



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



ADEMIR MONTES FERREIRA

**ESTUDO ESPAÇO TEMPORAL DA DEGRADAÇÃO AMBIENTAL E
USO DAS TERRAS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO
BODOCONGÓ**

Campina Grande - PB

2014

ADEMIR MONTES FERREIRA

**ESTUDO ESPAÇO TEMPORAL DA DEGRADAÇÃO AMBIENTAL E
USO DAS TERRAS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO
BODOCONGÓ**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande, em cumprimento às exigências para obtenção do Grau de DOUTOR EM RECURSOS NATURAIS.

Área de Concentração: Sociedade e Recursos Naturais

Linha de Pesquisa: Gestão de Recursos Naturais

**DR. JOÃO MIGUEL DE MORAES NETO
ORIENTADOR**

**Campina Grande – Paraíba
2014**

À minha Dayse Maria e aos nossos tesouros Admar Cássio Ferreira Neto, Roberta Polyana Fernandes Montes Ferreira, Aryana Marcela Fernandes Montes Ferreira e Davi Wanderley Pimentel Ferreira, dedico este trabalho com muito amor.

AGRADECIMENTOS

*Bendize, ó minha alma, ao SENHOR, e tudo o que há em mim bendiga ao seu santo nome.
Bendize, ó minha alma, ao SENHOR, e não te esqueças de nem um só de seus benefícios.
(Salmos 103: 1 e 2)*

Ao Deus todo Poderoso, Autor e Consumador da minha fé. A Ele toda a Honra e toda Glória.

À minha esposa Dayse Maria Fernandes Montes Ferreira, pelo grande amor e dedicação que me tem fortalecido nestes anos de caminhada.

Às minhas filhas Roberta Polyana e Aryana Marcela que, mesmo na distância, nunca deixaram de me incentivar, compreendendo meu mau humor muitas vezes.

A meu filho Admar Cássio Ferreira Neto, meu parceiro e amigo que nas horas mais difíceis soube me incentivar e dar apoio.

À minha nora Nara Wanderley Pimentel Ferreira que, mesmo no seu silêncio, sempre soube me transmitir confiança e apoio.

A meu neto e parceiro Davi Wanderley Pimentel Ferreira que, nas horas difíceis, oferece um sorriso para me realimentar de paz.

Ao meu orientador Professor Dr. João Miguel de Moraes Neto pelo grande incentivo, apoio e dedicação sem os quais este trabalho não teria sequer sido iniciado.

Ao Professor Dr. Marx Prestes Barbosa pelas muitas conversas ambientais nas quais pude aprender a pensar meio ambiente sem preconceitos.

À Dra. Maria de Fátima Fernandes agradeço profundamente pelo incentivo, apoio e amizade com que sempre pude contar.

Ao Eng^o. Cartógrafo e amigo Miguel José da Silva pela grande cooperação durante a realização deste trabalho.

Ao Professor Dr. João Batista Queiroz de Carvalho pela amizade e grande incentivo, para que iniciássemos este trabalho.

Aos amigos Davi Oliveira Santos e Vandenberg dos Santos pelo apoio e incentivo que sempre me ofereceram.

Um agradecimento especial à Unidade Básica da Saúde São Januário I na pessoa de sua Coordenadora Enfermeira Juracema Medeiros e todos os agentes de saúde sob sua coordenação.

RESUMO

O açude de Bodocongó localiza-se na cidade de Campina Grande na mesorregião do Agreste Paraibano, foi construído em 1917 na confluência do rio Bodocongó com o rio Caracóis objetivando aumentar a disponibilidade de água para abastecimento deste município. Este trabalho teve o objetivo de estudar a degradação ambiental ao longo da bacia hidráulica do açude cuja área engloba os municípios de Campina Grande, Puxinanã e Montadas que vem sofrendo degradações devido à invasão de áreas de proteção permanente, desmatamento de matas ciliares, pressão da urbanização dentre outros. Para o estudo foram utilizadas técnicas de geoprocessamento e processamento digital de imagens de satélite. Foi realizado o estudo espaço temporal da degradação ambiental em toda área da bacia entre o período de 1989 e 2014, buscando-se compreender toda dinâmica da degradação ocorrida na bacia ao longo destes anos. Os resultados foram obtidos a partir do estudo espaço-temporal utilizando-se imagens do satélite LANDSAT 5 e 8 complementados com dados censitários, sendo possível observar que a área ao longo da bacia hidráulica se encontra altamente degradada por atividades antrópicas, com alto índice de assoreamento comprometendo o volume hídrico do açude que apresenta uma redução do espelho d'água de 32,87% em apenas 25 anos. A análise comparativa das classes de uso das terras aponta que ocorreu um incremento de 1,29 km² para a classe de vegetação densa. Importante observarmos um aumento das áreas de solo exposto de 4,92 km². A análise comparativa dos níveis de degradação das terras mostra um aumento da classe de degradação das terras consideradas baixa em torno de 2 km², moderada baixa apresenta uma área de 16,0 km² e moderada de 4,0 km², com relação a degradação grave apresentou um incremento de 6,75 km².

O estudo de percepção ambiental comprova a falta de informação da população a respeito do tema ambiental sinalizando a ausência de políticas públicas para tratar o problema.

Palavras-chave: Açude Bodocongó, degradação das terras, uso das terras, vulnerabilidades.

ABSTRACT

The Bodocongó dam is located in the city of Campina Grande in the Agreste Paraibano mesoregion, it was built in 1917 at the confluence of the river Bodocongó with the river Caracóis, aiming to increase the availability of water supply for the municipality. This work aimed to study the environmental degradation throughout the basin hydraulic reservoir whose area encompasses the municipalities of Campina Grande, Puxinanã and Montadas which has suffered degradation due to the invasion of areas of permanent protection of riparian deforestation, urbanization pressure among others. GIS techniques and digital processing of satellite images were used for the study. Timeline of environmental degradation study was conducted throughout the watershed area between the period 1989 and 2014, seeking to understand the full dynamics of degradation occurred in the basin over the years. The results were obtained from the spatiotemporal study using LANDSAT 5 and 8 satellite images complemented with census data revealing that the area along the hydraulic basin is highly degraded by anthropogenic activities, with high siltation affecting the water volume of the reservoir that has a reduced water tower mirror of 32.87% in just 23 years. The comparative analysis of land use classes indicates that there was an increase of 1.29 km² for the class of dense vegetation. It is important to observe an increase in exposed soil areas of 4.92 km². The comparative analysis of levels of land degradation shows an increase in class land degradation considered low around 2 km², moderate low has an area of 16.0 km² and 4.0 km² moderate with respect to severe degradation presented an increase of 6.75 km². The study of environmental perception proves the lack of information of the population about the environmental theme signaling the absence of public policies to address the problem.

KEYWORDS: GIS, environmental degradation, hydraulic basin.

SUMÁRIO

RESUMO	v
ABSTRACT	vi
LISTA DE FIGURAS	ix
LISTA DE TABELAS	xiii
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	xiv
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. OBJETIVOS	4
1.1.1. Geral	4
1.1.2. Específicos	4
2. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	5
2.1. Localização dos municípios da área de estudo	5
2.1.1. Município de Campina Grande-PB	5
2.1.2. Município de Montadas-PB	6
2.1.3. Município de Puxinanã-PB	7
2.1.4. O Açude Bodocongó.....	9
2.2. Índice de Desenvolvimento Humano Municipal dos municípios	11
2.3. Recursos Hídricos	12
2.4. Geologia	14
2.5. Geomorfologia.....	16
2.6. Clima.....	17
2.7. Vegetação.....	17
2.8. Caracterização dos Solos	18
2.9. Educação e aspectos culturais	23
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	25
3.1. Degradação ambiental	25
3.2. Desastres Naturais	28
3.3. Vulnerabilidade	33
3.4. Risco	38
3.5. Percepção Ambiental	41
3.6. Recursos Hídricos e o Uso das Águas	42
3.6.1. Ciclo Hidrológico	42
3.6.2. Uso das Águas	47
3.7. Bacias hidrográficas	50
3.8. Degradação Ambiental das Terras	53
3.9. Legislação Ambiental	60
3.9.1. Legislação Ambiental na Paraíba	62
3.9.2. Legislação Ambiental de Campina Grande-PB	63
3.10. Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento	64
4. MATERIAIS e MÉTODOS	71
4.1. Materiais	71
4.1.1. Aquisição dos produtos sensores orbitais	71
4.2. Metodologia	71
4.2.1. Processamento digital das imagens	72

4.2.1.1.	Manipulação de contraste	72
4.2.1.2.	Operações aritméticas - razão entre bandas - IVDN (Índice de Vegetação de Diferença Normalizada).....	73
4.2.1.3.	Composição multiespectral ajustada (CMA)	73
4.2.1.4.	Operação Segmentação de imagem	74
4.2.1.5.	Classificação de padrões das imagens IVDN	74
4.2.1.6.	Editoração dos mapas temáticos	74
4.3.	Análise das Imagens TM/LANDSAT-5 para interpretação preliminar (mapeamento dos níveis de degradação da terra e classes de uso das terras)	74
4.4.	Trabalho de campo	75
4.5.	Análise da Degradação das Terras e das Classes de Uso das Terras	76
4.6.	Diagnóstico socioeconômico (Vulnerabilidades) e Percepção Ambiental ..	78
5.	RESULTADOS E DISCUSSÕES	79
5.1.	Caracterização da rede de drenagem da bacia hidrográfica do rio Bodocongó	79
5.2.	Degradação espaço-temporal da bacia hidrográfica do rio Bodocongó.....	81
5.3.	Degradação espaço-temporal da bacia hidráulica do açude Bodocongó	83
5.4.	Cobertura vegetal - Composições multiespectrais ajustadas (1989 - 2014) da bacia hidrográfica do Rio Bodocongó	92
5.5.	Avaliação das Classes de Uso do das Terras da bacia hidrográfica do rio Bodocongó entre os anos de 1989, 2007 e 2014	96
5.6.	Avaliação da degradação das terras da bacia hidrográfica do rio Bodocongó, entre os anos de 1989, 2007 e 2014.....	104
5.7.	Análise do perfil socioeconômico da população do entorno da bacia hidráulica do açude Bodocongó	110
5.7.1.	Os indicadores econômicos e sociais do município de Campina Grande e do entorno da bacia hidráulica do açude Bodocongó	111
5.7.1.1.	Perfil das famílias segundo o estrato de renda familiar	111
5.7.1.2.	Educação	114
5.7.1.3.	Condições de moradias	119
5.7.1.4.	Existência de alguns bens duráveis	122
5.7.1.5.	Destino do Lixo	123
5.7.1.6.	Formas de abastecimento de água e saneamento básico	125
5.8.	Análise da Percepção ambiental da comunidade residente no entorno do açude Bodocongó	127
6.	CONCLUSÕES e RECOMENDAÇÕES	138
6.1	CONCLUSÕES	138
6.2	RECOMENDAÇÕES	141
8.	REFERÊNCIAS	143
	ANEXOS	155
	APÊNDICE	158

LISTAS DE FIGURAS

Figura 1	Localização do município de Campina Grande-PB	5
Figura 2	Localização do município de Montadas-PB.....	6
Figura 3	Localização do município de Puxinanã-PB	8
Figura 4	Localização do Açude Bodocongó na cidade de Campina Grande - PB.....	9
Figura 5	Localização das Bacias Sedimentares e do Escudo Cristalino.....	14
Figura 6	Mapa Geológico do Domínio Transversal no Estado da Paraíba	15
Figura 7	Caracterização dos solos dos municípios de Montadas, Puxinanã e Campina Grande-PB.....	19
Figura 8	Percentual dos entrevistados com relação aos problemas ambientais do bairro de Bodocongó	26
Figura 09	Comparativo entre ocorrências de Desastres e Óbitos por Região	30
Figura 10	Representação esquematizada do Ciclo Hidrológico	43
Figura 11	Modelo de uma bacia hidrográfica	51
Figura 12	O espectro eletromagnético	65
Figura 13	Zonas homólogas da drenagem da bacia do Açude Bodocongó	79
Figura 14	Composições RGB's para os anos considerados: A) 1989 (Landsat-5) e B) 2014 (Landsat-8)	82
Figura 15	Áreas de encostas e no alto do vale ocupado pela população que provoca uma forte pressão antrópica.	82
Figura 16	Análise comparativa da diminuição do espelho d'água do açude Bodocongó. Anos: (A) Landsat-5, banda 4 -1989 e (B) Landsat 8, banda 5 -2014.	83
Figura 17	Análise comparativa da diminuição do espelho d'água do açude Bodocongó. Anos: (A)1989 e (B) 2007. Imagens Landsat-5, banda 2... ..	84
Figura 18	(A) Imagem Landsat-8, banda 3. (B) Parte do espelho d'água do açude Bodocongó encoberta pela vegetação e/ou (C) com sedimentos na superfície, provenientes do esgotamento sanitário.....	85
Figura 19	Apresentação da bacia hidráulica do Açude Bodocongó: A) através da Imagem do Google Earth. Ano 2012. B, C e D) Aspecto geral dos condomínios construídos pelo programa governamental Minha Casa Minha Vida	86
Figura 20	Esgotamento sanitário ineficiente e obras inacabadas na área do entorno do Açude Bodocongó. Programa Minha Casa Minha Vida	86
Figura 21	Diversas imagens de animais pastando dentro da bacia hidráulica do açude Bodocongó	87
Figura 22	Lançamento de efluentes doméstico no Açude de Bodocongó (A e B). Realização de atividades pesqueira (C e D).....	87
Figura 23	Feira de animais (A e B) e esgoto a céu aberto na bacia hidráulica do Açude Bodocongó (C, D e E).....	88
Figura 24	Presença de aves sobrevoando a superfície das águas do Açude de Bodocongó	89
Figura 25	Redução do espelho d'água do açude Bodocongó entre os anos 1989 e 2012	89
Figura 26	Forma inadequada da descarga pluvial direcionada ao açude Bodocongó, em conjunto com esgotamento de efluentes domésticos e industriais	90

Figura 27	Lixo jogado a céu aberto na encosta e ferrovia, outro ângulo diversos tipos de material sólido jogado no canal	91
Figura 28	Produção de mudas no Horto Florestal situado às margens do açude Bodocongó	91
Figura 29	Composição multiespectral ajustada (1989). Bacia hidrográfica do rio Bodocongó.....	92
Figura 30	Composição multiespectral ajustada (2007). Bacia hidrográfica do rio Bodocongó	93
Figura 31	Composição multiespectral ajustada (2014). Bacia hidrográfica do rio Bodocongó	94
Figura 32	Áreas ocupadas com agricultura de sequeiro, em solo Neossolos Regolíticos	94
Figura 33	Aspecto das áreas desmatadas e incorporadas à pecuária extensiva	95
Figura 34	Aspecto geral das áreas de ocorrência da regeneração da caatinga, função do abandono das áreas destinadas a agricultura e pecuária	95
Figura 35	Aspecto geral da expansão imobiliária na bacia hidráulica do açude Bodocongó	96
Figura 36	Mapa Digital das Classes de Uso das Terras. Bacia Hidrográfica do rio Bodocongó. 1989	97
Figura 37	Mapa Digital das Classes de Uso das Terras. Bacia Hidrográfica do rio Bodocongó. 2007	97
Figura 38	Mapa Digital das Classes de Uso das Terras. Bacia Hidrográfica do rio Bodocongó. 2014	98
Figura 39	Área representada pela vegetação densa e semidensa. Municípios de Montadas e Puxinanã	99
Figura 40	Aspecto geral da vegetação após a ponte do riacho Bodocongó. Município de Puxinanã-PB.	99
Figura 41	Áreas representadas pela vegetação rala intercalada com capim, palma forrageira e pecuária extensiva	100
Figura 42	Vista parcial das áreas de solos Neossolo Regolítico Distrófico exploradas com as culturas de mandioca e erva-doce. Município de Montadas-PB	100
Figura 43	Área de Neossolo Regolítico Distrófico explorada com a cultura de mandioca e palma forrageira	101
Figura 44	Vista parcial de parte da bacia hidráulica do açude e as mudanças ocorridas ao longo do tempo em função do desmatamento para exploração agrícola	101
Figura 45	A) Vista parcial da área explorada com avicultura. B) Áreas destinadas à pecuária extensiva e culturas agrícolas	102
Figura 46	Mapa Digital dos Níveis de Degradação Ambiental. Bacia Hidrográfica do rio Bodocongó. 1989	105
Figura 47	Mapa Digital dos Níveis de Degradação Ambiental. Bacia Hidrográfica do rio Bodocongó. 2007	105
Figura 48	Mapa Digital dos Níveis de Degradação Ambiental. Bacia Hidrográfica do rio Bodocongó. 2014	106
Figura 49	Vista parcial das áreas representadas pelo nível de degradação baixa. Bacia hidrográfica do açude Bodocongó	107
Figura 50	Área com nível de degradação moderada e moderada grave. Área de solos NEOSSOLO REGOLÍTICO com implantação de cultivo morro abaixo, favorecendo a erosão laminar	108

Figura 51	Vista parcial da área de degradação baixo-moderada nas proximidades da ponte da RFFSA sobre o Rio Bodocongó. O leito do rio encontra-se com capim e com trechos de vegetação de caatinga hiperxerófila aberta .	108
Figura 52	Vista parcial da área de degradação das terras grave com tendência a muito grave. Extração de argila, saibro e granito. Sítio Malícia, Puxinanã-Pb.....	109
Figura 53	Vista parcial de área ocupada com pastagens próximas as nascentes	110
Figura 54	Renda familiar mensal e nº. de pessoas na família no entorno do açude Bodocongó	111
Figura 55	Percentual da população que vive na extrema pobreza no município de Campina Grande e no Estado da Paraíba.....	112
Figura 56	Proporção de pessoas abaixo da linha da pobreza e indigência - 2000/2010	113
Figura 57	Nível de escolaridade das famílias do entorno do açude Bodocongó	114
Figura 58	Taxa de frequência líquida no ensino fundamental e médio - 1991/2000/2010	116
Figura 59	Taxa de conclusão no ensino fundamental e médio - 1991/2000/2010	116
Figura 60	Distorção idade-série no ensino fundamental e médio - 1999/2006/2013.	117
Figura 61	Escolas abandonadas no município de Puxinanã-PB	117
Figura 62	Tipos de habitações do entorno do açude Bodocongó	119
Figura 63	Proporção de moradores urbanos segundo a condição de ocupação - 1991/2000/2010	119
Figura 64	Tipos de piso e coberturas das residências do entorno do açude Bodocongó	120
Figura 65	Comunidade Vila dos Teimosos. Aspecto geral da expansão urbana ocorrida às margens do açude Bodocongó	120
Figura 66	Tempo de moradia das famílias que habitam no entorno do açude Bodocongó e aspecto de uma área com pastagem e feira de animais	121
Figura 67	Casas abandonadas na área de bacia hidráulica do açude Bodocongó	122
Figura 68	Bens duráveis presentes nas residências das famílias que habitam no entorno do açude Bodocongó	122
Figura 69	A) Aterro Sanitário localizado no município de Puxinanã-PB. B) Restos de resíduos sólidos deixados às margens da estrada que dá acesso ao aterro	124
Figura 70	Destino do lixo no município de Campina Grande-PB	124
Figura 71	Lixo jogado a céu aberto e em outro ponto queimado na zona rural da bacia hidrográfica do açude Bodocongó	125
Figura 72	Algumas das formas de abastecimento de água na bacia hidráulica do açude Bodocongó	126
Figura 73	Percentual de respostas apresentadas pelos moradores com relação ao meio ambiente	127
Figura 74	Percentual das respostas da população do entorno do açude Bodocongó sobre meio ambiente	128
Figura 75	Percepção dos entrevistados quanto à questão do desmatamento na área da bacia hidráulica do açude Bodocongó	129
Figura 76	Percepção dos moradores com relação à responsabilidade dos problemas ambientais	130

Figura 77	Percentual de moradores que fizeram alguma vez denuncia sobre a ocorrência de problemas ambientais e se participam de ações para melhorar o meio ambiente	131
Figura 78	Respostas relativas à importância da educação ambiental nas escolas	131
Figura 79	Conhecimento dos moradores a respeito de ONG que trabalhe em defesa do meio ambiente	132
Figura 80	Percentual de respostas dos moradores do entorno da bacia hidráulica do açude sobre a presença ou não de animais silvestre	133
Figura 81	Formas de utilização do açude Bodocongó pela comunidade do entorno..	133
Figura 82	Aspecto geral da atividade de pesca no açude Bodocongó	134
Figura 83	Feira informal de animais às margens do açude Bodocongó e atividades de criação de gado.....	135
Figura 84	Lançamento de esgoto bruto de bairros próximos direcionado para o açude sem qualquer tratamento prévio	135
Figura 85	Percepção dos moradores relacionada às águas pluviais	136

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Dados Gerais da população residente no município de Campina Grande-PB	6
Tabela 2	Dados Gerais da população residente no município de Montadas-PB	7
Tabela 3	Dados Gerais da população residente no município de Puxinanã-PB	8
Tabela 4	Evolução do Índice de Desenvolvimento Humano - 1991-2010	11
Tabela 5	Incidência de Pobreza e Desigualdade nos municípios da área de estudo	12
Tabela 6	Equivalência das classificações anterior e atualizada dos solos da área de estudo	20
Tabela 7	Áreas de degradação ambiental nos Estados do Nordeste em hectares e percentuais	27
Tabela 8	Danos Humanos por Tipo de Evento de Desastre -2012	30
Tabela 9	Múltiplos usos da água	48
Tabela 10	Principais demandas dos recursos hídricos no Estado da Paraíba	49
Tabela 11	Taxa de evolução do número de poço cadastrado no SIAGAS e a estimativa de poços perfurados no Estado da Paraíba	49
Tabela 12	Principais Leis do Estado da Paraíba referente às questões ambientais ..	62
Tabela 13	Data de passagem das imagens Landsat-5 e Landsat-8.....	71
Tabela 14	Indicadores fotointerpretativos dos níveis de degradação das terras	77
Tabela 15	Caracterização das zonas homólogas da drenagem da bacia do rio Bodocongó	80
Tabela 16	Classificação textural da drenagem da bacia do Açude Bodocongó	81
Tabela 17	Batimetria do açude Bodocongó	90
Tabela 18	Classes de uso das terras da bacia hidrográfica do açude Bodocongó	98
Tabela 19	Utilização das terras com lavouras, matas e/ou florestas naturais - ano 2006	103
Tabela 20	Utilização das terras com pastagens, tanques, lagos, açudes e/ou área de águas públicas para exploração da aquicultura - ano 2006	103
Tabela 21	Extração Vegetal dos municípios da área de estudo. 2004 - 2012	104
Tabela 22	Níveis de degradação das terras da bacia hidrográfica do açude Bodocongó	107
Tabela 23	Renda, Pobreza e Desigualdade - Campina Grande – PB	112
Tabela 24	Classes de rendimento nominal mensal domiciliar- Campina Grande-PB	114
Tabela 25	Pessoas de 10 anos ou mais de idade que frequentaram os níveis de ensino fundamental e médio. Campina Grande-PB	118
Tabela 26	Domicílios particulares permanentes com existência de alguns bens duráveis.....	123
Tabela 27	Formas de abastecimento de água	125
Tabela 28	Características Urbanísticas do Entorno dos domicílios - Campina Grande-PB	126

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANA	Agência Nacional de Águas
AESA	Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CMA	Composição multiespectral ajustada
CPRM	Serviço Geológico do Brasil
DDT	Dicloro Difenil Tricloroetano
ECP	Estado de calamidade pública
EMPRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
ETE	Estação de tratamento de efluentes
ETM	Enhanced Thematic Mapper
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDEME	Instituto de Desenvolvimento Municipal e Estadual
IDHM	Índice de Desenvolvimento Humano Municipal
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
ISDR	International Strategy for Disaster Reduction
IVDN	Índice de Vegetação por Diferença Normalizada
LDCM	Landsat Data Continuity Mission
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MUNIC	Pesquisa de Informações Básicas Municipais
NASA	National Aeronautics and Space Administration
ODM	Objetivos de Desenvolvimento do Milênio
OLI	Operational Land Imager
ONAE	Oficina Nacional de Atención de Emergencias
ONG	Organizações não governamentais
PNRH	Plano Nacional de Recursos Hídricos
PNUD	Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
SIAGAS	Sistema de Informações de Águas Subterrâneas
SIG	Sistema de Informação Geográfica
SINGREH	Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos
SUDEMA	Superintendência de Administração do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos da Paraíba.
TM	Thematic Mapper
TIRS	Thermal Infrared Sensor
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina
UNCCD	United Nations Convention to Combat Desertification
USGS	United States Geological Survey

CAPÍTULO 1

*O rio Bodocongó, Vou falar para você,s
Tem sofrido que dá dó, Vejam quanta insensatez
Teve as nascentes aterradas, Suas margens devastadas
Seu curso todo alterado, Acabou-se de uma vez
(Trecho da poesia Rio Bodocongó).
Ademir Montes Ferreira (2013)*

1 INTRODUÇÃO

A Constituição Brasileira, em seu Art. 225, estabelece que: “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).

Os legisladores conseguiram expressar de forma muito sucinta a necessidade e responsabilidades que todos tem em prol de um meio ambiente que seja capaz de suportar, sem exaurir suas potencialidades, todas as interferências que a atividade humana impõe sobre um determinado ecossistema. A partir da Carta Magna, o meio ambiente tornou-se direito fundamental do cidadão, cabendo tanto ao governo, quanto a cada indivíduo o dever de resguardá-lo (BRASIL, 2007).

A preocupação com a questão ambiental começou a ganhar corpo no Brasil no início dos anos 70, sendo intensificada na década de 1980, quando se passou a discutir os problemas de poluição provocados pela grande expansão industrial. O problema era então localizado e, portanto direcionado apenas aos centros urbanos, deixando-se uma lacuna na zona rural.

No final dos anos 80 e seguindo uma tendência mundial, surgiu, no Brasil, uma corrente de cientistas que passaram a apontar situações de ameaça ao meio ambiente não somente nos grandes centros, mas passaram a registrar casos de “devastação” ou “destruição” para se referir-se a processos de degradação ambiental. Assim, surgiram estudos relacionados aos impactos ambientais, associados às mudanças ocorridas no ambiente natural, ainda de forma incompleta, deixando de lado alterações de cunho social, alterações na qualidade de vida das populações humanas ou alterações no ambiente construído (SÁNCHEZ, 1998).

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.

Os efeitos da degradação do solo, da poluição das águas e de muitos outros tipos de danos ambientais, assim como o aumento da consciência, na população, da sua dependência no que diz respeito ao meio ambiente em relação aos recursos naturais e à qualidade de vida, levaram a sociedade a despertar para o problema e a buscar soluções no curto, médio e longo prazo (ATTANASIO, 2006).

Inserese, neste contexto, a bacia hidrográfica que alimenta o açude Bodocongó, situada no perímetro urbano de Campina Grande-PB, que se encontra em avançado estado de degradação ambiental, onde as nascentes estão totalmente desprovidas de vegetação, desmatamento e assoreamento do leito fluvial do riacho Bodocongó. A bacia hidráulica já se encontra com estruturas comprometidas e grande aporte de resíduos e dejetos sólidos lançados, diretamente, no principal manancial, oriundos, principalmente, do avanço imobiliário no setor. Assim, os problemas ambientais estão relacionados, notadamente, ao processo de ocupação e uso do solo no entorno da bacia hidráulica do açude. Ressalte-se ainda que, nos últimos anos, ocorreu a implantação de diversos condomínios que, certamente, aumentaram os problemas ambientais desse manancial.

Queiroz *et al.* (2002) afirmam que o problema tem se agravado rapidamente, face à ocorrência da crescente intervenção humana na bacia hidrográfica do açude Bodocongó, alterando o uso do solo, favorecendo a erosão e o transporte por escoamento superficial do material erodido para a sua bacia hidráulica, na qual vem a se depositar, reduzindo sua capacidade de armazenamento.

Se, historicamente, o problema já vem sendo observado, mais recentemente, tem-se notado sua intensificação através da construção de blocos de apartamentos residenciais nas proximidades do açude, tornando-se ainda mais urgente a necessidade de medidas que busquem solucionar os impactos ambientais provocados por tais empreendimentos, que vão desde a retirada da proteção vegetal dos taludes naturais, o aumento da área de escoamento das águas superficiais com seu adequado direcionamento e o problema dos esgotos sanitários que convergem para o corpo do açude Bodocongó. Além dos fatores já elencados, pode-se também citar a retirada descontrolada de areia do leito do rio e de suas proximidades para ser usado como material de construção.

Deste modo, está caracterizado um problema que demanda uma gestão ambiental de grande relevância visto a importância desse açude para a cidade de Campina Grande, principalmente pelo uso múltiplo de suas águas que, por sua vez, alimenta o horto florestal municipal, o complexo industrial instalado em seu entorno, também sendo considerado um

elemento paisagístico de enorme importância para os habitantes deste município, portanto, sua recuperação causará uma grande mudança nos aspectos ambiental e social e surtirá uma enorme repercussão na cidade de Campina Grande, potencializando as características do açude como área de lazer e recreação.

Assim, levando-se em consideração a grande importância que o açude Bodocongó desempenha no contexto econômico e social de Campina Grande, é fundamental que se conheça, de forma mais aprofundada, os fatores causadores dessa degradação que culminou com o assoreamento do açude, bem como, apontar soluções para que os poderes públicos possam intervir de forma a reverter os principais riscos ao processo de degradação.

Segundo Carvalho (2007), as águas do açude de Bodocongó têm diversos usos que requerem diferentes níveis de qualidade, porém se nenhum sistema de gestão e manejo for adotado em curto espaço de tempo, este problema tende a se agravar cada vez mais. Ao longo de vinte e cinco anos houve uma redução significativa no espelho d'água do açude e, se nenhuma ação intervencionista for adotada, em pouco espaço de tempo, a poluição atingirá índices insustentáveis, constituindo-se em passivo ambiental para os cofres públicos.

Neste contexto, pode-se elencar como processos que tem contribuído para a degradação ambiental, como os mais importantes, aqueles relacionados às formas de uso e ocupação do solo, destacando-se a agricultura, o desmatamento, a pecuária, o processo de urbanização acelerado sem a observância das leis de disciplinamento urbano, entre outros.

Urge, portanto, a necessidade de medidas imediatas, a fim de tentar reverter o atual quadro de degradação que atinge a bacia hidrográfica deste importante manancial, buscando-se medidas corretivas que sejam implementadas com vistas a solucionar os problemas surgidos no campo ambiental, econômico e social.

1.1. OBJETIVOS

1.1.1 Geral

Realizar o estudo espaço temporal da degradação ambiental e uso das terras da bacia hidrográfica do rio Bodocongó, através de ferramentas de sensoriamento remoto, processamento digital de imagens e do estudo das vulnerabilidades e percepção social econômica e do meio ambiente da população no entorno do açude de Bodocongó, no período de 1989 a 2014.

1.1.2 Específicos

- ✓ Caracterizar a bacia hidrográfica quanto às suas propriedades qualitativas e texturais a partir de Imagens Landsat;
- ✓ Mapear as classes de uso das terras na bacia hidrográfica do Rio Bodocongó;
- ✓ Mapear os níveis de degradação das terras na bacia hidrográfica do Rio Bodocongó;
- ✓ Identificar e analisar os riscos a desastres no meio ambiente que ocorrem na bacia hidráulica do açude Bodocongó e em seu entorno;
- ✓ Realizar a caracterização social e econômica e as condições ambientais da população do entorno do açude Bodocongó;
- ✓ Avaliar a percepção ambiental dos moradores do entorno do açude Bodocongó.

2 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo compreende parte dos municípios de Campina Grande, Montadas e Puxinanã, localizados no Estado da Paraíba. O estudo teve como foco principal determinar o uso das terras e a degradação ambiental na bacia hidrográfica do rio Bodocongó, assim como, determinar as principais ameaças e vulnerabilidades a que estão expostos a parcela da população residente no entorno do açude Bodocongó.

2.1. LOCALIZAÇÃO DOS MUNICÍPIOS DA ÁREA DE ESTUDO

2.1.1 Município de Campina Grande-PB

O município de Campina Grande localiza-se no Estado da Paraíba (Figura 1), na Mesorregião Agreste Paraibano e Microrregião Campina Grande, compreendendo uma área de, aproximadamente, 594,182 km², com uma altitude média de 551 metros. Representa o segundo maior centro urbano do Estado. Limita-se, ao norte, com os municípios de Lagoa Seca, Massaranduba, Pocinhos e Puxinanã; a oeste, com o município de Boa Vista; ao sul, com os municípios de Boqueirão, Caturité, Fagundes e Queimadas e, a leste, com Riachão do Bacamarte, distando, aproximadamente, 120 km da capital João Pessoa, cujo acesso rodoviário é realizado pela BR 230.

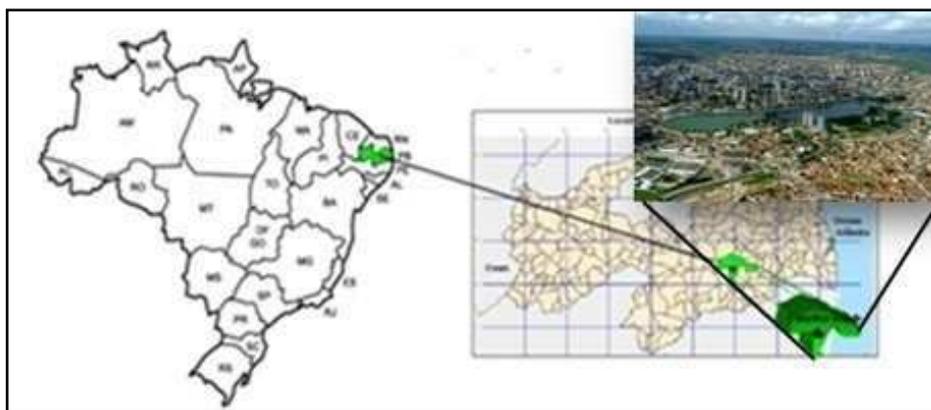


Figura 1 - Localização do município de Campina Grande-PB

De acordo com dados do IBGE (2010), a população do município de Campina Grande é de 385.213 habitantes e a densidade demográfica é de 648,31 hab/km², observando-se que a maioria da população reside na zona urbana (em torno de 90%). Outro dado importante é que,

de acordo, com a situação de domicílio de seus habitantes (urbano e rural), verifica-se que, na área urbana, predomina pessoas do sexo feminino em relação à masculina (Tabela 1).

Tabela 1 - Dados gerais da população residente no município de Campina Grande-PB

População residente urbana (Pessoas)	População residente Rural (Pessoas)	Homens	Mulheres	Homens na área rural	Homens na área urbana	Mulheres na área rural	Mulheres na área urbana
367.209	18.004	182.205	203.008	9.014	173.191	8.990	194.018

Total da População (Pessoas) 385.213

Fonte: IBGE (2010)

Campina Grande foi elevada à categoria de cidade e sede do município através da Lei Provincial nº. 127, datada de 11 de outubro de 1864. Em divisão territorial, datada de 2001, o município foi constituído por 4 distritos: Campina Grande, Catolé, Galante e São José da Mata, assim permanecendo na divisão territorial datada de 2007 (IBGE, 2013).

2.1.2 Município de Montadas-PB

O município de Montadas (Figura 2) localiza-se no Estado da Paraíba, na Mesorregião Agreste Paraibano e Microrregião Esperança, compreendendo uma área de, aproximadamente, 31,588 km², com uma altitude média de 713 metros. Limita-se, ao norte, com o município de Areial; a oeste, com o município de Pocinhos; ao sul, com o município de Puxinanã; a leste, com o município de Lagoa Seca e, a nordeste, com o município de Esperança, distando, aproximadamente, 137 km da capital João Pessoa, cujo acesso rodoviário é realizado pela rodovia PB-121, que liga o município a Esperança ao norte, via de acesso à cidade de Areial e a Campina Grande, via cidade de Puxinanã pela PB-115.



Figura 2 - Localização do município de Montadas-PB

A população do município de Montadas é de 4.990 habitantes e a densidade demográfica é de 157,97 hab/km² (IBGE, 2010). De acordo com a situação de domicílio de seus habitantes (urbano e rural), verifica-se que, na área urbana, predomina pessoas do sexo feminino em relação à masculina (Tabela 2).

Tabela 2 - Dados gerais da população residente no município de Montadas-PB

População residente urbana (Pessoas)	População residente Rural (Pessoas)	Homens	Mulheres	Homens na área rural	Homens na área urbana	Mulheres na área rural	Mulheres na área urbana
3.156	1.834	2.482	2.508	954	1.528	880	1.628

Total da População (Pessoas) 4.990

Fonte: <http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=250950&search=paraibalmontadas>

Montadas foi elevada à categoria de município e distrito com a denominação de Montadas pela Lei estadual n.º. 3088, de 14 de outubro de 1963, desmembrado de Esperança. Em divisão territorial, datada de 31 de novembro de 1963, o município é constituído do distrito sede, assim permanecendo em divisão territorial datada de 2007 (IBGE, 2013).

2.1.3 Município de Puxinanã-PB

O município de Puxinanã (Figura 3) localiza-se no Estado da Paraíba, na Mesorregião Agreste Paraibano e Microrregião Campina Grande, compreendendo uma área de, aproximadamente, 74 km², com uma altitude média de 657 metros. Limita-se, ao norte, com o município de Areial; a oeste, com o município de Pocinhos; ao sul, com o município de Campina Grande; a leste, com o município de Lagoa Seca e, a nordeste, com o município de Esperança, distando, aproximadamente 121,2 km da capital João Pessoa, cujo acesso é realizado a partir de João Pessoa, pelas rodovias BR-230/PB-115.

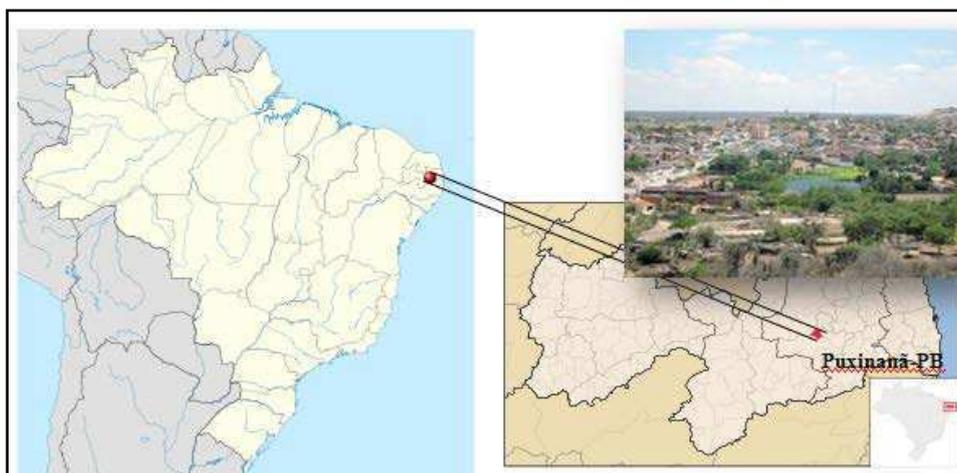


Figura 3 - Localização do município de Puxinanã-PB

De acordo com dados do IBGE (2010), a população do município de Puxinanã é de 12.923 habitantes e a densidade demográfica é de 177,81 hab/km², vale ressaltar que, no município, ocorre o inverso da maioria dos municípios brasileiros onde a maior parte da população reside na zona rural (Tabela 3).

Tabela 3 - Dados gerais da população residente no município de Puxinanã-PB

População residente urbana (Pessoas)	População residente Rural (Pessoas)	Homens	Mulheres	Homens na área rural	Homens na área urbana	Mulheres na área rural	Mulheres na área urbana
4.217	8.706	6.356	6.567	4.361	1.995	4.345	2.222

Total da População (Pessoas) 12.923

Fonte: <http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=250950&search=paraibalmontadas>

Puxinanã, foi elevado à categoria de município com a denominação de Puxinanã, pela Lei estadual no. 2611, de 11 de dezembro de 1961, desmembrado do município de Pocinhos. Constituído do distrito sede, foi instalado em 28 de dezembro de 1962. Em divisão territorial, datada de 31 de dezembro de 1963, o município é constituído do distrito sede, assim permanecendo em divisão territorial datada de 2007 (IBGE, 2013).

2.1.4 O Açude Bodocongó

“... O Piabas já estava interrompido e mal chegava para sustentar o Açude Velho; o Riachão ficava na zona agrícola, não convindo prejudicá-la; restava o Bodocongó, o mais volumoso (quando chovia), inteiramente livre, oferecendo pontos excelentes para a formação do açude” (ALMEIDA, 1964).

O açude Bodocongó situa-se na cidade de Campina Grande, no bairro que recebe o mesmo nome do açude (Figura 4). Localiza-se na bacia do Médio Paraíba, sendo sua construção datada do ano de 1917, no lugar chamado Ramada, na confluência do rio Bodocongó com o rio Caracóis. A área da bacia hidráulica está localizada entre as longitudes 35°54'37,49" W e 35°55'27,95" W e as latitudes 07°12'35,42" S a 07°12'56,28" S. Importante salientar que a construção do açude se efetivou diante da enorme escassez de água que se acentuara com a seca do ano de 1915. Os serviços do açude foram iniciados com o aproveitamento de grande número de flagelados (ALMEIDA, 1962).

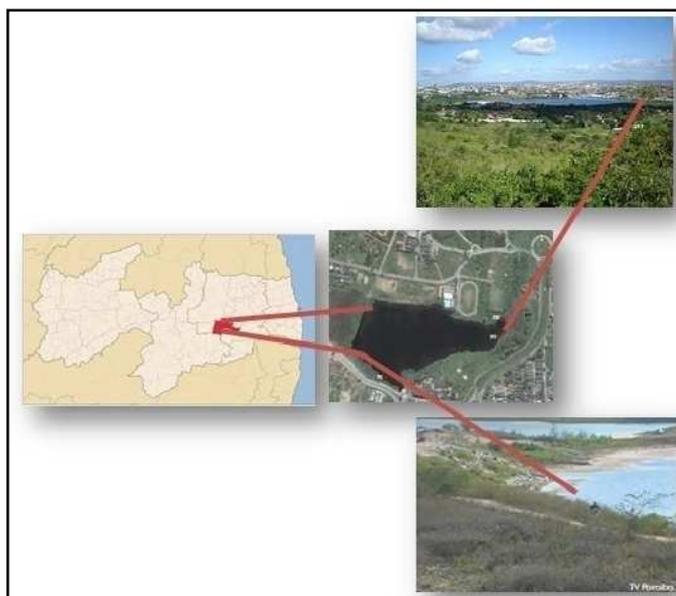


Figura 4 - Localização do açude Bodocongó na cidade de Campina Grande-PB

O açude foi construído com o objetivo de aumentar a disponibilidade de água para abastecimento do município, como medida de combater a escassez de água na região, uma vez que o Açude Novo e o Açude Velho não conseguiam mais suprir as necessidades hídricas da população. No entanto os elevados níveis de salinidade de suas águas impossibilitaram sua utilização para abastecimento doméstico. Contudo se tornou fator decisivo para o surgimento de um novo bairro e do complexo industrial no seu entorno.

Estudos realizados indicam que o açude Bodocongó tem sofrido profundas transformações ao longo do tempo, tanto pela urbanização em seu entorno, com a ocupação desordenada, como pelo desenvolvimento industrial, sobretudo com relação ao lançamento de esgotos, aumentando a poluição de suas águas. O surgimento da erosão, em sua bacia hidráulica, com o carreamento de material, tem provocado o assoreamento e, em consequência, tem comprometido a sua sustentabilidade. A ausência de rede coletora de esgoto e a presença de resíduos sólidos acumulados possibilitam a proliferação de agentes etiológicos causadores de doenças transmissíveis (CARVALHO, 2007).

Corroborando com esta afirmação, Costa (2011) comenta que os lançamentos de resíduos diretamente, no solo, nas proximidades das residências, têm formado verdadeiros lixões às margens do açude Bodocongó e em toda a área de drenagem, o que tem provocado uma grande degradação do meio ambiente, afetando a qualidade de vida da população que vive em seu entorno.

Para Carvalho (2007), o açude Bodocongó é o destino imediato de diversos tipos de águas residuárias, geradas pelas empresas e população do entorno. Resíduos domésticos de detergentes, óleos e outros derivados de petróleo, além de outras substâncias, utilizadas na limpeza de caminhões, são lançados cotidianamente, no leito do açude.

Costa (2011), em pesquisa realizada abrangendo o açude Bodocongó, conclui que a alta densidade populacional nas proximidades do açude e a falta de uma rede de esgoto, aliada a um sistema adequado de saneamento constitui-se como um dos fatores responsáveis pela degradação da área. Afirma que a maioria dos resíduos sólidos, gerados pelos moradores dessa área e do bairro de Bodocongó é lançada de forma indiscriminada, nas encostas e terrenos baldios, tornando-se, com o passar dos tempos, a constituir sérios problemas ambientais.

Neste contexto, Guedes Filho *et al.* (2012) também afirmam que a devastação da vegetação original e a quantidade de resíduos sólidos, gerados por moradores que vivem às margens do açude, comprometem a sustentabilidade do ecossistema, devido à degradação da bacia. Trata também de questões como o lançamento de esgoto doméstico, hospitalar, lavagem de carro e indústria lançados no açude sem nenhum tratamento prévio como sendo uma das fontes de poluição das águas do açude.

Souto (2012), em estudo realizado no riacho Bodocongó, afirma que, mesmo sendo este de regime intermitente, possui fluxo de água resultante dos efluentes domésticos e das indústrias, altamente poluído, que é utilizada para irrigação de lavoura, dessedentação de

animais e irrigação de forrageiras sem nenhum tratamento. Observou ainda, que algumas áreas do riacho estão desprovidas de vegetação ciliar, com solo exposto, aumentando o assoreamento do rio e alterando a qualidade da água, descumprindo assim a legislação vigente.

Importante mencionar Carvalho *et al.* (2009) quando afirma que as atividades antrópicas aliadas à falta de consciência da população, sobretudo, a ausência de fiscalização e a omissão dos poderes públicos são fatores que têm contribuído de forma significativa, para a intensificação de degradação do referido açude.

2.2 ÍNDICE DE DESENVOLVIMENTO HUMANO MUNICIPAL DOS MUNICÍPIOS

De acordo com dados do PNUD, o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) dos municípios situa-se na faixa de alto a baixo; em Campina Grande, o índice é 0,720 que se situa na faixa de Desenvolvimento Humano Alto (IDHM entre 0,70 e 0,79); no Estado da Paraíba, apenas 5 municípios se destacam nesta faixa (João Pessoa - 0,763; Cabedelo - 0,748; Campina Grande - 0,720; Várzea - 0,707 e Patos - 0,701); o município de Montadas ocupa o ranking 4.395º posição em relação aos Estados brasileiros, com IDH-M de 0,590 considerado baixo (IDH-M entre 0,500 e 0,599) e o município de Puxinanã a 3.756º posição com o IDH-M de 0,617, considerado médio (IDH-M entre 0,600 e 0,699).

Os dados indicam que, em relação ao Estado da Paraíba, em termos absolutos, as dimensões renda, longevidade e educação, obtiveram maior crescimento, o indicador Educação apresentou um crescimento considerável para todos os municípios (Tabela 4).

Tabela 4 - Evolução do Índice de Desenvolvimento Humano - 1991-2010

Estado/ Município	Índice de Desenvolvimento Humano - IDHM											
	IDHM			IDHM-Renda			IDHM-Longevidade			IDHM-Educação		
	1991	2000	2010	1991	2000	2010	1991	2000	2010	1991	2000	2010
Paraíba	0,382	0,506	0,658	0,515	0,582	0,656	0,565	0,672	0,783	0,191	0,331	0,555
Campina Grande	0,476	0,601	0,72	0,584	0,647	0,702	0,586	0,717	0,812	0,316	0,467	0,654
Montadas	0,266	0,449	0,590	0,322	0,466	0,545	0,504	0,632	0,748	0,112	0,308	0,505
Puxinanã	0,317	0,436	0,617	0,432	0,461	0,574	0,578	0,655	0,754	0,128	0,275	0,542

Fonte: <http://www.pnud.org.br/atlas/ranking/Ranking-IDHM-UF-1991.aspx>

Os dados do IBGE, divulgados no ano de 2003, revelam que a população de 77% das cidades da região Nordeste encontram-se abaixo da linha de pobreza. No Estado da Paraíba, este índice é de 57,48% da população em situação de pobreza, para o município de Campina Grande é de 58,88%, Montadas o percentual é de 63,43%, considerado bastante elevado e, no município de Puxinanã, a população, em situação de pobreza, é de 57,17%. Outro índice importante, para se analisar a desigualdade de renda nos municípios da área de estudo, pode ser verificado por meio do índice de Gini¹ (Tabela 5).

Tabela 5 - Incidência de pobreza e desigualdade nos municípios da área de estudo

Estado/ Municípios	Incidência de Pobreza (%)	Índice de Gini
Paraíba	57,48	0,46
Campina Grande	58,88	0,45
Montadas	63,43	0,35
Puxinanã	57,17	0,39

Fonte: IBGE (2010)

2.3 RECURSOS HÍDRICOS

Os municípios de Campina Grande e Puxinanã, encontram-se inseridos nos domínios da bacia hidrográfica do Rio Paraíba, região do Médio Curso do Rio Paraíba, fazendo parte da sub-bacia hidrográfica do Rio Taperoá. Os principais cursos d'água têm regime de escoamento intermitente e o padrão de drenagem é o dendrítico (CDRM, 2005, a,c).

O município de Montadas encontra-se inserido nos domínios da bacia hidrográfica do Rio Mamanguape. O principal tributário é o Rio Mamanguape (CDRM, 2005b).

O município de Puxinanã tem como principal tributário o Rio do Cruzeiro e conta com o açude Evaldo Gonçalves que apresenta capacidade máxima de armazenamento de 828.103 m³ (GUIMARÃES *et al*, 2014).

Conforme Proposta de Projeto da Prefeitura Municipal de Campina Grande (1993), o município de Campina Grande separa os afluentes do rio Paraíba em direção sul e sudoeste dos afluentes do Mamanguape em direção norte e nordeste, funcionando como área dispersora. A porção ocidental do município é ocupada pelos afluentes do Paraíba e o Catolé com seus afluentes de caráter intermitente, apresentando a drenagem radial. Em direção leste, os riachos Marinho, Tatu e Câmara apresentam drenagem dendrítica.

¹ De acordo com o IPEA (2004) este índice mede o grau de concentração de renda em determinado grupo. Aponta a diferença entre os rendimentos dos mais pobres e dos mais ricos. Numericamente, varia de zero a um. O valor zero representa a situação de igualdade, ou seja, todos têm a mesma renda. O valor um está no extremo oposto, isto é, uma só pessoa detém toda a riqueza. Na prática, o Índice de Gini costuma comparar os 20% mais pobres com os 20% mais ricos.

Os principais cursos d'água. identificados no município de Campina Grande são: os rios Salgadinho, Bodocongó, São Pedro, do Cruzeiro e Surrão, além dos riachos: Logradouro, da Piaba, Marinho, Caieira, do Tronco e Cunha. Os principais corpos de acumulação são os açudes: São Pedro, da Fazenda Quilombo e Campo de Bó (CDRM, 2005a).

Segundo Brito (2011), o riacho Bodocongó corta o município de Campina Grande no sentido norte/sul, com suas nascentes nas proximidades do município de Montadas a uma altitude, em torno, de 750 metros, estando represado a uma altitude de 650 metros nas proximidades do bairro da Catingueira na confluência com o Riacho do Prado, apresentando um desnível de 150 metros da nascente até a confluência com o riacho do Prado no Bairro da Catingueira, depois de desenvolver uma trajetória, em torno, de 25 km, percorridos em áreas rurais e urbanas.

A Bacia do Rio Bodocongó está situada na Microrregião Homogênea do Agreste da Borborema e, na verdade é uma microbacia hidrográfica do rio Paraíba (Médio Paraíba). Por sua vez, o rio Bodocongó nasce e tem seu curso nas áreas dos municípios de Puxinanã, Montadas e Pocinhos, chegando ao município de Campina Grande pelo setor norte, vizinho ao distrito de São José da Mata. Atravessa a cidade de Campina Grande, correndo no sentido norte-sul, alcançando o município de Queimadas e desembocando no rio Paraíba (PLANO DIRETOR, 1994).

As Regiões Administrativas de Água, caracterizadas como Gerências Regionais de Bacias Hidrográficas, estão previstas na Lei nº. 7.779, de 07/07/2005, que criou a Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba-AESA. A área II, com sede em Campina Grande (Sede da AESA), contempla as seguintes bacias: Região do Alto Paraíba, Taperoá, Região do Médio Paraíba, Seridó (setor Leste), Jacu, Trairí e Curimataú, abrangendo uma área de 18.509 km² e atende uma população de 939.521 habitantes (PARAÍBA, 2006).

A região Geo-Administrativa de Campina Grande engloba, parcialmente, as bacias do Curimataú e Mamanguape, as sub-bacias do Taperoá e Seridó, e as Regiões do Médio e Baixo Curso do rio Paraíba. Em relação às formações aquíferas, a região possui pouca oferta de água subterrânea, nela predominando o Sistema Cristalino, com um potencial nulo, permitindo apenas a exploração de suas reservas (PARAÍBA, 2006).

2.4 GEOLOGIA

De acordo com Brasil (2012), a geologia, no Nordeste, apresenta dois tipos estruturais: o embasamento cristalino, representado por 70% da região semiárida, e as bacias sedimentares. O embasamento cristalino está localizado nas zonas de maior aridez, dos estados do Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, norte da Bahia e leste do Piauí (Figura 5).



Figura 5 - Localização das Bacias Sedimentares e do Escudo Cristalino do São Francisco

Fonte: Brasil (2012); Suassuna (2011)

A geologia dos municípios da área de estudo está representada por terrenos do Pré-Cambriano (CD) - Gnaisses e migmatitos, sendo estas rochas as mais disseminadas no Estado, ocorrendo sempre associadas com micaxistos e granitos, incluindo diques de quartzo e Rochas Plutônicas Ácidas, representadas essencialmente pelos granitos (BRASIL, 1981; 1972).

São encontrados corpos dioríticos, encaixados nos granitos de Campina Grande e de Pocinhos-PB. Com relação ao Complexo Monteiro, esta unidade encontra-se caracterizada por uma complexa associação litológica. Gnaisses, gnaisses migmatizados, migmatitos homogêneos, heterogêneos e granitóides, seguidos de xistos, anfíbolitos, calcários cristalinos, quartzitos, calcossilicática e rochas cataclásticas constituem seus litotipos. Os migmatitos heterogêneos distribuem-se em uma ampla faixa, em Campina Grande (BRASIL, 1981).

Os gnaisses constituem-se numa litologia, amplamente, distribuída dentro do Complexo Presidente Juscelino, intercalando faixas migmatíticas e apresentando-se em

muitos casos migmatizados parcial ou totalmente, constituindo, por vezes, porções incluídas em migmatitos. Estão representados por biotita-quartzo-feldspato gnaíse, granada-biotita-quartzo-feldspato, gnaíse e hornblenda-biotita-quartzo-feldspato gnaíses, principalmente com predomínio do primeiro. Associações de migmatitos e gnaíses são encontrados entre Campina Grande-Cabaceiras e a nordeste de Campina Grande, na BR 230, em direção a João Pessoa (BRASIL, 1981).

Brasil (1981), descrevendo o Complexo Monteiro identificou os migmatitos heterogêneos dispostos em ampla faixa em torno de Campina Grande, Esperança e Queimadas, com associações de rochas gnáissicas ocorrentes, próximas a Limoeiro e a sudoeste de També.

Segundo Brasil (2002) os municípios de área de estudo encontram-se nos limites de domínios Terreno Alto Pajeú com Terreno Alto Moxotó, correspondendo ao Período Neoproterozóico Brasileiro s.I., compreendendo, principalmente, os Granitóides e o Período Mesoproterozóico Esteniano (Cariris Velhos), correspondendo aos Granitóides/migmatitos e Rochas supracrustais. Abrangendo ainda, área do Período Arqueano a Paleoproterozóico, compreendendo o Embasamento gnáissico-migmatítico. Insere-se assim, no Domínio ou Zona Transversal, correspondente a uma mega estrutura situada entre os lineamentos Patos e Pernambuco e ocupa toda a porção sul do Estado da Paraíba. Esse Domínio reúne terrenos tectono-estratigráficos de idade meso e neoproterozóica, ocorrendo blocos de idade arqueana e paleoproterozóica (Figura 6).

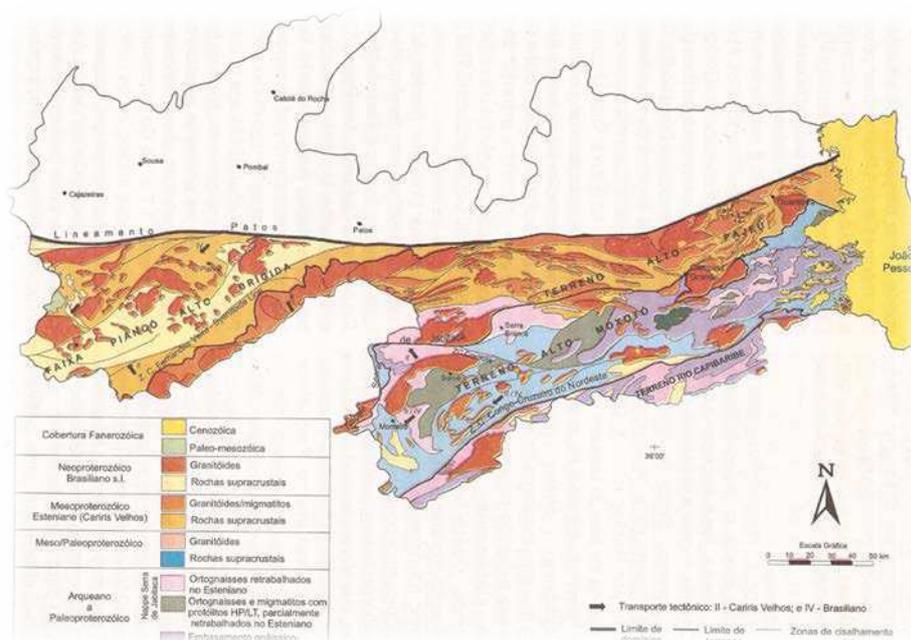


Figura 6 - Mapa geológico do Domínio transversal no estado da Paraíba

Segundo Brasil (2002), está assim representado as unidades geológicas ocorrentes na área de estudo, conforme pode ser visto a seguir.

- **UNIDADES GEOLÓGICAS**

- Proterozóico/Neoproterozóico

- Super Suite II, compreendendo:

- ✓ Suíte granítica transicional shoshonítica-alcálica (N γ 2c): Granito leucocrático e biotita-anfibólio sienito; granodiorito porfítico (N γ 2cp) e fácies híbrida com granodiorito equigranular, quartzo diorito e tonalito (N γ 2ch).

- ✓ Suíte granítica calcálica com alto potássio (N γ 2a): Monzonito a monzogranito grosso.

- **MESOPROTEROZÓICO**

- Suíte Granítica Cariris Velhos, compreendendo:

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

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

- **ARQUEANO/PALEOPROTEROZÓICO**

- ✓ Ortognaisse granodiorítico-franítico (AP γ): Ortognaisse decomposição granodiorítica-franítica, eventualmente tonalítica-trondhjemítica, com níveis de rochas metamórficas.

Encontram-se, na área de estudo, substâncias não Metálicas (Rochas e Minerais Industriais) do tipo: argila e rochas ornamentais (BRASIL, 2002).

2.5 GEOMORFOLOGIA

Os municípios de Campina Grande, Monteiro e Puxinanã encontram-se inseridos na unidade geoambiental do Planalto da Borborema, formada por maciços e outeiros altos, com altitude variando entre 400 a 1.000 metros. Ocupa uma área de arco que se estende do sul de Alagoas até o Rio Grande do Norte. O relevo é geralmente movimentado, com vales profundos e estreitos dissecados (CDRMa, b,c).

De acordo com Brasil (1972), o Planalto da Borborema constitui o mais característico e elevado acidente da região Nordeste, exercendo, na Paraíba, um papel fundamental no conjunto do relevo, rede hidrográfica e diversificação do clima. Os municípios da área de estudo se enquadram na Superfície do Planalto ou Superfície dos Cariris que apresentam domínio de relevo suave ondulado e ondulado. As serras e chapadas atingem altitudes que variam de 400 a 800 metros.

Segundo Brasil (1981), a unidade do Planalto da Borborema, em função das diferenciações morfológicas, subdivide-se em três setores: Encosta Oriental, Encosta Ocidental e Planalto Central, estando a área de estudo representada pela Encosta Oriental. Afirma ainda que, ao sul de Campina Grande, estendendo-se até o vale do Capibaribe no Estado de Pernambuco, as altitudes variam de, aproximadamente, 400 metros e alcançam cotas próximas a 800 metros, com a superfície inclinando, de modo suave, para leste. Ao norte da cidade de Campina Grande-PB, a morfologia ainda é, intensamente, dissecada. Observando-se a ocorrência de alinhamentos de cristas, inseridas nos setores colinosos ao lado de espigões que se projetam para leste.

2.5 CLIMA

O clima predominante, nos municípios da área de estudo, de acordo com a classificação de Köppen, é do tipo **As'** (quente e úmido com chuvas de outono-inverno). Caracteriza-se por apresentar chuvas de outono-inverno e um período de estiagem de 5 a 6 meses. A estação chuvosa tem início em março/abril e prolonga-se até julho ou agosto. O período seco começa em setembro e prolonga-se até fevereiro, sendo mais acentuado no trimestre da primavera, salientando-se que o mês de novembro costuma ser o mais seco. A umidade relativa do ar é em torno de 80% (BRASIL, 1972). A temperatura média de Campina Grande é, aproximadamente, de 22,9 °C e a pluviosidade média anual de 785 mm. A temperatura média de Montadas é em torno de 21,7 °C e a pluviosidade média anual é 731 mm. A temperatura média de Puxinanã é de 21,8 °C e a pluviosidade média anual de 670 mm (<http://pt.climate-data.org/location/4449/>).

2.6 VEGETAÇÃO

A vegetação dos municípios da área de estudo é representada pela floresta caducifólia, que transaciona para caatinga hipoxerófila, encontrando-se também a caatinga hiperxerófila. Compreende formações vegetais de porte arbóreo, pouco denso, possuindo um estrato

arbustivo dominado por marmeleiro. A área cujos solos compreendem os Neossolos Regolíticos apresenta-se totalmente devastada, encontrando-se apenas alguns remanescentes. Normalmente são encontradas as seguintes espécies: braúna (*Schinopsis brasilienses* Engl); juazeiro (*Ziziphus joazeiro* Mart.); canafístula (*Cassia excelsa* Schrad.); mulungu (*Erithrina velutina* Willd); aroeira (*Astronium sp.*); angico (*Anadenanthera macrocarpa*); marmeleiro (*Croton sp.*); catingueira (*Caesalpinia pyramidalis*); mandacaru (*Cereus jamacaru* DC.). Com frequência, observam-se algumas espécies como pau-d'arcos amarelo e roxo (*Tabebuia spp.*). Também, em algumas áreas, são encontradas: macambira (*Bromelia laciniosa* Mart.); xiquexique (*Pilocereus gounellei* Weber), entre outras espécies da caatinga.

No município de Puxinanã encontra-se a área representada pelas Florestas Subcaducifólica e Caducifólica, próprias das áreas agrestes (CDRM, 2005c). Em estudo realizado na região de Puxinanã, as áreas de vegetação nativa, encontram-se ainda com alguns remanescentes, principalmente por se encontrarem em áreas de difícil acesso, geralmente em função do relevo, apresentando as seguintes espécies: bromeliáceas, cactáceas e algumas espécies nativas como o juazeiro (RIBEIRO; HARENDRA, 2005). Para Silva; Melo (2013), o município se destaca por apresentar uma série de afloramentos rochosos, cobertos por vegetação arbustivo-herbácea, por vezes, arbustivo-arbórea.

2.7 CARACTERIZAÇÃO DOS SOLOS

As principais unidades de mapeamento de solos (Figura 7) que ocorrem, nos municípios de Montadas, Puxinanã e Campina Grande, foram descritas com base em critérios, contidos no levantamento de solos existentes (BRASIL, 1972; PARAÍBA, 1978), seguindo-se, sempre que possível, as determinações preconizadas no Sistema Brasileiro de Classificação de solos (EMPRAPA, 2006).

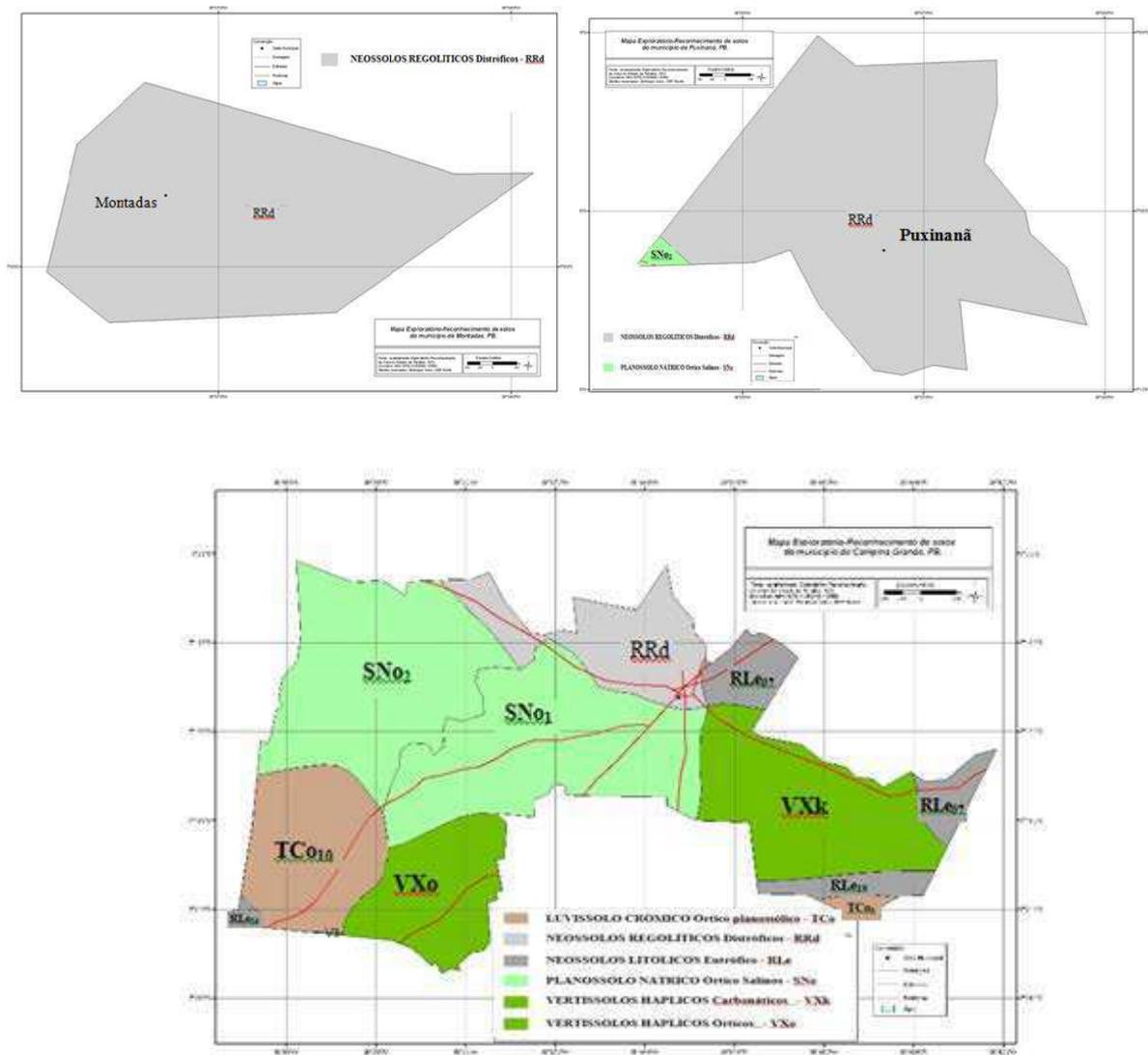


Figura 7 - Caracterização dos solos dos municípios de Montadas, Puxinanã e Campina Grande-PB

Fonte: Adaptado de Embrapa Solos UEP Recife (2006)

Os estudos indicam que, nos municípios de Montadas e Puxinanã, ocorrem, predominantemente, solos do tipo Neossolos Regolíticos Distróficos e, no município de Campina Grande, ocorre uma predominância dos solos Planossolo Nátrico Órtico Salinos, encontrando-se associados com solos do tipo Neossolos Litólicos Eutróficos, Vertissolos, Neossolos Regolíticos Distróficos, Luvissoilo Crômico Órtico Planossólico e Neossolos Litólicos Eutróficos. A Tabela 6 apresenta a equivalência entre a nomenclatura utilizada por Brasil (1972) e Paraíba (1978), com a nomenclatura atual adotada pela EMBRAPA (2006), dos solos que ocorrem na área de estudo.

Tabela 6 - Equivalência das classificações anterior e atualizada dos solos da área de estudo

Principais tipos de Solos (*)	Classificação anteriormente usada pela Embrapa Solos	Unidades de Mapeamento de solos na área de estudo
Luvissolos (T)	Bruno não Cálcico	NC ₅ (TC ₀₅); NC ₁₀ (TC ₀₁₀)
Vertissolos (V)	Vertissolos	V ₁ (VX ₀₁); V ₂ (VX ₀₂)
Planossolos (S)	Solonetz Solodizado	SS ₁ (SN ₀₁); SS ₂ (SN ₀₂)
Neossolos (R)	Solos Litólicos Regossolo Distrófico	Re ₇ (RLe ₇); Re ₁₈ (RLe ₁₈); Re ₁₉ (RLe ₁₉) REd (RLd)

(*) Nomenclatura com base no Sistema Brasileiro de Classificação (2006) em vigor

A seguir, está elencada uma descrição das principais unidades de mapeamento de solos.

2.8.1 Luvisolo Crômico Órtico planossólico (Nomenclatura antiga: Bruno não Cálcico planossólico)

TC₀₅: são originados do saprolito de gnaisses ricos em feldspato e biotita, referido ao Pré-Cambriano (CD). Situam-se em relevo ondulado e, com frequência, em trechos, fortemente, ondulados, estando relacionados principalmente, com as posições de terço inferior das encostas. A vegetação é representada pela caatinga hipoxerófila arbóreo-arbustiva densa, com frequência, ocorrem trechos com campos antrópicos. A maior parte desta área é aproveitada com a pecuária extensiva e culturas diversas, destacando-se pastagens, palma forrageira, milho, feijão e algodão herbáceo. Os principais fatores, limitantes a um melhor aproveitamento destes solos, decorrem da falta d'água em certo período do ano e de suas condições físicas que não são boas. Estes solos se encontram associados a solos do tipo Neossolo Litólico Eutrófico e Planossolo Nátrico Órtico típico.

2.8.2 Luvisolo Crômico Órtico Vertissólico (Nomenclatura antiga: Bruno não Cálcico vértico)

TC₁₀: estes solos são encontrados, em maior extensão, na parte leste do município de Campina Grande, estando associados a solos do tipo Vertissolo e Neossolos Litólicos Eutróficos. Originam-se da desagregação de rochas gnáissicas, referido ao Pré-Cambriano (CD). Situam-se em relevo suave ondulado, com elevações de topos planos, encostas com declives entre 3 e 6%, sendo o ondulado, com elevações de topos esbatidos, vales em forma de U e encostas com declives, em torno de 10%. A vegetação é representada

pela caatinga hiperxerófila arbóreo-arbustiva, pouco densa ou aberta, onde se destacam: pereiro, catingueira, marmeleiro, faveleiro, mufumbo, cactáceas e bromeliáceas. As áreas representativas destes solos encontram-se cobertas pela vegetação natural, que é aproveitada para a pecuária extensiva.

2.8.3 Vertissolos Háplicos Órticos (Nomenclatura antiga: VERTISSOLOS)

VX₀₁: estes solos estão presentes na parte sudeste do município de Campina Grande. São derivados do material proveniente da desagregação de diorito com biotita e hornblenda e de anfibólito. Situa-se em relevo, predominantemente, ondulado, com trechos suave ondulados, constituído por conjunto de colinas de topos arredondados, vertentes de dezenas de metros e vales em forma de V. Em determinados trechos, com declividade mais acentuada, os solos são bastante erodidos, podendo apresentar erosão em sulcos rasos, repetidos ocasionalmente. A vegetação é representada pela floresta caducifólia, que se encontra, quase totalmente, devastada. Nela verifica-se a presença de aroeira, jurema, marmeleiro, catingueira, entre outras espécies. São solos de fertilidade alta, porém com problemas com relação às propriedades físicas, em função da atividade muito alta da argila (do tipo 2:1).

VX₀₂: estes solos são encontrados na parte sul do município de Campina Grande. São solos derivados de saprolito de leuco-gnaiss cataclástico referido ao Pré-Cambriano (CD). O relevo predominante é suave ondulado, constituído por colinas de topos aplainados e vales abertos. A vegetação é representada pela caatinga hipoxerófila arbustiva e arbóreo-arbustiva densa, com muito marmeleiro, jurema, pinhão bravo, catingueira. São cultivados com milho, fava, feijão e algodão, geralmente, consorciados. Também é observado o plantio de palma forrageira. Encontram-se ainda áreas cobertas por pastagens de gramíneas e leguminosas. A vegetação natural também é utilizada para exploração com pecuária.

2.8.4 Planossolo Nátrico Órtico Salinos (Nomenclatura antiga: Solonetz Solodizado)

Compreende solos halomórficos com horizonte B solonetzico (*natric horizon*) que constitui uma modalidade de horizonte B textural, tendo saturação com sódio trocável ($100 \text{ Na}^+/\text{T}$) igual ou superior a 15% nos horizontes B_t e/ou C. Normalmente, apresentam estrutura colunar ou prismática. Se um horizonte subjacente C tem em alguma parte mais que 15% de Na⁺ e um horizonte B textural sobrejacente que tenha Mg⁺⁺ + Na⁺ maior que Ca⁺⁺ + H⁺ é considerado um horizonte B solonézico.

São solos, moderadamente, profundos, com horizonte A fraco e, moderadamente, desenvolvido; são, imperfeitamente, drenados, com permeabilidade lenta a muito lenta, na parte subsuperficial, apresentam erosão laminar ligeira, saturação de bases (V%) alta e capacidade de permuta de cations (T), baixos a médio. Originam-se do saprolito de gnaïsse, referido ao Pré-Cambriano (CD), situam-se em relevo plano e suave ondulado.

Os solos referentes à unidade de mapeamento **SNo₁** situam-se em relevo plano e suave ondulado. São derivados do saprolito de rochas graníticas ácidas e de gnaïsse de coloração clara referida ao Pré-Cambriano (CD). A vegetação é representada pela caatinga hipoxerófila, enquanto os representados pela unidade de mapeamento **SNo₂**, encontra-se representado pela caatinga hiperxerófila. O relevo é constituído por superfície aplainada com suaves ondulações, vertentes longas e topos, normalmente, planos. Apresentam limitações muito fortes para o seu aproveitamento agrícola em vista da forte alcalinidade juntamente com as más condições físicas do horizonte Bt e a alta percentagem de saturação de sódio (Na⁺ %), nos horizontes subjacentes. Podem ser utilizados com pecuária extensiva, com o cultivo da palma forrageira. Estes solos se encontram associados a solos NEOSSOLOS LITÓLICOS Eutróficos.

2.8.5 Neossolos Litólicos Eutróficos (Nomenclatura antiga: Solos Litólicos Eutróficos - Re₇, Re₁₈ e Re₁₉)

RLe₇: estes solos originam-se da desagregação de rochas gnáissicas, referidas ao Pré-Cambriano (CD) e, raramente, granitos. Situa-se em relevo forte ondulado e montanhoso, formados por morros de encostas muito íngremes, limitando vales profundos, em V. A vegetação é representada, principalmente, pela floresta caducifólia e por pequenas áreas cobertas por formações secundárias subcaducifólias. São solos rasos e muito susceptíveis à erosão. Alguns trechos, são aproveitados com culturas de auto consumo e em outras áreas são usadas para a pecuária. Apesar da fertilidade natural alta, apresentam fortes limitações (escassez de água) e muito fortes (pela susceptibilidade à erosão e impedimentos à mecanização), ao uso com agricultura. Portanto devem ser aproveitados para conservação da flora e fauna.

RLe₁₈: são originados a partir de material proveniente de rochas de granulação e composição variadas, normalmente, gnaïsses, referidos ao Pré-Cambriano (CD) e granitos ricos em quartzo e feldspato. Situam-se em relevo forte ondulado e montanhoso. A vegetação é representada pela caatinga hiperxerófila, arbustiva ou arbóreo-arbustiva, densa, pouco densa

ou aberta. Verifica-se que, no estrato arbóreo, há a presença, com frequência, de angico e aroeira e no estrato arbustivo a catingueira, mufumbo, marmeleiro e jurema preta. Em função do relevo movimentado, da presença de pedregosidade e rochosidade, profundidade efetiva e grande susceptibilidade à erosão, estes solos não têm utilização agrícola, sendo indicado para abrigo da flora e fauna silvestres.

RLe₁₉: estes solos originam-se do saprolito de rochas de granulação grosseira, ricas em quartzo e feldspato, sendo encontrada, com maior frequência, a rocha granito cataclástico. Predomina, na área, o relevo forte ondulado e montanhoso. A vegetação é representada por remanescentes da floresta caducifólia, com braúna, angico, aroeira, paud'arco e outros. Estes solos têm pouca utilização agrícola, no entanto, a vegetação natural encontra-se bastante alterada. Apresentam como limitações ao uso agrícola: a rochosidade, relevo movimentado, deficiência de água, susceptibilidade à erosão e impedimentos aos implementos agrícolas tracionados.

2.8.6 Neossolos Regolíticos Distróficos (Nomenclatura antiga: Regossolo Distrófico - REd)

RLd: estes solos são derivados de saprolito, de granitos e migmatitos, constituídos, essencialmente, de microclina, quartzo, e plagioclásio. São rochas referentes ao Pré-Cambriano (B). Ocorrem em relevo suave ondulado, apresentando grandes trechos, praticamente, planos. A vegetação é constituída por floresta caducifólia, que se encontra praticamente devastada. Verifica-se a presença de erosão nula e laminar ligeira, podendo ocorrer em sulcos rasos repetidos ocasionalmente, nas encostas com declividade mais acentuada. São solos, intensamente, utilizados, destacando-se como principais culturas a batatinha, feijão, milho e mandioca.

2.8 EDUCAÇÃO E ASPECTOS CULTURAIS

Do ponto de vista educacional, a cidade de Campina Grande representa um grande polo universitário, contando com nove instituições de ensino superior, das quais duas Universidades públicas, a Universidade Federal de Campina Grande e a Universidade Estadual da Paraíba e um Instituto Federal - Instituto Tecnológico Federal de Ensino Superior.

A cidade de Campina Grande apresenta como principal destaque cultural os seguintes aspectos: danças e folguedos, artesanatos, município com espaço físico para eventos populares, museus, teatros, feira livre (IDEME, 2013). Assim, na cidade se destacam como

principais eventos: durante o mês de junho, os festejos juninos - o maior São João do Mundo; no período de carnaval, o encontro ecumênico - Encontro da Nova Consciência; o Festival de Inverno de Campina Grande; o Festival de Violeiros e as vaquejadas - realizadas no Parque Maria da Luz e Ivandro Cunha Lima, eventos esses que fazem parte do calendário cultural do município.

CAPÍTULO 3

*Natureza devastada, Um desastre sem igual
População desolada, O rio sem o caudal
Já não tem irrigação, Pesca também não tem não
Tá sem água esse chão, Já sumiu o seu canal.*

(Trecho da poesia Rio Bodocongó)
Ademir Montes Ferreira (2013)

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 DEGRADAÇÃO AMBIENTAL

A definição do termo degradação ambiental consta na Lei n.º. 6.938 de 31 de agosto de 1981 (BRASIL, 1981), que institui a Política Nacional de Meio Ambiente e, no artigo 3, inciso II, assim o define: “degradação da qualidade ambiental, a alteração adversa das características do meio ambiente.” Assim, o decreto n.º. 97.632, de 10 de abril de 1989, dispõe sobre a regulamentação do art. 2.º, inciso VIII, da Lei n.º. 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).

De acordo com o glossário de Defesa Civil, o termo degradação ambiental refere-se à alteração adversa das características do meio ambiente (BRASIL, 2008). O homem gera impactos ambientais, ou seja, consequências indesejadas ou que comprometem o equilíbrio e o estado existente de um ambiente, em virtude do tipo, da intensidade e da velocidade de promover mudanças por meio de suas atividades. Muitas vezes, basta olhar as condições em que se encontra um território, os tipos, a estrutura e a forma de manejo das atividades humanas que, facilmente conduzem à interpretação dos impactos existentes (BRASIL, 2007).

Neste contexto, é importante reportar-se ao conceito de impacto ambiental, que se baseia na definição adotada pela Resolução n.º. 001 do CONAMA de 1986 (BRASIL, 1986), que, em seu art. 1.º, assim o conceitua:

considera-se impacto ambiental 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.

Avalia-se, portanto, que degradação ambiental representa uma extensão do impacto ambiental causado pelo homem, que pode ser positivo ou negativo. Neste contexto, o uso inadequado dos recursos naturais potencializa a degradação ambiental (BRASIL, 2012).

Guedes Filho *et al.* (2012) apontam os efeitos negativos dos impactos ambientais ocasionados pela ação humana no açude Bodocongó, como a extração de areia que ocorre ao longo dos taludes do rio, e que esta atividade tem comprometido a infraestrutura do açude e também a supressão dos vegetais que protegem os taludes, o que se traduz em surgimento de processos erosivos, assoreamento do açude, aumento da turbidez da água, dentre outros problemas.

Medeiros *et al.* (2012), em pesquisa realizada nas proximidades do açude Bodocongó, afirma que 100% da população entrevistada afirmaram ter conhecimento dos problemas ambientais ocorrentes, onde foram formuladas perguntas quanto à degradação do açude, a conscientização da população com relação às questões ambientais, à poluição, ao saneamento básico e à deposição dos resíduos sólidos (Figura 8).

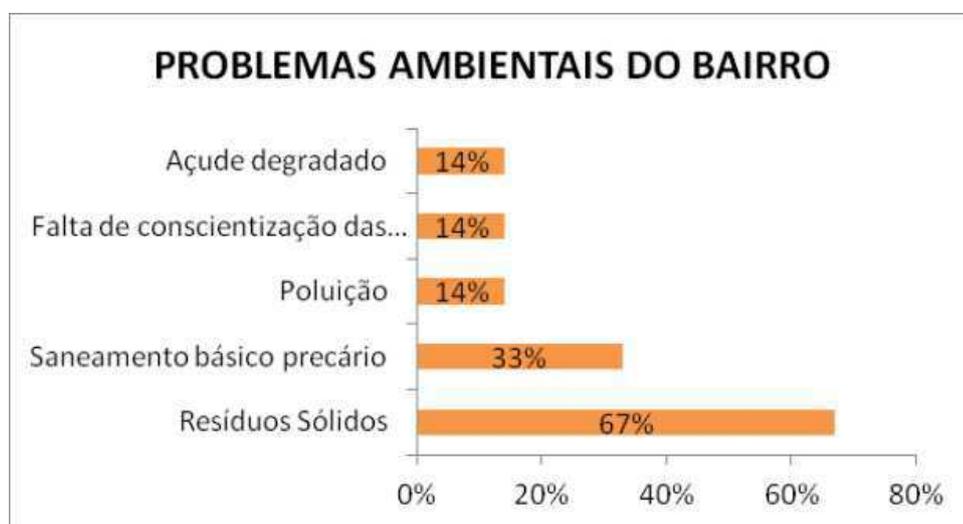


Figura 8 - Percentual dos entrevistados com relação aos problemas ambientais do bairro de Bodocongó

Fonte: Medeiros *et al.* (2012)

Costa (2011) afirma que os fatores que têm significativa contribuição ao processo de degradação ambiental do açude Bodocongó caracterizam-se pela ausência de rede coletora de esgoto e a presença de resíduos sólidos acumulados, gerando a proliferação de agentes etiológicos causadores de doenças transmissíveis, também, corroborando com Medeiros *et al.* (2012) indica que as atividades antrópicas aliadas à falta de consciência por parte da população e ainda, a ausência de fiscalização e a omissão dos poderes públicos são indicadores que aumentam a degradação do açude Bodocongó.

Sá (2002), em estudo realizado no semiárido do Nordeste brasileiro, (Tabela 7) identificou que o nível de degradação ambiental severo aparece, principalmente, nas áreas dos

Estados onde se encontram os solos do tipo Bruno-não-cálcicos (LUVISSOLOS) e o nível de degradação acentuado nas áreas de solos Litólicos (NEOSSOLO Litólico).

Tabela 7 - Áreas de degradação ambiental nos estados do Nordeste em hectares e percentuais

Níveis de Degradação Ambiental	Solos	Estados							
		AL	BA	CE	PB	PE	PI	RN	SE
Severo	NC	90.400 3,26	2.031.300 3,63	4.253.000 28,98	2.106.100 37,36	2.629.800 16,58	588.700 2,34	896.200 16,92	271.200 12,29
Acentuado	LI	-	667.300 1,19	885.600 6,03	692.500 12,28	721.100 7,34	54.000 0,21	141.100 2,66	-
Moderado	PE TER CB	-	163.200 0,29	509.900 3,47	298.500 5,29	154.400 1,57	792.300 3,17	265.800 5,01	-
Baixo	PL	-	-	2.060.000 14,03	429.300 8,62	-	61.100 0,24	602.100 11,35	-
Total (ha) (%)		90.400	2.861.800	7.708.500	3.526.400	2.505.300	1.496.100	1.905.200	271.200
		3,26	5,11	52,51	63,55	25,49	5,96	35,94	12,29

Fonte: Sá (2002)

Meneguzzo (2006) comenta que, no Brasil, a concentração da população em áreas urbanas e peri-urbana aliada a uma falta de planejamento de uso e ocupação do solo têm, de forma negativa, afetado os sistemas de drenagem como um todo; enfatiza que os rios, nessas áreas, deveriam ser utilizados para o abastecimento de água da população, no entanto estão sendo utilizados como emissários de esgoto sanitário e industrial.

Para Kazmierczak; SEABRA (2007) a ocorrência de processo de degradação ambiental pode ser considerada como resultado de dois elementos básicos:

- ✓ a existência de condições físicas favoráveis (solo, vegetação e topografia);
- ✓ a ruptura do sistema ecológico, causada pelo mau uso da terra e pela demanda crescente, já que, para atender às demandas industriais e para sua própria sobrevivência, o homem passou a exercer uma pressão cada vez maior sobre os recursos naturais.

3.2 DESASTRES NATURAIS

A natureza apresenta um processo de mutação constante onde às transformações ambientais e os fenômenos naturais são partes do processo de evolução natural do planeta. Desta forma, ao longo da história geológica, sempre houve referência à ocorrência de desastres ditos naturais tais como enchentes ou deslizamentos de terras, secas e terremotos.

Desastre é definido como uma severa alteração no funcionamento normal de uma comunidade ou sociedade devido à ocorrência de eventos físicos perigosos interagindo com condições estabelecidas de vulnerabilidade social, resultando em danos humanos, materiais, econômicos ou ambientais, que requerem imediata resposta à situação de emergência, visando satisfazer as necessidades humanas básicas (IPCC, 2012).

Brasil (1999, p. 8) define os desastres como o “resultado de eventos adversos, naturais ou provocados pelo homem, sobre um ecossistema vulnerável, causando danos humanos, materiais e ambientais e consequentes prejuízos econômicos e sociais”. Ainda, quantifica os desastres em função dos danos e prejuízos em termos de **intensidade**, enquanto que os eventos adversos são quantificados em termos de **magnitude**. A intensidade de um desastre depende da interação entre a magnitude do evento adverso e o grau de vulnerabilidade do sistema receptor afetado ou cenário do desastre.

Neste contexto, Vargas (2002) afirma que desastre “é a destruição, parcial ou total, transitória ou permanente, atual ou futura, de um ecossistema. É, portanto, a destruição de vidas humanas e do meio e das condições de subsistência”. Os desastres acontecem quando se desencadeia uma força ou energia com potencial destrutivo (ameaça) e encontra condições de debilidade ante essa força, ou incapacidade para recuperar-se de seus efeitos.

Segundo Cardona (1993), pode-se definir desastre como “um evento que ocorre, na maioria dos casos, de forma repentina e inesperada causando sobre os elementos a ele submetidos, alterações intensas, representadas pela perda de vida e saúde da população, destruição ou perda de bens de uma coletividade, danos severos sobre o meio ambiente”.

As formas como se definem ou se conceituem os desastres estão longe de ser apenas um exercício de semântica, ao contrário, constituem um passo fundamental e uma influência determinante na organização do conhecimento e, em consequência, na maneira como se realiza a investigação e a ação necessárias para enfrentá-los (LAVELL, 1996).

A Oficina Nacional de Atención de Emergencias (ONAE), órgão do governo da Colômbia define desastre como “um evento identificável no tempo e no espaço, no qual uma comunidade vê alterada o seu funcionamento normal, com perdas de vidas e danos de grande

magnitude em suas propriedades e serviços, que impedem a realização das atividades essenciais e normais da sociedade” (WILCHES-CHAUX, 1989).

O MMA (2009) que apresenta a definição do ISDR (*International strategy for disaster reduction*) como: “uma profunda ruptura no funcionamento de uma comunidade ou uma sociedade, causando perdas humanas, materiais, econômicas e ambientais que excedem a habilidade de lidar com o problema por parte da comunidade ou sociedade afetada usando seus próprios recursos”.

De acordo com IBGE (2014), as áreas de ocorrência de escorregamentos ou deslizamentos, cuja ocorrência vem se tornando mais frequente e de maior magnitude, estão relacionadas ao planejamento urbano, às condições de moradia, à existência ou não de planos de gestão de riscos, desta forma, indica que os desastres, ocorridos, em áreas de ocupação irregular, corresponderam a 19,5% das áreas com enxurradas ou inundações bruscas e 20,9% das áreas com enchentes ou inundações graduais. As regiões Sudeste e Nordeste registraram 27.940 das 30.858 ocorrências de escorregamentos ou deslizamentos no Brasil, respectivamente, onde assim se destacam: o Estado de Pernambuco com 5.910 ocorrências, o estado de São Paulo com 4.981 e o Rio de Janeiro com 4.969 ocorrências. No Estado da Paraíba, totalizaram doze municípios que foram atingidos por escorregamentos.

No Brasil, 2.065 municípios, nos últimos cinco anos, informaram terem sido atingidos por alagamentos, correspondendo a 37,1% do total dos municípios brasileiros, sendo a maior ocorrência nas Regiões Sudeste (45,2%) e Sul (43,5%) e a menor, no Centro-Oeste (19%). Com relação aos municípios atingidos por enchentes ou inundações graduais totalizaram 1.543 municípios correspondendo a 27,7% do total dos municípios brasileiros e 1.574 foram atingidos por enxurradas ou inundações bruscas que correspondem a 28,3% (IBGE, 2014).

No Estado da Paraíba, os desastres que ocorreram, com mais frequência, entre os anos de 1991 a 2010, estão relacionados com a estiagem e seca, inundação brusca e inundação gradual, assim como, o número de frequência dessas ocorrências ocorrem principalmente com relação à estiagem e seca e os municípios afetados foram: Pedra Lavrada, Frei Martinho, São Mamede, São José do Sabugi, Parari, Cuité, Campina Grande e Camalaú.

Cita Brasil (2012) que, na região Nordeste, com frequência, é registrada a ocorrência de inundações bruscas, deslizamentos e alagamentos. Afirma que, em função da grande variabilidade das chuvas, bem como as frequentes secas, comumente, ocorrem chuvas severas, sendo as consequências significativas para a população que vive em áreas de riscos nas regiões metropolitanas, verificando-se ainda inundações graduais e bruscas em áreas rurais.

No Brasil, no ano de 2012, foi oficialmente notificado a ocorrência de 376 desastres naturais, os quais causaram 93 óbitos e afetaram 16.977.614 pessoas (Tabela 8). Quanto aos municípios, 3.781 foram afetados, sendo que 65,06% deles isto se deu devido à seca/estiagem, sendo a região Nordeste a que apresentou o maior percentual de municípios atingidos (47,16%). Os impactos provocados pela seca e estiagem são de natureza ambiental, econômica e social. Os dados indicam que, no ano de 2012, os desastres que causaram a população brasileira um número mais elevado de mortes foram àqueles relacionados aos movimentos de massa e enxurradas, o que corresponde a 27,96% dos óbitos (BRASIL, 2012).

Tabela 8 - Danos Humanos por Tipo de Evento de Desastre - 2012

EVENTOS	Óbitos	Feridos	Enfermos	Desabrigados	Desalojados	Desaparecidos	Afetados
Seca/Estiagem	6	0	14.214	30	750	0	8.956.853
Incêndio Florestal	0	0	0	0	0	0	37.338
Movimentos de Massa	26	10	2	1.129	2.801	0	12.555
Erosão	0	0	5	81	2.105	0	55.653
Alagamentos	5	6	6	1.048	954	0	24.581
Enxurradas	26	6.580	14.318	49.769	262.851	2	1.856.359
Inundações	14	2.409	10.665	52.041	216.349	2	5.185.018
Geadas	0	0	0	0	0	0	30.777
Granizo	0	11	4	418	7.971	1.040	103.265
Tornados	0	2	0	1	20	0	4.310
Vendaval	16	150	13	5.769	13.220	0	599.905
TOTAL	93	9.168	39.227	110.286	507.021	1.044	16.977.614

Fonte: Brasil (2012)

Neste sentido, também apresenta uma análise comparativa entre a porcentagem de ocorrência de desastres e o número de óbitos (Figura 09) e disto se conclui que a região Sudeste é a única que supera a média brasileira (BRASIL, 2012).

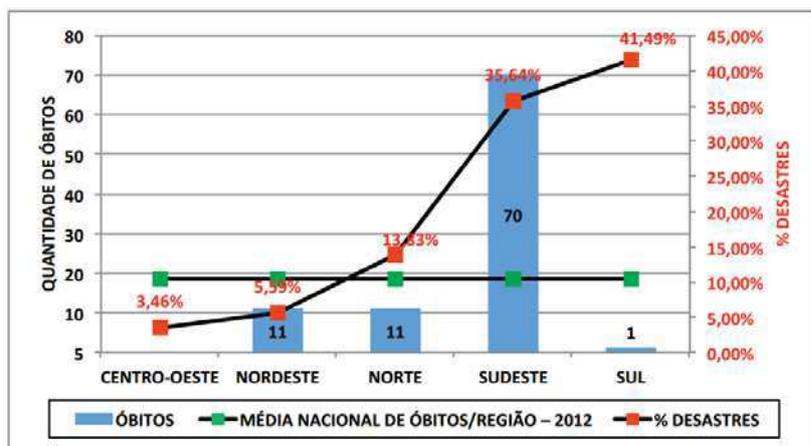


Figura 09 - Comparativo entre ocorrências de desastres e óbitos por região

Fonte: Brasil (2012)

Linayo (2012) acha importante ressaltar que, antes de se adentrar na discussão dos eventos, qualificados como desastres ocorridos em épocas distintas, é importante entender o fato que esta problemática se dilui e perde o sentido fora do contexto humano. Esta ideia se baseia na premissa de que, na natureza e para ela, não existem eventos, intrinsecamente, bons ou maus, pois cada um dos eventos que, particularmente, são catalogados como causadores de desastres, influi e contribui a seu modo, com o processo evolutivo da existência de nosso planeta.

A problemática ambiental, a poluição e degradação do meio, a crise dos recursos naturais, energéticos e de alimentos surgiu nas últimas décadas do século XX como uma crise da civilização, questionando a racionalidade econômica e tecnológica dominante (LEFF, 2006).

[...] desde seus processos de humanização o ser humano deu sentido a suas formas de habitabilidade do planeta. Durante este processo, o território, a geografia e a ecologia têm sido modificadas pela intervenção antrópica da ordem natural. Essa transformação não poderia ser qualificada como um processo de destruição do habitat, a não ser no momento que emerge, no processo de civilização, uma particular forma de apropriação do meio, que rompe os equilíbrios fundamentais entre a cultura e a natureza. (LEFF, 2002)

Todos os empreendimentos, voltados para a vida do homem, via de regra, sobrepõem-se aos espaços e arranjos antes formados pelos elementos naturais, interferindo, de maneira contundente, nas relações e dinâmicas antes estabelecidas. Este fato é, facilmente, constatado pelo rastro de degradação e pelo comprometimento das funções ecológicas que se observa na atualidade (SANTOS, 2007).

As exigências ambientais, relacionadas tanto ao equilíbrio do meio quanto à qualidade de vida do homem, pressupõem a manutenção de mecanismos que, muitas vezes, não são vistos como relevantes no processo de povoamento e urbanização (SANTOS, 2007).

Portanto deve ser estabelecida a diferença entre ocorrência de fenômenos naturais e os chamados desastres ambientais, aqueles são transformações intrínsecas do processo evolutivo natural que envolve o meio ambiente, estes são os efeitos causados pela atividade humana em sua ocupação desordenada do espaço. É bem verdade que estes termos têm sido, muitas vezes, utilizados como sinônimos, mas, como visto, referem-se a eventos totalmente independentes.

A ocorrência de um fenômeno natural, seja ordinário ou extraordinário, não, necessariamente, provoca um “desastre natural”. Deve-se entender que a terra se encontra em atividade, desenvolvendo seu processo natural de formação, resultando em mudanças constantes. Os fenômenos, portanto, devem ser considerados como elementos ativos da

geomorfologia terrestre. O homem deve aceitar que está convivendo com uma natureza viva, que possui leis próprias de funcionamento que, quando alteradas, provocam sérios danos (MASKREY, 1993).

Do acima exposto, pode-se compreender que os efeitos de determinados fenômenos naturais, nem sempre são desastrosos. Eles o são quando afetam uma fonte de vida com a qual o homem contava, ou um modo de vida realizado em função de determinado arranjo geográfico.

Um exemplo deste tipo de desastre é aquele que ocorre em longo prazo, através de um processo de ocupação desordenada dos espaços urbanos e com a supervalorização comercial destes, dos espaços rurais que vêm sendo inseridos na grande área metropolitana. O crescimento urbano é, portanto, o grande responsável pelos desastres ocorridos.

Esta afirmativa vem de encontro ao que expressa Maskrey (1993): “uma das deformações mais correntes é supor que o desastre é devido a forças poderosas ou sobrenaturais que atuam irremediavelmente, contra os humanos”.

Pela falta de informação ou percepção ambiental, alguns creem possuir uma especial clarividência que lhes permite compreender tais fatos como eventos supernaturais contra os quais não há como reagir ou entender racionalmente. Esta visão fatalista inibe qualquer tentativa de ação, levando as pessoas ao comodismo e à resignação. Tal pensamento ainda é muito comum nas regiões mais remotas do país, onde as pessoas consideram a seca ou o excesso de chuvas como um castigo divino.

De um modo geral, as definições estabelecidas, para desastre, referem-se às consequências e não às causas dos fenômenos (WILCHES-CHAUX, 1989). São vários os conceitos estabelecidos para desastre e todos estão vinculados ao interesse particular e à formação profissional de quem o estabeleceu, notando-se, em algum conceito, certo grau de contradição.

Os desastres são quantificados em função dos danos e prejuízos, em termos de intensidade. A intensidade de um desastre depende da interação entre a magnitude do evento adverso e o grau de vulnerabilidade do sistema receptor afetado. Normalmente o fator preponderante para a intensificação de um desastre é o grau de vulnerabilidade do sistema receptor.

Quando, por múltiplas razões, a comunidade é incapaz de transformar suas estruturas, adequar seus ritmos e redefinir a orientação de processos de modo a responder com agilidade, flexibilidade e de maneira oportuna às mudanças ocorridas no meio ambiente; quando os

arranjos sociais não respondem, adequadamente, à realidade do momento que lhe exige uma resposta, surge o desastre (WILCHES-CHAUX, 1989).

Na visão de ALENCAR (2008), o desastre seria um produto de convergência em um momento e lugar determinados dos fatores risco e vulnerabilidade. Em outras palavras, o desastre seria a materialização do risco. Matematicamente, o desastre pode ser expresso por: **Desastre = Risco x Vulnerabilidade.**

Como leciona Wilches-Chaux (1989) “qualquer tentativa de trabalho visando única e exclusivamente prevenir possíveis desastres, estará fadado ao completo fracasso”. É necessário que haja um esforço mais amplo de estruturação da sociedade não só no aspecto infraestrutural, mas também nos aspectos econômicos e sociais. Essa é a maneira mais eficaz de minimizar os efeitos deletérios das ocorrências caracterizadas como desastres.

Se uma comunidade sofre ameaça por possível evento perigoso, tal como terremoto ou mesmo uma erupção vulcânica, e for realizado um levantamento de ações que aquela comunidade tenha mais necessidade, certamente que a preocupação com o possível desastre ocupará as últimas colocações na lista de prioridades. Suas primeiras preocupações referem-se a melhoramentos de suas residências, instalação de serviços públicos, saúde e alimentação básica. A percepção das populações, mais fragilizadas socialmente, está mais direcionada para suas necessidades básicas e qualquer planejamento, visando à minimização dos desastres não pode prender-se somente a questões estruturais tais como obras e serviços, há que se pensar em uma ação integrada que atinja a comunidade em todos os aspectos: estruturais e sociais.

3.3 VULNERABILIDADE

Segundo o Glossário de Termos e Conceitos, usados no contexto da UNCCD, de acordo com o ISDR, “a vulnerabilidade se expressa nas condições determinadas por fatores ou processos físicos, sociais, econômicos e ambientais que aumentam a susceptibilidade de uma comunidade aos impactos de riscos, incluindo a degradação e a desertificação” (MMA, 2009).

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 e antrópico. A vulnerabilidade expressa à susceptibilidade do ser humano de sofrer um dano e ter dificuldade de recuperar-se deste dano (MASKREY, 1993).

Lavell (1996) considera como vulnerabilidade a possibilidade de sofrer danos, exibida por um membro da estrutura social, mediante uma ameaça. A vulnerabilidade é

essencialmente uma condição humana, uma característica da estrutura social e um produto de processos sociais históricos (LAVELL, 1997). Portanto 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.

Barbosa e Filgueira (2013) afirmam que “a vulnerabilidade se define socialmente, por conseguinte é uma categoria sujeita à mudança. Esta se acrescenta como resultado da atividade humana ou do manejo incorreto dos recursos que alteram os ambientes locais e regionais”. Segundo estes autores:

[...] as condições de vulnerabilidade estão representadas pela pobreza, a desorganização social, as ideologias fatalistas, a ausência de sistemas institucionalizados de segurança do cidadão, a falta de controle e de normativas sobre o uso do solo urbano e rural, adaptadas para as infraestruturas urbana e rural existentes. Os contextos de vulnerabilidade significam um desajuste ao meio físico de tal grau que este se converte em uma ameaça e, conseqüentemente, em um fator de geração de risco. (BARBOSA; FILGUEIRA, 201)

Wilches-Chaux (1993) propôs o conceito de vulnerabilidade global como sendo a interação de uma série de fatores e características internas e externas que convergem em uma comunidade particular, resultando no bloqueio ou incapacidade dessa comunidade em apresentar resposta adequada, mediante um auto ajuste, em face de um risco determinado, resultando em um desastre. Ou seja, a incapacidade da comunidade em adaptar-se às mudanças ambientais ocorridas.

Oliver-Smith (2006) afirma que: “o conceito de vulnerabilidade social expressa a multidimensionalidade dos desastres, observando as relações sociais em um dado instante, que se constitui num fator que, em combinação com certas condições ambientais, produzem um desastre”. Um exemplo de vulnerabilidade social, na compreensão de Oliver-Smith seria a relação de poder que exclui certos grupos ou indivíduos expondo-os aos efeitos mais danosos durante ou após a ocorrência de um desastre.

Wilches-Chaux (1993) estabeleceu que a vulnerabilidade global fosse constituída por dez níveis de vulnerabilidade, com as características a seguir explicitadas:

Vulnerabilidade ✓ É a vulnerabilidade intrínseca de todo ser vivo, determinada pelos limites ambientais dentro dos quais é possível a vida, e pelas exigências internas de seu próprio organismo. Estes limites variam de determinadas condições de temperatura, umidade, densidade e composição atmosférica a determinados níveis de elementos

nutricionais necessários à vida.

A vulnerabilidade natural de nossos ecossistemas tem aumentado consideravelmente devido ao desaparecimento de múltiplas espécies vegetais resistentes a condições ambientais severas, e sua substituição por espécies que aparentemente apresentam maior rendimento comercial, mas que são mais vulneráveis às condições mais severas.

- Vulnerabilidade Física** ✓ Refere-se especificamente à localização dos assentamentos humanos em zonas de risco, enfatizando as deficiências de suas estruturas físicas para absorver os efeitos dos riscos a que estão expostos.
- Vulnerabilidade Econômica** ✓ Talvez a característica mais significativa da vulnerabilidade global, refere-se aos setores mais frágeis economicamente de uma comunidade, que, por essa razão, são os mais vulneráveis frente às ameaças naturais.
- Vulnerabilidade Social** ✓ Refere-se ao nível de coesão interna de comunidades expostas às ameaças. Quanto maior o nível de organização social da comunidade, melhor ela irá absorver os efeitos de um evento danoso, como também mais rapidamente ela reagirá na sua recuperação.
- Vulnerabilidade Política** ✓ É relativa à capacidade da população para autonomamente formular soluções dos problemas que lhe afetam. Quanto maior essa autonomia menor será a vulnerabilidade dessa população.
- Vulnerabilidade Técnica** ✓ Está relacionada com a falta de domínio das técnicas de construção civil, de infraestrutura básica em zonas de risco, bem como, de uso de implementos que melhorem as atividades produtivas, diminuindo a agressão ao meio ambiente.
- Vulnerabilidade Ideológica** ✓ Está fundamentada na percepção de mundo e na concepção sobre o papel dos seres humanos no mundo que os membros de uma comunidade possuem. Relaciona-se com atitudes passivas, fatalistas e crenças religiosas que limitam a capacidade de atuar dos indivíduos frente aos desastres.

- Vulnerabilidade Cultural** ✓ Refere-se às características de personalidade de um povo, a partir da qual é construído seu modelo de sociedade com seus valores culturais e históricos. Estes valores irão direcionar a forma de reação de uma comunidade ante um desastre, levando em conta suas referências de família, solidariedade e cooperação.
- Vulnerabilidade Educativa** ✓ É relativa a um sistema educacional excludente que, muitas vezes, ensina somente a essência acadêmica sem introduzir valores e saberes regionais como formas de inclusão daquelas comunidades mais periféricas que, normalmente, são as mais expostas às ameaças. O ensino que incorpora valores regionais, populares, facilita o entendimento de conceitos, muitas vezes, transmitidos de modo abstrato, fazendo com que a percepção dos riscos e ameaças contribua para que os alunos passem a compreender melhor as causas, os efeitos e as razões pelas quais ocorrem os desastres.
- Vulnerabilidade Ecológica** ✓ Sendo um sistema vivo e dinâmico, a natureza processa matéria e informação, muda e transforma energia. Tudo que entra nos ciclos ecológicos gera respostas nos ecossistemas. Desta forma, quando o modelo de desenvolvimento não respeita as limitações ambientais, ultrapassando os limites de convivência, ocorre a destruição dos recursos naturais. Um exemplo a ser citado são as alterações ecológicas e sociais produzidas pela construção de grandes barragens para a produção de energia elétrica.
- Vulnerabilidade Institucional** ✓ Uma das mais importantes causas de debilidade da sociedade para enfrentar as crises e desastres está relacionada com a obsolescência e rigidez das instituições, principalmente em função da excessiva burocracia que, muitas vezes, dificulta a decisão política a ser tomada, impedindo respostas adequadas e ágeis.

Conforme Brasil (2012), em estudos realizados sobre a questão da água no Nordeste, este autor chegou a afirmar que os impactos institucionais dizem respeito às mudanças por que passam as instituições públicas que executam programas assistenciais ou de desenvolvimento destinados a propiciar uma convivência mais efetiva da economia e da sociedade com as secas.

Em sentido amplo, a vulnerabilidade social é uma dimensão da vulnerabilidade a

múltiplos agentes, inclusive aos desastres naturais. Refere-se à inabilidade das pessoas, organizações e sociedades civis em resistir aos impactos adversos de múltiplos agentes a que estão expostos. Estes impactos são devidos, em parte, às características inerentes às interações sociais, institucionais e culturais (WARNER, 2006).

O crescimento urbano e os processos de desenvolvimento, nos países do terceiro mundo, estão exercendo e aumentando a pressão sobre os recursos naturais ou ambientais (terra, ar e água). Os processos de ocupação humana, os padrões de uso da terra, os processos de produção urbana, a falta de procedimentos adequados de planejamento e os severos déficits de infraestrutura básica; combinados com o crescimento rápido da população e um aumento da população que vive abaixo da linha de pobreza, principalmente, na zona urbana, notório no número de pobres na zona urbana significam que uma proporção crescente desta mesma população se expõe a distintas facetas do risco ambiental (perigos naturais, contaminação do ar e da água). Assim, Barbosa (2008), reportando-se ao estudo das vulnerabilidades, destaca que se faz necessário entender o processo histórico e social da produção do espaço.

Os processos sociais que derivam dos modelos globalizantes de desenvolvimento, implantados, nos diversos países, aumentam a vulnerabilidade de grupos e comunidades urbanas e potencializam o possível impacto humano de fatores de risco físico gerados natural e antropicamente (LAVELL, 1997).

Ferreira *et al.* (2008), em trabalho realizado na Vila dos Teimosos, localizada às margens do açude Bodocongó, identificou uma vulnerabilidade ambiental muito alta (99,96%). A alta vulnerabilidade se justifica pela degradação provocada pelos principais indicadores de riscos: disposição dos resíduos sólidos domiciliares, degradação do solo através da erosão, lançamento de esgoto, diretamente, no solo, exploração agropecuária, condições de risco nas residências e riscos de inundações.

Blaikie e Warner (2006) apontam que os grupos marginalizados, na sociedade, tais como, os mais pobres, mulheres, crianças e idosos tendem a ser os mais afetados por ataques como os desastres naturais. É importante salientar que muito mais precisa ser conhecido a respeito dos mecanismos de vulnerabilidade e resiliência, desenvolvidos nos grupos de pessoas mais sensíveis aos eventos tais como os desastres.

O termo resiliência, também citado por outros autores como uma subclasse do conceito de vulnerabilidade, refere-se à capacidade de uma comunidade ou indivíduo de levantar-se, de recuperar-se e se reconstituir depois da ocorrência de um evento danoso, com severas consequências, em termos de perdas e danos (LAVELL, 2012).

Na concepção de Narváez *et al.* (2009, p16) “a vulnerabilidade se refere à predisposição dos seres humanos, seus meios de vida e seus mecanismos de defesa a sofrer danos e perdas em face da ocorrência de eventos físicos potencialmente perigosos”. Esta predisposição não é um produto unilateral da magnitude ou intensidade do evento, muito embora se deva esclarecer que, em casos de condições extremas, tais como explosões vulcânicas, terremotos de grande magnitude e tsunamis com grandes ondas é, realmente, difícil imaginar que seus efeitos possam ser absorvidos por uma comunidade a eles exposta.

Em outras palavras, a vulnerabilidade é o resultado de condições sociais, políticas e econômicas que estabelecem diversos níveis de debilidade ou falta de resistência a determinados grupos sociais. Toda causa de vulnerabilidade e toda expressão de vulnerabilidade é social, então, deve-se compreender que o processo de criação de condições de vulnerabilidade obedece também a um processo de construção social.

Cardona (2003) define vulnerabilidade como sendo um fator interno do risco de um sujeito ou sistema ser exposto a um perigo e corresponde a sua predisposição intrínseca de ser afetado ou de ser susceptível ao dano. Em outras palavras, vulnerabilidade representa a susceptibilidade ou predisposição física, econômica, política ou social de uma comunidade sofrer danos no caso da ocorrência de um fenômeno natural ou de origem antrópica.

No documento intitulado *Living with Risk: A global review of disaster reduction initiatives*, a Organização das Nações Unidas (2004), estatui que o termo vulnerabilidade “deve ser considerado em sentido amplo envolvendo dimensões socioculturais, econômicas, ambientais e políticas as quais remetem para desigualdades sociais baseadas em idades, gêneros, etnias e segmentações econômicas.

Estes posicionamentos conseguem exprimir e até certo ponto responder as preocupações e os questionamentos lançados pela doutora Warner: O que é? Como? Quando? Quem será atingido? Até quando?

Uma vez compreendido que a vulnerabilidade é um fenômeno social, nem sempre a sua redução ou eliminação depende de ações desenvolvidas somente pelo poder público, por instituições profissionais ou do setor privado, muitas vezes, a solução vem da própria comunidade afetada, dependendo do seu grau de articulação e da percepção que tem das ameaças.

3.4 RISCO

De acordo com IBGE (2014, p105), “Risco é a potencialidade de que ocorra um acidente, um desastre, um evento físico que resulte em perdas e danos sociais ou econômicos.

As ameaças relacionadas aos desastres urbanos - enchentes e inundações ou escorregamentos, por exemplo, são mais bem percebidos e conhecidos do que outros, como as associadas à contaminação química”.

Etimologicamente o verbete risco é definido como a “possibilidade de perigo, incerto, mas previsível, que ameaça de dano a pessoa ou a coisa” (MICHAELIS, 2009, p).

Do ponto de vista ambiental, pode-se conceituar risco como a probabilidade de ocorrência de um acidente ou evento adverso, relacionado com a intensidade dos danos ou perdas, resultantes dos mesmos (BRASIL, 2008).

A gestão de riscos é, portanto, o processo de adaptação de políticas, estratégias e práticas orientadas a reduzir o risco e minimizar seus efeitos, e implica intervenções sobre as causas que geram vulnerabilidades e perigos. Dessa forma, é uma medida de dano potencial ou prejuízo econômico expresso em termos de probabilidade estatística de ocorrência do fenômeno e de intensidade das consequências previsíveis.

Vedovello e Macedo (2007, p83) consideram “risco (R), o grau de perdas esperadas, resultantes da possível ocorrência de um evento perigoso, quer seja ele natural ou induzido pelo homem. Constitui, portanto, uma situação potencial de dano, para a qual é possível definir quem ou o que pode ser afetado, qual a probabilidade de ocorrência de um determinado tipo de evento perigoso que pode causar danos, e que consequências são esperadas caso o evento ocorra.

A pesquisa do MUNIC, 2013 indica que 48,0% (2.676) dos municípios não dispõe de instrumento de planejamento que seja capaz de contemplar e abordar a prevenção, redução e gestão de risco e desastres. Importante se reportar à existência do Plano Diretor nos municípios, sendo constatado que apenas 35,4% dos municípios da Região Nordeste, contemplam algum instrumento de prevenção a desastres (IBGE, 2014).

Esta pesquisa indica que 66,9% dos municípios brasileiros não dispunham de medida ou instrumento de gerenciamento de risco de desastre relacionado às enchentes ou inundações graduais, ou enxurradas ou inundações bruscas, e que 78,9% não possuem qualquer medida ou instrumento de gerenciamento de riscos a desastres decorrentes de escorregamentos ou deslizamentos de encostas (IBGE, 2014).

A percepção de risco é, diretamente, proporcional ao grau de desenvolvimento social de um determinado grupo populacional, considerado em seus aspectos psicológicos, éticos, culturais, econômicos, tecnológicos e políticos (BRASIL, 1999).

Metzger (1996) aponta um conceito de risco, procedente das ciências sociais, como

sendo função de uma probabilidade e de suas consequências potenciais, sem qualquer significado absoluto, que se justifica pela interação de dois elementos indissociáveis: o físico e o social. Uma característica que o diferencia do desastre é que este é sempre aparente, enquanto aquele está sempre oculto, é apenas um potencial.

Lavell (1996, p.20) conceitua risco como “a probabilidade de uma população (pessoas, estruturas físicas, sistemas produtivos, etc.) ser afetada por algo nocivo ou danoso”.

O autor recém citado vai mais além ao afirmar que, para que exista um risco, deve haver, concomitantemente, tanto uma ameaça como uma população vulnerável a seus impactos. Risco, portanto, é uma consequência, uma condição potencial e sua graduação irá depender da intensidade provável da ameaça e dos níveis de vulnerabilidade existentes. O grau de risco será sempre uma função da magnitude da ameaça e da vulnerabilidade, sendo, portanto, uma condição dinâmica, mutável e, teoricamente, controlável.

É importante estabelecer-se a diferença entre risco e ameaça, pois esta é relacionada com a probabilidade de que ocorra um evento natural ou um evento provocado, enquanto que o risco está relacionado com a probabilidade de que se manifestem certas consequências, as quais estão intimamente ligadas não só com o grau de exposição dos elementos submetidos, mas também com a susceptibilidade que têm tais elementos de serem afetados pelo evento.

O Atlas de Peligros Naturales (2011), emitido pela Secretaria de Gobernación de Puebla, reproduz a representação matemática de risco como uma função de ameaça (perigo) e vulnerabilidade, já estabelecida por outros autores, dentre eles ONU (2004).

$$\mathbf{RISCO} = \mathbf{PERIGO} + \mathbf{VULNERABILIDADE}$$

Aponta o referido Atlas a diferença existente entre perigo (ameaça) e risco. Enquanto perigo refere-se à provável existência de uma pré-condição de prejuízo ou infortúnio, o risco é a probabilidade de que ocorram diversos efeitos nocivos a uma sociedade ou parte dela.

Os riscos de desastres não estão relacionados unicamente, com a probabilidade de que ocorra o evento natural desencadeante do processo destrutivo, mas também com os níveis de ameaça associados com esse fenômeno, em lugares específicos e à vulnerabilidade da atividade social e econômica e da infraestrutura em áreas susceptíveis à ameaça (FILGUEIRA, 2013).

Apesar de todos os trabalhos já desenvolvidos a respeito do tema, um dos grandes obstáculos para a redução do risco é a existência de sérias diferenças na base conceitual, desenvolvida por pesquisadores e profissionais da área de desastres, muitas vezes, dependente da perspectiva profissional com que o problema é abordado.

Segundo Cardona (2003, p.2) “cientistas da área das ciências sociais tais como historiadores, psicólogos e sociólogos geralmente fazem uma abordagem construtivista, considerando o risco como uma “construção social”. Partindo deste pressuposto, a noção de risco só poderia ser entendida considerando a análise da percepção, representação e interação dos atores sociais envolvidos. Por outro lado, engenheiros, geólogos, geógrafos, economistas e epidemiologistas, adotam uma abordagem dita realista, partindo da hipótese de que o risco pode ser quantificado ou, objetivamente, estimado.

Por todas as assertivas já firmadas, percebe-se que a probabilidade de ocorrer um evento (risco real) está, intimamente, conectada à vulnerabilidade de uma comunidade, logo, deve ser enfatizada a importância na identificação e na busca incessante pela eliminação ou minimização da vulnerabilidade como bem preconiza Wilches-Chaux (1993) “eliminar ou reduzir o máximo possível essa incapacidade da comunidade para absorver, mediante um auto ajuste, os efeitos de uma determinada mudança no ambiente, é reduzir sua impotência frente ao risco seja este de origem natural ou humana, é torná-la mais autônoma, mais dona de sua relação com o ambiente”.

3.5 PERCEPÇÃO AMBIENTAL

De acordo com o dicionário de Aurélio, a palavra *Percepção* significa: “ato, efeito ou faculdade de perceber”, sendo a palavra *Ambiental* - “relativo a, ou próprio de ambiente, ambiente”. Desta forma, Bertazi *et al.* (2011) apresentam uma definição para a percepção ambiental, como: “compreensão das distintas interações entre os seres humanos e o ambiente, aliada ao conceito de educação ambiental, contribui para a adequada compreensão da dinâmica de uma bacia hidrográfica”.

Ferreira (2014) define percepção como a:

apreensão da realidade ou de uma situação objetiva pelo homem, ou seja, é a reação de um sujeito a um estímulo exterior, que se manifesta por fenômenos químicos, neurológicos, ao nível dos órgãos dos sentidos e do sistema nervoso central, e por diversos mecanismos psíquicos tendentes a adaptar esta reação a seu objeto, como a identificação do objeto percebido (ou seu reconhecimento), sua diferenciação por ligação aos outros objetos.

Percepção é a interpretação que uma pessoa faz de uma mensagem e esta pode ser diferente, dependendo de quem a recebe, o que leva a crer que o nível de instrução e experiência influencia no modo como um estímulo é percebido (BRANDALISE *et al.*, 2009).

Trata-se, portanto, de um processo psíquico com uma elevada carga de subjetividade que expressa o grau de reconhecimento de um determinado fenômeno ou fato, consequência

de todo um processo altamente complexo de formação do indivíduo que envolve valores culturais, históricos, sociais e econômicos. Como bem afirma Leff (2002), outros saberes além do conhecimento formal.

Por esta razão os indivíduos de determinada comunidade têm, muitas vezes, apresentado reações irracionais em relação ao meio ambiente, chegando mesmo a defender os ataques ao mesmo, por estarem convivendo em um contexto econômico que os leva a acreditar que o mais importante é o aumento da produção e, conseqüentemente, do consumo, não importando os subprodutos gerados e nem a necessidade de descarte dos resíduos oriundos desse aumento de produção.

É por esse motivo que pessoas diferentes podem ver a mesma situação de modos diferentes, a interpretação do significado de certo evento determina como esses indivíduos reagirão. Nesse contexto, a percepção pode ser considerada uma variável interventora, que influencia o processo de tomada de decisão de consumo (BRANDALISE *et al.*, 2009).

Frutos de uma sociedade marcada pelo consumismo exacerbado, os indivíduos não mostram preocupação de como, nem onde serão lançados os resíduos contaminantes. O importante é consumir, é ter acesso ao "conforto", à modernidade. Percebe-se, portanto, nestas comunidades, que sua percepção com relação aos graves problemas ambientais encontra-se totalmente embotado, resultado de campanhas publicitárias e desinformações alienantes que deseducam cada vez mais os indivíduos, levando a comunidade a um distanciamento da análise crítica que a questão socioambiental requer.

Portanto é necessário que as comunidades sejam orientadas no desenvolvimento de sua percepção das questões ambientais a fim de que tomem consciência do fato de que as ações humanas têm profunda influência no futuro da natureza e do planeta.

A partir do conhecimento e da percepção ambiental, as atitudes, o comportamento poderão ser modificados. É possível racionalizar o uso dos recursos naturais no nosso cotidiano com a mudança de hábitos (BRANDALISE *et al.*, 2009).

3.6 RECURSOS HÍDRICOS E O USO DAS ÁGUAS

3.6.1 Ciclo Hidrológico

O ciclo hidrológico, ou ciclo da água (Figura 10), é o movimento contínuo da água presente nos oceanos, continentes (superfície, solo e rocha) e na atmosfera. Esse movimento é

alimentado pela força da gravidade e pela energia do Sol, que provocam a evaporação das águas dos oceanos e dos continentes (MMA, 2014).

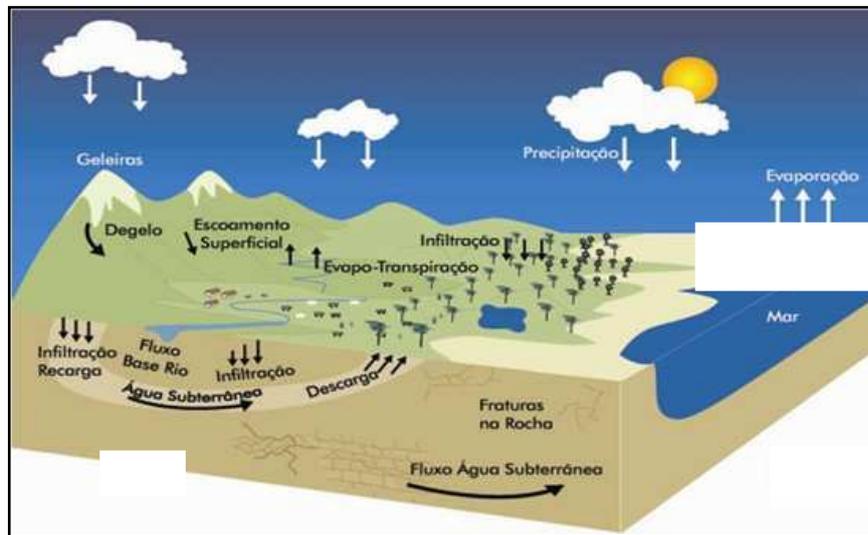


Figura 10 - Representação esquematizada do Ciclo Hidrológico

Fonte: MMA (2014)

A água evaporada, na atmosfera, forma as nuvens que, quando carregadas, provocam precipitações, na forma de chuva, granizo, orvalho e neve.

Nos continentes, a água precipitada pode seguir os diferentes caminhos:

- ✓ Infiltra e percola (passagem lenta de um líquido através de um meio) no solo ou nas rochas, podendo formar aquíferos, ressurgir na superfície na forma de nascentes, fontes, pântanos, ou alimentar rios e lagos.

- ✓ Flui lentamente, entre as partículas e espaços vazios dos solos e das rochas, podendo ficar armazenada por um período muito variável, formando os aquíferos.

- ✓ Escoa sobre a superfície, nos casos em que a precipitação é maior do que a capacidade de absorção do solo.

- ✓ Evapora, retornando à atmosfera. Em adição a essa evaporação da água dos solos, rios e lagos, uma parte da água é absorvida pelas plantas. Essas, por sua vez, liberam a água para a atmosfera através da transpiração. A esse conjunto, evaporação mais transpiração, dá-se o nome de evapotranspiração.

- ✓ Congela formando as camadas de gelo nos cumes de montanha e geleiras.

Apesar das denominações - água superficial, subterrânea e atmosférica - é importante salientar que, na realidade, a água é uma só e está sempre mudando de condição. A água que precipita na forma de chuva, neve ou granizo, já esteve no subsolo, em icebergs e passou pelos rios e oceanos. A água está sempre em movimento; é graças a isto que ocorrem a chuva,

a neve, os rios, lagos, oceanos, as nuvens e as águas subterrâneas (MMA, 2013).

A ANA (2013) aponta que o desmatamento interfere no ciclo hidrológico, tendo em vista que a ausência da cobertura vegetal provoca redução da infiltração da água no solo, aumentando o escoamento superficial, afetando assim a dinâmica fluvial, ocorrendo também uma redução do abastecimento dos lençóis freáticos. Destaca ainda, que a perda do solo, em função do desmatamento, aumenta a probabilidade de ocorrência de eventos extremos como inundações, queda de barreiras e provoca o assoreamento dos rios em função do carreamento de sedimentos.

A *água*, elemento essencial à vida, é definida de acordo com a Lei nº. 9.433 de 1997, como sendo um bem de domínio público; constituindo-se um recurso natural limitado, dotado de valor econômico. Dita ainda a Lei que, em situações de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano e a dessedentação de animais.

Por outro lado, a água é também tida como um recurso ambiental, pois a alteração adversa desse recurso pode contribuir para a degradação da qualidade ambiental. Por outro lado, a degradação ambiental afeta, direta ou indiretamente, a saúde, a segurança e o bem-estar da população; as atividades sociais e econômicas; a fauna e a flora; as condições estéticas e sanitárias do meio; e a qualidade dos recursos ambientais (PEREIRA, 2007).

A presença da água tem sido preponderante não só na fixação do homem em seu habitat natural, mas também na qualidade de vida de todos os seres vivos que coexistem no meio ambiente. Através da história, o homem tem buscado satisfazer suas necessidades pela água de todas as maneiras ao seu alcance, seja construindo moradias nos locais próximos aos mananciais, seja transportando a água de locais mais distantes, seja ainda construindo obras que objetivam o armazenamento de água para o consumo futuro.

É importante observar que a água sofre alterações de qualidade ao longo das diferentes fases do ciclo hidrológico, anteriormente, exposto. A água salgada do mar é transformada em água doce pelo processo de evaporação. A água doce que se infiltra, no solo, dissolve os sais aí encontrados e a água que escoar, pelos rios, carrega estes sais para os oceanos, bem como um grande número de outras substâncias dissolvidas e em suspensão (COLLISCHONN, 2008).

O aumento da demanda por água é consequência direta do crescimento populacional e da ampliação dos níveis de consumo per capita, e tais fatores aumentam a pressão sobre os mananciais de abastecimento (MMA, 2013).

Devido à escassez de água de qualidade para o consumo, muitas soluções têm sido

buscadas para melhorar a qualidade da água, seja através de modificações de qualidades naturais insatisfatórias ou ainda pelo tratamento e reuso de águas contaminadas.

Segundo Ramos (2007), um dos problemas que atingem as populações, em sua necessidade de água de qualidade, é a baixa cobertura dos serviços de saneamento, pois o Brasil apresenta deficiência no atendimento de serviços de saneamento com um número aproximado de 40 milhões de pessoas sem abastecimento d'água e cerca de 80% de esgoto coletado sem qualquer tipo de tratamento. Evidentemente que sem a coleta e o tratamento adequados, os mananciais são cada vez mais atingidos por águas contaminadas.

O problema é mais acentuado nas áreas de menor poder aquisitivo, gerando uma situação, socialmente, injusta e, ambientalmente, insustentável, pois todos os vetores mantêm as populações mais carentes num círculo vicioso de insalubridade e desamparo social.

Os conceitos de poluição e degradação trazem termos abstratos que, muitas vezes, causam confusão ou contribuem para justificar atos lesivos ao meio ambiente e facilitam o desrespeito à legislação ambiental.

A legislação vigente, notadamente a Lei 6.938/1981, em seu Art. 3º. define o termo poluição como sendo a degradação da qualidade ambiental resultante de atividades humanas. O termo degradação é traduzido pela legislação como a alteração adversa das características do meio ambiente. Considerando que não há como fixar, de forma definitiva, as atividades que causam degradação ou mesmo o grau de alteração adversa caberão ao órgão ambiental e às comunidades o acompanhamento dos empreendimentos em implantação a fim de avaliar seus impactos junto ao meio ambiente.

Nota-se, entretanto, que, de uma maneira equivocada, conforme leciona Sanches (1998): “predomina um paradigma naturalístico que associa impacto ambiental às mudanças ocorridas no ambiente natural”. Despreza-se, portanto, as alterações de cunho social, as alterações na qualidade de vida das populações humanas e as mudanças no ambiente construído.

Seguindo o raciocínio do mesmo autor, devem-se ampliar os conceitos estabelecidos no artigo 3º. da Lei 6.938 de forma a considerar todos os casos de prejuízo à saúde, à segurança, ao bem-estar das populações, suas atividades sociais e econômicas, às condições estéticas ou sanitárias do meio e à biosfera (SANCHES, ob. cit.).

Há, entretanto, atividades que a própria legislação já estabelece como agressivas e que, portanto, necessitam de licenciamento especial para a sua implantação.

O fenômeno da degradação ambiental não é recente, muito pelo contrário, vem

ocorrendo através dos séculos, sendo provocado pela ocupação desordenada dos espaços rurais através do crescimento urbano das cidades.

Antes da idade moderna, diversas atividades econômicas insustentáveis também culminaram na degradação ambiental. Mas foi apenas a partir do início do século passado que esse processo se tornou mais intenso, atingindo quase todo o planeta (PIOLLI, 2004).

A degradação ambiental, gerada pela falta de investimentos em coleta e tratamento de esgotos, tem levado à crescente poluição dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos, somando-se à degradação provocada pela total ausência de cuidados com as nascentes dos cursos d'água e a devastação promovida nas matas ciliares. Este quadro de desastre ambiental tem ocorrido de forma crescente, causando enormes prejuízos nas economias locais, pois o investimento necessário, para suprir o abastecimento d'água às populações mais atingidas pela escassez, torna-se, cada vez mais, elevado.

A falta de uma cultura ambientalista leva à adoção de práticas de ocupação dos espaços para a produção de alimentos através de metodologias que provocam o esgotamento da capacidade produtiva da terra, causando problemas como o assoreamento dos rios, perda da calha natural, deslizamentos e voçorocas, num processo gradativo e contínuo, exaurindo o potencial de recuperação das áreas atingidas.

O desmatamento desordenado afeta, diretamente, os ciclos hídricos e, por consequência, a disponibilidade do recurso água tão necessário à produção agrícola, ocasionando o surgimento de terras cada vez mais pobres que têm como efeito final a desertificação nas regiões áridas, semiáridas e subúmidas secas; ficam também comprometidos os níveis de vazão das bacias hidrográficas e os processos de recarga dos lençóis freáticos, ou seja, o processo ocorre de forma progressiva e inexorável, levando ao caos ambiental (LEFF, 2002).

Nota-se também a total ausência de políticas públicas para o disciplinamento do uso e ocupação do solo urbano, além da identificação e monitoramento de áreas de vulnerabilidade natural, inseridos em um planejamento urbano que respeite as características físicas de cada região através da elaboração e cumprimento de um plano diretor, desenvolvido para tal finalidade.

O assentamento de novos complexos urbanos em áreas inadequadas, sem a necessária infraestrutura urbanística e de saneamento, potencializa os problemas causados pela poluição em áreas já fragilizadas.

Há uma diferença do valor que o elemento água assume em diferentes culturas e

grupos humanos. “Nossa” relação com a água é tão diferente que poderíamos dizer que a água tem valores totalmente distintos para distintos seres humanos. Água como:

- ✓ **Recurso** - que é pago, portanto, usado como quiser;
- ✓ **Elemento Natural** - desenvolvendo inúmeras funções nos ecossistemas naturais e antropizadas;
- ✓ **Bem para fruição** - ligado ao lazer;
- ✓ **Recurso econômico** - que define e é definido pela sua apropriação e pelas relações de poder econômico e;
- ✓ **Água como “elemento cultural”, religioso e espiritual** - ligado aos valores e origens de diversos povos.

Qualquer proposta de enfrentamento das questões, no campo das Águas, que desconsiderem alguns destes aspectos, corre o risco de se tornar uma ação inócua ou, pior, geradora de ulteriores desigualdades (TONSO, 2011).

3.6.2 Uso das Águas

A constituição Federal determina no Art. 21 inciso XIX, “ser de competência da União instituir o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH) e define critérios de outorga de direito de uso dos recursos hídricos” (BRASIL, 1988). De acordo com MMA (2006), as águas brasileiras encontram-se repartidas entre as que integram o domínio da União e às que pertencem aos Estados e ao Distrito Federal.

Importante se reportar que a Lei 9.433/97 tem como base os seguintes fundamentos:

- I. A água é um bem de domínio público, sendo direito de todos;
- II. A água é um recurso natural limitado, dotado de valor econômico;
- III. Em situação de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano e a dessedentação de animais;
- IV. A gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar os usos múltiplos.

Neste contexto, a Lei nº. 6.308, de 02 de julho de 1996, institui a Política Estadual de Recursos Hídricos, no Estado da Paraíba, que no Art. 2º., assim preconiza: “A política Estadual de Recursos Hídricos visa assegurar o uso integrado e racional desses recursos, para a promoção do desenvolvimento e do bem estar da população do estado da Paraíba” (PARAÍBA, 1996).

De acordo com a Resolução CONAMA Nº 357 de 2005, os múltiplos usos da água são estabelecidos de acordo com a classificação estabelecida para as águas doces (Tabela 9).

Tabela 9 - Múltiplos usos da água

CLASSES	USOS
Especial	Abastecimento para consumo humano após desinfecção; Preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas; Preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.
Classe 1	Abastecimento para consumo humano após tratamento simplificado; Proteção das comunidades aquáticas; Recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho; Irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película; Proteção das comunidades aquáticas em terras indígenas.
Classe 2	Abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional; Proteção das comunidades aquáticas; Recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho; Irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer com os quais o público possa vir a ter contato direto; Aquicultura e a atividade de pesca.
Classe 3	Abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado; Irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras; Pesca amadora; Recreação de contato secundário; Dessedentação de animais.
Classe 4	Navegação; Harmonia paisagística.

Fonte: Resolução CONAMA 357/2005

A construção de açudes, na região Nordeste, é considerada uma das práticas implementadas para garantir a oferta de água, destacando a importância que estes mananciais desempenham na gestão de recursos hídricos em função da capacidade de estocar e atender a diversos usos da água seja eles consuntivos ou não (ANA, 2013).

Neste contexto, destaque deve ser dado aos açudes Epitácio Pessoa (Boqueirão) e Acauã, situados na bacia do rio Paraíba. Do Boqueirão, partem dois sistemas adutores para o atendimento a 14 municípios, inclusive Campina Grande, um dos principais centros regionais do Nordeste (ANA, 2012).

Outro ponto importante, destacado pela ANA (2012), diz respeito à “demanda de água onde afirma ser importante considerar os usos consuntivos nos quais parte da água captada é

consumida no processo produtivo, não retornando ao curso de água (principalmente irrigação e abastecimento urbano), e os usos não consuntivos (hidroeletricidade e navegação). Os usos mais significativos, em termos de retirada, são a irrigação e o abastecimento urbano, que representam 47% e 26% da retirada total do Brasil, respectivamente”.

Consideram-se como usos não consuntivos mais importantes: a geração hidrelétrica, a navegação, a pesca/aquicultura, a proteção da vida aquática e o turismo/recreação, bem como os principais usos consuntivos, a exemplo de abastecimento de água para uso humano (urbano e rural), para dessedentação animal, para uso industrial e para irrigação (ANA, 2013).

De acordo com ANA (2012) no Estado da Paraíba, os usos mais significativos, em termos de retirada, são a irrigação e o abastecimento urbano (Tabela 10).

Tabela 10 - Principais demandas dos recursos hídricos no Estado da Paraíba

Estado	Animal	Industrial	Irrigação	Rural	Urbano	Toral
	Retirada m³/h	Retirada m³/s	Retirada m³/s	Retirada m³/s	Retirada m³/s	Retirada m³/s
Paraíba	0,9	2,5	17,7	0,8	6,5	28,4

Fonte: ANA (2012)

Conforme MMA (2006, p.) “a água de poços e de fontes vem sendo utilizada intensamente para diversos fins, tais como abastecimento humano, irrigação, indústria e lazer. No Brasil, 15,6% dos domicílios utilizam exclusivamente água subterrânea”.

No Estado da Paraíba, entre os anos de 2008 e 2013, ocorreu uma variação de 179,2% de poços cadastrados no SIAGAS (Tabela 11).

Tabela 11 - Taxa de evolução do número de poço cadastrado no SIAGAS e a estimativa de poços perfurados no Estado da Paraíba

Estado	Poços cadastrados no SIAGAS			Estimativa de Poços Perfurados no Estado da Paraíba	
	Jan/2008	Jan/2013	Variação (%)	Mar/2008	Jan/2012
Paraíba	5.728	15.994	179,2	8.000	16.000

Fonte: ANA (2013)

Conforme dados do Atlas Brasil, do total dos municípios brasileiros, 47% são abastecidos exclusivamente por mananciais superficiais, 39% por águas subterrâneas e 14% pelos dois tipos de mananciais (abastecimento misto). No caso de Campina Grande, o Sistema adotado é o Integrado Campina Grande (Boqueirão). No Estado da Paraíba o uso intensivo de mananciais superficiais é o mais utilizado.

3.7 BACIAS HIDROGRÁFICAS

A Lei nº. 9.433/97 institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos - SINGREH que, regulamenta o inciso XIX do artigo 21 da Constituição, estabelecendo que a gestão dos recursos hídricos no País deve ser realizada de forma descentralizada e participativa, envolvendo o poder público, os usuários de recursos hídricos e as comunidades e, considera a bacia hidrográfica como a unidade territorial para a implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos (MMA, 2011).

Os Planos de Recursos Hídricos constituem-se em instrumentos para a implementação da Política e são desenvolvidos em três níveis:

1 Nacional

Através do Plano Nacional de Recursos Hídricos, que se configura, em um instrumento norteador da implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e da atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH).

O PNRH é orientado por três objetivos estratégicos, que devem ser alcançados por meio da implementação dos seus programas e subprogramas, assim discriminados:

- Melhoria das disponibilidades hídricas, superficiais e subterrâneas, em qualidade e em quantidade;
- Redução dos conflitos reais e potenciais de uso da água, bem como dos eventos hidrológicos críticos;
- Percepção da conservação da água como valor socioambiental relevante.

2 Estadual

Através dos Planos de Recursos Hídricos dos Estados.

3 Bacia Hidrográfica

Através dos Planos de Recursos Hídricos de Bacias Hidrográficas (PNRH, 2011).

A bacia hidrográfica é uma área definida topograficamente, drenada por um curso d'água ou um sistema conectado de cursos d'água, de tal modo que toda vazão efluente seja descarregada através de uma simples saída (VIESSMAN *et al.*, 1972). Em outras palavras, pode-se dizer que a bacia hidrográfica é um conjunto de terras drenadas por um rio principal e seus afluentes.

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 esco a partir dos pontos mais

elevados do terreno, formando enxurradas em direção aos vales (VILLELA, 1975). Constitui-se a bacia hidrográfica na área de captação natural dos fluxos gerados pela precipitação (Figura 11).



Figura 11. Modelo de uma bacia hidrográfica

Fonte: <http://www.geociencias.ufpb.br/leppan/disciplinas/lic/aula4.pdf>

A bacia hidrográfica é, portanto, a área de captação natural dos fluxos de água, originados a partir da precipitação, que faz convergir os escoamentos para um único ponto de saída, seu exutório. A definição de uma bacia hidrográfica requer a definição de um curso d'água, de um ponto ou seção de referência ao longo deste curso d'água e de informações sobre o relevo da região (COLLISCHONN; TASSI, 2008).

A bacia hidrográfica, como unidade geoambiental de estudo, pode ser definida, do ponto de vista hidrológico, como o território que apresenta uma rede de drenagem comum e delimitada pelos divisores de águas superficiais e subterrâneas. Neste caso, a rede de drenagem constitui-se em um importante indicador das alterações ocorridas na composição da paisagem das bacias hidrográficas, seja por mudanças na sua estruturação, forma, ganho ou perda de canais, decorrentes da intensificação do processo erosivo (ROCHA, 1997).

Albuquerque (2012, p.202) afirma que a delimitação das bacias hidrográficas permite que “o poder público em conjunto com a sociedade civil adquirem maior capacidade de organização e direcionamento de esforços, reconhecimento dos diversos níveis de demandas específicas, formulação de políticas na área de recursos hídricos, além de apoiar a operacionalização dos comitês de bacias hidrográficas, dentre outros”.

Considerar uma bacia hidrográfica como uma unidade, portanto, impõe abordar todos seus elementos (água, solo, flora, fauna, uso e ocupação do solo) e compreendê-la como uma

totalidade composta por elementos naturais e sociais, inter-relacionados e dinâmicos (FERREIRA, 2008).

As bacias hidrográficas possuem características que as definem em função do relevo apresentado: área, comprimento de drenagem e declividade. Cada um destes elementos tem função relevante no complexo sistema ambiental, formado pela bacia. Além destas características apresentadas, são também importantes os tipos de solos, a geologia, a vegetação e o uso do solo na área de captação, pois são estes elementos que irão determinar o percentual de infiltração da água precipitada para realimentação do manancial subterrâneo. O uso do solo é o principal responsável pelas alterações na superfície de escoamento, provocando carreamento de partículas e subsequente assoreamento das áreas de captação.

De acordo com ANA (2014), o Estado da Paraíba encontra-se com o território inserido, integralmente, na Região Hidrográfica do Atlântico Nordeste Oriental, afirma ainda, que 76% das sedes são abastecidas, exclusivamente, por mananciais superficiais, com predomínio de açudes e apresenta um potencial de exploração de manancial subterrâneo pequeno, com apenas 16% das sedes urbanas supridas, exclusivamente, por águas subterrâneas e 8% por mananciais tanto superficiais quanto subterrâneos.

Neste contexto, Chaves (1977) afirma que o Estado da Paraíba tem baixa disponibilidade hídrica, uma vez que, em 70% do seu território, o clima é do tipo semiárido, com baixas e irregulares precipitações, além de ocupar uma zona em que os solos são de pouca profundidade, repousando sobre o cristalino. Suas maiores bacias hidrográficas estão nas áreas secas como é o caso da bacia do Rio Piranhas, mesorregião do sertão, que abrange quase a metade do Estado e deságua para o Estado do Rio Grande do Norte e a do Rio Paraíba, cujas terras, em grande parte, correspondem às regiões semiáridas do cariri sobre o Planalto da Borborema e da caatinga sublitorânea no seu médio e baixo curso.

A vulnerabilidade de uma dada bacia hidrográfica, com relação ao balanço hídrico, refere-se a sua fragilidade em ofertar água em quantidade suficiente para atender as suas demandas. Por outro lado, a capacidade de uma bacia atender as suas demandas durante um período de tempo remete ao conceito de sustentabilidade hídrica (ANA, 2012).

3.8 DEGRADAÇÃO AMBIENTAL DAS TERRAS

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). 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.

A Poluição das Águas é então consequência do lançamento ou infiltração de substâncias nocivas na água, causada pelas atividades industriais, mineradoras, esgotos, atividades agrícolas entre outras (ANDRADE, 2009).

Segundo Medeiros (2008), os principais fatores que contribuem para 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, em algumas, em tal grau de aprofundamento que levam à desertificação em algumas áreas (Seridó, Jacu, Curimataú e Cariris), e na perda de amplas áreas de atenuação das descargas poluidoras nas águas superficiais. A presença de vegetação tem importante finalidade de reter os poluentes e diminuir o fluxo da água escoada, além de ser um fator fundamental para a retenção da água no solo, contribuindo com a recarga dos aquíferos, exerce também o importante papel como elemento de auxílio na manutenção da estabilidade dos taludes através da formação do enraizamento. Ao serem desprotegidos com a retirada da camada vegetal, os taludes perdem grande parte da sua estabilidade devido à saturação, sofrendo escorregamentos que além de propiciarem o aparecimento de voçorocas, são carregadas para o leito dos rios, diminuindo a calha natural de escoamento d'água.

A ocupação das terras, com vocação agrícola, estabeleceu-se para atender uma necessidade de crescimento econômico e populacional, de acordo com um modelo de colonização exploratória, enquanto que a destruição das matas ciliares tem ocorrido não somente sob o império da necessidade, mas sim, muitas vezes, em função do desrespeito ou ignorância para com as leis que visam manter áreas destinadas à preservação de recursos essenciais à sociedade, tais como as águas.

A retirada de florestas ocorre, muitas vezes, para atender à demanda por lenha para ser utilizada em fornos de olarias e outros tipos de indústrias, sem que haja um planejamento de recuperação das áreas desmatadas e sem obedecer ao que está previsto na legislação ambiental.

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.*, 2003).

Outras consequências do desmatamento podem ser citadas:

a) os materiais escoados das bacias hidrográficas antropizadas chegam de forma mais brutal nos 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 o desequilíbrio do ecossistema local;

c) há um aumento da insolação com o desmatamento, deixando mais acentuada a evaporação e, conseqüentemente, acarretando uma 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 o consumo humano, uma de suas mais nobres destinações;

e) aumenta também a contaminação fecal e águas usadas para abastecimento humano podem perder tal condição de uso.

Por outro lado, os principais fatores que contribuem para a degradação da qualidade da água de rios e açudes estão relacionados com os seguintes indicadores:

➤ **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.

Na busca desenfreada pelo aumento na produção, a agricultura tem sido embasada no uso indiscriminado de agrotóxicos e em grandes expansões de terra para o plantio, tendo a irrigação como importante elemento coadjuvante, sendo, portanto, apontada como a maior contribuinte de todas as categorias de poluentes. Com o emprego de técnicas inapropriadas e o esgotamento das fontes de abastecimento, a qualidade das terras para plantio torna-se, cada vez mais, pobre, levando a um ciclo de desmatamento, plantio, empobrecimento do solo e conseqüente abandono. A terra abandonada, sem o devido reflorestamento ou tratamento adequado, fica, totalmente, desprotegida, passando a um processo de degradação acelerado e irremediável.

O uso de defensivos agrícolas está, intimamente, ligado à poluição das águas e à deterioração do solo: as práticas agrícolas inadequadas levam à perda da camada fértil do solo, que depois é corrigido com componentes químicos. Assim, sem a proteção das florestas e sem as matas ciliares e depois da aplicação dos agrotóxicos, a primeira chuva leva a descarga química para os rios, poluindo as águas (ANDRADE, 2009).

Para difundir suas sementes, o agricultor precisa de muita água, já que suas lavouras estão em terrenos cada vez mais extenuados, fazendo com que, mesmo as pequenas plantações, dependam cada vez mais da irrigação. Este problema é bem mais acentuado na região semiárida.

Assim, o escoamento das águas carregadas de agrotóxicos e nutrientes acelera a eutrofização dos corpos d'água e causam seu assoreamento, a perda de oxigênio dissolvido e a mortalidade de peixes. Pode também ocorrer a contaminação dos aquíferos subterrâneos através da infiltração da água contaminada. Estes efeitos, no seu conjunto, alteram a qualidade e impedem seu uso para consumo humano e industrial por representarem grande fonte de riscos à saúde. Dentre as substâncias despejadas estão os compostos orgânicos, minerais, derivados do petróleo, chumbo e mercúrio, pelas indústrias; fertilizantes, pesticidas e herbicidas, pela agricultura.

Um dos maiores vilões neste processo é o uso de poluentes não biodegradáveis, uma vez que não se dispersam no meio aquático, sendo altamente tóxicos, como no caso os agrotóxicos, sendo responsáveis pela amplificação biológica, ou seja, podem chegar à cadeia alimentar, causando danos aos animais e principalmente ao homem (ANDRADE, 2009).

➤ **Mineração**

A indústria mineral caracteriza-se por apresentar elevadas complexidades, tanto operacionalmente, como no gerenciamento ambiental, em face da diversidade produtiva de

insumos e produtos-finais envolvendo as fases de lavra, beneficiamento e transformação mineral.

Em decorrência dos riscos envolvidos nos processos operacionais sobre o meio físico - solo, água, ar - a mineração é avaliada com bastante reserva pela sociedade, fundamentalmente por três aspectos negativos principais: poluição ambiental, destruição do meio ambiente e a falta de responsabilidade social (MOREIRA, 2003).

Dentre os efeitos surgidos pelo exercício da atividade mineradora, pode-se destacar o elevado nível de ruído, vibrações pela detonação de explosivos, emissão de particulados e lançamento de fragmentos. Outro fator a ser considerado, na atividade mineradora, é a velocidade com que avança a exploração de minérios, impedindo qualquer aplicação de medidas mitigadoras dos efeitos nocivos da atividade.

O acúmulo de minérios, nos solos e nas águas superficiais próximas, juntamente com a perda da estrutura dos solos e com o aumento da erosão e do assoreamento dos corpos aquáticos, aumento da turbidez e consequente variação na qualidade da água, perdas de grandes áreas de ecossistemas nativos ou de uso humano, são as principais consequências desta atividade considerada como fator de degradação.

Farias (2002), citando Machado (2008), faz um alerta a respeito dos problemas ambientais originados pela mineração de materiais de uso imediato na construção civil (areia, brita e argila) e os conflitos com outras formas de uso e ocupação do solo que vêm conduzindo a uma diminuição crescente de jazidas disponíveis para o atendimento da demanda das principais regiões metropolitanas, ocasionando a ampliação da exploração em novas áreas sem qualquer controle ambiental. Após a cessação da atividade em determinada área, é muito difícil a recuperação ambiental da área degradada e, quando ocorre, é necessário um tempo muito longo para que tal venha a acontecer.

Tal ocorrência e seus efeitos já foram constatados na área que contém a bacia hidrográfica, objeto deste trabalho, através dos estudos realizados por Carvalho (2007) e Medeiros (2008).

A atividade mineradora está presente em várias bacias do Estado, destacando-se as Microrregiões do Curimataú Ocidental, Cariri Oriental, Cariri Ocidental e do Seridó.

➤ **Despejos de resíduos líquidos domésticos**

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).

Entre os piores poluidores, estão os esgotos de Campina Grande, que comprometem o Riacho Bodocongó, usado para irrigação irrestrita por mais de 130 famílias de agricultores, não só para a produção agrícola, como também para lavagem de roupas e recreação. Além disso, concentrações significativas de fósforo e nitrogênio, transportados por este riacho, atingem o Rio Paraíba no seu Médio curso, também impactado, à jusante, por resíduos líquidos de outras cidades (Ingá, Pedro Velho, entre outros.), atingindo, na sequência, o açude Acauã.

Os esgotos de João Pessoa, Bayeux, Santa Rita, entre muitos outros, atingem os estuários de rios do litoral, comprometendo a pesca e a aquicultura. Os efluentes de todas as Estações de Tratamento de Esgotos do Estado deságuam em rios menores que atingem, em geral, os rios principais. O Rio Jaguaribe (em João Pessoa), o Riacho Bodocongó (em Campina Grande) e o Riacho Ingá, sendo esses dois últimos tributários do Médio Paraíba, são exemplos de corpos aquáticos que atravessam centros urbanos e são usados para o descarte e o afastamento de dejetos domésticos líquidos, sólidos e até industriais.

Os compostos orgânicos lançados, nas águas, provocam um aumento no número de microrganismos decompositores. Esses microrganismos consomem todo o oxigênio dissolvido na água; com isso, os peixes que ali vivem podem morrer, não por envenenamento, mas por asfixia. Outro fator bastante preocupante é que o contato desses poluentes com o solo ou com a água pode contaminar os lençóis freáticos.

De acordo com Andrade (2009), as águas podem ser contaminadas por poluentes que, de modo geral, podem pertencer a quatro grupos de acordo com a classificação dada a seguir:

a) poluentes orgânicos biodegradáveis: aqueles advindos de efluentes domésticos, principalmente de produtos químicos que, ao final de um tempo, são decompostos pela ação de bactérias. Tem-se como exemplo, o detergente, inseticidas, fertilizantes e outros;

b) poluentes orgânicos não biodegradáveis: aqueles que não se degradam no meio ambiente, assim, acumulam-se na água, atingem altas concentrações, levando à morte seres vivos, os principais exemplos são o DDT, o mercúrio, entre outros;

c) metais: a contaminação de metais pesados no solo resulta, principalmente, da aplicação de resíduos urbanos e industriais e do uso de fertilizantes e pesticidas na agricultura. Concentrações elevadas de metais, no solo, podem afetar a produtividade, a biodiversidade e a

sustentabilidade dos ecossistemas, constituindo risco para a saúde dos seres humanos e animais. Portanto solos contaminados por metais pesados exigem ação remediadora que diminua os teores desses poluentes em níveis, ambientalmente, seguros (MELO, 2006).

d) nutrientes: Florencio *et al.* (2006) afirmam que as tecnologias de tratamento de esgotos são desenvolvidas tendo por principal referência o lançamento em corpos d'água.

As exigências para atender aos padrões de qualidade dos corpos receptores/mananciais de abastecimento são restritivas, em decorrência da fragilidade dos ecossistemas aquáticos e da necessidade de preservação dos usos múltiplos da água.

Assim, necessita-se de substancial redução da carga de matéria orgânica biodegradável e de sólidos em suspensão, de macronutrientes como o nitrogênio e o fósforo, de remoção ou inativação de diversos grupos de organismos patogênicos, além do controle das concentrações de inúmeros constituintes químicos com propriedades tóxicas à saúde humana e à biota aquática.

➤ **Esgotos industriais**

O lançamento de compostos orgânicos, em corpos receptores, pode causar sérias consequências, comprometendo sua qualidade e, por conseguinte seu uso, seja para consumo humano ou animal, uso industrial ou de lazer. É bastante conhecido o crescimento de bactérias oxidativas com o aumento da concentração de matéria orgânica biodegradável, com consequente aumento de consumo de oxigênio. Um curso d'água, desprovido de oxigênio dissolvido, ocasiona a destruição dos organismos aeróbios e, praticamente, impossibilita o uso de suas águas para múltiplos usos e finalidades (COSTA, 2004).

Apesar da grande complexidade que envolve o tema, os esgotos industriais deveriam ser tratados nas próprias indústrias, pois nem sempre atingem níveis qualitativos de lançamento. Assim, há a necessidade de uma maior fiscalização da atividade industrial, para que as ETEs das indústrias despejem, nos cursos d'água efluentes de acordo com a legislação vigente que, apesar de bastante avançada, ainda carece de maior rigor e comprometimento no seu cumprimento.

Um dos maiores problemas que afetam o controle dos lançamentos de esgotos industriais, nos mananciais existentes, reside na precariedade de fiscalização por parte do poder público.

➤ **Resíduos sólidos**

Cirne (2010), citando a ABNT, define os resíduos sólidos como materiais nos estados sólidos e semissólido que são decorrentes de atividades antrópicas de origem industrial,

doméstica, hospitalar, comercial, de varrição ou agrícola, geralmente como sobras de processos, ou os que não possam ser utilizados com a finalidade para a qual foram, originalmente, produzidos.

No estado da Paraíba, particularmente no município de Campina Grande, não existe uma política definida para a coleta, tratamento e deposição dos resíduos sólidos, assim como uma política de educação da comunidade para o desenvolvimento de uma cultura ambiental onde, entre outros temas, esteja o da destinação dos resíduos sólidos, não só de origem doméstica, mas também os de origem comercial, industrial e hospitalar.

Em função desta lacuna, deixada pelo poder público, pouco tem sido feito pelas organizações sociais que tratam do tema, tendo como consequência o lançamento e a coleta desordenada dos resíduos sólidos, gerando o acúmulo em terrenos baldios e a deposição em riachos e córregos, provocando um impacto ambiental sem precedentes.

Na maioria das vezes, as pessoas “livram-se” dos resíduos sólidos por elas acumuladas, não se importando com os impactos que esta atitude representa para o meio ambiente.

Uma das consequências do conjunto de fatores, citados acima, é o assoreamento ocorrido no açude de Bodocongó. Segundo Guimarães (2007) “o assoreamento é a redução gradativa de acumulação dos corpos d’água, em função dos processos erosivos, causados pelas águas, ventos e processos químicos, antrópicos e físicos, que desagregam solos e rochas, formando sedimentos que sofrem o transporte e são depositados na bacia hidráulica do manancial”. Neste contexto, foi constatado, através de medições realizadas pelo Laboratório de Meteorologia, Recursos Hídricos e Sensoriamento Remoto da Paraíba, que houve perda considerável da capacidade de armazenamento de água no açude Bodocongó, devido ao assoreamento, ocorrido nas últimas décadas.

Estudos realizados por Carvalho (2007), a partir de imagens do satélite landsat 7, mostram, claramente, o avanço da degradação ambiental ao longo da bacia e principalmente, na área das nascentes do principal afluente da bacia, próximo ao município de Montadas, onde em 1989 ainda apresentava boa cobertura vegetal, porém, em apenas dez anos, sofreu uma intensa degradação. Para este autor, as consequências da degradação ambiental podem ser traduzidas pela perda da capacidade hidráulica do açude, devido ao assoreamento e a eutrofização, com uma redução do espelho d’água de 27,28 ha em 1989 para apenas 22,17 ha em 2007.

Essa redução corrobora com os resultados batimétricos constantes do Relatório

Técnico, apresentado pelo Laboratório de Meteorologia, Recursos Hídricos e Sensoriamento Remoto da Paraíba, da Secretaria Extraordinária do Meio Ambiente dos Recursos Hídricos e Minerais, publicado em outubro de 2002, que mostraram uma diminuição de, aproximadamente, 14% do volume armazenado do açude Bodocongó devido ao assoreamento ocorrido nas últimas décadas.

3.9 LEGISLAÇÃO AMBIENTAL

Baseada num conjunto de leis iniciado a partir de 1981, com a promulgação da Lei 6.938 que instituiu a Política Nacional do Meio Ambiente, a legislação ambiental brasileira visa disciplinar a atividade humana, para torná-la compatível com a proteção do meio ambiente.

Posteriormente, a Lei 6.938/81 veio a obter o reforço, tanto no artigo 225, quanto no artigo 23 do texto constitucional, constituindo o Sistema Nacional do Meio Ambiente e o Cadastro de Defesa Ambiental. A Política Nacional do Meio Ambiente objetiva não só a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental, mas também se compromete a assegurar as condições para o desenvolvimento socioeconômico, aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade da vida humana, atendendo os princípios já previstos na constituição e constituindo outros que asseguram a tutela jurídica do meio ambiente (YOUNG, 1999).

Em 23 de janeiro de 1986, foi editada a Resolução 001 do Conselho Nacional do Meio Ambiente que estabelece os critérios básicos e as diretrizes gerais para uso e implementação da Avaliação de Impacto Ambiental como um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente.

Notadamente, a partir de 1988, com a promulgação da nova Carta Magna, intensificaram-se os esforços para o aperfeiçoamento do corpo de leis sobre meio ambiente considerado pela carta cidadã como bem de todos.

Art. 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).

A legislação ambiental brasileira, para atingir seus objetivos de preservação, criou direitos e deveres para o cidadão, instrumentos de conservação do meio ambiente, normas de uso dos diversos ecossistemas, normas para disciplinar atividades relacionadas à ecologia e ainda diversos tipos de unidades de conservação. Capítulo especial, dentre as leis ambientais, é aquele que trata do uso sustentável dos recursos naturais como o solo e a água por tudo que

esta representa como fator de vida e sua importância socioeconômica.

O sistema de Leis que forma o conjunto normativo é apontado pelos especialistas como sendo bastante eficiente e atualizado no que tange à conservação e proteção ambiental, havendo, entretanto, críticas quanto à sua implementação e quanto à fiscalização de seu cumprimento, seja pela quantidade insuficiente de agentes do estado para executar tal tarefa, seja pela falta de conhecimento dos cidadãos em cuidarem do meio ambiente, ou, muitas vezes, pela ganância irrefreada de agentes econômicos inescrupulosos que exploram a natureza até exaurirem suas capacidades de recuperação.

Merece atenção especial a Lei 12.651, promulgada em 25 de maio de 2012, que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa, estabelecendo "normas gerais sobre a proteção da vegetação, áreas de Preservação Permanente e as áreas de Reserva Legal; a exploração florestal, o suprimento de matéria-prima florestal, o controle da origem dos produtos florestais e o controle e prevenção dos incêndios florestais, e prevê instrumentos econômicos e financeiros para o alcance de seus objetivos" (BRASIL, 2012).

É importante destacar o inciso I do parágrafo único do art. 1º. que diz textualmente: "Parágrafo único. Tendo como objetivo o desenvolvimento sustentável, esta Lei atenderá aos seguintes princípios:

I - afirmação do compromisso soberano do Brasil com a preservação das suas florestas e demais formas de vegetação nativa, bem como da biodiversidade, do solo, dos recursos hídricos e da integridade do sistema climático, para o bem estar das gerações presentes e futuras".

Também de igual importância é o inciso III do art. 3º. que define a Área de Preservação Permanente como sendo: "área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas".

Verifica-se, portanto que a legislação pátria é bastante detalhista no que tange à proteção da vegetação nativa, estabelecendo inclusive condições de sua restauração, destacando sua importância ao bioma e sua inter-relação com a situação hidrológica de bacias e encostas como forma de proteção ambiental.

3.9.1 Legislação Ambiental na Paraíba

A partir de 1978, através da Lei 4.033 de 20 de dezembro, o poder estadual, através da criação da SUDEMA (Superintendência de Administração do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos da Paraíba), passou a externar sua preocupação com o meio ambiente.

Em 16 de dezembro de 1981, foi sancionada a Lei N.º 4.335 que dispõe sobre prevenção e controle da poluição ambiental e estabelece normas disciplinadoras da espécie. Outro mecanismo estadual que trata do tema meio ambiente é a Lei N.º. 6.002 de 29 de dezembro de 1994 que Instituiu o Código Florestal do Estado da Paraíba.

Através da Lei N.º. 6.308, de 02 de julho de 1996, foi instituída a Política Estadual de Recursos Hídricos, a qual foi, oportunamente, modificada pela Lei N.º 6.544 de 20 de outubro de 1997 que criou a Secretaria Extraordinária do Meio Ambiente. Desta forma, o Estado da Paraíba apresenta um arcabouço jurídico disciplinado e ordenando às questões referentes aos recursos naturais (Tabela 12).

Tabela 12 - Principais Leis do Estado da Paraíba referente às questões ambientais

Lei Estadual	Tema
N.º. 9.130 de 27 de maio de 2010	Conservação e uso racional da água em edificações públicas.
N.º. 8.871 de 14 de agosto de 2009	Redefine atribuições da Secretaria de Estado da Ciência e Tecnologia e do Meio Ambiente.
N.º. 8.446 de 28 de dezembro de 2007	Da nova redação à lei 6.308 sobre a política estadual de recursos hídricos.
N.º. 7.779 de 7 de julho de 2005	Cria a Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba - AESA.
N.º. 6.678 de 19 de novembro de 1998	Proíbe queimadas nas margens das rodovias estaduais e dos mananciais existentes no Estado da Paraíba.
N.º. 6.308 de 2 de julho de 1996	Institui a Política Estadual de Recursos Hídricos.
N.º. 9.950 de 07 de janeiro de 2013.	Institui a Política Estadual de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca.

À luz da legislação atual, buscar-se-á reorientar os atores envolvidos no processo de degradação da bacia hidrográfica de modo a criar uma nova postura quanto ao cumprimento dos preceitos legais, bem como torná-los capazes de atuar como auxiliares na fiscalização da aplicação dos mesmos.

3.9.2 Legislação Ambiental de Campina Grande-PB

Em consonância com a legislação Federal e Estadual, em 24 de setembro de 2009, o então Prefeito da cidade de Campina Grande, Veneziano Vital do Rêgo Segundo Neto sancionou a Lei Complementar nº 042 que “Institui O Código de Defesa do Meio Ambiente do Município de Campina Grande e dá outras providências”.

Vale destacar o artigo 2º da citada Lei que indica os princípios que norteiam o documento basilar em termos de política ambiental municipal:

Art. 2º - A Política Municipal do Meio Ambiente será realizada com base nos seguintes princípios: I - prevenção: os danos ao meio ambiente são de difícil e lenta, quando não impossível, recuperação, de forma que os mesmos devem ser primordialmente evitados; II - precaução: as intervenções no meio ambiente devem ser vedadas, salvo se houver a certeza de que as alterações não causarão reações adversas, já que nem sempre a ciência pode oferecer à sociedade respostas conclusivas sobre a inocuidade de determinados procedimentos; III - poluidor-pagador: o empreendedor deve ser forçado a internalizar os custos ambientais gerados pela produção e pelo consumo na forma de degradação e de escasseamento dos recursos ambientais em questão; IV - reparação ou responsabilidade integral: os responsáveis pela degradação ao meio ambiente devem ser obrigados a arcar com a responsabilidade e com os custos da reparação ou da compensação pelo dano causado; V - gestão democrática: o munícipe tem direito à informação e participação na elaboração das políticas públicas ambientais, de modo que a ele devem ser assegurados todos os mecanismos que efetivam o princípio; VI - limite: somente são permitidas as práticas e condutas cujos impactos ao meio ambiente estejam compreendidos dentro de padrões previamente fixados pela legislação ambiental e pelo Sistema Municipal do Meio Ambiente; VII - justiça ambiental ou acesso equitativo aos recursos naturais: os benefícios e ônus do desenvolvimento econômico local devem ser repartidos de forma igual entre as camadas sociais bem como todos os bens que integram o meio ambiente, devem satisfazer as necessidades comuns aos habitantes; VIII - transversalidade: todas as políticas públicas levadas a cabo no âmbito do Município devem levar em consideração o aspecto ambiental e contribuir para uma qualidade de vida sadia dos munícipes. IX - obrigatoriedade da intervenção do Poder Público – O Poder Público deve intervir ou atuar na gestão do Meio Ambiente com o fim precípuo de melhorar e garantir a sustentabilidade ambiental.

Como bem se pode perceber, não é a ausência de legislação que oportuniza o ataque ou a destruição das condições saudáveis do meio ambiente, é antes, o desrespeito de tal arcabouço jurídico por parte da população de um modo geral, como também dos empreendedores que programam atividades econômicas sem o tratamento adequado dos resíduos gerados em suas atividades, mas principalmente a falta de uma fiscalização mais eficiente e constante para reeducar os atores envolvidos no processo e, em casos mais agudos, exercer o poder de polícia da Administração Pública, aplicando as punições necessárias que a situação requerer.

É, portanto, bastante clara a necessidade de que, à luz da legislação atual se busque reorientar os atores envolvidos no processo de degradação da bacia hidrográfica de modo a criar uma nova postura quanto ao cumprimento dos preceitos legais, bem como torná-los capazes de atuar como auxiliares na fiscalização da aplicação dos mesmos. Um dos primeiros passos, nesta árdua caminhada, seria a implementação de uma política eficaz de

divulgação/massificação da problemática ambiental junto à população tentando a criação de uma consciência ambiental participativa na comunidade.

3.10 SENSORIAMENTO REMOTO E GEOPROCESSAMENTO

Define-se sensoriamento remoto 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).

Menezes e Almeida (2012, p.3) apresentam uma definição para sensoriamento remoto como “uma ciência que visa o desenvolvimento da obtenção de imagens da superfície terrestre por meio da detecção e medição quantitativa das respostas das interações da radiação eletromagnética com os materiais terrestres”.

Os autores, ao definirem o termo “sensoriamento remoto”, deixam explícita a afirmação de 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.

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).

Assim, os dados obtidos, através de imagens orbitais, permitem a extração de informações a respeito de regiões onde o acesso direto dos observadores seria demasiadamente caro ou perigoso. Machado (2008) afirma que vastas áreas do oceano, extensas plantações ou florestas, vulcões ativos, áreas de conflitos militares, regiões de extremo rigor climático (tais como desertos ou geleiras), ou áreas submetidas à radioatividade podem ser facilmente monitoradas com o uso dessa tecnologia.

Para Moraes (2001), Sensoriamento Remoto pode ser entendido “como um conjunto de atividades que permite a obtenção de informações dos objetos que compõem a superfície terrestre sem a necessidade de contato direto com os mesmos. Estas atividades envolvem a detecção, aquisição e análise (interpretação e extração de informações) da energia eletromagnética emitida ou refletida pelos objetos terrestres e registradas por sensores remotos”.

Como citado acima, a energia utilizada em sensoriamento remoto é a radiação eletromagnética, que se propaga em forma de ondas eletromagnéticas com a velocidade da luz, ou seja, 300.000 km/s (FLORENZANO, 2002)

A energia eletromagnética pode ser ordenada de maneira contínua em função de seu comprimento de onda ou de sua frequência, sendo esta disposição denominada de espectro eletromagnético. Este apresenta subdivisões de acordo com as características de cada região (Figura 12).

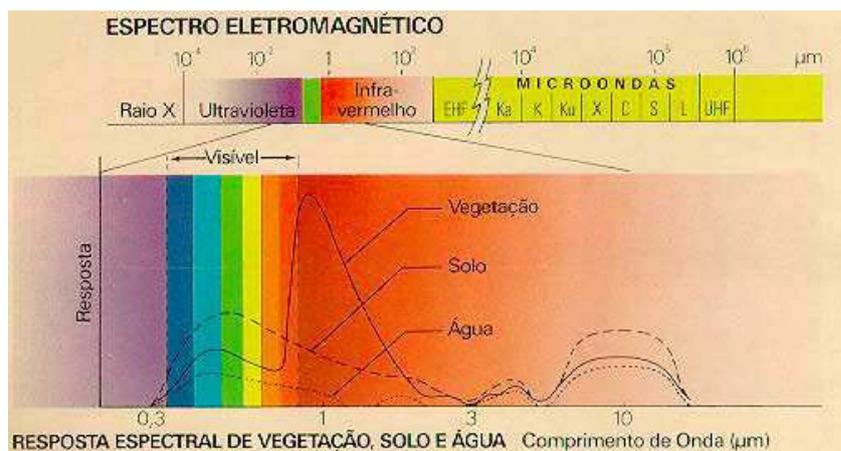


Figura 12 - O espectro eletromagnético

Fonte: Moraes (2002)

O espectro eletromagnético se estende desde comprimentos de onda muito curtos associados aos raios cósmicos, até as ondas de rádio de baixa frequência e grandes comprimentos de onda. A faixa espectral mais utilizada em sensoriamento remoto estende-se de 0,3 μm a 15 μm, embora a faixa de micro-ondas também seja utilizada (MORAES, 2001).

Sabendo que a radiação eletromagnética de cada comprimento de onda interage de formas distintas e com intensidades diferentes com os objetos terrestres, um dos parâmetros mais importantes para definir as características de um sensor são os comprimentos de onda das imagens que o sensor irá adquirir. As imagens não são definidas num específico comprimento de onda, mas abrangendo pequenos intervalos, chamados de bandas espectrais (MEZENES, 2012).

Na obtenção dos dados, são utilizados modernos sensores, equipamentos de processamento e de transmissão de dados, aeronaves, espaçonaves, entre outros. Os sensores são os equipamentos capazes de coletar a energia proveniente de um objeto que se deseja avaliar, convertê-la em sinal passível de ser registrado e apresentá-lo em forma adequada à extração de informações. Entende-se, portanto, que o sensoriamento remoto é 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 ambiental em determinada região.

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).

As imagens de satélites possibilitam o estudo e o monitoramento de fenômenos naturais dinâmicos do meio ambiente como aqueles da atmosfera, do vulcanismo, da erosão do solo, da inundação, e outros, e aqueles antrópicos como o desmatamento, por exemplo, (FLORENZANO, 2002).

No Brasil, país com dimensões continentais com mais de 8,5 milhões de quilômetros quadrados de um território muito diversificado e, aproximadamente, 7.500 quilômetros de linha costeira, o uso do sensoriamento remoto se justifica para que seja possível a visualização de grandes áreas do seu território, oferecendo aos planejadores urbanos, ambientalistas, engenheiros de telecomunicações, de concessionárias de serviços de utilidade pública, de gás e petróleo, e especialistas em emergências e situações de calamidade pública, a ferramenta ideal para o planejamento de um novo desenvolvimento, monitoramento da infraestrutura existente e monitoramento de mudanças e impactos ambientais, mesmo em áreas remotas e de difícil acesso (MACHADO, 2008).

Cada objeto, em função das propriedades físico-químicas e biológicas diferenciadas, interage, diferentemente, em face da energia eletromagnética incidente, dando uma resposta espectral própria. Deste modo, pode-se proceder a diferenciação e o reconhecimento dos diversos objetos terrestres sensorizados remotamente, pois são reconhecidos devido à variação da porcentagem de energia refletida em cada comprimento de onda (MORAES, 2001).

Os objetos apresentam características próprias com relação ao seu comportamento espectral, dentre as quais se podem citar:

✓ *A vegetação sadia* - apresenta alta absorção da energia eletromagnética na região do espectro visível, que é capturada pela clorofila para a realização da fotossíntese. Dentro do espectro visível, a absorção é mais fraca na região que caracteriza a coloração da vegetação. A alta refletância, no infravermelho próximo (até 1,3 μ m), é devido à estrutura celular, sendo

que, a partir deste comprimento de onda, é o conteúdo de água, na vegetação, quem modula as bandas de absorção presentes no comportamento espectral desta.

✓ O comportamento espectral de *rochas* é resultante dos espectros individuais dos minerais que as compõem. Os minerais apresentam características decorrentes de suas bandas de absorção. Portanto a absorção é o principal fator que controla o comportamento espectral das rochas.

✓ O comportamento espectral dos *solos* é também dominado pelas bandas de absorção de seus constituintes. As combinações e arranjos dos materiais constituintes dos solos é que define o seu comportamento espectral, sendo que os principais fatores são a constituição mineral, a matéria orgânica, a umidade e a granulometria (textura e estrutura) deste.

✓ A água pode-se apresentar na natureza em três estados físicos, os quais apresentam comportamento espectral, totalmente, distinto. O comportamento espectral da *água líquida pura* apresenta baixa refletância (menor do que 10%) na faixa compreendida entre 0,38 e 0,7 μ m e máxima absorção acima de 0,7 μ m. O comportamento espectral de *corpos d'água* é modulado, principalmente, pelos processos de absorção e espalhamento, produzidos por materiais dissolvidos e em suspensão neles, pois é verificado que a presença de matéria orgânica, dissolvida em corpos d'água, desloca o máximo de refletância espectral para o verde-amarelo, enquanto que a presença de matéria inorgânica, em suspensão, resulta em um deslocamento em direção ao vermelho.

✓ O comportamento espectral de *nuvens* apresenta elevada refletância (em torno de 70%), em todo o espectro óptico com destacadas bandas de absorção em 1, 1,3 e 2 μ m.

As características espectrais da vegetação, solo e água, são de grande interesse e constituem elementos fundamentais e essenciais para análise e interpretação de dados de sensoriamento remoto (QUEIROZ, 1996).

As imagens obtidas, através da técnica do sensoriamento remoto, têm sua aplicação na realização de inventários, de mapeamento e monitoramento de infraestrutura urbana, podendo ser usadas no planejamento urbano regional, monitoramento de recursos naturais ou de qualquer alteração ambiental (MORAES, 2001), bem como no acompanhamento de situações de emergência em casos de desastres naturais ou causados pelo homem (MACHADO, 2008).

A obtenção de imagens, associada a outras tecnologias, envolvendo um conjunto de soluções de hardware e software, constitui o ramo de conhecimento denominado de geoprocessamento, o qual busca não somente a coleta e o processamento de imagens, mas

também a análise e a disponibilização das informações obtidas associadas a um sistema de referenciamento geográfico (ROCHA, 2012)

A série Landsat surgiu no final dos anos 60 como parte do Programa de Levantamento de Recursos Terrestres da NASA. Por se tratar do programa de satélites de recursos terrestre mais antigo, operando ininterruptamente, desde 1972 e disponibilizando imagens gratuitas desde 1973, o programa apresenta um importantíssimo acervo histórico de imagens orbitais (NASA, 2013). No Brasil, o INPE é a instituição responsável pela manutenção e disponibilização deste acervo.

Em 11 de fevereiro de 2013, foi lançada, ao espaço, a Missão de Continuidade dos Dados Landsat (LDCM) – chamada de Landsat 8. Esse novo satélite traz várias novidades importantes para usuários que demandam mapeamentos em mesoescala, como o Brasil. Com dois novos sensores: o sensor espectral OLI e o sensor termal TIRS, as melhoras na resolução espectral são muito positivas. Foram adicionadas duas bandas espectrais: a *new coastal* (banda 1), projetada especificamente para os recursos hídricos e investigação da zona costeira, e um novo canal de infravermelho (banda 9), para a detecção de nuvens cirros. Tais adições provocaram mudanças nos intervalos dentro do espectro dos canais de todas as bandas.

Existe também uma nova banda de Garantia de Qualidade (Banda QA), que fornece informações sobre a presença de nuvens, água e neve. A partir do sensor termal TIRS, foram criadas duas bandas espectrais para o comprimento de onda antes coberto por uma única banda nos sensores TM e ETM (USGS, 2013). Algumas bandas apresentam largura menor no espectro, principalmente as do infravermelho.

Outra inovação importante foi quanto à resolução radiométrica. Os sensores OLI e TIRS proporcionam um melhor desempenho radiométrico, quantificado em uma faixa dinâmica de 16 bits. Essa melhoria (uma vez que as imagens anteriores possuíam 8 bits) possibilita uma maior caracterização de alvos da imagem, e podem contribuir bastante para a diminuição do efeito de sombras.

Em relação à resolução espacial, esta foi a única com poucas inovações com relação às imagens anteriores. As bandas 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, e 9 possuem uma resolução de 30 metros; as bandas termais 10 e 11 possuem uma resolução de 100 metros; e a banda 8 (pancromática) possuem uma resolução de 15 metros (NASA, 2013).

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 e Planejamento Urbano e Regional. As ferramentas computacionais para Geoprocessamento, chamadas de Sistemas de Informação Geográfica (*SIG*), permitem realizar análises complexas, ao integrar dados de diversas fontes e ao criar bancos de dados georreferenciados (DAVIS; CÂMARA, 2007).

Geoprocessamento é, portanto, uma tecnologia interdisciplinar, que permite a convergência de diferentes disciplinas científicas para o estudo de fenômenos ambientais e urbanos (MONTEIRO; CÂMARA, 2007).

Medeiros e Câmara (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.

São vários os dados trabalhados através da técnica do geoprocessamento, Monteiro e Câmara (2001) citam os seguintes:

a) Dados temáticos

São aqueles que descrevem a distribuição espacial de uma grandeza geográfica, expressa de forma qualitativa, tais como os mapas pedológicos, de perfil agrícola, de ocorrência mineral, e outros.

b) Dados cadastrais

São dados que representam objetos geográficos com atributos específicos, ligados a cada objeto. Os atributos são armazenados num sistema gerenciador de banco de dados.

c) Redes

São aqueles dados referentes às informações associadas a serviços de utilidade pública (água, energia, telefone), redes de drenagem e saneamento, e transportes. Neste caso, cada elemento tratado possui uma localização geográfica exata, sendo associado a atributos armazenados em banco de dados próprio.

d) Modelos Numéricos de Terreno

São dados utilizados para a representação quantitativa de grandezas que variam continuamente no espaço. Este tipo de dados é comumente utilizado para expressar levantamentos altimétricos associados à geração de mapas topográficos, análises de movimentos de terra (corte e aterro) em obras rodoviárias, estudo e definição de modelos geomorfológicos e ainda estudos sobre erodibilidade em maciços terrosos.

e) Imagens

São formas indiretas de captura de informação espacial, pois as imagens são obtidas através de satélites, fotografias aéreas ou scanners aerotransportados. Devido ao processo utilizado da obtenção das imagens, é necessária a aplicação de técnicas de fotointerpretação e de classificação de imagens para identificar e individualizar os objetos geográficos contidos nas imagens obtidas.

Em função do avanço tecnológico e do barateamento dos equipamentos envolvidos e, conseqüentemente, dos serviços oferecidos, cresceu, enormemente, o uso de imagens obtidas através de satélites. Estas apresentam algumas características importantes que devem ser levadas em consideração em sua análise e aplicação:

1. Resolução espectral: representam o número e a largura de bandas do espectro eletromagnético imageadas;
2. Resolução espacial: indica a menor área da superfície terrestre, observada, instantaneamente, por cada sensor;
3. Resolução radiométrica: indica o nível de quantização, registrado pelo sistema sensor utilizado;
4. Resolução temporal: representa o intervalo entre duas passagens do satélite pelo mesmo ponto imageado.

Os dados obtidos serão trabalhados através de um sistema de informação geográfica (SIG), que representa um sistema de tratamento computacional de dados geográficos e recupera informações com base em suas características alfanuméricas em conjunto com sua localização espacial. Para que tal tratamento de dados ocorra, é necessário que a geometria e os atributos dos dados estejam georreferenciados, ou seja, localizados na superfície terrestre e sejam representados numa projeção cartográfica (QUEIROZ, 2001).

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 MATERIAIS

Foram utilizados, na execução dos trabalhos, os seguintes materiais: dados bibliográficos, cartas topográficas, produtos de sensores orbitais (imagens do Landsat-5 e Landsat-8), questionários estruturados, mapas temáticos, GPS, câmera digital, além do suporte computacional físico (hardware) e lógico (software). O software utilizado foi o SPRING versão 5.1.5., de domínio público.

4.1.1 Aquisição dos produtos sensores orbitais

As imagens Landsat-5 foram adquiridas a partir do Catálogo de Imagens do INPE e a imagem Landsat-8 a partir dos dados disponíveis pela U.S. Geological Survey (USGS) de forma gratuita no Glovis, EarthExplorer, ou através do Landsat Look Visualizador (Tabela 13).

Tabela 13 - Data de passagem das imagens Landsat-5 e Landsat-8

Imagens	Órbita/ponto	Data de passagem
Landsat 5	214/64	08/08/1989
		18/08/2007
Landsat 8	214/64	26/04/2014

4.2 METODOLOGIA

A metodologia consistiu, inicialmente, de uma revisão bibliográfica, onde foram realizadas consultas a livros e publicações, pertinentes à temática da pesquisa. As etapas metodológicas estabelecidas envolvem os seguintes temas: caracterização da rede de drenagem; degradação espaço-temporal da bacia hidráulica do açude; estudo da cobertura vegetal - composições multiespectrais ajustadas (1989 - 2014) da bacia hidrográfica; avaliação das classes de uso das terras da bacia hidrográfica; avaliação da degradação das terras da bacia hidrográfica, entre os anos de 1989, 2007 e 2014, onde se fará uso de geotecnologias (sensoriamento remoto e geoprocessamento) e análise do perfil

socioeconômico da população do entorno da bacia hidráulica, realizada através da aplicação de questionários estruturados.

Para obtenção dos mapas digitais adotaram-se os seguintes passos, na análise das imagens TM-Landsat-5 e Landsat 8:

4.2.1 Processamento digital das imagens

O processamento digital das imagens teve como finalidade avaliar a degradação ambiental, a cobertura vegetal e uso das terras na bacia hidrográfica e hidráulica do açude Bodocongó. A seguir, serão descritos os procedimentos a serem aplicados às imagens durante a geração dos mapas, um maior detalhamento pode ser visto em: Manuais - Tutorial de Geoprocessamento do SPRING (INPE, 2013).

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 na imagem.
- **Classificação de imagens:** são atribuídas classes aos objetos presentes na imagem. A classificação de imagem utilizada foi a supervisionada, que se realiza quando se utiliza algoritmos para reconhecer as classes presentes na imagem, sendo o treinamento feito por regiões.

4.2.1.1 Manipulação de 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. A manipulação do contraste consiste numa transferência radiométrica em cada "pixel", com o objetivo de aumentar a discriminação visual entre os objetos presentes na imagem. Realiza-se a operação ponto a ponto, independentemente da vizinhança. Em composições colorida das imagens, seguem a sequência vermelho, verde e azul (RGB), utilizada normalmente, no programa SPRING, versão 5.1.5, onde permitem variar as combinações composição colorida, podendo-se observar uma única imagem colorida de

formação. Essas representam o histograma de distribuição dos pixels dentro da faixa espectral, variando de 0 a 255 níveis de cinza possíveis em uma imagem (banda) representada individualmente na operação.

4.2.1.2 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). 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. 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.

4.2.1.3 Composição multispectral 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. 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). 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.

4.2.1.4 Operação 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 *et al.*, 1996). 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.

4.2.1.5 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 Bhattacharyya, 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.

A classificação de padrões das imagens IVDN, permitiu fazer uma quantificação das diferentes classes de vegetação, solo e água para a bacia hidrográfica do Açude Bodocongó.

4.2.1.6 Editoração dos mapas temáticos

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

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

A metodologia consistirá em um 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.

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 informações 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.

A análise visual de imagens procede de um estudo comparativo entre as propriedades texturais 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.

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.

4.4. TRABALHO DE CAMPO

O trabalho de campo teve como objetivo validar os dados obtidos no processamento digital das imagens TM/Landsat-5 e 8, e coleta de dados que irão compor o banco de dados georreferenciado, com descrição dos pontos visitados. O trabalho de campo foi registrado por imagem, pelo uso de câmara digital, e os pontos foram georreferenciados por um aparelho GPS. Nesta fase foi estabelecido um roteiro pré-definido visando um reconhecimento geral da área de estudo em função do mapeamento preliminar, realizado nas unidades ambientais, reconhecidas nas imagens orbitais.

O trabalho de campo foi realizado em duas etapas:

1. No reconhecimento de campo realizado foram identificadas as 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, registros fotográficos e georreferenciamento dos dados. Nessa etapa, ocorreu um maior aprofundamento de conhecimentos sobre a realidade da área de estudo, com

observações pontuais sobre os níveis de degradação das terras e da cobertura vegetal e uso atual da terra.

2. Consistiu da aplicação de questionários, visando obter o diagnóstico das vulnerabilidades e o perfil socioeconômico da população que habita na bacia hidrográfica e no entorno da bacia hidráulica do açude Bodocongó. Esta coleta de dados permitiu a elaboração do diagnóstico sócio-econômico-ambiental da região e a definição das vulnerabilidades seguindo a metodologia utilizada por MORAES (2003).

4.5 ANÁLISE DAS CLASSES DE USO DAS TERRAS E DA DEGRADAÇÃO DAS TERRAS

A identificação das classes de uso das terras e dos níveis de degradação das terras realiza-se por meio de procedimentos de processamento digital de imagens de satélite (TM/Landsat-5 e Landsat-8), fundamentada em métodos fotointerpretativos com base no comportamento de reflectância espectral de alvos e trabalho de campo. Conforme Barbosa *et al.* (2005), embora as imagens orbitais sejam produtos espectrais adequados ao estudo da vegetação, algumas informações importantes de cunho pedológico, geológico, de uso, podem ser obtidas através da análise das tonalidades de cinza.

Com relação ao mapeamento das classes de uso das terras, foram adotadas as seguintes classes: vegetação densa; vegetação semidensa; vegetação rala; predomínio de culturas agrícolas, predomínio de pastos e solo exposto. 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.

A partir do mapa preliminar elaborado, as unidades de mapeamento da classificação da degradação das terras foram checadas no campo com base nas seguintes características ambientais e em conformidade com os seguintes indicadores: condições da vegetação, o uso da terra, tipo de erosão, presença de detritos orgânicos na superfície do solo (Tabela 14). Foram considerados cinco níveis de degradação das terras, assim relacionados: baixa, moderada baixa, moderada, moderada grave e grave, com base em Barbosa *et al.* (2005).

Tabela 14 - Indicadores fotointerpretativos dos níveis de degradação das terras

Indicadores	Características	Níveis de Degradação
Vegetação	Rala, porte predominante arbustivo com poucos exemplares arbóreos.	Grave
Uso da Terra	Áreas de vegetação nativa intercaladas com áreas de 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 alta. Migração.	
Vegetação	Densidade média, porte predominante arbustivo com exemplares arbóreos.	Moderado a Grave
Uso da Terra	Vegetação nativa, pecuária extensiva, agricultura de sequeira e pequena irrigação.	
Erosão	Moderada, laminar, com ou sem a presença de sulcos incipientes.	
Detritos orgânicos na superfície	Presente em quantidade média.	
Densidade populacional	Média a alta.	
Vegetação	Densidade média, porte predominante, arbustivo com exemplares arbóreos.	Moderado
Uso da Terra	Vegetação nativa, pecuária extensiva, agricultura de sequeira e pequena irrigação.	
Erosão	Moderada, laminar, com ou sem a presença de sulcos.	
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 predominante 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: Barbosa *et al.* (2005)

4.6. DIAGNÓSTICO SOCIOECONÔMICO (VULNERABILIDADES) E PERCEPÇÃO AMBIENTAL

Para avaliar as vulnerabilidades e a percepção ambiental da população do entorno do açude Bodocongó, é considerada como satisfatória a abrangência de 10% do total da área pesquisada, neste caso foram aplicados 45 formulários (APÊNDICE). Os questionários foram distribuídos por Agentes Comunitários de Saúde no território abrangente, considerando a região distribuída pela Secretaria de Saúde do município de Campina Grande-PB, treinados, e a orientação sendo supervisionada pelo Orientador e orientando.

Para o levantamento das condições socioeconômicas ambientais e percepção ambiental da área foram realizadas visitas às comunidades, levantamentos censitários e aplicação de questionários semi-estruturados de forma fechada e aberta. Esta coleta de dados permitiu a elaboração do diagnóstico das vulnerabilidades socioeconômica e a percepção dos moradores sobre as questões ambientais no entorno do açude Bodocongó, seguindo a metodologia utilizada por Moraes (2003), Duarte (2008) e Silva (2011) com adaptações.

O levantamento das vulnerabilidades foi realizado a partir da aplicação dos 45 formulários e complementados com dados censitários. Inicialmente, foi realizado um treinamento conjunto com a colaboração dos agentes de saúde da Secretaria Municipal e distribuídos por área de atuação de cada agente, sendo recomendado pela metodologia por ter estes melhor conhecimento da realidade dos entrevistados, entretanto a pesquisa se realiza em um universo de 10% do total das famílias do entorno da bacia hidráulica² do açude Bodocongó. A escolha dos agentes de saúde, na pesquisa, deve-se ao fato destes terem conhecimento dela própria e suas relações sociais com a comunidade, dando assim maior confiabilidade às respostas dos entrevistados e por serem eles conhecedores da estrutura familiar dessa população.

² O termo bacia hidrográfica refere-se ao rio Bodocongó e bacia hidráulica refere-se ao açude Bodocongó.

CAPÍTULO 5

*Pobre rio Bodocongó, Completou a trajetória
Num desastre ambiental, Permanece na memória
Plantações desordenadas, Suas matas derrubadas
Sua bacia acabada, Só restou a sua história.*

Trecho da poesia Rio Bodocongó).
Ademir Montes Ferreira (2013)

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 CARACTERIZAÇÃO DA REDE DE DRENAGEM DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO BODOCONGÓ

A área da bacia hidrográfica foi subdividida em nove zonas homólogas (Figura 13), devidamente, caracterizadas segundo as propriedades qualitativas e texturais, todas definidas a partir da análise visual realizada sobre as imagens TM-Landsat 5.

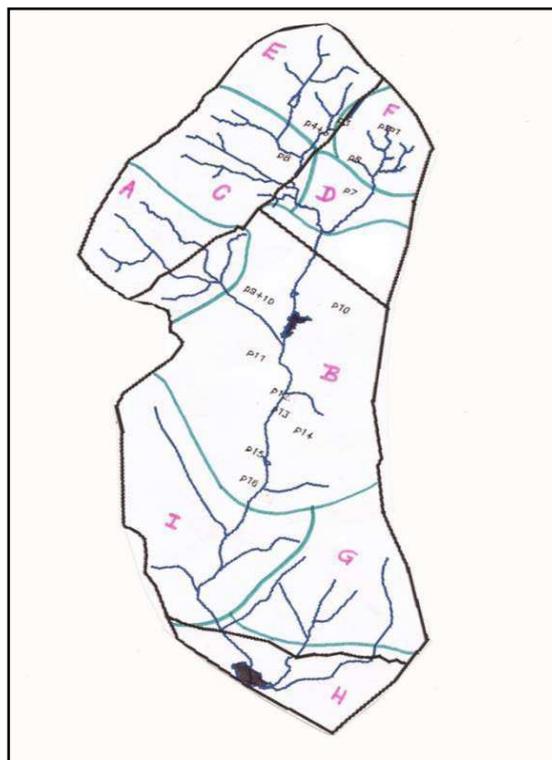


Figura 13 - Zonas homólogas da drenagem da bacia do rio Bodocongó, abrangendo Montadas, Puxinanã e Campina Grande

Na análise das propriedades qualitativas de drenagem, é importante ressaltar que, através da análise visual das zonas homólogas, não se teria, de forma absoluta, como classificar nenhuma das áreas como de alta densidade de drenagem, entretanto, como a classificação ocorre através de uma análise comparativa, esta classificação permite inferir

variabilidade de densidade de drenagem que varia de muito baixa a muito alta. Quanto à estrutura da drenagem, é perceptível que não existe drenagem paralela ou linear, ficando caracterizada a organização em árvore (dendrítico) distribuída em toda área, com um grau de estruturação baixo e de ordem também baixa, padrão bem característico de áreas de rochas cristalinas.

A partir da separação das zonas homólogas, foi possível efetuar a caracterização da drenagem (Tabela 15), caracterizado como padrão de drenagem dendrítico, característico dos solos francos arenosos onde a água é que norteia os caminhos a serem percorridos, definindo assim o sistema de drenagem.

Tabela 15 - Caracterização das zonas homólogas da drenagem da bacia do rio Bodocongó

Zona Homóloga	(A) Propriedades Qualitativas				
	Densidade	Estrutura	Grau de Estruturação	Ordem de Estruturação	Textura
A	m\la	f/d	f/e	b	t/m
B	m\b	f/d	f/e	b	t/m
C	m\la	f/d	f/e	b	t/m
D	m\b	f/d	f/e	b	t/m
E	a	f/d	f/e	b	t/m
F	m\la	f/d	f/e	b	t/m
G	m/a	f/d	f/e	b	t/m
H	m/b	f/d	f/e	b	t/m
I	m	f/d	f/e	b	t/g

Nota: (A) **Propriedades Qualitativas:** **Densidade:** m\la - muito\alta; a - alta; m/a - média/alta; m - média; b - baixa; m\b - muito\baixa; **Estrutura:** l - linearidade (paralelo); c - curvilínea(padão anastosomado); f/d - formas +/- definidas (organização em "árvore" - dendrítica; organização em semi-círculos - anelar) etc.; **Grau de Estruturação:**f/e - fracamente estruturada; f/e - fortemente estruturada; **Ordem de Estruturação:** a - alta; m - média; b - baixa; **Textura:** t/f - textura fina; t/m - textura média; t/g - textura grossa.

A análise da textura realizada, através das imagens Landsat-5 (Tabela 16), permite classificar a drenagem como de textura média em todas as zonas homólogas apresentadas, aparecendo apenas algumas áreas de textura grossa próximo à bacia hidráulica do açude Bodocongó. É importante observar que a propriedade de textura é uma propriedade eminentemente intuitiva, onde o fotointérprete classifica a zona homóloga em função de sua capacidade intuitiva, ao visualizar e sentir, intuitivamente, a textura daquela área.

Tabela 16 - Classificação textural da drenagem da bacia hidrográfica do rio Bodocongó

B) Propriedades Texturais							Padrão
Densidade	Lineações	Alinhamentos	Angularidade	Tropia	Assimetria	Uniformidade	
m\a	a	a	a	m/d	for	a	Dendrítico
m\b	a	a	r	m/d	for	b	Dendrítico
m\A	a	a	a	m/o	for	m/a	Dendrítico
m\b	a	a	a	b	for	b	Dendrítico
A	a	a	a	m/d	for	m/a	Dendrítico
m\A	a	a	a	m/d	for	m/a	Dendrítico
m/a	a	a	a	m/d	for	m	Dendrítico
m/b	a	a	a	m/d	for	b	Dendrítico
M	a	a	a	m/d	for	m	Dendrítico

Nota: **(B) Propriedades Texturais: Densidade:** m\A – muito\alta; a - alta; m/a - média/alta; m - média; b - baixa; m/b - muito/baixa; **Lineação:** p - presente; a - ausente; **Alinhamentos:** d- definidos; f/d - fracamente definidos; a - ausentes; **Angularidade:** r - ângulos retos; a - ângulos agudos; b - ângulos obtusos; **Tropia:** u - unidirecional; b - bidirecional; m/o- multidirecional **Uniformidade:** a - alta; m/a - média alta; m - média; m/b - média baixa; b - baixa; m/b - muito baixa. (C) **Padrão:** dendrítico; paralelo; treliça; retangular; radial; anular ou anelar; multi-bacinal; contorcido; etc.

Na análise das propriedades texturais de drenagem, observa-se que a densidade de drenagem se repete, visto que representa a mesma análise comparativa, realizada anteriormente. As lineações estão ausentes assim como os alinhamentos, entretanto a angularidade está representada em sua grande maioria por ângulos agudos que também são inerentes à drenagem de organização em árvore. A tropia é, visivelmente, multidirecional desordenada, embora haja uma zona, aparentemente, ordenada e outra bidirecional, sendo, praticamente, toda drenagem, fortemente, assimétrica e dendrítico.

5.2 DEGRADAÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO BODOCONGÓ

A degradação da bacia hidrográfica do rio Bodocongó, ocorrida nos últimos 25 anos está bem evidenciada nas imagens tratadas e transformadas através das RGB's (Figura 14). Na composição de 1989, é de fácil identificação a maior predominância de áreas verdes, denotando maior presença de vegetação em, praticamente, toda área da bacia. Nas regiões próximas ao município de Montadas, onde se visualiza a maioria das nascentes, é possível verificar áreas com vegetação densa à semidensa intercaladas com áreas mais desprovidas de vegetação. Por conseguinte, na imagem de 2014, essas nascentes estão quase que, totalmente, degradadas onde as respostas espectrais de cinza claros indicam a presença de solo exposto, sujeitos à erosão laminar e por sulcos, favorecendo assim o assoreamento. Nas nascentes mais

próximas a cidade de Puxinanã, ainda que em 1989 fosse possível identificar escassez de vegetação com fortes indícios de degradação, a resposta espectral, para a imagem de 2014, denota um incremento considerável nessa degradação, com a retirada, quase que, total da cobertura vegetal.

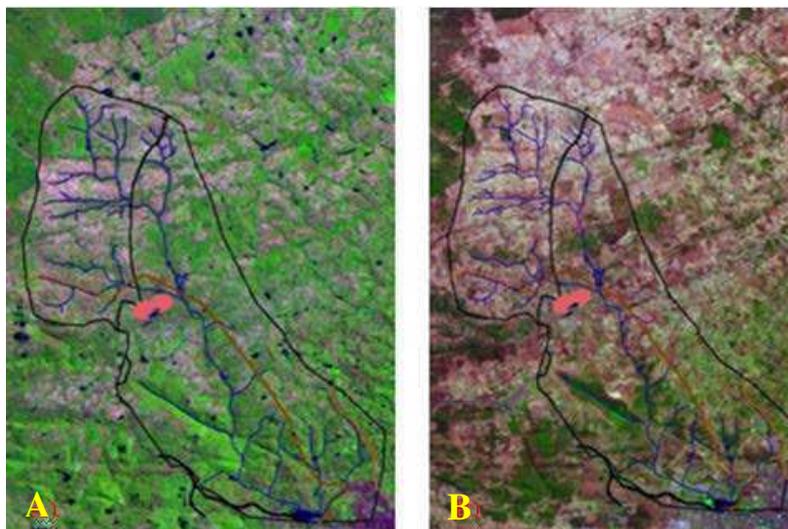


Figura 14 - Composições RGB's para os anos considerados:
A) 1989 (Landsat-5) e B) 2014 (Landsat-8)

Estas áreas foram incorporadas às áreas de pecuária extensiva com retirada da vegetação até a exaustão. Na imagem de 2014, é possível também verificar que até mesmo a região do vale mais próximo à bacia hidráulica, localizada nas proximidades da cidade de Campina Grande, onde o acesso se torna mais difícil devido ao relevo, fortemente, ondulado, houve uma redução significativa da cobertura vegetal, algumas dessas áreas foram invadidas e transformadas em áreas habitacionais (Figura 15) que se proliferaram mesmo nas encostas mais declivosas, comprometendo assim a preservação da floresta remanescente devido à pressão por lenha exercida pela população carente que se instalou ao longo de todo vale.



Figura 15 - Áreas de encostas (A) e no topo do vale ocupado pela população (B) que provoca uma forte pressão antrópica. Crédito: Autor. Data: 21.11.2014.

5.3 DEGRADAÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DA BACIA HIDRÁULICA DO AÇUDE BODOCONGÓ

A bacia hidráulica do açude Bodocongó tem apresentado os mais diversos problemas de degradação ambiental ao longo dos anos, compreendendo dois aspectos importantes a se considerar: **a)** desde o comprometimento do volume hídrico armazenado devido ao processo de assoreamento, **b)** até a influência na qualidade da água do manancial, causada, principalmente, pelo lançamento de efluentes domésticos de produtos químicos advindos das indústrias e até mesmo dos dejetos do IML (Instituto Médico Legal) e da Universidade Estadual da Paraíba, entre outros empreendimentos, que são lançados diretamente no açude.

A implantação de vários empreendimentos imobiliários à montante do açude tem contribuído para a expansão das áreas sem proteção vegetal das encostas facilitando o escoamento superficial das águas, direcionando-as ao corpo do açude, ao mesmo tempo em que o aumento no número de residências lança seus esgotos também nas águas do açude.

A análise visual, realizada com base nas Imagens Landsat-5, banda 4 e Landsat-8, banda 5 evidencia que ocorreu uma diminuição considerável do espelho d'água do açude entre os anos de 1989 e 2014 (Figura 16). É importante ressaltar que o clima e a semiaridez não podem ser responsáveis direto por essa redução hídrica, podendo-se afirmar que os fatores antrópicos acumulados ao longo de décadas é o fator preponderante nessa redução.

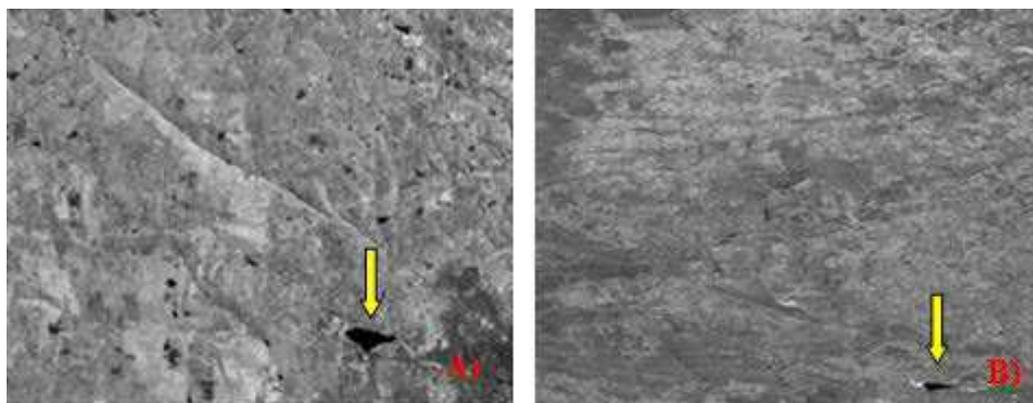


Figura 16 - Análise comparativa da diminuição do espelho d'água do açude Bodocongó.

Anos: (A) Landsat-5, banda 4 - 1989 e (B) Landsat-8, banda 5 - 2014

Na imagem referente ao ano de 1989, é possível perceber que parte do açude já apresentava uma área de alta reflectância, denotando que aquela época o assoreamento era significativo. Essa tonalidade de cinza claro apresentada pela vegetação de pastagens presentes no açude ocorre pelo fato de que na banda 4 (infravermelho próximo) é onde a

vegetação sadia e sem estresse hídrico apresenta a máxima reflectância, chegando até mesmo a alcançar valores de reflectância próximos ao de solos expostos.

A resposta espectral da água nesta região do infravermelho próximo permite que seja feito a delimitação exata do espelho d'água do Açude Bodocongó devido à máxima absorção da radiação eletromagnética pela água. É possível observar, na imagem de 2014, que o espelho d'água do açude diminuiu bastante em relação ao ano de 1989, sendo essa diminuição resultado do assoreamento do açude que, segundo Carvalho (2008), teve uma redução de mais de 30% em apenas 18 anos.

Ao analisarmos a área do açude Bodocongó, compreendendo os anos de 1989 e 2007, através das imagens TM-Landsat, banda 2 percebe-se que a resposta espectral do açude na imagem de 1989 pode levar a falsa interpretação de que o espelho d'água não existe, dando a impressão que o manancial está completamente seco, entretanto, essas imagens têm datas de passagem idênticas àquelas comparadas da banda 4 para o ano de 1989 (Figura 17).

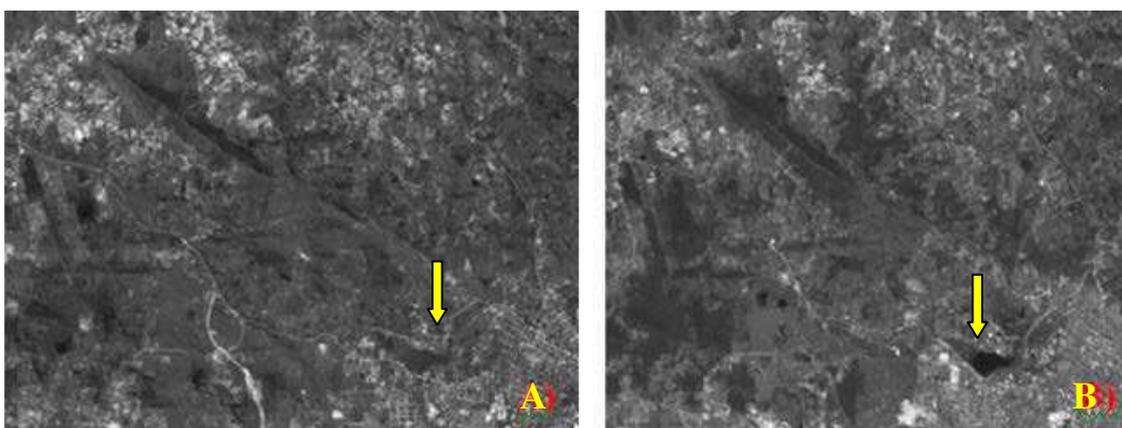


Figura 17 - Análise comparativa da diminuição do espelho d'água do açude Bodocongó Anos: (A)1989 e (B) 2007 - Imagens Landsat-5, banda 2

Na realidade, isso se explica pelo fato de serem imagens da banda 2, região do visível, onde a água apresenta seu maior pico de reflectância (comprimentos de onda próximo a $0,48\mu\text{m}$), essa reflectância na realidade ocorre devido ao material em suspensão existente no açude na época do imageamento, época essa (06/1989) que sucedeu o período chuvoso da região e que tem como consequência grande carreamento de partículas sólidas para o açude (assoreamento), portanto contribuindo para esta resposta espectral (cinza claro), característica de um corpo d'água com bastante material em suspensão.

Analisando-se a imagem do ano de 2007, banda 2, é possível observar que o espelho d'água está mais perceptível, ainda que não apresente a mesma possibilidade de delimitamento das imagens do infravermelho. Ocorre que estas imagens foram obtidas no final do mês de

agosto, quando decorria mais de dois meses do final do período chuvoso, possibilitando assim a sedimentação das partículas em suspensão e, conseqüentemente, diminuindo a reflectância espectral da água. Nesta imagem, a parte do açude que aparece em tonalidade de cinza médio está refletindo a vegetação, desenvolvida na porção assoreada do açude, onde, praticamente, já não existe espelho d'água, como se pode constatar também na imagem do Landsat-8, banda 3 (região do visível) para o ano de 2014 (Figura 18 - A), visualiza-se várias tonalidades de cinza, representando grande quantidade de sedimentos, assim como áreas bastante assoreadas, demonstrando claramente, em diversos pontos da superfície do espelho d'água, a reflectância da própria vegetação (Figura 18 -B), ocupando parte do manancial e de sedimentos oriundos da rede de esgotamento sanitário (Figura 18 - C).

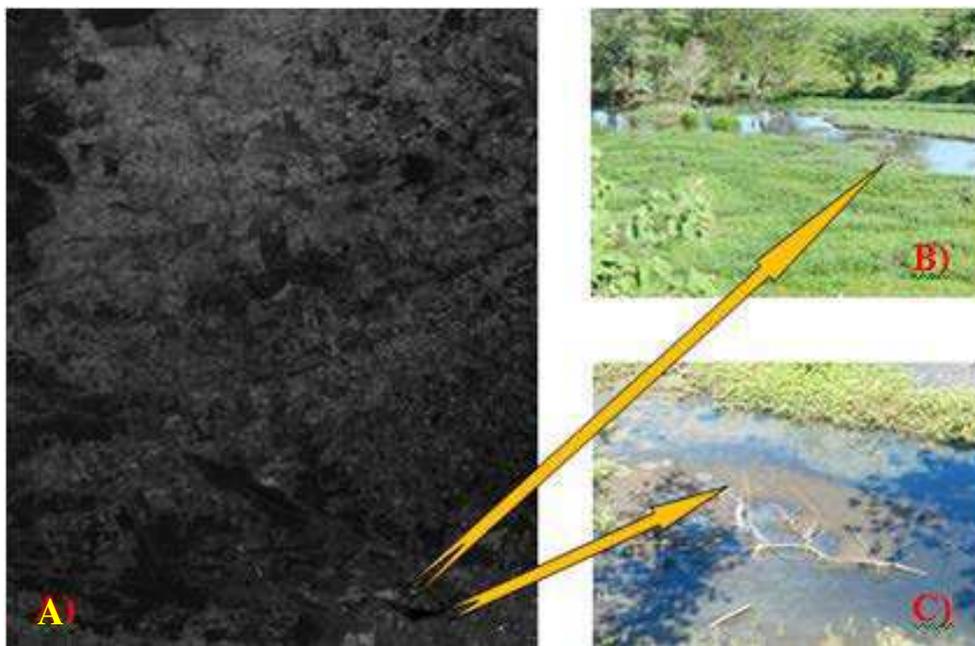


Figura 18 - (A) Imagem Landsat-8, banda 3. (B) Parte do espelho d'água do açude Bodocongó encoberta pela vegetação e/ou (C) com sedimentos na superfície, provenientes do esgotamento sanitário

Crédito: Autor. Data: 30.06.2014.

Na imagem do Google Earth que compreende a área da bacia hidráulica do açude, referente ao ano de 2012 (Figura 19 - A), é possível verificar a pressão sofrida pelo açude através da expansão imobiliária, onde o poder público tem permitido a construção de condomínios praticamente, dentro da bacia hidráulica do açude, condomínios esses financiados inclusive pelo programa governamental **Minha Casa Minha Vida** (Figura 19 - B, C e D) sem respeitar as áreas de APP.

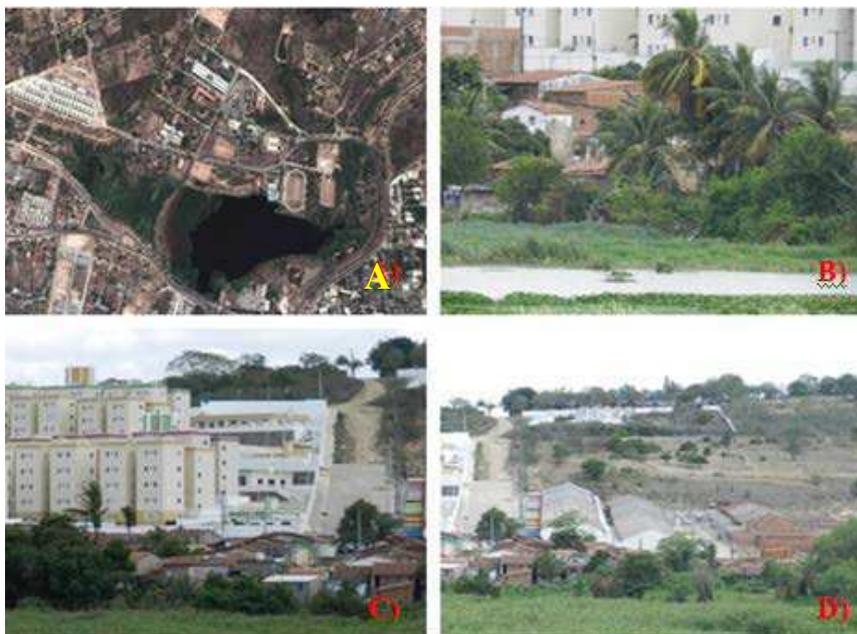


Figura 19 - Apresentação da bacia hidráulica do Açude Bodocongó: **A)** através da Imagem do Google Earth. Ano 2012. **B, C e D)** Aspecto geral dos condomínios construídos pelo programa governamental **Minha Casa Minha Vida** - Crédito: Autor. Data: 30.06.2014

Com relação à expansão imobiliária, no entorno da bacia hidráulica do açude Bodocongó, durante o trabalho de campo, observou-se que o esgotamento sanitário ineficiente e com obras inacabadas (Figura 20) tem contribuído para aumentar a degradação e influenciar na qualidade de vida da população que vive às margens do açude.



Figura 20 - Esgotamento sanitário ineficiente e obras inacabadas na área do entorno do açude Bodocongó. Programa **Minha Casa Minha Vida** - Crédito: Autor. Data: 30.06.2014

Importante destacar que a porção do açude Bodocongó que apresenta diminuição do espelho d'água, principalmente, na imagem de 2007, aparece com uma tonalidade de cinza

clara, essa reflectância é causada pela vegetação que vai se desenvolvendo na porção do açude assoreado, onde com o passar do tempo serve inclusive de pastagem para os animais que vivem soltos às margens do manancial, comprometendo ainda mais a qualidade da água e trazendo sérios problemas de saúde para a população que reside em seu entorno (Figura 21).



Figura 21 - Diversas imagens de animais pastando dentro do açude Bodocongó - Crédito: Autor. Data: 30.06.2014

O lançamento de efluentes (Figura 22 - A e B) das mais diversas origens tem contribuído, de forma significativa, para a diminuição da qualidade da água deste manancial, tornando-o impróprio para o consumo e sendo prejudicial inclusive para algumas atividades desenvolvidas pela população de seu entorno que utiliza a área para lazer e recreação além das atividades pesqueiras que ali são realizadas (Figura 22 - C e D).



Figura 2 - Lançamento de efluentes doméstico no Açude de Bodocongó (A e B). Realização de atividades pesqueira (C e D) - Crédito: Autor. Data: 30.06.2014

Outro ponto importante a ser destacado e que vem contribuindo para a degradação do açude, relaciona-se a uma feira de troca e venda de animais (Figura 23-A e B) que ocorre na área assoreada do açude, onde também se verifica o lançamento de esgoto a céu aberto, oriundo da Universidade Estadual da Paraíba, direcionado para esta área de ocorrência da feira (Figura 23-C, D e E).



Figura 23 - Feira informal de animais (A e B) e esgoto a céu aberto na bacia hidráulica do Açude Bodocongó (C, D e E)
Crédito: Autor. Data: 30.06.2014

Assim, chama-se a atenção para a necessidade de recomposição e preservação da vegetação ciliar que, praticamente, tem desaparecido ao longo do riacho Bodocongó que passa por vilas e centros urbanos e do açude, tendo se verificado como principal causa da sua destruição o avanço da urbanização em seu entorno. A industrialização, pois, segundo relatos de moradores, foi observado em anos anteriores que chegava ao tubo de descarga das indústrias no açude uma substância que apresentava mau cheiro e formava uma espuma de, aproximadamente, 2 metros de extensão, além destes fatores, também foi observado o manejo inadequado de práticas agrícolas, adotadas ao longo da bacia. Por outro lado, se verifica a presença de garças, galinhas d'água, entre outros pássaros, que se alimentam na superfície das águas do açude de Bodocongó (Figura 24).



Figura 24 - Presença de aves sobrevoando a superfície das águas do açude de Bodocongó - Crédito: Autor. Data: 30.06.2014

Através do cálculo de áreas dos espelhos d'água e do estudo espaço-temporal, a partir do processamento de imagens no sistema SPRING, é possível mensurar o percentual de redução do espelho d'água que, em 1989, representava uma área de 2,83ha; em 2007, ocorreu uma redução para 2,25ha e, em 2014, compreendia apenas uma área de 1,9ha, representando uma diminuição de 32,87% da área em 23 anos analisados (Figura 25).



Figura 25 - Redução do espelho d'água entre os anos: A) 1989, B) 2007e C) 2014

Estes valores estão condizentes com os resultados encontrados por Carvalho (2007), em estudo realizado no açude Bodocongó, identificando uma redução de 19% do espelho d'água, compreendendo um período de 18 anos, onde aponta como possíveis causas para esta redução o assoreamento e a eutrofização, o que se confirma com os dados de batimetria (Tabela 17), realizado pela AESA em 2002, quando, naquela época, foi encontrado uma taxa de assoreamento de 14,38% para o açude de Bodocongó. Os valores foram obtidos tomando-se como base o levantamento do Projeto original feito pelo DNOCS que obteve o volume máximo 1.020.000 m³ na cota 508,00 m (AESA, 2002).

Tabela 17 Batimetria do açude Bodocongó

Açude Bodocongó	
Área da bacia hidráulica	3713.897 m ²
Perímetro	3.877 m
Volume estimado	873.308 m ³
Volume assoreado estimado	146.692 m ³
Taxa de assoreamento	14,38%
Profundidade máxima	5,60 m
Média aritmética das profundidades	2,35 m

Fonte: AESA (2002)

Outro problema sério observado, na bacia hidráulica, é com relação à estrutura urbana, destinada para drenagem pluvial que é direcionada para o manancial que está sendo utilizada clandestinamente como forma de esgotamento de efluentes domésticos e industriais (Figura 26).



Figura 26 - Forma inadequada da descarga fluvial direcionada ao açude Bodocongó, em conjunto com esgotamento de efluentes domésticos e industriais
Crédito: Autor. Data: 30.06.2014

Observações realizadas, no local, indicam que o canal também está assoreado por grande quantidade de lixo e invasão da vegetação e com a estrutura comprometida antes da ponte a montante do açude, também se verifica grande quantidade de lixo jogado a céu aberto, à margem da ferrovia e na encosta onde ficam situadas as Ruas Bento Figueiredo e Maria Andrade. Vale salientar que é jogado no canal todo tipo de material sólido, como poltronas, colchões, sacos plásticos, entre outros (Figura 27).



Figura 27 - Lixo jogado a céu aberto na encosta próxima à ferrovia no entorno do açude e resíduos sólidos jogados no canal - Crédito: Autor. Data: 30.06.2014

Exercendo um papel importante de preservação ambiental, destaca-se o Horto Florestal, localizado às margens do açude Bodocongó, com uma área de 250 m², atualmente sob a Coordenação da Universidade Estadual da Paraíba, o qual realiza um importante trabalho com a produção de mudas das mais diversas espécies, produção de plantas medicinais e frutíferas. A Universidade também realiza programa de extensão, atendendo aos alunos da área de engenharia ambiental. São encontradas, localmente, mais de 40 espécies vegetais, entre as quais se destacam: acerola, tamarindo, palmeira coqueirinho, aroeira da praia, Ipês (roxo, rosa e amarelo), craibeira, sabonete, castanhola, juazeiro, aroeira nativa, moringa, cedro, ipezinho, pau-brasil, oiti, jatobá, papoula, mororó, angico, jucá, leucemia, flamboyants, além de outras espécies. Foi observado ainda experimentos com arroz e feijão macassar (Figura 28).



Figura 28 - Produção de mudas no Horto Florestal situado às margens do açude Bodocongó
Crédito: Autor. Data: 30.06.2014

Todas as espécies de urbanização e ornamentação urbana deveriam ser utilizadas para arborização das margens do açude Bodocongó, reivindicação antiga feita pela população ao poder público municipal.

5.4 COBERTURA VEGETAL – COMPOSIÇÕES MULTIESPECTRAIS AJUSTADAS (1989 – 2014) DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO BODOCONGÓ

Na composição multiespectral ajustada para o ano de 1989 (Figura 29), é possível observar que a cobertura vegetal da bacia hidrográfica encontrava-se bastante comprometida, com vastas áreas de solo exposto, representado na imagem na cor magenta, principalmente, próximo às nascentes onde aparecem apenas algumas áreas de vegetação remanescente.

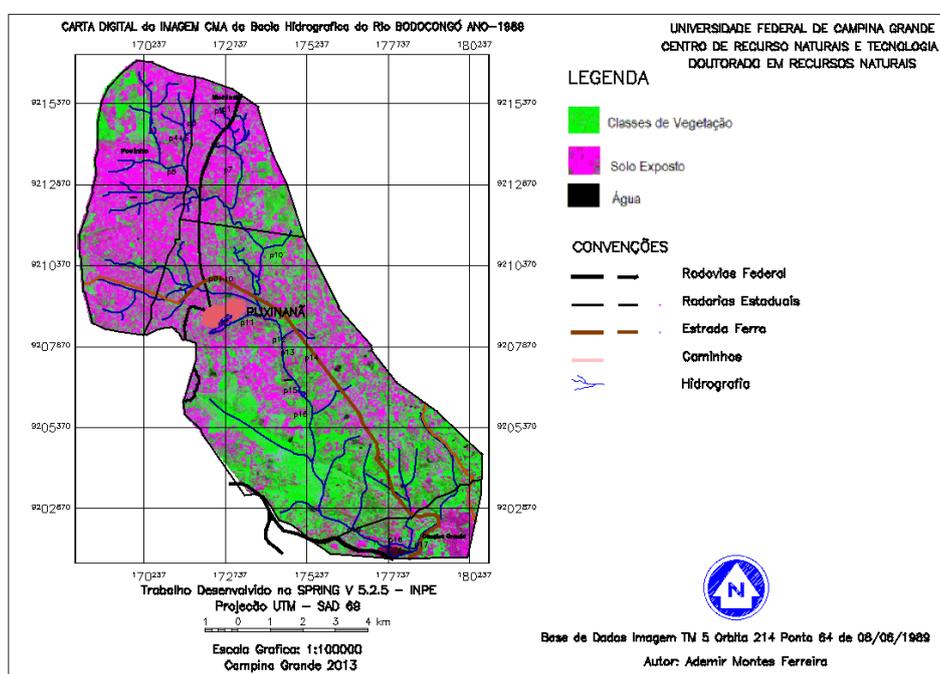


Figura 29 - Composição multiespectral ajustada (1989). Bacia hidrográfica do rio Bodocongó

Analisando-se o ano de 1989, verifica-se que, para as áreas mais próximas às nascentes, ocorriam indícios de grande desmatamento, com pouquíssimas áreas de vegetação remanescente, comprometendo as nascentes do riacho Bodocongó, onde, necessariamente, deveriam ser constituídas áreas de preservação permanente. É importante observar que o fato dessas nascentes estarem desprovidas de vegetação, influencia no acúmulo de material em suspensão que, ao ser carregado, vai sendo depositado no açude, aumentando assim o assoreamento.

As áreas mais a sul da imagem, ao longo da drenagem, onde se percebe uma maior cobertura vegetal, são áreas de relevo mais acidentado de difícil acesso onde a atividade humana é dificultada, favorecendo assim a preservação da vegetação. Na realidade, a maioria dessas áreas desmatadas tem como finalidade principal a utilização como agricultura de auto consumo e pecuária extensiva, destacando-se também a retirada da lenha que tem como destino as carvoarias e padarias da região.

Quando se analisa a imagem CMA da bacia hidrográfica do rio Bodocongó, referente ao ano de 2007, verifica-se que, ao norte, ocorreu um incremento do desmatamento na bacia, com uma pequena regeneração a nordeste e um aumento na área central da bacia hidráulica do açude Bodocongó, possivelmente em função do aumento da área de pastagem (Figura 30).

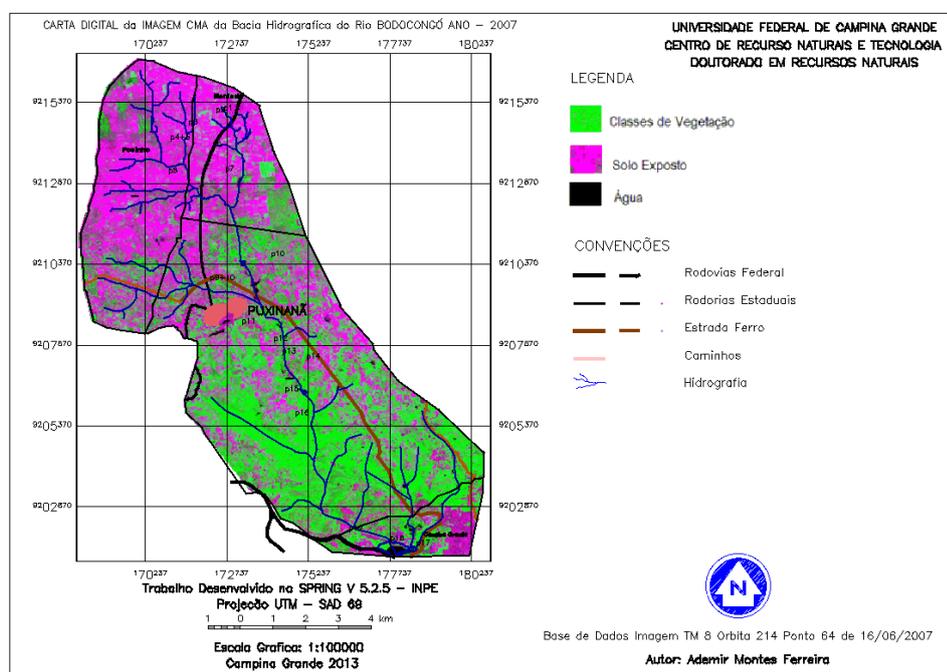


Figura 30 - Composição multiespectral ajustada (2007). Bacia hidrográfica do rio Bodocongó

Na composição multiespectral ajustada, referente ao ano de 2014 (Figura 31), é possível perceber que, mesmo aquelas pequenas áreas de vegetação remanescente, identificadas, na análise realizada para o ano de 1989 e 2007, localizadas próximas às nascentes no município de Montadas, foram quase que, totalmente, retiradas, agravando ainda mais a degradação ambiental da bacia hidrográfica. Assim, ao norte da bacia, verifica-se que o desmatamento continua, praticamente, inalterado; ao sul, ocorreu uma pequena regeneração e, na parte central, um aumento do desmatamento principalmente nas proximidades do município de Puxinanã.

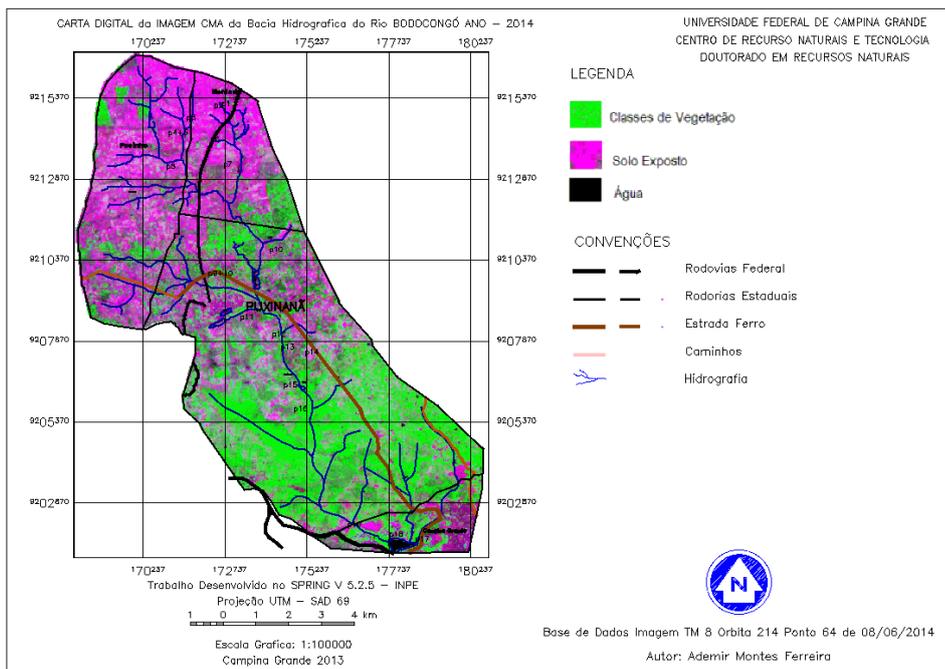


Figura 31 - Composição multiespectral ajustada (2014). Bacia hidrográfica do rio Bodocongô

A análise realizada permite concluir que a maioria das áreas que aparecem representadas como de solos expostos (cor magenta) são utilizadas eventualmente com agricultura de sequeiro, principalmente para o cultivo de feijão, milho e mandioca (Figura 32). Geralmente estas áreas, ao serem imageadas pelo sensor, apresentam alta refletância, seja pelo fato de ter sido retirada a cultura de sequeiro ou mesmo por ser área ocupada pela vegetação rala, onde a resposta espectral corresponde a do solo exposto.



Figura 32 - Áreas ocupadas com agricultura de sequeiro, em Neossolos Regolíticos
Crédito: Autor. Data: 21/11/2013

De conformidade com o trabalho de campo, estas áreas foram desmatadas cedendo lugar à pecuária extensiva, sendo a lenha retirada sem qualquer controle e comercializada para carvoarias, padarias e/ou para cocção de alimentos (Figura 33).



Figura 33 - Aspecto das áreas desmatadas e incorporadas à pecuária extensiva
Crédito: Autor. Data: 21/11/2013.

Na região mais central e ao sul da bacia, verifica-se um aumento considerável da cobertura vegetal, justificado pela expansão da avicultura na região, com áreas agricultáveis, observando-se que, em alguns pontos, a pecuária extensiva tem sido abandonada, favorecendo a regeneração da vegetação inclusive com a presença de alguns núcleos de vegetação nativa (Figura 34).



Figura 34 - Aspecto geral das áreas de ocorrência da regeneração da caatinga, função do abandono das áreas destinadas à agricultura e à pecuária - Crédito: Autor. Data: 21/11/2013.

Por outro ângulo, verifica-se que, na região mais próxima à bacia hidráulica do açude Bodocongó, é possível constatar a ocorrência de um pequeno aumento das áreas de solo exposto, que se atribui principalmente à pressão da construção civil que, nos últimos anos, apresentou um aumento substancial, levando-se em consideração que o próprio açude de Bodocongó se encontra localizado em área urbana, com alta densidade populacional, onde a

expansão imobiliária cresce em ritmo acelerado e se sobrepõe às questões ambientais (Figura 35).



Figura 35 - Aspecto geral da expansão imobiliária na bacia hidráulica do açude Bodocongó
Crédito: Autor. Data: 21/11/2013

Assim, foram identificadas, nas imediações da bacia hidráulica do açude Bodocongó, perdas ambientais significativas onde a retirada da vegetação cedeu lugar à expansão imobiliária, com a implantação de inúmeros loteamentos, sendo estes horizontais e/ou verticais que têm contribuído para o aumento da densidade populacional, submetendo estas áreas a fatores de risco, sobretudo quanto ao saneamento básico, coleta de resíduos e ocupação das áreas de encosta, entre outros.

5.5 AVALIAÇÃO DAS CLASSES DE USO DO DAS TERRAS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO BODOCONGÓ ENTRE OS ANOS DE 1989, 2007 E 2014

O mapa digital das Classes de uso das terras da bacia hidrográfica do rio Bodocongó foi elaborado a partir de imagens TM-Landsat 5 e Landsat-8, processadas no SPRING 5.1.5., e, com o auxílio dos dados obtidos, no trabalho de campo, permitiu avaliar o incremento positivo e/ou negativo das classes de uso das terras entre os anos de 1989, 2007 e 2014 (Figuras 36, 37 e 38).

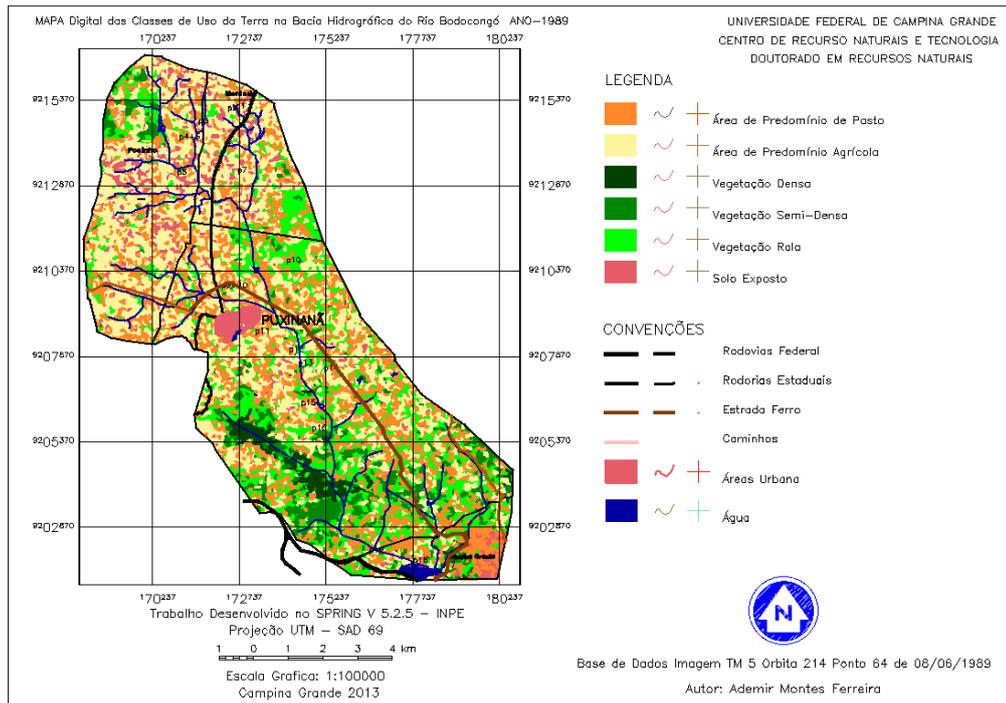


Figura 36 - Mapa Digital das Classes de Uso das Terras. Bacia Hidrográfica do rio Bodocongó - 1989

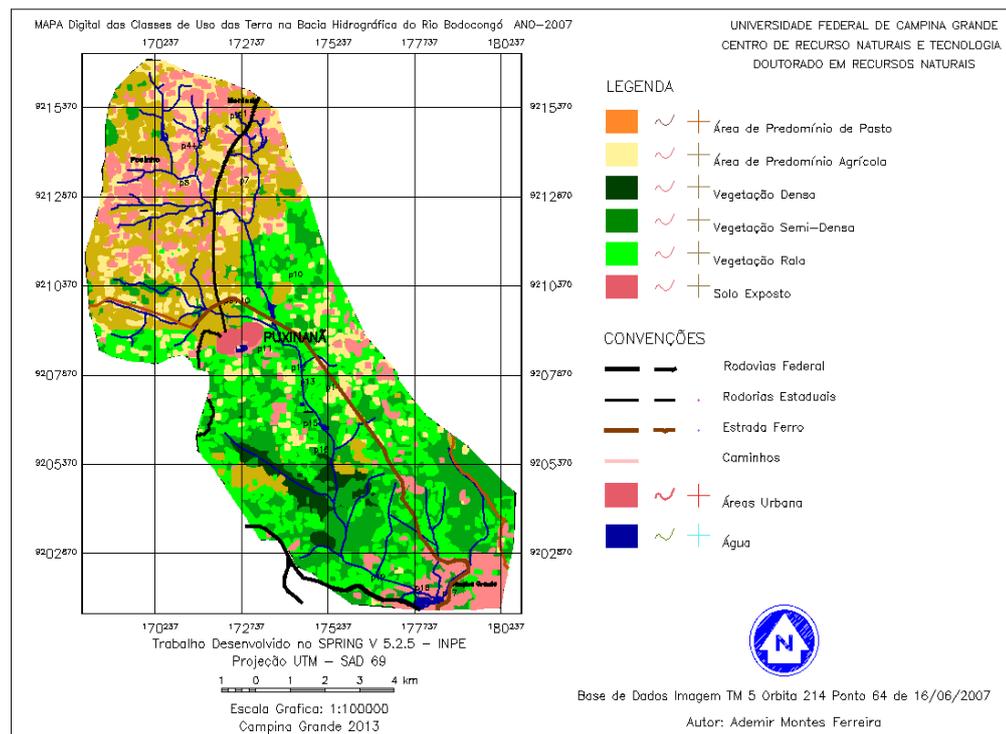


Figura 37 - Mapa Digital das Classes de Uso das Terras. Bacia Hidrográfica do rio Bodocongó - 2007

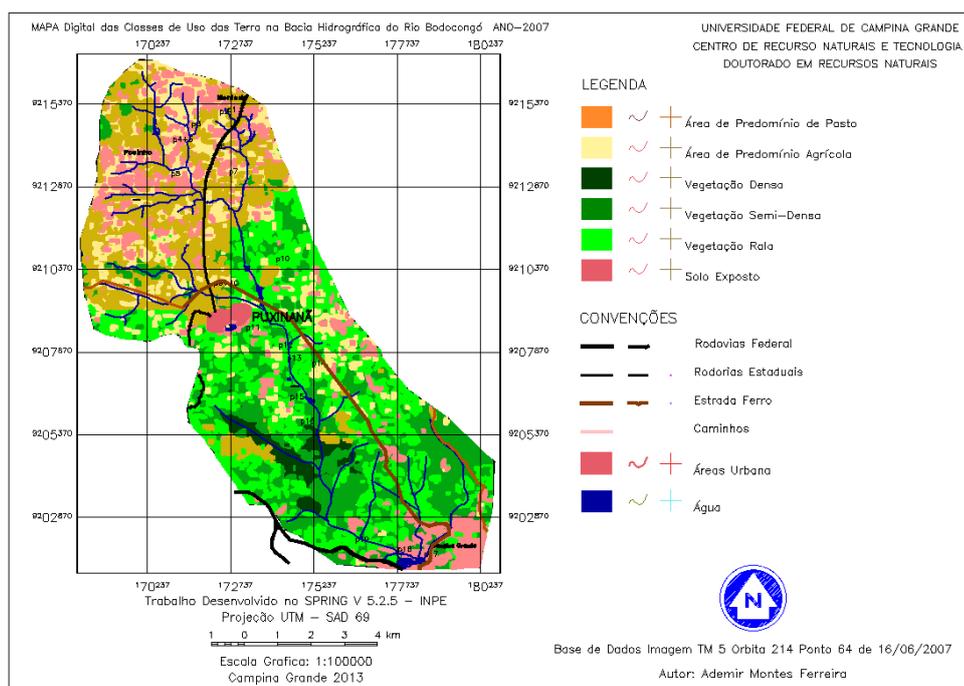


Figura 38 - Mapa Digital das Classes de Uso das Terras. Bacia Hidrográfica do rio Bodocongô - 2014

Realizando-se uma análise das classes de uso das terras, entre os anos de 1989 e 2007, houve um aumento para a classe de vegetação densa de 1,2 km², entretanto, entre os anos de 2007 e 2014, houve uma diminuição de 1,9 km², a classe de uso classificada como semidensa apresentou um crescimento considerável entre os anos de 1989 e 2007 com uma drástica redução para o ano de 2014. As áreas ocupadas por culturas agrícolas apresentam uma diminuição ao longo dos anos considerados, ocorrendo uma inversão de algumas áreas antes destinadas à agricultura sendo, atualmente transformadas em áreas de pastagens. Importante observar o incremento positivo ocorrido para as áreas de solos expostos (Tabela 18).

Tabela 18 - Classes de uso das terras da bacia hidrográfica do rio Bodocongô

Classes de Uso das Terras	Km ²			(%)			Incremento 1989-2014 (Km ²)
	1989	2007	2014	1989	2007	2014	
Vegetação densa	2,10	3,30	1,40	2,21	3,45	1,47	- 0,7
Vegetação semidensa	7,02	28,11	6,52	7,39	29,64	6,86	- 0,5
Vegetação rala	23,06	22,04	32,97	24,29	23,24	34,69	+ 9,91
Culturas agrícolas	36,63	15,29	7,10	38,58	16,11	7,47	- 29,53
Predomínio de pasto	20,27	15,35	30,09	21,35	16,18	31,66	+ 9,82
Solo exposto	5,87	10,80	16,97	6,18	11,38	17,85	+ 11,1
Total	94,95	94,89	95,05	100,0	100,0	100,0	

As áreas classificadas como pertencentes à classe de vegetação densa (Figura 39) são observadas na região sudoeste, acompanhando os vales, regiões de relevo mais acidentado, dificultando assim o acesso à exploração agrícola, favorecendo a regeneração e, conseqüentemente, a preservação da vegetação. Para as classes de uso das terras consideradas como vegetação semidensa, pôde ser observada uma pequena parcela nas proximidades das nascentes do riacho no município de Montadas-PB. Ao sul do município de Montadas, foi identificada uma pequena área de reserva, caracterizada pela vegetação semidensa com elementos arbóreos, intercalada com áreas exploradas com cajueiro e mangueira. No município de Puxinanã é possível observar a presença de vegetação de porte arbóreo, com muitos pássaros e diversos ninhos em construção, presença de cipós e muitas gramíneas que têm protegido o solo da ocorrência de erosão laminar. Apesar de constituir uma área reduzida, nela pode-se observar a fauna e a flora nativas em bom estado de preservação.



Figura 39 - Área representada pela vegetação densa e semidensa. Municípios de Montadas e Puxinanã

Crédito: Autor. Data: 21/11/2013.

A classe de uso das terras representada pela vegetação semidensa foi observada em trechos nas proximidades da ponte ferroviária, sobre o riacho Bodocongó (Figura 40), onde se identifica uma vegetação de caatinga hipoxerófila aberta, presença de gramíneas, em seguida, extensas áreas exploradas com culturas de milho, feijão, mandioca e capim elefante.



Figura 40 - Aspecto geral da vegetação próximo à ponte da RFFSA sobre rio Bodocongó. Município de Puxinanã-PB. Vista do leito seco do rio Bodocongó

Crédito: Autor. Data: 21/11/2013

Para as classes de uso das terras representadas pela vegetação rala, observou-se um aumento de 9,91 km² entre os anos de 1989 e 2014, entretanto estas áreas se encontram intercaladas com vegetação de caatinga aberta, porte baixo e densidade variável, outros trechos sendo explorados com capim, palma forrageira e pecuária extensiva sempre de forma intercalada (Figura 41).



Figura 41 - Áreas representadas pela vegetação rala intercalada com capim, palma forrageira e pecuária extensiva
Crédito: Autor. Data: 21/11/2013.

No sítio Montadas, localizado no entorno da cidade de Montadas, são encontradas áreas exploradas com as culturas de: batata inglesa, batata-doce, mandioca, milho, capim elefante e baquearia, erva-doce e fumo (Figura 42); em área de solos Neossolo Regolítico Distrófico, entretanto, predomina a pecuária extensiva de bovinos e ovinos, destaca-se ainda a expansão da avicultura.



Figura 42 - Vista parcial das áreas de solos Neossolo Regolítico Distrófico exploradas com as culturas de mandioca e erva-doce - Município de Montadas-PB
Crédito: Autor. Data: 21/11/2013.

Predomina, na bacia hidrográfica do rio Bodocongó, compreendendo, principalmente, os municípios de Montadas e Puxinanã, os solos Neossolos Regolíticos Distróficos, situados em relevo plano e suave ondulado e, em alguns trechos, com a presença de muitos

afloramentos de rocha, explorados geralmente, com as culturas de mandioca e palma forrageira, que se encontram intercaladas com pastagem e alguns elementos da caatinga de porte arbóreo, dispostos de forma esparsados (Figura 43).



Figura 43 - Área de Neossolo Regolítico Distrófico, explorada com a cultura de mandioca e palma forrageira
Crédito: Autor. Data: 21/11/2013

Os resultados apontam que os municípios que compreendem a bacia hidráulica do açude tem, ao longo de décadas, proporcionado uma mudança na paisagem local, com a devastação da vegetação natural, onde não foram observadas práticas de conservação dos solos em função da textura arenosa e da declividade dos terrenos que apresentam erosão laminar ligeira e, em alguns trechos, foi observado a ocorrência de erosão em sulcos rasos (Figura 44).



Figura 44 - Vista parcial de parte da bacia hidráulica do açude e as mudanças ocorridas ao longo do tempo em função do desmatamento para exploração agrícola
Crédito: Autor. Data: 21/11/2013

O trabalho de campo aponta que essas mudanças, ocorridas nos municípios de Montadas e Puxinanã, foram ocasionadas principalmente pelo incremento das atividades relacionadas à avicultura industrial, em função do desenvolvimento e da industrialização ocorrida no local, a mão de obra antes absorvida pela agricultura, atualmente, encontra-se disponível para a atividade industrial. Vale salientar que as empresas, ali instaladas, adquiriram grande parte das pequenas propriedades, também transformando áreas antes agricultáveis em áreas destinadas à pecuária extensiva (Figura 45-A e B).



Figura 45. A) - Vista parcial da área explorada com avicultura. B) Áreas destinadas à pecuária extensiva e culturas agrícolas. Indústria Guaraves, Montadas
Crédito: Autor. Data: 21/11/2013

Essa mudança, propiciada pela instalação da atividade avícola na região, está condizente com a afirmação de Adam&Adams (1997) que afirmam que a degradação ambiental está, diretamente, relacionada com o modelo de desenvolvimento econômico dos municípios.

Com a redução das atividades agrícolas, muitas áreas, antes agricultáveis, foram abandonadas, favorecendo assim a regeneração da vegetação, o que explica o incremento das classes de vegetação rala, observado no mapa das classes de uso das terras referente, ao ano de 2014, em relação ao mapa do ano de 1989 e constatada em trabalho de campo, realizado em 2014. A evolução espaço-temporal ocorrida nas classes de vegetação, na bacia hidrográfica, representam, com propriedade, a influência ocorrida pela mudança de atividade econômica da região.

A partir do trabalho de campo, realizado na área, é importante também se correlacionar aos dados publicados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) com relação à utilização das terras dos municípios da área de estudo que apresenta os seguintes resultados: as áreas exploradas, com forrageiras para corte, nos municípios, representam 3.115 hectares, as lavouras permanentes e temporárias correspondem a 774 e

9.533 hectares, respectivamente, sendo que 1.126 hectares são explorados por matas e/ou florestas naturais e 1.840 hectares foram destinadas à preservação permanente ou reserva legal (Tabela 19).

Tabela 19 - Utilização das terras com lavouras, matas e/ou florestas naturais - ano 2006

Municípios	Utilização das terras				
	Lavouras - área plantada com forrageiras para corte	Lavouras permanentes	Lavouras temporárias	Matas e/ou florestas naturais (exclusive área de preservação permanente e as em sistemas agros florestais)	Matas e/ou florestas naturais - naturais destinadas à preservação permanente ou reserva legal
	(ha)				
Campina Grande	2.497	507	5.839	565	1.710
Montadas	94	52	1.866	3	112
Puxinanã	524	215	1.828	428	18
Total	3.115	774	9.533	1.126	1.840

Fonte: IBGE (2010)

Os dados fornecidos pelo IBGE (2006) indicam que as áreas ocupadas, com pastagens naturais, representam 13.885 hectares, das quais 536 hectares encontram-se representadas por pastagens degradadas e 1.973 hectares se encontram em boas condições. Ainda foram contabilizados 426 hectares, representados por tanques, lagos, açudes e/ou área de águas públicas para exploração da aquicultura (Tabela 20).

Tabela 20 - Utilização das terras com pastagens, tanques, lagos, açudes e/ou área de águas públicas para exploração da aquicultura - ano 2006

Municípios	Utilização das terras			
	Pastagens naturais	Pastagens plantadas degradadas	Pastagens plantadas em boas condições	Tanques, lagos, açudes e/ou área de águas públicas para exploração da aquicultura
	(ha)			
Campina Grande	12.536	519	1.922	282
Montadas	351	-	13	35
Puxinanã	998	17	38	109
Total	13.885	536	1.973	426

Fonte: IBGE (2010)

As principais lavouras temporárias, exploradas, nos municípios, entre os anos de 2004 e 2012, foram: algodão herbáceo (em caroço), batata-doce, batata inglesa, fava, feijão (em

grão), fumo (em folha), mamona (bagaço), mandioca, milho (em grão) e tomate, conforme indicado na (Tabela 1) em anexo.

As principais lavouras permanentes, exploradas, nos municípios, entre os anos de 2004 e 2012, foram: abacate, algodão arbóreo (em caroço), banana (cacho), coco-da-baía, castanha de caju, goiaba, laranja, mamão, manga, sisal e tangerina, conforme indicado na (Tabela 2) em anexo.

A atividade extrativa vegetal de maior representatividade, nos municípios da área de estudo, está representada pela retirada de lenha. No município de Campina Grande, a quantidade de carvão vegetal produzida, permaneceu, praticamente, inalterada, apresentando uma diminuição na produção de lenha. O município de Montadas aponta que não tem produção de carvão vegetal, entretanto, ocorreu um aumento na quantidade de lenha retirada. O município de Puxinanã indica que não produziu carvão vegetal e lenha entre os anos de 2004 e 2007. Esses dados são indicadores que estes municípios se encontram, praticamente, desmatados apenas com pequenas áreas em fase de regeneração (Tabela 21).

Tabela 21 - Extração Vegetal dos municípios da área de estudo. 2004 - 2012

Municípios	Extração Vegetal					
	Carvão vegetal (t)			Lenha (m ³)		
	Anos			Anos		
	2004	2007	2012	2004	2007	2012
Campina Grande	5	5	4	2.400	2.400	2.150
Montadas	-	-	-	560	481	639
Puxinanã	-	-	1	-	-	-
Total	5	5	5	2.960	2.881	2.789

Fontes: IBGE, Produção da Extração Vegetal e Silvicultura 2004; Rio de Janeiro: IBGE, 2006

5.6 AVALIAÇÃO DA DEGRADAÇÃO DAS TERRAS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO BODOCONGÓ, ENTRE OS ANOS DE 1989, 2007 E 2014

O mapa digital dos níveis de degradação das terras da bacia hidrográfica do rio Bodocongó foi elaborado a partir de imagens TM-Landsat 5, processadas no SPRING 5.1.5., e com o auxílio dos dados, obtidos no trabalho de campo, permitiu avaliar o quadro do processo de degradação das terras, considerando os anos de 1989, 2007 e 2014 (Figuras 46, 47 e 48).

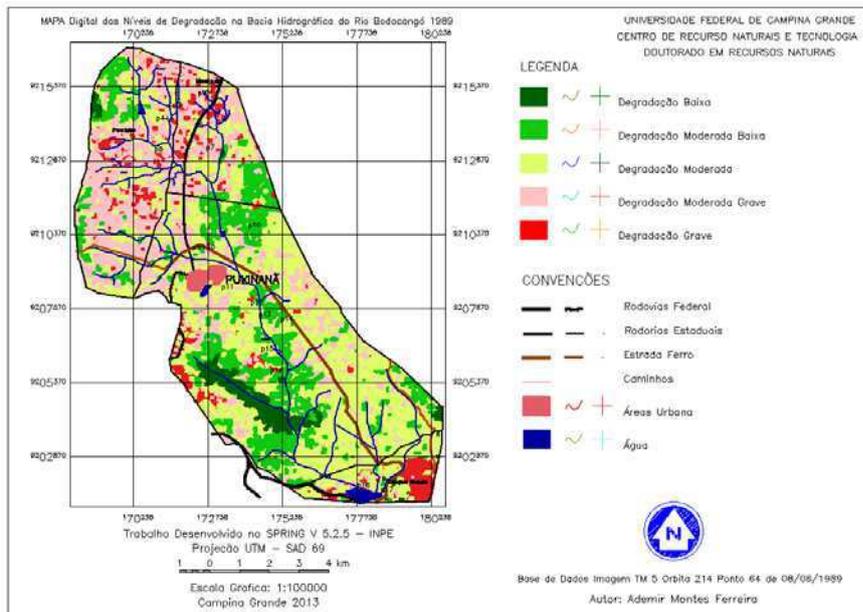


Figura 46 - Mapa Digital dos Níveis de Degradação Ambiental. Bacia Hidrográfica do rio Bodocongó - 1989

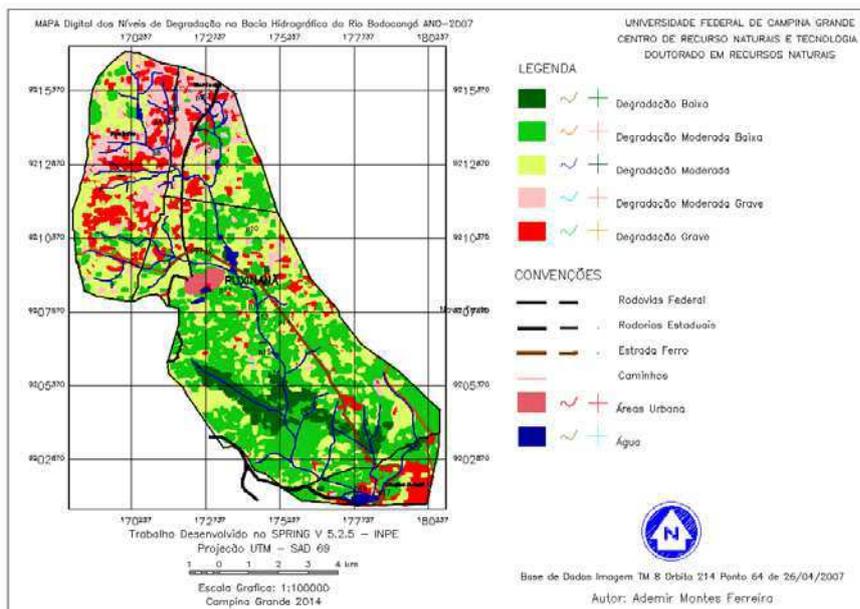


Figura 47 - Mapa Digital dos Níveis de Degradação Ambiental. Bacia Hidrográfica do rio Bodocongó - 2007

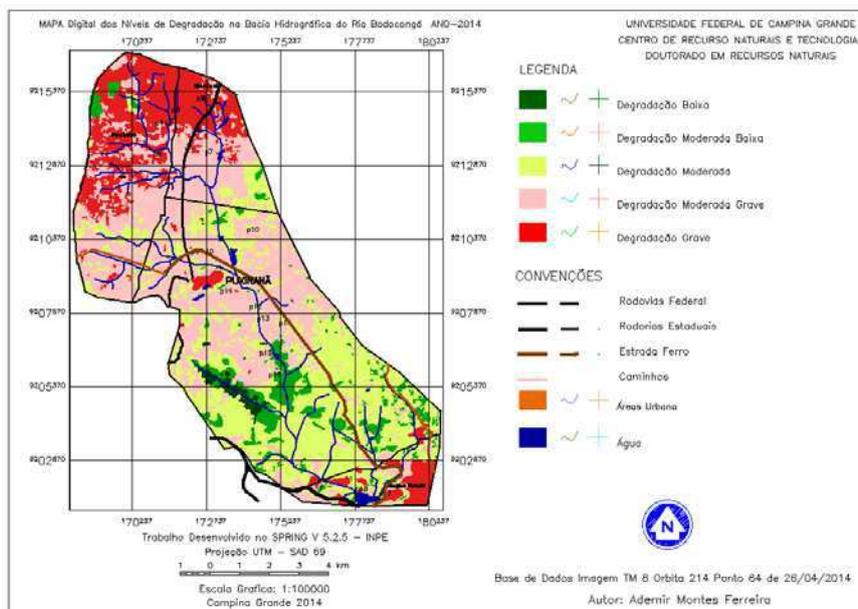


Figura 48 - Mapa Digital dos Níveis de Degradação Ambiental. Bacia Hidrográfica do rio Bodocongô - 2014

Os níveis de degradação das terras avaliados apresentaram cinco níveis de degradação com variações classificadas como de baixa à grave.

Os resultados indicam o aumento da degradação grave entre os anos de 1989 e 2007, principalmente nos municípios de Puxinanã e Montadas e pequenas áreas no entorno da bacia hidráulica do açude Bodocongô. A situação tende a piorar quando se analisa a degradação das terras para o ano 2014, principalmente, na nascente do rio Bodocongô, no município de Montadas, onde, praticamente, já não existe a mata ciliar, assim como pela exploração da pecuária e o desmatamento indiscriminado em, praticamente, toda extensão da área de estudo.

A análise comparativa dos níveis de degradação das terras, compreendendo os anos de 1989, 2007 e 2014 mostra que, entre os anos de 1989 e 2007, ocorreu um aumento do nível de degradação baixa de 1,42 km², entretanto, quando esta análise é feita para o período de 25 anos ocorre um incremento negativo de 2,45 km², ocorrendo a mesma situação para os níveis de degradação moderada baixa que, entre os anos de 1989 e 2007, apresentou um aumento de 16,73 km² e entre os anos de 1989 e 2014 apresentou um incremento negativo de 4,7 km². O nível de degradação grave apresentou um incremento positivo de 7,77 km², entre os anos de 1989 e 2014, o que se comprova, através do trabalho de campo, onde se verifica extensas áreas desmatadas, aumentando a ocorrência de solos expostos, considerando que, nos municípios de Pocinhos e Montadas, predominam solos do tipo Neossolos Regolíticos, de textura arenosa que, aliada à forte interferência da ação humana, tenha contribuído para o

aumento da degradação. Para os demais níveis, ocorreu um incremento negativo no intervalo de tempo considerado no estudo (Tabela 22).

Tabela 22 - Níveis de degradação das terras da bacia hidrográfica do rio Bodocongó

Níveis de Degradação das Terras	Km ²			(%)			Incremento 1989-2014 (Km ²)
	1989	2007	2014	1989	2007	2014	
Baixa	2,50	3,92	1,03	2,63	4,13	1,08	- 2,45
Moderada Baixa	11,52	28,25	6,82	12,13	29,79	7,18	- 4,7
Moderada	32,35	36,27	31,28	34,07	38,25	32,92	- 1,07
Moderada Grave	40,19	11,24	39,73	42,32	11,85	41,81	- 0,46
Grave	8,4	15,15	16,17	8,85	15,98	17,02	+7,77
Total	94,96	94,83	95,03	100,00	100,0	100,00	

Os resultados apontam que pequenas áreas, representadas como de degradação baixa, encontram-se em pontos isolados sempre intercalados com áreas de pastagem e/ou sendo utilizados pelos pequenos proprietários com agricultura de sequeiro, ocorrendo principalmente nas proximidades das nascentes dos cursos d'água, no município de Montadas e nas proximidades da bacia hidráulica do açude onde o relevo é fortemente ondulado, com vales profundos, o que dificulta o acesso humano e, conseqüentemente, favorecendo a preservação. Estas áreas apresentam como características físicas uma vegetação de densidade média a alta, com vários remanescentes arbóreos, uso da terra, praticamente, nulo, sem erosão, presença de matéria orgânica e densidade populacional muito baixa (Figura 49).



Figura 49 - Vista parcial das áreas representadas pelo nível de degradação baixa. Bacia hidrográfica do açude Bodocongó

Crédito: Autor. Data: 21/11/2013

O nível de degradação moderada foi identificado no sítio Montada, localizado no entorno da cidade de Montadas, em área de Solos Neossolo Regolítico Distrófico, relevo suave ondulado. A vegetação natural foi, totalmente, devastada, cedendo lugar à agricultura de sequeiro e a pecuária extensiva. As áreas representativas de degradação moderada e moderada grave estão presentes na maioria dos municípios, sendo destinada à agricultura de sequeiro, onde os agricultores usam técnicas de cultivo inadequadas, sem rotação de culturas, sem incorporação de matéria orgânica e com plantio morro abaixo, favorecendo a erosão laminar, sem o cuidado necessário com as curvas de nível, cujos plantios, em nível, ajudariam a conservar o solo sem erosões (Figura 50).



Figura 50 - Área com nível de degradação moderada e moderada grave. Área de solos NEOSSOLO REGOLÍTICO com implantação de cultivo morro abaixo, favorecendo a erosão laminar - Crédito: Autor. Data: 21/11/2013.

A degradação das terras, na área onde se localiza a ponte sobre o Riacho Bodocongó, varia de baixa a moderada (Figura 51).



Figura 51 - Vista parcial da área de degradação baixo-moderada nas proximidades da ponte da RFFSA, sobre o Rio Bodocongó. O leito do rio encontra-se com capim e com trechos de vegetação de caatinga hiperxerófila aberta - Crédito: Autor. Data: 22/11/2013

O nível de degradação moderada/moderada grave foi observado no sítio Cobiçado, Montadas-PB e sítio Maxixe, Puxinanã-PB, em área de relevo suave ondulado e ondulado,

apresentando pequenos trechos de solo exposto. A densidade demográfica varia de média à alta.

No município de Puxinanã, extensas áreas representam o nível de degradação moderada, situada em solo Neossolo Regolítico Distrófico cujo relevo varia de suave ondulado e ondulado, com presença de solo exposto. Verifica-se a presença de gramíneas, protegendo o solo de textura arenosa.

Outra característica identificada nestas áreas se relaciona a presença de pastagens onde o solo fica desnudo praticamente, durante todo o ano, favorecendo também a erosão laminar e até mesmo a erosão por sulcos nos casos das áreas com declividade mais acentuada, além da compactação imposta pelo pisoteio dos animais que são concentrados em algumas áreas em quantidade elevada sem observância da capacidade de suporte.

Em função da utilização das terras de forma inadequada, surgem pequenos núcleos de níveis de degradação grave, representadas no mapa pela cor vermelha, o que se constata que estas áreas encontram-se, totalmente, desprovidas de vegetação e com ocorrências visíveis de erosão laminar, por sulcos e em alguns casos voçorocas. O nível de degradação grave aparece também próximo à bacia hidráulica do açude Bodocongó devido à pressão urbana exercida nessas áreas.

No Sítio Malícia, Puxinanã-PB, foi identificada uma área de degradação das terras grave com tendência a muito grave, onde ocorre a retirada de material para a construção civil, com intenso fluxo de caminhões, cuja atividade encontra-se licenciada para extração de argila, saibro (areia misturada com argila) e granito, com data da emissão de licença datada de 27 de junho de 2013 e prazo de validade 27 de junho de 2015, tendo como destino deste material a cidade de Campina Grande (Figura 52).



Figura 52 - Vista parcial da área de degradação das terras grave com tendência a muito grave. Extração de argila, saibro e granito - Sítio Malícia, Puxinanã-PB
Crédito: Autor. Data: 22/11/2013

Um dado a se considerar é que a recuperação dos níveis de degradação mais baixa se deve, principalmente, à mudança nas atividades agropecuárias da região, com aumento da

avicultura industrial, diminuição da agricultura de sequeiro e área abandonada que antes era utilizada com agricultura, favorecendo o “*pousio*” e a regeneração da caatinga. Em compensação, as áreas próximas às nascentes foram transformadas em áreas de pastoreio (Figura 53), com um aumento considerável da pecuária extensiva que, geralmente, ocorre sem a devida orientação técnica, com a utilização de animais em quantidades superiores à capacidade de suporte do terreno, causando assim compactação dos solos e, conseqüentemente, aumento da degradação nestas áreas.



Figura 53 - Vista parcial de área ocupada com pastagens próximas as nascentes
Crédito: Autor. Data: 22/11/2013

5.7 ANÁLISE DO PERFIL SOCIOECONÔMICO DA POPULAÇÃO DO ENTORNO DA BACIA HIDRÁULICA DO AÇUDE BODOCONGÓ

Uma análise das vulnerabilidades jamais poderá prescindir de um olhar sobre o perfil socioeconômico da comunidade residente na área pesquisada, observou-se, pois, que a população, com menor poder aquisitivo, normalmente são aquelas que apresentam um menor índice de mobilização social, habitam em áreas que possuem menores índices de atendimento por parte do poder público com infraestruturas mais precárias.

Assim, a vulnerabilidade social a que estão expostas as populações que vivem na periferia dos grandes centros urbanos, geralmente, está correlacionada ao baixo poder aquisitivo que as obriga a habitar os lugares mais íngremes que tem contribuído, fortemente, à exposição de situações de riscos tais como: os deslizamentos, enchentes, inundações, entre outros e, sobretudo, por não terem acesso aos serviços públicos a que, constitucionalmente, teriam direito, como saneamento básico, educação, segurança, saúde, coleta de lixo, ruas pavimentadas, entre outras.

5.7.1 Os indicadores econômicos e sociais do município de Campina Grande e do entorno da bacia hidráulica do açude Bodocongó

5.7.1.1 Perfil das famílias segundo o estrato de renda familiar

Os dados apontam que a renda familiar da população que vive no entorno da bacia hidráulica do açude Bodocongó é muito baixa, com predominância das famílias que têm renda, em torno, de 1 a 2 salários mínimos e o número de pessoas na família é variável de 02 a 06 pessoas (Figura 54), o que se pode observar que a renda per capita, bastante baixa, não permite que as famílias planejem outras ações que não apenas a sobrevivência, entre outras necessidades inerentes ao ser humano. Atividades tais como lazer e cultura são aspirações impossíveis de serem alcançadas.

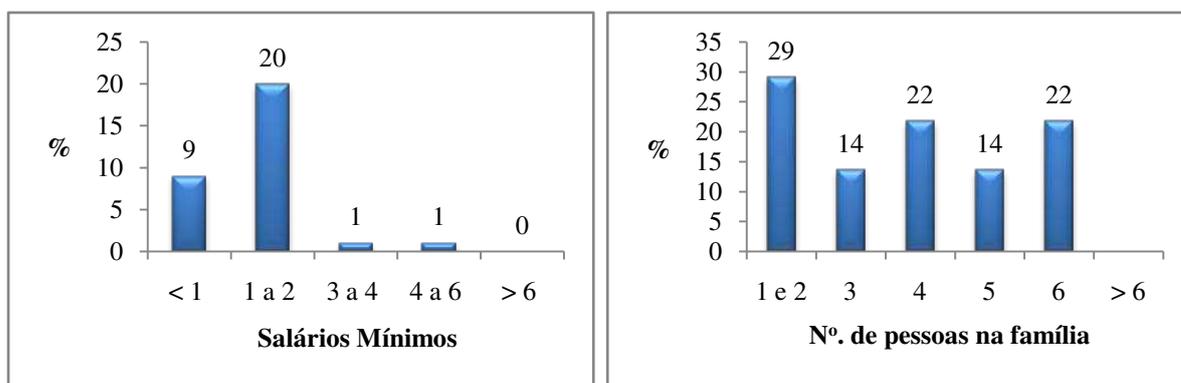


Figura 54 - Renda familiar mensal e nº. de pessoas na família no entorno do açude Bodocongó

De acordo com dados do PNUD (2013), ocorreu um aumento na renda per capita média de Campina Grande de 108,06% nas últimas duas décadas, sendo considerada que a extrema pobreza (medida pela proporção de pessoas com renda domiciliar per capita inferior a R\$ 70,00, em reais de agosto de 2010) passou de 20,36%, em 1991, para 12,07%, em 2000, e 5,02% em 2010. A análise do Índice de Gini revela que ocorreu uma diminuição na desigualdade, assim, o Índice de Gini passou de 0,61 para 0,62 em 2000 e para 0,58 em 2010 (Tabela 23).

Tabela 23 - Renda, Pobreza e Desigualdade - Campina Grande - PB

Renda, pobreza e Desigualdade	Anos		
	1991	2000	2010
Renda per capita	302,81	449,24	630,03
% de extremamente pobres	20,36	12,07	5,02
% de pobres	49,51	33,44	16,34
Índice de Gini	0,61	0,62	0,58

Fonte: PNUD. Atlas de Desenvolvimento Humano do Brasil (2013)

Dados do MDS (2014) indicam que, no município de Campina Grande, o maior percentual da população que se encontra na extrema pobreza é observado na área rural correspondendo a 16,7%, o percentual da área urbana é de 6,4%, ocorrendo a mesma situação para o Estado da Paraíba que apresenta um percentual de 30,6% (Figura 55).

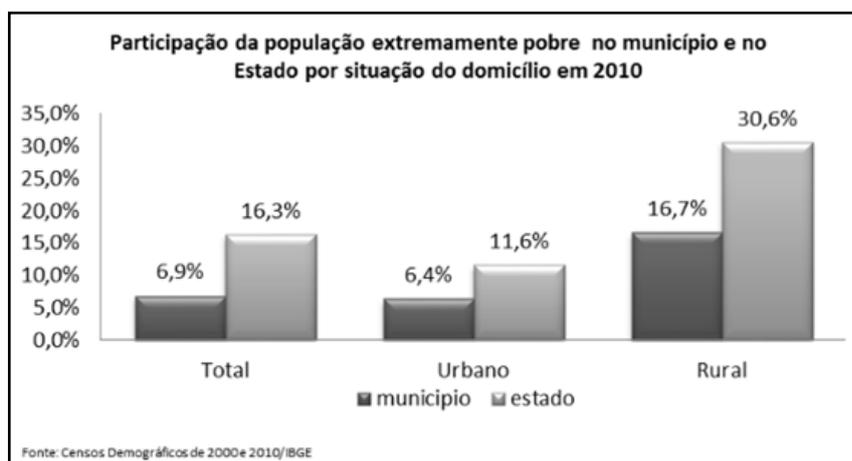


Figura 55 - Percentual da população que vive na extrema pobreza no município de Campina Grande e no Estado da Paraíba
Fonte: MDS (2013)

Segundo dados da ODM - Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (2014), no município de Campina Grande, no ano 2000, havia 34,0% da população vivendo com renda per capita inferior a R\$ 140,00, sendo que, no ano 2000, este percentual foi reduzido para 17,0%. Os dados indicam que 64.476 pessoas vivem na condição de pobreza. No ano 2000, as pessoas que viviam acima da linha da pobreza representava 65,9%, em 2010, este percentual era de 83%. Quando se considera o percentual das pessoas que vivem entre a linha da indigência e pobreza em 2000 o percentual era de 20,6%, ocorrendo uma redução no ano de 2010 para 11,2% (Figura 56).

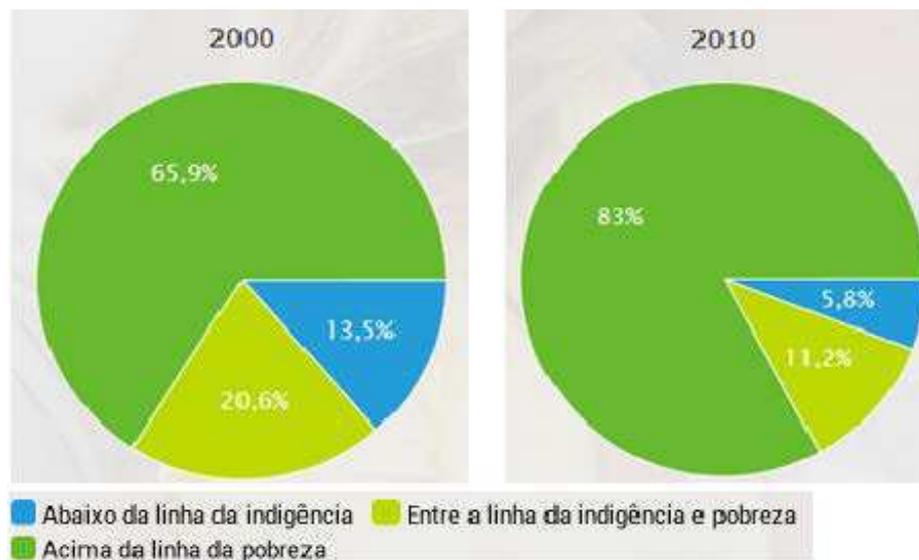


Figura 56 - Proporção de pessoas abaixo da linha da pobreza e indigência - 2000/2010 - Fonte: Adaptado de: Portal ODM (<http://www.relatoriosdinamicos.com.br/portaodm/1-acabar-com-a-fome-e-a-miseria/BRA002025050/campina-grande---pb>)

De conformidade com dados do IBGE (2010), em relação ao rendimento nominal domiciliar mensal no município de Campina Grande, apesar de apresentar uma melhora nos rendimentos das famílias, ainda é muito elevado o número de domicílios que se encontram situadas na faixa classificada como sem rendimentos. Considera-se que a concentração de renda é extrema, quando se relaciona aqueles que se situam na faixa de mais de 20 salários mínimos, enquanto a maior concentração se encontra na faixa de 1 a 2 salários mínimos e de 2 a 5 salários mínimos, o que se conclui que estas famílias que se encontram, no estrato inferior, necessitam de políticas públicas que lhes garantam um padrão de sobrevivência aceitável, tanto do ponto de vista social como econômico (Tabela 24).

Tabela 24 - Classes de rendimento nominal mensal domiciliar- Campina Grande-PB

Classes de rendimento nominal mensal domiciliar	Domicílios
Sem rendimento	3.138
Até ½ salários mínimos	5.110
1 a 2 salários mínimos	30.779
1/2 a 1 salários mínimos	21.919
Mais de 2 a 5 salários mínimos	32.633
Mais de 5 a 10 salários mínimos	11.270
10 a 20 salários mínimos	4.873
Mais de 20 salários mínimos	2.130
Valor do rendimento nominal médio mensal per capita dos domicílios particular permanente - rural	304,18 reais
Valor do rendimento nominal médio mensal per capita dos domicílios particular permanente - urbana	747,75 reais

Fonte: IBGE (2010).

5.7.1.2 Educação

Com relação ao nível de escolaridade das pessoas que habitam no entorno do açude Bodocongó, os resultados apontam para um nível muito baixo e, mesmo estando localizada entre duas instituições de ensino superior, segundo os entrevistados, nenhuma pessoa teve acesso ao ensino superior, assim, as informações obtidas indicam que a maioria das pessoas tem apenas até a 4ª. série do ensino fundamental (Figura 57).

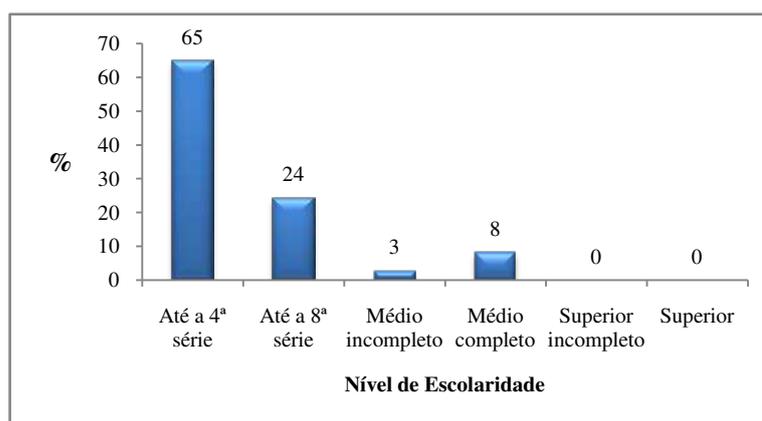


Figura 57 - Nível de escolaridade das famílias do entorno do açude Bodocongó

De acordo com a pesquisa realizada, 54% da população encontram-se na faixa etária até 30 anos com 22,3 % entre 30 e 50 anos e somente 23,4% acima de 50 anos. Apesar de

grande parte ser constituída por pessoas jovens, o índice de escolaridade é bastante baixo, com, aproximadamente, 65% da população pesquisada, tendo formação até somente a 4ª série do ensino fundamental, contrastando com o nível de escolaridade média da cidade de Campina Grande, cidade reconhecida como excelente polo de tecnologia com a presença de inúmeros cursos universitários.

Com um contingente tão expressivo de residentes na faixa de idade escolar, era esperado que a escolaridade média da comunidade estivesse em patamar superior ao encontrado, mas o grande problema está na faixa de idade entre 18 e 30 anos onde ocorre o maior índice de abandono dos estudos. Enquanto são menores de idade, em virtude dos programas sociais implementados pelo governo federal (bolsa família), há ainda a preocupação dos pais em manter os filhos frequentando as escolas, ao atingir a idade adulta o abandono aos estudos é efetivado.

A taxa de analfabetismo das pessoas de 10 anos ou mais de idade no município de Campina Grande, Paraíba, referente ao ano de 2010, era de 10,9%. Observa-se que, na área urbana, a taxa era de 10,3%, enquanto, na área rural, este número cresce, de forma acentuada, com percentual de 23,2%. Importante observar que, apesar dos programas sociais, para manter os alunos na escola, a taxa de analfabetismo, entre os adolescentes, com idade entre 10 e 14 anos era de 3,9%. De conformidade com dados da ODM (2014), no município de Campina Grande, a taxa de frequência líquida (fornece percentual da população por faixa etária que frequente escola, considerando o grau de ensino da matrícula) para o ensino fundamental, o índice foi de 75,5% em 1991, 89,3% em 2000 e de 82,8% em 2010, verificando-se aí uma diminuição do crescimento neste período. Entretanto, quando se observa a taxa de frequência líquida para o ensino médio, em 2001 esta era de 13,7%, em 2000 de 28,1%, ocorrendo um aumento, em 2010, para 45,4%, assim, observa-se que, nas últimas décadas, ocorreu uma melhora na frequência de jovens de 15 a 17 anos no ensino médio (Figura 58).

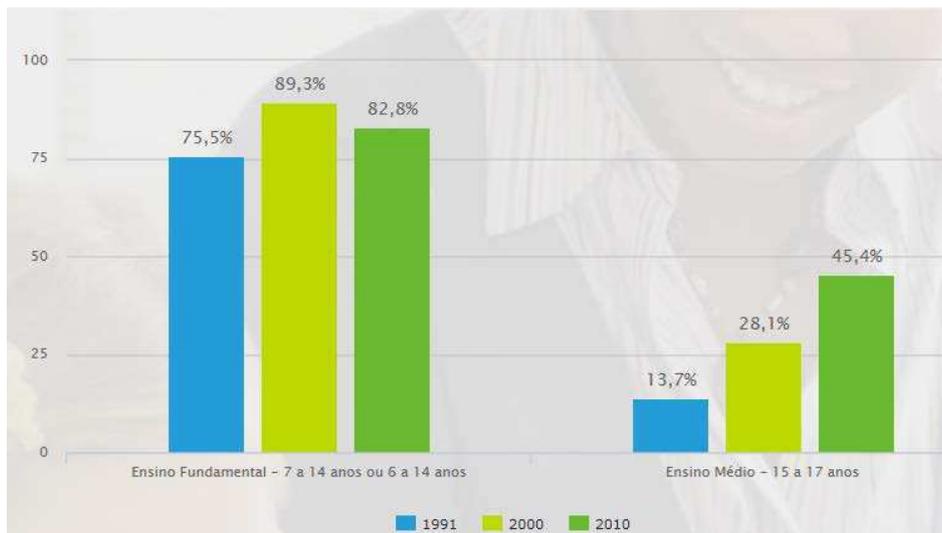


Figura 58 - Taxa de frequência líquida no ensino fundamental e médio - 1991/2000/2010

Fonte: Adaptado de: Portal ODM (2014)

Referindo-se à taxa de conclusão do ensino fundamental, entre jovens de 15 a 17 anos, os resultados apontam que, em 1991, era de 15,9%, ocorrendo uma melhora em 2010 que apresentou um percentual de 51,6%. Com relação ao ensino médio, entre os jovens de 18 a 24 anos, este percentual representava, em 1991, apenas 20,8% no ano de 2010 este valor aumenta para 50,9%. O percentual de alfabetização de jovens e adolescentes entre 15 e 24 anos, em 2010, era de 97,4% (Figura 59).



Figura 59 - Taxa de conclusão no ensino fundamental e médio - 1991/2000/2010

Fonte: Adaptado de: Portal ODM (2014)

Outro dado importante relatado pelo ODM é que, em 2013, entre os alunos do ensino fundamental, a defasagem entre os alunos que atingem o ensino médio foi de 31,8%, onde 18,3% se encontravam com idade superior à recomendada nos anos iniciais e 35,6% nos anos finais (Figura 60).



Figura 60 - Distorção idade-série no ensino fundamental e médio - 1999/2006/2013

Fonte: Adaptado de: Portal ODM (2014)

Um dado preocupante, observado, durante o trabalho de campo, diz respeito às escolas desativadas e abandonadas na zona rural (Figura 61), sendo a fase inicial de estudos transferidas para a zona urbana sem o adequado transporte escolar para a condução das crianças. Entretanto, observa-se que em, uma das escolas, existia a seguinte frase: “RECONSTRUÇÃO E MORALIDADE”, com certeza a população exigindo os seus direitos de cidadania, principalmente, no que se refere a escolas bem estruturadas e reformadas por parte do poder municipal. A segunda escola apresentada fica nas proximidades do aterro sanitário.



Figura 61 - Escolas abandonadas no município de Puxinanã-PB
Crédito: Autor. Data: 22/11/2013.

Os dados indicam que a maior parte da população do município de Campina Grande se concentra entre as pessoas sem instrução e com fundamental incompleto, correspondendo a 157.389 pessoas, sendo este número em maior proporção de ocorrência de pessoas da cor parda. Importante observar, quando se relacionam à cor, às pessoas com nível superior completo e aos níveis fundamental e médio, este número deixa muito a desejar, apenas 814 pessoas conseguiram obter o grau de instrução superior, assim, estes dados pode expressar um elevado nível de discriminação racial quando se observa o diferencial com relação à escolaridade entre brancos, negros e pessoas indígenas (Tabela 25).

Tabela 25 - Pessoas de 10 anos ou mais de idade que frequentaram os níveis de ensino fundamental e médio - Campina Grande-PB

Níveis de Ensino	Cor					Total
	Amarela	Branca	Indígena	Parda	Preta	
	Pessoas					
Fundamental completo e médio incompleto	642	22.258	87	27.194	3.224	53.405
Médio completo e superior incompleto	1.353	41.484	111	38.522	3.962	85.431
Sem instrução e fundamental incompleto	1.662	57.526	252	86.747	11.193	157.389
Superior completo	347	18.122	19	10.522	814	29.824

Fonte: IBGE (2010)

Desta forma, os dados publicados pelo IBGE (2010) apontam que o percentual de pessoas na faixa etária de 18 a 24 anos, sem instrução, ou com ensino fundamental incompleto, do sexo feminino, representava 21,0% e do sexo masculino 30,5%, com relação ao ensino fundamental completo e médio incompleto este percentual era de 21,9% e 24,0%, respectivamente, para o sexo feminino e masculino, com relação ao ensino médio completo e superior incompleto, este percentual aumenta de 52,6% feminino e 42,6% para o masculino, enquanto o nível superior completo representa apenas 4,0% do sexo feminino e 2,4% masculino.

Com relação às pessoas que frequentavam curso de doutorado este número fica mais reduzido, apenas 54 pessoas frequentam curso de doutorado em escola particular e 444 pessoas em escola pública, totalizando um pequeno universo de 498 pessoas (IBGE, 2010).

5.7.1.3 Condições de moradias

As condições de moradias, no entorno do açude Bodocongó, identificadas foram de alvenarias em mau (m) e bom (b) estado de conservação, não sendo encontradas habitações do tipo casas de taipa. A maior parte das pessoas entrevistadas indicou possuir casas próprias (Figura 62).

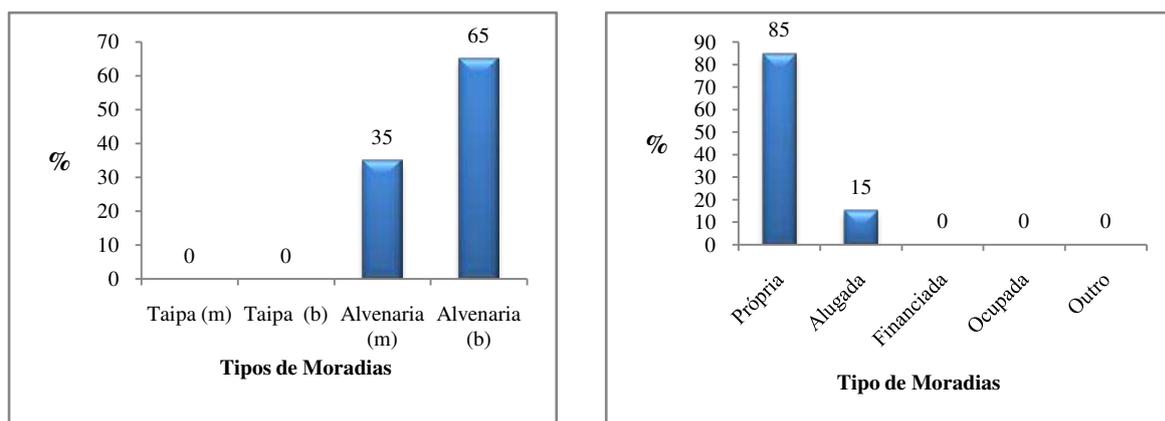


Figura 62 - Tipos de habitações do entorno do açude Bodocongó

Os resultados apresentados pelo Portal ODM apontam que, no ano de 2010, havia 29.039 moradores vivendo em favelas e similares, sendo que os que tinham acesso ao direito de propriedade (própria ou alugada) atingiram 94,5% (Figura 63).

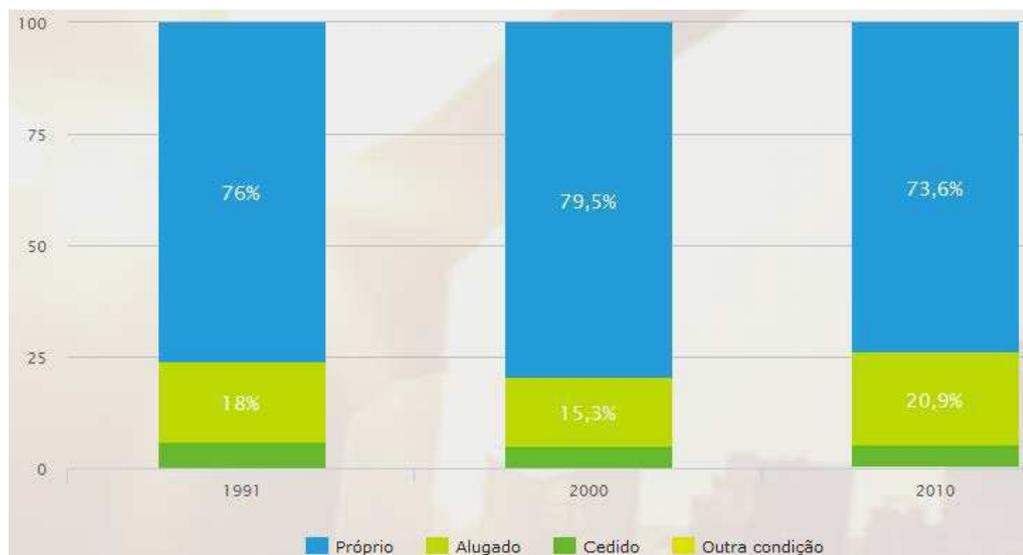


Figura 63 - Proporção de moradores urbanos segundo a condição de ocupação - 1991/2000/2010

Fonte: Adaptado de: Portal ODM (2014)

A pesquisa aponta que o maior percentual das habitações, no entorno do açude Bodocongó, possui o piso de cimento e cerâmica e a cobertura é de telha de cerâmica (Figura 64).

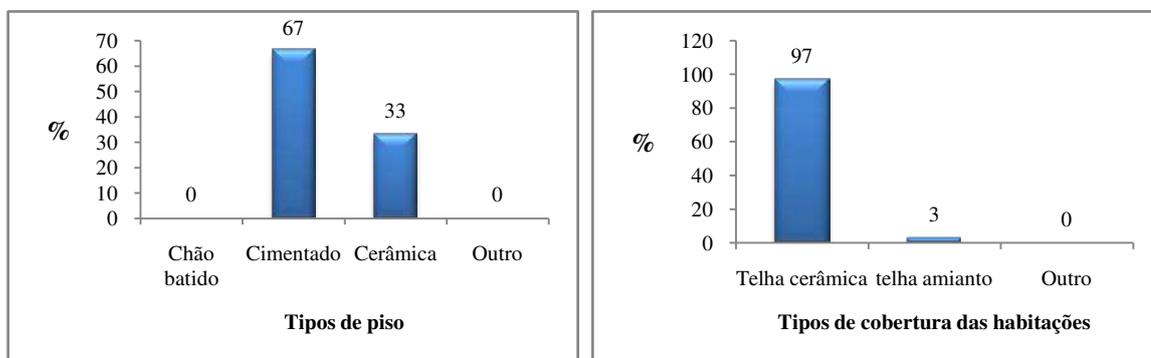


Figura 64 - Tipos de piso e coberturas das residências do entorno do açude Bodocongó

A ocupação do espaço urbano tem seguido uma lógica mercantilista, influenciada pelo grande poder da mídia capitalista que apregoa "você vale pelo que tem e não pelo que é" fazendo com que as pessoas sejam, cada vez, mais reduzidas a objetos, sendo despersonalizadas ficando à mercê da especulação imobiliária. Podem-se constatar os efeitos da tal especulação imobiliária onde a comunidade existente às margens do açude Bodocongó encontra-se espremida entre um enorme condomínio e o espelho d'água do açude com suas águas fétidas e, altamente, contaminadas que coloca em risco a saúde da população (Figura 65).



Figura 65 - Vila dos Teimosos. Aspecto geral da expansão urbana ocorrida às margens do açude Bodocongó

Crédito: Autor. Data: 22/11/2013

Um fato bastante peculiar é que o percentual de moradores, com mais de quinze anos, residindo no local (Figura 66), ultrapassa os 80%, mostrando que, apesar do longo tempo, residindo nas proximidades do açude Bodocongó, a pesquisa tem demonstrado que apenas

uma pequena parcela tem se apropriado do açude, ou seja, o sentimento de pertencimento dos moradores, com o local onde habitam, inexistente. De certa forma os habitantes desconhecem o potencial ambiental que o açude poderia representar em suas vidas. Para alguns este sentimento de posse existe, porém de forma distorcida.

Às margens do açude, existem partes já assoreadas que foram cobertas por pastagens, servindo para a criação de animais em uma área sem as condições sanitárias adequadas para tal atividade. Quando indagado sobre a criação de animais, um morador respondeu ser o “proprietário” de uma parte das margens do açude assoreada que estava cercada e sendo explorada.

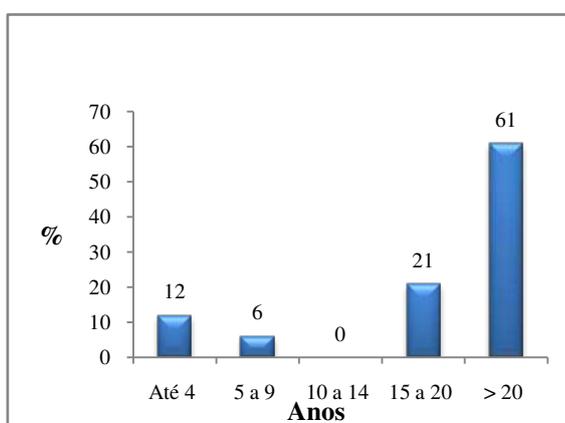


Figura 66 - Tempo de moradia das famílias que habitam no entorno do açude Bodocongó - Crédito: Autor. Data: 22/11/2013.

Outro aspecto observado, durante o trabalho de campo, diz respeito ao número de casas abandonadas, identificadas na zona rural, na área de estudo (Figura 67), principalmente, nas proximidades do aterro sanitário em Puxinanã. Esta tendência está relacionada também ao aumento da violência que vem ocorrendo nos últimos anos na região, assim relatou o Sr. João Matias, morador do município de Montadas: *“A violência está imperando no município. A justiça não consegue impedir a expansão da violência, as leis não são aplicadas e a população está exposta. Destaca também que os Programas Sociais têm facilitado para as pessoas que não tem emprego”*. As casas abandonadas são de alvenaria que, na época, estavam em bom estado de conservação.



Figura 67 - Casas abandonadas na área de bacia hidráulica do açude Bodocongó
Crédito: Autor. Data: 22/11/2013

5.7.1.4 Existência de alguns bens duráveis

Os resultados da pesquisa indicam que os bens duráveis mais representativos das famílias, residentes, no entorno do açude Bodocongó, relaciona-se à geladeira, televisão e rádio, seguidos praticamente, no mesmo percentual, pela presença de antena parabólica, computador e internet em menor proporção (Figura 68).

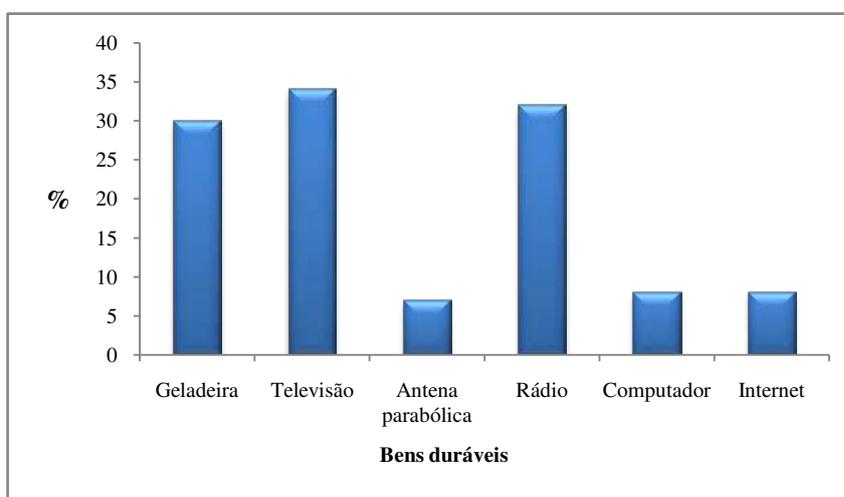


Figura 68 - Bens duráveis presentes nas residências das famílias que habitam no entorno do açude Bodocongó

Dados do IBGE (2010) também confirmam esta proporção de bens duráveis para o município de Campina Grande, onde se destaca a presença de televisão, geladeira, rádio e a posse de telefone celular, tanto na área urbana, como rural. Na zona rural, a presença de motocicletas é um número a se considerar, atividade que antes era realizada por animais foi substituída por esta forma de veículo (Tabela 26).

Tabela 26 - Domicílios particulares permanentes com existência de alguns bens duráveis

Bens duráveis	Zona Urbana	Zona Rural
Automóvel para uso particular	36.453	641
Geladeira	103.194	4.268
Máquina de lavar roupa	35.562	473
Microcomputador	43.132	335
Microcomputador - com acesso à internet	35.453	158
Motocicleta para uso particular	24.747	1.654
Rádio	92.692	4.000
Telefone celular	98.666	3.631
Telefone fixo	34.273	329
Televisão	109.764	4.703

Fonte: IBGE (2010)

5.7.1.5 Destino do Lixo

Não muito diferente do que acontece, na maioria nas cidades brasileiras, o município de Campina Grande apresenta um grave problema em relação à adequada disposição de seus resíduos sólidos.

Nos últimos anos, ocorreu um aumento considerável da população no entorno da bacia hidráulica do açude Bodocongó, principalmente com a construção de vários empreendimentos imobiliários, o que tem acarretado o aumento da geração de resíduos sólidos e, conseqüentemente, a necessidade de seu gerenciamento com relação ao destino final, o aterro sanitário, localizado no município de Puxinanã-PB, cujos resíduos, durante o transporte feito por caminhões abertos, caem às margens da estrada e são deixados no local em sacos fechados. Neste local, observou-se um córrego que faz parte da bacia hidráulica com resíduos acumulados, acarretando graves prejuízos ao meio ambiente (Figura 69).



Figura 69 - A) Aterro Sanitário localizado no município de Puxinanã-PB. B) Restos de resíduos sólidos deixados às margens da estrada que dá acesso ao aterro
 Crédito: Autor. Data: 22/11/2013

Os dados apontam que, no ano de 2010, em torno de 97,6% dos moradores urbanos de Campina Grande, contavam com o serviço de coleta de resíduos, sendo o maior percentual coletado, recolhido por serviço de limpeza e outra parte coletado em caçamba de serviço de limpeza. Entretanto outro percentual dos resíduos tem destinação irregular, sendo jogados em terrenos baldios ou logradouros, uma prática muito comum na cidade, queimado, jogados em rios ou lagos (Figura 70).

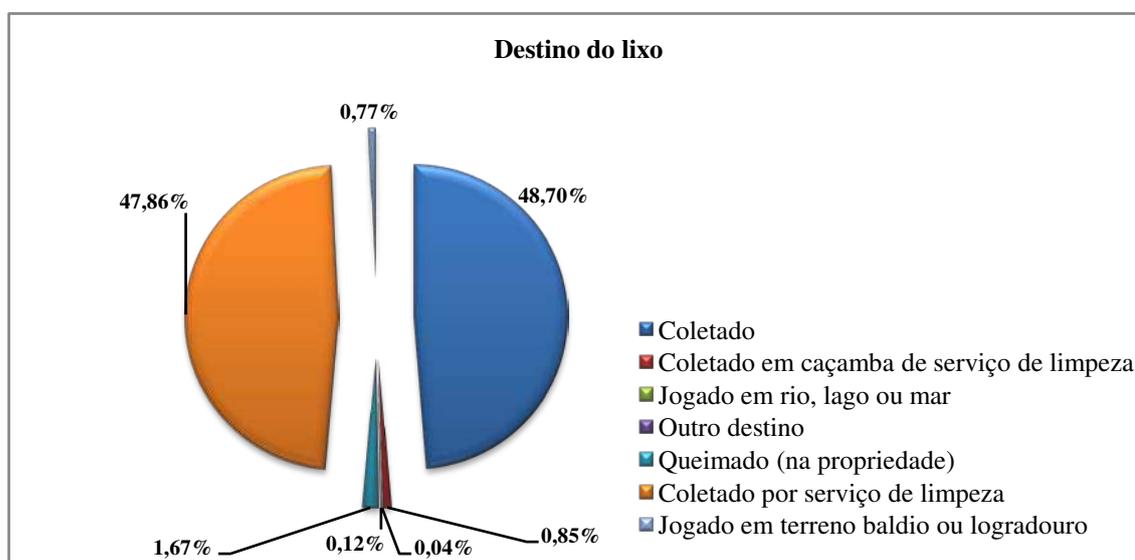


Figura 70 - Destino do lixo no município de Campina Grande-PB
 Fonte: IBGE (2010).

Em diversos pontos da bacia hidráulica do açude Bodocongó, foi observado que, na zona rural, algumas famílias depositam o lixo a céu aberto ou queimam na propriedade (Figura 71).



Figura 71 - Lixo jogado a céu aberto e lixo queimado na zona rural dentro da bacia hidrográfica do açude Bodocongó

Crédito: Autor. Data: 22/11/2013

5.7.1.6 Formas de abastecimento de água e saneamento básico

Os dados indicam que 109.343 famílias, no município de Campina Grande, estão ligadas à rede geral de abastecimento de água e 565 utilizam cisternas para armazenamento de água da chuva, existindo ainda famílias, sendo abastecidas por carro-pipa (Tabela 27).

Tabela 27 - Formas de abastecimento de água

Formas de abastecimento de água	Domicílios
Água da chuva armazenada de outra forma	83
Água da chuva armazenada em cisterna	565
Carro-pipa	397
Outra forma de abastecimento	984
Poço ou nascente fora da propriedade	141
Poço ou nascente na propriedade	123
Abastecimento de água - Rede geral	109.343
Rio, açude, lago ou igarapé	216

Fonte: IBGE (2010)

Durante o percurso de campo, observou-se que a maioria das residências, na área da bacia hidráulica do açude Bodocongó, dispõe de cisterna para armazenamento de água e outras fazem o transporte de água através de animais, inclusive esta atividade estava sendo realizada por crianças, sendo esta forma de transporte identificada nas proximidades da Vila Catirina, que não tem água encanada, entretanto a maioria das casas possui cisternas. No município de Montadas foi observada a presença de poço ou nascente de água (Figura 72).



Figura 72 - Algumas das formas de abastecimento de água na bacia hidráulica do açude Bodocongó
Crédito: Autor. Data: 22/11/2013

Com relação aos serviços públicos básicos que a população do entorno de Campina Grande recebe deixam muito a desejar, os índices são alarmantes e muito baixos, segundo dados do IBGE (2010), o esgoto a céu aberto ainda é uma realidade muito comum, pois existem 12.580 domicílios com esgoto a céu aberto, 1.562 domicílios sem energia elétrica e 10.955 domicílios com lixo acumulado nos logradouros (Tabela 28).

Tabela 28 - Características Urbanísticas do Entorno dos domicílios - Campina Grande-PB

Domicílios particulares permanentes em áreas urbanas com ordenamento regular, por forma de abastecimento de água e existência e características do entorno - Rede geral de distribuição

Esgoto a céu aberto			Iluminação pública			Lixo acumulado nos logradouros		
Existe	Não existe	Sem declaração	Existe	Não existe	Sem declaração	Existe	Não existe	Sem declaração
12.580	92.592	308	103.610	1.562	308	10.955	94.217	308

Fonte: IBGE (2010)

No caso da bacia hidráulica do açude Bodocongó, a situação é preocupante e tem sido chamada a atenção por diversos segmentos da população, pois, há diversos anos para o equacionamento do problema de esgotos que vem do bairro do Jeremias e outros adjacentes e de outra rede que lança os esgotos do condomínio Dona Lindú, diretamente, nas águas do açude que atravessa parte do bairro denominado “Vila dos Teimosos”, nome através do qual a comunidade é conhecida, denotando o desprezo que lhes é dispensado, pois é como se

teimassem em morar em condições tão desfavoráveis. Pelo contrário, vivem naquelas condições por não terem opção de morar em lugares mais seguros e saudáveis. Um nome que, a princípio, parece engraçado ou jocoso acaba por tornar-se num estigma social que marca, profundamente, a todos os membros da comunidade ali residente.

A vulnerabilidade social desta comunidade é algo que não pode ser contestado e que demonstra a necessidade urgente do desenvolvimento de uma política séria por parte do poder público de modo a iniciar um processo de educação ambiental não só na comunidade pesquisada, mas em todas as comunidades periféricas de Campina Grande.

5.8 ANÁLISE DA PERCEPÇÃO AMBIENTAL DA COMUNIDADE RESIDENTE NO ENTORNO DO AÇUDE BODOCONGÓ

Os resultados da pesquisa realizada através da aplicação dos questionários, sobre a percepção ambiental da população que habita no entorno da bacia hidráulica do açude Bodocongó, apresenta-se em forma de gráficos, para que se tenha um melhor entendimento dos problemas que vêm ocorrendo, ao longo de décadas, nesta área e para que possa ser mais bem visualizado.

Os resultados indicam que 75,8 % dos entrevistados afirmam ter conhecimento do que seja o meio ambiente, percentual que fica acima dos 90%, quando arguidos se existem problemas ambientais e tem preocupação com os mesmos. Muito embora não saibam conceituar meio ambiente, é natural que a informação atualmente, muito disseminada, nos meios de comunicação, sobre os diversos problemas ambientais que atingem os grandes centros urbanos, faça com que as pessoas se sintam preocupadas com as questões que envolvem a degradação do meio em que habitam e se considerem capazes de identificar situações de riscos ambientais ou pelo menos se mostrem acessíveis a este tipo de abordagem (Figura 73).

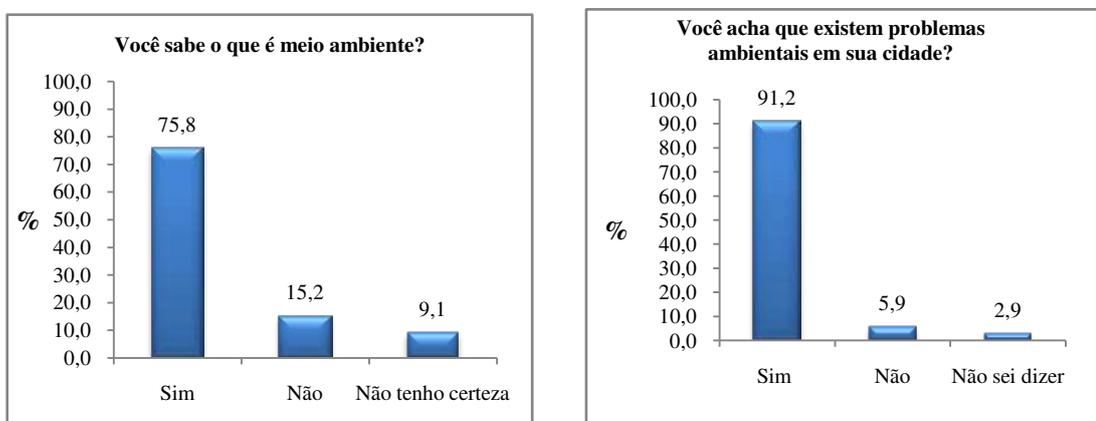


Figura 73 - Percentual de respostas apresentadas pelos moradores com relação ao meio ambiente.

Em contato com a comunidade, percebe-se que, mesmo sem fazer referência ao termo meio ambiente, há, nas pessoas, um sentimento de que alguma coisa não está correta, por exemplo, com a falta de saneamento básico na região do entorno do açude, inclusive associando este problema com a incidência de doenças principalmente nas crianças, apontados como os problemas mais urgentes a serem equacionados. Uma questão que pode ser identificada, quando 94,1% das pessoas entrevistadas afirmaram que se preocupam com temas que se relacionam ao meio ambiente e que estes fazem parte de seu cotidiano e 5,9% afirmaram ser indiferentes, sendo estas informações obtidas geralmente através da televisão (94,3%) e rádio (20%) em menor proporção (Figura 74).

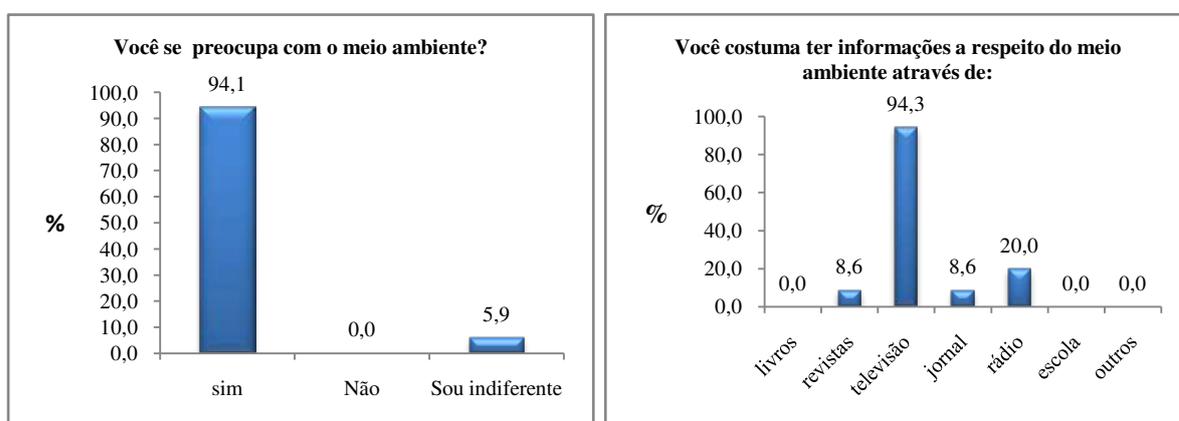


Figura 74 - Percentual das respostas da população do entorno do açude Bodocongô sobre meio ambiente.

Tendo em vista o baixo nível de escolaridade da população objeto da pesquisa, é bastante coerente quando o veículo de informação mais utilizado seja a televisão, que ocupa um grande espaço informativo na vida das pessoas, muito embora deva ser citado que os programas institucionais de caráter público ou privado que abordam o problema ambiental ocorrem em horários em que, normalmente, as pessoas estão trabalhando ou os mais jovens, na escola.

Quando questionados a respeito de outros modos de agressão ao meio ambiente ou mesmo de degradação ambiental grave, os membros da comunidade não têm, ao certo, uma conceituação dos fatos que reconhecem que existem, mas que fogem ao seu entendimento.

Embora o tema desmatamento não seja algo novo, os entrevistados demonstram total desconhecimento a respeito do assunto, refletindo não só a falta de informação, mas principalmente uma total alienação social, seguindo um padrão na sociedade atual onde os temas não mais são discutidos em comunidade, onde cada um procura viver seus próprios valores, sendo influenciados por uma mídia cada vez mais alienante e consumista. A

ocorrência do desmatamento, na bacia hidráulica do açude Bodocongó, tem desencadeado inúmeros problemas refletidos, por exemplo, no assoreamento do reservatório, gerados pelas erosões que surgem em função das atividades econômicas desenvolvidas ao longo de toda a bacia, sem observância as leis ambientais, causando enormes danos ao meio ambiente. Assim, um percentual de 97% das pessoas entrevistadas afirmou ter conhecimento das áreas desmatadas na cidade e 53,13% não entendem a existência das áreas desmatadas (Figura 75).

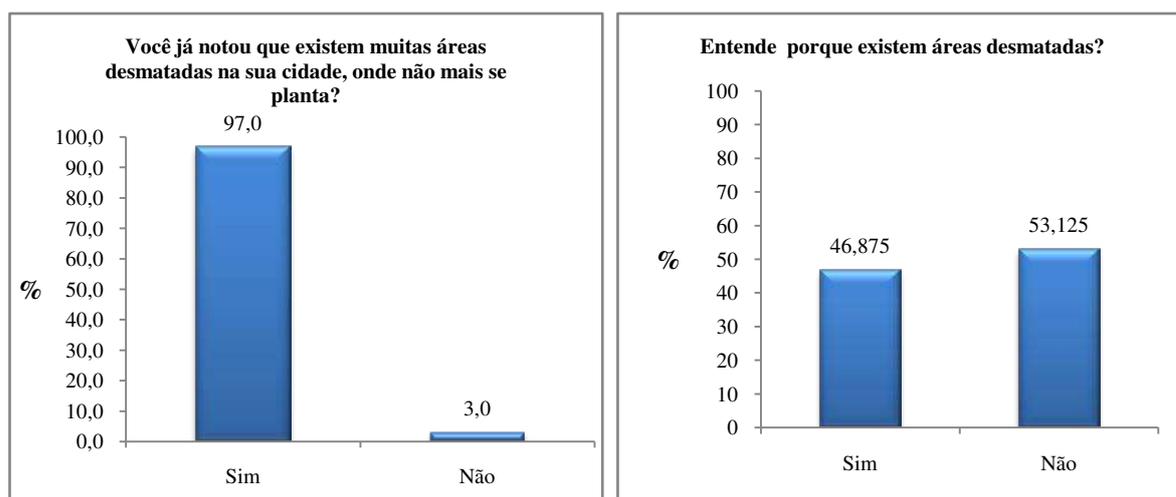


Figura 75 - Percepção dos entrevistados quanto à questão do desmatamento na área da bacia hidráulica do açude Bodocongó

Nota-se que, mesmo com o sentimento de que o poder público deve ser o responsável pela solução dos problemas ambientais, há também a compreensão de que os demais atores sociais têm, conjuntamente, responsabilidades, para o enfrentamento de tais situações.

Embora os moradores considerem que os problemas ambientais são provocados pela própria comunidade e tenham a percepção que tais problemas estão ocorrendo, a maioria atribui a responsabilidade ao poder público municipal, em primeiro lugar, associado à ação da comunidade à solução dos mesmos. 40% das pessoas considera que a própria população tem responsabilidades sobre as questões ambientais que são compartilhadas com o poder público e, para resolver os eventuais problemas, a pesquisa aponta que 88,6% dos moradores acham que o governo seria o principal responsável pela solução das questões, envolvendo o meio ambiente com a aplicabilidade da lei; 48,6% afirmam que a própria comunidade possa ter uma solução para os problemas ambientais, em conjunto com as entidades e representantes da sociedade civil (Figura 76).

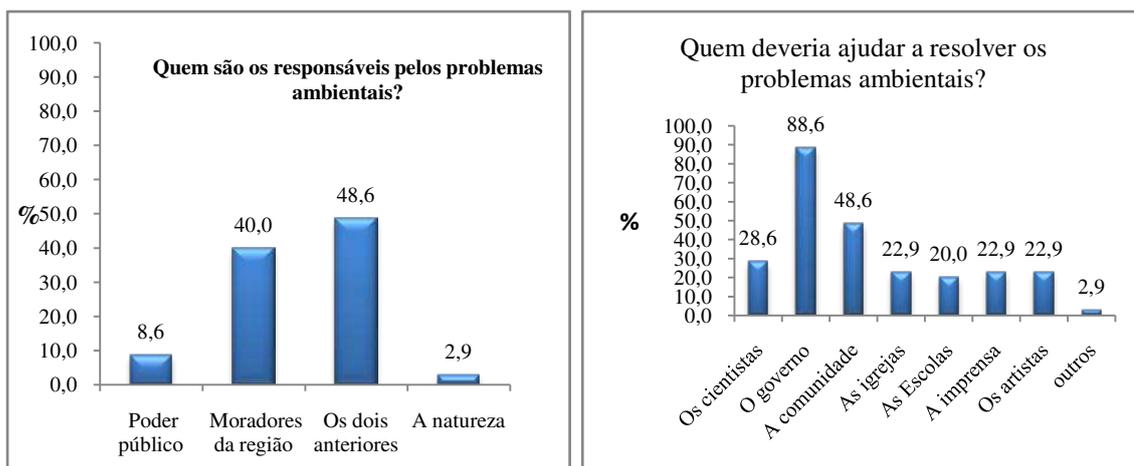


Figura 76 - Percepção dos moradores com relação à responsabilidade dos problemas ambientais

Esta predisposição em participar de alguma ação de melhoria do meio ambiente está corroborada com a intenção de 73,5% dos moradores em participarem de alguma forma ou ação que busque a melhora dos problemas ambientais, ou seja, há, entre os membros da comunidade, o desejo latente de que as coisas melhorem, alguns por perceberem a necessidade de melhores condições de salubridade para seus filhos, outros por questões culturais, pois aprenderam, quando crianças, a utilizar o açude e os riachos que contribuem na bacia em seu lazer e outros usos. Entretanto, pode-se perceber uma grande contradição, quando se procura estabelecer se algum dos entrevistados já havia denunciado ou notificado às autoridades competentes alguma vez sobre a ocorrência de problema ambiental na sua comunidade, quando 97% dos moradores afirmaram não terem feito denúncias sobre ocorrência de problemas ambientais ou poluição e um pequeno percentual de apenas 3,0% fez denúncia com relação à questão ambiental (Figura 77).

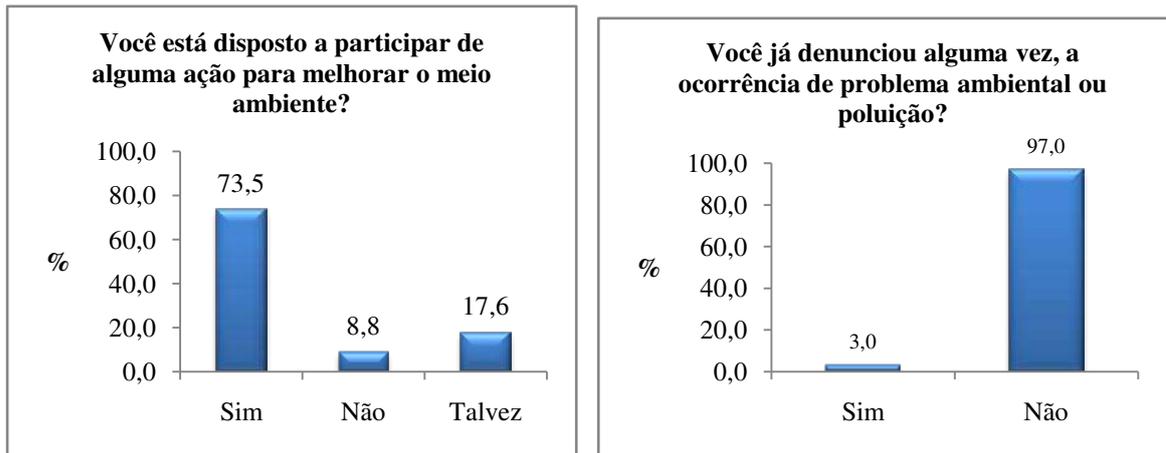


Figura 77 - Percentual de moradores que fizeram alguma vez denúncia sobre a ocorrência de problemas ambientais e se participam de ações para melhorar o meio ambiente.

No que diz respeito às componentes da vulnerabilidade no seu aspecto cultural e educacional, o resultado, apresentado pela pesquisa, demonstra, claramente, que, mesmo sem possuir uma consciência cidadã bem desenvolvida, a comunidade tem o sentimento de que alguma coisa deve ser feita no campo ambiental, a começar pela educação ambiental que deveria ser iniciada nas escolas, entretanto esta é tratada como um tema transversal. Os resultados apontam que 100% dos entrevistados afirmam que a educação ambiental, na escola, é de fundamental importância, porque visa formar uma consciência sobre a realidade do local onde vivem e assim melhorar a sua qualidade de vida sem agressões ao meio ambiente (Figura 78).

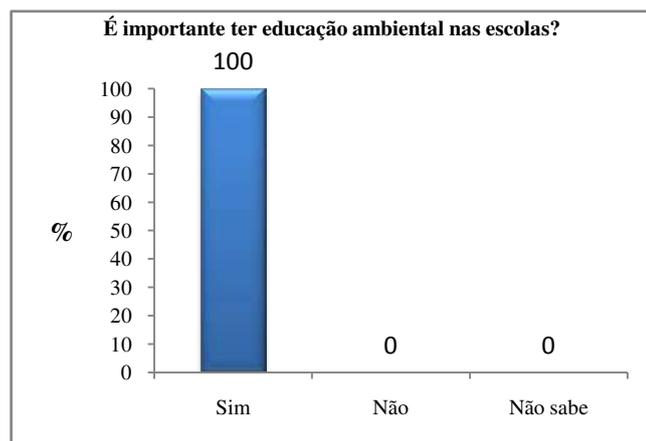


Figura 78 - Respostas relativas à importância da educação ambiental nas escolas

Muito embora a existência de organizações não governamentais não seja de forma alguma, algo novo, a grande maioria dos entrevistados desconhece o que seria ou sua atuação

frente aos problemas ambientais. A título de esclarecimento pode ser citada a existência em Campina Grande da Associação de Proteção Ambiental que, por mais de 15 anos, tem procurado mobilizar a sociedade campinense para a discussão e busca de soluções de problemas ambientais. Como exemplo da atuação desta associação, pode-se referir o projeto que tenta a reprodução em cativeiro de pássaros nativos (rolinha) e o controle da população de pardais. O fato preocupante é que, por mais de uma década, a referida associação esteve funcionando nas proximidades do açude Bodocongó, no terreno pertencente à Universidade Federal de Campina Grande, entretanto a comunidade não conseguiu associar a existência da associação com os problemas ambientais.

Desta forma, em torno de 70,6% dos entrevistados afirma não ter conhecimento de alguma ONG que desenvolva projetos e ações relativas à conservação da fauna e flora local e ainda mais grave é que 23,5% afirma não saber o significado da sigla ONG (Figura 79).

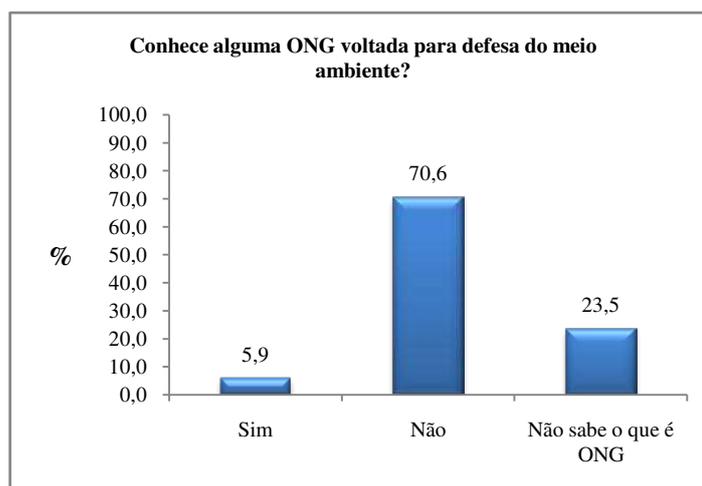


Figura 79 - Conhecimento dos moradores a respeito de ONG que trabalhe em defesa do meio ambiente.

Tal distanciamento dos problemas ambientais é bem retratado, quando abordados a respeito não só da flora, mas também da fauna local, assim, 54,5% dos entrevistados afirma não conhecer a existência de animais silvestre no município e 41,2% não sabe opinar sobre a extinção de animais silvestre (Figura 80).

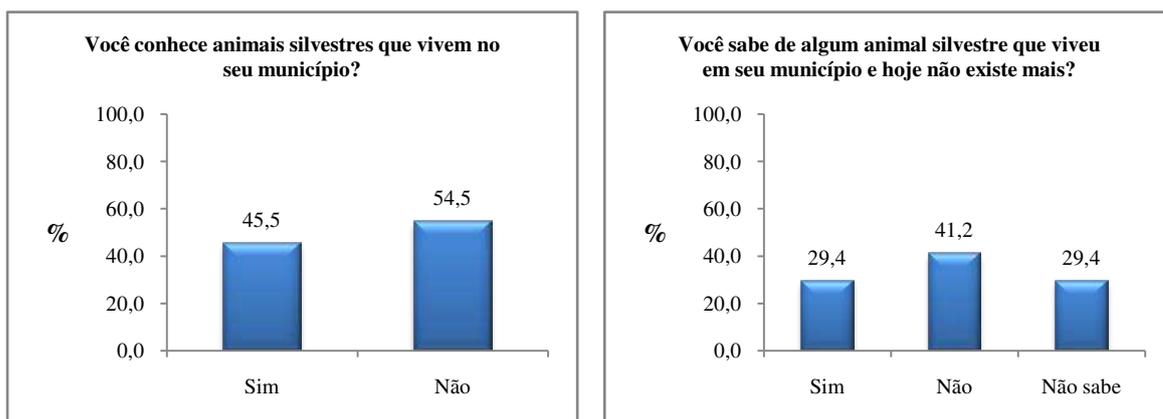


Figura 80 - Percentual de respostas dos moradores do entorno da bacia hidráulica do açude sobre a presença ou não de animais silvestre.

Mesmo tendo uma forte herança cultural do uso e da convivência com o bioma que compreende o açude Bodocongó e sua bacia, a grande maioria dos entrevistados afirma que não utiliza o açude para qualquer atividade (61,4%), sendo que 20,5% afirmam utilizar o açude para determinados fins e 2,6% utilizam para prática de pesca (Figura 81). Quando questionados do porque não utilizarem o açude, percebe-se que grande parte da população ali residente não tem ideia de pertencimento do açude, ou seja, não se veem como parte do ambiente, visto como algo abstrato, intocável, outros alegam falta de infraestrutura que estimule ou facilite o múltiplo uso do açude (Figura 81).

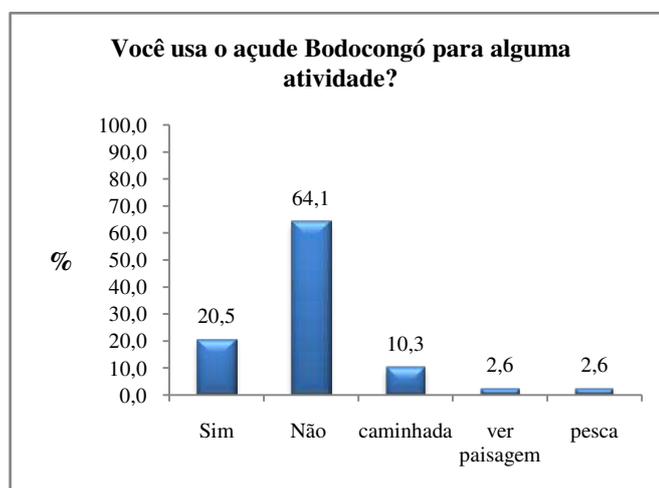


Figura 81 - Formas de utilização do açude Bodocongó pela comunidade do entorno

Nas visitas de campo, observou-se como umas das atividades de uso do açude pela comunidade é a pesca com duas finalidades: a primeira o consumo próprio de pescado e a segunda a comercialização do excedente obtido. A pesca é realizada, de forma sistemática,

por vários moradores do entorno do açude e de outros vindo dos bairros próximos tais como Bodocongó e Pedregal. Como já demonstrado por diversos trabalhos acadêmicos que a qualidade da água do açude é bastante contaminada, a atividade de pesca ali desenvolvida representa um sério risco de contaminação dos possíveis consumidores dos pescados, portanto um sério risco a saúde pública (Figura 82).



Figura 82 - Flagrante da atividade de pesca no açude Bodocongó
Crédito: Autor. Data: 22/11/2013.

Outra atividade econômica, também observada na visita de campo, nas margens do açude, em partes já assoreadas, é a criação de animais de pasto em uma área sem as condições sanitárias adequadas para tal atividade. Como pode ser visto, os animais alimentam-se dentro do açude que recebe efluentes de esgotos das Universidades Federal de Campina Grande, Estadual da Paraíba, Unidade de Medicina Legal, além de esgotos sanitários dos bairros do Jeremias, parte do bairro de Bodocongó e bairro do Araxá.

Percebe-se, através da constatação deste fato, o total descaso do poder público com o que ocorre nas comunidades periféricas do setor urbano. Se por um lado o empreendedorismo ali desenvolvido merece atenção e orientação para consolidar uma atividade que fortaleça a comunidade economicamente, por outro lado, sem haver controle sanitário e de origem dos animais, está sendo favorecida uma atividade ilegal que coloca em risco inclusive a saúde de quem porventura venha a consumir a carne dos animais vendidos sem a devida garantia de controle sanitário. Outro fato que chama a atenção é que, a revelia das autoridades, vem acontecendo, no local, uma "feira de gado" realizada uma vez por semana e há cerca de dois anos onde tem sido comercializado gado sem comprovação de origem e sem qualquer controle sanitário por parte do poder constituído (Figura 83).



Figura 83 - Feira informal de animais às margens do açude Bodocongó e atividades de criação de gado

Crédito: Autor. Data: 22/11/2013

Outro fator que coloca a população que habita às margens do açude em situação de vulnerabilidade e que é muito enfatizado pelos moradores ouvidos, de maneira informal ,durante a visita realizada, diz respeito à descarga dos esgotos da Universidade Federal de Campina Grande, da Universidade Estadual da Paraíba, o esgoto doméstico do condomínio Dona Lindú e de conjuntos do Programa Minha Casa Minha Vida que são lançados, diretamente, nas águas do açude, sem qualquer tratamento prévio (Figura 84).



Figura 84 - Lançamento de esgoto bruto de bairros próximos direcionado para o açude sem qualquer tratamento prévio

Crédito: Autor. Data: 22/11/2013

Outro tema abordado se relaciona a problemas de erosão causados pelo escoamento superficial após uma chuva, por exemplo, de intensidade média e que o carreamento desse material, arrastado pela erosão, através do riacho Bodocongó, tem provocado o assoreamento do açude e, em época de inverno, o transbordamento causa diversos danos materiais à comunidade que vive às margens do açude, principalmente a população da vila dos Teimosos. O conjunto de respostas demonstra que a maioria da população pesquisada percebe a ocorrência de anormalidades, quando do escoamento de água da chuva em taludes sem proteção vegetal (94,1%), embora não consiga associar este fato ao transporte de partículas do solo, achando que o prejuízo ao açude se dá somente com relação à sua coloração (76,5%). Não conseguem imaginar o carreamento de partículas como fator agressor e grande responsável pelo assoreamento da bacia do açude (Figura 85).

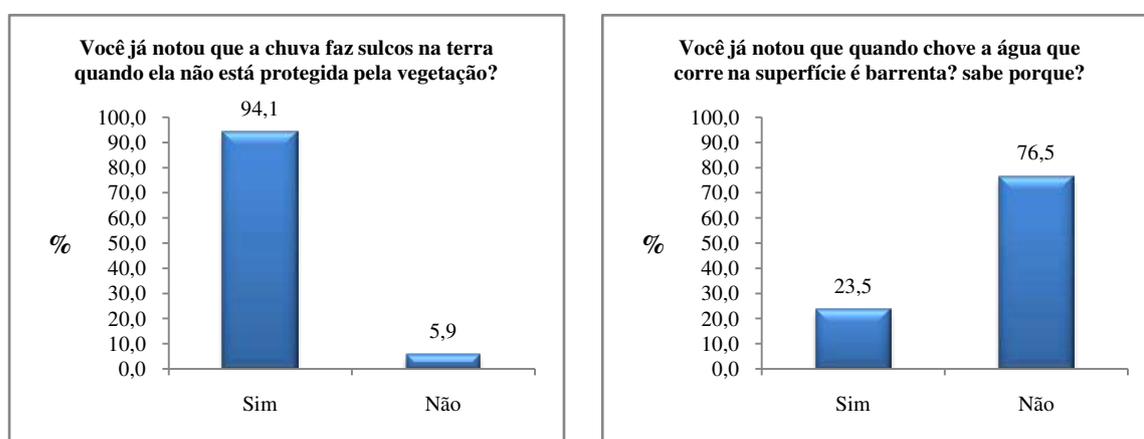


Figura 85 - Percepção dos moradores relacionada às águas pluviais

A desorganização social faz com que as pessoas que habitam, no entorno do açude Bodocongó, sintam-se incapazes de articular qualquer defesa do meio ambiente em uma clara demonstração de desconhecimento de que eles devem se constituir nos principais atores para a discussão das questões ambientais, articulando-se, para desencadear um movimento de pressão que leve ao poder público a necessidade de implementação de uma política ambiental que venha ao encontro do interesse da comunidade.

Um dos aspectos que deve ser considerado pelos responsáveis pelo planejamento e execução de políticas públicas no que diz respeito às questões ambientais é o despreparo das comunidades mais vulneráveis socialmente que vivem como se em um mundo paralelo, onde os problemas que envolvem o meio ambiente parecem ser apenas obras de ficção. Não há uma verdadeira consciência de que suas vidas são afetadas, diretamente, pelas agressões ambientais e, principalmente não há a consciência de que são um dos principais atores no processo que deve buscar a solução para a problemática.

Pelos resultados obtidos, durante a aplicação dos questionários estruturados, pode-se concluir que o índice de percepção ambiental da comunidade que habita, no entorno do açude Bodocongó, é bastante baixa, pois, embora consigam identificar uma ou outra situação em que ocorra risco ambiental, de um modo geral, não conseguem se enxergar como partícipes do problema, seja na condição de agentes cooperantes no processo de degradação, seja como elementos indispensáveis à discussão e enfrentamento para a solução dos problemas. A autoestima política e social dos membros da comunidade é de fato um dos principais fatores inibidores de suas ações de maneira mais eficaz e cidadã.

O que se pode concluir, portanto, é que apesar de Campina Grande contar com uma Secretaria de Serviços Urbanos e Meio Ambiente, inexistente por parte deste órgão uma política de educação ambiental que leve as informações pertinentes à população mais desassistida socialmente e que promova, na cidade, como um todo, campanhas de esclarecimento, como parte de uma política mais ampla de preservação ambiental.

*Ver o rio restaurado é um sonho ambientalista
Já posso antever a tela, pintada por um artista
Seu curso normalizado, é água pra todo lado
Ambiente renovado, coisa linda de ser vista.*

*(Trecho da poesia Rio Bodocongó).
Ademir Montes Ferreira (2013)*

6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

6.1 CONCLUSÕES

De acordo com os estudos realizados, pode-se concluir que:

A caracterização da rede de drenagem da bacia hidrográfica do açude Bodocongó apresenta textura média, aparecendo apenas algumas áreas de textura grossa próximo à bacia hidráulica do açude de Bodocongó, sendo, praticamente, toda drenagem, fortemente, assimétrica e de padrão dendrítico.

A análise da degradação ambiental na bacia hidráulica do açude Bodocongó, a partir das imagens Landsat, referente aos anos de 1989, 2007 e 2014, demonstra que o assoreamento do açude foi bastante significativo.

Houve considerável diminuição do espelho d'água do açude, sendo esta atribuída, principalmente, ao assoreamento de material, carreado através do arrastamento de partículas grosseiras, tendo em vista ser a maioria dos solos da área de textura arenosa.

A análise da cobertura vegetal, para o ano de 1989, indica que, nas áreas mais próximas às nascentes, houve grande desmatamento, com pouquíssimas áreas de vegetação remanescente, comprometendo as nascentes do rio Bodocongó. Quando esta comparação é feita com o ano de 2014 verifica-se que ocorreu um aumento do desmatamento, agravando ainda mais a degradação na bacia hidrográfica.

Constata-se, nas proximidades da bacia hidráulica do açude Bodocongó, a ocorrência de um pequeno aumento das áreas de solo exposto, principalmente, na preparação do terreno, para implantação de projetos imobiliários.

O aumento acelerado da expansão imobiliária, próximo ao açude, tem aumentado a pressão antrópica sobre a bacia hidráulica do mesmo.

A análise comparativa das classes de uso das terras entre os anos de 1989, 2007 e 2014, aponta que ocorreu uma diminuição de 1,90 km² para a classe de vegetação densa. Para

a classe de vegetação semidensa houve uma diminuição de 21,59 km². Para as áreas de vegetação rala o incremento foi de 10,93 km²; para as áreas, com predomínio de culturas agrícolas, houve diminuição de 8,19 km² e as áreas, com predomínio de pasto, aumentaram de 14,74 km², e ocorreu também um aumento das áreas de solo exposto de 6,17 km².

Identifica-se que as mudanças ocorridas, nos municípios de Montadas e Puxinanã, estão correlacionadas ao novo modelo de produção agroindustrial implantado na região.

A análise dos níveis de degradação das terras, entre os anos de 1989 e 2014, mostra redução nas áreas onde ocorreu níveis de degradação Baixa à Moderada Grave. Entretanto houve um aumento considerável para as áreas de nível de degradação grave de 6,75 km².

A retirada da mata ciliar, próximo às nascentes do rio Bodocongó, acelerou os danos ambientais na área adjacente, causando aumento nos sedimentos, transportados em períodos de chuvas.

A monocultura implantada, sem qualquer orientação técnica, não respeitando as curvas de nível do terreno, tem contribuído para a aceleração da degradação ambiental.

A pressão econômica exercida por empresa agropecuária de grande porte tem forçado o êxodo rural pela venda de pequenas propriedades, causando forte impacto na zona urbana pela chegada de pessoas sem atividade definida e sem domicílio.

A ausência de políticas públicas para o desenvolvimento das áreas rurais, nos municípios que fazem parte da bacia hidrográfica estudada, tem ocasionado o uso inadequado das terras, principalmente em áreas de encostas.

As atividades econômicas desenvolvidas, avicultura e em alguns setores de criação de gado para produção de leite, têm provocado uso exaustivo da terra sem respeitar os limites de produção do solo.

Devido ao tipo de atividade exercida, foi acelerado o processo de desmatamento, provocando o aparecimento de áreas de solo exposto de grande extensão, com grau de degradação grave, principalmente no município de Montadas.

A implantação de um aterro sanitário no município de Puxinanã tem causado sérios prejuízos ambientais no seu entorno, assim como a expulsão de moradores da zona rural para a zona urbana, fato que vem aumentar os problemas sociais no meio urbano.

Foi verificado, no local, que o aterro sanitário tem contribuído para o aumento da degradação ambiental nas proximidades da estrada de acesso ao aterro, não só pelo aumento do volume de tráfego, como também pela quantidade de resíduos sólidos que cai dos caminhões durante o transporte.

Foi constatado o abandono de várias propriedades rurais, motivado pela falta de opções econômicas e pela presença do grande capital que tem forçado o êxodo das famílias para a zona urbana.

A vulnerabilidade econômica da população da zona rural fica patente com a forte concentração de terras adquiridas por apenas um produtor que tem investido na avicultura em escala industrial.

Apesar do grau de degradação elevado, foram ainda detectadas algumas ocorrências pontuais de matas nativas preservadas, principalmente nas proximidades da cidade de Puxinanã.

No limite dos municípios de Puxinanã e Campina Grande, foi constatado o desmatamento para a introdução de pasto para o gado em detrimento da desativação de alguns aviários.

Foi observado grande retirada de material destinado à construção civil principalmente no leito do riacho Bodocongó.

A pesquisa realizada com o questionário estruturado demonstra um alto grau de desarticulação social dos entrevistados, configurando uma vulnerabilidade social preocupante.

A vulnerabilidade relacionada ao setor educacional é bastante explícita, quando constatado o alarmante percentual de 65% dos entrevistados possuírem o grau de instrução até o 5º ano.

Somente 3% das residências estão ligadas à rede de esgoto, sendo verificada a necessidade de melhores condições sanitárias para a população residente no entorno do açude Bodocongó.

Percebeu-se ainda o elevado grau de degradação provocado pela falta de proteção vegetal nos taludes próximos ao açude, principalmente devido à expansão imobiliária.

O grau de assoreamento no corpo do açude é bastante elevado, provocando uma diminuição na área de espelho d'água, inclusive com áreas servindo de pasto.

Foi observada a existência de tubulações de esgotos domésticos, fazendo lançamento direto de dejetos nas águas do açude.

Ficou caracterizada a falta de informação dos moradores do entorno do açude a respeito dos problemas ambientais através da análise dos resultados dos formulários, aplicados na pesquisa estruturada.

Os indicadores de percepção ambiental obtidos expressam o baixo nível de percepção ambiental dos habitantes do entorno do açude Bodocongó, sobretudo quanto à qualidade das águas, assoreamento, destino dos esgotos para o açude, mortandade de peixes, entre outros.

O levantamento socioeconômico comprova a ausência de rede coletora de esgotos nas residências pesquisadas, demonstrando que o açude funciona como local de lançamento dos esgotos domésticos de toda a área estudada.

O estudo de percepção ambiental comprova a falta de informação da população a respeito do tema ambiental, sinalizando a ausência de políticas públicas para tratar o problema.

Mesmo com elevado nível de degradação ambiental, as águas do açude têm se prestado para algumas atividades de lazer, criação de animais e pesca artesanal, contribuindo para a disseminação de doenças, através da contaminação direta e o consumo de carne contaminada.

6.2 RECOMENDAÇÕES

Diante dos resultados apresentados e considerando o nível de degradação que o açude Bodocongó apresenta, recomenda-se, dentre outras, as seguintes ações:

O Poder Público tem o dever de orientar a população para evitar o uso das águas do açude, tanto em atividades de lazer, como na criação de animais, devido ao elevado grau de contaminação das mesmas;

O Poder Público deve impedir/fiscalizar a prática de pesca, nas águas do açude, para evitar a contaminação de pessoas pelo contato direto, ou pela ingestão de carne de pescado contaminada;

Definição de uma política de proteção ambiental nas encostas que cercam o açude a fim de impedir o carreamento de partículas e posterior assoreamento do açude;

Implantação de uma política de esclarecimento a respeito dos problemas ambientais, como forma de impedir o lançamento direto nas águas do açude de resíduos sólidos como hoje vem ocorrendo e a realização de estudo para redirecionamento das águas de esgoto que hoje são descarregadas no corpo do açude, dando a destinação adequada, ao mesmo tempo em

que se reforça a melhoria da infraestrutura de esgotos sanitários em todo o entorno da bacia do açude redirecionando as águas poluídas para um destino mais adequado;

Responsabilizar as universidades públicas que lançam seus esgotos diretamente nas águas do açude de modo a apresentar alternativas técnicas que impeçam a poluição do açude;

Aperfeiçoar os mecanismos de coleta e destinação dos resíduos sólidos, produzidos pela população residente na área da bacia, para evitar o lançamento direto dos resíduos nas encostas e no corpo do açude;

Adoção, por parte do Poder Público, de uma política eficaz de educação ambiental de modo a tornar a população mais consciente de seus direitos e deveres com relação ao meio ambiente, com a implantação de educação ambiental e sanitária na área da bacia estudada, reforçando o trabalho já realizado pelos agentes de saúde, hoje únicos vetores de esclarecimento da população;

Promover um planejamento e implantação de plantio de mudas nativas da região no entorno do açude, principalmente junto às áreas de encosta para diminuir o impacto do escoamento superficial das águas das chuvas e fazer cumprir a legislação federal no que diz respeito à preservação da vegetação na área de preservação permanente, no entorno do açude;

Proibir a extração mineral irregular de material para construção (areia e massame) tanto do leito do rio como das encostas dos taludes, exercendo uma fiscalização rigorosa e eficaz;

Promover ações que, iniciando nas escolas e igrejas, envolvam a população de forma a aprofundar o sentimento de pertencimento quanto ao açude e seu entorno.

REFERÊNCIAS

- 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.
- ALBUQUERQUE, A. R. da C. Bacia hidrográfica: Unidade de planejamento ambiental. **Revista Geonorte**, Edição Especial, V.4, N.4, p.201 - 209, 2012.
- ALENCAR, M. L. S. **Os sistemas hídricos, o bioma caatinga e o social na bacia do rio Sucuru: Riscos e vulnerabilidades**. 2008. p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola), UFCG, Campina Grande, PB, 2008.
- ALMEIDA, E. **História de Campina Grande**. Campina Grande: Livraria Pedrosa, 1962. 424p.
- ANA. Agência Nacional de Águas (Brasil). **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil: 2013/ Agência Nacional de Águas**. Brasília: ANA, 2013. 432 p.: li. ISBN 978-85-882100-15-8.
- ANA. Agencia Nacional de Águas. Atlas Brasil. **Abastecimento humano de água**. Disponível em: <<http://atlas.ana.gov.br/atlas/forms/ConsultaDados.aspx>>. Acesso em: 14 de maio de 2014.
- ANDRADE, T. S. A poluição das águas por agrotóxicos in Ethos Jus: **Revista Acadêmica de Ciências Jurídicas**. Faculdade Eduvale de Avaré. v. 3, n. 1. Avaré, 2009.
- ATTANASIO, C. M.; RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, S.; NAVE, A. G. **Adequação ambiental de propriedades rurais recuperação de áreas degradadas restauração de matas ciliares**. Universidade de São Paulo. Piracicaba. Julho 2006.
- AULETE, C. **Dicionário Digital**. Disponível em: <<http://aulete.uol.com.br>>. Acesso em: 20/05/2013.
- BARBOSA, M. P., FILGUEIRA, H. J. A. O Nordeste brasileiro: Uma região de desastres socialmente construídos. In: **Desastres na Paraíba: riscos, vulnerabilidades e resiliência**. GARCIA, M. J. P., (Organizador). Editora Universitária da UFPB, João Pessoa, 2013.
- BARBOSA, M. P. **Desertificação**. Apostila. Campina Grande: UFCG/CTRN/UAEA. 2008.
- BERTAZI, M. H.; ASSAF, E. M.; SANTOS, S. A. M. O Sistema de Informação Geográfica (SIG) como Instrumento de percepção ambiental e a construção de material didático de apoio ao estudo das bacias hidrográficas. **Revista Eletrônica de Ciências**. Nº. 49, Junho de 2011. Disponível em: <http://www.cdcc.usp.br/ciencia/artigos/art_49/sig.html>. Acesso em: 13 de março de 2014.
- BORSOI, Z. M. F., TORRES, S. D. A. A política de recursos hídricos no Brasil. **Revista do BNDES**, Rio de Janeiro, v. 4, n. 8, dez. 1997, p. 143-166.
- BRANDALISE, T. L., BERTOLINI, G. R.F., ROJO, C. A., LEZANA, A. G. R., POSSAMAI, O. **A percepção e o comportamento ambiental dos universitários em relação ao grau de educação ambiental**. Gest. Prod., São Carlos, v. 16, n. 2, p. 273-285, abr.-jun. 2009.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. CONAMA. **Resolução nº 001 de 1986**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html>>. Acesso em: 10/06/2013.

BRASIL. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, 02 set. 1981. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L6938.htm>. Acesso em: 24/11/2013.

BRASIL. Decreto n. 97.632 de 10 de abril de 1989. Dispõe sobre a regulamentação do Artigo 2º, inciso VIII, da Lei 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: 24/11/2013.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. Secretaria Nacional de Defesa Civil. Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres. **Anuário brasileiro de desastres naturais: 2012** / Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres. - Brasília: CENAD, 2012. 84 p.: il. color.; 30 cm.

BRASIL Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (Brasil), **A questão da água no Nordeste** / Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, Agência Nacional de Águas. – Brasília, DF: CGEE, 2012.p.; il, 24 cm. ISBN 978-85-60755-45-5.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano. Agência Nacional de Águas. **Plano Nacional de recursos hídricos: Prioridades 2012-2015**. Brasília, Dezembro de 2011.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. Secretaria Nacional de Defesa Civil. **Glossário de defesa civil estudos de riscos e medicina de desastres**. 5. ed. Antônio Luiz Coimbra de Castro. Brasília, 2008.

BRASIL. Tribunal de Contas da União. **Cartilha de licenciamento ambiental** / Tribunal de Contas da União; com colaboração do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. 2. ed. - Brasília: TCU, 4ª Secretaria de Controle Externo, 2007.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Instituto do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Vulnerabilidade ambiental** / Rozely Ferreira dos Santos, Organizadora. Brasília: 2007.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. CPRM. **Geologia e recursos minerais do estado da Paraíba**. SANTOS, E. J.; FERREIRA, C. A.; SILVA JR. J. M. (orgs). Recife: CPRM, 2002. 142 p. il. 2 mapas. Escala 1:500.000.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. Secretaria Nacional de Defesa Civil. **Manual de planejamento em defesa civil**. Volume I. Antônio Luiz Coimbra de Castro. Brasília, 1999.

BRASIL. Congresso Nacional. Assembleia Nacional Constituinte. **Constituição do Brasil 1988**. Rio de Janeiro: Bloch Editores, 1988. p.112.

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).

BRITO, A. S. **Impactos ambientais urbanos na vila dos Teimosos** [manuscrito]: médio curso do Riacho Bodocongó, Campina Grande-PB. Campina Grande, 2011. 49 p. Monografia (Especialização em Geoambiência e Recursos Hídricos do Semiárido). Universidade Estadual da Paraíba. Centro de Educação.

CÂMARA, G., Curso de treinamento Terra View. Aula 16. **Processamento de imagens.** INPE. São José dos Campos. São Paulo. 1996.

CAMPOS, L. C. **Proposta de reanálise do risco geológico-geotécnico de escorregamentos em Belo Horizonte, Minas Gerais.** Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Engenharia. 2011. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/agua/recursos-hidricos/aguas-subterraneas/ciclo-hidrologico>>. Acesso em: 10 nov. 2013.

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 **Mapping Vulnerability: Disasters, Development and People.** Earthscan Publishers. London, 2003.

_____. Evaluación de la amenaza, la vulnerabilidad y El riesgo: elementos para El ordenamiento y la planeación del desarrollo. In: MASKREY, A. (Org.) **Los desastres no son naturales.** Bogotá: La Red, 1993. Disponível em:<<http://www.lared.org.pe/publicaciones/libros/2042/cap3.htm>>. Acesso em: setembro de 2013.

CARVALHO, A. P. **Diagnóstico da degradação ambiental do açude de Bodocongó em Campina Grande - PB.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola). . 96p. Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande 2007.

CARVALHO, A. P., Lima, V. L. A. de, Silva, D. G. K.C.,Carvalho Filho, A.M. de. Determinação do índice de balneabilidade do açude de Bodocongó em Campina Grande-PB, Brasil, a partir de indicadores biológicos. **Revista Educação Ambiental em Ação**, 2009. Disponível em: <<http://www.revistaea.org/artigo.php?idartigo=699&class=21>>. Acesso em: 13 fev. 2013.

_____. **Estudo da degradação ambiental do açude Soledade - PB.** Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola). UFCG, CTRN. 2010.

CASTRO, A. L. C. **Glossário de defesa civil estudos de riscos e medicina de desastres.** Ministério da Integração Nacional, Secretaria Nacional de Defesa Civil, 5. ed., Brasília - 2007.

- CASTRO, C. M.; PEIXOTO, M. N.; PIRES do Rio, G. A. **Riscos ambientais e geografia: Conceituações, abordagens e escalas.** Anuário do Instituto de Geociências - UFRJ. Vol. 28-2 / 2005 p. 11-30.
- CERRI, L. E. da S.; AMARAL, C. P. do. Riscos geológicos. In: OLIVEIRA, A. M. dos S.; BRITO, S. N. A. **Geologia de engenharia.** São Paulo. Associação Brasileira de Geologia de Engenharia, 1998.
- CHAVES, I. B., **Erosividade das chuvas na microrregião homogênea brasileira.** nº. 98 (Estado da Paraíba). ESALQ-USP. Piracicaba, 1997. 99p.
- CIRNE, L. E. M. R. **A coleta seletiva como subsídio à criação de um plano de gestão integrada de resíduos sólidos (PGIRS) em Campina Grande-PB:** Implicações ambientais, Econômicas e Sociais. Tese (Doutorado em Recursos Naturais), Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais. 2010.
- CLIMATE-DATA. Clima: Campina Grande, Montadas e Puxinanã. Disponível em: <<http://pt.climate-data.org/location/42668/>>. Acesso em: 17 mar. 2014. **Revista Engenharia Ambiental** - Espírito Santo do Pinhal, v. 6 , n . 2 , p . 293 -305, mai/ago 2009.
- COLLISCHONN, W.; TASSI, R. **Introduzindo Hidrologia.** Versão 5 - IPH UFRGS - Porto Alegre, 2008.
- COSTA, S. M. S. P. **Avaliação do potencial de plantas nativas do Brasil no tratamento de esgoto doméstico e efluentes industriais em Wetlands Construídos.** Tese (Doutorado). Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Química, Campinas - São Paulo, 2004.
- COSTA, T. C. F. Ações antrópicas de impactos negativos no Açude de Bodocongó no município de Campina Grande - Paraíba. **Revista Brasileira de Informações Científicas.** v. 2, n. 2, p.78-89. 2011. ISSN 2179-4413
- CPRM - Serviço Geológico do Brasil. **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea. Diagnóstico do município de Campina Grande, 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, 2005a. 11 p. + anexos. Disponível em: <<http://www.cprm.gov.br/rehi/atlas/paraiba/relatorios/CAMP050.pdf>>. Acesso em: 18 set. 2013.
- CPRM. Serviço Geológico do Brasil. **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea. Diagnóstico do município de Puxinanã, 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, 2005b. 10 p. + anexos. Disponível em: <<http://www.cprm.gov.br/rehi/atlas/paraiba/relatorios/PUXI150.pdf>>. Acesso em: 14 fev. 2014.
- CPRM. Serviço Geológico do Brasil. **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea. Diagnóstico do município de Montadas, 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, 2005c. 10 p. + anexos. Disponível em: <<http://www.cprm.gov.br/rehi/atlas/paraiba/relatorios/MONT118.pdf>>. Acesso em: 14 fev. 2014.

DAVIS, C.; Câmara, G. **Introdução à Ciência da Geoinformação**. INPE. São José dos Campos, São Paulo. 2001.

DUARTE, S. M. A., **O desastre da desertificação no município de Taperoá, estado da Paraíba, Brasil**. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Campina Grande. Programa de Pós Graduação em Recursos Naturais. Campina Grande. 2008. 214 p.

EGLER, C. A. G., Risco ambiental como critério de gestão do território: Uma aplicação à zona costeira brasileira. **Revista TERRITÓRIO**, 1996. Disponível em: <http://www.revistaterritorio.com.br/pdf/01_4_egler.pdf>. Acesso em: 30 set. 2013.

EMBRAPA Solos UEP Recife (2006). **Solos do Nordeste**. Disponível em: <www.uep.cnps.embrapa.br/solos/index.html>. Acesso em: 11 jun. 2013.

FARIAS, C. E. G. contribuição: COELHO, J. M. **Mineração e meio ambiente no Brasil**. Relatório Preparado para o Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. PNUD - Contrato 2002/001604. Brasília. Outubro de 2002. Disponível em: <http://www.cgее.org.br/arquivos/estudo011_02.pdf>. Acesso em: 21 mar. 2014.

FERREIRA, A. M. **Estudo de três solos estabilizados com uma emulsão asfáltica catiônica**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Federal da Paraíba, 1980.

FERREIRA, J. D. A.; AZEVEDO, P. V. de.; FARIAS, M. S. S. de.; LIRA, V. M. de. **Determinação da vulnerabilidade ambiental na vila dos Teimosos, Campina Grande – PB**. Revista on-line Caminhos de Geografia. ISSN 1678-6343. Uberlândia. v. 9, n. 25 Mar/2008 p. 115 - 120. Disponível em: <<http://www.ig.ufu.br/revista/caminhos.html>>. Acesso em: 10 nov. 2013.

FERREIRA, A. B. H, **Dicionário do Aurélio on line**. Disponível em: <<http://www.dicionariodoaurelio.com/>>. Acesso em: 10 fev. 2014.

FERREIRA, M. I. P.; SILVA, J. A. F.; WERNECK, B. R. **3 marcos conceituais para gestão de recursos hídricos**. Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego, v. 2 n. 2, jul. / dez. 2008, Campos dos Goytacazes - RJ.

FILGUEIRA, H. J. A. Os Desastres relacionados com Fenômenos Naturais no Contexto dos Sistemas Organizacionais. In: **Desastres na Paraíba: riscos, vulnerabilidades e resiliência**. Garcia, M. J. P., (organizador) – Editora Universitária da UFPB, João Pessoa, 2013.

FLORENCIO, L.; BASTOS, R. K. X.; AISSE, M. M. (Coordenadores). **Tratamento e utilização de esgotos sanitários**. Rio de Janeiro: ABES, 2006.

FLORENZANO, T. G. **Imagens de satélite para estudos ambientais**. Oficina de textos, 2002. São Paulo. 97p.

GUEDES FILHO, D. H.; NETO, S. F.; SANTOS JÚNIOR, J. A.; SUASSUNA, J. F. BARACUHY, J. G. de V. Uso e ocupação nas margens do açude Bodocongó/PB. **Revista Educação Agrícola Superior**. Associação Brasileira de Educação Agrícola Superior - ABEAS - v.27, n.1, p.70-75, 2012. ISSN - 0101-756X - DOI: <http://dx.doi.org/10.12722/0101-756X.v27n01a12>.

GUIMARÃES, C. L.; NÓBREGA, R. L. B.; MIRANDA, G. A. de; COSTA, I. C. da; DINIZ, J. F. **Aplicação de uma metodologia para Levantamento batimétrico automatizado**. Disponível em: <http://www.hidro.ufcg.edu.br/~rodfo/pmwiki/uploads/PmWiki/levantmentobatimetrico.pdf>. Acesso em: 18 mar. 2014.

GUIMARÃES, C. L. Geotecnologia na determinação do assoreamento do açude Cachoeira dos Alves, Itaporanga, Paraíba: Um Desenvolvimento Metodológico. **Dissertação** (Mestrado em Engenharia Agrícola), UFCG – CTRN, 2007.

IBGE. **Censo Demográfico 2010**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>. Acesso em: 17 set. 2013.

IBGE. **Produção agrícola municipal 2012**. Rio de Janeiro: IBGE, 2013. Disponível em: <http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/temas.php?lang=&codmun=250400&idtema=122&search=paraibalcampina-grandelproducao-agricola-municipal-lavoura-permanente-2012>. Acesso em: 15 set. 2013.

IBGE, **Produção da extração vegetal e da silvicultura 2012**. Rio de Janeiro: IBGE, 2013. Disponível em: <http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/temas.php?lang=&codmun=250400&idtema=124&search=paraibalcampina-grandelextracao-vegetal-e-silvicultura-2012>. Acesso em: 10 set. 2013.

IBGE. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. **Pesquisa de informações básicas**. Perfil dos Municípios Brasileiros 2013. 282 p. Rio de Janeiro. 2014.

INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Manuais, **Tutorial de Geoprocessamento**, SPRING. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/spring/portugues/tutorial/introducao.html>. Acesso em: 3 jul. 2013.

IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change. Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation. Chapter 1: Climate Change: New Dimensions on Disaster Risk, Exposure, Vulnerability and Resilience. Cambridge University Press - Usa - 2012

IDEME. **Instituto de Desenvolvimento Municipal e Estadual. Mapas Temáticos**. Disponível em: <http://www.ideme.pb.gov.br/>. Acesso em: 23 nov. 2013.

KAZMIERCZAK, M. L.; SEABRA, F. B. Índice de susceptibilidade de degradação ambiental [ISDA] em áreas do cerrado paulista. **Anais**. XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, Brasil, 21-26 abril 2007. INPE, p. 2745-2752. Disponível em: <http://marte.dpi.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2006/10.31.19.48/doc/2745-2752.pdf>. Acesso em: 15 fev. 2013.

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

_____. Degradación Ambiental, Riesgo y Desastre Urbano. Problemas y Conceptos: Hacia La Definición de Una Agenda de Investigación. In: **Ciudades Em Riesgo Degradación Ambiental, Riesgos Urbanos y Desastres**. Red de Estudios Sociales em Prevención de Desastres em América Latina, 1996.

_____. **Viviendo em Riesgo: Comunidades vulnerables y prevención de desastres em America Latina**. Red de Estudios Sociales em Prevención de Desastres em América Latina, 1997.

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

LAVELL, A.; M. OPPENHEIMER: C; DIOP, J. Hess; R, LEMPERS; J. Li, R; Muir-Wood, and S. Myeong, 2012: Climatechange: newdimensions in disasterrisk, exposure, vulnerability, andresilience. In: **Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation**. Cambridge University Press, Cambridge, UK, and New York, NY, USA. 2012. p 25-64

LEFF, E. **Saber ambiental: Sustentabilidade, racionalidade, complexidade, Poder**. 2. ed. Tradução de Lúcia Mathilde Endlich Orth. Petrópolis, Rio de Janeiro, Vozes, 2002.

_____. **Epistemologia ambiental**. Tradução de Sandra Vaenzuela. 4. ed. São Paulo: Cortez, 2006.

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

LINAYO, A. Aproximaciones A La Problemática De Los Desastres Desde Tres Concepciones De La Relación Hombre-Naturaleza. In: **Revista Académica e Institucional, Arquetipo**. Vol 4, Universidad Catolica de Pereira, Colombia, Pags. 39 a 48, 2012.

MACHADO. C. A. S.: QUINTANILHA, J. A. **Sistemas de Informações Geográficas (SIG) e Geoposicionamento: Uma Aplicação Urbana**. São Paulo: USP, 2008.

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.

MDS. **Boletim**. Panorama Municipal. Município de Campina Grande-PB. Disponível em: <http://aplicacoes.mds.gov.br/ead/ri/carrega_pdf.php?rel=panorama_municipal>. Acesso em: 12. ago. 2014.

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

MEDEIROS, S. S. Estudo da Degradação Ambiental da Bacia do Riacho Bodocongó. **Dissertação** (Mestrado em Engenharia Agrícola), Universidade Federal de Campina Grande. 2008.

MEDEIROS, M. C. S.; SILVA, J. A. L. da.; FREITAS, J. P. de. **Diagnóstico das vulnerabilidades do açude de Bodocongó a partir da percepção dos atores sociais**. Revista POLÊMICA; v. 11, n. 4 (2012); 717 a 724. Disponível em: <http://www.erevistas.csic.es/ficha_articulo.php?url=oai:www.e-publicacoes.uerj.br:article/4338&oai_iden=oai_revista888>. Acesso em: 20 nov. 2013.

MELO, E. D. C., NASCIMENTO, C. W. A., SANTOS, A. C. Q., Solubilidade, fracionamento e fitoextração de metais pesados após aplicação de agentes quelantes. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, 30:1051-1060, 2006.

MENEGUZZO, I. S. Análise da degradação ambiental na área urbana da bacia do Arroio Gertrudes, Ponta Grossa, PR.: uma contribuição ao planejamento ambiental. **Dissertação** (Mestrado). Pós-Graduação em Ciência do Solo, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, 2006, 99 f. Disponível em: <http://dspace.c3sl.ufpr.br/dspace/bitstream/handle/1884/8080/dissertacao_meneguzzo.pdf;jsessionid=956403C917D28DB2BBE2ED7F0CB68FE6?sequence=1>. Acesso em: 14 fev. 2014.

MENEZES, P. R.; ALMEIDA, T. (Organizadores). **Introdução ao processamento de imagens de sensoriamento remoto**. UNB / CNPQ. Brasília, 2012.

METZGER, P. **Medio Ambiente Urbano y Riesgos: Elementos de Reflexión. Ciudades Em Riesgo: Degradación Ambiental, Riesgos Urbanos y Desastres**. Compilado por María Augusta Fernández. Red de Estudios Sociales em Prevención de Desastres em América Latina. Bogotá, 1996.

MICHAELIS. **Dicionário de Português online**. Disponível em: <<http://michaelis.uol.com.br/moderno/portugues/index.php>>. Editores Melhoramentos Ltda. 2009. Acesso em: 06 set. 2013.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. **Glossário de termos e conceitos no contexto da UNCCD** – Glosario de términos y conceptos usados em el contexto de la UNCCD – Glossary of terms and concepts used within to UNCCD context/Heitor Mattalo Júnior, organizador. – Brasília: MMA, 2009. 154p. : il. Color. ISBN 978-85-7738-119-7.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. 2014. **Ciclo hidrológico**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/agua/recursos-hidricos/aguas-subterraneas/ciclo-hidrologico>>. Acesso em: 24 mar. 2014.

MMA. **Plano nacional de recursos hídricos**. Síntese Executiva - português / Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Recursos Hídricos. - Brasília: MMA, 2006.135p. Disponível em: <http://www.integracao.gov.br/c/document_library/get_file?uuid=c37feae3-8169-4049-900b-e8160661f541&groupId=66920>. Acesso em: 20 nov. 2013.

MONTEIRO, A. M. V., CÂMARA, G., Conceitos básicos em Ciência da Geoinformação. **In: Introdução à Ciência da Geoinformação**. INPE - São José dos Campos -São Paulo, 2001.

MORAES, E. C. **Fundamentos do sensoriamento remoto**. DSR/INPE. São José dos Campos, São Paulo. 2002. Disponível em: <http://mtc-m12.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/sergio/2005/06.14.12.18/doc/CAP1_ECMoraes.pdf>. Acesso em: 23 mar. 2013.

MORAES NETO, J. M. de. **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.

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.

NARVÁEZ, L.; LAVELL, A.; ORTEGA, G. P. **La Gestión Del Riesgo De Desastres: Un Enfoque Basado Em Procesos – Proyecto Apoyo a la Prevención de Desastres em la Comunidad Andina**. PREDECAN. Primera Edición, Lima, Perú, 2009.

NASA. *National Aeronautics and Space Administration* (NASA). Landsat Data Continuity Mission: Continuously Observing Your World. 2013. Disponível em: <http://ldcm.gsfc.nasa.gov/mission_details.html>. Acesso em: 19 jul 2013.

NIMER, E. **As novas classificações bioclimáticas e suas aplicações no Brasil**. Curso de Geografia para Professores do Ensino Superior. IBGE, 1967.

ODM - Objetivos de Desenvolvimento do Milênio. **Perfil municipal de Campina Grande**. Disponível em: <<http://www.relatoriosdinamicos.com.br/portalodm/2-educacao-basica-de-qualidade-para-todos/BRA002025050/campina-grande---pb>>. Acesso em: 20 ago. 2014.

OLIVER-SMITH, A., **Disasters and Forced Migration in the 21st Century**. **Social Science Research Council**. Published on: Jun 11, 2006. disponível em <http://understandingkatrina.ssrc.org/Oliver-Smith/>. Acesso em: 13 mar 2013.

ONU, United Nations Inter-Agency Secretariat of the International Strategy for Disaster Reduction (UN/ISDR). **Living with Risk - A global review of disaster reduction initiatives**. UNITED NATIONS - New York and Geneva, 2004.

PARAÍBA. Zoneamento Agropecuario do Estado da Paraíba. **Relatório**. Universidade Federal da Paraíba. Fundação de Pesquisa e Extensão. – FUNAPE. Centro de Ciências e Tecnologia-CCT. Centro de Ciências Agrarias-CCA. ELC – Electroconsult do Brasil Ltda. ZAP-B-D-2146/1. Paraíba. 1978.

PARAÍBA. Plano Estadual de Recursos Hídricos - PERH-PB. **Caracterização fisiográfica e hidroclimática do estado da Paraíba**. 2006. Disponível em: <http://www.aesa.pb.gov.br/perh/relatorio_final/Capitulo%202/pdf/2.1%20-%20CaracBaciasHidrograficas.pdf>. Acesso em: 04 fev. 2014.

PARAÍBA. **Lei Estadual n.º. 6.308**, de 02 de julho de 1996. Institui a Política Estadual de Recursos Hídricos, suas diretrizes e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.aesa.pb.gov.br/legislacao/leis/>>. Acesso em: 20 nov. 2013.

PEREIRA, A. C.; SOUZA, L. F.; CHIMELLI, M. A. **O gerenciamento dos recursos hídricos do estado do Rio de Janeiro e o poder de fiscalização do Tribunal de Contas**. Fundação Getúlio Vargas, Rio de Janeiro, 2007.

PIOLLI, A. L., et al. **Teoria e prática em recuperação de áreas degradadas: plantando a semente de um mundo melhor**. Planeta Água. São Paulo. 2004.

PMCG. Prefeitura Municipal de Campina Grande. Secretaria de Agricultura e Abastecimento – SAA. **Proposta de Projeto**. 1993. 26 p.

PNUD. **Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil 2013**. Disponível em: <http://www.pnud.org.br/IDH/Atlas2013.aspx?indiceAccordion=1&li=li_Atlas2013>. Acesso em: 14 jan. 2013.

PUEBLA. Secretaria de Gobernación Municipal. **Atlas de Peligros Naturales**. Puebla, Mexico, 2011.

QUEIROZ, G. R.; CÂMARA, G. **Arquitetura de sistemas de informação geográfica**. INPE. São José dos Campos, São Paulo. 2001.

QUEIROZ, J. E. R. de, BARROS, M. A. de. **Técnicas e análise digital de imagens multiespectrais. Programa de Suporte técnico à gestão de recursos hídricos - ABEAS**. Curso de sensoriamento Remoto e SIG. Modulo 8. Brasília- DF. 1996.

QUEIROZ, J. E. R.; COSTA, I. C.; OLIVEIRA, P. R. S.; GUIMARÃES, C. L.; SILVA, M. C., **Batimetria apoiada por GPS - Relatório Técnico - Secretaria Extraordinária do Meio Ambiente. dos Recursos Hídricos e Minerais - Campina Grande**, 2002.

RAMOS, M. **Gestão de recursos hídricos e cobrança pelo uso da água**. Escola Brasileira de Administração Pública. Fundação Getúlio Vargas, 2007.

REDE DAS ÁGUAS. SOS Mata Atlântica. Disponível em: <<http://www.rededasaguas.org.br/questao-agua/usos-da-agua>>. Acesso em: 04 nov. 2013.

RECKZIEGEL, B. W.; ROBAINA, L. E. S. **Riscos geológico-geomorfológicos: revisão conceitual**. Ciência e Natura, UFSM, 27: p. 65 - 83. 2005.

RIBEIRO, G. do N.; HARENDRA, S. T. Estudo dos solos e uso atual da terra no agreste paraibano (região de Puxinanã), através de sensoriamento remoto e geoprocessamento. **Anais**. XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Goi, Brasil, 16-21 abril 2005, INPE, p. 2347-2354.

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

ROCHA, A. P. A., e outros. **Manejo ecológico integrado de bacias hidrográficas do semiárido brasileiro**. Vol. 2. Epgraf. Campina Grande-PB, 2012.

SÁ I.B. de. Monitoramento ambiental: a degradação ambiental no trópico semi-árido do Nordeste brasileiro. **Anais - I Simpósio Regional de Geoprocessamento e Sensoriamento**

Remoto Aracaju/SE, 17 e 18 de outubro de 2002. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Monitoramento_ambiental_000fxoz7t7c02_wyiv8018wi9t493bj36.PDF>. Acesso em: 14 nov. 2013.

SANCHEZ, L. E. **Conceitos de impacto e a avaliação de impacto ambiental**: Definições diversas segundo diferentes grupos profissionais. VII Encontro Anual da Seção Brasileira da IAIA. Rio de Janeiro, 1998.

SANTOS, R. F. **Vulnerabilidade ambiental**. Ministério do Meio Ambiente. Brasília, 2007.

SEMAM. Secretaria de Meio Ambiente e Controle Urbano. Prefeitura Municipal de Fortaleza. Disponível em: <<http://www.fortaleza.ce.gov.br/semam/batimetria-das-lagoas>>. Acesso em: 26 fev. 2013.

SILVA, M. J. Da. Dinâmica da Degradação Ambiental na Bacia Hidrográfica do Açude Soledade. PB. Um estudo temporal (1990-2010). Campina Grande, 2011. 97 f. **Dissertação** (Mestrado em Recursos Naturais) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais.

SILVA, S. A. L. da; MELO, J. I. M. de. A família Leguminosae Juss. em dois afloramentos rochosos no município de Puxinanã, Paraíba. **Revista Biotemas**, 26 (4): 23-43, dezembro de 2013. ISSN 2175-7925. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.5007/2175-7925.2013v26n423>>. Acesso em: 02 jan. 2014.

SOUTO, K. G.M. de. Estado de conservação da mata ripária do riacho Bodocongó. 72 f. **Dissertação** (Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental), Centro de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual da Paraíba, 2012.

SUASSUNA J. **Semi-árido**: proposta de convivência com a seca. Disponível em: <http://www.fundaj.gov.br/geral/textos_online/estudos_avancados/semi_arido.pdf>. Acesso em: 01 fev. 2013.

TONSO, S. Diálogo e Educação Ambiental no Campo das águas. In: **Política de águas e Educação Ambiental**: processos dialógicos e formativos em planejamento e gestão de recursos hídricos. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano; (organização) Franklin de Paula Júnior e Suraya Modaelli. Brasília, 2011.

UFSC. Universidade Federal de Santa Catarina. Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres. **Atlas brasileira de desastres naturais 1991 a 2010**: volume/Paraíba/Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres. Florianópolis. CEPED UFSC. 2011. 57 p.: Il.color.

USGS. *United States Geological Survey (USGS)*. Landsat Project Description. Disponível em: <http://landsat.usgs.gov/about_project_descriptions.php> Acesso em: 19 jul 2013.

VARGAS, J. E. **Políticas públicas para la educación de la vulnerabilidad frente a los desastres naturales y socio-naturales**. Publicacion de Nacion Unidas (CEPAL). Santiago, 2002.

VEDOVELLO, R., MACEDO, E. S., **Deslizamentos de encostas, in vulnerabilidade ambiental** / Rozely Ferreira dos Santos, organizadora. – Brasília: MMA, 2007. 192 p.

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).

VILAS BOAS, C. L. Modelo multicritérios de apoio à decisão aplicado ao uso múltiplo de reservatórios: Estudo da barragem do Ribeirão João Leite. **Dissertação** (Mestrado). UNB. Brasília. Novembro 2006.

VILLELA, S. M.; MATTOS, A. **Hidrologia aplicada**. McGraw-Hill do Brasil. São Paulo. 1975.

VISSMAN, J. W., HARBAUGT, T. E. e KNAP, J. W., **Introduction to Hydrology**. New York, Intext Educational, 1972.

WARNER, K. **Perspectives on Social Vulnerability. Selected Papers from the First Summer Academy on Social Vulnerability**. Hohenkammer, Germany, July 2006.

WILCHES-CHAUX, G. La vulnerabilidad global. In: Maskrey, A. (comp.). **Los desastres no son naturales**. Colombia: LA RED/ITDG, oct. 1993.

WILCHES-CHAUX, G. La Vulnerabilidad Global. Capítulo do Livro: **Desastres, ecologismo y formación profesional**. Servicio Nacional de Aprendizaje. Colômbia. 1989.

YOUNG, M.C.F.; YOUNG, C.E.F. **Aspectos jurídicos do uso de instrumentos econômicos na gestão ambiental**: a nova política de recursos hídricos no Brasil. Arché Interdisciplinar, Rio de Janeiro, v.25, p.69-100, 1999.

ANEXOS

Tabela 1 - Produção agrícola municipal. Lavouras temporárias - 2004/2012

Municípios	Algodão herbáceo (em caroço)							
	Quantidade produzida (t)		Rendimento médio (kg/ha)		Área plantada (ha)		Valor da produção (mil Reais)	
	Anos							
	2004	2012	2004	2012	2004	2012	2004	2012
Campina Grande	40	2	400	400	100	5	40	3
Montadas	40	-	1.000	-	40	-	40	-
Puxinanã	12	2	400	400	30	5	13	3
	Batata-doce							
Campina Grande	120	-	12.000	-	10	-	36	-
Montadas	560	250	8.000	5.000	70	50	168	250
Puxinanã	30	400	10.000	4.000	30	100	90	360
	Batata inglesa							
Montadas	630	15	7.000	3.000	90	5	315	14
Puxinanã	80	120	8.000	6.000	10	20	40	132
	Fava							
Campina Grande	400	26	400	60	1.000	430	600	104
Puxinanã	-	3	-	100	-	70	-	12
	Feijão (em grão)							
Campina Grande	1.320	100	400	17	3.600	3.100	1.584	238
Montadas	1.000	71	588	71	1.700	1.000	1.167	183
Puxinanã	1.080	50	251	71	4.300	1.600	1.296	141
	Fumo (em folha)							
Montadas	-	15	-	300	-	50	-	162
	Mamona (bagaço)							
Campina Grande	-	5	-	500	-	10	-	5
Puxinanã	16	-	800	-	20	-	12	-
	Mandioca							
Campina Grande	300	600	10.000	5.000	30	120	60	228
Montadas	4.800	450	8.000	3.000	600	150	816	165
Puxinanã	17.000	6.000	8.500	4.000	2.000	1.500	3.400	2.340
	Milho (em grão)							
Campina Grande	1.120	50	400	50	3.300	2.600	448	35
Montadas	198	21	600	300	330	70	79	15
Puxinanã	300	10	500	100	600	700	120	7
	Tomate							
Campina Grande	400	200	40.000	40.000	10	5	192	140
Puxinanã	150	40	30.000	20.000	5	2	60	27

Fonte: IBGE, Produção Agrícola Municipal 2012. Rio de Janeiro: IBGE, 2013

Tabela 2 - Produção agrícola municipal. Lavouras permanentes - 2004/2012

Municípios	Abacate							
	Quantidade produzida (t)		Rendimento médio (kg/ha)		Área plantada (ha)		Valor da produção (Reais)	
	Anos							
	2004	2012	2004	2012	2004	2012	2004	2012
Campina Grande	14	16	7.000	8.000	2	2	3.000	8.000
Puxinanã	7	14	7.000	7.000	1	2	1.000	7.000
	Algodão arbóreo (em caroço)							
Campina Grande	4	-	250	-	16	-	4.000	-
Puxinanã	2	-	500	-	4	-	2.000	-
	Banana (cacho)							
Campina Grande	75	320	15.000	16.000	5	20	23.000	191.000
Montadas	35	-	17.500	-	2	-	11.000	-
Puxinanã	75	40	15.000	8.000	5	5	24.000	21.000
	Castanha de caju							
Montadas	15	3	300	200	50	15	14.000	5.000
Puxinanã	15	8	500	267	30	30	15.000	13.000
	Coco-da-baía							
Campina Grande	100 ^(*)	80 ^(*)	10.000 ^(**)	8.000	10	10	25.000	45.000
Puxinanã	8 ^(*)	-	4.000 ^(**)	-	2	-	2.000	-
	Goiaba							
Campina Grande	40	30	8.000	6.000	5	5	10.000	15.000
Puxinanã	30	40	6.000	5.000	5	8	8.000	20.000
	Laranja							
Campina Grande	80	25	8.000	5.000	10	5	21.000	14.000
Puxinanã	30	25	6.000	5.000	5	5	8.000	15.000
	Mamão							
Campina Grande	80	40	20.000	10.000	4	4	24.000	28.000
	Manga							
Campina Grande	160	60	8.000	6.000	20	10	38.000	33.000
Puxinanã	80	18	8.000	6.000	10	2	20.000	9.000
	Sisal ou agave							
Campina Grande	2	12	400	600	5	20	1.000	12.000
	Tangerina							
Puxinanã	16	8	8.000	4.000	2	2	4.000	4.000

Fonte: IBGE, Produção Agrícola Municipal 2012. Rio de Janeiro: IBGE, 2013
Coco-da-baía: (*) Quantidade produzida: mil frutos; (**) Rendimento médio: frutos/ha

APÊNDICE

**IMPACTOS SOCIOECONÔMICOS E AMBIENTAIS ASSOCIADOS AOS DESASTRES
NA BACIA DO RIO BODOCONGÓ.
DIAGNÓSTICO SOCIOECONÔMICO AMBIENTAL**

Dados de Controle

Formulário n°: _____

Setor de Pesquisa: _____

Perfil do entrevistado:

Ano de nascimento: _____

Sexo masculino

Sexo feminino

Perfil Socioeconômico Familiar

Número de residentes:

1 e 2

3

4

5

6

>6

Faixa Etária (colocar o n°)

0 a 7 anos

8 a 14 anos

15 a 21 anos

22 a 30 anos

30 a 50 anos

> 50 anos

Escolaridade

Até a 4ª série

Até a 8ª série

Médio incompleto

Médio completo

Superior incompleto

Superior

Renda Familiar

< 1 salário mínimo

1 a 2 salários

3 a 4 salários

4 a 6 salários

> 6 salários

Habitação

Própria

Alugada

Financiada

Ocupada

Outro

Cômodos na casa

1 a 2

3 a 4

5 a 6

>7

Tipo de construção

Taipa em mau estado

Taipa em bom estado

Alvenaria em mau estado

Alvenaria em bom estado

Piso da residência

Chão batido

Cimentado

Cerâmica

Outro

Cobertura da residência

- Telha cerâmica
- Telha amianto
- Outro

Tempo de Moradia

- Até 4 anos
- 5 a 9 anos
- 10 a 14 anos
- 15 a 20 anos
- > 20 anos

A residência possui:

- Água encanada
- Energia elétrica
- Geladeira
- Televisão
- Antena parabólica
- Rádio
- Computador
- Internet
- Rede de esgoto
- Coleta de lixo

Percepção Ambiental

Você sabe o que é meio ambiente?

- Sim
- Não
- Não tenho certeza

Você acha que existem problemas ambientais em sua cidade?

- Sim
- Não
- Não sei dizer

Você se preocupa com o meio ambiente?

- Sim
- Não
- Sou indiferente

Quem são os responsáveis pelos problemas ambientais que você conhece?

- O poder público
- Os moradores da região
- Os dois
- A natureza

Quem você acha que deveria resolver os problemas ambientais?

- O poder público
- Os moradores da região
- Os dois
- A natureza

Você já denunciou alguma vez, a ocorrência de problema ambiental ou poluição?

- Sim
- Não

É importante ter educação ambiental nas escolas?

- Sim
- Não
- Não sei

Você conhece alguma ONG voltada à defesa do meio ambiente?

- Sim
- Não
- Não sabe o que é ONG

Você costuma ter informações respeito de meio ambiente através de:

- Livros

- Revistas
- Televisão
- Jornal
- Rádio
- Na escola
- Outras fontes.

Quem deveria ajudar a resolver os problemas ambientais?

- Os cientistas
- O governo
- A comunidade
- As igrejas
- As escolas
- A imprensa
- Os artistas
- Outros

Você está disposto a participar de alguma ação para melhorar o meio ambiente?

- Sim
- Não
- Talvez

Você já notou que a chuva faz buracos (sulcos) na terra quando ela não está protegida pela vegetação?

- Sim
- Não

Você já notou que quando chove a água que corre pela superfície é barrenta? Sabe porque isto acontece?

- Sim
- Não

Você acha que isso Prejudica o açude de Bodocongó?

- Sim

- Não

Você usa o açude de Bodocongó para alguma atividade? Qual?

- Sim

- Não

Você já notou que existem muitas áreas desmatadas na sua cidade, onde não mais se planta?

- Sim

- Não

Você entende por que isso acontece?

- Sim

- Não

Você conhece animais silvestres que vivem no seu município?

- Sim

- Não

Você sabe de algum animal silvestre que viveu em seu município e hoje não existe mais?

- Sim

- Não

- Não sabe

Você gostaria de dar opinião a respeito dos problemas ambientais locais?

- Sim

- Não

- Não sabe.

Contato:

Ademir Montes Ferreira - CTRN/UFCEG

Fone: 2101 1302

Laboratório de Eng^a de Pavimentos

RIO BODOCONGÓ

Ademir Montes Ferreira

O rio Bodocongó
Vou falar para vocês
Tem sofrido que dá dó
Vejam quanta insensatez
Teve as nascentes aterradas
Suas margens devastadas
Seu curso todo alterado
Acabou-se de uma vez.

Já foi rio importante
No contexto regional
De Montadas à Campina
O seu curso era normal
Mas seu leito assoreado
Foi do mapa apagado
Só existe no passado
Nos artigos de jornal.

O seu leito já secou
Muitas décadas atrás
Sua água evaporou
Lavoura não molha mais
Foi tema do cancionero
Até Jackson do pandeiro
Propagou no mundo inteiro
Sua vida foi fugaz.

Natureza devastada
Um desastre sem igual
População desolada
O rio sem o caudal
Já não tem irrigação
Pesca também não tem não
Tá sem água esse chão
Já sumiu o seu canal.

Que tristeza a história
Do rio Bodocongó
Inda trago na memória
A música eu sei de cor
A vida lá era boa
O barquinho andava a toa
Quão estranho isso soa
É tão seco de dar dó.

Mas a natureza é sábia
O rio pode renascer
Só precisa alguns cuidados
E a água volta a correr
Proteger a sua fonte
Não causar nenhum desmonte
E vai surgir no horizonte
Rio bonito de se ver.

Replantar na sua margem
É medida importante
Mas precisa ter coragem
Para seguir adiante
Pois a terra degradada
É ruim pra ser plantada
Se plantar não cresce nada
Um cenário angustiante.

Cadê a mata ciliar
Que o povo devastou
A ideia era plantar
Mas a lavoura secou
Mataram o aliado
Que mantinha o chão molhado
Pela falta de cuidado
Pois ninguém se preocupou.

Pobre rio Bodocongó
Completo a trajetória
Num desastre ambiental
Permanece na memória
Plantações desordenadas
Suas matas derrubadas
Sua bacia acabada
Só restou a sua história.

Ver o rio restaurado
É um sonho ambientalista
Já posso antever a tela
Pintada por um artista
Seu curso normalizado
É água pra todo lado
Ambiente renovado
Coisa linda de ser vista.