem na terra (Figura 88).

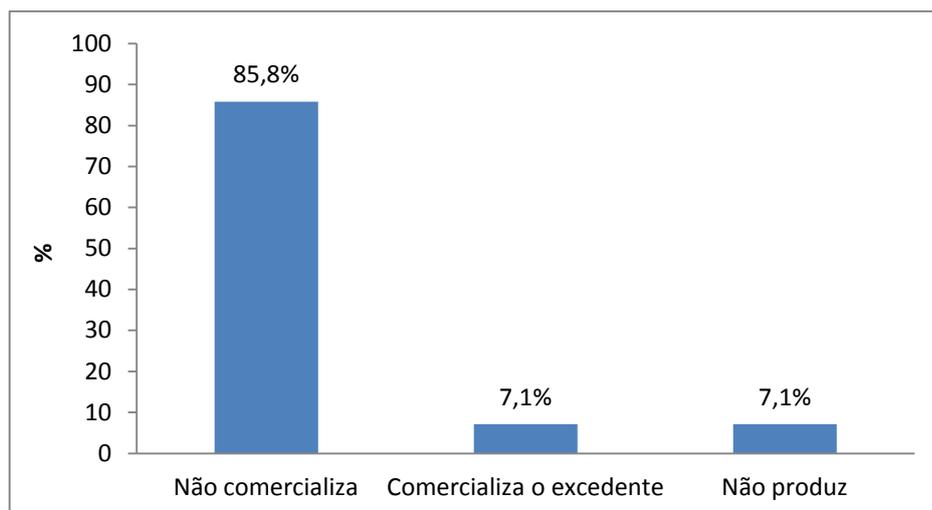


Figura 88- Comercialização dos produtos pelos moradores do entorno da bacia hidráulica do açude Jatobá II em Princesa Isabel-PB. Fonte: A autora (2016).

6.4 PERCEPÇÃO AMBIENTAL DOS MORADORES DO ENTORNO DA BACIA HIDRÁULICA DO AÇUDE JATOBÁ II

A compreensão dos níveis de percepção ambiental da população é importante para que sejam desenvolvidas ações e políticas voltadas a resolução da problemática. A verificação do nível de percepção ambiental dos moradores do entorno da bacia hidráulica do açude Jatobá II, realizou-se através da aplicação de questionários para entender como os entrevistados compreendem o que acontece em sua volta, bem como, a percepção relacionada à questões de cunho ambiental.

Entre os entrevistados 71,4% afirmaram que tem conhecimento do que seja meio ambiente e 28,6% disseram não saber o que significa (Figura 89). As informações são disseminadas pelos meios de comunicação que atualmente tem dado maior atenção as questões ambientais, propagando a preocupação com o meio ambiente.

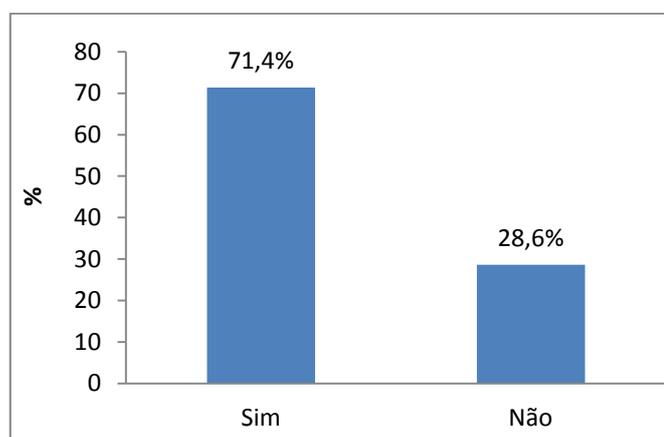


Figura 89- Percepção dos moradores da bacia hidráulica sobre o meio ambiente. Fonte: A autora (2016).

Com relação aos problemas ambientais no município, 92,9% dos entrevistados responderam que existem problemas ambientais na área municipal, enquanto que, 7,1% afirmaram que não existem problemas desse tipo no município (Figura 90). Durante a pesquisa de campo, percebeu-se que muitos moradores questionavam alguns problemas existentes no entorno da bacia hidráulica do açude Jatobá II, a exemplo dos resíduos de granjas, vários moradores reclamaram do mau cheiro gerado pelos dejetos.

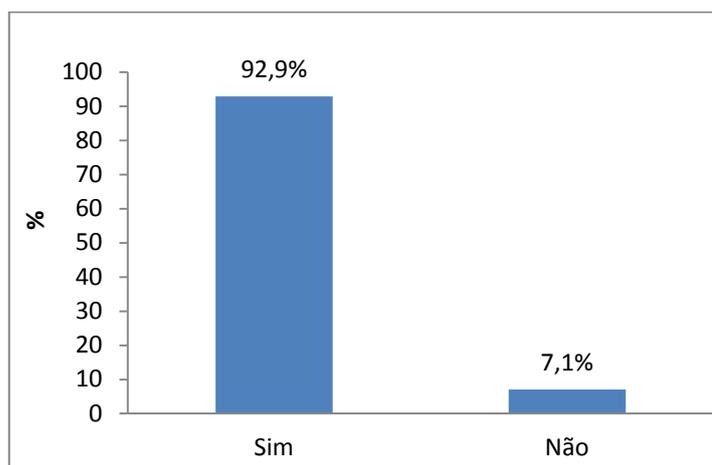


Figura 90- Existência de problemas ambientais no município de Princesa Isabel-PB. Fonte: A autora (2016).

O mau cheiro provém da deposição dos resíduos das granjas existentes no município, que expandiram suas atividades ao longo dos anos (Figura 91). Essa atividade gera inúmeros empregos que beneficiam muitas pessoas, no entanto, essa é uma atividade geradora de muitos impactos ambientais, seja no solo ou nos recursos hídricos.

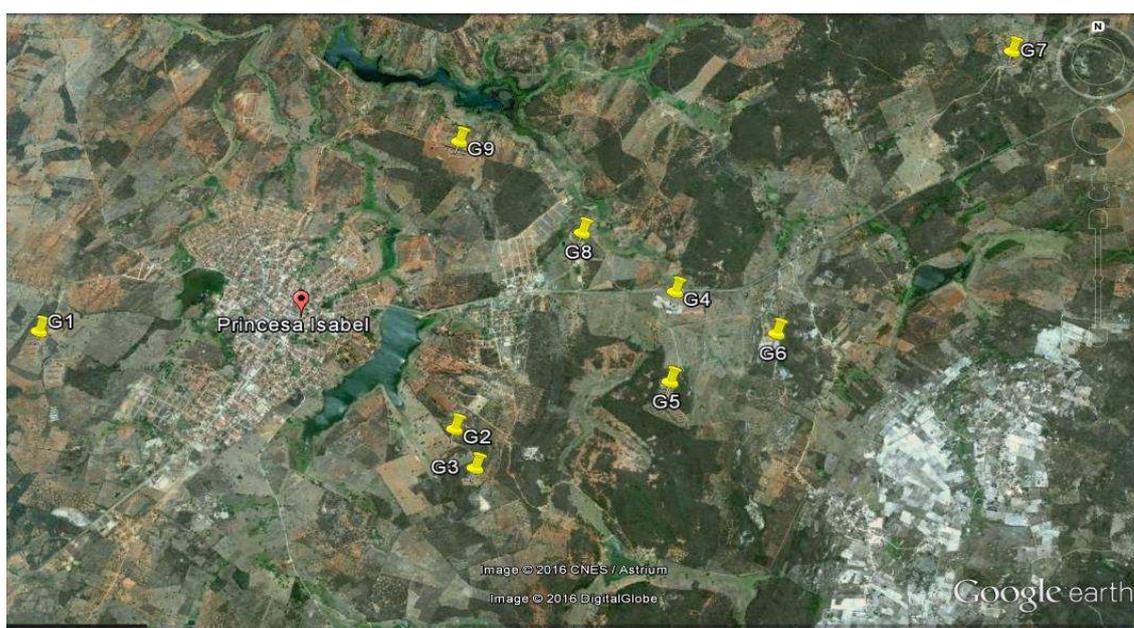


Figura 91- Localização dos galpões instalados para criação de galinhas (granjas) no município de Princesa Isabel-PB. Fonte: *Google Earth* (2016).

No município atuam duas granjas que possuem diversos galpões espalhados pela área municipal. Uma das granjas deposita os dejetos em um local inapropriado, onde ficam expostos a céu aberto, ocasionando em desconforto para a população que vive no entorno da bacia hidráulica (Figura 92).



Figura 92- A) Resíduos provindos de granjas e B) Caminhão sendo abastecido com resíduos. Fonte: A autora (2016).

Segundo os próprios moradores a situação piora quando chove, pois o cheiro fica insuportável. Estes resíduos são depositados neste mesmo local a vários anos e é alvo constante de reclamação por parte dos moradores que não concordam com a deposição dos dejetos no local (Figura 93). Os resíduos são compostos por fezes, restos de ração dentre outros resíduos, que são comercializados para adubação de terras.

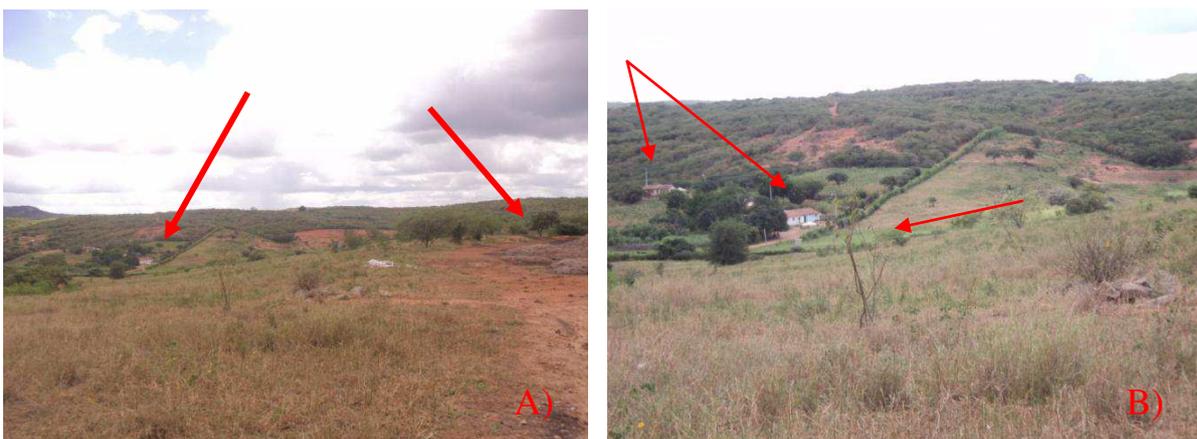


Figura 93- A) Proximidade dos resíduos com as residências e B) Riacho que deságua no açude Jatobá II. Fonte: A autora (2016).

Ferreira (2010) ressalta que o gás gerado da degradação do excremento das aves nas camas de galinha é a amônia. A cama de galinha têm a função de reter as fezes, restos de alimentos, descamações da pele, penas e a umidade no decorrer da produção, tornando-se

assim, após seu uso, um dos principais resíduos do sistema de produção de frangos de corte com potencial poluidor do ambiente (BADO, 2006).

Os principais reflexos ambientais relacionados à emissão e dispersão de gases a partir das instalações de produção avícola, referem-se à deposição de ácido, aquecimento global e efeitos locais e regionais da emissão de odores (BADO, 2006).

Os resíduos são depositados em um terreno próximo ao curso d'água (riacho) que deságua no açude Jatobá II, além disso, o terreno fica ao lado da PB-306, provocando desconforto também aos motoristas que trafegam pelo local (Figura 94). No período chuvoso os dejetos são carregados para o riacho que passa ao lado do local, onde são depositados os resíduos, contribuindo com a poluição e contaminação das águas.

De acordo com Chapman (1996) embora os principais componentes presentes nos resíduos animais forneçam nutrientes para as plantas, também estão relacionados com a contaminação das águas subterrâneas e de superfície. Além disso, substâncias que demandam oxigênio, materiais em suspensão e patógenos oriundos do inadequado gerenciamento dos resíduos da produção avícola, carregados para corpos d'água, podem alterar ou contaminar o ambiente (BADO, 2006).

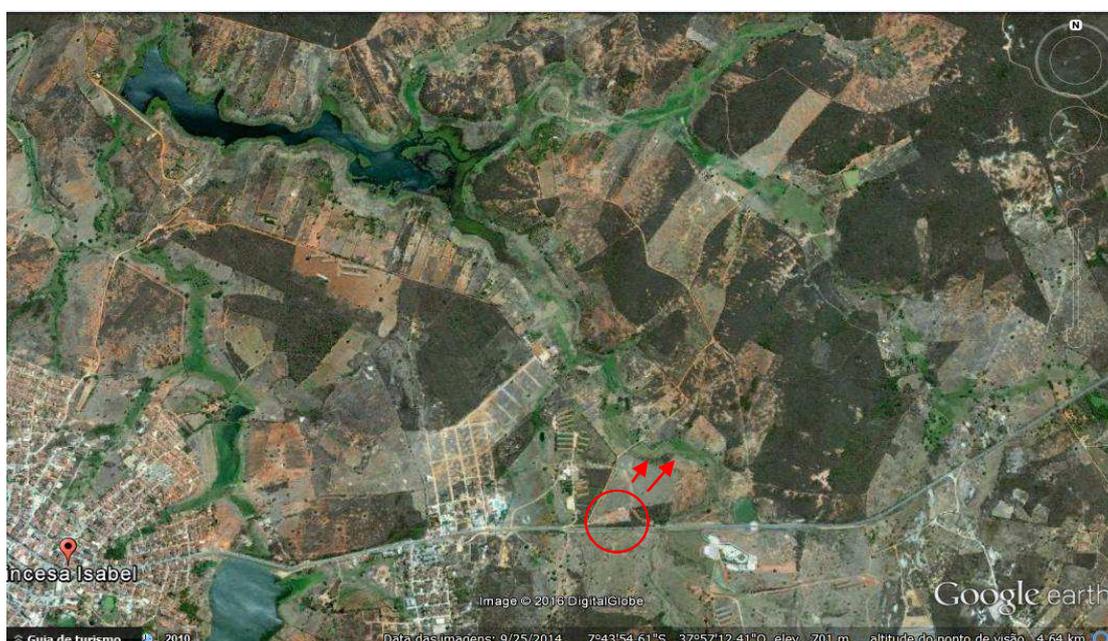


Figura 94- Local onde são depositados os resíduos dos aviários no município de Princesa Isabel-PB. Fonte: Google Earth (2016).

Para Bado (2006) o enriquecimento excessivo de águas superficiais com nitratos e derivados nitrogenados pode levar ao desequilíbrio dos ecossistemas aquáticos devido ao processo de eutrofização, que consiste da proliferação exagerada de algas e plantas aquáticas.

Esse mesmo autor afirma ainda que, a amônia dissolvida na água, pode ser tóxica para peixes mesmo em baixas concentrações.

Perguntados sobre quem são os responsáveis pelos problemas ambientais, 21,5% dos entrevistados responderam que é o poder público, 50% afirmaram que são os moradores, 14,3% indicaram que a responsável é a natureza, 7,1% não sabem quem são os responsáveis e 7,1% disseram que os responsáveis são todos (poder público, moradores e a natureza) (Figura 95).

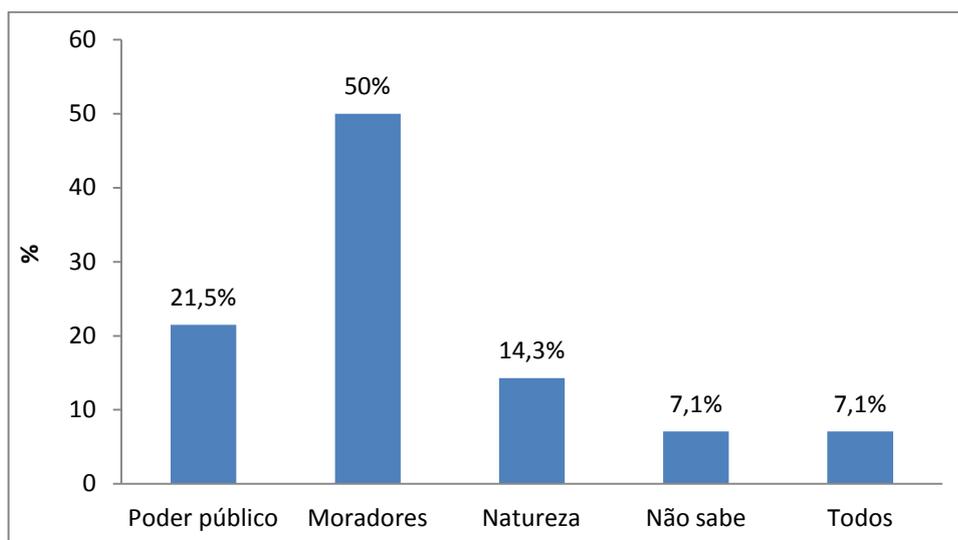


Figura 95- Responsáveis pelos problemas ambientais no entorno da bacia hidráulica do açude Jatobá II no município de Princesa Isabel-PB. Fonte: A autora (2016).

O acesso a informações sobre o meio ambiente na área da bacia de acordo com 64,3% dos entrevistados é realizado por meio da televisão, 7,1% afirmaram ser por meio do jornal, 7,1% disseram ter acesso a informação pelo rádio e 21,5% através de outros meios de comunicação (Figura 96).

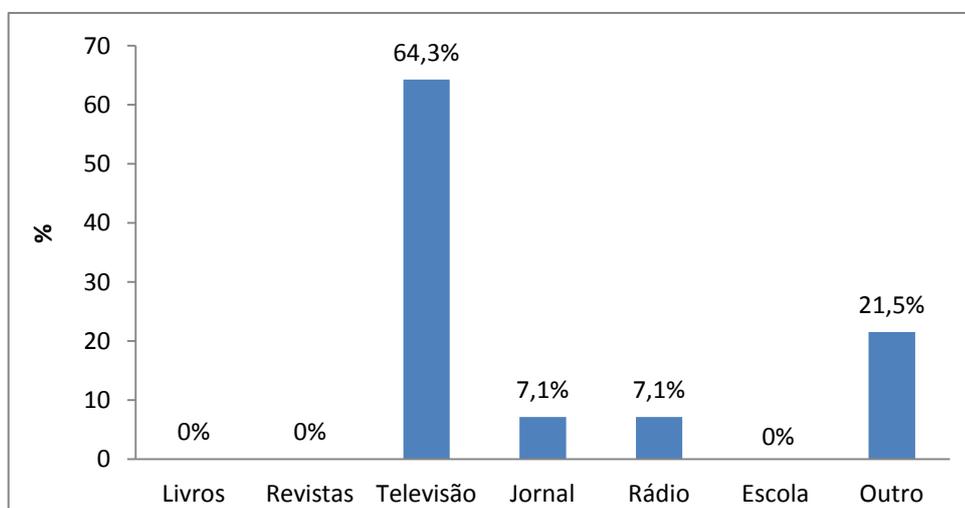


Figura 96- Acesso a informação sobre meio ambiente na área da bacia hidráulica. Fonte: A autora (2016).

Sobre o desmatamento no município, quando perguntados se existiam áreas desmatadas 42,9% indicaram que sim, enquanto que, 57,1% responderam que não (Figura 97). Esses dados refletem um cenário contrário do que foi verificado no trabalho de campo, onde foram encontradas áreas desmatadas no entorno da bacia hidráulica e no município.

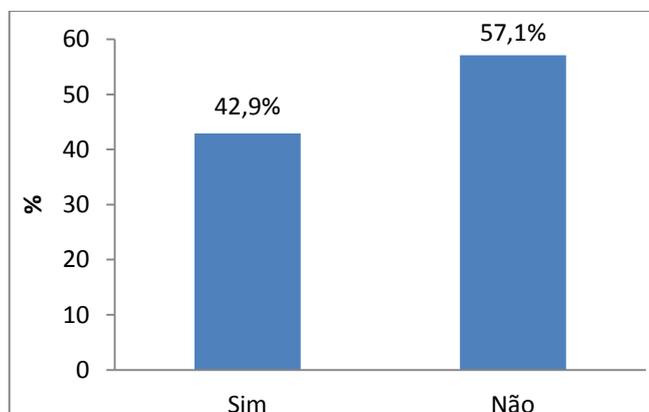


Figura 97- Desmatamento na área municipal, segundo os moradores da área da bacia hidráulica. Fonte: A autora (2016).

Procurados se conheciam animais silvestres na área municipal, 42,9% dos entrevistados responderam que conhecem animais silvestres e que eram mais comuns de serem vistos em épocas atrás, 57,1% afirmaram que não conhecem (Figura 98).

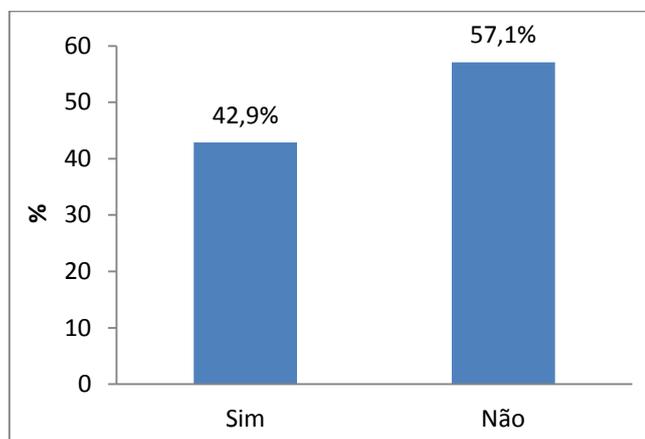


Figura 98- Conhecimento sobre a existência de animais silvestres no município de Princesa Isabel-PB. Fonte: A autora (2016).

Questionados sobre quem deveria resolver os problemas ambientais, 71,4% dos entrevistados disseram que o governo deveria resolver, 21,5% afirmaram que a comunidade deveria resolver e 7,1% responderam que as escolas deveriam resolver (Figura 99).

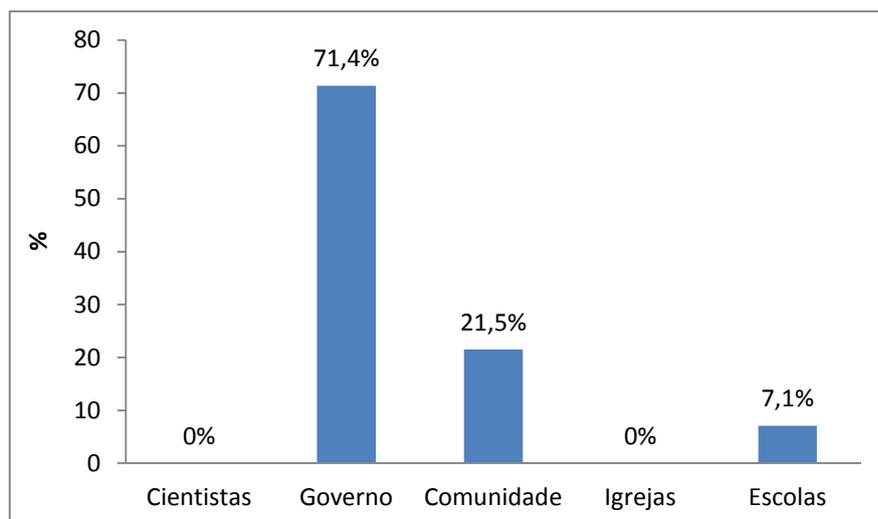


Figura 99- Resolução dos problemas ambientais na área da bacia hidráulica do açude Jatobá II. Fonte: A autora (2016).

Os problemas ambientais no entorno da bacia hidráulica são evidentes, porém, ao serem questionados se já haviam denunciado alguma ocorrência ou poluição, 100% dos entrevistados responderam que não e/ou nunca denunciaram, mesmo sendo afetados (Figura 100).

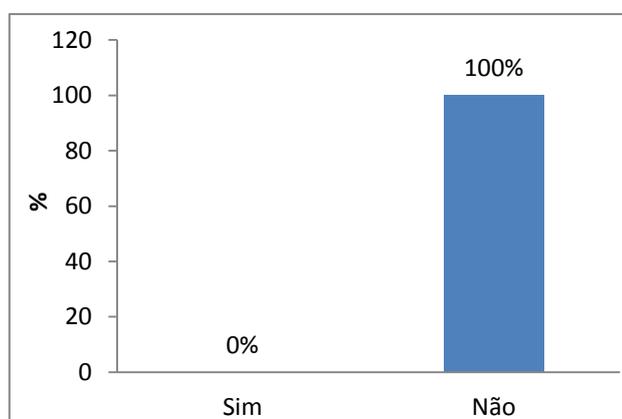


Figura 100- Denúncia de ocorrência de problemas ambientais no entorno da bacia hidráulica. Fonte: A autora (2016).

Quando perguntados se participariam de alguma ação para melhorar o meio ambiente 64,3% disseram que sim, 35,7% afirmaram que não participariam (Figura 101). Esse dado é preocupante tendo em vista os diversos problemas existentes nessa área e que merecem atenção por parte da população, mesmo com a maioria respondendo que participaria, muitas pessoas foram contrárias a ações desta natureza, mostrando indiferença com as questões ambientais.

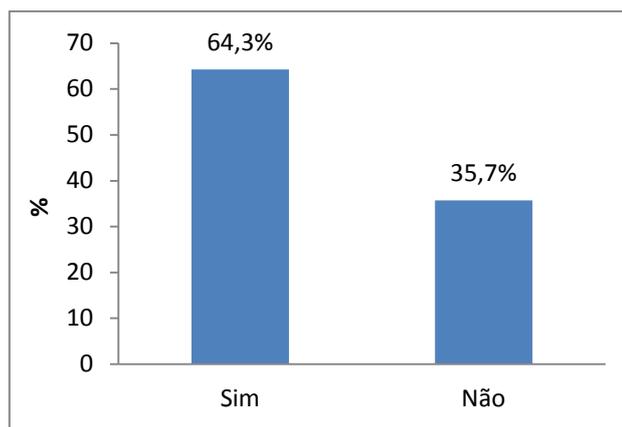


Figura 101- Participação em ações sobre meio ambiente pelos moradores do entorno da bacia hidráulica. Fonte: A autora (2016).

Com relação as principais mudanças ocorridas no entorno do açude Jatobá II, no período em que residem na área, 14,3% dos entrevistados afirmaram que foram construídas cercas dentro do açude, 7,1% disseram que a principal mudança foi o assoreamento no açude, 7,1% indicaram que existem muitos animais soltos nas imediações do açude, 42,9% ressaltaram que a principal mudança é a falta d'água no açude, 7,1% responderam que houve redução da vegetação e 21,5% afirmaram não ter notado e/ou observado nenhuma mudança (Figura 102).

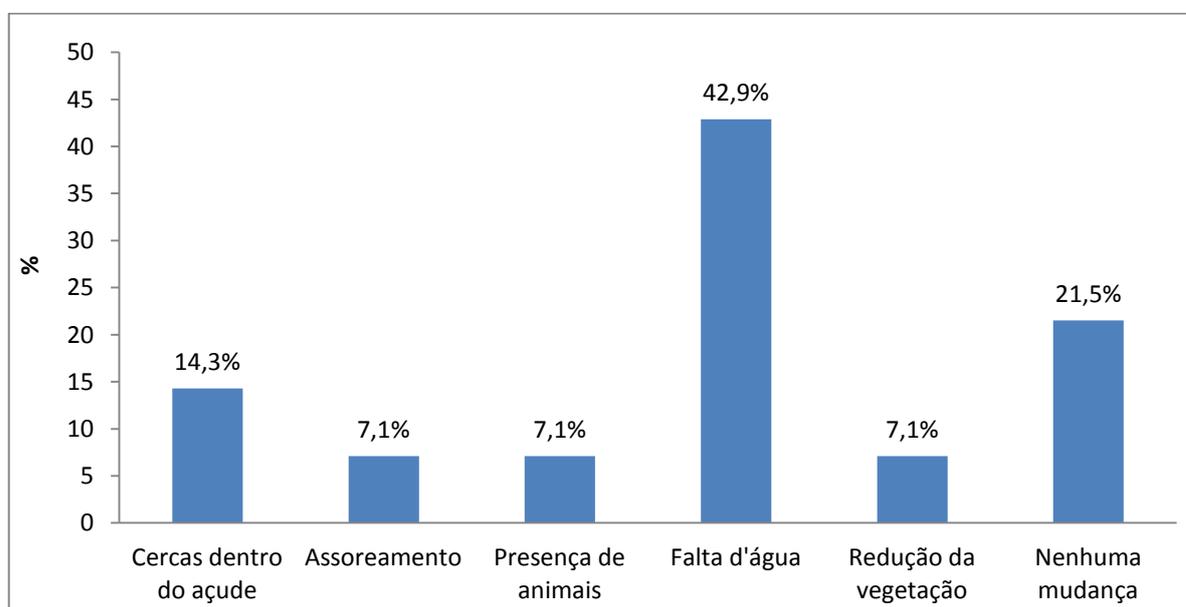


Figura 102- Principais mudanças ocorridas no açude Jatobá II, segundo os moradores da bacia hidráulica. Fonte: A autora (2016).

Durante o trabalho de campo evidenciou-se em diferentes pontos do açude a presença de cercas, delimitando e separando o reservatório. Essa é uma atividade irregular, que é

realizada por muitos produtores que possuem terras nas proximidades do manancial (Figura 103).



Figura 103- Cercas delimitando a área e plantação de milho e feijão dentro do açude Jatobá II. Fonte: A autora (2016).

O assoreamento é visível no açude, o qual apresenta bancos de terra por toda a extensão, principalmente nas proximidades da parede do reservatório, ocasionando na diminuição da capacidade de armazenamento. A falta d'água é perceptível no município especialmente na área da bacia, bem como, a redução da vegetação (Figura 104).



Figura 104- A) Bancos de terra nas proximidades da parede do açude e B) Assoreamento na parte central do reservatório. Fonte: A autora (2016).

A presença de animais é comum nas imediações do açude, sendo bovinos, equinos e caprinos. Estes são criados soltos as margens do açude provocando a compactação do solo por meio do pisoteio, outro problema são os resíduos deixados pelos animais, que podem poluir a água (Figura 105).



Figura 105- A) Animais soltos nas imediações do açude e B) Bovinos criados nas proximidades do reservatório. Fonte: A autora (2016).

A vegetação desempenha papel importante na natureza, entretanto, no entorno da bacia a retirada da vegetação é visível, sobre isso, questionados se a retirada da mata no entorno do açude Jatobá II prejudicava o açude, 71,4% dos entrevistados disseram que sim, 21,5% afirmaram que não e 7,1% não sabem (Figura 106).

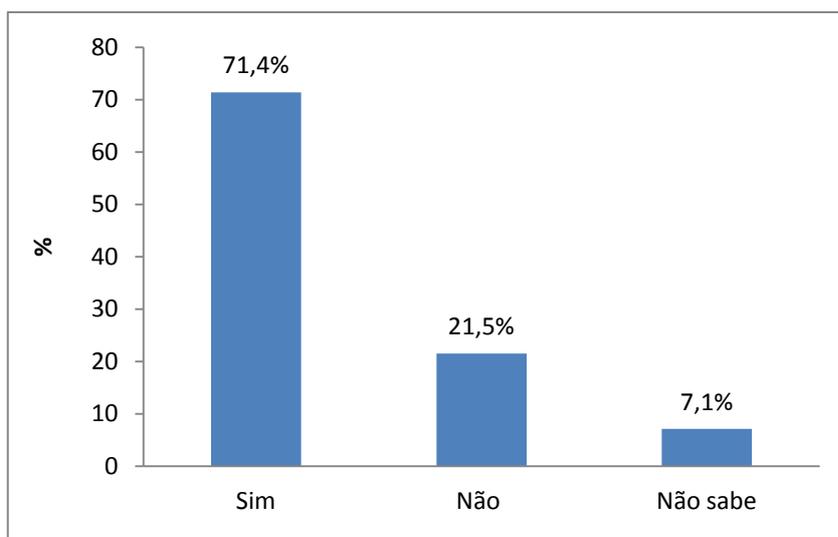


Figura 106- Retirada da mata no entorno do açude Jatobá II em Princesa Isabel-PB. Fonte: A autora (2016).

Com relação a educação ambiental, os dados obtidos chamam a atenção para o desconhecimento sobre esse tema, onde 92,9% dos entrevistados responderam que não sabem o que é educação ambiental e 7,1% disseram que sabem o que significa (Figura 107).

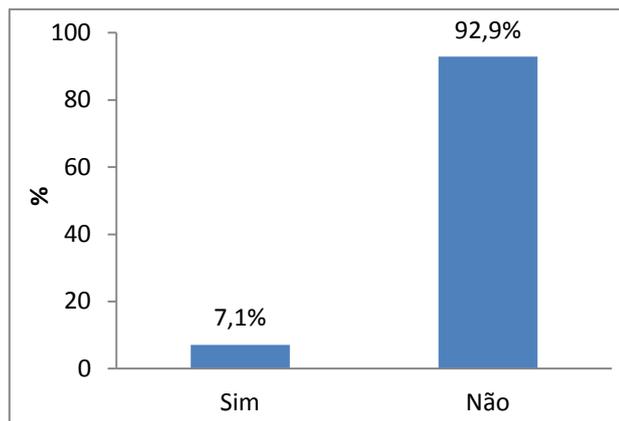


Figura 107- Conhecimento sobre educação ambiental, segundo os habitantes do entorno da bacia hidráulica do açude Jatobá II. Fonte: A autora (2016).

Esses dados mostram o nível de desconhecimento sobre temas e questões relevantes sobre o meio ambiente. Esse desconhecimento favorece a permanência e ocorrência dos diversos problemas ambientais existentes na área da bacia hidráulica.

7. CONCLUSÃO

O desenvolvimento das diversas atividades antrópicas no entorno da bacia hidráulica do açude Jatobá II, vêm contribuindo com a degradação e a poluição dos recursos hídricos. O desmatamento é evidenciado no município e também em diversas áreas da bacia, principalmente em áreas declivosas nas imediações do açude Jatobá II, comprometendo a qualidade da água.

A inexistência de políticas públicas e fiscalização associadas à falta de conscientização da população, são fatores que contribuem para a intensificação dos processos de degradação das terras no município e no entorno da bacia hidráulica.

A degradação das terras no município entre os anos de 1985 e 2015 aumentou, constatou-se que a degradação baixa, a degradação moderada baixa e a degradação grave tiveram incremento positivo no ano de 2015. A degradação moderada e a degradação moderada grave tiveram redução no incremento. Entre os níveis de degradação destaca-se a degradação moderada baixa que teve aumento no incremento de 104,1 km². Esse aumento ocorreu devido ao desmatamento para utilização das áreas para a agricultura e pastagens no município.

No município a degradação moderada grave teve diminuição significativa na área de 133,9 km². A diminuição ocorreu devido ao abandono das terras usadas para a agricultura e também pela migração das famílias para a zona urbana, com isso percebe-se que ocorre a regeneração da vegetação nessas áreas. Essa diminuição contribuiu com o aumento da degradação moderada baixa e da degradação moderada.

No município a degradação grave também teve aumento no incremento da área de 34,1 km². Esse crescimento ocorreu devido as práticas agrícolas insustentáveis realizadas pelos agricultores, além disso, a falta de manejo e informação sobre métodos conservacionistas faz com que essa prática permaneça exaurindo o solo, deixando-os sem proteção devido a ausência da vegetação. O abandono das terras e a migração das atividades agrícolas para áreas anteriormente com vegetação densa, contribuiu para o aumento da degradação grave.

A análise dos níveis de degradação no entorno da bacia hidráulica do açude Jatobá II, evidencia que a degradação grave, a degradação moderada, a degradação moderada baixa e a degradação baixa apresentaram incremento positivo no ano de 2015. A degradação moderada grave apresentou incremento negativo de 14,3 km², sendo a única a apresentar diminuição. Destaca-se um aumento de 12,2 km² na área com degradação grave.

Os principais agravantes para o aumento da degradação grave no entorno da bacia hidráulica foram a agricultura com práticas tradicionais e cultivo em sequeiro e a pecuária que exige grandes áreas para as pastagens, onde muitos produtores utilizam as imediações do açude para plantar capim. Além disso, as práticas agrícolas inadequadas e não conservacionistas aceleram o processo de degradação, através do desmatamento da caatinga e das queimadas que são bastante realizadas.

A urbanização e a implantação de loteamentos nas imediações da bacia hidráulica são fatores que contribuem para o agravamento da situação, cujo destino do açude tende a ser o mesmo dos reservatórios situados no perímetro urbano com a poluição das águas e conseqüentemente a indisponibilidade da água para os usos múltiplos.

No município a classe de vegetação rala teve um aumento significativo no incremento de 71,9 km², enquanto que, as classes de vegetação rala + solo exposto teve redução no incremento de 22,9 km² e a classe solo exposto teve também redução no incremento de 41,9 km². Essa diminuição em ambas as classes de vegetação contribuiu com o aumento da área na classe de vegetação rala.

Na área da bacia hidráulica a classe de vegetação rala + solo exposto teve incremento positivo na área de 11 km². Os solos desnudos com pouca ou nenhuma vegetação, tornam-se mais propensos a ação do clima. A classe solo exposto teve redução na área de 11,6 km², contribuindo com o aumento da área com vegetação rala + solo exposto. O desmatamento no entorno da bacia é acentuado principalmente nas áreas declivosas que são usadas para a agricultura e para plantação de pastagens.

Na bacia as vulnerabilidades encontradas mostram diferentes resultados, onde o índice de vulnerabilidade socioeconômica dos entrevistados é considerado muito alto 50,0%, a vulnerabilidade tecnológica foi 40,0% valor considerado alto e a vulnerabilidade ambiental que foi 36,8% considerado um valor alto.

Esses níveis de vulnerabilidade demonstram a inexistência de políticas públicas efetivas que visem e/ou contribuam com o desenvolvimento sustentável ou ações voltadas a capacitar e informar os moradores do entorno da bacia dos danos ao meio ambiente e que os atinge de forma direta ou indireta, como a seca e os problemas de saúde.

Os entrevistados demonstraram através da percepção ambiental as modificações ocorridas na área da bacia hidráulica de acordo com sua vivência na área ao longo do tempo, sendo a seca um dos fatores mais percebidos pelos entrevistados. Mesmo com secas severas o

açude Jatobá II permanecia sempre com água, porém, em 50 anos essa é a primeira vez que o reservatório seca completamente.

Outro fato percebido e mencionado pelos entrevistados foi o mau cheiro gerado pelas camas de galinha que são depositadas em um terreno que fica ao lado de um dos afluentes que deságuam no açude Jatobá II, com as chuvas os dejetos escorrem para o riacho. Essa é uma situação que merece atenção dos órgãos públicos, pois as camas de galinha liberam a amônia que de acordo com a literatura científica consultada pode gerar problemas de saúde se inalado a longo prazo.

8. PROPOSIÇÃO DE MEDIDAS MITIGADORAS

- Respeitar os limites para a área de preservação permanente conforme especificado na Resolução 357 CONAMA e no Código Florestal;
- Criar um Plano de Manejo para a bacia hidrográfica municipal;
- Implantar o sistema de gerenciamento ambiental a ser gerenciado pela prefeitura;
- Implantar a coleta e o controle da disposição dos resíduos sólidos e líquidos na área de abrangência do reservatório;
- Implantar sistemas de biodigestores para a produção de biogás, reduzindo os impactos da disposição inadequada de resíduos;
- Fiscalizar a área da bacia a fim de prevenir a deposição dos resíduos sólidos em locais inapropriados;
- Relocar os resíduos das camas de galinha da área atual para uma área que seja adequada;
- Implantar projetos de educação ambiental, através das Instituições de ensino;
- Reflorestar as margens do açude;
- Evitar o desmatamento e queimadas nas imediações da bacia hidráulica e nas proximidades dos cursos d'água que alimentam o reservatório;
- Adotar Sistemas Integrados de Produção, como os Sistemas Agroflorestais;
- Incentivar as práticas agroecológicas, substituindo os agrotóxicos por biocidas naturais.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AESA. AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS DO ESTADO DA PARAÍBA. Boletim de informações climáticas. 2006. Disponível em: <<http://www.aesa.pb.gov.br>>. Acesso em: 12 nov. 2013.

AESA. Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. Comitê Piranhas-Açu. 2014. Disponível em: <<http://www.aesa.pb.gov.br/comites/piranhasacu/>> Acesso em: 18 set. 2016.

ADGER, W. N. **Vulnerability. Global Environmental Change**, 2006.

ADGER, W. N. **Social Vulnerability to Climate Change and Extremes in Coastal Vietnam**. World Development, 1999.

ALENCAR, A; NEPSTAD, D; MCGRATH, D; MOUTINHO, P; PACHECO, P; DIAZ, M. D. C. V; SOARES FILHO, B. **Desmatamento na Amazônia: indo além da “emergência crônica”**, [S. l.; s.n], 2004.

ALENCAR, M. L. S. **Os sistemas Hídricos, o bioma Caatinga e o Social na bacia do Rio Sucuru: Riscos e Vulnerabilidades**. 2008. 157p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola). Departamento de Engenharia Agrícola. Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande-PB, 2008.

ALMEIDA, C. M. Aplicação dos Sistemas de Sensoriamento Remoto por Imagens e o Planejamento Urbano e Regional. **Revista Arq. Urb**, v. 3, p. 98-123, 2010. Disponível em: <http://www.usjt.br/arq.urb/numero_03/8arqurb3-claudia.pdf> Acesso em: 20 abr. 2016.

ALMEIDA, J. **Da ideologia do progresso à ideia do desenvolvimento (rural) sustentável**. In: ALMEIDA, J; NAVARRO, J. **Reconstruindo a agricultura: ideias e ideias na perspectiva de um desenvolvimento rural sustentável**. Porto Alegre-RS: Ed. Universidade - UFRGS, 1998.

AMORIM FILHO, O. B. Os Estudos da Percepção como a Última Fronteira da Gestão Ambiental. In: II Simpósio Ambiental e Qualidade de Vida na Região Metropolitana de Belo Horizonte e Minas Gerais, 1992, Belo Horizonte. **Anais do II Simpósio Ambiental e Qualidade de Vida na Região Metropolitana de Belo Horizonte e Minas Gerais**. Belo Horizonte: Associação Brasileira de Engenharia Geológica, 1992. v. Único. p. 16-20.

AMORIM, M. C. C; PORTO, E. R. **Considerações sobre Controle e Vigilância da Qualidade de Água de Cisternas e seus tratamentos**. In: Simpósio Brasileiro de Captação de Água de Chuva no Semi-Árido, 2003, Juazeiro-BA. **Captação de Água de Chuva: uma proposta sustentável para a melhoria da qualidade de vida e para o combate a fome**, 2003.

ANA. Agência Nacional de Águas (Brasil). Atlas Nordeste: abastecimento urbano de água: alternativas de oferta de água para as sedes municipais da Região Nordeste do Brasil e do norte de Minas Gerais. / Agência Nacional de Águas. Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos; Consórcio Engecorps/Projotec/Geoambiente/Riverside Technology. Brasília: ANA, SPR, 2006. 80 p.: Il.

ANA. Agência Nacional de Águas. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil** – Encarte Especial sobre a Crise Hídrica. 2014. Disponível em <<http://conjuntura.ana.gov.br/docs/crisehidrica.pdf>>. Acesso em: 4 nov. 2016.

ARAÚJO, L. E; SOUSA, F. A. S; MORAES NETO, J. M; SOUTO, J. S; REINALDO, L. R. L. R; LOPES, L. R. Bacias hidrográficas e impactos ambientais. **Qualit@** (UEPB), v. 8, p. 1-19, 2009.

ARAÚJO, B. A. (Coord) *et al.* Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do Estado da Paraíba. Secretaria do Estado de Recursos Hídricos, do Meio Ambiente e da Ciência e Tecnologia (SERHMACT). João Pessoa-PB: A União, 2015.

ARANOFF, S. **Remote sensing for GIS managers**. 1. ed. Redlands, California: ESRI Press, 2005. 487p.

ATTANASIO, C. M; RODRIGUES, R. R; GANDOLFI, S; NAVE. A. G. Adequação ambiental de propriedades rurais, Recuperação de áreas degradadas, Restauração de mata ciliar. Piracicaba: LERF/ESALQ/USP, jul. 2006. 63p.

BADO, C. **Gestão de resíduos resultantes da produção de frangos de corte**. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Estadual de Maringá. Maringá-PR, 2006. 74p.

BANKOFF, G. Rendering the World Safe: Vulnerability as Western Discourse. *Disasters* 25 (10):19-35, 2001

BATISTA, A. N. C; ALMEIDA, N. V; MELO, J. A. B. **Utilização de imagens CBERS no diagnóstico do uso e ocupação do solo na microbacia do riacho Maracajá, Olivedos, PB**. Caminhos de Geografia (UFU), v. 10, p. 235-244, 2009.

BARBIERI, J. C. **Gestão Ambiental Empresarial: Conceitos, Modelos e Instrumentos**. 1. ed. São Paulo: Saraiva S/A Livretos e Editores, 2004. v.1. 328p.

BARBIERI, J. C. **Gestão Ambiental empresarial**. (Desenvolvimento de material didático ou instrucional - Material Didático e Casos). 2006.

BARBIERI, J. C. **Gestão Ambiental Empresarial: conceitos, modelos e instrumentos**. 2. ed. São Paulo: Saraiva S/A Livretos e Editores, 2007. v.1. 382p.

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

BARBOSA, M. P; FERNANDES, M. F; SILVA, M. J; GUIMARÃES, C. L; COSTA, I. C. **Diagnóstico socioeconômico ambiental da APA Chapada do Araripe**: Ceará, Pernambuco e Piauí. RELATÓRIO FINAL. ATECEL, Campina Grande. 2005.

BELTZ, L. **Roças indígenas no Estado de Mato Grosso: Educação ambiental e Sustentabilidade entre os estudantes da Faculdade Indígena Internacional**. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais), Universidade Estadual do Mato Grosso, Cáceres, 2012. 102p.

BIANCHI, C. **A análise ambiental como subsídio para o desenvolvimento sustentável do Município de Capistrano-CE**. Dissertação de Mestrado em Desenvolvimento e Meio

Ambiente, PRODEMA. Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2005. 138 f.: il., mapas, color enc.

BORGES, A. D. **Uso de EPIs na agricultura**: os equipamentos de proteção individual são de extrema importância para os agricultores. 09 de Jan/2012. Disponível em <<http://www.catalaonoticias.com.br/noticiasphp? =NoticiasVer&id =MTE30Tk>>. Acesso em: 4 set. 2016.

BLAIKIE, P; CANNOT, T.; DAVIS, I. e WISNER, B. **El Desafio de Los Desastres y nuestro**. Enfoque: In: Vulnerabilidad: el entorno social, político y económico de los desastres. Colombia: ITDG/LA RED, 1996. 374p.

BLAIKIE, P. M. Post-modernism and global environmental change. *Global Environmental Change*, v.6, n.2, p. 81-85. 1996.

BRAGA, T. M; OLIVEIRA, E. L; GIVISIEZ, G. H. N. Avaliação de metodologias de mensuração de risco e vulnerabilidade social a desastres naturais associados à mudança climática. **Revista São Paulo em Perspectiva**, v. 20, p. 32-43, 2006.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Escritório de Pesquisa e Experimentação. Equipe de Pedologia e Fertilidade do Solo. I. Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do Estado da Paraíba. II. Interpretação para uso agrícola dos solos do Estado da Paraíba. Rio de Janeiro, 1972. 683 p. (Brasil. Ministério da Agricultura. EPFS. **Boletim Técnico**, 15; SUDENE-DRN. Série Pedologia, 8).

BRASIL. **Constituição da República Federativa de 1988**. Site do Planalto. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br>> Acesso em: 02 fev. 2016.

BRASIL. **Política Nacional do Meio Ambiente, Lei 6. 938 de 31 de agosto de 1981**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm> Acesso em: 23 jan. 2016.

BRASIL. **Política Nacional de Recursos Hídricos, Lei 9. 433 de 08 de janeiro de 1997**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9433.htm> Acesso em: 23 jan. 2016.

BRASIL. **Decreto n. 97.632 de 10 de abril de 1989**. Dispõe sobre a regulamentação do Artigo 2º, inciso VIII, da Li n. 6.938, de 31 de agosto de 1981, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, 12 de abril de 1989. Disponível em: <www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1980-1989/D97632.htm>. Acesso em: 20 fev. 2016.

BRITO, L. T. L; BRAGA, M. B; NASCIMENTO, T. **Impactos ambientais da irrigação no Semiárido brasileiro**. In: BRITO, L. T. L; MELO, R. M; GIONGO, V. (Org). Impactos ambientais causados pela agricultura no Semiárido brasileiro. 1ed. Petrolina, PE. Embrapa Semiárido, 2010, v. 1, p. 137-169.

CÂMARA, G; MONTEIRO, A. M. V. **Conceitos básicos em ciência da geoinformação**. In: Câmara, G; Davis, C; Monteiro, A. M. V (Org.). Introdução à ciência da geoinformação. São José dos Campos: INPE, 2001. Disponível em: <<http://mtc-m12.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/sergio/2004/04.22.07.43/doc/publicacao.pdf>>. Acesso em: 14 mai. 2016.

CÂMARA, G; DAVIS, C. **Introdução:** Por que geoprocessamento?. In: Câmara, G; Davis, C; Monteiro, A. M. V (Org.). Introdução à ciência da geoinformação. São José dos Campos: INPE, 2001. Disponível em: <<http://mtc-m12.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/sergio/2004/04.22.07.43/doc/publicacao.pdf>>. Acesso em: 14 mai. 2016.

CÂMARA, G; MEDEIROS, J. S. **Geoprocessamento para projetos ambientais**. 2. ed. São José dos Campos, 2001.

CÂMARA, G. **Sistemas de Informação Geográfica para aplicações ambientes e cadastrais:** uma visão geral. São José dos Campos: INPE, 2001.

CAMPOS, L. M. S. **Apostila de Auditoria Ambiental**. Cascavel: UFSC, 2002.

CANNON, T. **Vulnerability Analysis and Disasters**. In Parker, D. (Ed.) Floods: 43-55. London: Routledge, 2003.

CARDONA, O. D. **La necesidad de repensar de manera holística los conceptos de vulnerabilidad y riesgo:** una crítica y una revisión necesaria para la gestión. Bogotá: CEDERI. 2001.

CARDONA, O. D. **The need for rethinking the concepts of vulnerability and risk from a holistic perspective:** a necessary review and criticism for effective risk management. In: BANKOFF, G; FRERKS, G; HILHORST, D. (Eds.). Mapping vulnerability: disasters, development, and people. London: Earthscan Publications, 2004. p. 37-51.

CARDONA O. D. et al. **System of indicators for disaster risk management:** main technical report. Manizales – Washington: Instituto de Estudios Ambientales Universidad Nacional de Colombia / Inter-American Development Bank, 2005.

CARDONA O. D. **The need for rethinking the concepts of vulnerability and risk from a holistic perspective:** a necessary review and criticism for effective risk management. In Bankoff, G., Frerks, G, and Hilhorst D. (Eds.) Mapping Vulnerability: Disasters, Development and People. London: Earthscan, 2003. Disponível em: <http://www.desenredando.org/public/articulos/index.html> Acesso em: 20 ago. 2010.

CARMO, J. P. A; SILVA, P. D. D. **A Bacia hidrográfica como unidade de estudo, planejamento e gestão**. In: XVI Encontro Nacional dos Geógrafos, 2010, Porto Alegre. XVI ENG, 2010.

CARVALHO, A. P. **Estudo da degradação ambiental na bacia do Açude Soledade-PB**. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2010. 232p.

CIRINO, L. **Vantagens da Certificação ISO 14000**. Monografia (Engenharia Ambiental), Universidade de Passo Fundo. Passo Fundo - RS, 2011.

COELHO, A. **Percepção ambiental dos alunos da faculdade brasileira**. 2002.

CONFALONIERI, U. E. C. **Global environmental change and health in Brazil:** review of the present situation and proposal for indicators for monitoring these effects. In: HOGAN,

H.J; TOLMASQUIM, M.T. Human Dimensions of Global Environmental Change – Brazilian Perspectives. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, 2001.

CONAMA. **RESOLUÇÃO CONAMA Nº 302, de 20 de março de 2002**. Disponível em: <http://licenciamento.cetesb.sp.gov.br/legislacao/federal/resolucoes/2002_Res_CONAMA_302.pdf> Acesso em: 10 jun. 2016.

CONAMA. **RESOLUÇÃO Nº 357, de 17 de março de 2005**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em: 16 jun. 2016.

CONAMA. **RESOLUÇÃO Nº 001, de 23 de janeiro de 1986**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html>> Acesso em: 16 nov. 2016.

CUNHA, S. B; GUERRA, A. J. T. **Geomorfologia e meio ambiente**: Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998.

CUNHA, V; CAIXETA FILHO, J. V. Gerenciamento da coleta de resíduos sólidos urbanos: estruturação e aplicação de modelo não-linear de programação por metas. **Gestão e Produção** (UFSCar), São Carlos, v. 9, n.2, p. 143-161, 2002.

CHAPMAN, S. L. Soil and solid poultry waste nutrient management and water quality. **Poultry Science**, v. 75, p. 862-6, 1996.

CPRM - COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS NATURAIS. **Perspectivas do Meio Ambiente do Brasil - Uso do Subsolo**. Ministério de Minas e Energia, 2002. Disponível em: <www.cprm.gov.br>. Acesso em: 01 jun. 2016.

CPRM – SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea. Diagnóstico do município de Princesa Isabel, estado da Paraíba/ Organizado [por] João de Castro Mascarenhas, Breno Augusto Beltrão, Luiz Carlos de Souza Junior, Franklin de Moraes, Vanildo Almeida Mendes, Jorge Luiz Fortunato de Miranda. Recife: CPRM/PRODEEM, 2005. 10 p. + anexo. Disponível em: <<http://www.cprm.gov.br/rehi/atlas/paraiba/relatorios/PRIN149.pdf>>. Acesso em: 01 ago. 2016.

D'AMATO, C; TORRES, J. P. M; MALM, O. DDT (Diclorodifeniltricloroetano): Toxicidade e contaminação ambiental - Uma revisão. **Química Nova**, São Paulo, SP - Brasil, v. 25, n. 06, p. 995-1002, 2002.

DANTAS, E. L. **Evolução tectono magmática do maciço polidiapírico São Vicente - Florânia - RN**. Rio Claro, 1992. 272p. Dissertação (Mestrado), Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, 1992.

DAVIDOFF, L. F. **Introdução à psicologia**. São Paulo: McGraw – Hill do Brasil, 1993. 237p.

DEPARTAMENTO DE ESTADO DOS ESTADOS UNIDOS. **Um esboço da história Americana**. Escritório de Assuntos Públicos, 2012.

DEL RIO, V; OLIVEIRA, L. (Org.). **Percepção Ambiental: a experiência brasileira**. São Paulo: Studio Nobel; São Carlos, SP: Universidade Federal de São Carlos, 1996.

DIAS, R. L. F. **Intervenções públicas e degradação ambiental no semi-árido cearense (O caso de irauçuba)**. Dissertação de Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente, PRODEMA. Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 1998. 139 f.

DUARTE, S. M. **O desastre da desertificação do município de Taperoá do Estado da Paraíba – Brasil**. 2008. Tese (Doutorado em Recursos Naturais) – Universidade Federal de Campina Grande, UFCG. 2008.

EMBRAPA Solos UEP Recife (2006). **Solos do Nordeste**. Disponível em: <www.uep.cnps.embrapa.br/solos/index.html>. Acesso em: 11 set. 2016.

ESTEVES, B. S; SILVA, D. G; PAES, H. M. F; SOUSA, E. F. **Irrigação por gotejamento**. Manual Técnico, 32. Rio de Janeiro, 2012. 18p.

FAGGIONATO, S. **Percepção ambiental**. Materiais e Textos, 2011. Disponível em: <http://educar.sc.usp.br/biologia/textos/m_a_txt4.html>. Acesso em: 02 abr. 2016.

FEITOSA, D. N. **Situação dos resíduos sólidos do município de Ingá/PB**. Monografia (Especialização em Gestão Pública Municipipl) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa. 2011.

FARIAS, A. A. **Estudo da degradação ambiental no entorno da bacia hidráulica do açude Manoel Marcionilo, Taperoá-PB**. Dissertação (Mestrado em Recursos Naturais), Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2012. 114p.

FERNANDES, M. R; SILVA, J. C. **Programa Estadual de Manejo de Sub-Bacias Hidrográficas: Fundamentos e estratégias** - Belo Horizonte: EMATERMG. 24p. 1994.

FERNANDES NETO, S. **Zoneamento geoambiental em microbacia hidrográfica do Semiárido Paraibano**. Dissertação (Mestrado em Recursos Naturais), Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2013.

FERRARA, L. **Olhar periférico: Linguagem, percepção ambiental**. 2 ed. São Paulo: Editora da USP, 1999.

FERREIRA FILHO, W. M. (Coord.); CARVALHO JÚNIOR, V. N; MOTA, H. J. S. **GT II.1- Recursos Hídricos do Nordeste Semi-Árido**. In: PROJETO ÁRIDAS - uma estratégia de desenvolvimento sustentável para o Nordeste. Brasília: Ministério da Integração Nacional; Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura (IICA) - Escritório Brasil, 1994.

FERREIRA, A. M. **Estudo espaço temporal da degradação e usos das terras da bacia hidrográfica do rio Bodocongó**. Tese (Doutorado em Recursos Naturais). Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande, 2014. 163p.

FERREIRA, J. C. **Remoção de amônia gerada em granjas avícolas e sua utilização em células à combustível e uso como fertilizante**. Tese (Doutorado em Ciências) - Instituto de Pesquisas Energéticas Nucleares, São Paulo, 2010. 147p.

PEREIRA JÚNIOR, J. S. **Nova delimitação do semi-árido brasileiro**. Consultoria legislativa: Câmara dos deputados. Brasília, 2007.

FOGLIATTI, M. C; FILIPPO, S; GOUDARD, B. **Avaliação de impactos ambientais: aplicação aos sistemas de transporte**. Rio de Janeiro: Interciência, 2004.

FLORIANO, E. P. **Políticas de gestão ambiental**. 3ªed. ampliada. 3. ed. Santa Maria: UFSM - Ambiente Inteiro, 2007. v. 1. 111p.

FRANÇA, F. M. C; FIGUEIREDO, A. Z. Q; FONTENELE, F. C. B; ALVES, J. J; OLIVEIRA, J. B. **Cisterna de placas: construção, uso e conservação**. Fortaleza: SRH-CE, 2010 (Cartilha).

_____. **La Gestión Local del Riesgo Nociones y Precisiones en Torno al Concepto y La Práctica**. Programa Regional para la Gestión Del Riesgo en América Central. CEPREDENAC – PNUD, Guatemala, 2003.

GIORDANI, A. C; CASSOL, R. A investigação da questão urbana e sócio-ambiental no bairro Passo D'Areia por meio do sistema de informações geográficas. **Anais XIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO**, Florianópolis - SC, 2007. Disponível em: <<http://marte.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2006/11.15.21.13.38/doc/5277-5284.pdf>>. Acesso em: 15 mai. 2016.

GIORDANO, G. **Tratamento e Controle de Efluentes industriais**. 2009. (Desenvolvimento de material didático ou institucional - Bibliográfica). 2009.

IBAMA - INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. **Anais do Seminário sobre Formação do Educador para atuar no Processo de Gestão Ambiental**. Série Meio Ambiente em Debate, nº 1. Brasília, Distrito Federal, 1995.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Resultados Preliminares do Universo do Censo Demográfico 2010**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>>. Acesso em: 03 fev. 2016.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2009). Disponível em <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em 12 Set. 2016.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo agropecuário**. (2006). Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/temas.php?lang=&codmun=251230&idtema=3&search=paraibalprincesa-isabellcenso-agropecuario-2006>> Acesso em: 17 out. 2016.

INPE - INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Introdução ao Geoprocessamento**. 2006. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/spring/portugues/tutorial/introducao_geo.html>. Acesso em: 20 abr. 2016.

IPCC - INTERGOVERNMENTAL PANEL IN CLIMATE CHANGE. **Climate Change 2001: Impacts, Adaptation and Vulnerability**. Genebra, Suíça, 2001.

KITAMURA, P. C. **A Amazônia e o desenvolvimento sustentável**. Brasília: EMBRAPA/SPI, 1994. 182 p.

KOBIYAMA, M; MOTA, A.A; CORSEUIL, C. W. **Recursos hídricos e saneamento**. Curitiba: Organic Trading, 2008. v. 1. 160p.

LAVELL, A. **Estado, Sociedad y Gestión de los Desastres em América Latina: Em Busca del Paradigma Perdido.** La Red - Flocos - ITDG. Peru, 1996.

LEMOS, J. J. S. Níveis de Degradação no Nordeste Brasileiro. **Revista Econômica do Nordeste**, Fortaleza, v. 32, n. 3. p. 406-429, jul-set. 2001.

LEONARD, H. J. (Org.). **Meio Ambiente e Pobreza: Estratégias de Desenvolvimento para uma agenda comum.** Rio de Janeiro: Delta Line Composições e Edições Ltda, 1992.

LILLESAND, T. M.; KIEFER, R. W. **Remote Sensing and Image Interpretation.** John Wiley & sons, New York, 1994.

LIMA, P. V. P. S; QUEIROZ, F. D; MAYORGA, M. I. O. CABRAL, N. R. A. J. **A propensão à degradação ambiental na mesorregião de Jaguaribe no Estado do Ceará.** In: Eveline Barbosa Carvalho; Marcos Costa Holanda; Marcelo Ponte Barbosa. (Org). *Economia do Ceará em Debate* 2008. Fortaleza: IPECE - Instituto de Pesquisa e Estratégica Econômica do Ceará, 2009, v. 1, p. 27-43.

LIMA, N. C. MELO, S. Q. CARDOSO, T. R. FEIROSA, M. S. S. **O processo de degradação ambiental do Rio Parnaíba no trecho urbano Bairro Sacy até o encontro com o Rio Poty, em Teresina-PI.** In: X Simpósio de Produção Científica e IX Seminário de Iniciação Científica. Teresina – PI: UESPI, 2010.

LIMA, C. **Clube de Roma debate futuro do planeta há quatro décadas.** Projeto Comunicar - PUC RIO. 2012. Disponível em: <<http://puc-riodigital.com.puc-rio.br/Texto/Meio-Ambiente/Clube-de-Roma-debate-futuro-do-planeta-ha-quatro-decadas-12080.html#.VznXaOQmmXA>>. Acesso em: 20 mar. 2016.

MACHADO, C. A. S. **Determinação do índice de acessibilidade do município de Osasco/SP pelo uso de imagens de alta resolução espacial e SIG** - Uma proposta metodológica. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2008.

MASCARENHAS et al., (2005). **Projeto Cadastro de Fontes de Abastecimento por água subterrânea Estado da Paraíba:** Diagnóstico do município de Princesa Isabel, estado da Paraíba/Organizado por João de Castro Mascarenhas, Breno Augusto Beltrão, Franklin de Moraes, Jorge Luiz Fortunato de Miranda, Luiz Carlos de Sousa Junior, Vanildo Almeida Mendes. Recife. CPRM/PRODEEM, 2005, 19p.

MASKREY, A; ROMERO, G. **Como Entender Los Desastres Naturales.** In: “Los Desastres no Son Naturales”. Compilado por Andrew Maskrey - Red de Estudios Sociales em Prevención de Desastres em América Latina, Bogotá: La Red, 1993. DF: MMA, 2007. 192p.

MASKREY, A. **Disaster Mitigation: A Community Based Approach.** Development Guidelines No.3 Oxford: Oxfam, 1989.

MEDEIROS, S. S; PEDROSA, R. M. B; FERREIRA, A. C; SILVA, M. A; TRAVASSOS, K. D; MORAIS NETO, J. M. Estudo das classes de vegetação da bacia do riacho de Bodocongó, Campina Grande - PB. **Educação Agrícola Superior**, v. 23, p. 91-93, 2008.

MELAZO, G. C. Percepção Ambiental e Educação Ambiental: uma reflexão sobre as relações interpessoais e ambientais no espaço urbano. **Revista Olhares e Trilhas** (UFU). Uberlândia-MG, ano IV, n. 6, p. 45-51, 2005.

MELO, M. G. S. **Avaliação do Ciclo de Vida da produção de alface (*Lactuca sativa* L.) convencional e orgânica no município de Vitória de Santo Antão, Pernambuco.** Monografia (Curso Superior de Tecnologia em Gestão Ambiental) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco. Recife, 2009. 87p.

MENESES, P. R.; ALMEIDA, T. **Introdução ao Processamento de Imagens de Sensoriamento Remoto.** 1. ed. Brasília: CNPq, 2012. v. 1. 256p.

MESQUITA, A. G. G. Impactos das queimadas sobre o ambiente e a biodiversidade Acreana. **Revista Ramal de Ideias**, Rio Branco, v.1, n.1, 2008.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE E BANCO DO BRASIL (MMA/BB). **Agenda 21.** Banco da Sustentabilidade. Brasília, 2005. Disponível em: <<http://www.bb.com.br/docs/pub/sitesp/sustentabilidade/dwn/Agenda21.pdf>> Acesso em: 23 fev. 2016.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Educação Ambiental, curso básico à distância, contido em seis livros:** (1) - Questões ambientais, conceitos, história, problemas e alternativas. (2-3) - Educação e Educação Ambiental I e II. (4) - Gestão de recursos hídricos em bacias hidrográficas sob a ótica da educação ambiental. (5) - Documentos e legislação da educação ambiental. (6) - Guia do aluno e caderno de atividades. Ed. Furba, Brasília, 2001.

MITCHELL, J. K. **Hazards research.** In: GAILE, G. L.; WILLMOTT, C. J. Geography in America. Columbus, OH: Merrill, 410-424, 1989.

MORAES, E. C. **Fundamentos de sensoriamento remoto.** In: VII Curso de uso escolar do sensoriamento remoto no estudo do meio ambiente, 2002, São José dos Campos - SP - BR: INPE - MCT, 2002, p. 1-1-1-26.

MORAES NETO, J. M. **Gestão de Riscos a desastres ENOS (El niño oscilação sul) no semiárido Paraibano:** uma análise comparativa. 2003. Tese (Doutorado em Recursos Naturais), Universidade Federal de Campina Grande, 2003.

MORALES, A. G. M. Formação do Educador ambiental: (re) construindo uma reflexão epistemológica e metodológica frente ao curso de especialização em educação, meio ambiente e desenvolvimento - UFPR. In: VI EDUCERE- CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, 2006, Curitiba. **Anais do VI EDUCERE.** 2006. Disponível em: <http://www.pucpr.br/eventos/educere/educere2006/anaisEvento/paginas/03_autoresf.htm> Acesso em: 20 jan. 2016.

MOREIRA, H. F. **O Desenvolvimento sustentável no contexto do setor mineral brasileiro.** Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Gestão Ambiental. UFRJ. Rio de Janeiro, 2003.

MOREIRA, M. A. **Fundamentos do Sensoriamento Remoto e Metodologia de Aplicação.** São José dos Campos: INPE, 2001.

MOREIRA FILHO, J. C. **A seca de 1993:** crônica de um flagelo anunciado. Fortaleza: Banco do Nordeste; Recife: Fundação Joaquim Nabuco, 2002. v.4, 138p

MORETTO, C. F. SCHONS, M. A. **Pobreza e Meio Ambiente: evidências da relação entre indicadores sociais e indicadores ambientais nos estados brasileiros**. In: VII Encontro da Sociedade Brasileira de Economia Ecológica, 2007, Fortaleza. Governança Ambiental: implicações para o Semiárido brasileiro. Fortaleza: Unifor, 2007.

MOURA, L. A. A. **Qualidade e Gestão Ambiental**. 4ª Ed. revista e atualizada. São Paulo: Editora Juarez de Oliveira, 2004.

NASCIMENTO, F. I. C; LIRA, E. M. O uso das Geotecnologias como Ferramentas para o Mapeamento dos Focos de Queimadas na Amazônia Sul-Occidental. **Revista GeoNorte**, v. 2, p. 1646-1654, 2012.

NOVAES, M. M. **Relatório Brundtland** - Nosso Futuro Comum. In: Blog Recriar. com. você. 2011. Disponível em: <http://www.recriarcomvoce.com.br/blog_recriar/relatorio-brundtland-nosso-futuro-comum/>. Acesso em: 17 fev. 2016.

NOVO, E. M. L. M. Sensoriamento Remoto: Princípios e aplicações. 2. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 1992. 308p.

OLIVEIRA-SILVA, J. J; ALVES, S. R; MEYER, A; PEREZ, F; SARCINELLI, P. N; MATTOS, R. C. O. C; MOREIRA, J. C. Influência de fatores socioeconômicos na contaminação por agrotóxicos na contaminação por agrotóxicos, Brasil. *Revista de Saúde Pública (USP)*. V. 35, n. 02, p. 130-135, 2001.

OLIVEIRA, A. M. **Indicadores de vulnerabilidade e risco socioambiental para prevenção e mitigação de desastres naturais na bacia do rio Jari**. Dissertação (Mestrado em Direito Ambiental e Políticas Públicas), Universidade Federal do Amapá - UNIFAP, Macapá, 2011. 106f.

OPAS (Organización Panamericana de la Salud), 1987. Guías para la Calidad del Agua Potable. Volumes I, II e III. Ginebra: Opas. 1987.

PACHECO, E; SILVA, H. P. **Compromissos epistemológicos do conceito de percepção ambiental**. 2006. Disponível em: <<http://www.ivt-rj.net/sapis/2006/pdf/EserPacheco.pdf>>. Acesso em: 19 abr. 2016.

PARAÍBA. Secretaria de Educação, Universidade Federal da Paraíba. **Atlas Geográfico do Estado da Paraíba**. João Pessoa, Grafset, 1985.

PASSOS, P. N. C. A Conferência de Estocolmo como ponto de partida para a proteção internacional do meio ambiente. **Revista direitos fundamentais & democracia (UniBrasil)**, v. 6, p. 1-25, 2009.

PAZ, A. R. **Hidrologia Aplicada**. (Desenvolvimento de material didático ou instrucional-apostila de disciplina). 2004.

PEDUZZI, P.; DAO, H.; HEROLD, C.; ROCHETTE, D. **Feasibility report on global risk and vulnerability index – trends per year (GRAVITY) for UNDP/ERD**. Geneva: UNEP/DEWA/ GRID, June 2001.

PEREIRA, A. R. P. G. **A história do movimento ambientalista**: A sua trajetória no Piauí. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2008, 128 f.

PEREIRA, J. P. G; BARACUHY, J. G. (Org.). **Ecobatimetria**: teoria e prática. 1. ed. Campina Grande: Agenda, 2008. v. 1. 84p.

PEREIRA, R. S. **Princípios Físicos em Sensoriamento Remoto**. 1997.

PEREIRA, R. S. Identificação e caracterização das fontes de poluição em sistemas hídricos. **Revista Eletrônica de Recursos Hídricos**. IPH - UFRGS. v. 1, n.1. p. 20-36. 2004. Disponível em: <<http://www.abrh.org.br/informacoes/rerh.pdf>>. Acesso em: 06 jun. 2016.

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

PHILIPPI JR, A; ROMÉRO, M. A; BRUNNA, G. C. **Curso de Gestão Ambiental**. Barueri, SP: Manole, 2004.

PNUD - PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO. **Atlas de Desenvolvimento Humano do Brasil**. PNUD, 2013. Disponível em: <<http://www.pnud.org.br/atlas/>>. Acesso em: 20 set. 2016.

RIBAS, P. P; MATSUMURA, A. T. S. A química dos agrotóxicos: impacto sobre a saúde e meio ambiente. In: **Revista Liberato**. V. 10, n. 14, p. 149-158. Novo Hamburgo: jul /dez. 2009.

RYFF, T. Microbacias hidrográficas: um novo conceito de desenvolvimento rural. In: **Agroanálise**, v. 15, n° 5, maio, Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1995.

ROCHA, J. S. M; KURTZ, S. M. J. M. **Manual de Manejo Integrado de Bacias Hidrográficas**. 4. ed. Santa Maria: Edições UFSM, CCR/UFSM, 2001, 302 p.

ROCHA, J. S. M. **Manual de manejo integrado de bacias hidrográficas**. 2.ed. Santa Maria: UFSM, 1991, 181p.

ROCHA, J. S. M. **Manual de Projetos Ambientais**. Santa Maria. Imprensa Universitária, 1997.

RODRIGUES, M. L. MALHEIROS, T. F. FERNANDES, V. DARÓS, D. T. A percepção ambiental como instrumento de apoio na gestão e na formulação de políticas públicas ambientais. **Revista Saúde e Sociedade** (USP. Impresso), v. 21, p. 96-110, 2012.

RODRIGUES, M. **Introdução ao geoprocessamento**. In: Geoprocessamento, 1990, São Paulo. Anais do Simpósio Brasileiro de Geoprocessamento. EPUSP, 1990, p. 1-26.

ROMEIRO, A. R. **Economia ou economia política da sustentabilidade** - ISBN 978-85-352-3765-8. Peter Harmon May (Org.). Economia do Meio Ambiente - Teoria e Prática. Rio de Janeiro: Editora Elsevier, 2010, v. 2.

SABANÉS, L. **Manejo sócio-ambiental de recursos naturais e políticas públicas**: um estudo comparativo dos projetos “Paraná Rural e Microbacias”. 2002. Dissertação (Mestrado

em Desenvolvimento Rural) – Faculdade de Ciências Econômicas, UFRGS, Porto Alegre, 2002.

SABBAGH, R. B. **Cadernos de Educação Ambiental**, 16. Gestão Ambiental. São Paulo (Estado). Secretaria do Meio Ambiente. São Paulo: SMA, 2011. 176p. Disponível em: <<http://www.ambiente.sp.gov.br/wp-content/uploads/2011/10/16-GestaoAmbiental.pdf>> Acesso em: 29 jan. 2016.

SAITO, S. M. **Desastres naturais e geotecnologias** - Vulnerabilidade. Caderno Didático N° 6. INPE. São José dos Campos, SP. 2011. 32 f.

SALES, V. G; MELO, A. S; VITAL, T. W; LIMA, E.L; LINS, R. R. **Degradação ambiental no Sertão de Pernambuco: Evidências para a existência de uma Curva de Kuznets Ambiental (CKA)**. In: VIII Sociedade Brasileira de Economia Rural - SOBER Nordeste, Parnaíba - PI, 2013.

SALGADO, M. G. **Reflexões em torno do conceito de risco natural e da dimensão do risco**. Faculdade de Letras/Universidade do Porto. 2005.

SANCHES, R. A **Avaliação de Impacto Ambiental e as Normas de Gestão Ambiental da Série ISO 14000**: características técnicas, comparações e subsídios à integração. 268p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2011.

SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de impacto ambiental**: conceitos e métodos. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

SANTANA, D. P. **Manejo Integrado de Bacias Hidrográficas**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2003. 63p. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 30).

SANTOS, R. F; CALDEYRO, V. S. **Paisagens, Condicionantes e Mudanças**. In: Rozely Ferreira dos Santos. (Org.). Vulnerabilidade Ambiental. Brasília - DF: Ministério do Meio Ambiente, 2007, v. , p. 15-23.

SANTOS, E. J; FERREIRA, C. A; SILVA JR, J. M. F. Geologia e recursos minerais do Estado da Paraíba. Serviço Geológico do Brasil/CPRM, Brasília, p. 1-110, 2002.

SANTOS, V. M. N. **O uso escolar das imagens de satélite: socialização da ciência e tecnologia espacial**. In: Heloisa Dupas de Oliveira Penteadó (Org). Pedagogia da Comunicação teorias e práticas. 1ª ed. São Paulo: Cortez, 1998, v., p. 197-215.

SANTOS, M. R; CUNHA, R.G; RODRIGUES, L. V. S; REIS, R. M. P. A. **A convivência com o semiárido como elemento formador no curso de ciências biológicas do polo Uab - Juazeiro**. 2013

SAVOY, V. L. T. Classificação dos Agrotóxicos. **Palestra**. Instituto Biológico, São Paulo, v. 73, n. 1, p. 91-92, jan/jun., 2011.

SILVA, F. M. **Mudanças Climáticas e o Protocolo de Quioto**: Desafios Jurídicos e Ambientais. 102p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Católica de Santos. Santos, 2012.

SILVA JR, J. H; DANTAS, L. M; ARAÚJO, L. F; FARIAS, I. P. As Conferências Internacionais sobre Meio Ambiente e a Rio + 20. In: VII Congresso Norte de Pesquisas e

Inovação - VII CONNEPI, 2012, Palmas, TO. **Anais do VII Congresso Norte de Pesquisas e Inovação**, 2012.

SILVA NETO, A. F; BARBOSA, M. P; MORAES NETO, J. M. Dinâmica da desertificação e a influência dos eventos ENOS na degradação das terras em municípios do Cariri-Ocidental (Paraíba-Brasil). In: XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, Brasil. **Anais...**21-26 abril 2007, INPE, p. 4405-4412.

SILVA, A. M. **Princípios Básicos de Hidrologia**. Departamento de Engenharia. UFLA. Lavras-MG. 1995.

SILVA, J. P. S. Impactos ambientais causados por mineração. **Revista Espaço da Sophia**, Meio digital, p. 1-13, 01 nov. 2007.

SILVA, J. X. **Sensoriamento remoto**. Curso de Especialização em Geoprocessamento. UFRJ, IGEO, Dep. Geografia, LAGEOP, Rio de Janeiro, 1999, v. 2, Mídia CD.

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

SOULÉ, M. E. **Mente na biosfera: mente da biosfera**. In: WILSON, E. O. Biodiversidade. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1997. p. 593-598.

SOUSA, L. A; ANTONELI, V. **O problema da falta de saneamento básico na área rural do município de Irati-PR e a implantação das fossas biodigestoras como alternativa**. In: XVI Encontro Nacional de Geógrafos, 2010. Porto Alegre: URGs, 2010. v. 01.

SOUZA, R. F. **Uma experiência em educação ambiental: formação de valores socioambientais**. Dissertação (Mestrado) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Serviço social. Rio de Janeiro: PUC, Departamento de Serviço Social, 2003.125 f.

SCHIAVETTI, A; CAMARGO, A. F. M. **Conceitos de Bacias Hidrográficas - Teorias e Aplicações**. Ilhéus, BA: Editus, 2002.

SLATER, P. N. **Remote Sensing, Optics and Optical Systems**. Boston (MA): Addison-Wesley Pub. Co., 1980, 575 p.

TAMANES, R. **Ecologia y Desarrollo**. Madri: Alianza Editorial, 1977.

TEODORO, V. L. I; FULLER, B. B; TEIXEIRA, D. J. L. O conceito de bacia hidrográfica e a importância da caracterização morfométrica para o entendimento da dinâmica ambiental local. **Revista UNIARA**, v. 20, p. 137-156, 2007.

TOMINAGA, M. Y; MIDIO, A. F. Exposição humana a trihalometanos presentes em água tratada. **Revista de Saúde Pública**, v. 33, n. 4, ago. 1999.

TUCCI, C. E. M. (Org). **Hidrologia: Ciência e Aplicação**. 4. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS/ABRH, 2007. v. 4. 943p.

TUCCI, C. E. M. **Modelos Hidrológicos**. Porto Alegre: Ed. da Universidade/UFRGS/ABRH, 1998. 669p.

TUCCI, C. E. M; HESPANHOL, I; CORDEIRO NETTO, O. M. Cenários da gestão da água no Brasil: uma contribuição para a "visão mundial da água". In: **Revista Bahia Análises & Dados**. Salvador, v. 13, n. Especial, p. 357-370, 2003. Disponível em: <<http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd17/cenarioges.pdf>>. Acesso em: 23 mai. 2016.

UNDP (2004). United Nations Development Programme /Bureau of Crisis Prevention and Recovery. **A Global Report Reducing Disaster Risk: A Challenge for Development**. UNDP Bureau for Crisis Prevention and Recovery, New York. 2004.

VAN BREMEM, J. 1984. **Water Quality**. Inter-national Course in Sanitary Engineering. Delft: IHE/International Institute for Infrastructural, Hydraulic and Environmental Engineering. (Mimeo).

VILLELA, S. M; MATTOS, A. **Hidrologia aplicada**. McGraw-Hill do Brasil. São Paulo. 1975.

VILELA, L; MARTHA JR, G. B; MACEDO, M. C. M; MACHADO, R. L; GUIMARÃES JR, R; PULROLNIK, K; MACIEL, G. A. Sistemas de Integração Lavoura-Pecuária na região do Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** (1977. Impressa), v. 46, p. 1127-1138, 2011.

VENEZIANI, P; ANJOS, C. E. **Metodologia de interpretação de dados de sensoriamento remoto e aplicações em geologia**. São José dos Campos, INPE, 1982. 61p. (INPE-2227-MD/014).

WILCHES-CHAUX, G. **La vulnerabilidad global**. In: Maskrey, A. (comp). Los desastres no son naturales. Colombia: LA RED/ITDG, oct. 1993.

ANEXO A- LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA DAS IMAGENS

Figura 12- Coordenadas: 7° 42' 42,59" S e 37° 56' 45,34" W (A); 7° 42' 45,42" S e 37° 56' 46,23" W (B).

Figura 13- Coordenadas: 7° 43' 03,20" S e 38° 01' 12,98" W (A); 7° 42' 57,48" S e 38° 01' 11,50" (B).

Figura 14- Coordenadas: 7° 43' 34,14" S (A) e 38° 00' 47,66" W (B); 7° 42' 27,24" S e 37° 57' 27,33" W (B).

Figura 18- Coordenadas: 7° 42' 55,40" S e 38° 01' 16,35" W (A); 7° 42' 53,48" S (A) e 38° 01' 10,33" W (B).

Figura 19- Coordenadas: 7° 43' 04,21" S e 38° 01' 13,74" W (A); 7° 43' 27,71" S (A) e 38° 01' 15,24" W (B).

Figura 20- Coordenadas: 7° 42' 42,26" S e 37° 56' 54,85" W (A); 7° 42' 30,3" S e 37° 57' 25,77" W (B).

Figura 21- Coordenadas: 7° 42' 27,48" S e 37° 57' 13,26" W (A); 7° 42' 33,15" S e 37° 57' 25,41" W (B).

Figura 22- Coordenadas: 7° 42' 50,19" S e 37° 56' 43,88" W (A); 7° 43' 10,93" S e 38° 00' 47,60" W (B).

Figura 23- Coordenadas: 7° 43' 09,79" S e 38° 01' 12,66" W (A); 7° 43' 30,77" S e 38° 01' 15,65" W (B).

Figura 27- Coordenadas: 7° 42' 4,1" S e 37° 56' 36,2" W (A); 7° 42' 54,50" S e 38° 01' 15,83" W (B).

Figura 28- Coordenadas: 7° 43' 01,08" S e 38° 01' 15,26" W (A); 7° 42' 57,03" S e 38° 01' 19,24" W (B).

Figura 29- Coordenadas: 7° 42' 55,35" S e 37° 56' 55,16" W (A); 7° 42' 47,27" S e 37° 56' 48,39" W (B).

Figura 30- Coordenadas: 7° 43' 20,71" S e 38° 01' 11,91" W (A); 7° 43' 19,65" S e 38° 01' 11,28" W (B).

Figura 31- Coordenadas: 7° 42' 33,35" S e 37° 56' 55,20" W (A); 7° 42' 33,79" S e 37° 57' 25,60" W (B).

Figura 35- Coordenadas: 7° 43' 17,1" S e 37° 59' 17,3" W (A-B).

Figura 36- Coordenadas: 7° 42' 59,24" S e 37° 58' 28,86" W (A); 7° 42' 59,50" S e 37° 58' 21,69" W (B).

Figura 37- Coordenadas: 7° 43' 1,74" S e 37° 59' 29,9" W (A); 7° 43' 10,27" S e 37° 58' 23,63" W (B).

Figura 38- Coordenadas: 7° 43' 25,88" S e 37° 58' 22,37" W (A); 7° 43' 32,64" S e 37° 58' 09,02" W (B).

Figura 39- Coordenadas: 7° 43' 20,77" S e 37° 58' 17,84" W (A); 7° 43' 31,32" S e 37° 58' 45,97" W (B).

Figura 40- Coordenadas: 7° 43' 8,82" S e 37° 59' 16,00" W (A-B).

Figura 42- Coordenadas: 7° 43' 33,69" S e 37° 58' 38,72" W (A-B).

Figura 46- Coordenadas: 7° 43' 11,31" S e 37° 58' 19,09" W (A); 7° 43' 27,51" S e 37° 58' 14,48" W (B).

Figura 47- Coordenadas: 7° 43' 14,69" S e 37° 58' 20,65" W (A); 7° 43' 10,89" S e 37° 58' 18,84" W (B).

Figura 48- Coordenadas: 7° 43' 6,23" S e 37° 59' 24,95" W (A); 7° 43' 34,45" S e 37° 58' 36,96" W (B).

Figura 49- Coordenadas: 7° 43' 20,60" S e 37° 58' 18,15" W (A); 7° 42' 52,62" S e 37° 59' 11,26" W (B).

Figura 50- Coordenadas: 7° 43' 20,60" S e 37° 58' 18,15" W (A-B).

Figura 55- Coordenadas: 7° 43' 11,85" S e 37° 58' 19,59" W (A); 7° 43' 9,92" S e 37° 58' 22,36" W (B).

Figura 61- Coordenadas: 7° 43' 13,65" S e 37° 59' 20,91" W (A); 7° 43' 54,65" S e 37° 58' 15,19" W (B).

Figura 63- Coordenadas: 7° 43' 34,82" S e 37° 58' 32,77" W (A); 7° 43' 6,01" S e 37° 59' 25,30" W (B).

Figura 67- Coordenadas: 7° 43' 44,59" S e 37° 58' 27,01" W.

Figura 68- Coordenadas: 7° 43' 09,80" S e 37° 58' 22,47" W (A); 7° 43' 24,42" S e 37° 58' 26,98" W (B).

Figura 70- Coordenadas: 7° 43' 10,68" S e 37° 58' 19,01" W (A); 7° 43' 7,05" S e 37° 59' 21,12" W (B).

Figura 74- Coordenadas: 7° 43' 20,90" S e 37° 58' 17,86" W (A); 7° 43' 33,89" S e 37° 58' 8,47" W (B).

Figura 75- Coordenadas: 7° 42' 47,95" S e 37° 59' 22,00" W (A); 7° 43' 12,92" S e 37° 58' 25,49" W (B).

Figura 78- Coordenadas: 7° 43' 3,33" S e 37° 59' 21,56" W (A-B).

Figura 81- Coordenadas: 7° 43' 20,98" S e 37° 58' 33,81" W (A-B).

Figura 83- Coordenadas: 7° 43' 6,25" S e 37° 59' 25,01" W (A-B).

Figura 84- Coordenadas: 7° 43' 1,75" S e 37° 59' 29,9" W (A); 7° 43' 6,25" S e 37° 59' 25,01" W (B).

Figura 85- Coordenadas: 7° 44' 3,44" S e 37° 59' 21,87" W (A-B).

Figura 87- Coordenadas: 7° 43' 1,74" S e 37° 59' 29,9" W (A); 7° 43' 16,56" S e 37° 59' 19,25" W (B).

Figura 88- Coordenadas: 7° 43' 31,4" S e 37° 58' 35,2" W (A); 7° 43' 14,99" S e 37° 58' 20,16" W (B).

Figura 89- Coordenadas: 7° 43' 55,36" S e 37° 58' 16,27" W (A); 7° 42' 30,3" S e 37° 57' 25,77" W (B).

Figura 94- Coordenadas: 7° 44' 6,54" S e 37° 58' 23,79" W (A-B).

Figura 95- Coordenadas: 7° 44' 6,54" S e 37° 58' 23,79" W (A-B).

Figura 105- Coordenadas: 7° 43' 6,25" S e 37° 59' 25,01" W (A-B).

Figura 106- Coordenadas: 7° 43' 3,18" S e 37° 59' 21,36" W (A); 7° 43' 9,31" S e 37° 59' 10,14" W (B).

Figura 107- Coordenadas: 7° 43' 9,61" S e 37° 59' 21,17" W (A); 7° 43' 33,69" S e 37° 58' 38,72" W (B).

**APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO SOCIOECONÔMICO APLICADO AOS
MORADORES DO ENTORNO DA BACIA HIDRÁULICA DO AÇUDE JATOBÁ II,
NO MUNICÍPIO DE PRINCESA ISABEL-PB**

Dados de Controle

Formulário n°: _____

Setor de Pesquisa: _____

1. Perfil do entrevistado:

- a) () Sexo masculino
b) () Sexo feminino

2. Perfil Socioeconômico Familiar

Número de residentes:

3. Faixa Etária (Idade)

4. Escolaridade

- a) () Analfabeto
b) () Fundamental completo
b) () Fundamental incompleto
c) () Médio incompleto
d) () Médio completo
e) () Superior incompleto
f) () Superior completo

5. Renda Familiar

6. Tipo e situação da construção

- a) () Taipa em mau estado
b) () Taipa em bom estado
c) () Alvenaria em mau estado
d) () Alvenaria em bom estado

7. Piso da residência

- a) () Chão batido
b) () Cimentado
c) () Cerâmica
d) () Outro: _____

9. Cobertura da casa

- a) () Telha cerâmica
b) () Telha de amianto
c) () Outro: _____

10. Há quanto tempo mora na casa ou no local?

11. Condição em relação ao lote.

- a) () Proprietário
b) () Concessionário/arrendado
c) () Outro: _____

12. Com quem adquiriu o lote?

- a) () Herança b) () Compra
c) () DNOCS d) () Alugado
e) Outro: _____

13. Qual o tamanho do lote?

14. Quais são as atividades desenvolvidas no lote?

- a) () agricultura b) () Pecuária
c) () Suinocultura d) () Pesca
e) Outro: _____

15. Qual o destino da produção?

- a) () Subsistência b) () Comercial
c) () Outro: _____

16. Prática irrigação?

- a) () Sim b) () Não

17. Método de irrigação utilizado?

- a) () inundação b) () Gotejamento
c) () Micro-aspersão d) () Aspersão

18. Culturas cultivadas (múltiplas indicações).

- a) () Banana b) () Manga c) () Mamão
d) () Maracujá e) () Goiaba f) () Acerola
g) () Coco h) () Milho e feijão i) () tomate
i) () Pimentão j) () cebolinha l) () cebola
m) () coentro n) () Outros: _____

19. Usa agrotóxico (veneno) nas plantações?

- a) () Sim b) () Não

20. Que tipo de agrotóxico utiliza?

- a) () Químico b) () Orgânico

21. Qual o destino das embalagens

- a) Queima b) Devolve
c) Enterra d) Reaproveita

22. Recebe auxílio do governo?

- a) Sim b) Não

23. Que tipo de fogão usa?

- a) Lenha b) Carvão
c) Gás c) Outro_____

24. Recebem assistência técnica?

- a) Sim b) Não

25. Usa da vegetação para alguma atividade?

- a) Para fazer lenha
b) Para fazer carvão
c) Para fazer cercado/cerca
d) Outro_____

**APÊNDICE B - QUESTIONÁRIO SOBRE PERCEPÇÃO AMBIENTAL APLICADO
AOS MORADORES DO ENTORNO DA BACIA HIDRÁULICA DO AÇUDE
JATOBÁ II, NO MUNICÍPIO DE PRINCESA ISABEL-PB**

Dados de Controle

Formulário n°: _____

Setor de Pesquisa: _____

1. Você sabe o que é meio ambiente?

a) () Sim b) () Não

2. Você acha que existem problemas ambientais no município?

a) () Sim b) () Não

3. Quem são os responsáveis pelos problemas ambientais?

- a) () O poder público
- b) () Os moradores da região
- c) () A natureza

4. Você já denunciou alguma ocorrência de problemas ambientais ou poluição?

a) () Sim b) () Não

5. Você sabe o que é educação ambiental?

a) () Sim b) () Não c) () Não sei

6. Você costuma ter informações a respeito de meio ambiente através de:

- a) () Livros b) () Revistas
- c) () Televisão d) () Jornal
- e) () Rádio f) () Na escola
- g) () Outras fontes: _____

7. Quem deveria ajudar a resolver os problemas ambientais?

- a) () Os cientistas
- b) () O governo
- c) () A comunidade
- d) () As igrejas
- e) () As escolas
- f) () Outros: _____

8. Você está disposto a participar de alguma ação para melhorar o meio ambiente?

a) () Sim b) () Não

9. Você acha que a retirada da mata do entorno do açude Jatobá II, prejudica o açude?

a) () Sim b) () Não

10. Você conhece animais silvestres que existiram no município e hoje não existem mais?

a) () Sim b) () Não

11. Na sua opinião quais foram as principais mudanças no açude Jatobá II?

12. Sabe o que é saneamento básico?

a) () Sim b) () Não

13. O que faz com o lixo?

- a) () Eliminação livre (à céu aberto)
- b) () Queima c) () Enterra

14. Qual o destino do esgoto?

- a) () Fossa comum b) () Fossa séptica
- c) () Eliminação livre d) () Rede de esgoto
- e) () Outro _____

15. A água para consumo vem de onde?

- a) () Poço artesiano b) () Poço amazona
- c) () Cisterna de Placas d) () Outro _____

16. O tratamento da água consumida é feito com?
