

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA REGIONAL DE DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO
E MEIO AMBIENTE

**INDICADORES SOCIOAMBIENTAIS E APLICABILIDADE NO ALTO
CURSO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MUNDAÚ-PE**

Marcelo Siqueira de Araújo

São Cristóvão – SE
2013

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA REGIONAL DE DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO
E MEIO AMBIENTE

**INDICADORES SOCIOAMBIENTAIS E APLICABILIDADE NO ALTO
CURSO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MUNDAÚ-PE**

Dissertação apresentada como requisito parcial para
a obtenção do título de Mestre, pelo Núcleo de Pós-
Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente,
da Universidade Federal de Sergipe.

Orientadores: Prof. Dr. Hélio Mário de Araújo
Prof. Dr. Clóvis Gomes da Silva
Junior

São Cristóvão – SE
2013

Araújo, Marcelo Siqueira de

A663i Indicadores socioambientais e aplicabilidade no alto curso da bacia hidrográfica do rio Mundaú-PE / Marcelo Siqueira de Araújo; orientadores Hélio Mário de Araújo, Clóvis Gomes da Silva Junior. – São Cristóvão, 2013.

120 f. : il.

Dissertação (mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente)
– Universidade Federal de Sergipe, 2013.

1. Bacias hidrográficas. 2. Degradação ambiental.
3. Desenvolvimento sustentável. 4. Mundaú, Rio, PE. I. Araújo, Hélio Mário, orient. II. Silva Junior, Clóvis Gomes, orient. III. Título.

CDU: 502.51(813.4)

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA REGIONAL DE DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO
E MEIO AMBIENTE

**INDICADORES SOCIOAMBIENTAIS E APLICABILIDADE NO ALTO
CURSO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MUNDAÚ-PE**

Dissertação de mestrado submetida à apreciação da banca examinadora em março de 2013
constituída pelos membros:

Prof. Dr. Hélio Mário de Araújo
(Orientador - UFS/PRODEMA)

Prof. Dr. Clóvis Gomes da Silva Junior
(Coorientador – UPE/Garanhuns)

Prof. Dr. Ariovaldo Antônio Tadeu Luca
(Membro Interno - UFS/PRODEMA)

Prof. Dr. Genésio José dos Santos
(Membro externo - UFS/DGE)

Este exemplar corresponde à versão final da Dissertação de Mestrado em Desenvolvimento em Meio Ambiente.

Marcelo Siqueira de Araújo
UFS/PRODEMA

Prof. Dr. Hélio Mário de Araújo
UFS/PRODEMA

Prof. Dr. Clóvis Gomes da Silva Junior
Universidade de Pernambuco

É concedida ao Programa responsável pelo Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal de Sergipe permissão para disponibilizar, reproduzir cópias desta dissertaçāo e emprestá-las.

Marcelo Siqueira de Araújo
UFS/PRODEMA

Prof. Dr. Hélio Mário de Araújo
UFS/PRODEMA

Prof. Dr. Clóvis Gomes da Silva Junior
Universidade de Pernambuco

Dedico este trabalho à minha esposa Leyla e
aos meus filhos Allycia e Marcellus.

AGRADECIMENTOS

A minha família: Leyla, Allycia e Marcellus pela paciência e espera dos dias extraídos de nosso convívio, além dos incentivos sempre dados em todos os momentos da pesquisa.

Aos professores Hélio Mário de Araújo e Clóvis Gomes da Silva Junior pelo acolhimento, apoio incondicional e, sobretudo, pelas orientações seguras em cada fase do caminho percorrido.

Às instituições que forneceram os dados para análise, sem as quais não poderíamos apresentar os resultados obtidos durante a trajetória.

Ao amigo Helber Corrêa pelo companheirismo e apoio nas madrugadas de estudo e visitas de campo.

Às Universidades de Pernambuco e Federal de Sergipe pela iniciativa da parceria promovendo o curso de Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente, sem a qual não poderíamos no momento galgar o título de Mestre.

À Escola de Referência em Ensino Médio de Garanhuns (EREMG) pelo apoio e compreensão nos momentos de afastamento para desenvolver as atividades do curso.

Ao amigo Felippe Pessoa pelo auxílio cartográfico, especialmente na organização dos mapas temáticos, e a Givaldo Bezerra pela contribuição na formatação final da dissertação.

As pessoas que acreditaram no trabalho e contribuíram direta ou indiretamente.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1: procedimentos metodológicos da pesquisa	19
Figura 2.1: localização da bacia do rio Mundaú - 2013	28
Figura 2.2: alto curso da bacia do rio Mundaú: localização da área de estudo- 2013	28
Figura 2.3: área da nascente do rio Mundaú em Garanhuns	29
Figura 2.4: vista panorâmica “Cachoeira Escada” em Correntes	29
Figura 2.5: bacia do rio Mundaú: unidades de análise - 2007	30
Figura 2.6: alto curso da bacia do rio Mundaú: hidrografia - 2013	31
Figura 2.7: vista panorâmica da área central de Garanhuns	32
Figura 4.1: alto curso da bacia do rio Mundaú: clima – 2013	48
Figura 4.2: alto curso da bacia do rio Mundaú: médias térmicas - 2013	49
Figura 4.3: bacia do rio Mundaú: dados climáticos de Garanhuns-PE - 1964-1989; Maceió - AL - 1961-1990, e Palmeira dos Índios - 1975-1990	50
Figura 4.4: alto curso da bacia do rio Mundaú: pluviometria – média mensal - 1992 a 2007	52
Figura 4.5: alto curso da bacia do rio Mundaú: pluviometria - 2013	53
Figura 4.6: alto curso da bacia do rio Mundaú: geologia - 2013	55
Figura 4.7: alto curso da bacia do rio Mundaú: relevo- 2013	56
Figura 4.8: aspecto morfológico do relevo em Garanhuns.....	57
Figura 4.9: aspecto morfológico do relevo em Palmeirina.....	57
Figura 4.10: alto curso da bacia do rio Mundaú: hipsometria -2013.....	58
Figura 4.11: alto curso da bacia do rio Mundaú: solos - 2013	61
Figura 4.12: amostra de latossolo amarelo em Garanhuns	62
Figura 4.13: amostra de argilossolo em Angelim.....	62
Figura 4.14: caatinga em Angelim	64
Figura 4.15: floresta da mata úmida em Garanhuns	65
Figura 4.16: Parque Natural Municipal das Nascentes do Mundaú Garanhuns	66
Figura 4.17: nascente na Fazenda Trindade em Garanhuns	66
Figura 4.18: alto curso da bacia do rio Mundaú: cobertura vegetal	67
Figura 4.19: bacia do rio Mundaú: perfil longitudinal – 2002	69
Figura 4.20: alto curso da bacia do rio Mundaú: perfil transversal - 1990 a 2012.....	70
Figura 4.21: alto curso da bacia do rio Mundaú: vazão (m^3/s) - 1992 a 2008.....	70
Figura 4.22: alto curso da bacia do rio Mundaú: vazão mensal (m^3/s) - 1998 a 2008	71
Figura 4.23: alto curso da bacia do rio Mundaú: curva de permanência de vazão - 1992 a 2006	71
Figura 4.24: alto curso da bacia do rio Mundaú: temperatura da amostra (°C) - 2002 a 2012	72
Figura 4.25: alto curso da bacia do rio Mundaú: temperatura da amostra (°C) - 2002 a 2012	72
Figura 4.26: alto curso da bacia do rio Mundaú: pH - 2002 a 2012	73
Figura 4.27: alto curso da bacia do rio Mundaú: pH - 2002 a 2012	73
Figura 4.28: alto curso da bacia do rio Mundaú: condutividade elétrica – 2002 a 2012.....	74

Figura 4.29: alto curso da bacia do rio Mundaú: oxigênio dissolvido (mg/LO ₂) - 2002 a 2012	75
Figura 4.30: alto curso da bacia do rio Mundaú: oxigênio dissolvido (mg/LO ₂) – médias históricas - 2002 a 2012.....	75
Figura 4.31: alto curso da bacia do rio Mundaú: águas subterrâneas - 2005	77
Figura 4.32: alto curso da bacia do rio Mundaú: qualidade da água subterrânea - 2013	77
Figura 4.33: alto curso da bacia do rio Mundaú: síntese das demandas (m ³ /ano) – 2013.....	82
Figura 5.1: alto curso da bacia do rio Mundaú: solos - 2013	87
Figura 5.2: alto curso da bacia do rio Mundaú: cobertura de matas e florestas (%) - 2006.....	88
Figura 5.3: desmatamento no município de Correntes	89
Figura 5.4: desmatamento no município de Angelim	89
Figura 5.5: desmatamento da mata ciliar no rio Mundaú no município de Correntes	90
Figura 5.6: alto curso da bacia do rio Mundaú: taxa de urbanização (%) – 2010	92
Figura 5.7: abastecimento de água com presença de animais em Capoeiras	93
Figura 5.8: alto curso da bacia do rio Mundaú: domicílios particulares com saneamento inadequado (%) – 2010.....	94
Figura 5.9: alto curso da bacia do rio Mundaú: Índice de Desenvolvimento Humano Municipal - 2000	96
Figura 5.10: alto curso da bacia do rio Mundaú: taxa de analfabetismo na população de 10 ou mais anos de idade (%) – 2010.....	97
Figura 5.11: alto curso da bacia do rio Mundaú: densidade demográfica (hab/km ²) – 2010...	98
Figura 5.12: alto curso da bacia do rio Mundaú: taxa de mortalidade infantil (por mil nascidos vivos) - 2010.....	99
Figura 5.13: alto curso da bacia do rio Mundaú: taxa geométrica de crescimento populacional (% a.a.) – 2010.....	101
Figura 5.14: alto curso da bacia do rio Mundaú: renda per capita (R\$) – 2000.....	103
Figura 5.15: alto curso da bacia do rio Mundaú: total de empregados no setor formal (nº) – 2010	104
Figura 5.16: centro comercial em Caetés	105
Figura 5.17: alto curso da bacia do rio Mundaú: valor dos principais produtos agrícolas (R\$ 1.000,00) - 2010	106
Figura 5.18: cultivo de mandioca em Caetés.....	107
Figura 5.19: cultivo de banana em Palmeirina	107
Figura 5.20: alto curso da bacia do rio Mundaú: efetivo dos três principais rebanhos (número de cabeças) - 2010	109
Figura 5.21: pecuária extensiva de bovino em Angelim	109
Figura 5.22: pecuária extensiva de ovino em Capoeiras	110
Figura 5.23: alto curso da bacia do rio Mundaú: Produto Interno Bruto (PIB) (R\$ 1.000,00) – 2009	111
Figura 6.1: alto curso da bacia do rio Mundaú: diagrama de vulnerabilidade – 2013	116

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.1: pontuação atribuída para o nível de vulnerabilidade por indicador.....	21
Tabela 1.2: pontuação atribuída para o nível de vulnerabilidade por dimensão	21
Tabela 2.1: alto curso da bacia do rio Mundaú: distribuição da área e inserção dos municípios do Estado de Pernambuco - 2006	27
Tabela 2.2: Estado de Pernambuco – população por mesorregião – 2013	32
Tabela 4.1: alto curso da bacia do rio Mundaú: população urbana e rural - Censo 2010.	79
Tabela 4.2: alto curso da bacia do rio Mundaú: demanda urbana e rural – 2010.....	80
Tabela 4.3: alto curso da bacia do rio Mundaú: demanda para dessedentação animal - 2010.81	
Tabela 5.1: alto curso da bacia do rio Mundaú: convenção do nível de vulnerabilidade para o indicador fertilidade do solo - 2013.....	86
Tabela 5.2: alto curso da bacia do rio Mundaú: nível de vulnerabilidade para o indicador potencial de terras para irrigação - 2013	86
Tabela 5.3: alto curso da bacia do rio Mundaú: nível de vulnerabilidade para o indicador cobertura vegetal - 2013	89
Tabela 5.4: alto curso da bacia do rio Mundaú: nível de vulnerabilidade para o indicador entidades e documentos para auxilio da gestão e planejamento da bacia - 2006	91
Tabela 5.5: alto curso da bacia do rio Mundaú: nível de vulnerabilidade para o indicador órgãos e documentos relacionados à bacia - 2013.....	91
Tabela 5.6: alto curso da bacia do rio Mundaú: nível de vulnerabilidade para o indicador taxa de urbanização-2010.....	92
Tabela 5.7: alto curso da bacia do rio Mundaú: nível de vulnerabilidade para o indicador domicílios particulares permanentes com saneamento inadequado - 2010.....	93
Tabela 5.8: alto curso da bacia do rio Mundaú: nível de vulnerabilidade para o indicador Índice de Desenvolvimento Humano Municipal -2013.....	95
Tabela 5.9: alto curso da bacia do rio Mundaú: nível de vulnerabilidade para o indicador taxa de analfabetismo na população de 10 ou mais anos de idade (%) - 2013	97
Tabela 5.10: alto curso da bacia do rio Mundaú: nível de vulnerabilidade para o indicador densidade demográfica (hab/km ²) - 2013	98
Tabela 5.11: alto curso da bacia do rio Mundaú: nível de vulnerabilidade para o indicador taxa de mortalidade infantil (por mil nascidos vivos) - 2013.....	99
Tabela 5.12: alto curso da bacia do rio Mundaú: nível de vulnerabilidade para o indicador geométrica de crescimento populacional (% a.a. período entre 2000 e 2010) – 2013	100
Tabela 5.13: alto curso da bacia do rio Mundaú: nível de vulnerabilidade para o indicador renda per capita (R\$) - 2013	102
Tabela 5.14: alto curso da bacia do rio Mundaú: nível de vulnerabilidade para o indicador total de empregados no setor formal (n°)- 2013	104
Tabela 5.15: alto curso da bacia do rio Mundaú: principais culturas agrícolas (R\$ 1.000,00) - 2010	106

Tabela 5.16: alto curso da bacia do rio Mundaú: nível de vulnerabilidade da produção agrícola - 2013	107
Tabela 5.17: alto curso da bacia do rio Mundaú: número de cabeças dos três principais rebanhos - 2010	108
Tabela 5.18: alto curso da bacia do rio Mundaú: nível de vulnerabilidade do efetivo dos três principais rebanhos - 2013	108
Tabela 5.19: alto curso da bacia do rio Mundaú: nível de vulnerabilidade para o Produto Interno Bruto (PIB) (R\$ 1.000,00) - 2013	111
Tabela 6.1: alto curso da bacia do rio Mundaú: municípios com maior incidência de nível de vulnerabilidade "muito alto" - 2013	115
Tabela 6.2: alto curso da bacia do rio Mundaú: nível de vulnerabilidade por dimensão - 2013	115

LISTA DE QUADROS

Quadro 1-1: discriminação dos indicadores utilizados para a dimensão ambiental	23
Quadro 1-2: discriminação dos indicadores da dimensão social	24
Quadro 1-3: discriminação dos indicadores da dimensão econômica.....	25
Quadro 4-1: alto curso da bacia dório Mundaú: características do relevo dos municípios - 2013	57
Quadro 4-2: alto curso da bacia do rio Mundaú: características do solo - 2013	59
Quadro 4-3: alto curso da bacia do rio Mundaú: caracterização da cobertura vegetal - 2013 .	66
Quadro 4-4: distribuição dos reservatórios - 2007	76
Quadro 4-5: alto curso da bacia do rio Mundaú: distribuição dos reservatórios - 2006.....	83
Quadro 6-1: alto curso da bacia do rio Mundaú: resultado do nível de vulnerabilidade da dimensão ambiental -2013.....	112
Quadro 6-2: alto curso da bacia do rio Mundaú: resultado do nível de vulnerabilidade da dimensão social - 2013	113
Quadro 6-3: alto curso da bacia do rio Mundaú: resultado do nível de vulnerabilidade da dimensão econômica - 2013	114

RESUMO

Entre o meio ambiente e os seres vivos ocorre uma teia de interligações das bases da manutenção da vida no planeta Terra. Entre os seres emerge a humanidade, com o desenvolvimento social, tecnológico e econômico, resultante da revolução industrial, onde muitas vezes o meio ambiente perde seu papel de aliado passando a ser utilizado como objeto de mecanização e dominação do homem. Nesta discussão, os recursos hídricos adquirem importância, tendo em vista sua utilização nos processos de produção do homem e como fonte de vida. Nessa perspectiva, As bacias hidrográficas transformam-se em ponto de interação entre meio ambiente e homem atuando como ponto de convergência de ações e consequências. Assim, elenca-se como objeto de estudo o alto curso da bacia do rio Mundaú no Estado de Pernambuco com o intuito de analisar as relações socioambientais a partir de 1990. Para o cumprimento desse e outros objetivos específicos estabeleceram-se diversos procedimentos metodológicos associados a diferentes etapas, priorizando incialmente o levantamento bibliográfico e cartográfico, e posteriormente a coleta de dados em gabinete através dos órgãos oficiais da Administração pública direta e indireta, culminando finalmente com o trabalho de campo. O emprego da metodologia adotada possibilitou concluir que a dimensão ambiental apresentou nível alto de vulnerabilidade impulsionado principalmente pela baixa fertilidade dos solos, acentuado índice de desmatamento, desarticulação do Comitê de bacia, além da falta de diagnósticos sobre os recursos hídricos na área. Na dimensão social o nível mostrou-se moderado, porém inspirando cuidados quanto aos baixos índices de IDHM, altas taxas de analfabetismo e mortalidade infantil. A dimensão econômica, pelo visto, necessita de ações mais urgentes, na medida em que atingiu o nível de vulnerabilidade máximo em todos os indicadores, a saber: baixo rendimento per capita, baixo número de empregados no setor formal, baixa produção agropecuária e PIB inexpressível.

Palavras-chave: Bacia hidrográfica, vulnerabilidade socioambiental, sustentabilidade.

ABSTRACT

Between the environment and living beings occurs a web of interconnections of the bases of sustaining life on Earth. Among beings humanity emerges, with the social, technological and economic, resulting from the industrial revolution, where frequently the environment loses its role as ally, where it is been used as an object of mechanization and domination of man. In this discussion, water acquires importance in view of their use in the production processes of man and source of life. From this perspective, Watersheds become a point of interaction between man and environment acting as a point of convergence of actions and consequences. Thus, lists himself as an object of study the upper course of the river basin in the state of Pernambuco in the basin water of Mundaú river in order to analyze the environmental relations since 1990. To those and other specific objectives were established several methodological procedures associated with different stages, initially prioritizing the bibliographic and cartographic, and later data collection in office through the official organs of direct and indirect public administration, culminating finally with fieldwork. The use of the methodology allowed us to conclude that the environmental dimension showed high level of vulnerability mainly driven by low fertility soils, steep rate of deforestation, Basin Committee disarticulation, besides the lack of diagnostics on water resources in the area. In the social dimension, the level was found to be moderate, but inspiring care about the poor records of HDIM, high rates of illiteracy and infant mortality. The economic dimension, it seems, requires more urgent action, as it reached the maximum level of vulnerability in all indicators, namely: low per capita income, low number of employees in the formal sector, low agricultural production and GDP inexpressible.

Keywords: Watershed, environmental vulnerability, sustainability.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	VII
LISTA DE FIGURAS	VIII
LISTA DE TABELAS	X
LISTA DE QUADROS	XII
RESUMO	XIII
ABSTRACT	XIV
1. INTRODUÇÃO	16
1.1. Objetivos	17
1.1.1. Objetivo Geral	17
1.1.2. Objetivos Específicos	17
1.2. Questões de Pesquisa	18
1.3. Procedimentos técnicos e operacionais.....	18
2. O ALTO CURSO DA BACIA DO RIO MUNDAÚ NO CONTEXTO HISTÓRICO DA BACIA HIDROGRÁFICA.....	27
2.1. Caracterização geográfica da área	27
2.2. O processo histórico de ocupação.....	33
3. BACIA HIDROGRÁFICA E SUSTENTABILIDADE: QUESTÕES DE MÉTODO	35
3.1. A bacia hidrográfica como unidade de planejamento e gestão territorial.....	35
3.2. O Desenvolvimento Sustentável e a Teoria Geral dos Sistemas	38
3.2.1. Considerações sobre o Desenvolvimento Sustentável.....	38
3.2.2. Considerações sobre a Teoria Geral dos Sistemas e Geossistemas	40
3.3. O território como categoria geográfica de análise	42
3.4. O uso de modelos e indicadores de sustentabilidade em bacias hidrográficas	44
4. CONDICIONANTES DO SISTEMA AMBIENTAL FÍSICO	47
4.1. Clima e condições meteorológicas	47
4.2. Aspectos geológicos e geomorfológicos.....	54
4.3. Aspectos pedológicos	59
4.4. Os recursos biológicos do ambiente: flora e fauna	63
4.5. Recursos hídricos superficiais e subterrâneos	69
4.6. Demanda de recursos hídricos	78
4.7. Planejamento e gestão da bacia hidrográfica do rio Mundaú	83
5. INDICADORES SOCIOAMBIENTAIS E O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL	85
5.1. Dimensão ambiental	85
5.2. Dimensão social	94
5.3. Dimensão econômica	101
6. CENÁRIOS ATUAIS NO CONTEXTO TERRITORIAL DO ALTO CURSO DA BACIA DO RIO MUNDAÚ: AO MODO DE CONCLUSÃO	112
7. REFERÊNCIAS.....	117

1. INTRODUÇÃO

As bacias hidrográficas são fonte de vida através do seu bem mais precioso: a água. Assim, desde os primórdios com o surgimento da vida e o aparecimento de grandes civilizações, as bacias serviram como reservatórios de águas, via de transporte de mercadorias e altar para rituais, entre outros. Os rios e a jornada da água até a sua foz trazem a manifestação da vida em todos os sentidos, além de desenhar o relevo, influenciar o espaço e atuar de maneira incisiva na trajetória do planeta Terra.

O estudo do meio ambiente, a partir das bacias hidrográficas, contribui para o desenvolvimento de uma nova concepção no tratamento das questões socioambientais, possibilitando melhorias no planejamento quanto à sua preservação e implementação de políticas de desenvolvimento sustentável.

A criação das cidades e a crescente ampliação das áreas urbanas têm contribuído para a ampliação dos impactos ambientais como a poluição dos rios, o contágio de doenças, o agravamento de enchentes, entre outros. Esses impactos trazem alterações modificadoras da paisagem comprometendo os ecossistemas do planeta. Ações dessa ordem mostram que o homem vem promovendo, consciente ou inconscientemente, uma ação contra si que põe em risco a vida e se não freada, pode ser irreparável.

Um exemplo recente destas consequências ocorreu no município de Correntes em Pernambuco. O rio Mundaú após fortes chuvas culminou com uma série de enchentes, destruindo boa parte da cidade, sendo este cenário agravado pela ação do homem através do lançamento de vários resíduos sólidos e líquidos em seu leito, ocasionando a ampliação da enchente, além das doenças promovidas pelo contato com a água contaminada. Os motivos que levam a situações dessa natureza, não são decorrentes apenas das questões climáticas, mas de uma série de outras ações que envolvem os aspectos socioambientais, entre elas: coleta de lixo, educação ambiental, fatores populacionais, planejamento territorial, conhecimento das características da bacia, entre outros.

Assim, a presente dissertação justifica-se pela necessidade de melhor conhecer o território do alto curso da bacia do rio Mundaú, em seus aspectos físicos, sociais e econômicos, uma vez que tem sofrido no correr dos anos interferências antrópicas sem considerar o uso racional dos recursos naturais existentes, desencadeando com isso os

impactos socioambientais.

A Dissertação está constituída de cinco capítulos, a saber:

Inicialmente, na parte introdutória, fez-se um panorama geral sobre a bacia hidrográfica, justificando o tema e mostrando a necessidade de se realizar estudos na perspectiva da sustentabilidade, apresentando na sequência os objetivos que delinearam a pesquisa, além das questões norteadoras e procedimentos técnicos e operacionais.

No capítulo I, para melhor situar o leitor na linha do tempo, priorizou-se fazer uma breve caracterização do objeto investigado, sem, no entanto, perder de vista o processo histórico de ocupação da área, tomando-se como referência a unidade municipal.

O capítulo II, de caráter teórico-metodológico apresenta uma reflexão sobre a bacia hidrográfica e sustentabilidade envolvendo quatro aspectos fundamentais, tais como: a bacia hidrográfica como unidade de planejamento e gestão territorial; a teoria dos sistemas e o desenvolvimento sustentável; o território como categoria geográfica de análise e o uso de modelos e indicadores ambientais em bacias hidrográficas.

No capítulo III, abordam-se os condicionantes do sistema ambiental físico predominante no alto curso da bacia, encerrando a discussão com uma análise sobre o planejamento e gestão bacia do Rio Mundaú.

No capítulo IV que visou à aplicação mais específica da abordagem metodológica mostra-se o emprego de indicadores socioambientais na área, tomando-se como base as dimensões ambiental, social e econômica.

Finalmente, no último capítulo de modo conclusivo e associado ao IV capítulo fez-se uma apreciação sobre o atual cenário do recorte da bacia com o objetivo de contribuir para a elaboração de metas na perspectiva da sustentabilidade ambiental.

1.1. Objetivos

1.1.1. Objetivo Geral

- Analisar as relações socioambientais no território do alto curso da bacia do rio Mundaú no Estado de Pernambuco, a partir de 1990.

1.1.2. Objetivos Específicos

- Caracterizar os elementos naturais do sistema ambiental físico no alto curso da bacia do rio Mundaú.

- Verificar o processo de uso e ocupação do solo, sem perder de vista o processo histórico de ocupação da área em estudo.
- Verificar o nível de vulnerabilidade socioambiental no território do alto curso da bacia do rio Mundaú através do uso de indicadores.
- Analisar as condições ambientais, sociais e econômicas do alto curso da bacia do rio Mundaú como indicadores de qualidade de vida da população inserida.

1.2. Questões de Pesquisa

A partir da problemática apresentada surgiram os seguintes questionamentos:

- Qual o papel dos elementos naturais e socioeconômicos no território do alto curso da bacia do rio Mundaú?
- Como se deu o processo de uso e ocupação do solo no território do alto curso da bacia do rio Mundaú?
- Quais as principais transformações socioambientais ocorridas no alto curso da bacia do rio Mundaú?
- Atualmente qual é o nível de vulnerabilidade das dimensões social, econômica e ambiental no território do alto curso da bacia do rio Mundaú?

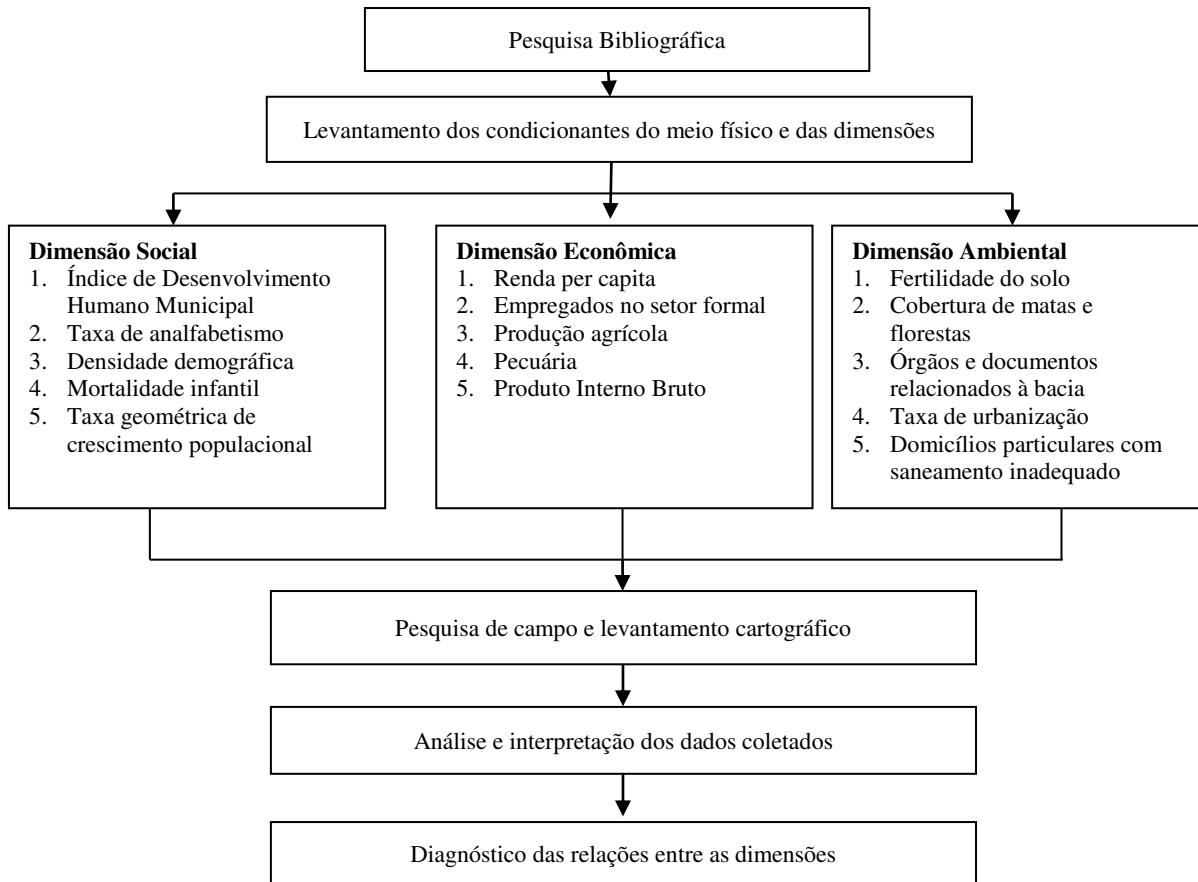
1.3. Procedimentos técnicos e operacionais

Para concretização dos objetivos desse estudo, utilizaram-se distintos procedimentos metodológicos associados a diferentes técnicas (figura 1.1).

Em **gabinete**, fez-se inicialmente o levantamento bibliográfico indispensável para a reflexão teórico-metodológica da pesquisa, buscando os autores que mais diretamente discutem a temática envolvendo os tópicos: bacia hidrográfica, sustentabilidade, indicadores socioambientais, território e teoria dos sistemas.

Ainda nesta etapa procedeu-se o levantamento dos componentes físicos e biológicos (clima, geologia, solos, hidrografia, geomorfologia, flora e fauna) em livros, revistas, anais de eventos e outras fontes consultivas, além da coleta de dados através dos órgãos da administração pública direta e indireta.

Figura 1.1: procedimentos metodológicos da pesquisa



Organização: Marcelo Siqueira de Araújo, 2013

No levantamento de dados das dimensões envolvendo os aspectos ambientais, sociais e econômicos, consideraram-se as informações também disponibilizadas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), Agência Nacional de Águas (ANA), Serviço Geológico do Brasil (CPRM) e Banco de Dados do Estado de Pernambuco (BDE), entre outras fontes.

No tocante aos indicadores de análise sob a ótica do Desenvolvimento Sustentável, buscou-se em Van Bellen (2005) subsídios para as discussões a respeito das principais metodologias que abordam esses indicadores, como: a Pegada Ecológica, o Painel de Controle da Sustentabilidade e o Barômetro da Sustentabilidade. Quanto à sustentabilidade o aporte seguiu os princípios de Sachs (1994, 1986, 2008, 2009).

Entretanto, para valorar os indicadores aqui selecionados, Van Bellen (2005) explica que o Barômetro da Sustentabilidade utiliza-se das escalas de performance para combinar

diferentes indicadores, fornecendo uma medida através das extremidades da variável, bom ou ótimo, e, ruim ou péssimo. Esta modelagem permite que as posições dos indicadores possam ser esboçadas dentro da escala de acordo com suas características, o que leva a cada indicador encontrar a medida apropriada dentro da escala e manter um padrão passível de combinação e comparação com outros indicadores.

O Barômetro da Sustentabilidade utiliza índices para a avaliação de seus indicadores que são transferidos para um gráfico bidimensional onde os estados do bem-estar humano e do ecossistema são colocados em escalas relativas, que vão de 0 a 100 sendo dividida em escalas de 20 em 20 unidades onde: 0 – 20 → Ruim: insustentável; 20 – 40 → Pobre: quase insustentável; 40 – 60 → médio: intermediário; 60 – 80; Bom → regular: sustentável; 80 – 100 → boa: sustentável. Assim, a escala montada para a análise dos indicadores utilizados neste trabalho segue a divisão em quatro níveis de vulnerabilidade : baixo, moderado, alto e muito alto seguindo os critérios anteriormente citados.

O maior desafio, quando se discute sustentabilidade é unir crescimento econômico, preservação ambiental e as ações antrópicas, neste sentido, a utilização de indicadores de desenvolvimento sustentável traduz informações diversas com a possibilidade de interação formando, assim, uma visão holística. Esta ferramenta é utilizada em diversos estudos trazendo à tona análises do Desenvolvimento Sustentável gerando um guia de ações e planejamento quanto ao uso dos recursos de uma bacia.

A escolha dos indicadores para o estudo do alto curso da bacia do rio Mundaú fora baseada na preservação e no uso sustentável dos recursos naturais levando-se em conta a doutrina do Desenvolvimento Sustentável e os indicadores de desenvolvimento sustentável do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2010), onde foram enfocadas as dimensões sociais, culturais, espaciais, econômicas e ecológicas, daí a proposição das três dimensões: social, ambiental e econômica, uma vez que, este tripé encontra-se no centro das relações estabelecidas no território do alto curso da bacia do rio Mundaú.

Para a escolha dos indicadores seguiu-se as etapas descritas por Babbie (1989): **1. Seleção do item** → observando a validade lógica do mesmo dentro das características que se pretende mensurar; **2. Relações binárias** → fazer correlação entre a característica quantitativa e qualitativa através de pontos ou percentual; **3. Análise multivariada** → o indicador necessita apresentar vários níveis de classificação; e, **4. Pontuação do indicador** → determinação da variação da pontuação menor e maior.

Além disso, utilizou-se o modelo pressão-estado-resposta proposta pela Organização de Cooperação e Desenvolvimento Econômico – OCDE (1993) que sistematiza os indicadores

dentro dos seguintes padrões: **Pressão** → representa as pressões sobre os sistemas; **Estado** → reflete a qualidade do sistema num dado espaço de tempo; e, **Resposta** → respostas do sistema às alterações.

Para o sistema de avaliação do fenômeno agregado ao indicador, levou-se em conta a seleção do fato, dado e tipo de informação, que no todo ou na individualização necessitam de sistematização, comparação e classificação, tendo como parâmetro a situação ótima do indicador para o **nível baixo** do nível de vulnerabilidade e o seu extremo oposto, o **nível muito alto**. Dentro do parâmetro do indicador, foram criados intervalos relacionados aos níveis: **muito alto, alto, moderado e baixo**. O município foi classificado dentro destes intervalos, e por fim o intervalo contendo a maior quantidade de municípios refletindo a situação final do indicador no contexto do alto curso da bacia do rio Mundaú.

Após a classificação dos municípios dentro de cada indicador, seguiu-se para a classificação da dimensão. A vulnerabilidade encontra-se dividida em 4 (quatro) níveis: **baixo** cor vermelho escuro, **moderado**, cor vermelho claro, **alto**, cor alaranjado e **muito alto**, cor amarela. E a classificação segue uma tabela de pontuação que varia de 0 (zero) a 3 (três) pontos (tabela 1.1).

Tabela 1.1: pontuação atribuída para o nível de vulnerabilidade por indicador

Nível de vulnerabilidade	Pontuação
Muito alto	3
Alto	2
Moderado	1
Baixo	0

Organização: Marcelo Siqueira de Araújo, 2013.

Esta mesma classificação dos níveis de vulnerabilidade também foi utilizada para as dimensões, neste caso, em cada dimensão (social, ambiental e econômica) contém 5 (cinco) indicadores, onde o valor máximo para cada um é de 3 (três) pontos, num total de 15 (quinze) pontos por dimensão, assim cada intervalo possui a pontuação de 3,75 pontos (tabela 1.2).

Tabela 1.2: pontuação atribuída para o nível de vulnerabilidade por dimensão

Nível de vulnerabilidade	Intervalo de pontos
Muito alto	11,25 a 15,00
Alto	7,50 a 11,25
Moderado	3,75 a 7,50
Baixo	0,00 a 3,75

Organização: Marcelo Siqueira de Araújo, 2013

Com base nos resultados obtidos a partir dos 5 (cinco) indicadores de cada dimensão elaborou-se o diagrama do nível de vulnerabilidade socioambiental baseado na visão sistêmica da ação dos condicionantes social, econômica e ambiental no alto curso da bacia do

rio Mundaú.

No processo de pontuação dos indicadores fez-se necessário caracterizar o efeito causado como positivo ou negativo perante a situação do município em questão, produzindo as devidas convenções para que o resultado dos dados, que variam entre número, percentual, ausência ou presença possua intervalos nos quais se possam classificar os municípios. Para chegar ao resultado, fez-se necessário a descrição dos indicadores de acordo com os parâmetros utilizados e as fontes consultadas (quadros 1.1, 1.2 e 1.3).

Quadro 1-1: discriminação dos indicadores utilizados para a dimensão ambiental

Indicadores	Parâmetros	Níveis adotados	Conversão	Fonte de dados
1 –Fertilidade do solo	Nível de fertilidade (muito baixo, baixo, médio e alto)	Nível de fertilidade do solo “muito baixo” equivale ao nível de vulnerabilidade “muito alto”, “alto” equivale “baixo”, “moderado” ao “médio”, e “baixo” equivale ao nível de fertilidade “alto”.	A partir dos níveis de fertilidade do solo encontrados em cada município atribuem-se os valores: 1 (um) ponto para o nível “alto”, 2 (dois) pontos para “médio”, 3 (três) pontos para “baixo” e 4 (quatro) pontos para “muito baixo”, a presença do nível de fertilidade resulta na atribuição do valor ao município, de acordo com o somatório de ponto dos níveis obtém-se o nível predominante	IBAMA (2006)
2 – Cobertura de matas e florestas	Cálculo da área (%)	Percentual de cobertura de matas e florestas existentes. O nível de vulnerabilidade tem seu maior índice quanto menor for à cobertura vegetal em relação aos municípios integrantes do alto curso da bacia do rio Mundaú.	O percentual de cobertura de matas e florestas está distribuído do menor (1%) ao maior (24%) sendo dividida em 4 (quatro) faixas, cada uma com 6% de intervalo. O nível “muito alto” de vulnerabilidade é atribuído ao menor percentual de cobertura vegetal e segue gradualmente até o nível “baixo” indicando o maior percentual de cobertura.	Censo Agropecuário (2006)
3 – Órgãos e documentos relacionados à bacia	Presença ou ausência	Presença ou ausência do órgão: Comitê da Bacia e Conselho de Usuários de Água, e dos documentos: Diagnóstico dos Recursos Hídricos, Plano de Aproveitamento dos Recursos Hídricos, Plano de Desenvolvimento Sustentável, Plano Decenal de Recursos Hídricos, e, Plano Diretor de Recursos Hídricos. O nível de vulnerabilidade tornar-se maior a medida da ausência dos itens.	Cada item a ser observado possui a valoração de 1 (um) ponto, assim o máximo de pontos é 7 (sete), daí parte a formação dos intervalos cada um com a faixa de intervalo em 1,75 pontos, a “presença” do item recebe a pontuação 0 (zero) enquanto sua “ausência” recebe 1 (um), a soma de pontos a ser obtido classifica o nível de vulnerabilidade do indicador	SECTMA (2006).
4 – Taxa de urbanização	Taxa de urbanização (%)	O nível de vulnerabilidade torna-se “mais alto” à medida que a taxa de urbanização diminui.	Os intervalos de vulnerabilidade estão distribuídos da menor (26,67%) para a maior (89,14%) taxa de urbanização, tendo o percentual de 15,62% para cada intervalo. Com isto distribuem-se os municípios nos intervalos e aquele que conter a maior quantidade de municípios denota a situação do indicador.	BDE/PE (2010)
5 - Domicílios particulares permanentes com saneamento inadequado	Taxa de domicílios particulares permanentes com saneamento inadequado (%)	ANálise da maior e da menor taxa de domicílios particulares permanentes com saneamento inadequado. O nível de vulnerabilidade aumenta na mesma proporção em que aumenta o percentual de domicílios permanentes com saneamento inadequado	Os índices de vulnerabilidade estão distribuídos da maior (66,43%) para a menor (8,96%) taxa de domicílios particulares permanentes com saneamento inadequado, tendo o percentual de 12,87% para cada intervalo. Com isso distribuem-se os municípios, e o intervalo que conter a maior quantidade de municípios denota a situação do indicador.	BDE/PE (2010)

Organização: Marcelo Siqueira de Araújo, 2013

Quadro 1-2: discriminação dos indicadores da dimensão social

Indicadores	Parâmetros	Níveis adotados	Conversão	Fonte de dados
1 – Índice de Desenvolvimento Humano Municipal	Índice do IDHM	Análise do maior e do menor Índice de Desenvolvimento Humano Municipal. O nível de vulnerabilidade aumenta na medida em que diminui o IDHM.	O índice de vulnerabilidade “muito alto” corresponde ao menor IDHM de 0,521 seguindo de maneira decrescente até o nível “baixo” com índice de 0,693, tendo o valor de 0,043 para cada intervalo. Com isto distribuem-se os municípios, e o intervalo contendo a maior quantidade de municípios denota a situação do indicador.	BDE/PE (2010)
2 – Taxa de analfabetismo	Taxa de analfabetismo na população de 10 anos ou mais (%)	Análise da maior e da menor taxa de analfabetismos na população de 10 anos ou mais de idade onde o nível de vulnerabilidade “mais alto” está ligado a maior taxa de analfabetismo.	Os índices de vulnerabilidade partem do nível “mais alto” onde está a maior 36,29 % taxa de analfabetismos na população de 10 anos ou mais de idade, para a menor 16,23%, tendo o percentual de 5,02% para cada intervalo. Com isto distribuem-se os municípios e o intervalo que conter a maior quantidade de municípios denota a situação do indicador.	BDE/PE (2010)
3 – Densidade demográfica	Densidade demográfica (hab/km ²)	As análises da maior e da menor taxa de densidade demográfica definiram a classificação do nível de vulnerabilidade que tem seu maior nível (muito alto) para a maior taxa de densidade.	Os índices de vulnerabilidade estão distribuídos da maior taxa de densidade demográfica 282,21 hab/km ² para a menor 51,82 hab/km ² , tendo o valor de 57,60 hab/km ² para cada intervalo. Com isto distribuem-se os municípios, e o intervalo que conter a maior quantidade de municípios denota a situação do indicador.	BDE/PE (2010)
4 – Mortalidade infantil	Taxa de mortalidade infantil por mil nascidos vivos	Análise da maior e da menor taxa de mortalidade infantil (por mil nascidos vivos). O nível de vulnerabilidade torna-se do “muito alto” a media que a taxa aumenta.	os índices de vulnerabilidade estão distribuídos da maior taxa de mortalidade infantil (por mil nascidos vivos) no valor de 23,12, para a menor taxa 4,57, tendo o valor de 4,64 para cada intervalo. Com isto distribuem-se os municípios, e o intervalo que conter a maior quantidade de municípios denota a situação do indicador.	BDE/PE (2010)
5 – Taxa geométrica de crescimento populacional	Taxa geométrica de crescimento populacional (% a.a.)	O nível de vulnerabilidade tende ao nível “muito alto” à medida que a taxa geométrica de crescimento populacional nos municípios entre 2000-2010 (% aa) diminui.	Os índices de vulnerabilidade estão distribuídos da menor (-1,51 %) para a maior (1,29 %) taxa geométrica de crescimento populacional nos municípios entre 2000-2010 (% a.a.), tendo o percentual de 0,70 % para cada intervalo. Com isto distribuem-se os municípios, e o intervalo que conter a maior quantidade de municípios denota a situação do indicador.	BDE/PE (2010)

Organização: Marcelo Siqueira de Araújo, 2013

Quadro 1-3: discriminação dos indicadores da dimensão econômica

Indicadores	Parâmetros	Níveis adotados	Conversão	Fonte de dados
1 – Renda per capita	Renda per capita (R\$)	O nível de vulnerabilidade “mais alto” relaciona-se com o menor valor da renda per capita.	Os níveis de vulnerabilidade estão distribuídos através do menor valor da renda per capita R\$ 55,78, nível “muito alto”, para o maior R\$ 167,83, nível “baixo” tendo o valor de R\$ 28,01 para cada intervalo. Com isto distribuem-se os municípios, e o intervalo que conter a maior quantidade de municípios denota a situação do indicador.	BDE/PE (2010)
2 – Empregados no setor formal	Empregados no setor formal (nº)	O maior nível de vulnerabilidade (muito alto) corresponde ao menor número total de empregados no setor formal.	Os índices de vulnerabilidade estão distribuídos através do número total de empregados no setor formal onde o menor número 458, nível de vulnerabilidade “muito alto”, e, para o maior número 16.154 nível de vulnerabilidade “baixo”, tendo o valor de 3.924 para cada intervalo. Com isto distribuem-se os municípios e o intervalo que conter a maior quantidade de municípios denota a situação do indicador.	BDE/PE (2010)
3 – Produção agrícola	Produção agrícola (R\$1.000,00)	O maior nível de vulnerabilidade corresponde ao menor valor da produção agrícola.	As faixas de vulnerabilidade estão distribuídas através do menor valor da produção agrícola R\$ 527.000,00, nível de vulnerabilidade “muito alto”, para o de maior valor R\$ 28.408.000,00, nível de vulnerabilidade “baixo”, tendo o valor de R\$ 6.970.000,00 para cada intervalo. Com isto distribuem-se os municípios e a faixa que conter a maior quantidade de municípios indica a situação da bacia.	BDE/PE (2010)
4 – Pecuária	Número de cabeça (nº)	O nível de vulnerabilidade tem no menor número de cabeças dos três principais rebanhos a indicação de nível “muito alto” e o maior número, representa o nível “muito baixo”.	Os níveis de vulnerabilidade estão distribuídos através do menor número de cabeças do efetivo dos três principais rebanhos 7.405, indicando o nível de vulnerabilidade “muito alto”, para o maior número 46.377, sendo o valor de 9.743 para cada faixa. Com isto distribuem-se os municípios, e a faixa que conter a maior quantidade de municípios indica a situação da bacia.	BDE/PE (2010)
5 – Produto Interno Bruto	PIB (R\$ 1.000,00)	O nível de vulnerabilidade segue a análise do menor valor do Produto Interno Bruto (PIB) representando o nível “muito alto” e o maior valor representando o nível “baixo”.	Os níveis de vulnerabilidade estão distribuídos do menor valor do Produto Interno Bruto (PIB) R\$ 33.308.000,00, nível “muito alto”, para o maior valor R\$ 949.339.000,00, nível “baixo”, tendo o valor de R\$ 229.008.000,00 para cada intervalo. Com isto distribuem-se os municípios, e a faixa que conter a maior quantidade de municípios indica a situação da bacia	BDE/PE (2010)

Organização: Marcelo Siqueira de Araújo, 2013

Na fase de **trabalho de campo**, foram feitas diversas observações in loco em cinco momentos distintos, utilizando-se o GPS (Sistema de Posicionamento Global) como instrumento de apoio, bem como o uso de câmera fotográfica digital, além da caderneta de campo que possibilitou descrever sobre os variados aspectos da realidade local associados ao emprego de alguns dos indicadores analisados e o cotejo de informações existentes nas cartas temáticas

Após essa etapa, elaboraram-se as cartas temáticas específicas de clima, geologia, solos, hidrografia, geomorfologia, entre outras, com apoio de técnicas da cartografia digital e utilização da ferramenta computadorizada. Na elaboração das referidas cartas utilizou-se uma mesma base cartográfica e fez-se uso do Software Arc View 3.2 e o Spring versão 4.3.1 para facilitar a manipulação das informações.

A última fase consistiu da análise e interpretação dos dados coletados em campo e em gabinete, atribuindo tratamento estatístico na elaboração de diagramas baseados na relação existente entre as dimensões homem, natureza e economia, que como visto, foi baseado na classificação dos níveis de vulnerabilidade utilizada por Prescott-Allen.

2. O ALTO CURSO DA BACIA DO RIO MUNDAÚ NO CONTEXTO HISTÓRICO DA BACIA HIDROGRÁFICA

2.1. Caracterização geográfica da área

A bacia hidrográfica do rio Mundaú abrange os Estados de Pernambuco e Alagoas. Na porção do território pernambucano ocupa a Unidade de Planejamento Hídrico -UP6. Localiza-se entre as coordenadas geográficas de 08°41'34" e 09°14'00" de latitude sul e, 36°03'36" e 36°37'27" de longitude oeste. Limita-se ao norte com a bacia do rio Una, ao sul com o Estado de Alagoas e grupo de bacias de pequenos rios interiores, a leste com a bacia do rio Una e o Estado de Alagoas e a oeste, com o grupo dos rios interiores e a bacia do rio Una (figura 2.1).

A extensão dessa bacia compreende uma área de 4.090,39 km², dos quais 2.154,26 km² pertencem ao alto curso, correspondente a 52,2% da área drenada pela bacia, enquanto que os 47,8% restantes estão no Estado de Alagoas. Assim, em sua área de abrangência existem de 15 (quinze) municípios localizados no Estado de Pernambuco e 15 (quinze) municípios no Estado de Alagoas, atendendo a uma população total de 230.000 mil habitantes (figura 2.2) (tabela 2.1).

Tabela 2.1: alto curso da bacia do rio Mundaú: distribuição da área e inserção dos municípios do Estado de Pernambuco - 2006

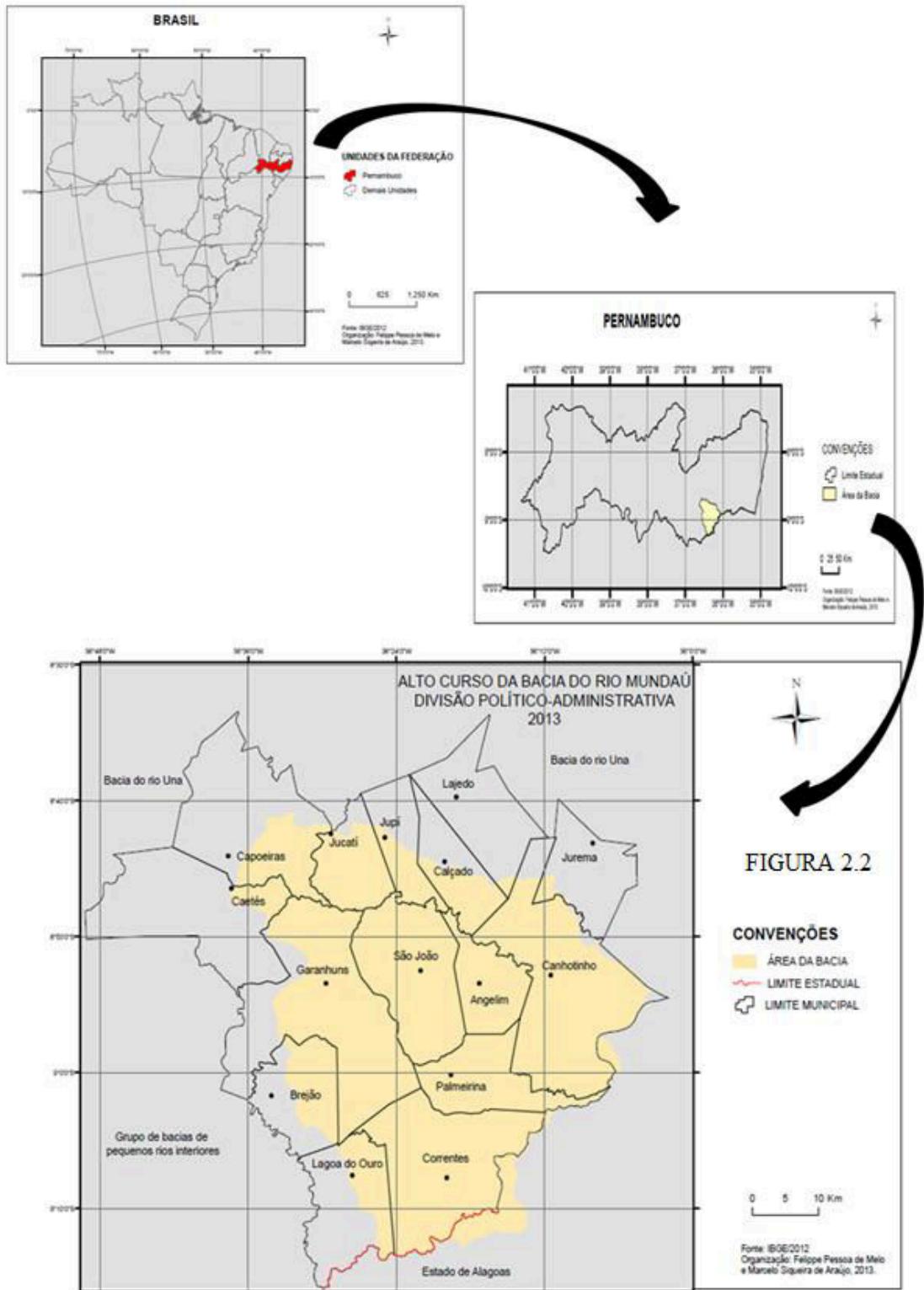
Município	População urbana	População rural	População Total	Densidade demográfica (hab/km ²)	Área (km ²)	Inserção na bacia	Percentual de inserção na bacia (%)
Angelim	6.089	4115	10204	86,43	118,04	Totalidade	3%
Brejão	3.571	5280	8851	55,35	159,79	Parcialmente	5%
Caetés	35.451	5335	40786	80,66	329,48	Sede na bacia	10%
Calcado	3.810	7315	11125	91,23	121,95	Parcialmente	4%
Canhotinho	14.106	10415	24521	57,96	423,08	Sede na bacia	12%
Capoeiras	6.263	13330	19593	58,26	335,26	Parcialmente	10%
Correntes	10.329	7090	17419	53,00	328,65	Totalidade	10%
Garanhuns	115.356	14052	129408	282,21	458,55	Sede na bacia	13%
Jucati	2.828	7776	10604	87,92	120,60	Parcialmente	3%
Jupi	8.356	5349	13705	130,54	104,99	Parcialmente	3%
Jurema	8.753	5788	14541	98,08	148,25	Parcialmente	4%
Lagoa do Ouro	6.029	6103	12132	61,04	198,76	Sede na bacia	6%
Lajedo	26.395	10233	36628	193,70	189,10	Parcialmente	5%
Palmeirina	5.178	3011	8189	51,82	158,02	Totalidade	5%
São João	9.656	11656	21312	82,50	258,33	Totalidade	7%
Total	262.170	116.848	379.018	-	3.453	-	-

Fonte: SECTMA, 2006

Organização: Marcelo Siqueira de Araújo, 2013

Figura 2.1: localização da bacia do rio Mundaú - 2013

Figura 2.2: alto curso da bacia do rio Mundaú: localização da área de estudo- 2013



Fonte: IBGE, 2012

Organização: Felipe Pessoa de Melo e Marcelo Siqueira de Araújo

O rio Mundaú, que dá nome à bacia, nasce no município de Garanhuns-PE e percorre cerca de 70 km dentro do Estado de Pernambuco, adentrando o Estado de Alagoas pela cachoeira da Escada, ao sul do município de Correntes-PE, e a noroeste do município de Santana do Mundaú, atravessando a área central da Mata Alagoana para desembocar no Oceano Atlântico, formando nas proximidades de sua foz a Lagoa Mundaú. Apresenta como seus afluentes principais pela margem direita os riachos Conceição e Salgado, rio Correntes e rio Mundauzinho, e pela margem esquerda, o rio Canhoto, que deságua no rio Mundaú em território alagoano, considerado o tributário mais importante da rede hidrográfica (figuras 2.3, 2.4).

Figura 2.3: área da nascente do rio Mundaú em Garanhuns



Créditos: Helber Corrêa de Barros e Marcelo Siqueira de Araújo

Figura 2.4: vista panorâmica “Cachoeira Escada” em Correntes



Créditos: Helber Corrêa de Barros e Marcelo Siqueira de Araújo

Por atravessar mais de um Estado, o rio Mundaú é de domínio da União, devendo portanto, considerar as características inerentes às legislações dos Estados de Pernambuco e Alagoas no que diz respeito ao Plano de Recursos Hídricos da bacia. Constam, em seu Plano Diretor, a divisão em quatro setores ou unidades de análises (UA1, UA2, UA3 e UA4) duas no Estado de Pernambuco (UA1 e UA2) formando o alto curso, e, duas outras no Estado de Alagoas (UA3 e UA4) formando o médio e baixo curso (figuras 2.5 e 2.6).

Figura 2.5: bacia do rio Mundaú: unidades de análise - 2007



Fonte: SILVA et al, 2007

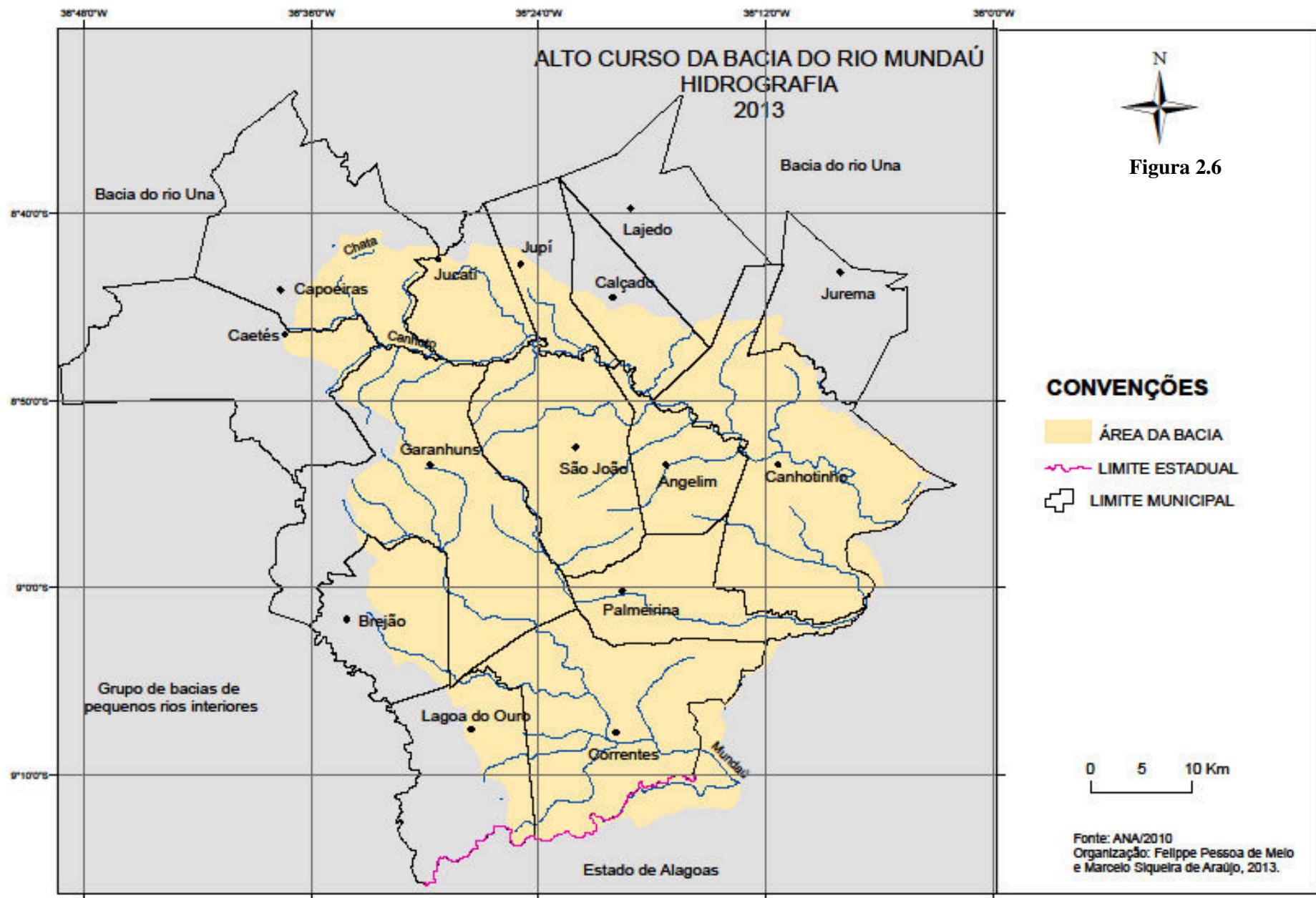


Figura 2.6

Segundo a Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010) os municípios do alto curso da bacia do rio Mundaú pertencem à Mesorregião Geográfica do Agreste Pernambucano, dentro da porção Agreste Meridional. Observando-se a distribuição populacional ao longo do território pernambucano, verifica-se que o Agreste ocupa a terceira posição com 1.993.868 habitantes, o equivalente a 25% do Estado (tabela 2.2).

Tabela 2.2: Estado de Pernambuco – população por mesorregião – 2013

Mesorregião	População	Percentual
Metropolitana do Recife	3.339.616	42%
Mata Pernambucana	1.207.274	15%
Agreste Pernambucano	1.993.868	25%
Sertão Pernambucano	911.914	12%
São Francisco Pernambucano	465.672	6%
TOTAL	7.918.344	

Fonte: IBGE, 2010

Organização: Marcelo Siqueira de Araújo, 2013

Outra observação importante é a densidade populacional do Estado de Pernambuco, onde se insere a área de estudo, tendo a sua maior concentração no litoral, com média entre 2000 e 3000 habitantes por km². Com o afastamento do litoral diminui essa concentração onde a maioria dos 61 municípios apresenta densidade moderada entre 101 e 300 hab/km², principalmente na região do Agreste Meridional, onde se destacam os municípios de porte médio, como Caruaru com 275,5 hab/km² e Garanhuns com 249,2 hab/km² (figura 2.7).

Figura 2.7: vista panorâmica da área central de Garanhuns



Créditos: Vanailson Rodrigues e Marcelo Siqueira de Araújo – 2013

2.2. O processo histórico de ocupação

O processo de povoamento do Agreste Meridional teve início com a colonização do Brasil e a criação das capitâncias hereditárias, sendo as vilas de Igarassu e Olinda os primeiros núcleos de povoamento e ponto de partida para as expedições desbravadoras do interior. A expedição de Jorge de Albuquerque adentrou o sertão até o rio São Francisco, com isso teve início a instalação de engenhos de açúcar da colônia e o incentivo da plantação de cana-de-açúcar e algodão. Com o sucesso dos empreendimentos, Pernambuco cresceu e gerou o protótipo da sociedade açucareira dos grandes latifúndios. Com a interiorização, o Agreste passou a abastecer a Zona da Mata de alimentos e fazer a exportação do açúcar.

Iniciando o século XVII a região Agreste, onde se situa a bacia do rio Mundaú, é tomada pela pastagem, cana-de-açúcar, café e pelo algodão, e dentro destes a agricultura de subsistência. Tornou-se a área uma verdadeira policultura, além da produção de leite, queijo e manteiga, e assim, na medida em que ocorreu a interiorização, criaram-se as demarcações das sesmarias e expulsão dos índios que ali viviam.

Neste processo, a Zona da Mata sofreu várias repartições das sesmarias em fazendas com grandes áreas uma vez que mantinham os engenhos, a pecuária e as plantações de cana e algodão, além da agricultura de subsistência. No Agreste, estas estruturas foram diminuídas até chegar ao ponto de abrigar somente a agricultura de subsistência.

Outro fator importante na ocupação e povoamento do Agreste fora a perseguição aos negros fugitivos que encontravam apoio no Quilombo dos Palmares, ali desenvolvendo uma economia de subsistência, deram origem a uma série de fazendas e sítios resultando num forte adensamento demográfico. Após o término da escravidão, a mão-de-obra para as plantações de cana passou a ser fornecida pelo Agreste, através de empregos temporários, desta maneira, os homens partiam para o trabalho nas lavouras enquanto a mulher e os filhos cuidavam da agricultura de subsistência.

Esta conjuntura levou a estrutura fundiária atual, onde ocorre uma exclusão social do trabalhador e de sua família das oportunidades de educação, lazer e melhores salários, tendo em vista que o trabalho inicia-se muito cedo, daí a vida social ser marcada exclusivamente pelo fornecimento da sua força de trabalho. Nos dias atuais este quadro vem sofrendo as mudanças econômicas e estruturais, além do surgimento de vários movimentos sociais, populares e sindicais.

Assim, esta estrutura agrária colaborou para a constituição e estabelecimento de relações sociais de dependência e subordinação, onde a única autoridade reconhecida era a do

coronel e a atividade política sendo dominada, controlada e disputada pelos chefes de grupos locais, quase sempre grandes proprietários ou seus mandados.

Estas mudanças são refletidas principalmente na dinâmica populacional, como a migração para a capital e até mesmo do êxodo rural para as áreas urbanas, bem como através do auxílio de incentivos para os agricultores, e os programas de auxílio às classes mais baixas proporcionadas pelo Governo do Estado.

Hoje, o território do Agreste Meridional é constituído por 20 (vinte) municípios distribuídos nas Microrregiões do Vale do Ipanema, Vale do Ipojuca, Garanhuns e Sertão do Moxotó, sendo eles: Águas Belas, Bom Conselho, Buíque, Caetés, Capoeiras, Iati, Ibimirim, Ibirajuba, Inajá, Itaíba, Manari, Paranatama, Pedra, Saloá, São Bento do Una, Terezinha, Tupanatinga, Venturosa, Angelim e Garanhuns.

As áreas atuais do Agreste Meridional são reconhecidas economicamente pela presença da pecuária leiteira. Porém, as pequenas propriedades rurais, de agricultura de subsistência, exploram principalmente as culturas do feijão, mandioca e tomate, apresentando grande importância socioeconômica para a região, sendo a principal atividade de exploração das áreas rurais.

A exuberância natural e cultural encontra-se representada nos sítios históricos, museus, igrejas, grutas, cavernas, furnas, mirantes, engenho, trilhas ecológicas, bicas, cachoeiras, parques de exposições, reservas florestais, artesanatos, festas populares, religiosas, folclore e comidas típicas que compõem o território. Entre os parques arqueológicos possui o segundo maior do Brasil, o Vale do Catimbau, localizado no município de Buíque, tem mais de 150 milhões de anos e 23 (vinte e três) sítios arqueológicos.

Garanhuns é o município que assume posição de destaque no território do alto curso, representando o polo econômico ativo da região com atividades industriais, comércio e turismo, entre elas, o Festival de Inverno que acontece no mês de julho e leva milhares de turistas à cidade.

3. BACIA HIDROGRÁFICA E SUSTENTABILIDADE: QUESTÕES DE MÉTODO

3.1. A bacia hidrográfica como unidade de planejamento e gestão territorial

A água tem chamado à atenção mundial nos últimos anos. Os pontos das discussões estão voltados para a utilização dos recursos hídricos, devido às ações humanas que aceleram o processo de deterioração das suas características físicas, químicas e biológicas afetando diretamente a manutenção da vida. Este fato por si só justifica a necessidade do planejamento e gestão territorial das bacias hidrográficas visando atenuar a ocupação do solo indevida, uso indiscriminado da água, o desmatamento das matas ciliares, desvios de cursos d'água, entre outras.

A bacia hidrográfica enquanto fonte de recursos naturais necessita do uso racional, da preservação e manutenção, ou seja, é preciso entendê-la enquanto unidade de planejamento e gestão territorial, uma vez que constitui um ecossistema e seus fatores naturais, sociais e econômicos necessitam de uma atuação balanceada a fim de promover o equilíbrio.

Neste contexto, deve-se levar em conta que as mudanças do uso do solo (tais como: desmatamento, expansão das fronteiras agrícolas, construção de estradas, urbanização e pecuária, entre outras), podem afetar diretamente a conservação dos mananciais de recursos hídricos, contribuindo, assim para sua degradação. Acrescenta-se ainda, os fatores ambientais (regime de chuvas, pluviosidade, tipo de solo, relevo) e os fatores econômicos (tipo de agricultura e pecuária, mercado de consumo), ou seja, estes elementos juntos necessitam de planejamento e gestão territorial a fim de promover a conservação, manejo e uso racional.

Vilar et al (2009) ao refletirem sobre o uso dos recursos hídricos chamam a atenção para a necessidade de se levar em consideração a realidade local, ou seja, as demandas, os usos e costumes da região, uma vez que se constitui no ponto chave para se pensar na gestão e planejamento, já que o contato mais íntimo ocorre no segmento do usuário, sendo este quem irá aderir ou não às orientações, se tornando o principal beneficiário. De toda sorte, uma mudança brusca de princípio pode acarretar a derrocada de um estilo de vida e até promover a saída do usuário. Neste sentido,

A bacia hidrográfica deve ser assumida como unidade básica de planejamento para o manejo sustentável dos recursos hídricos. Dentro dessa unidade de trabalho devem-se incluir as demandas locais e a necessidade de se reconhecer e incentivar produtores rurais anônimos que manejam adequadamente suas propriedades rurais contribuindo, portanto, para a sustentabilidade das bacias hidrográficas e para manutenção dos serviços ambientais (VILAR et al, 2009, p. 2).

No que diz respeito ao planejamento e gestão dos recursos hídricos a bacia hidrográfica assume um papel central, uma vez que agrupa informações vitais para o manejo, a preservação e uso sustentável dos recursos naturais enquanto fonte de vida e suas várias utilidades para as atividades humanas.

Diante disto, a bacia passa a ter um território estabelecido através das divisas municipais e estaduais, com leis, regras e acordos entre seus usuários que interagem proporcionando territorialidades expressas em três dimensões: ambiental, social e econômica. Tais dimensões por sua vez, cada qual ao seu modo modifica o território e promove conflitos de interesses entre as demais dimensões e o fim é a busca pelo equilíbrio.

Sob a ótica do planejamento ambiental, as bacias hidrográficas têm sido adotadas como unidades físicas de reconhecimento, caracterização e avaliação, a fim de facilitar a abordagem sobre os recursos hídricos. Considera-se que o comportamento de uma bacia hidrográfica ao longo do tempo ocorre por dois fatores, sendo eles de ordem natural, responsáveis pela pré-disposição do meio à degradação ambiental, e antrópicos, onde as atividades humanas interferem de forma direta ou indireta no funcionamento da bacia.

Neste sentido, o planejamento ambiental pode ser utilizado para definir todo e qualquer projeto de planejamento de uma determinada área de bacia hidrográfica que leve em consideração fatores físico-naturais e socioeconômicos para a avaliação das possibilidades de uso do território e/ou dos recursos naturais, ainda que haja, de acordo com os objetivos e metodologias de cada projeto, certa ênfase em determinado fator (ARAÚJO, 2010).

A bacia hidrográfica compreende uma área da superfície regida pela topografia onde as nascentes e os corpos de água se conectam descarregando sua vazão através de seu exultório, tendo como delimitação os divisores de águas superficiais que em geral não coincidem com os divisores subterrâneos. Acrescenta-se, ainda, que a bacia hidrográfica passou a ser considerada uma unidade geográfica, por meio da Lei Federal 9.433, de 08 de janeiro de 1997 que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos e criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (Brasil, 1997).

Outra definição para bacia pode ser extraída de Lima (2008) onde a bacia é um espaço com características topográficas destinadas ao fornecimento de água aos rios e nascentes por

meio de processos como o escoamento superficial, infiltração, entre outros. Acerca da questão Pinto (2004) complementa esta ideia acrescentando que a bacia é um conjunto de terras drenadas por um rio e seus afluentes e estes são formados nas áreas mais altas do relevo.

No entendimento de Araújo (2010) existem diversos conceitos para bacia hidrográfica, porém uma ideia central permeia entre autores (Christofoletti, 1980; Cunha, 1994; Botelho, 2004), cujo eixo central é a existência de nascentes, divisores de águas, curso d'água, afluentes e subafluentes. Na visão de Botelho (2004) a bacia de drenagem ou bacia hidrográfica constitui-se de três elementos: superfície terrestre, rio principal e seus afluentes.

Segundo Botelho (1999), a utilização da bacia hidrográfica como unidade de planejamento formal ocorreu nos Estados Unidos, em 1993, sendo adotada posteriormente nos países do Reino Unido, França e Nigéria, e demais partes do mundo.

De início a preocupação do planejamento e da gestão das bacias hidrográficas estava restrito basicamente aos problemas relacionados à água, tendo sua prioridade o abastecimento industrial e doméstico, o controle de inundações, a irrigação ou a navegação. Mas, entretanto, outras questões que merecem atenção requerem ações eficazes, tais como o inchaço urbano, a deficiência da coleta de lixo, as necessidades das atividades econômicas, uma vez que agem no sistema como um todo alterando as características da bacia.

Associa-se a esta linha de pensamento a crescente demanda pelas questões ambientais trazendo à tona a necessidade de construção de mecanismos cada vez mais sistêmicos para análise da bacia hidrográfica. Fontes (1997) a esse respeito afirma que a bacia deve ser entendida como uma unidade de estudo bem definida tanto do ponto de vista da integração, como da função de seus componentes. Com isso, a bacia hidrográfica reflete questões socioambientais que necessitam da elaboração de instrumentos sob a forma de planejamento e gestão tendo em vista o uso racional, preservação e manutenção dos recursos naturais.

As questões levantadas por Silva (2003) a respeito das alterações de cursos d'água e diminuição dos canais de drenagem corroboram o pensamento de Fontes (1997) uma vez que neste cenário, integram-se também os conflitos do uso dos solos e das águas bem como o aumento da demanda acompanhada da eficiência do tratamento dos recursos hídricos, controle de despejos de esgoto e cuidados com o saneamento básico.

Um fator imprescindível nas etapas de planejamento e gerenciamento de uma bacia hidrográfica é a participação e envolvimento da comunidade, por considerar que ela está diretamente em contato com os recursos naturais.

3.2. O Desenvolvimento Sustentável e a Teoria Geral dos Sistemas

3.2.1. Considerações sobre o Desenvolvimento Sustentável

O Desenvolvimento Sustentável aparece como solução possível e surge para dar uma resposta à necessidade de harmonização do uso dos recursos ambientais com os socioeconômicos, trazendo a eficiência no processo de produção com vistas a favorecer as necessidades humanas presentes e futuras. Brundtland (1991) aborda o conceito de desenvolvimento sustentável como um

processo de transformação no qual a exploração dos recursos, a direção dos investimentos, a orientação do desenvolvimento tecnológico e a mudança institucional se harmonizam e reforçam o potencial presente e futuro, a fim de atender às necessidades e aspirações humanas (BRUNDTLAND, 1991, p. 46).

No momento em que se trata de abordar os problemas ambientais, traz a tona um olhar sobre a ligação entre a ação antrópica e natureza num mesmo território o que gera situações de conflito de interesses entre os próprios atores, entre os atores e o meio ambiente e entre atores, meio ambiente e economia dentro de suas territorialidades.

Diante disto, o desenvolvimento sustentável pode ser compreendido como o “grau de evolução de uma dada sociedade” ou um “território” que considera não somente a dimensão econômica, mas também a dimensão ambiental e a dimensão social. Gera-se, assim, um novo desafio: como adotar a dinâmica ambiental enquanto centro da discussão do desenvolvimento.

Brundtland (1991) afirma que Maurice Strong lançou o conceito de ecodesenvolvimento em 1973 e tinha como preceito um estilo de desenvolvimento adaptado ao terceiro mundo, com vistas às áreas rurais. Além disso, leva em conta a maneira como são utilizados os recursos naturais locais, sem promover o esgotamento da natureza. O ecodesenvolvimento é absorvido por Sachs (1986) e passa a desenvolver, culminando com um quadro estratégico baseado em três pilares: eficiência econômica, prudência ecológica e justiça social.

A visão sistêmica na busca de soluções para a crise ambiental, Sachs (2009) elege como marcos desta preocupação o Clube de Roma, em 1972, a Declaração de Estocolmo, em 1972 e a Conferência do Rio de Janeiro, em 1992 cujo produto foi a Agenda 21. Estes abriram os horizontes para a projeção e implementação de estratégias ambientais que se adequassem à promoção do desenvolvimento socioeconômico culminando com o conceito de

Desenvolvimento Sustentável.

Este conceito é definido por Brundtland (1991) como conjunto de técnicas preservacionistas tendo como foco impedir o desperdício e cuidar da natureza para o uso das gerações futura o que para Sachs (1994) culminou com o ecodesenvolvimento sustentável sendo conceituado como “um estilo de desenvolvimento, que em cada ecorregião, insiste na busca de soluções específicas para seus problemas particulares, levando em conta não só os dados ecológicos, mas também os culturais, bem como as necessidades imediatas e de longo prazo”.

Sachs (2008) propõe cinco dimensões a serem observadas:

- a) **sustentabilidade social:** objetivando a redução das diferenças sociais através de uma proposta de desenvolvimento que assegure um crescimento estável com equidade na distribuição de renda garantindo o direito de melhoria de vida.
- b) **sustentabilidade econômica:** foco na eficiência econômica com base nos cuidados com o meio ambiente, fundamentada no fluxo entre o público e o privado, complementado pelo manejo dos recursos naturais.
- c) **sustentabilidade ecológica:** possui como meta o uso dos potenciais da natureza sem comprometer sua existência, aumento da capacidade de utilização dos recursos naturais disponíveis com vistas ao menor potencial de impacto ao meio ambiente.
- d) **sustentabilidade espacial:** evitar concentrações geográficas de populações, atividades e de poder, além do equilíbrio entre zona urbana e rural, busca de novas configurações para a distribuição espacial dos assentamentos e das atividades econômicas.
- e) **sustentabilidade cultural:** pluralidade de soluções que integrem as especificidades de cada ecossistema, cultura e local. Representa a necessidade de sintonizar as mudanças com a questão cultural vivida em cada contexto específico.

Sachs (2009) fez uma releitura das dimensões e propôs outra onde resume as três linhas de trabalho apontando na direção de um Desenvolvimento Sustentável que contemple um desenvolvimento com eficiência econômica, justiça social e prudência ecológica. Ideia também defendida por Brüseke (1993), este traz uma visão tridimensional do desenvolvimento: a dimensão econômica, a dimensão biofísica e a dimensão sociopolítica.

- a) **Dimensão biofísica:** definido a partir dos conceitos de ecologia, ou de um ecossistema, contemplando os diversos fenômenos de poluição à conservação de recursos naturais e também aos aspectos sociais, ou seja, corresponde ao espaço físico onde se desenvolve a vida e todos os fenômenos naturais.
- b) **Dimensão econômica:** segue os preceitos da racionalidade capitalista do processo

de produção, caracterizado pela lógica da valorização onde se faz necessário a inclusão do meio ambiente dentro da relação tradicional de custo e benefício.

- c) **Dimensão sociopolítica:** encontra-se no universo dos valores humanos atrelados aos aspectos que atuam na relação homem-homem e homem-natureza.

Diante deste quadro faz-se necessário colocar em discussão novas práticas que ampliem os horizontes, ao invés de criticar o atual modelo de desenvolvimento procurar alavancar mudanças que não sejam úteis apenas para o hoje, mas que possam atuar em médio e em longo prazo.

Neste contexto, se insere a visão sistêmica, baseada nos princípios do desenvolvimento sustentável a fim de compreender o desempenho das ações que interferem na dinâmica ambiental, através da análise das dimensões: social, ambiental e econômica, visando o planejamento e a gestão dos recursos naturais dentro das linhas da preservação, conservação e uso racional dos recursos incrustados nas conexões entre o ambiente físico e as relações socioambientais.

3.2.2. Considerações sobre a Teoria Geral dos Sistemas e Geossistemas

A introdução da Teoria Geral dos Sistemas na análise da paisagem possibilitou uma nova forma de compreender como os elementos estabelecem suas relações de forma a produzir e organizar o espaço geográfico constituindo uma nova forma de abordar a problemática ambiental.

Os estudos voltados para a bacia hidrográfica encontram na teoria dos sistemas a base para a análise de seus componentes, ultrapassando as barreiras da simples caracterização dos aspectos físicos para ganhar status de interrelação de fatores sociais, econômicos e culturais onde todos são capazes de modificar o cenário em igual potencialidade.

O geossistema por corresponder a um determinado tipo de sistema, teve seu conceito definido pelo geógrafo soviético Sotchava em 1963, e foi utilizado em inglês em 1967, pelo geógrafo Stoddart e em alemão, em 1969, por Neef. Assim, para Bolós (1992) o geossistema, como o ecossistema, é uma abstração, um conceito, um modelo teórico da paisagem. Nele encontramos todas e cada uma das características que definimos como próprias de todo sistema.

Este modelo teórico tem como característica a integração entre os elementos a partir de suas relações intrínsecas e interrelações com outros sistemas. Sotchava (1977) caracterizou-o como a manifestação dos fenômenos naturais advindos da interação, na superfície da Terra,

dos elementos constituintes da litomassa, biomassa, aeromassa e hidromassa. Além desses, faz-se necessário à visualização dos fenômenos sociais e econômicos, uma vez que os elementos naturais sofrem modificações a partir da exploração pelo homem trazendo, também consequências recíprocas.

Nesta perspectiva, o geossistema apresenta-se como complexo dinâmico, flexível, aberto e alicerçado no espaço-tempo muito breve, uma vez que está ligado ao potencial dos elementos naturais, a sua exploração biológica e dos recursos naturais, e, de maneira mais incisiva, da ocupação antrópica.

Este conceito tem em Tricart (1977) um dos seus maiores defensores. Seguindo a linha proposta pelo conceito de geossistema o referido autor propôs o campo da Ecogeografia e a sua utilização na área de gestão e planejamento territorial. Aqui o foco é a integração de várias áreas científicas em torno de um mesmo objeto de estudo.

No Brasil, a produção geográfica sistêmica iniciou-se com as contribuições de Christofoletti que difundiu o conceito de geossistema, tanto em nível teórico como aplicado, procurando avançar no papel desempenhado pela Geografia Física na estruturação do meio ambiente e nas atuais questões ambientais globais (ARAÚJO, 2010).

Dentro desse contexto, a compreensão de Christofoletti (1986) para o conceito de geossistema envolve a caracterização dos sistemas ecológicos naturais, que são objeto da Geografia Física. Tomando o geossistema como sendo seu objetivo próprio, a Geografia Física não contempla individualmente os componentes da natureza, mas, sim, a organização espacial dos geossistemas, que se expressa pela estrutura, como resultante da dinâmica dos processos e das relações existentes entre os elementos (ARAÚJO, 2010).

Para Bertrand (1971), a paisagem é o resultado da interação de elementos físicos, biológicos e antrópicos em constante evolução. O geossistema consiste em um sistema aberto, hierarquicamente organizado, tendo uma combinação dinâmica e ao mesmo tempo dialética, sendo assim, instável por conta de seus fatores físicos, biológicos e antrópicos.

Hierarquicamente Bertrand (1971), subdivide as unidades de paisagem em: zona, domínio, região natural, estas possuem como elemento fundamental o clima e as características estruturais. Após a região natural segue: o geossistema, as geofácies e o geótopo, aqui o elemento fundamental são os fatores biogeográficos e antrópicos. A escala destas unidades varia, em quilômetros quadrados, como base na especificidade do tratamento requisitado pela informação.

Em 1990, o autor acrescenta ao conceito de hierarquização um modelo tridimensional: geossistema, território e paisagem. O primeiro possui características biofísicas, químicas e de

sua hidrologia, já o território traz como marcas o social e o econômico, enquanto o último, a paisagem encontra-se no campo do cultural, do patrimônio, da identidade e das representações.

De posse destas informações, conclui-se que é necessário um maior aprofundamento sobre os conhecimentos dos elementos de um sistema, envolvendo suas características e processos constituintes, assim o geossistema possibilita diagnosticar a estrutura e mensurar a intensidade de expressividade de cada sistema envolvido.

3.3. O território como categoria geográfica de análise

A discussão sobre o território tem início com a definição de espaço, um termo utilizado na Geografia e que ao longo do tempo passou por várias ampliações em seu significado de acordo com as premissas e necessidades do mundo. O termo é utilizado para indicar uma parte específica de um dado ambiente, por exemplo, um continente no planeta Terra, ou mesmo um cômodo de uma casa, sendo assim, o espaço também sofre influências da escala. Neste âmbito existem autores como Harvey (2002), Lefebvre (1999), Raffestin (1993) e Santos (1997) que refletem sobre o conceito de território e territorialidade levantando características convergentes e divergentes.

Harvey (2002) por sua vez aborda o conceito de espaço pautado numa matriz tríplice: espaço absoluto, relativo e relacional. O espaço absoluto “se torna uma coisa em si mesma com uma existência independente da matéria”; enquanto o espaço relativo compreende a relação entre os objetos pelo fato dele existir, e o espaço relacional resulta do espaço contido no objeto e das relações estabelecidas dentro deste contexto.

Outro conceito de espaço advém de Lefebvre (1999), para ele o “espaço denota e conota todos os espaços possíveis, abstratos ou “reais”, mentais e sociais. Entre outros, esse conceito contém dois aspectos: o espaço de representação – a representação do espaço”. Deste modo, o espaço passa a contar com elementos abstratos como costumes e tradições desenvolvendo ação e reação no mundo concreto.

Harvey (2002) propôs uma junção de seu conceito de espaço (absoluto, relativo e relacional) ao conceito defendido por Lefebvre (1999) de espaço (percebido, concebido e vivido) que em partes se relacionam, mas se distanciam quanto às definições mais apuradas. No que diz respeito ao espaço absoluto de acordo com Lefebvre (1999) é a união de todas as dimensões, já para Harvey (2002) os três conceitos atuam simultaneamente.

Para Raffestin (1993) “o espaço é, de certa forma, “dado” como se fosse uma matéria-

prima, da realidade material preexiste a qualquer conhecimento e a qualquer prática”, este conceito trás a ideia do espaço enquanto cenário para a atuação das relações entre os objetos e destes com o espaço.

Santos (1997) afirma que “o espaço não é nem a soma nem a síntese das percepções individuais. Sendo produto, isto é, um resultado da produção, o espaço é um objeto social”. Desta forma, o espaço passa a ser o elemento estrutural da sociedade, ou seja, a estrutura e o funcionamento da sociedade moldam o espaço e os atores dentro deste espaço criam os territórios mediados pelas tensões exercidas pelo poder e acabam por gerar características simbólicas que levam a territorialidade.

Assim, observa-se que o espaço é parte integrante do território, e este último se constrói dentro do espaço a partir das relações estabelecidas entre o homem-natureza-modo-de produção. Conclui-se, por conseguinte, que o espaço é mais amplo e surge antes do território e da territorialidade, pois conforme preconiza Raffestin (1993) o território resulta de uma ação conduzida por um ator.

O território emerge como expressão legal e moral do Estado onde o ambiente, em união com a população, faz surgir a sociedade. Este fato, segundo Valverde (2004) trás a tona uma identidade específica associada à territorialidade, fixa no tempo e no espaço. Além disso, tais características só podem ser alteradas com o uso da força.

Desta maneira, a relação entre os atores e o território instaura a territorialidade, que de acordo com Raffestin (1993, p. 30) “reflete a multidimensionalidade do vivido territorial pelos membros de uma coletividade, pela sociedade em geral. Os homens vivem, ao mesmo tempo, o processo territorial por intermédio de um sistema de relações existenciais e/ou produtivas”.

Haesbaert (2010) concebe a territorialidade como constituído por uma dimensão simbólica que contem uma referência a um espaço material que deverá estar presente. Desta forma, um território mantido através das relações de poder pode conter vários tipos de territorialidades, e neste sentido, apresenta-se as três dimensões propostas como análise a partir do território dos municípios do alto curso da bacia do rio Mundaú: ambiental, social e econômica, cada qual com suas características próprias atuando ao mesmo tempo no ponto de intersecção: a bacia.

Neste contexto, adota-se o conceito de território enquanto espaço de relações de poder estabelecido mediante o modo de produção, reforçado pelas regras estabelecidas pelo e para o Estado. Este território encontra-se localizado num espaço que possui características que lhe são próprias e interagem mantendo um elo entre território e espaço. Ainda aqui, insere-se a

territorialidade, fruto das relações sociais, ambientais, econômicas e principalmente do tempo.

Contudo, a ideia de território e ordenação territorial trás outra concepção: territorialidade. De acordo com Albagli (2004) este conceito emerge a partir das relações entre um indivíduo ou grupo social e seu meio de referência, tendo sua manifestação exposta em várias escalas geográficas e expressa um sentimento de pertencimento e um modo de atuação no espaço.

3.4. O uso de modelos e indicadores de sustentabilidade em bacias hidrográficas

A origem do conceito de sustentabilidade de acordo com a CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO (1995), encontra-se relacionado com a Agenda 21 no que diz respeito capítulo 40 onde se recomenda o uso e a proposição de indicadores de sustentabilidade como ferramentas para o monitoramento da Gestão dos Recursos Naturais, eventos preocupados com o uso de forma exploratória dos recursos naturais e ao mesmo tempo estruturador das bases para o uso dos mesmos visando o atendimento das necessidades das gerações atuais e futuras. Apoiado no relatório Brundtland (1991) dentro do conceito de sustentabilidade e utilização dos recursos naturais recomenda o uso e a proposição de indicadores de sustentabilidade como ferramenta para o monitoramento da gestão dos recursos naturais.

Deponti et al (2002) definem indicador de sustentabilidade “como um instrumento que permite mensurar as modificações nas características de um sistema”, enquanto a Organização de Cooperação e Desenvolvimento Econômico - OCDE (1993, p. 8) trata os indicadores como um “parâmetro ou valor calculado a partir de parâmetros dando indicações ou descrevendo o estado de um fenômeno do meio ambiente ou de uma zona geográfica, que tenha alcance superior à informação diretamente dada pelo valor do parâmetro”.

Desta forma, o objetivo principal dos indicadores é promover a análise de um determinado fenômeno de maneira a facilitar sua discussão. Van Bellen (2005, p. 16) acrescenta que “os indicadores simplificam as informações sobre fenômenos complexos tentando melhorar com isso o processo de comunicação”. Os indicadores analisam as condições ambientais, sociais, econômicas e até institucionais procurando fornecer dados para análise da realidade a fim de facilitar a tomada de decisões.

Os indicadores possuem a característica de um grau maior de objetividade complementado pela sistematização de informações de vários campos. Leal & Peixe (2009) afirmam que os indicadores facilitam o monitoramento e a avaliação periódica, sendo usados

para planejamento de ações de médio prazo, e por isso, cabe sua aplicação nos estudos sobre a gestão e planejamento das bacias hidrográficas, possibilitando a comparação entre diferentes realidades e em diversos períodos.

Sendo assim, a sustentabilidade necessita de mecanismos e metodologias que possam quantificar e qualificar seus níveis de atuação, ou seja, a fim de promover ações mais específicas em áreas de maior impacto ambiental tornando-se necessário a adoção de indicadores adaptados a diferentes situações que visem o planejamento de medidas atenuantes. Neste contexto, surgem várias pesquisas buscando analisar a relação homem/natureza.

As pesquisas sobre os indicadores de desenvolvimento sustentável (IDS) tomou um grande impulso por volta dos anos de 1980, principalmente com a conferência Rio 92 evento que uniu cerca de 120 países e cerca de 9 mil organizações não governamentais resultando na Agenda 21, com a finalidade de promover o desenvolvimento sustentável, tendo como pontos principais: dimensões econômicas e sociais; conservação e gerenciamento de recursos para o desenvolvimento; fortalecimento do papel dos grupos principais, e meios de implementação.

Os IDS analisam as condições sociais, econômicas, de proteção do meio ambiente e de acordo com sua multiplicidade de adequações cabe perfeitamente como base para análise do ecodesenvolvimento dentro do território de uma bacia, fazendo uma ponte entre as dimensões da natureza, do homem e da economia com vistas a entender suas relações de territorialidade, o poder de atuação e suas implicações neste ecossistema.

A sua utilização permite a sistematização de informações favorecendo o monitoramento e avaliação periódica de situações localizadas fornecendo subsídios para planejamento a curto, médio e longo prazo, ou seja, os indicadores têm como missão promover a reflexão sobre as informações ambientais, econômicas e sociais para avaliação da eficácia do equilíbrio entre estas dimensões.

Van Bellen (2005) fez um estudo sobre as três principais ferramentas para sua mensuração do desenvolvimento sustentável: Pegada Ecológica, o Painel da Sustentabilidade, e o Barômetro da Sustentabilidade. Em sua pesquisa foi utilizada a técnica Delphi na qual especialistas em um assunto específico são consultados e com estes resultados procura-se um consenso.

A Pegada Ecológica foi desenvolvida por Wackermagel e Rees sendo publicada em 1996, a ideia principal é a representação do espaço ecológico no qual um sistema sobrevive, ou seja, a capacidade de carga do sistema. Está baseada na energia e recursos naturais, e, na capacidade de absorção de dejetos do sistema.

Em 1998 surge o Painel da Sustentabilidade, desenvolvido pela Consultative Group on Sustainable Development Indicators, sua base concentra-se nas três dimensões da sustentabilidade: econômica, social e ambiental, esta interrelação é o diferencial deste sistema. Utiliza uma apresentação gráfica semelhante a um painel de carro. Sua aplicação pode ser na comparação de nação, regiões e áreas urbanas.

O Barômetro da Sustentabilidade nasce a partir da necessidade de informações para tomada de decisões das agências governamentais e não governamentais para atuação a nível nacional, regional e/ou urbano. Fora desenvolvido pelo The World Conservation Unit (IUCN) e o The International Development Research Centre (IDRC) tendo seu foco na avaliação da sustentabilidade de um sistema econômico. A ideia principal é combinar indicadores e chegar aos resultados por meio de índices e assim, mensura os indicadores em duas categorias: bem estar do meio ambiente e o bem estar da sociedade, sendo esta sua característica mais importante. Os parâmetros utilizados pelo Barômetro da Sustentabilidade formam a base para a formulação do Diagrama da Vulnerabilidade utilizada neste trabalho, tendo três dimensões: social, econômica e ambiental nas quais encontramos 5 (cinco) indicadores onde os municípios são classificados dentro dos níveis de vulnerabilidade: muito alto, alto, moderado e baixo. Como resultado tem-se o Diagrama da Vulnerabilidade com uma visão sistêmica da situação do alto curso da bacia do rio Mundaú.

4. CONDICIONANTES DO SISTEMA AMBIENTAL FÍSICO

4.1. Clima e condições meteorológicas

Sob o ponto de vista climático predomina no alto curso dois tipos: úmido e semiúmido. O clima úmido possui temperaturas elevadas no verão podendo atingir até 40°C e no inverno atinge até 18°C, porém na maior parte do ano concentra temperaturas elevadas. Apresenta características intermediárias entre o semiárido e seco subúmido, tendo como período chuvoso os meses de março a junho, com pequenos ou nenhum excesso hídrico. O alto curso da bacia encontra-se com praticamente toda sua extensão inserida no clima semiúmido, onde uma pequena parcela dos municípios de Lagoa do Ouro e de Correntes pertence ao clima úmido (figura 4.1).

No município de Garanhuns, local da nascente, o clima é do tipo Tropical Chuvoso com verão seco, possuindo o período chuvoso no outono/inverno iniciando-se em dezembro/janeiro e terminando em setembro, com uma precipitação média anual de 738,87 mm. Os demais municípios inseridos na bacia apresentam variação dos índices pluviométricos entre 497, 9 mm/ano em Caetés, a, 1.143,63 mm/ano no município de Correntes e estes índices pluviométricos são os mais altos de Pernambuco.

A média de temperatura na bacia é de 22°C para a maioria dos municípios, chegando aos 23°C em Correntes e Canhotinho. Nos brejos de altitude verificam-se as temperaturas médias anuais mais baixas do Estado, estas ocorrem entre os meses de junho, julho e agosto, atingindo em torno de 16°C a 20°C, como é o caso do município de Garanhuns. Já as temperaturas mais elevadas acontecem nos meses de outubro, novembro e dezembro variando entre 24°C e 31°C (figura 4.2).

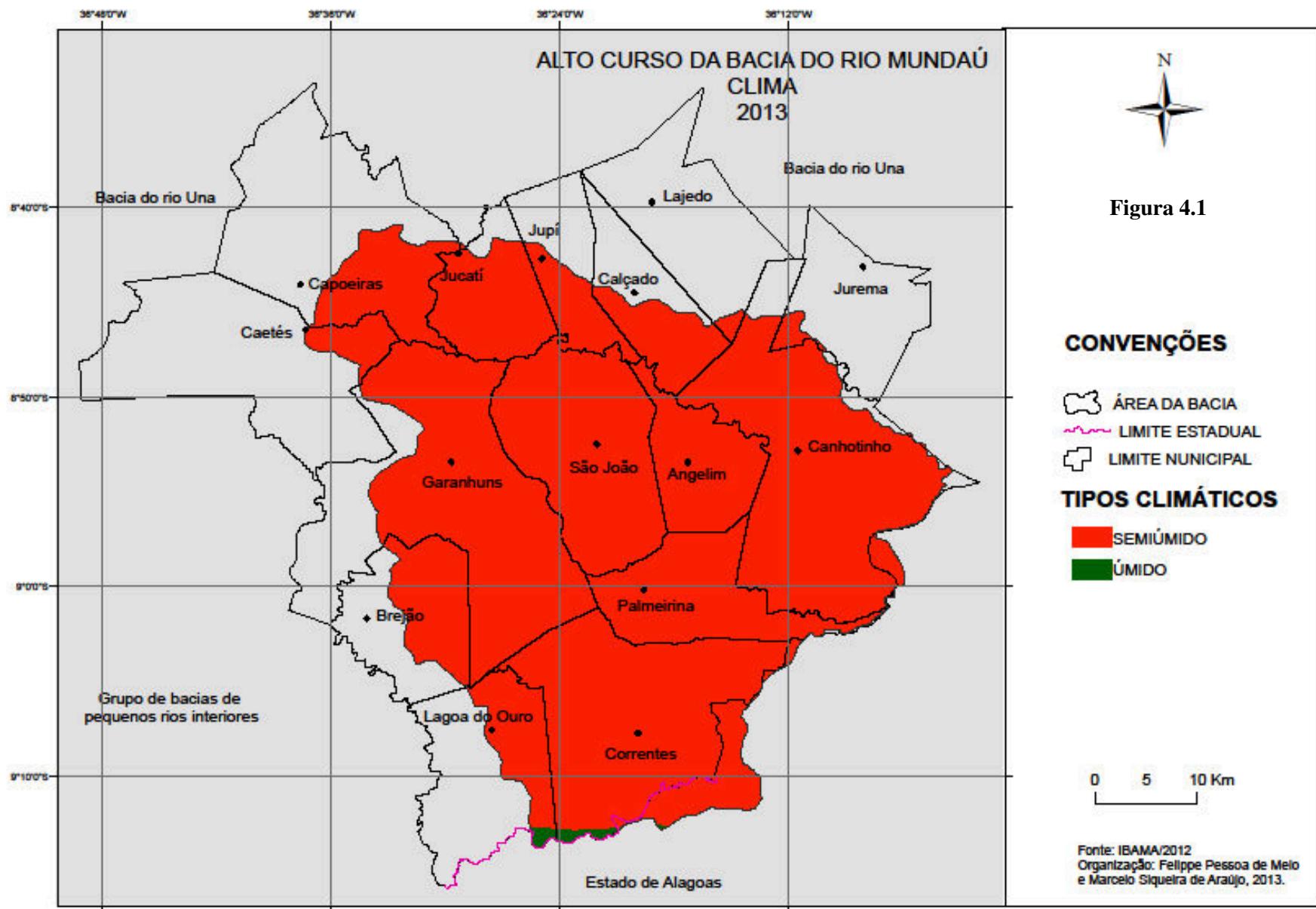
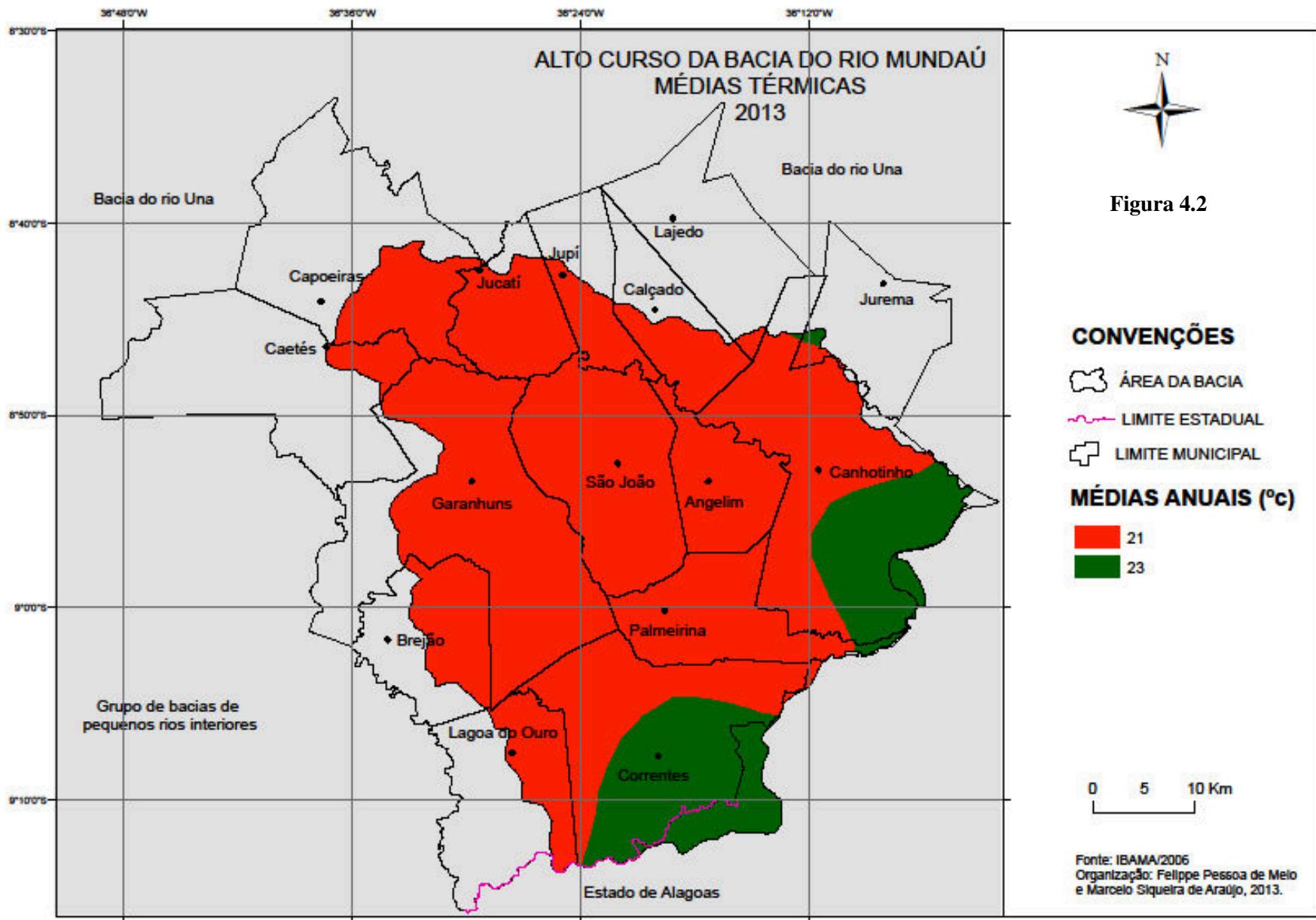
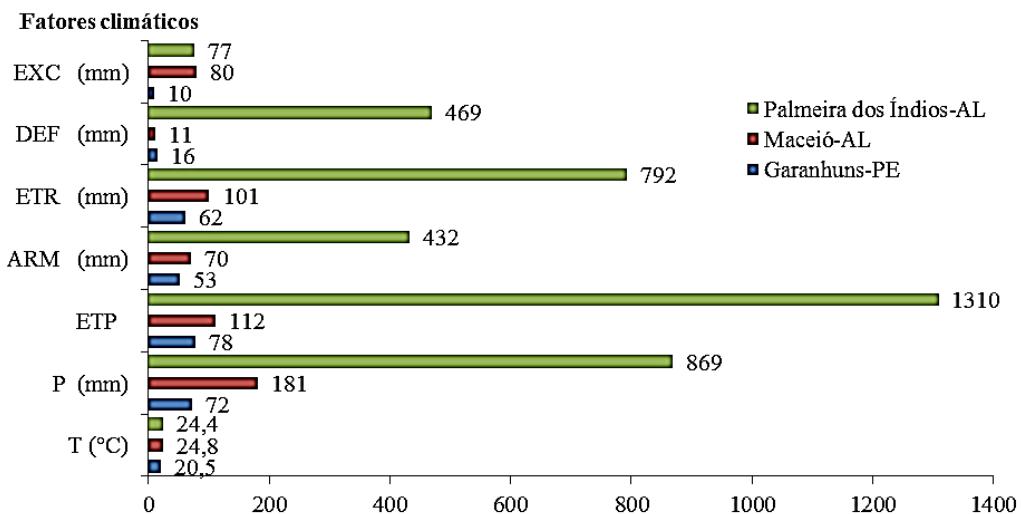


Figura 4.1



A comparação entre os dados das estações meteorológicas existentes na área da bacia demonstra que as taxas de: excedente hídrico, deficiência hídrica, evapotranspiração potencial, evapotranspiração real, armazenamento e precipitação total média são bem superiores no médio curso (figura 4.3).

Figura 4.3: bacia do rio Mundaú: dados climáticos de Garanhuns-PE - 1964-1989; Maceió - AL - 1961-1990, e Palmeira dos Índios - 1975-1990



Fonte: EMBRAPA, 2013

Legenda: T:= Temperatura Média Mensal do Ar; P = Precipitação Total Média; ETP = Evapotranspiração Potencial; ARM =Armazenamento; ETR = Evapotranspiração Real; DEF = Deficiência Hídrica; EXC = Excedente Hídrico

Organização: Marcelo Siqueira de Araújo

A insolação atua diretamente na evaporação, assim, em Garanhuns esse fenômeno geralmente perdura por 2.308 horas. Quanto à velocidade do vento não houve registro apresentado pelo Instituto Nacional de Meteorologia – INMET. A análise dos dados mostra que a evaporação mensal média gira em torno de 3 a 5 mm/dia entre o alto e o baixo curso da bacia, possuindo as menores médias no período das chuvas entre maio e agosto, quando atinge em aproximadamente 2,5 mm/dia.

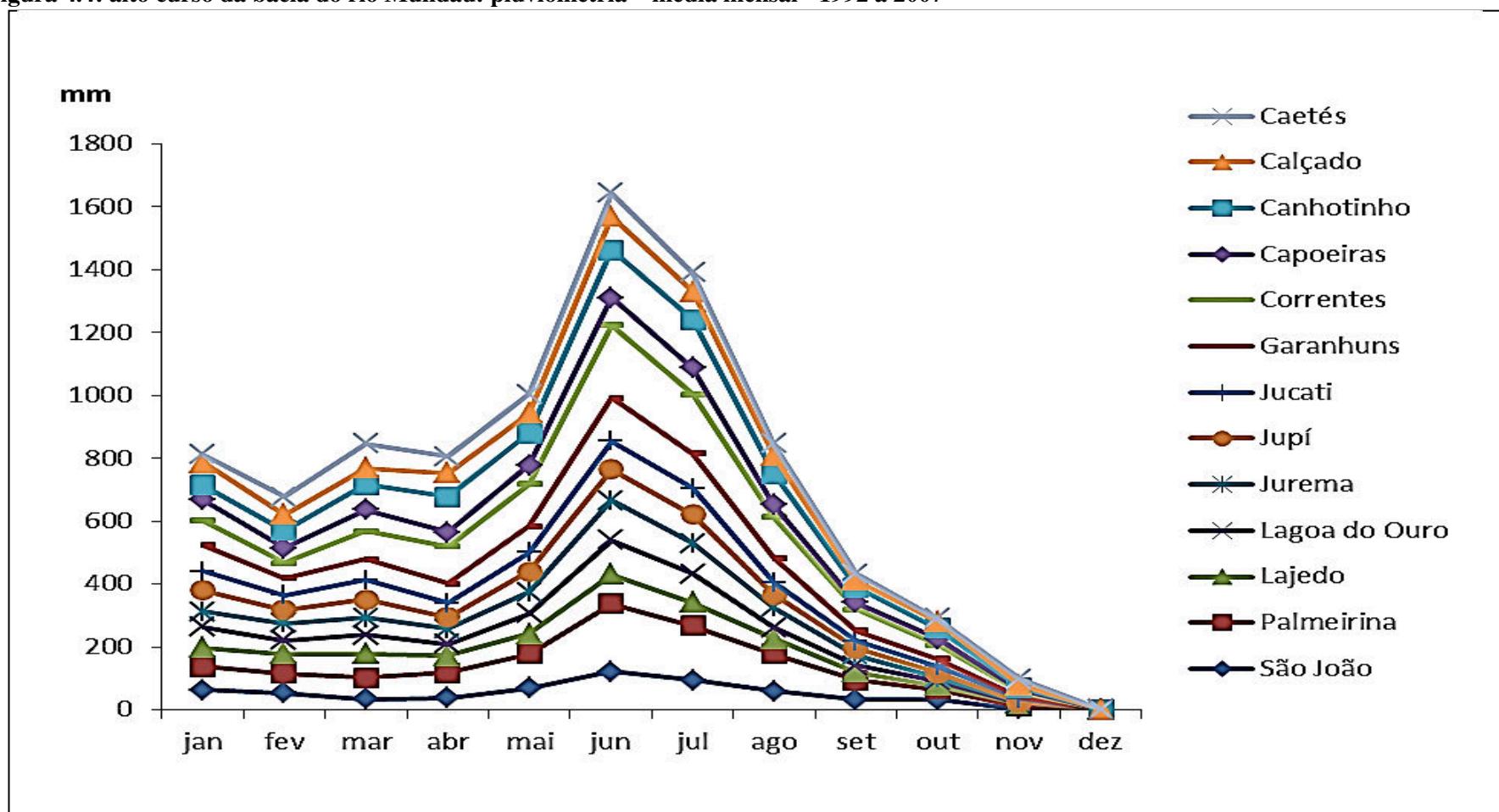
A média mensal da umidade do ar é superior a 75% em Garanhuns, atingindo os valores máximos nos meses entre maio e agosto, em torno de 90%.

A pluviometria da região Agreste é caracterizada por uma marcante periodicidade dos eventos chuvosos nos meses de fevereiro com avanços até junho, nas áreas próximas ao Sertão, enquanto na área próxima a Zona da Mata, ocorre entre abril e junho. Fortemente influenciado pelas condições climáticas e temperatura do ar, a precipitação pluviométrica apresenta-se sobre três aspectos: baixa, média e alta precipitação acarretando enchentes e deslizamentos e períodos prolongados de seca.

Nota-se que a região apresenta, em geral, índices pluviométricos anuais variando entre 497 – 1.143,63 mm, tendo como média 709,85 mm/ano. Merecem destaque os municípios de Palmeirina - PE com 1.005 mm/ano e Correntes que apresenta 1.143,64 mm/ano. Apesar de esse valor ser considerado elevado para os padrões do nordeste, perde-se apenas para o Litoral, frisa-se que os maiores índices pluviométricos acontecem em apenas 4 meses do ano: março, abril, maio, junho, julho e agosto, provocando o baixo nível de água (figuras 4.4 e 4.5).

O alto curso da bacia do rio Mundaú encontra-se numa região intermediária entre áreas de clima úmido (Zona da Mata) e Seco (Sertão). A Zona de Convergência Intertropical - ZCIT é mais efetiva nas proximidades do Sertão, se constituindo no principal sistema e atua nos meses de março e abril, ou, em fevereiro e maio, enquanto os Sistemas de Leste interferem na fronteira com a Zona da Mata produzindo chuvas intensas também no Litoral. Destacam-se ainda as Frentes Fria que não atuam diretamente no clima do Agreste, e os Vórtices Ciclônicos de Ar Superior - VCAS, estes atuam nos meses de novembro a fevereiro com atuação irregular provocando tanto chuvas intensas quanto estiagens severas em qualquer área de Pernambuco. Finalmente, restam as Brisas que agem no Litoral e Zona da Mata durante o ano todo.

Figura 4.4: alto curso da bacia do rio Mundaú: pluviometria – média mensal - 1992 a 2007



Fonte: <http://www.agricultura.pe.gov.br>, capturado em 2013

Organização: Marcelo Siqueira de Araújo, 2013

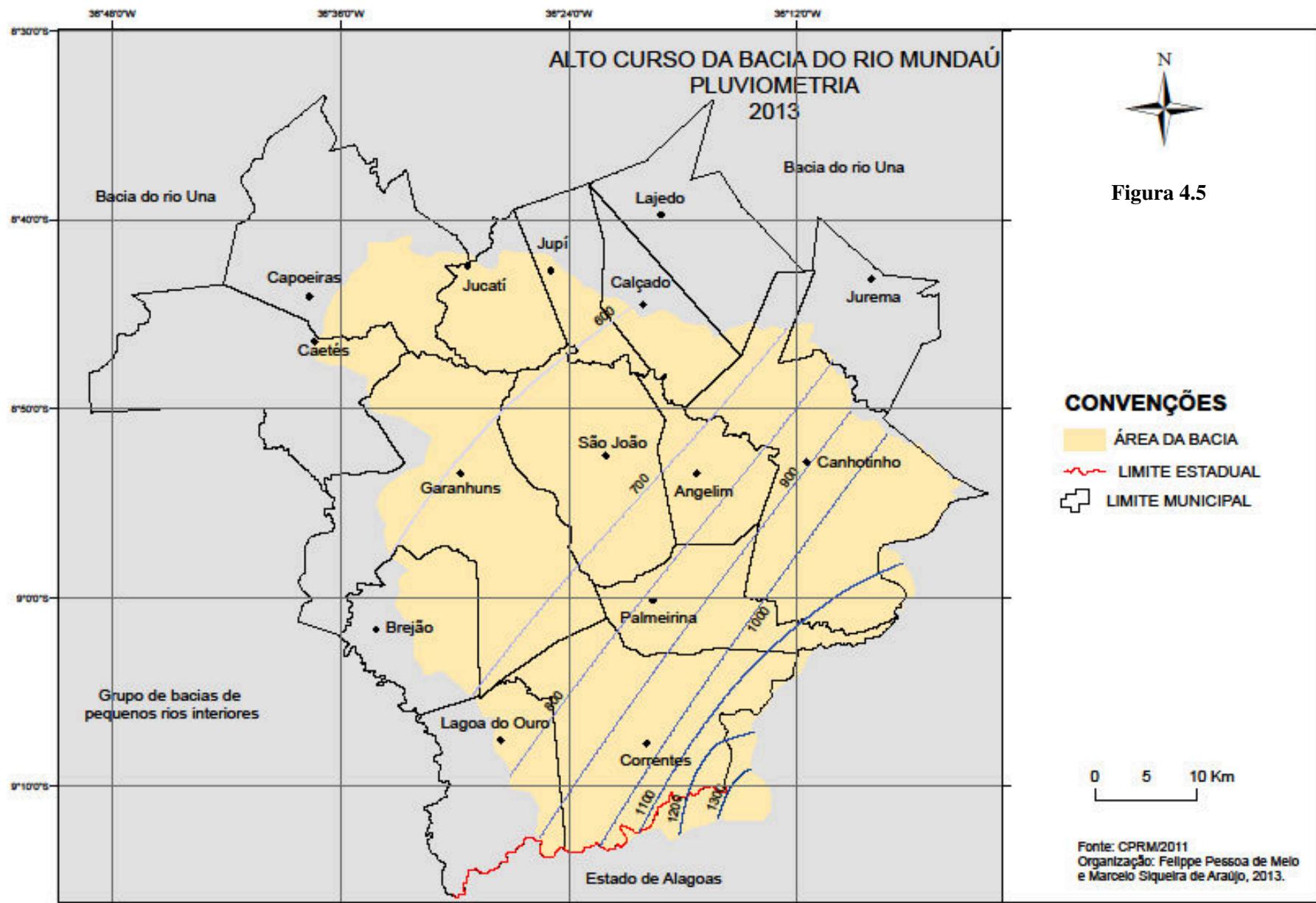


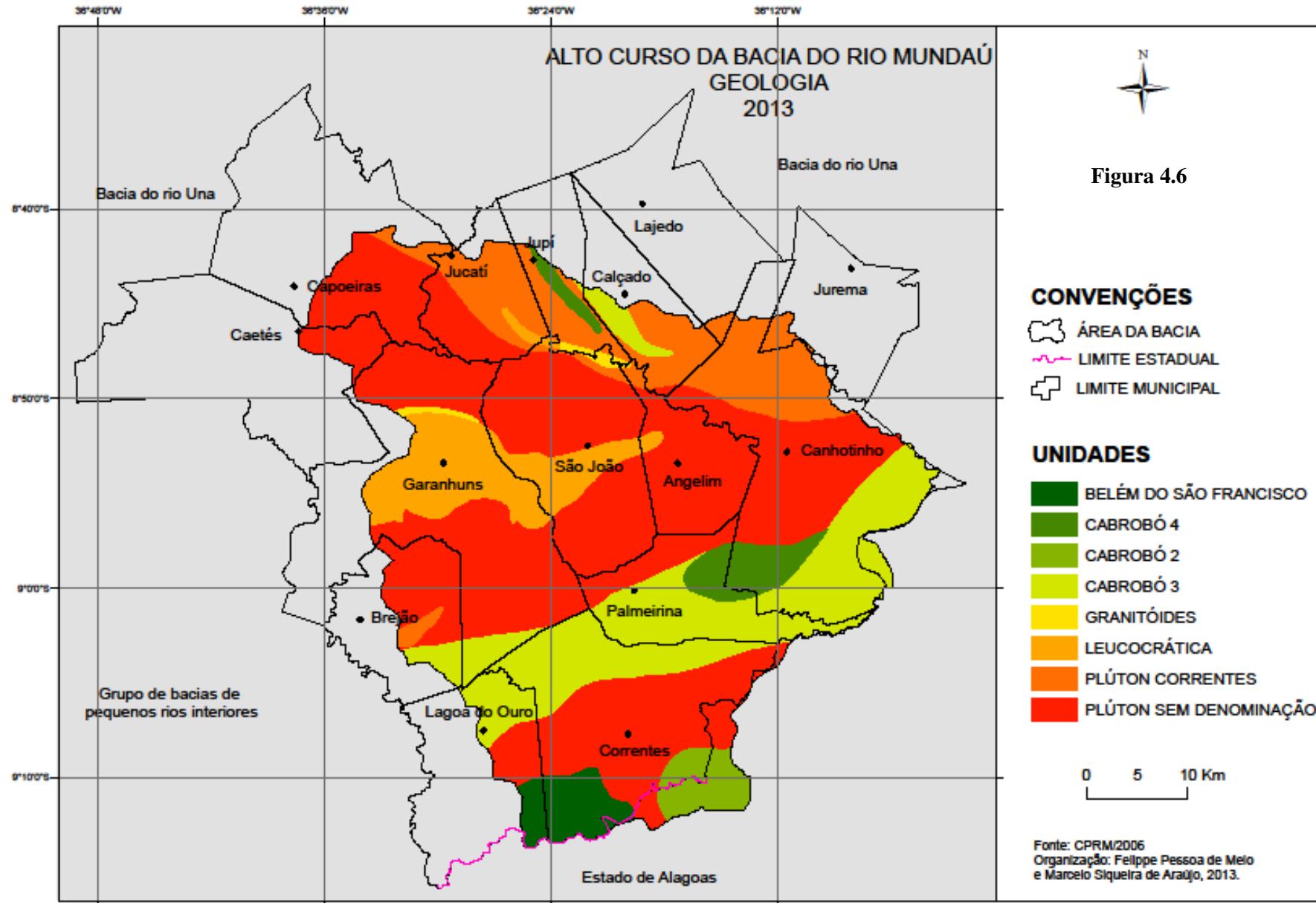
Figura 4.5

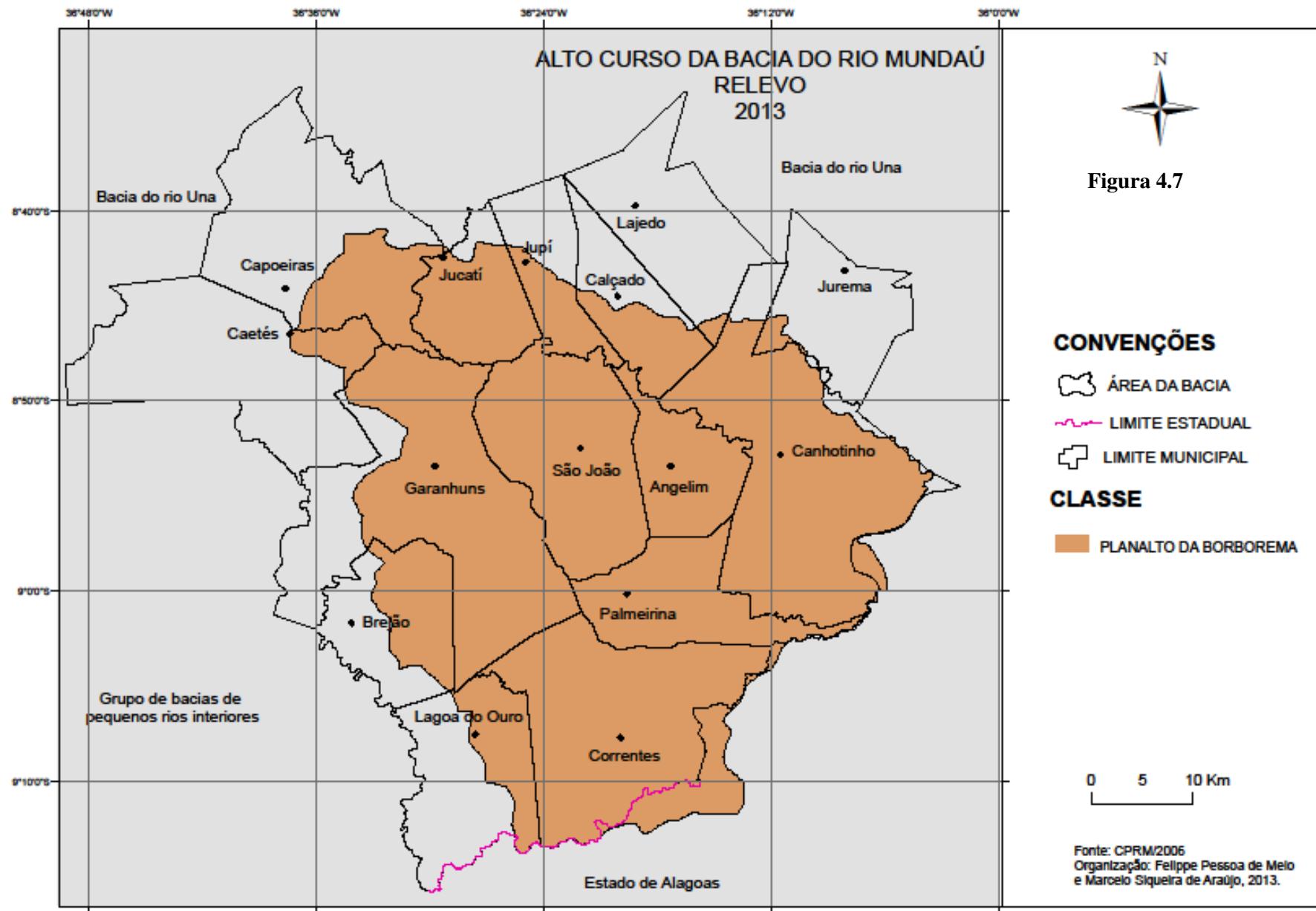
4.2. Aspectos geológicos e geomorfológicos

O alto curso da bacia do rio Mundaú está inserido no Planalto da Borborema, este surgiu a partir da combinação de fatores geológico-estruturais e processos de erosão com feições da idade cenozoica. No maciço Pernambuco-Alagoas, a geologia apresenta formações do pré-cambriano, sedimentos do jurássico, cretáceo, terciário e quaternário com predominância de rochas do embasamento cristalino mais antigo. O planalto é bastante antigo e erodido e abrange vários sistemas de dobramentos lineares que se separam por alto do embasamento, relacionados ou não a existência de falhas.

A geologia do alto curso da bacia abrange litologias variadas e de distintas idades, tendo como principais unidades geológicas: Belém do São Francisco, Cabrobó, Granitóides, Leucocrática, Plúton Correntes, e, Plúton sem denominação (figura 4.6), estas duas últimas se sobressaem, enquanto Belém de São Francisco ocorre numa pequena área do município de Correntes. Em Garanhuns registra-se a ocorrência de rochas cristalinas onde as estruturas geológicas e contatos litológicos atuam como controladores de fontes naturais de água subterrânea , e as fontes de contatos e regolitos são exploradas para comercialização da água.

O relevo apresenta ainda, áreas elevadas denominadas brejo de altitude e ainda despontam escarpas de falhas e amplos pedimentos, além de cristas residuais, sendo denominado de relevo movimentado, com vales profundos e estreitos dissecados. Destacam-se com organizações diferenciadas no município de Angelim que apresenta superfícies retrabalhadas, relevo bastante dissecado e vales profundos, e os municípios de Garanhuns e Canhotinho com relevo bastante dissecado e vales profundos (quadro 4.1; figuras 4.7, 4.8 e 4.9).





Quadro 4-1: alto curso da bacia do rio Mundaú: características do relevo dos municípios - 2013

Relevo	Municípios
Superfícies Retrabalhadas, relevo bastante dissecado e vales profundos	Angelim
Movimentado, com vales profundos e estreitos dissecados.	Brejão, Caetés, Calçado, Jucati, Jupi, Jurema, Lagoa do Ouro, Lajedo, Palmeirina, São João, Capoeiras e Correntes
Relevo bastante dissecado e vales profundos.	Canhotinho e Garanhuns

Fonte: BDE/PE, 2013

Organização: Marcelo Siqueira de Araújo, 2013

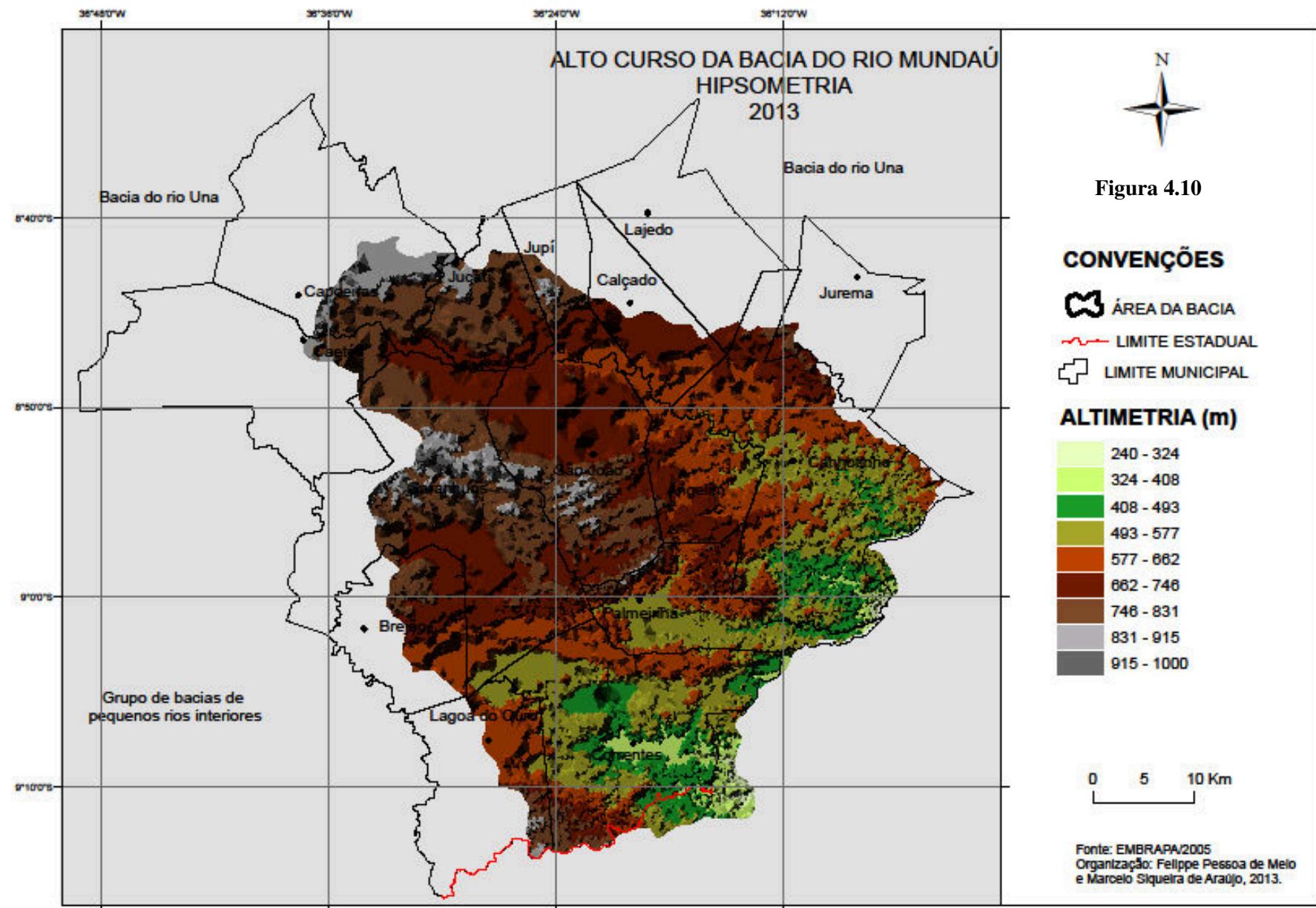
Figura 4.8: aspecto morfológico do relevo em Garanhuns

Créditos: Helber Corrêa e Marcelo Siqueira de Araújo, 2013

Figura 4.9: aspecto morfológico do relevo em Palmeirina

Créditos: Helber Corrêa e Marcelo Siqueira de Araújo, 2013

A altimetria do alto curso da bacia do rio Mundaú apresenta 5 (cinco) faixas apresentando intervalo entre 240 a 1000 metros de altitude. Os municípios de Brejão, São João, Jucati, Capoeiras, Caetés e Garanhuns situam-se na maior faixa de 848 a 1000 metros de altitude. Os municípios que apresentam as sedes em altitudes maiores são: Capoeiras (888 m), Caetés (849 m), Garanhuns (842 m), e Jucati (820 m) (figura 4.10).



4.3. Aspectos pedológicos

Os solos ocorrem em relevo ondulado, forte ondulado e até montanhoso, proporcionando maiores restrições à sua utilização, devido à dificuldade para a utilização de máquinas agrícolas e os riscos de erosão. A baixa fertilidade natural e o grau de acidez dos solos completa este cenário, sendo necessária a correção com adubação e calagem para a sua utilização agrícola (Carvalho, 2002).

No território do alto curso além da diversidade fisiográfica também ocorre variação nos tipos de solos. Na porção norte predomina o regossolo secundado pelo solo podzólico (amarelos, vermelho-amarelos e vermelho-escuros), no trecho restante, ocorre pontos do planossolo, solo litólico e do latossolo (amarelos e vermelho-amarelos) (quadro 4.2 e figura 4.11).

Quadro 4-2: alto curso da bacia do rio Mundaú: características do solo - 2013

Solo	Município
Argissolo Amarelo, Argissolo Vermelho Amarelo.	Angelim
Argissolo Vermelho Amarelo, Latossolo Amarelo, Planossolo Háplico	Correntes
Latossolo Amarelo, Argissolo Amarelo.	Garanhuns
Latossolo Amarelo, Argissolo Vermelho Amarelo	Palmeirina
Latossolo Amarelo, Neossolo Regolítico	Calçado e Canhotinho
Latossolo Amarelo.	Brejão
Luvissolo	Lagoa do Ouro
Neossolo Litólico, Neossolo Regolítico	Caetés
Neossolo Regolítico	Jucati
Neossolo Regolítico, Argissolo Amarelo	Jipi e São João
Neossolo Regolítico, Neossolo Litólico, Planossolos Háplico e Planossolo Nátrico	Capoeiras
Neossolo Regolítico.	Jurema
Planossolo Háplico, Neossolo Regolítico.	Lajedo

Fonte: BDE/PE 2013

Organização: Marcelo Siqueira de Araújo, 2013

No trecho norte da bacia apresenta o regossolo abrangendo quase 30% da área compreendendo os municípios de: Garanhuns, São João, Canhotinho, Calçado, Lajedo, Jipi, Jucati, Capoeiras e Caetés. Segundo a EMBRAPA (2000) possui perfil A – C, pouco desenvolvido, arenoso com presença de cascalho às vezes profundos a medianamente profundos, porosos. São solos com drenagem em função da profundidade, sendo a caatinga a vegetação predominante.

O solo tipo podzólico apresenta características de solos minerais com horizontes B textural, não hidromórficos com profundidade entre mediana a profunda e com perfil do tipo A – Bt – C. Apresenta textura argilosa ou média com argila de atividade baixa, bem ou moderadamente drenados e moderadamente porosos, sobressaindo à camada superficial onde é observada atividade biológica, este tipo de solo é bastante suscetível à erosão e possui a

fertilidade natural baixa (EMBRAPA, 2000). Sua abrangência no alto curso compreende Garanhuns, São João, Angelim, Canhotinho, Brejão, Palmeirina, Lagoa do Ouro, Canhotinho e Correntes, ou seja, aproximadamente 60% do território.

O planossolo ocorre em uma pequena área de Lagoa do Ouro e Correntes. Apresenta solos com horizonte A, B_t - C, com argila e drenagem imperfeita, possibilidades de encharcamento em períodos chuvosos, além do ressecamento e fendilhamento na época seca. Estes solos são moderadamente profundos e rasos.

O latossolo ocorre em relevo ondulado, forte ondulado e montanhoso sendo restritos aos municípios de Garanhuns, São João, Palmeirina e Canhotinho, há dificuldades quanto a utilização da mecanização agrícola, sem contar da necessidade de correções do solo devido à baixa fertilidade natural e alto grau de acidez. O latossolo Amarelo Vermelho situa-se em Garanhuns, compreende solos minerais, bastante permeáveis e bem drenados, possuem ainda acidez e baixa saturação de suas bases.

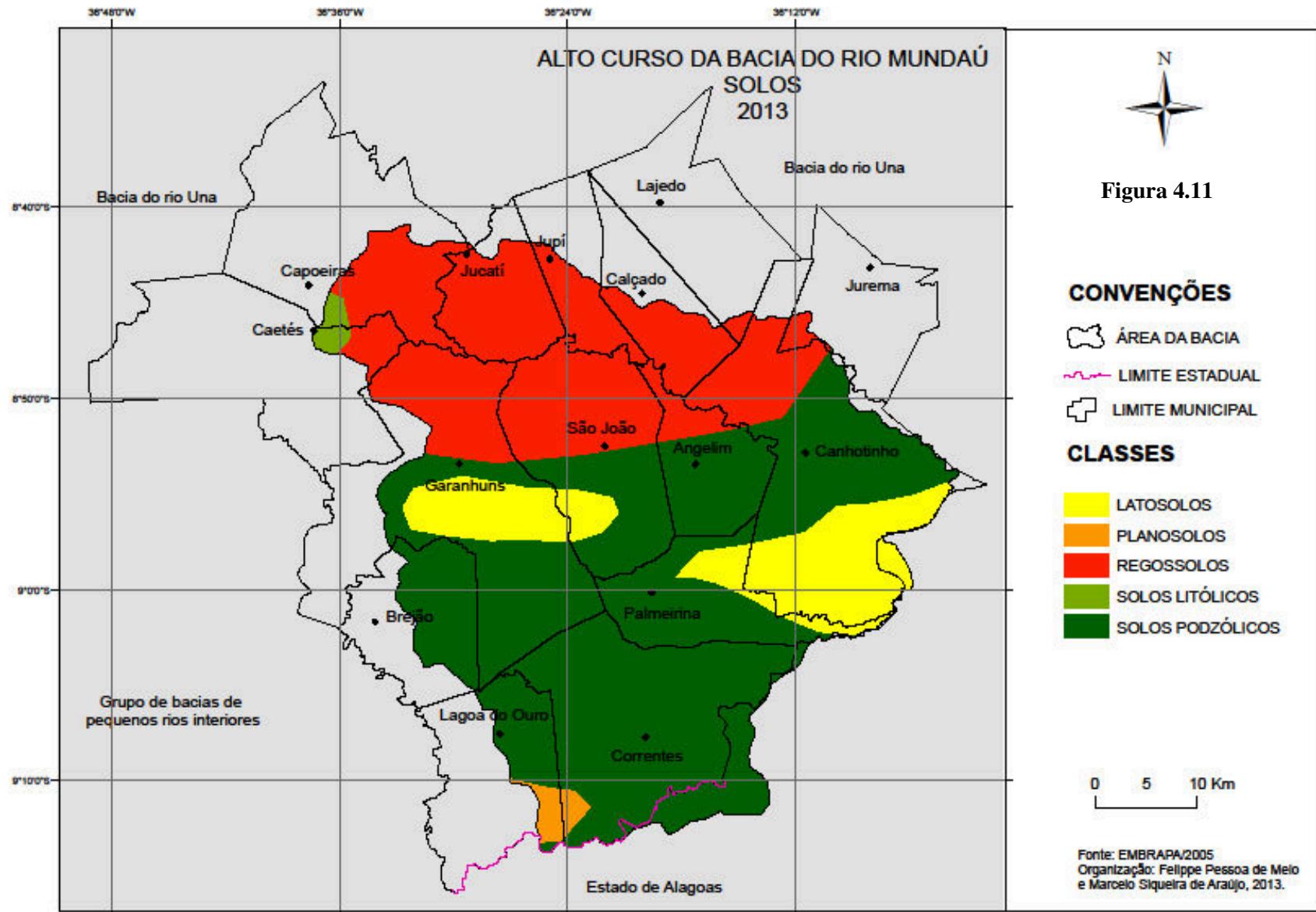


Figura 4.11

Uma pequena área dos municípios de Capoeiras e Caetés apresenta solo do tipo litólico, caracterizando-se como solos pouco desenvolvidos, com profundidade entre raso e muito raso apresentando horizonte A (figuras 4.12 e 4.13).

Figura 4.12: amostra de latossolo amarelo em Garanhuns



Créditos: Helber Corrêa e Marcelo Siqueira de Araújo, 2013

Figura 4.13: amostra de argilossolo em Angelim



Créditos: Helber Corrêa e Marcelo Siqueira de Araújo, 2013

4.4. Os recursos biológicos do ambiente: flora e fauna

O Estado de Pernambuco apesar de possuir uma pequena dimensão, apresenta segundo Andrade-Lima (1960) quatro grandes grupos: Zona Litorânea, Zona da Mata, Zona da Caatinga e a Zona das Savanas. Em termos de predominância, a Zona da Caatinga ocupa a maior parte do Estado e da bacia hidrográfica do rio Mundaú, praticamente a metade no sentido norte-sul constituída por vegetação espinhosa de pequeno e médio porte, cujas espécies, em sua grande maioria, perdem as folhas no período seco com vistas à reserva de água. Um grande problema que ocorre é a substituição, na parte do Agreste Meridional, da vegetação típica por pastagens, extração da madeira sem haver o processo de reflorestamento. No curso médio da bacia encontra-se a Zona da Mata e mais precisamente a Mata Úmida correspondendo a Floresta Costeira ou Atlântica.

É importante salientar que essas três formações vegetais encontram-se fortemente alteradas em função das ações antrópicas (atividades econômicas, ocupações urbanas e rurais entre outros fatores). A produção açucareira se apresenta como umas das ações mais agressivas no processo de degradação do meio natural ao longo da história da Mata Pernambucana.

BRASIL (2011) fez uma pesquisa no território do Agreste Meridional em 2007 com os atores locais visando detectar os principais problemas ambientais. O resultado desse estudo mostrou que o desmatamento tem ocorrido em alto grau, seguido pelo lixo, queimadas e agrotóxicos. O desmatamento e a queimada estão intimamente relacionados com a preservação e manutenção dos recursos naturais, principalmente com as formações florestais.

De acordo com o IBAMA, o alto curso da bacia possui dois tipos predominantes de vegetação: a caatinga hiperxerófila ocupando o norte com aproximadamente 50% do território e uma pequena porção ao sul de Lagoa do Ouro e de Correntes; e, a floresta tropical subcaducifólia e subperenifólia, com o restante da bacia.

A caatinga hiperxerófila é característica da região semiárida e seu xerofitismo é bastante acentuado sendo adaptada a regiões com maiores irregularidades de chuvas em relação às áreas ocupadas pela caatinga hipoxerófila. Sua área de abrangência cobre o Sertão pernambucano e pequenas áreas do Agreste. A vegetação apresenta-se com traços de florestas caducifólios espinhosos possui como representantes: *Aspidosperma pyrifolium* (pereiro) e *Pilocereus gounellei* (xiquexique), *Cnidoscolus phyllacanthus* (favela) e *Calliandra depauperata* (carqueja). A carnaúba (*Copernicea prunifera*) ocorre em pequenos riachos com solos aluviais e planossolos (EMBRAPA, 2000) (figura 4.14).

Figura 4.14: caatinga em Angelim



Créditos: Vanailson Rodrigues e Marcelo Siqueira de Araújo, 2013

Uma formação vegetal que sofreu bastante com a substituição por culturas diversas e pastagens é a floresta subcaducifólia possuindo pequenas áreas distribuídas pelo Estado de Pernambuco. Possui árvores com porte em torno de 20 metros (estrato mais alto) tendo como característica a perda de suas folhas como forma de economia de água no período seco. Esta floresta confunde-se com a subperenifólia nos períodos de chuva. Nesta formação podem ser citadas espécies arbóreas como *Tabebuia chrysotricha* (pau-d'arco-amarelo), *Cordia* sp (freijó), *Plathymenia foliolosa* Benth. (amarelo), *Tabebuia avellaneda* (pau-d'arco-roxo), *Pithecellobium polycephalum* (camundongo) e *Caesalpinia echinata* (paubrasil). Esta mesma vegetação aparece nos pontos mais elevados do relevo sendo denominados como “brejos-de-altitude” (EMBRAPA, 2000) (figura 4.15).

Figura 4.15: floresta da mata úmida em Garanhuns



Créditos: Helber Corrêa e Marcelo Siqueira de Araújo, 2013

A floresta subperenifólia, segundo Jatobá (1986) consta de uma formação vegetal florestal, densa, composta de árvores de grande porte (20 a 30 metros de altura), latifoliadas, com a presença de um grande número de epífitas ocupando tanto a zona úmida costeira quanto o brejo de altitude. Apresenta árvores como: *Parkia platycephala* (visgueiro), *Bowdichia nitida* (sucupira), *Gallesia integrifolia* (pau-d'alho). Essas árvores são de grande porte, latifoliadas muitas delas, durante o período seco, perdem parte das suas folhas, tem como espécies arbóreas típicas: *Tabebuia serratifolia* (pau-d'arco amarelo), *Caesalpinia echinata* (pau-brasil), *Tabebuia serratifolia* (pau-d'arco roxo), e, *Manilkara amazonica* (maçaranduba).

Segundo o Banco de Dados do Estado de Pernambuco (BDE/PE) o alto curso apresenta outras três formações: floresta caducifólia, floresta hipoxerófila e capoeiras. A primeira possui como características seu alto grau de devastação. Entre as espécies antes encontradas, atingindo até os 10m de altura, merecem citação: *Miracrodon urundeava* (aroeira), *Ziziphus joazeiro* (juazeiro), *Schinopsis brasiliensis* (braúna), *Anadenanthera macrocarpa* (angico), *Enterolobium contortisiliquum* (tamboril, orelha de negro), *Tabebuia chrysotricha* (pau-d'arco-amarelo); *Syagrus oleraceae* (catolé), *Cedrela* sp. (cedro) e outras (EMBRAPA,

2000). A floresta hipoxerófila possui os traços da caatinga, apresentando árvores e arbustos espinhosos menos agressivos do que a Caatinga hiperxerófila anteriormente citada. E a última, capoeiras, representadas apenas no município de Capoeiras têm como características a ocorrência de gramíneas e arbustos esparsos (quadro 4.3; figura 4.18).

Quadro 4-3: alto curso da bacia do rio Mundaú: caracterização da cobertura vegetal - 2013

Cobertura vegetal	Municípios
Caatinga Hiperxerófila e Floresta Caducifólia	Lagoa do Ouro
Capoeiras	Capoeiras e Jucati
Floresta Subperenifólia e Floresta Hipoxerófila	Angelim, Canhotinho, Garanhuns, Palmeirina, São João
Florestas Subcaducifólia e Caducifólia	Brejão, Caetés, Calçado, Correntes, Jupi, Jurema, Lajedo

Fonte: BDE/PE, 2013

Organização: Marcelo Siqueira de Araújo, 2013

Quanto às áreas de conservação, são locais criados por lei que devem permanecer preservados uma vez que desempenha papel de proteção do solo, dos mananciais hídricos, das nascentes, da fauna, da flora e do patrimônio genético. Lagoa do Ouro possui a Reserva Biológica de Pedra Talhada (Mata Atlântica) e em Lajedo encontra-se a Reserva Particular do Patrimônio Natural (Caatinga). O município de Garanhuns através do Conselho Municipal de Defesa do Meio Ambiente - CODEMA realizou estudos sobre flora e fauna em uma das nascentes do rio Mundaú e criaram, em 2 de junho de 2011, o Parque Natural Municipal das Nascentes do Mundaú. A nascente principal situa-se na Fazenda Trindade (Garanhuns) onde o proprietário faz a proteção da nascente, da fauna e flora, porém ocorre a contaminação da água através da dessedentação animal uma vez que os mesmos liberam a urina e fezes no local. (figura 4.16 e 4.17).

Figura 4.16: Parque Natural Municipal das Nascentes do Mundaú Garanhuns



Figura 4.17: nascente na Fazenda Trindade em Garanhuns



Créditos: Helber Corrêa e Marcelo Siqueira de Araújo, 2013

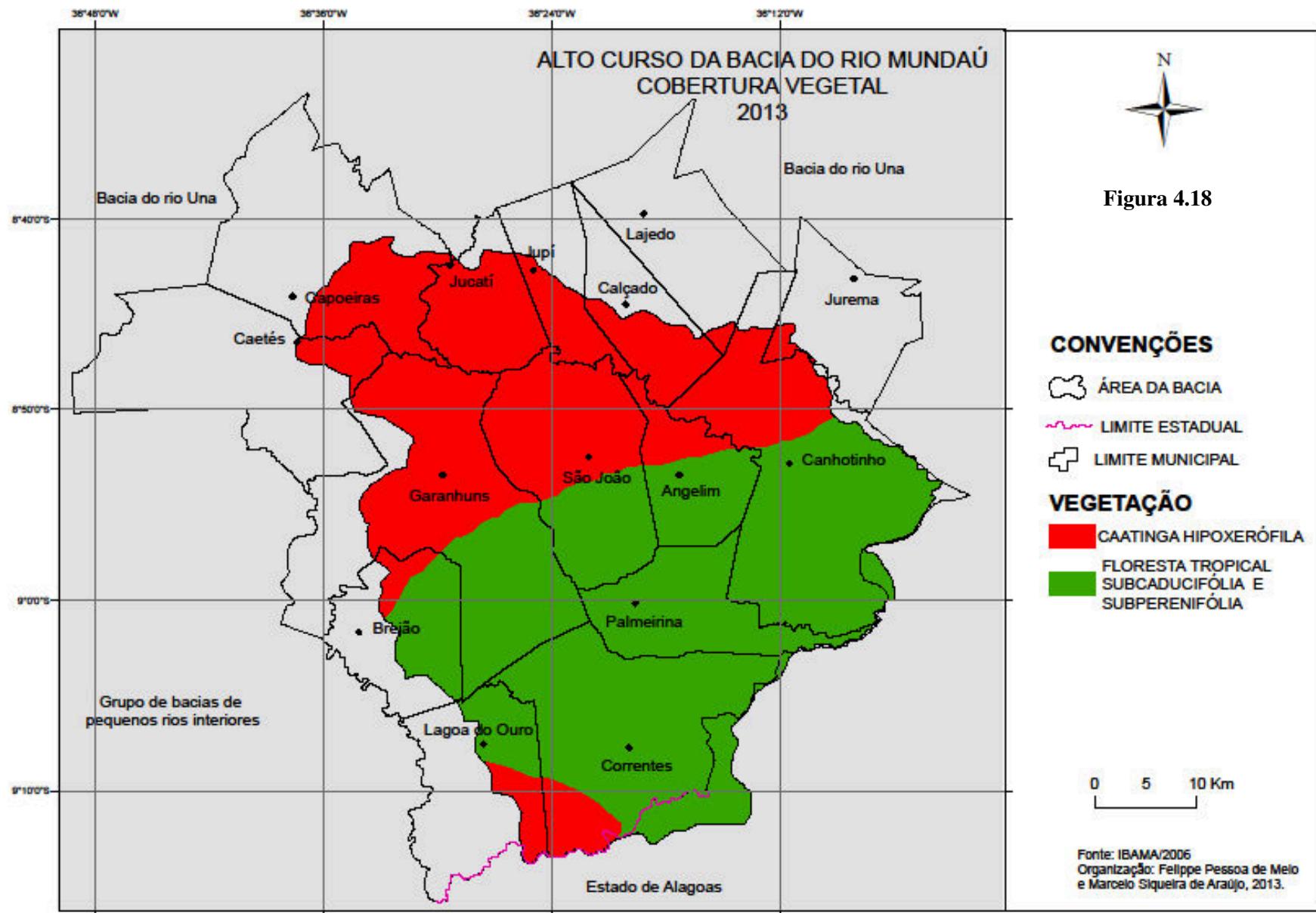


Figura 4.18

A fauna típica do bioma da Caatinga é adaptada para viver em clima semiárido, segundo o IBAMA, são conhecidas 40 espécies de lagartos, 7 espécies de anfíbios (espécies de lagartos sem pés), 45 espécies de serpentes, 4 de quelônios, 1 de Crocodylia, 44 anfíbios anuros e 1 de Gymnophiona. A EMBRAPA apresenta como as principais espécies de importância social e econômica, o surubim (*Pseudoplatystoma corruscans*), o curimatã (*Prochilodus* sp.), o piau (*Leporinus* sp.), o dourado (*Salmius franciscanus*) e o pacamã (*Lophiosilurus alexandri*). Entre os mamíferos o destaque são os pequenos mamíferos como a cotia (*Dasyprocta azarae*), o gambá (*Didelphus* sp), o preá (*Cavia aperea*), o moco (*Kerodon rupestres*), o tatupeba (*Euphractus sexcinctus*), entre os primatas: o sagui-do-nordeste (*Calithrix jacchus*); e por fim 1 cervídeo o veado-catingueiro (*Manzana* sp) entre outros. Quanto às aves a ararinha-azul (*Cyanopsitta spixii*) e a arara-azul-de-lear (*Anodorhynchus leari*).

Quanto ao Bioma da Mata Úmida, Moraes (2000) destacou mais de 66 espécies, distribuídas nas classes répteis, aves e mamíferos. Os répteis são da ordem dos Squamata: iguana (*Iguana iguana*) e o teiú (*Tupinambis* sp.). Entre as aves ocorrem: galo-da-campina (*Paroaria dominicana*), sangue-de-boi (*Ramphocelus bresilius*), soco (*Nycticorax nycticorax*), juriti (*Leptotila verreauxi*), anu-branco (*Guira guira*), canário-da-terra (*Sicalis flaveola*), tico-tico (*Zonotrichia capensis*), coruja buraqueira (*Speotyto cunicularia*), codorna (*Nothura maculosa*), beija-flor-rabo-de-tesoura (*Eupetomena macroura*). Na classe dos mamíferos há mais de 13 espécies incluindo a jaguatirica (*Leopardus tigrinus* e *Leopardus pardalis*).

Existem vários animais na lista de risco de extinção, no território do alto curso da bacia as aves preferenciais são: a ararinha-azul (*Cyanopsitta spixii*), capturadas e vendidas livremente em feiras públicas. Quantos aos mamíferos, os primatas, o sagui-do-nordeste (*Callithrix jacchus*), está na lista dos mais procurados. Há também a caça predatória de raposa (*Vulpes vulpes*), tatu (*Tolypentis tricinctus*), coelho do mato (*Sylvilagus brasiliensis*), furão (*Mustela putorius furo*), e, cangambá (*Conepatus semistriatus*).

A destruição da cobertura vegetal pela ação antrópica atinge também a fauna provocando a invasão dos centros urbanos, hoje é cada vez mais comum encontrar um animal silvestre perambulando pelas ruas, ou mesmo, convivendo com a população. A criação de parques e reservas florestais é uma saída viável para amenizar a situação, porém mais necessária é a conscientização da população sobre as questões socioambientais.

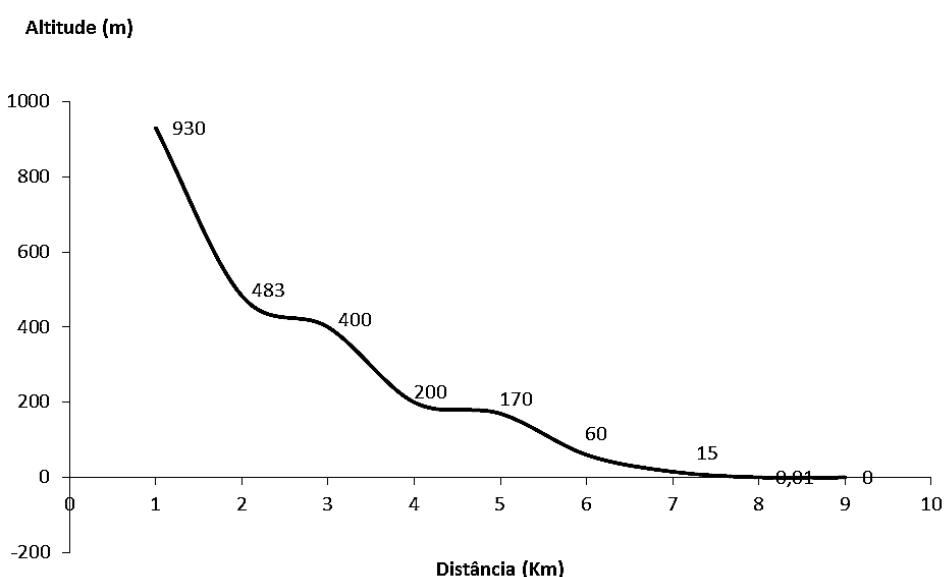
4.5. Recursos hídricos superficiais e subterrâneos

Os recursos hídricos da bacia do rio Mundaú são monitorados pela Agência Nacional de Águas (ANA) através das estações em Garanhuns e Correntes no Estado de Pernambuco. No Estado de Alagoas localiza-se nos municípios de Santana do Mundaú, União dos Palmares, Murici, Rio Largo, Satuba e Santa Luzia do Norte.

O alto curso possui duas estações, porém não há dados disponíveis na ANA, assim o ponto mais próximo é a estação de Santana do Mundaú-Al, uma vez que está na divisão entre os Estados e no início do médio Mundaú, além dos dados disponíveis em outros órgãos como: INMET, EMBRAPA, IBGE, BDE/PE e CPRM.

A bacia do rio Mundaú apresenta seu índice de forma valor aproximado de 0,785, extraído a partir da relação entre o comprimento axial da bacia com sua largura média, definindo assim seu grau de alongamento. O coeficiente reflete que quanto maior for mais irregular será sua forma e menos sujeita a ocorrência de inundação prolongada será. Assim, sua forma apresenta-se alongada e com uma base larga no alto curso que vai afunilando até o baixo curso, além disso, possui um perfil longitudinal variando entre 930 metros até alcançar o nível do mar. Seu perfil transversal apresenta a variação de 750 metros a 150 metros confirmado o achatamento de sua largura quando adentra no médio curso (figuras 4.19 e 4.20).

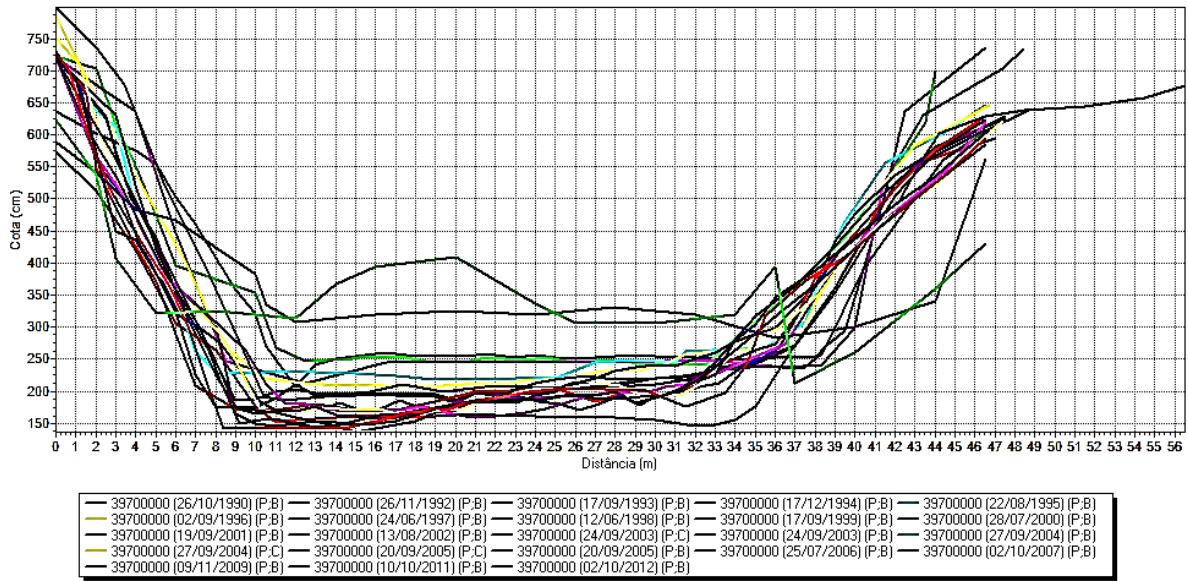
Figura 4.19: bacia do rio Mundaú: perfil longitudinal – 2002



Fonte: ANA, 2010

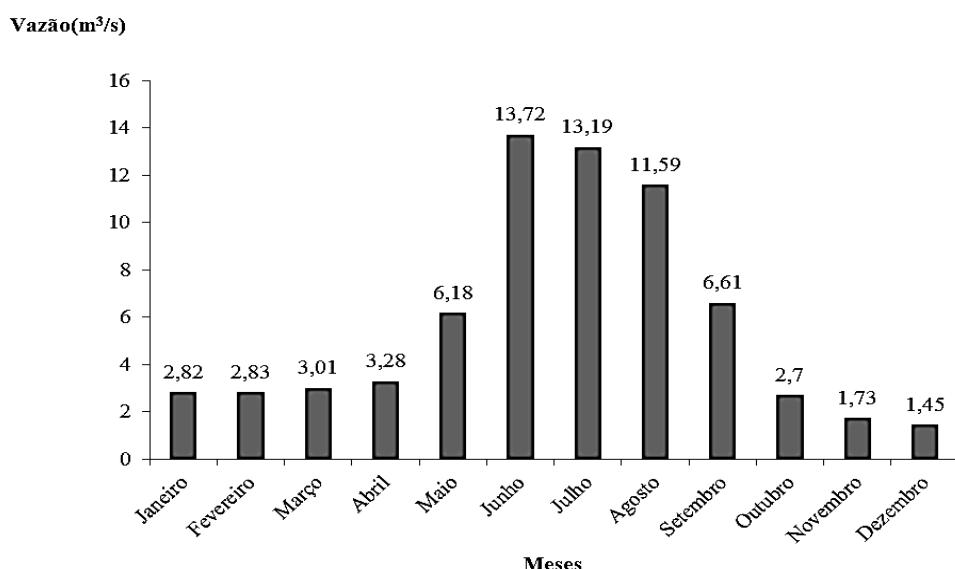
Organização: Marcelo Siqueira de Araújo, 2013

Figura 4.20: alto curso da bacia do rio Mundaú: perfil transversal - 1990 a 2012



Quanto à vazão, observam-se as maiores médias entre os meses de junho a agosto, variando entre 11,59 m³/s a 13,72 m³/s. As análises apontam para um regime fluviométrico bastante variável, conseguindo manter a maior parte do ano concentrando-se em vazões medianas e baixas. A disponibilidade dos mananciais atualmente apresenta-se inferior à demanda necessária apontando, assim, para medidas de intervenção (figuras 4.21, 4.22 e 4.23).

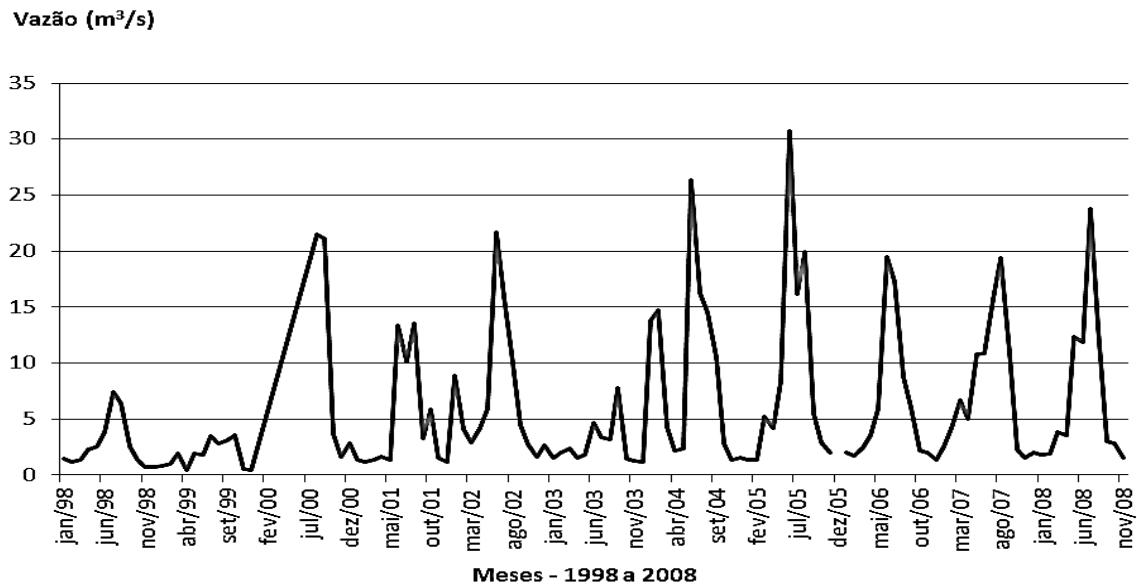
Figura 4.21: alto curso da bacia do rio Mundaú: vazão (m³/s) - 1992 a 2008



Fonte: ANA 2010

Organização: Marcelo Siqueira de Araújo, 2013

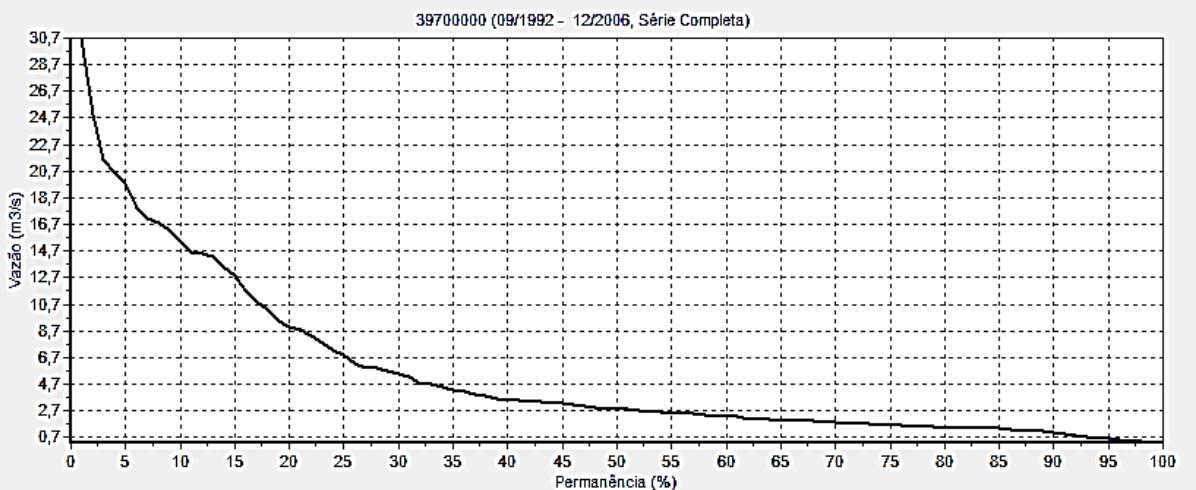
Figura 4.22: alto curso da bacia do rio Mundaú: vazão mensal (m^3/s) - 1998 a 2008



Fonte: ANA 2010

Organização: Marcelo Siqueira de Araújo, 2013

Figura 4.23: alto curso da bacia do rio Mundaú: curva de permanência de vazão - 1992 a 2006



Fonte: ANA 2013

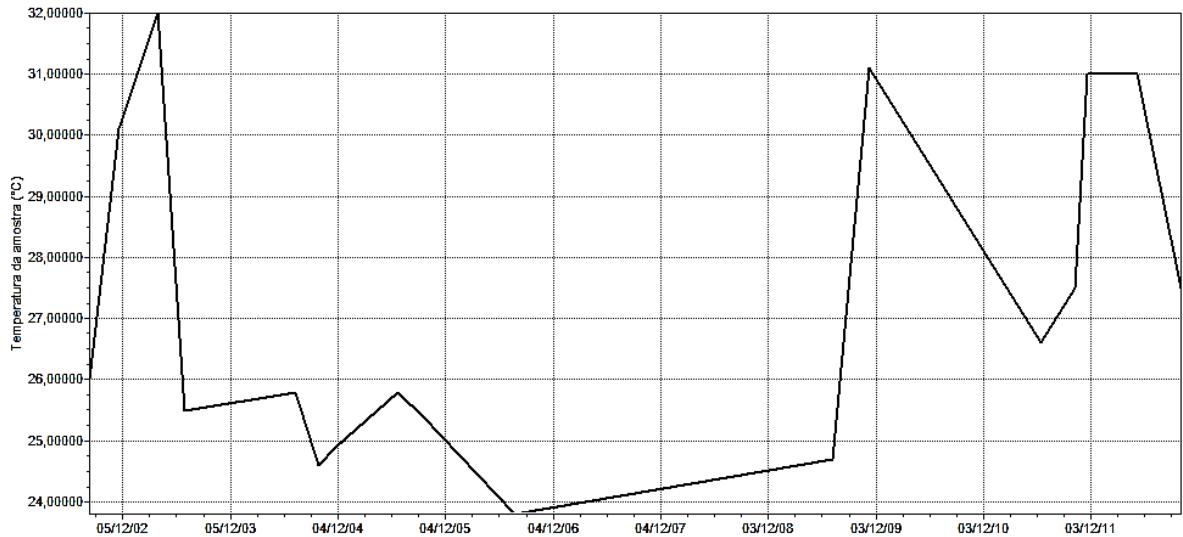
Organização: Marcelo Siqueira de Araújo, 2013

Dentro do tópico qualidade da água, fez-se um levantamento utilizando como parâmetros: temperatura da água, pH, condutividade elétrica e oxigênio dissolvido (OD), utilizando-se os dados fornecidos pela ANA.

A temperatura da água exerce forte influência nos ecossistemas marinhos, tanto a flora quanto a fauna são atingidos uma vez que atua diretamente no metabolismo e nas reações químicas orgânicas. Na análise das temperaturas, a menor temperatura, entre 24°C e 26°C ocorre no alto curso, o médio curso apresenta aproximadamente 25°C e no baixo curso a temperatura varia entre 26°C e 27°C, este fato indica a presença de poluentes os quais não

possibilitam uma mistura das águas com densidades diferentes, tornando a amostra mais fria. Observa-se também uma mínima variação entre as temperaturas em dias com e sem chuva (figuras 4.24 e 4.25).

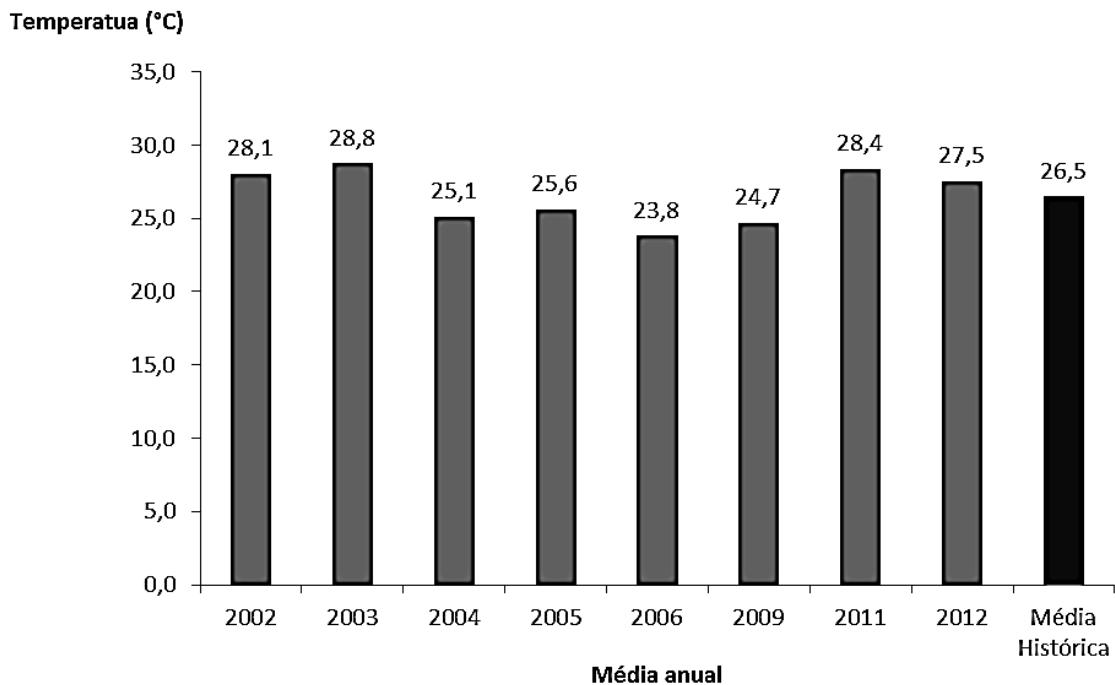
Figura 4.24: alto curso da bacia do rio Mundaú: temperatura da amostra (°C) - 2002 a 2012



Fonte: ANA 2013

Organização: Marcelo Siqueira de Araújo, 2013

Figura 4.25: alto curso da bacia do rio Mundaú: temperatura da amostra (°C) - 2002 a 2012

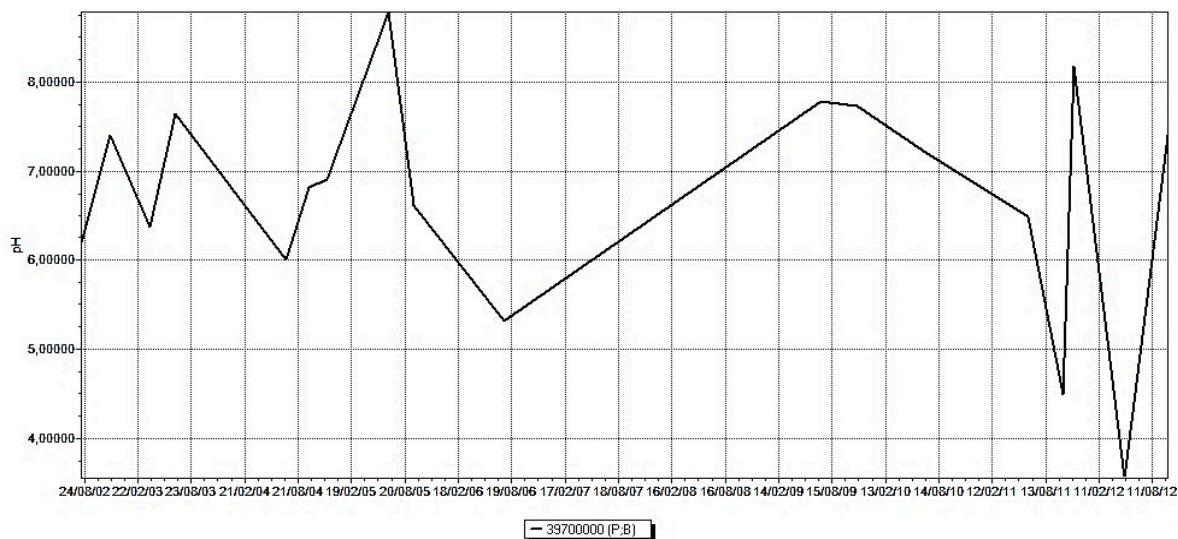


Fonte: ANA 2010

Organização: Marcelo Siqueira de Araújo, 2013

O pH é um ótimo indicador para o nível de poluição das águas, além de interferir na sobrevivência do ecossistema. Este indicador expressa o grau de acidez ou basicidade de uma solução através da concentração de íons de hidrogênio. Seus valores variam de 0 a 14 pontos, onde valores abaixo de 7 (sete) e próximos de 0 (zero) indicam aumento de acidez e os valores entre 7 e 14 apontam para o aumento da basicidade, o 0 (zero) indica o ponto neutro. Uma de suas funções é determinar a qualidade da água onde valores muito ácidos indicam a presença de despejos industriais ou de esgotos. O alto curso apresentou índices entre 6 e 8 denunciando que as águas são encontram-se entre o básico e o ácido mas ao longo do tempo apresentam-se com a predominância do pH ácido, e a tendência do pH é de diminuir após percorrer a bacia, o médio curso apresenta variação entre 7 e 8, e no baixo curso ocorre pH entre 6 e 7 (figuras 4.26 e 4.27).

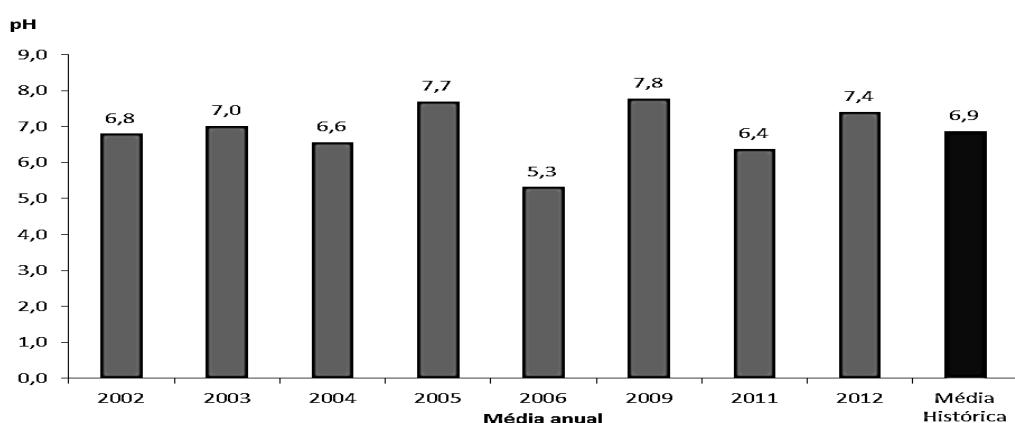
Figura 4.26: alto curso da bacia do rio Mundaú: pH - 2002 a 2012



Fonte: ANA 2010

Organização: Marcelo Siqueira de Araújo, 2013

Figura 4.27: alto curso da bacia do rio Mundaú: pH - 2002 a 2012

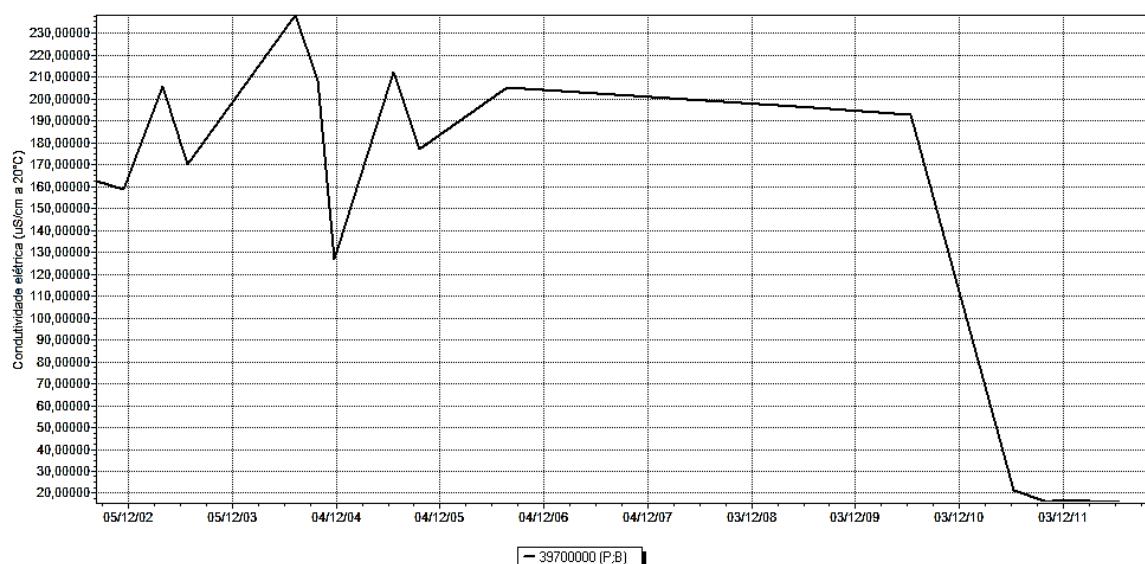


Fonte: A010

Organização: Marcelo Siqueira de Araújo, 2013

A condutividade elétrica retrata a capacidade que a água possui de conduzir correntes elétricas e está ligada a quantidade de íons dissolvidos na água sendo diretamente proporcional. Este parâmetro serve para indicar lançamentos de resíduos poluidores. O alto curso apresenta a condutividade elétrica bastante alta assumindo valores entre 160 uS/cm e 230 uS/cm, este fato aponta para alta concentração de íons dissolvidos induzindo a atividade de lançamento de resíduos de esgotos e outros agentes poluidores na água, e este índice vai diminuindo na medida em que o rio alcança sua foz (figura 4.28).

Figura 4.28: alto curso da bacia do rio Mundaú: condutividade elétrica – 2002 a 2012

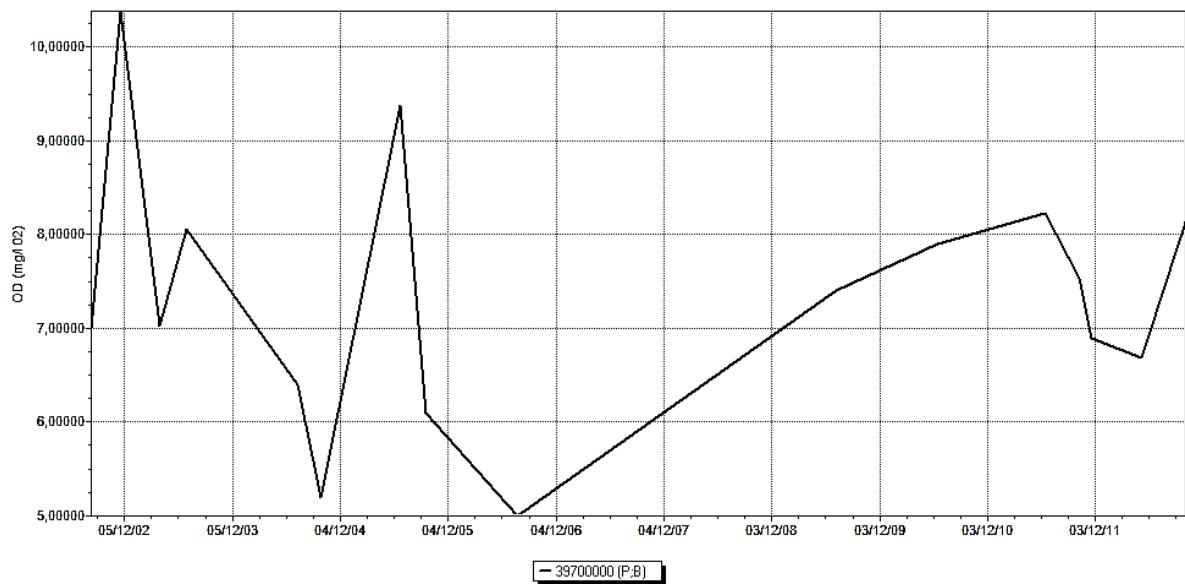


Fonte: ANA 2010

Organização: Marcelo Siqueira de Araújo, 2013

A quantidade de oxigênio dissolvido funciona de acordo com a saturação indicando a não contaminação por matéria oxidável, desta maneira, as águas de rios em condições naturais tendem a apresentar altas concentrações de oxigênio tendendo à saturação. Além disso, constitui em um fator limitante da produção aquática, uma vez que baixa a concentração de algumas espécies apresentando dificuldade na respiração e proporcionando o aumento de algas e bactérias anaeróbias, além disso, os baixos níveis de oxigênio dissolvidos atuam como fator de mortalidade de outros seres vivos. O valor mínimo de oxigênio dissolvido, estabelecido pela Resolução CONAMA 357, de 17 de março de 2005 (BRASIL, 2005), indica a concentração de 5,0 mg/L, mas existe uma variação na tolerância entre os seres vivos aquáticos. O alto curso da bacia do rio Mundaú apresenta valores entre 5 e 10 mg/L tendo, então, para baixos níveis de oxigênio dissolvido e consequentemente para sinais de poluição (figuras 4.29 e 4.30).

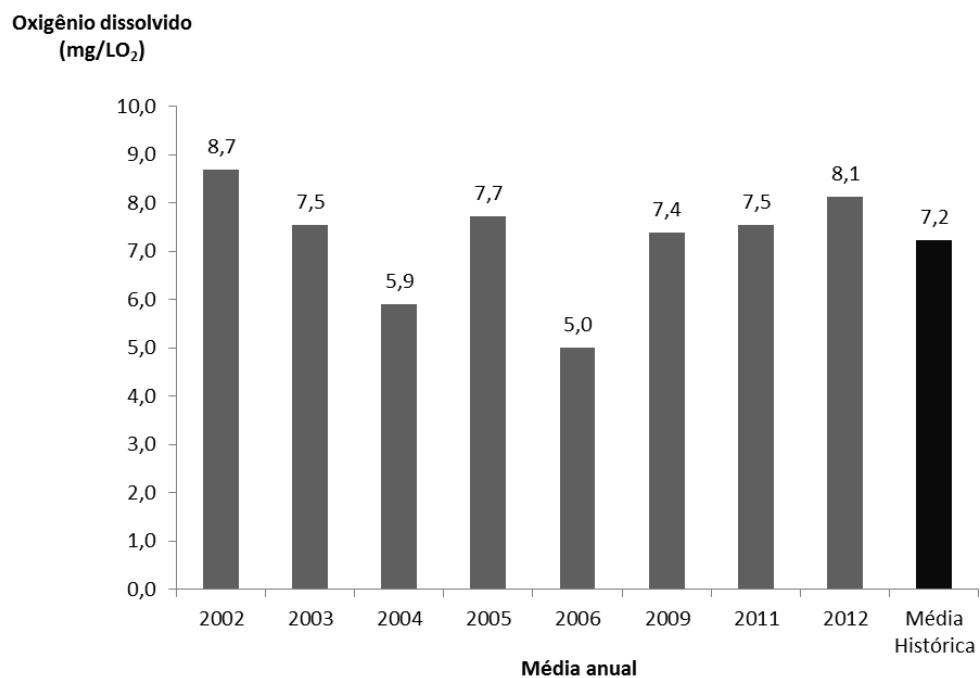
Figura 4.29: alto curso da bacia do rio Mundaú: oxigênio dissolvido (mg/LO₂) - 2002 a 2012



Fonte: ANA 2010

Organização: Marcelo Siqueira de Araújo, 2013

Figura 4.30: alto curso da bacia do rio Mundaú: oxigênio dissolvido (mg/LO₂) – médias históricas - 2002 a 2012



Fonte: ANA 2010

Organização: Marcelo Siqueira de Araújo, 2013

Os resultados desses indicadores assinalam que a parte mais poluída da bacia do rio Mundaú é o alto curso. A qualidade da água tem como instituição responsável a Agência Estadual do Meio Ambiente e Recursos Hídricos - CPRH que tem como finalidade avaliar a qualidade das águas superficiais, subterrâneas e balneabilidades. Estas informações são disponibilizadas ao público através de periódicos no site do CPRH, relatórios anuais e atendimento ao público.

A bacia hidrográfica do rio Mundaú possui em termos de reservatórios o monitoramento executado pela SECTMA em convênio com o Serviço Geológico Brasileiro (CPRM-SUREG/RE), onde apresenta duas principais finalidades: abastecimento e irrigação. Consta, ainda, o controle pelo Estado de Pernambuco e pelo Governo Federal (quadro 4.4).

Quadro 4-4: distribuição dos reservatórios - 2007

Açude	Município	Capacidade máxima (1000m ³)	Uso/finalidade	Domínio
Inhumas	Palmeirina	7.873	Abastecimento	Estado
Mundaú	Garanhuns	1.969	Abastecimento	Gov. Federal
São Jacques	Canhotinho	404	Abastecimento	Estado
Cajarana	Garanhuns/Capoeiras	2.594	Irrigação	Estado

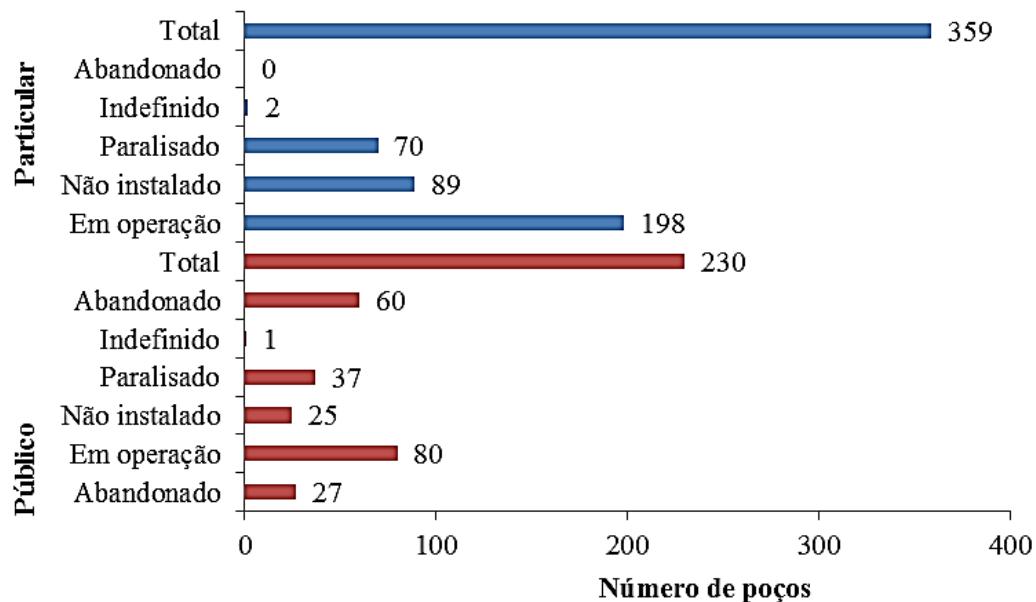
Fonte: SECTMA, 2006

Organização: Marcelo Siqueira de Araújo, 2013

As águas subterrâneas no Agreste de Pernambuco possuem sua demanda predominante para abastecimento de usuários particulares (condomínios e residências) abarcando 45% dos usuários outorgados. O abastecimento comercial aparece em segundo lugar com 20% tendo como usuários lojas, restaurantes, postos de combustível, comercialização de água potável entre outras. O Abastecimento público conta com 14% e finalizando com as indústrias, 13%. A oferta hídrica subterrânea considerando os aquíferos intersticial, aluvial e fissural conta, de acordo com SECTMA (2005), com 1.211,90 L/s.

O CPRM realizou o cadastramento de fontes de abastecimento por água subterrânea em Pernambuco durante o ano de 2005 conferindo um total de 589 poços divididos entre particular com 359 e público com 230. Um dado importante é que 48% destes poços estão em operação, e deste a maior parcela é de uso particular. Os três municípios com maior quantidade de poços são: Calçado com 105 poços dos quais 60 estão em operação e 70% apresentam água salobra; Garanhuns com 88 poços dos quais 46 estão em operação e 37% apresentam água salobra; e, Lajedo com 53 poços dos quais 33 estão em operação e 85% apresentam água salobra. Quanto à qualidade da água, há a necessidade de intervenção principalmente na questão salinidade, onde 11 (onze) municípios apresentam amostras com margem superior a 50% poços com água salobra ou salina que oferece risco à saúde provocando desidratação, diarreia e problemas renais (figura 4.31 e 4.32).

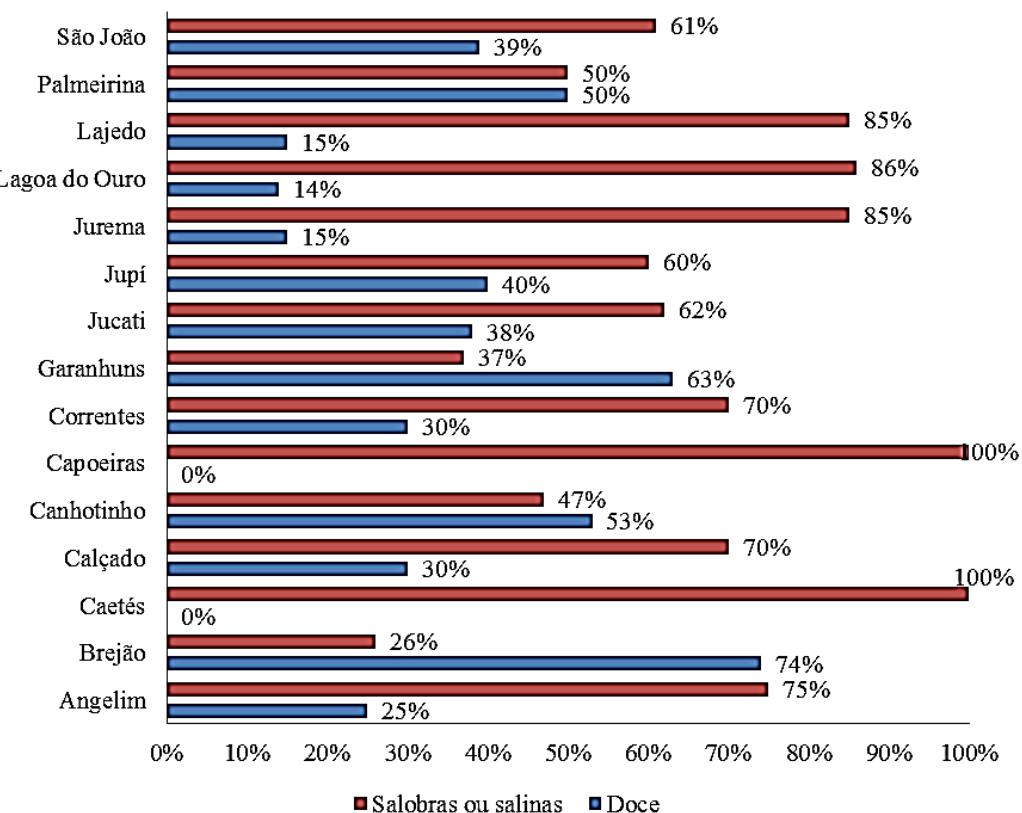
Figura 4.31: alto curso da bacia do rio Mundaú: águas subterrâneas - 2005



Fonte: CPRM, 2005

Organização: Marcelo Siqueira de Araújo, 2013

Figura 4.32: alto curso da bacia do rio Mundaú: qualidade da água subterrânea - 2013



Fonte: CPRM, 2005

Organização: Marcelo Siqueira de Araújo, 2013

4.6. Demanda de recursos hídricos

A demanda de recursos hídricos se constitui em peça fundamental para a gestão e planejamento de uma bacia hidrográfica visando à tomada de decisão com vistas à preservação, manutenção e uso sustentável.

A análise parte do conhecimento sobre os tipos de uso da água, da forma deste uso e da demanda. Assim são priorizadas nas áreas de: abastecimento humano, dessedentação animal, irrigação, uso na indústria, usos não consuntivos e diluição de efluentes.

Pode-se elencar quanto fatores que influenciam o consumo da água: clima, padrões econômicos e hábitos da população, a forma de fornecimento e sua qualidade, eficiência e perdas do sistema, o tratamento dos esgotos entre outros. E os fatores que atuam diretamente na demanda dos recursos hídricos no geral: quantidade e distribuição das chuvas, temperatura, umidade do ar, radiação solar, características do solo, entre outros.

O cenário atual apresenta maior demanda para abastecimento humano, animal e para irrigação, em ascensão, um contraponto com a situação do Estado onde a irrigação ocupa primeiro lugar. Os poucos riachos permanentes são poluídos, seja por agrotóxicos, lixo doméstico e até lixo hospitalar, comprometendo ainda mais os já poucos recursos hídricos disponíveis. A alternativa para armazenamento de água dá-se através de barragens, açudes e barreiros, também com graves problemas de poluição.

As nascentes do rio Mundaú presentes no município de Garanhuns estão a uma altitude próxima a 930m. O rio Mundaú chega a 195km de extensão, tendo seu escoamento na direção sudeste até desaguar no Oceano Atlântico, neste trajeto encontra declividades mais acentuadas com desnível de 447m em aproximadamente 20km. Estando inseridas em uma área de Agreste Meridional, as características ambientais, fazem com que as nascentes possuam baixo potencial hídrico sendo seu terço superior de pequena vazão específica acarretando na insuficiência para o atendimento de diversas categorias de usuários.

A utilização das águas das nascentes em Garanhuns está restrita à dessedentação animal, consumo humano, irrigação de hortaliças e flores e extração de areia. Observa-se nas atividades desenvolvidas a partir de pequenos barramentos de nível utilizando técnicas antigas, um alto nível de coliformes fecais nas nascentes e ao longo do corpo d'água originadas da contaminação pelos animais e efluentes advindos dos esgotos. Verifica-se, ainda, alto nível de infestação de *Schitossoma manzoni* causador da doença denominada “barria d’água” combatida pela prefeitura do município através de campanhas contra o agente infestador além do trabalho com moradores fornecendo o exame e o tratamento.

O abastecimento humano pode ser dividido em duas áreas: uma concentrada, referente às demandas dos centros urbanos, e, outra difusa, esta voltada para a zona rural do município, ou instalados em pequenos aglomerados. Em termos populacionais, o IBGE através do Censo 2010 apresentou a seguinte divisão da população dos municípios integrantes do alto curso da bacia: Garanhuns destaca-se pela maior população em torno de 129.408 habitantes aproximadamente 15 vezes maior que Palmeirina com 8.189 habitantes, sendo assim, Garanhuns desponta como centro urbano da bacia, possuindo também a maior quantidade de residentes na área urbana (115.356 habitantes) e na rural (14.052 habitantes). Jucati, Capoeiras, Calçado e Brejão aparecem entre os municípios com maiores percentuais de residentes rurais em comparação ao total de sua população. De maneira inversa Garanhuns possui 89% de sua população concentrada na área urbana, bem como Caetés e Lajedo que possuem respectivamente 87% e 72%. Finalmente, verifica-se que a população residente urbana total da bacia é superiora rural, num total 262.170 habitantes com uma diferença de 145.322 habitantes (tabela 4.1).

Tabela 4.1: alto curso da bacia do rio Mundaú: população urbana e rural - Censo 2010.

Município	População					Área do município (km ²)	Inserção na bacia
	Urbana	%	Rural	%	Total		
Angelim	6089	60%	4115	40%	10204	118,04	Totalidade
Brejão	3571	40%	5280	60%	8851	159,79	Parcialmente
Caetés	35451	87%	5335	13%	40786	329,48	Sede na bacia
Calçado	3810	34%	7315	66%	11125	121,95	Parcialmente
Canhotinho	14106	58%	10415	42%	24521	423,08	Sede na bacia
Capoeiras	6263	32%	13330	68%	19593	335,26	Parcialmente
Correntes	10329	59%	7090	41%	17419	328,65	Totalidade
Garanhuns	115356	89%	14052	11%	129408	458,55	Sede na bacia
Jucati	2828	27%	7776	73%	10604	120,6	Parcialmente
Jupi	8356	61%	5349	39%	13705	104,99	Parcialmente
Jurema	8753	60%	5788	40%	14541	148,25	Parcialmente
Lagoa do Ouro	6029	50%	6103	50%	12132	198,76	Sede na bacia
Lajedo	26395	72%	10233	28%	36628	189,1	Parcialmente
Palmeirina	5178	63%	3011	37%	8189	158,02	Totalidade
São João	9656	45%	11656	55%	21312	258,33	Totalidade
Total	262170		116848		379018	3453	

Fonte: Censo IBGE, 2010

Organização: Marcelo Siqueira de Araújo, 2013

Baseado no Plano Diretor de Recursos Hídricos da bacia do rio Mundaú – PDRH/Mundaú adotou-se os coeficientes de demanda onde a área rural obteve o consumo de 100 L de água por habitante ao dia, e a população urbana apresentou a divisão em quatro categorias: a) até 2.500 habitantes → coeficiente de 150 L/hab/dia; 2.501 a 12.000 habitantes → 190 L/hab/dia; 12.001 a 25.000 habitantes → 200 L/hab/dia ; e acima de 25.000 habitantes atribuiu-se o coeficiente de demanda de 250L/hab/dia, utilizando como índice de perda de

45%. A demanda urbana é bastante superior à rural com uma diferença de 27.050.540 L/hab/dia, entre os municípios Garanhuns aparece com a maior demanda urbana, com 28.839.00 L/hab/dia, e rural com 1.405.200 L/hab/dia (tabela 4.2).

Tabela 4.2: alto curso da bacia do rio Mundaú: demanda urbana e rural – 2010.

Município	Demanda urbana L/hab/dia	Demanda rural L/hab/dia
Angelim	1.156.910	411.500
Brejão	678.490	528.000
Caetés	8.862.750	533.500
Calçado	723.900	731.500
Canhotinho	3.103.320	1.041.500
Capoeiras	1.189.970	1.333.000
Correntes	1.962.510	709.000
Garanhuns	28.839.000	1.405.200
Jucati	537.320	777.600
Jupi	1.587.640	534.900
Jurema	1.663.070	578.800
Lagoa do Ouro	1.145.510	610.300
Lajedo	6.598.750	1.023.300
Palmeirina	983.820	301.100
São João	1.834.640	1.165.600
TOTAL	33.477.180	6.426.640

Organização: Marcelo Siqueira de Araújo, 2013

A pecuária é uma das principais atividades desenvolvidas pelos municípios do alto curso da bacia, e sua demanda é calculada a partir dos coeficientes utilizados no PDRH/Mundaú onde bovino possui coeficiente de 50 L/cabeça/dia, caprino → 6 L/cabeça/dia, ovino → 4 L/cabeça/dia, equino → 30 L/cabeça/dia, e suíno → 8 L/cabeça/dia, considerando o índice de perda de 45%. Os dados apresentados apontam para Garanhuns com o maior indicador de demanda num total de 1.081.696 L/cabeça/dia, além disso, possui a maior quantidade de cabeças (1.993.952) dentro dos três principais rebanhos. Analisando os três principais rebanhos tem-se: bovinos, sendo Garanhuns o maior criador com 38.712 cabeças; ovinos, Garanhuns com 3.500 cabeças; e, equino, com destaque para Lajedo com 2.000 cabeças. Nesta mesma linha, o rebanho comum aos municípios é o bovino, num total de 256.684 cabeças, tendo Garanhuns em primeiro lugar com 15% do rebanho total; Canhotinho, com 12%, e Correntes com 12%. Já o rebanho de caprino possui como único representante Jurema com 462 cabeças (tabela 4.3).

Tabela 4.3: alto curso da bacia do rio Mundaú: demanda para dessedentação animal - 2010

Município	Número de cabeças					Demanda Total L/cabeça/dia
	Caprino	Bovino	Ovino	Equino	Suíno	
Angelim	-	6.357	710	-	338	177.867
Brejão	-	14.607	780	560	-	412.649
Caetés	-	17.300	1.700	-	1.780	487.322
Calçado	-	5.750	2.100	-	452	164.734
Canhotinho	-	31.075	800	980	-	872.493
Capoeiras	-	21.564	1.800	-	4.049	614.786
Correntes	-	29.828	2.210	1.620	-	851.862
Garanhuns	-	38.712	3.500	-	2.140	1.081.696
Jucati	-	8.240	570	-	660	230.758
Jupi	-	6.800	1.200	-	1.442	195.985
Jurema	462	8.120	-	-	930	228.917
Lagoa do Ouro	-	23.200	1.200	670	-	651.695
Lajedo	-	15.300	-	2.000	4.000	471.350
Palmeirina	-	14.731	1.500	1.200	-	428.203
São João	-	15.100	1.600	-	533	421.115
TOTAL	462	256.684	19.670	7.030	16.324	7.291.430

Fonte: censo Agropecuário, IBGE, 2010

Organização: Marcelo Siqueira de Araújo, 2013

A agricultura é responsável pela maior parcela dos rendimentos econômicos da região, sem contar que esta também emana uma boa parte dos recursos hídricos principalmente quando ocorre a irrigação com pouca expressividade no alto curso da bacia devido em certa parte pelo baixo potencial de irrigação do solo e ao relevo predominante, quando ocorre o abastecimento é feito a partir de açudes ou pequenos riachos, Silva et al (2007) apontam para uma demanda de 6.930.000 m³/ano.

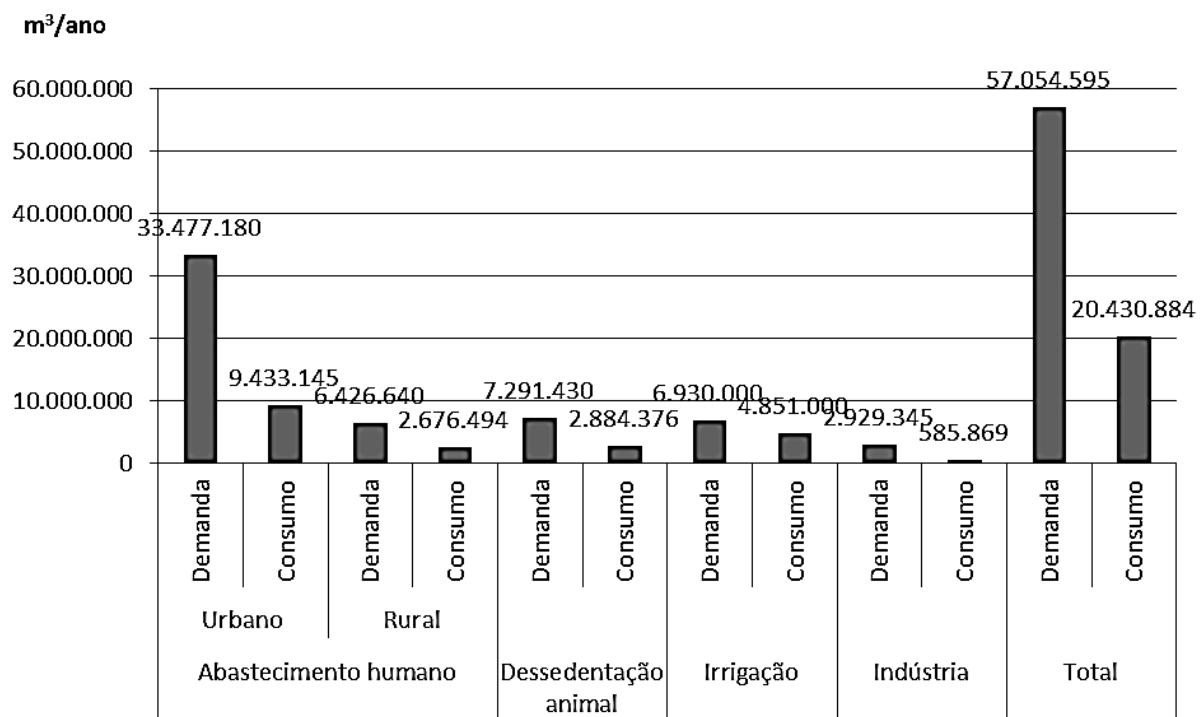
O abastecimento industrial atinge três setores em potencial: a agroindústria, indústrias leves e indústrias de base, aqui se levantam duas questões, primeiro pela alta demanda de água, e, em segundo, pelo alto poder poluidor. Na área do alto curso da bacia apresenta-se com pouca expressividade perfazendo um total de 2.929.345 m³/ano segundo afirmam Silva et al (2007).

No conjunto de atividades não consultivas destacam-se: geração de energia, navegação, piscicultura, turismo, recreação e lazer, porém a ocorrência se dá na parte da bacia em Alagoas. Em termos turísticos a Lagoa Manguaba em Alagoas merece destaque por conta do seu estuário. A geração de energia emerge como pequenas unidades localizadas em São José da Laje-AL, Santana do Mundaú hoje desativada e que estava sob a gestão da prefeitura de Correntes-PE, além de uma última no Rio Largo - AL com previsão de reativação.

A diluição de efluentes é um dos principais problemas enfrentados pelo rio Mundaú desde a sua nascente até sua foz. Estes apresentam origem em indústrias e pela falta de saneamento básico. Além disso, ocorre o depósito de resíduos sólidos o que ocasiona sérios problemas proporcionando maiores riscos no momento das enchentes.

A síntese da demanda total do alto curso da bacia mostra que o abastecimento humano na área urbana é a maior com $33.477.180\text{ m}^3/\text{ano}$, enquanto as demais apresentam valores entre $6.930.000\text{ m}^3/\text{ano}$, com a irrigação a $2.929.345\text{ m}^3/\text{ano}$ utilizado pela indústria, restando o segundo lugar em demanda para a dessedentação animal com $7.291.439\text{ m}^3/\text{ano}$. Este quadro aponta para um déficit de $36.623.711\text{ m}^3/\text{ano}$ (figura 4.33).

Figura 4.33: alto curso da bacia do rio Mundaú: síntese das demandas (m^3/ano) – 2013



Fonte: Censo IBGE, 2010 e Silva et al, 2007

Organização: Marcelo Siqueira de Araújo, 2013

Fazendo a correlação entre a disponibilidade e a demanda no alto curso da bacia ocorre que a vazão é reduzida $5,76\text{ m}^3/\text{s}$, resultando no não atendimento às necessidades dos municípios da bacia, além disso, possui fatores influenciadores como o clima (entre úmido e semiúmido), pouca profundidade, baixa curva de permanência, perfil longitudinal de baixa altitude e baixa média pluviométrica ($64,53\text{ mm/ano}$).

No alto curso da bacia existem quatro açudes totalizando uma reserva de $12.840.000\text{ m}^3$ distribuídos em quatro municípios: Garanhuns, Palmeirina, Canhotinho e Capoeiras (quadro 4.5).

Quadro 4-5: alto curso da bacia do rio Mundaú: distribuição dos reservatórios - 2006

Açude	Município	Capacidade Máxima (1000m ³)	Uso/Finalidade	Domínio
Inhumas	Palmeirina	7.873	Abastecimento	Estado
Mundaú	Garanhuns	1.969	Abastecimento	Gov. Federal
São Jacques	Canhotinho	404	Abastecimento	Estado
Cajarana	Garanhuns/Capoeiras	2.594	Irrigação	Estado

Fonte: SECTMA, 2006

Organização: Marcelo Siqueira de Araújo, 2013

Há também a presença das barragens subterrâneas com o objetivo de criar um isolamento impermeável para acúmulo de água. Na bacia do rio Mundaú encontra-se 4 (quatro) no município de Caetés, 4 (quatro) em Jucati e 2 (duas) em São João.

Visando minimizar os efeitos das estiagens e do déficit da demanda BRASIL (2011) afirma que está em curso no Agreste a construção de cisternas de placas, através do Projeto de Construção de Um Milhão de Cisternas (P1MC), implementada pelo Programa de Articulação do Semiárido (ASA) e pelo Programa de Apoio ao Pequeno Produtor Rural (PRORURAL), órgão do Governo do Estado, com financiamento do Banco Mundial.

O alto curso da bacia encontra-se em acelerado processo de degradação ambiental e apresenta um alto potencial poluidor da bacia hidrográfica, além de suas características geoambientais denotarem para dificuldades de armazenamento, índices pluviométricos, tipos de solos, relevo entre outros. Fazem-se necessárias pesquisas e ações sistemáticas de conscientização ambiental visando fornecer subsídios para o planejamento e desenvolvimento de mecanismos de gestão voltados para a manutenção da qualidade ambiental e possibilitando o uso múltiplo e racional dos recursos hídricos e ambientais presentes na bacia.

4.7. Planejamento e gestão da bacia hidrográfica do rio Mundaú

O Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Mundaú (PDRH/Mundaú) foi elaborado pela Consultoria Técnica Ltda. (COTEC) contratada pela Secretaria de Recursos Hídricos de Pernambuco, concluído em 1999. Em sua estrutura encontram-se informações sobre seu diagnóstico: precipitação, rede hidrológica, disponibilidades hídricas atuais e futuras; balanço hídrico, e demandas de água na bacia.

Quanto aos instrumentos de gestão dos recursos hídricos (os planos de recursos hídricos, o enquadramento dos corpos de água, a outorga do direito de uso de recursos hídricos, a cobrança pelo uso de recursos hídricos, a compensação a municípios e o Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos) ocorrem falhas no sistema de informações sobre os recursos hídricos que inclui o Sistema de Informações Geográficas (SIG) uma vez que não possuem modelos computacionais. Além disso, faz-se necessário a observação das análises

quanto ao enquadramento dos corpos d'água utilizando a resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005 (BRASIL, 2005).

No tocante à qualidade da água o PDRH/Mundaú apresenta detalhes sobre a poluição dos corpos d'água disponíveis na Agência Nacional de Águas através dos dados coletados em suas estações tanto em Pernambuco quanto em Alagoas.

No PDRH/Mundaú não consta o sistema de outorga do direito de uso dos recursos hídricos, deixando apenas suas diretrizes. Apesar de Pernambuco já possuir um sistema de outorga do ano de 1998, Alagoas implantou no ano de 2001. Além disso, faltam informações relacionadas a valores de referências para outorga e critérios e diretrizes para subsidiar o processo de cobrança pelo uso da água.

Por outro lado, o PDRH/Mundaú apresenta em suas diretrizes, planos de ações para diminuição dos principais problemas dos recursos hídricos através de ação de desenvolvimento: complementação da infraestrutura hídrica, saneamento básico dos centros urbanos, saneamento básico rural, irrigação e outras atividades rurais, perfuração e recuperação de poços, proteção das nascentes e dos cursos de água, prevenção e controle de inundações, e, prevenção e controle de assoreamento, estes estão estabelecidos a curto (ano 2005), médios (ano 2010) e longo prazo (ano 2020).

Nas ações de apoio e implementação tem-se: ampliação e melhoramento da rede hidrometeorológica, monitoramento da qualidade da água e controle da poluição, monitoramento dos açudes, monitoramento da exploração de águas subterrâneas, e, programa de educação ambiental.

Quanto à questão de organização, existem duas Comissões, uma no Estado de Pernambuco e outra no Estado de Alagoas, somada ao Conselho de Usuários, porém a atuação destes ainda não teve início por falta de articulação com o órgão federal, a Agência Nacional de Águas. Houve em 2001 a implantação do Subcomitê Pernambucano tendo sua área de abrangência o alto curso da bacia, este comitê conta com 32 integrantes, representando órgãos estaduais, municipais e sociedade civil, no entanto a Secretaria de Recursos Hídricos de Pernambuco (SRH/PE) não aceitou a posse do Subcomitê. Com isto, a diretoria entrou com recurso formal à SRH/PE a homologação do Subcomitê pelo Conselho Estadual de Recursos Hídricos concedida em 2002 (Resolução nº04/2002), o Subcomitê continua promovendo suas reuniões abordando questões como: educação ambiental, saneamento ambiental, barragens reguladoras, reflorestamento das matas ciliares e a reciclagem do lixo.

5. INDICADORES SOCIOAMBIENTAIS E O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

5.1. Dimensão ambiental

A dimensão ambiental possui características marcantes já que agrega as ferramentas necessárias à vida. O meio ambiente em outros tempos era tido como intocada mantendo uma relação amigável com o homem, todavia o capitalismo forçou uma inversão desta visão trazendo à tona o lado da servidão da natureza para com o homem.

Diante disso, a natureza passou a ser consumida em velocidade e agressividade tamanha ultrapassando o tempo necessário para sua renovação, ou melhor, daqueles itens renováveis enquanto os demais vão diminuindo cada vez mais suas reservas. E hoje se busca resgatar o lugar da natureza dentro da relação com o homem.

Esta dimensão aborda através das características geoambientais e características antrópicas a situação ambiental do território da bacia, a partir do uso dos recursos naturais, a degradação ambiental, a territorialização e a instituição.

São elencados os itens: **fertilidade do solo**, como foco na qualidade e eficiência da produção agrícola; **órgãos e documentos relacionados à bacia**, de extrema importância no que diz respeito às tomadas de decisões sobre a preservação, manutenção e uso dos recursos da bacia hidrográfica; **cobertura de matas e florestas**, a cobertura vegetal tem ampla área de atuação, desde a proteção dos corpos d'água até o sequestro do carbono; **taxa de urbanização**, visando o uso e a ocupação do território e uso dos recursos naturais; e, **domicílios particulares com saneamento inadequado**, tendo em vista a degradação ambiental quanto ao despejo de esgoto, coleta de lixo e abastecimento de água itens fundamentais para a qualidade de vida da população e do meio ambiente.

Na produção agrícola utilizaram-se diversos indicadores para aumentar sua eficiência, e uma delas é a **fertilidade do solo**, uma vez que as condições do Agreste impõem às vezes a correção dos solos, daí a importância de conhecer o nível de fertilidade para o planejamento do método mais adequado para cada cultura. Estes dados foram extraídos do mapa de solos do alto curso da bacia do rio Mundaú (2013) através dos níveis de fertilidade elencados a partir do banco de dados do IBAMA (2006).

Numa visão geral, a menor pontuação ocorre para o nível de fertilidade **alta** apesar de

aparecer em quase 50% da área da bacia apresenta-se acompanhada pelo pior nível de fertilidade **muito baixo**, o que de certa forma anula o seu potencial.

Entre os municípios inseridos totalmente no território do alto curso da bacia destacam-se Correntes e Angelim pelo fato de apresentarem níveis de fertilidade que variam de **muito baixo a alto**, e Palmeirina que é o único município pertencente ao o nível de **médio a baixo**.

Em síntese, existem 6 (seis) municípios integrando as 2 (duas) faixas de fertilidade que varia entre **muito baixo e alto**, enquanto outros 5 (cinco) integram a faixa **muito baixa a alta**. A predominância do nível **baixa a média** acontece em praticamente todo o território dos municípios pertencentes ao alto curso da bacia e tem como consequência o **nível de vulnerabilidade alto**, além disso, indica a necessidade de correções do solo visando à melhoria da produção agrícola (tabelas 5.1 e 5.2; figura 5.1).

Tabela 5.1: alto curso da bacia do rio Mundaú: convenção do nível de vulnerabilidade para o indicador fertilidade do solo - 2013

Município	Nível de fertilidade do solo – presença por município			
	Muito baixa (4 pontos)	Baixa (3 pontos)	Média (2 pontos)	Alta (1 ponto)
Angelim	4	3	2	1
Brejão	-	3	2	-
Caetés	4	3	2	1
Calçado	-	3	2	-
Canhotinho	4	3	2	1
Capoeiras	4	3	2	1
Correntes	4	3	2	1
Garanhuns	-	3	2	-
Jucati	-	3	2	-
Jupi	4	3	2	1
Jurema	-	3	2	-
Lagoa do Ouro	4	3	2	1
Lajedo	4	3	2	1
Palmeirina	-	3	2	-
São João	-	3	2	-
TOTAL	32	45	30	8

Fonte: IBAMA, 2006

Organização: Marcelo Siqueira de Araújo, 2013

Tabela 5.2: alto curso da bacia do rio Mundaú: nível de vulnerabilidade para o indicador potencial de terras para irrigação - 2013

Nível de vulnerabilidade	Nível de fertilidade do solo	Pontuação	Situação do Indicador
Muito alto	Muito baixo	32	Alto (45 pontos)
Alto	Baixo	45	
Moderado	Médio	30	
Baixo	Alto	8	

Organização: Marcelo Siqueira de Araújo, 2013

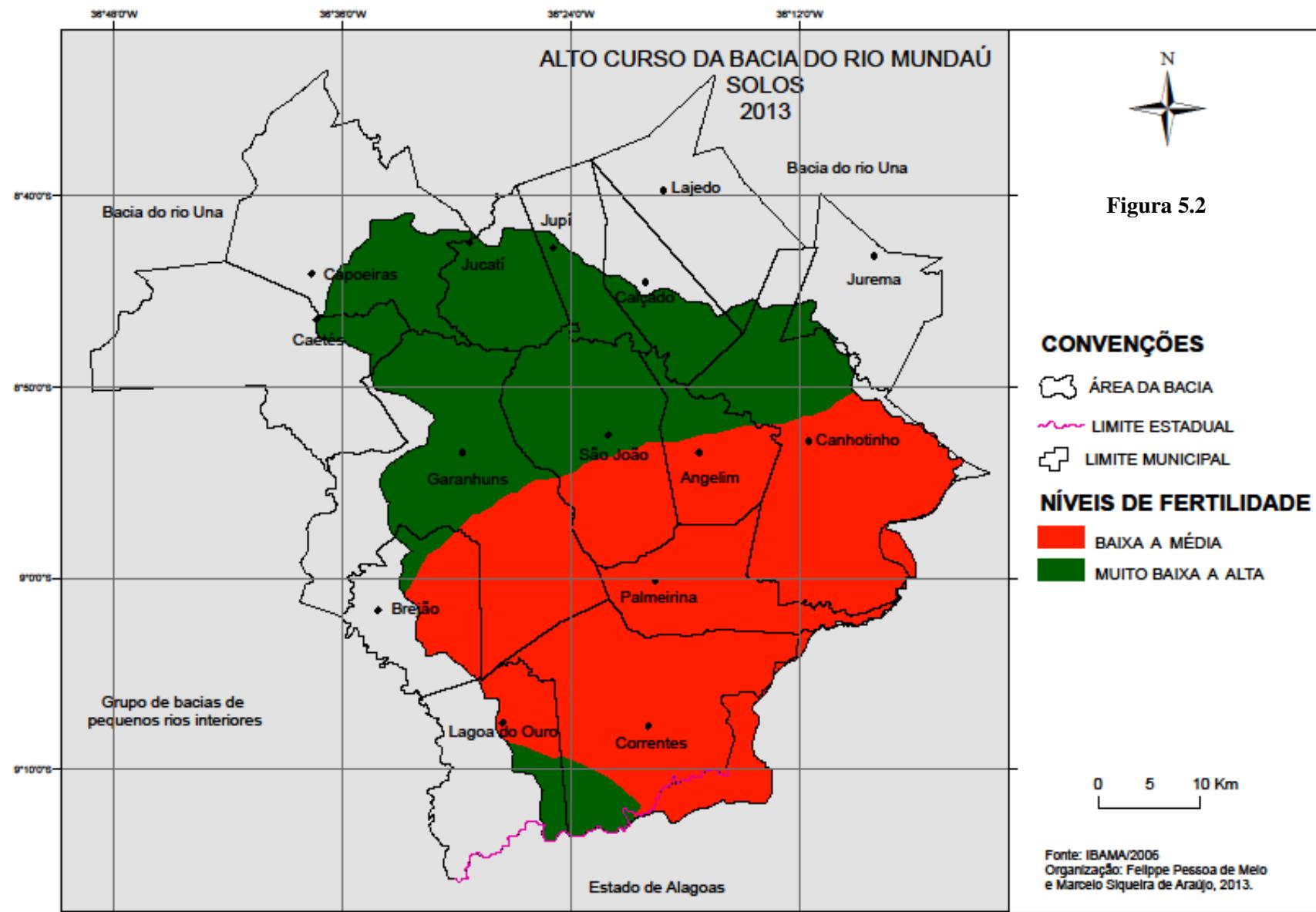
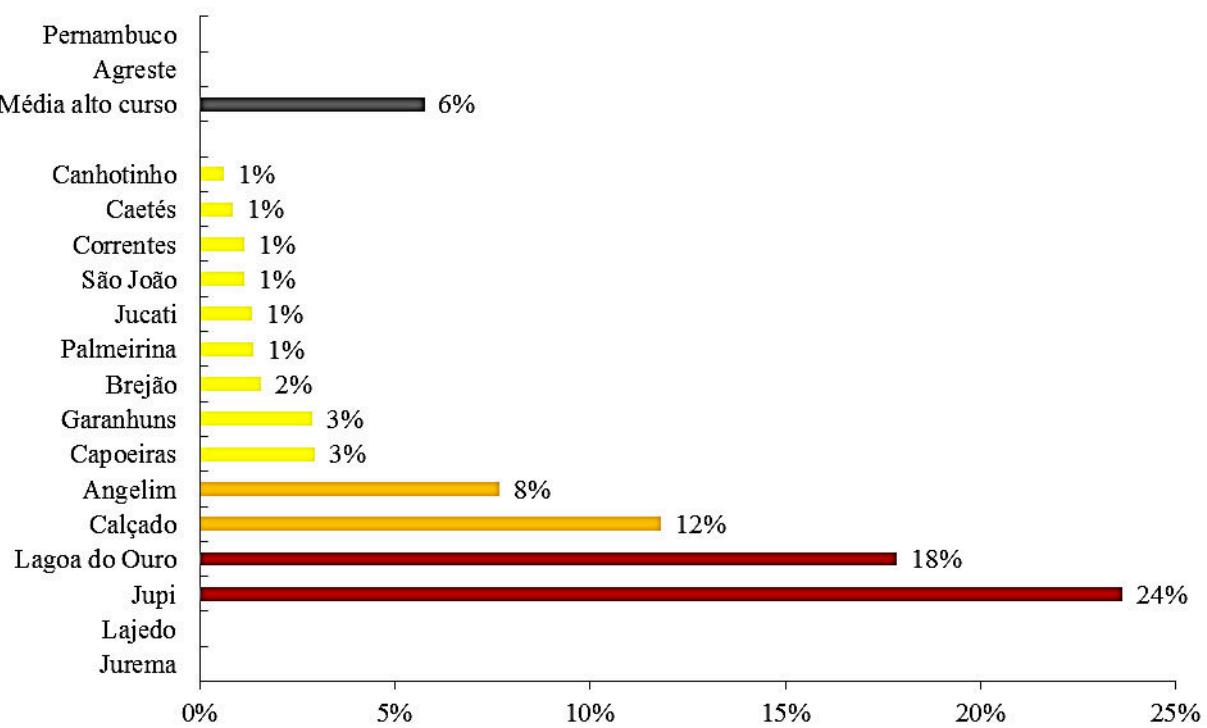


Figura 5.2

A análise da superfície quanto à **cobertura de matas e florestas** corresponde ao segundo indicador da dimensão ambiental. A área da cobertura de matas e florestas é de suma importância para a manutenção dos recursos hídricos uma vez que participa do ciclo da água além de promover a proteção das nascentes e margens dos rios e riachos, corrobora ainda, como habitat para a fauna além do sequestro do carbono.

A partir da observação dos dados disponíveis no Censo Agropecuário 2006 tem-se a indicação do **nível de vulnerabilidade muito alto**, uma vez que os dados sobre a cobertura de matas e florestas naturais e plantadas mostram-se ocupando uma pequena área em relação ao total territorial de cada município, tendo os municípios de Canhotinho, Caetés, Correntes, São João, Jucati e Palmeirina apresentado índice de 1%, formando 40% do total de municípios integrantes do alto curso. Um dos problemas relatados pela Agência Estadual de Meio Ambiente é a extração ilegal de lenha e de serrarias, principalmente dos municípios de Brejão e Angelim. O maior índice foi encontrado no município de Jupi com 24% de sua área coberta por matas e florestas (figuras 5.2, 5.3, 5.4 e 5.5; tabela 5.3).

Figura 5.2: alto curso da bacia do rio Mundaú: cobertura de matas e florestas (%) - 2006



Fonte: Censo Agropecuário, 2006

Organização: Marcelo Siqueira de Araújo, 2013

Obs.: Não há dados sobre os municípios de Jurema e Lajedo

Tabela 5.3: alto curso da bacia do rio Mundaú: nível de vulnerabilidade para o indicador cobertura vegetal - 2013

Nível de vulnerabilidade	Percentual	Quantidade de municípios	Situação do Indicador
Muito alto	1% - 7%	9	Muito alto (9 municípios)
Alto	7% - 13%	2	
Moderado	13% - 18%	-	
Baixo	14% - 18%	2	

Organização: Marcelo Siqueira de Araújo, 2013

Figura 5.3: desmatamento no município de Correntes



Créditos: Helber Corrêa e Marcelo Siqueira de Araújo, 2013

Figura 5.4: desmatamento no município de Angelim



Créditos: Vanailson Rodrigues e Marcelo Siqueira de Araújo, 2013

Figura 5.5: desmatamento da mata ciliar no rio Mundaú no município de Correntes



Créditos: Helber Corrêa e Marcelo Siqueira de Araújo, 2013

O terceiro indicador refere-se à existência dos **órgãos** (Comitê de Bacia e Conselho de Usuário de Águas) e **documentos relacionados à bacia** (Diagnóstico dos Recursos Hídricos, Plano de Aproveitamento dos Recursos Hídricos, Plano de Desenvolvimento Sustentável, Plano Decenal de Recursos Hídrico, Plano Diretor de Recursos Hídricos).

O Sistema Estadual Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos (Lei nº 12.984, de 30 de dezembro de 2005) estabelece os Comitês de Bacias Hidrográficas - COBH enquanto órgãos deliberativos e consultivos acerca da gestão, proteção e conservação das águas e do meio ambiente. Já o Conselho de Usuários de Água, é um colegiado montado a partir dos órgãos públicos, entidades civis e usuários de água, sendo o foco principal a gestão participativa para controle e conservação dos sistemas hídricos além dos conflitos de uso de água. E por fim, os Planos de Recursos Hídricos são instrumentos das Políticas Nacionais e Estadual de Recursos Hídricos e devem conter: diagnóstico atual dos recursos hídricos, balanço hídrico, metas de racionalização, estabelecendo os mecanismos necessários à gestão e o planejamento do uso dos recursos naturais de uma bacia (tabela 5.4).

Tabela 5.4: alto curso da bacia do rio Mundaú: nível de vulnerabilidade para o indicador entidades e documentos para auxilio da gestão e planejamento da bacia - 2006

Entidade / Documento	Valoração	Situação da bacia do rio Mundaú	Pontuação atingida
Comitês de Bacia	1	Presente	0
Conselhos de Usuários de Água	1	Ausente	1
Diagnóstico dos Recursos Hídricos	1	Ausente	1
Plano de Desenvolvimento Sustentável	1	Ausente	1
Plano Diretor de Recursos Hídricos	1	Presente	0
Plano Decenal de Recursos Hídricos	1	Ausente	1
Plano de Aproveitamento dos Recursos Hídricos	1	Presente	0
		TOTAL	4

Fonte: SECTMA, 2006

Organização: Marcelo Siqueira de Araújo, 2013

O referido indicador apresenta o **nível de vulnerabilidade alto** devido à ausência do Conselho de Usuários de Águas, e a falta dos documentos: Diagnóstico dos Recursos Hídricos, Plano de Desenvolvimento Sustentável, e, Plano Decenal de Recursos Hídricos. De acordo com os dados fornecidos pelo SECTMA, 2006, o Comitê da bacia do rio Mundaú teve sua criação em 09/08/2001 pelo Estado de Pernambuco contando com 14 (catorze) municípios, porém atualmente ainda se encontra desarticulado. Quanto ao Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia este teve sua finalização no ano de 1998, sendo proposta pelos Estados de Pernambuco e Alagoas, sendo complementado com o Plano de Aproveitamento de Recursos Hídricos. O Estado de Pernambuco produziu o Plano de Aproveitamento dos Recursos Hídricos da Região Metropolitana do Recife, Zona da Mata e Agreste Pernambucano – PARH, concluído em 2005 com as demandas e balanço hídrico, além de propostas de intervenções de infraestrutura hídrica e institucional (tabela 5.5).

Tabela 5.5: alto curso da bacia do rio Mundaú: nível de vulnerabilidade para o indicador órgãos e documentos relacionados à bacia - 2013

Nível de vulnerabilidade	Pontuação	Situação do Indicador
Muito alto	0,00 – 1,75	Alto (4 pontos)
Alto	1,75 – 3,50	
Moderado	3,50 – 5,25	
Baixo	5,25 – 7,00	

Fonte: SECTMA, 2006

Organização: Marcelo Siqueira de Araújo, 2013

A urbanização engloba as vantagens dos serviços de saneamento, educação e saúde, além da oferta de empregos e moradia, mas para isto acontecer faz-se necessário: gestão e planejamento territorial. Mesmo assim não deixa de ser um item importante uma vez que atinge diretamente o equilíbrio entre o meio rural e urbano.

Assim, a taxa de urbanização, considerado o quarto indicador da dimensão ambiental, apresentou **moderado nível de vulnerabilidade** exibindo uma taxa média de 51,75% para

6 (seis) municípios que se encontram na faixa entre 57,91% a 73,52% (Correntes, Angelim, Jurema, Jupi, Palmeirina, Lajedo e Garanhuns). Comparando a taxa média dos 15 (quinze) municípios, com a taxa da região do Agreste (57,78%), observa-se que os municípios estão bem próximos, já que a diferença de taxa em relação ao Estado de Pernambuco corresponde a 28,41%.

O distanciamento ocorre quando comparado com Jucati onde a diferença alcança 53,50%. Outro dado interessante é que Garanhuns é o município de maior taxa de urbanização, sendo também o único a ultrapassar a taxa do Estado com apenas 8,97% (tabela 5.6; figura 5.6).

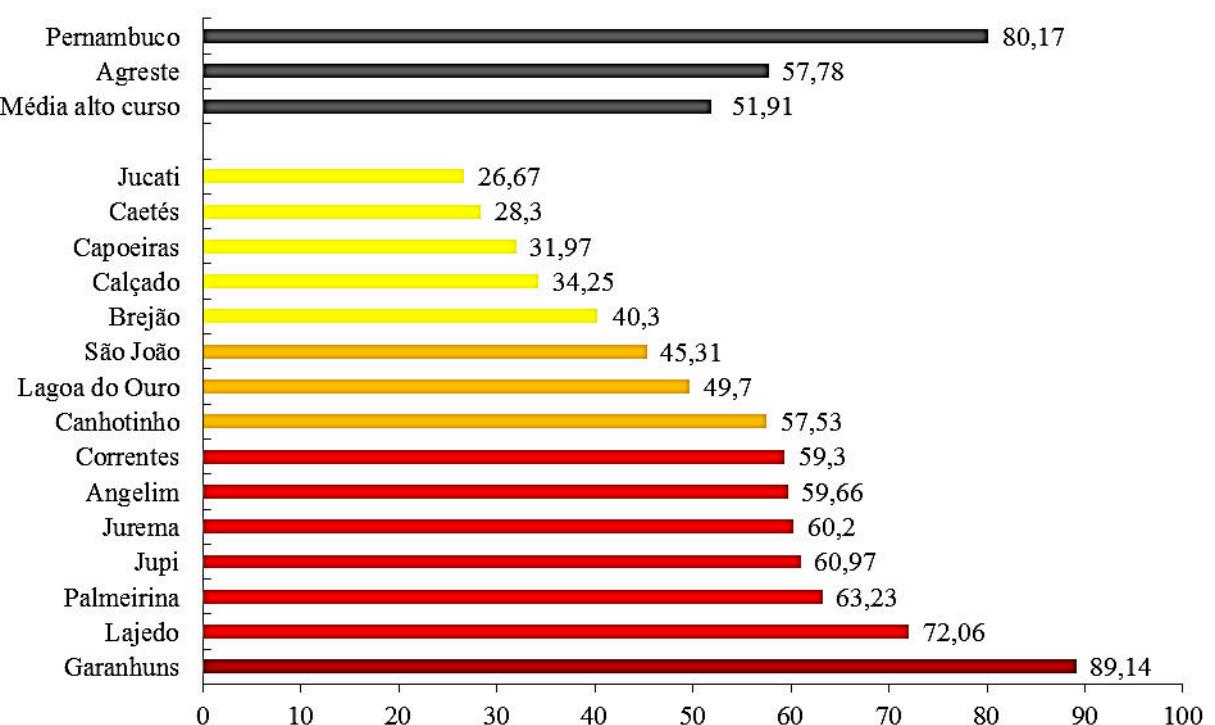
Tabela 5.6: alto curso da bacia do rio Mundaú: nível de vulnerabilidade para o indicador taxa de urbanização-2010

Nível de vulnerabilidade	Taxa de urbanização (%)	Quantidade de municípios	Situação do Indicador
Muito alto	26,67 – 42,29	5	Moderado (6 municípios)
Alto	42,29 – 57,91	3	
Moderado	57,91 – 73,52	6	
Baixo	73,52 – 89,14	1	

Fonte: BDE/PE, 2010

Organização: Marcelo Siqueira de Araújo, 2013

Figura 5.6: alto curso da bacia do rio Mundaú: taxa de urbanização (%) – 2010



Fonte: BDE/PE, 2010

Organização: Marcelo Siqueira de Araújo, 2013

O último indicador da dimensão ambiental trata-se do **saneamento inadequado** o qual consta de três itens principais: ausência de rede geral de abastecimento de água, tratamento de esgotamento sanitário ou fossa séptica e de lixo coletado. A falta destes acarreta como consequências doenças, degradação ambiental e a poluição dos recursos naturais.

Analizando a **taxa de domicílios particulares permanentes com saneamento inadequado** verifica-se o predomínio do **nível de vulnerabilidade moderado** dentro do intervalo de 34,70% a 45,56%. Esse indicador agregou 7 (sete) municípios: Angelim, Palmeirina, Jurema, Correntes, Caetés, Jupi e Canhotinho, sendo este quantitativo bastante elevado para a região, sem contar que quando estes serviços não funcionam os principais atingidos são os recursos naturais. Vale destacar que a média da taxa dos municípios é de 28,07% comparando com a taxa estadual que gira em torno de 12,07%, apresentando uma diferença na ordem de 16%. Outro destaque importante é o município de Capoeiras que apresenta o maior índice (60,43%), com 48,36% de diferença. Este resultado inspira urgentes medidas amenizadoras referentes ao abastecimento de água, tratamento de esgoto sanitário e lixo coletado (tabela 5.7; figuras 5.7, 5.8).

Tabela 5.7: alto curso da bacia do rio Mundaú: nível de vulnerabilidade para o indicador domicílios particulares permanentes com saneamento inadequado - 2010.

Nível de vulnerabilidade	Domicílios particulares permanentes com saneamento inadequado (%)	Quantidade de municípios	Situação do Indicador
Muito alto	47,56 – 60,43	1	Moderado (7 municípios)
Alto	34,70 – 47,56	4	
Moderado	21,83 – 34,70	7	
Baixo	8,96 – 21,83	3	

Fonte: BDE/PE, 2010

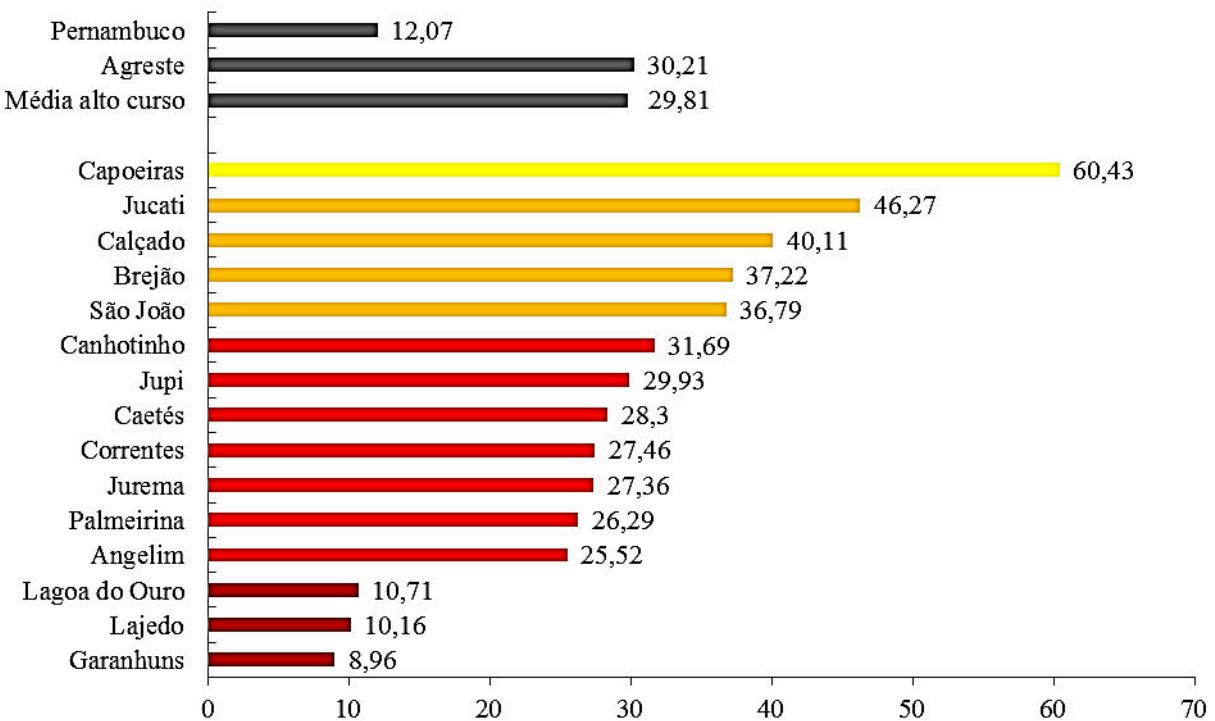
Organização: Marcelo Siqueira de Araújo, 2013

Figura 5.7: abastecimento de água com presença de animais em Capoeiras



Créditos: Helber Corrêa e Marcelo Siqueira de Araújo, 2013

Figura 5.8: alto curso da bacia do rio Mundaú: domicílios particulares com saneamento inadequado (%) – 2010



Fonte: BDE/PE, 2010

Organização: Marcelo Siqueira de Araújo, 2013

5.2. Dimensão social

A relação homem-natureza é necessária para ambos desde o ponto de vista bioquímico até a macrovisão de ocupação do espaço e troca de benefícios, sendo a base da questão a maneira como esta relação ocorre e para qual lado a balança do prejuízo está mais acentuada. A ação antrópica quando não planejada acarreta vários tipos de impactos que podem ser sentidos a curto, médio e longo prazo.

A característica principal dos indicadores desta dimensão é a valorização do homem e das ferramentas necessárias ao seu bom desempenho em sociedade, cujos objetivos estão diretamente ligados à satisfação das necessidades humanas, melhoria da qualidade de vida e justiça social.

Nesta perspectiva, a referida dimensão abrange os seguintes indicadores: **Índice de Desenvolvimento Humano Municipal**, considerado um dos principais itens, na medida em que aborda a educação em anos médios de estudos, além da longevidade que abrange expectativa de vida da população. **Produto Interno Bruto per capita** utilizado para a classificação do nível de desenvolvimento dos Estados. A educação foi observada a partir da utilização da **taxa de analfabetismo dentro da faixa de 10 anos ou mais de idade**, dada à

necessidade imposta pelo mercado de trabalho. E os temas relacionados à população: **densidade populacional, mortalidade infantil e taxa geométrica de crescimento populacional** uma vez que estes indicadores atuam diretamente em todos os segmentos da sociedade desde a utilização dos recursos naturais até o planejamento e a gestão do território.

O **Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM)** apresenta como visto, uma visão geral do cenário em que se encontra o município fazendo um escalonamento das situações mais problemáticas e bem assim vinculando a necessidades de ações de amenização. Assim, neste indicador o **nível de vulnerabilidade foi considerado alto** com 9 (nove) municípios na faixa entre 0,564 – 0,607, sendo eles: Angelim, Brejão, Calçado, Canhotinho, Capoeiras, Correntes, Lagoa do Ouro, Palmeirina e São João. O maior IDHM na ordem de 0,693 foi atribuído ao município de Garanhuns que apresentou valores equiparáveis ao do Estado de Pernambuco. A média atribuída aos municípios do alto curso da bacia apresenta uma pequena diferença de 0,009 em relação à média do Agreste Meridional (0,589), bem como aumentando essa diferença para 0,116 em relação ao Estado de Pernambuco (0,705). Dentre esses municípios, Caetés sobressai-se com 0,521 comportando uma diferença de 0,068 em comparação à média do Agreste e para o Estado de Pernambuco (0,184). Junto a este município elenca-se o município de Jurema que apresentou 0,550 e Jucati com 0,553. No conjunto esses três municípios necessitam de investimentos urgentes para melhoria nas áreas de educação (taxa de alfabetização e frequência escolar), longevidade (esperança de vida ao nascer) e renda (renda per capita municipal) (tabela 5.8; figura 5.9).

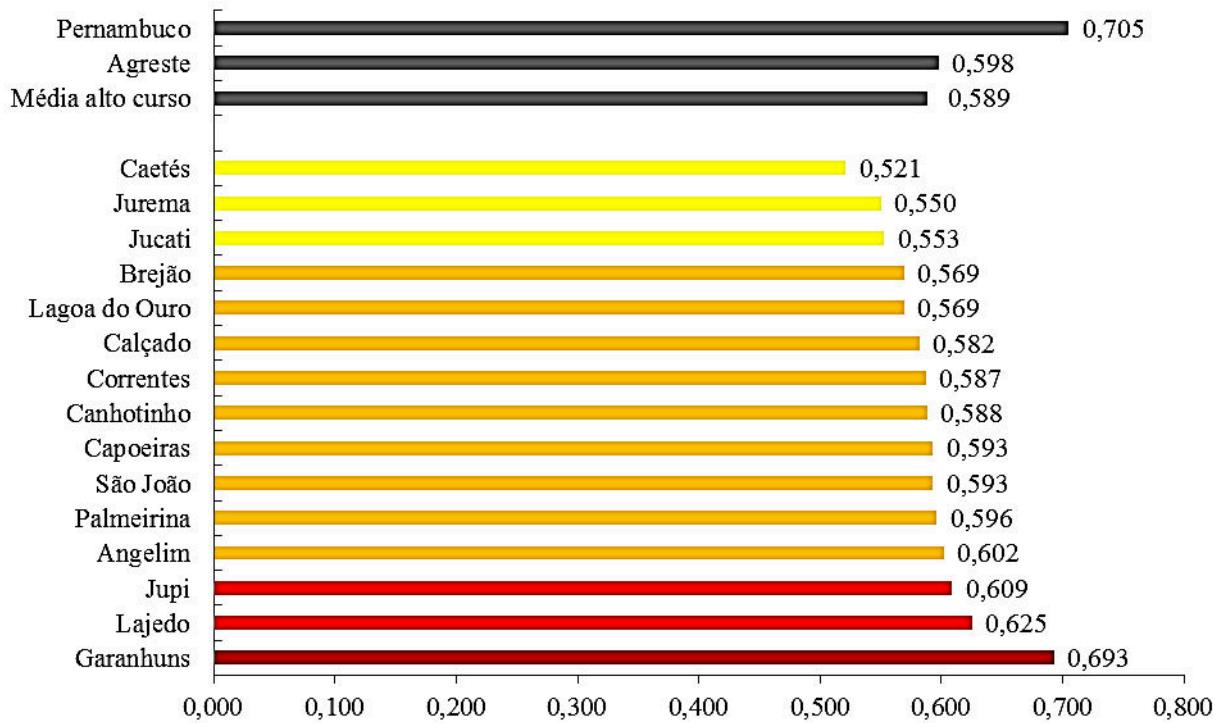
Tabela 5.8: alto curso da bacia do rio Mundaú: nível de vulnerabilidade para o indicador Índice de Desenvolvimento Humano Municipal -2013

Nível de vulnerabilidade	Índice de Desenvolvimento Humano Municipal	Quantidade de municípios	Situação do Indicador
Muito alto	0,521 – 0,564	3	Alto (9 municípios)
Alto	0,564 – 0,607	9	
Moderado	0,607 – 0,650	2	
Baixo	0,650 – 0,693	1	

Fonte: BDE/PE, 2010

Organização: Marcelo Siqueira de Araújo, 2013

Figura 5.9: alto curso da bacia do rio Mundaú: Índice de Desenvolvimento Humano Municipal - 2000



Fonte: BDE/PE, 2010

Organização: Marcelo Siqueira de Araújo, 2013

A educação, sem dúvida, é considerada como um dos pilares do desenvolvimento para qualquer país, assim, para a situação em tela, a taxa de analfabetismo demonstra sérios problemas com consequências em todos os setores da sociedade, uma vez que dificulta bastante o acesso à informação e ao mercado de trabalho cada vez mais exigente.

Este indicador atingiu o **nível de vulnerabilidade alto**, tendo o destaque para Lagoa do Ouro com 36,29% apresentando uma taxa diferencial em relação ao Estado de 16,23% quase que o dobro. Além disso, mais três municípios encontram-se com taxas semelhantes: Canhotinho (32,91%), Jurema (33,56%), e Caetés (34,52%). Interessante é observar que o município de Garanhuns entre os demais é o único a possuir uma pequena margem de diferença em relação ao Estado de Pernambuco no valor 0,51%, sendo inclusive o único com o nível de vulnerabilidade baixo. Um fato preocupante é que 9 municípios (Capoeiras, Brejão, Calçado, Jupi, Jucati, São João, Correntes, Palmeirina e Angelim) possuem uma média de 29,35%, chegando a uma diferença de 12,61 % em relação ao Estado (tabela 5.9; figura 5.10).

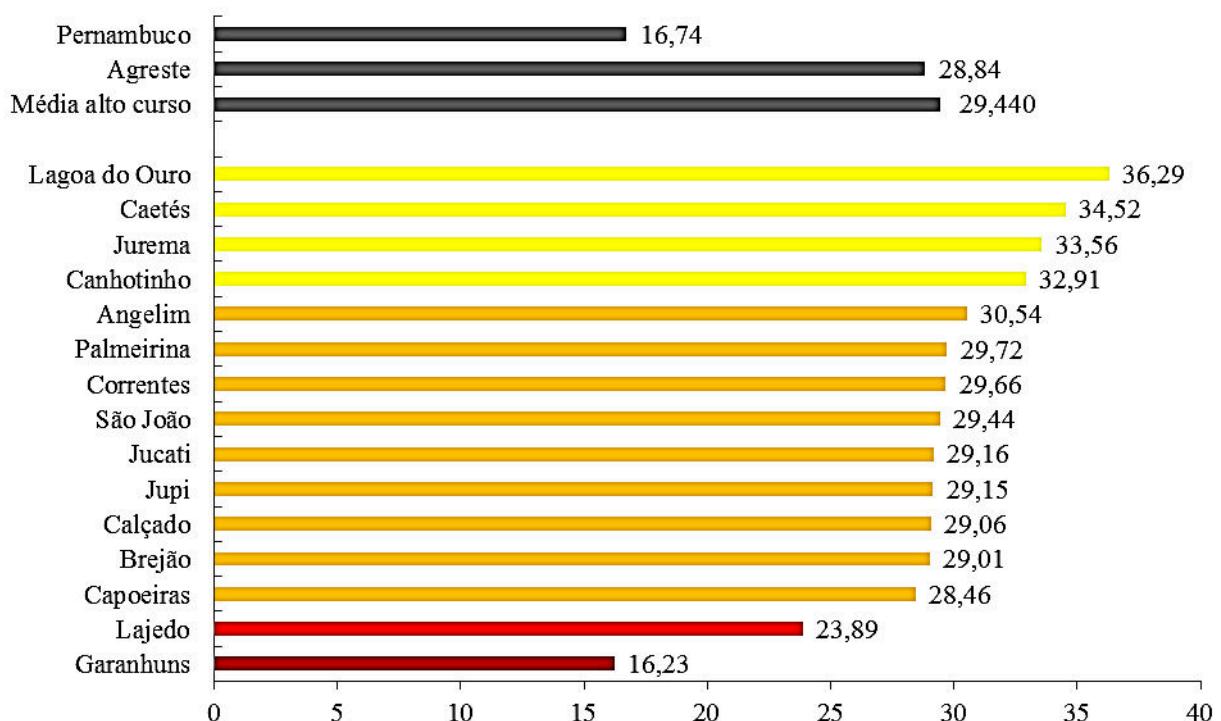
Tabela 5.9: alto curso da bacia do rio Mundaú: nível de vulnerabilidade para o indicador taxa de analfabetismo na população de 10 ou mais anos de idade (%) - 2013

Nível de vulnerabilidade	Taxa de analfabetismo na população de 10 anos ou mais anos de idade (%)	Quantidade de municípios	Situação do Indicador
Muito alto	31,28 – 36,29	4	Alto (9 municípios)
Alto	26,26- 31,28	9	
Moderado	21,25 – 26,26	1	
Baixo	16,23 – 21,25	1	

Fonte: BDE/PE, 2010

Organização: Marcelo Siqueira de Araújo, 2013

Figura 5.10: alto curso da bacia do rio Mundaú: taxa de analfabetismo na população de 10 ou mais anos de idade (%) – 2010



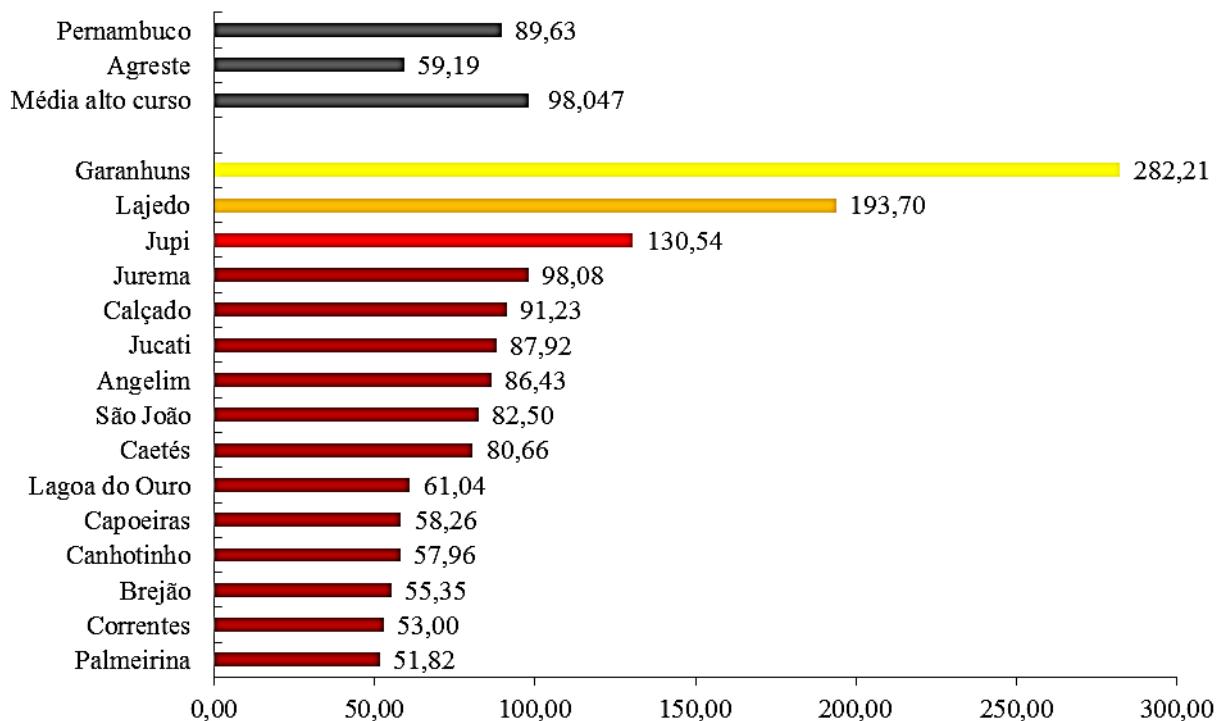
Fonte: BDE/PE, 2010

Organização: Marcelo Siqueira de Araújo, 2013

A **densidade demográfica** se faz importante uma vez que afeta os centros urbanos na questão de moradia e de acesso aos serviços, colocando em risco a qualidade de vida e o desenvolvimento do econômico do município. Nessa dimensão o referido indicador obteve **nível de vulnerabilidade baixo** englobando 12 (doze) do total de municípios: Palmeirina, Correntes, Brejão, Capoeiras, Canhotinho, Lagoa do Ouro, Caetés, São João, Angelim, Jucati, Calçado e Jurema. A média entre eles é de 72,02 hab/km², sendo Palmeirina o que possui a menor das taxas (51,82) hab/km². Comparando esse resultado com a média do Agreste (59,19 hab/km²) existe uma diferença de 7,37 hab/km², aumentando ainda mais se levarmos em consideração o percentual apresentado para o Estado (89,63 hab/km²) que girou em torno de 37,81 hab/km². Garanhuns é o município que tem chamado a atenção neste sentido pelo fato

de comportar em seu território uma elevada densidade demográfica (192,58) hab/km² em termos comparativos com o Estado, ocasionando com isso, problemas com saneamento, abastecimento de água e meios de transporte, ocupação irregular entre outros. O diferencial atrativo deste município é: acesso à saúde (hospitais), educação (ensino médio e superior) e oportunidades de emprego (setor de serviços) (figura 5.11; tabela 5.10).

Figura 5.11: alto curso da bacia do rio Mundaú: densidade demográfica (hab/km²) – 2010



Fonte: BDE/PE, 2010

Organização: Marcelo Siqueira de Araújo, 2013

Tabela 5.10: alto curso da bacia do rio Mundaú: nível de vulnerabilidade para o indicador densidade demográfica (hab/km²) - 2013

Nível de vulnerabilidade	Densidade demográfica (hab/km ²)	Quantidade de municípios	Situação do Indicador
Muito alto	224,61 – 282,21	1	Baixo (12 municípios)
Alto	167,02 – 224,61	1	
Moderado	109,42 – 167,02	1	
Baixo	51,82 – 109,42	12	

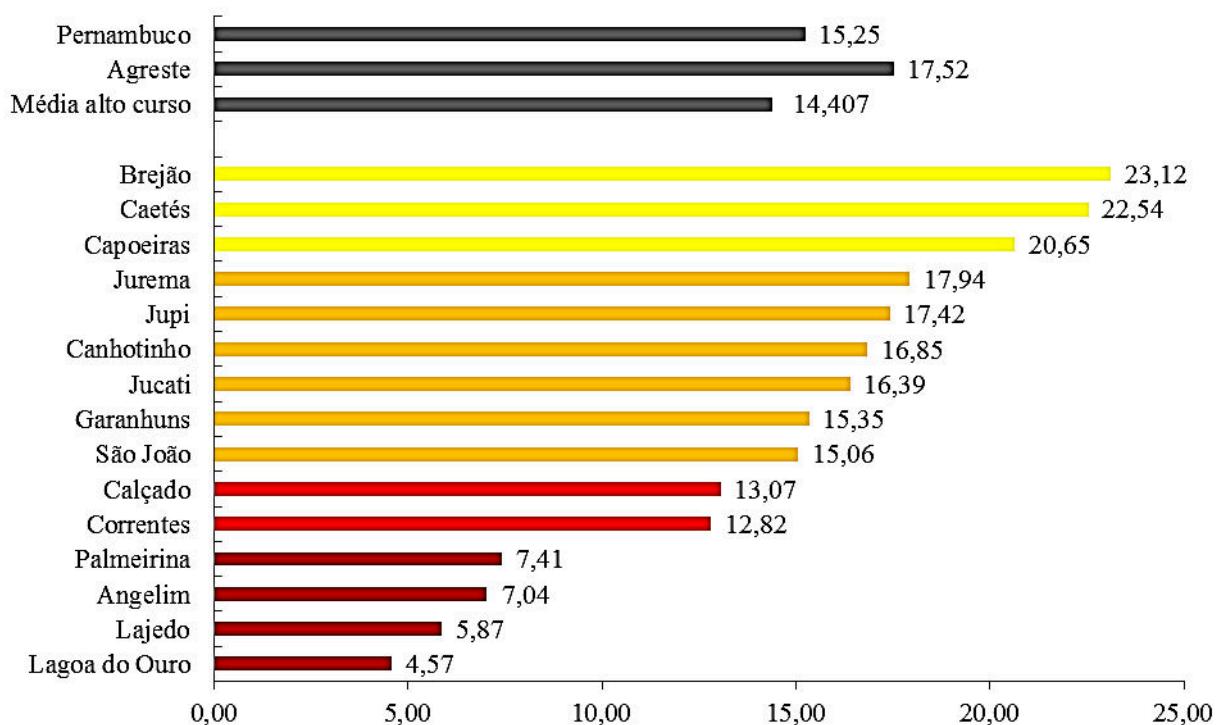
Fonte: BDE/PE, 2010

Organização: Marcelo Siqueira de Araújo, 2013

O quarto indicador reflete vários problemas dentro do município como a falta de assistência médica e de saneamento básico. A **taxa de mortalidade infantil (por mil nascidos vivos)** também afeta outras áreas, tais como: crescimento populacional, densidade demográfica, entre outras.

Neste indicador existe a ocorrência de 6 (seis) municípios: Jurema, Jupi, Canhotinho, Jucati, Garanhuns e São João que respondem pela classificação no **nível de vulnerabilidade alto** já que apresentam uma média em torno de 16,50. Em relação à taxa Estadual (15,25), nota-se uma diferença de 1,25. Neste indicador o destaque é para o município de Brejão com taxa de 23,12. Acompanham este nível de vulnerabilidade muito alto: Caetés com 22,54 e Capoeiras com 20,65. Como medidas para amenizar as taxas deve-se levar em consideração os cuidados com o pré-natal e a vacinação, além destes a diminuição das taxa de fecundidade e o aumento da renda per capita também são itens importantes, além da melhoria da infraestrutura das unidades de saúde (figura 5.12; tabela 5.11).

Figura 5.12: alto curso da bacia do rio Mundaú: taxa de mortalidade infantil (por mil nascidos vivos) - 2010



Fonte: BDE/PE, 2010

Organização: Marcelo Siqueira de Araújo, 2013

Tabela 5.11: alto curso da bacia do rio Mundaú: nível de vulnerabilidade para o indicador taxa de mortalidade infantil (por mil nascidos vivos) - 2013

Nível de vulnerabilidade	Taxa de mortalidade infantil (por mil nascidos vivos)	Quantidade de municípios	Situação do Indicador
Muito alto	18,48 – 23,12	3	Alto (6 municípios)
Alto	13,85 – 18,48	6	
Moderado	9,21 – 13,85	2	
Baixo	4,57 – 9,21	4	

Fonte: BDE/PE, 2010

Organização: Marcelo Siqueira de Araújo, 2013

O último indicador a ser aqui considerado nesta dimensão é **a taxa geométrica de crescimento populacional nos municípios entre 2000-2010 (% a.a.)** o qual atua nas áreas social, econômica e ambiental, apresentando problemas com os menores índices, pois traduzem baixas taxas de natalidade e altas taxas de emigração trazendo consequências na oferta de mão-de-obra, entre outras. Em contrapartida os altos índices também requerem cuidados especiais no intuito de não ultrapassarem os limites dos recursos disponíveis.

Esse indicador recebeu a classificação de nível de **vulnerabilidade baixo**, pois na faixa de 0,59 – 1,29% de crescimento ao ano encontram-se 8 (oito) municípios: São João, Jucati, Garanhuns, Caetés, Lagoa do Ouro, Jupi, Angelim e Lajedo em relação ao total. Angelim e Lajedo possuem as taxas acima da taxa do Estado. Esta alta taxa influencia de maneira ímpar nas questões de ordenação territorial e utilização dos recursos naturais, fazendo-se necessário a adoção de estratégias de adaptação quanto à gestão e o planejamento do município. Pior situação acha-se o município de Palmeirina com uma taxa negativa de -1,51%, essa situação inversa, também inspira cuidados uma vez que além de não crescer a população, encontra-se em declínio, possibilitando problemas de ordem econômica e social para o município (tabela 5.12; figura 5.13).

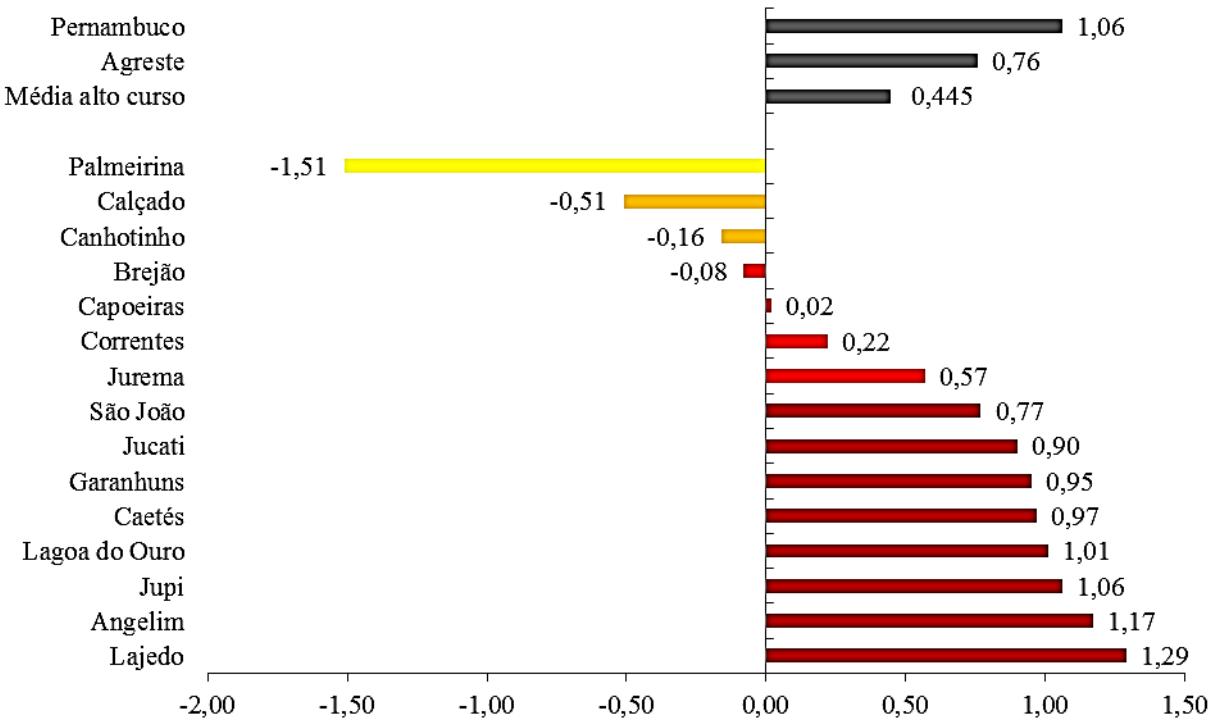
Tabela 5.12: alto curso da bacia do rio Mundaú: nível de vulnerabilidade para o indicador taxa geométrica de crescimento populacional (% a.a. período entre 2000 e 2010) – 2013

Nível de vulnerabilidade	Taxa geométrica de crescimento populacional (% a.a.)	Quantidade de municípios	Situação do Indicador
Muito alto	-1,51 – -0,81	1	Baixo (8 municípios)
Alto	-0,81 – -0,11	2	
Moderado	-0,11 – 0,59	4	
Baixo	0,59 – 1,29	8	

Fonte: BDE/PE, 2010

Organização: Marcelo Siqueira de Araújo, 2013

Figura 5.13: alto curso da bacia do rio Mundaú: taxa geométrica de crescimento populacional (% a.a.) – 2010



Fonte: BDE/PE, 2010

Organização: Marcelo Siqueira de Araújo, 2013

5.3. Dimensão econômica

A economia tem como foco o lucro e o acúmulo de riqueza, este princípio é evocado pelo sistema capitalista e seus efeitos só foram sentidos a partir da década de 1990 quando ocorreu a ECO-92. O problema é justamente a fonte da matéria-prima: a natureza, utilizada de maneira indiscriminada com o pensamento voltado para a regeneração completa e sem planejamentos futuros. A economia era entendida como extensão das possibilidades da natureza, e não o inverso, ou seja, a natureza estava na sombra da lógica do mercado, quando o ideal seria o contrário, as atividades econômicas dependem dos recursos naturais.

O século XX testemunhou a exploração máxima dos recursos naturais sem precedentes e com o objetivo primordial do lucro, assim emergiu o ecodesenvolvimento com a difícil tarefa de harmonizar a atividade econômica, justiça social e proteção ambiental, sendo estes princípios necessários no adicionamento da dinâmica ambiental das bacias hidrográficas.

Esta dimensão trata do desempenho macroeconômico e financeiro dos municípios do alto curso da bacia do rio Mundaú, seu foco é a eficiência dos processos produtivos organizados em temas envolvendo o quadro econômico, a produção e o consumo.

Para esta dimensão selecionou-se indicadores em três linhas, uma mais voltada para

ações individuais atuando na visão do consumo: **renda per capita e empregados no setor formal**; outra ligada às duas áreas econômicas mais importantes do Estado e consequentemente do município, abrangendo a questão da produção econômica: **produção agrícola e a pecuária**. E por último, um indicador para abranger o quadro econômico dos municípios: o **Produto Interno Bruto-PIB**.

A renda per capita junto com o PIB são os dois indicadores geralmente utilizados para classificar os países desenvolvidos, pois à medida que aumenta estes itens, a incidência de pobreza diminui e os indicadores de bem-estar, como escolaridade e acesso à saúde, melhoram.

No caso em apreço, verificou-se que o **nível de vulnerabilidade muito alto** foi atingido pelo indicador **renda per capita** enquadrando-se nesta faixa 8 (oito) municípios: Caetés, Lagoa do Ouro, Jucati, Brejão, Capoeiras, Calçado, Jurema e São João. Entre estes, Caetés é o município que apresenta a menor renda per capita na ordem de R\$ 55,78 (cinquenta e cinco reais e setenta e oito centavos), gerando uma diferença de R\$ 127,98 (cento e vinte e sete reais e noventa e oito centavos) comparando com o resultado desse indicador para o Estado de Pernambuco que foi de aproximadamente R\$ 183,76 (cento e oitenta e três reais e setenta e seis centavos). A média dos referidos municípios com nível corresponde a R\$ 85,43 (oitenta e cinco reais e quarenta e três centavos) conferindo uma diferença de R\$ 98,33 (noventa e oito reais e trinta e três centavos) em relação ao Estado. Garanhuns com renda aproximada de R\$ 167,83 (cento e sessenta e sete reais e oitenta e três centavos) é o município mais próximo da renda per capita do Estado. Este contexto inspira a necessidade de maiores investimentos nestes municípios, pois a renda per capita é um item essencial para promoção do bem estar da população, além de ser um dos alicerces para o desenvolvimento do Estado (tabela 5.13; figura 5.14).

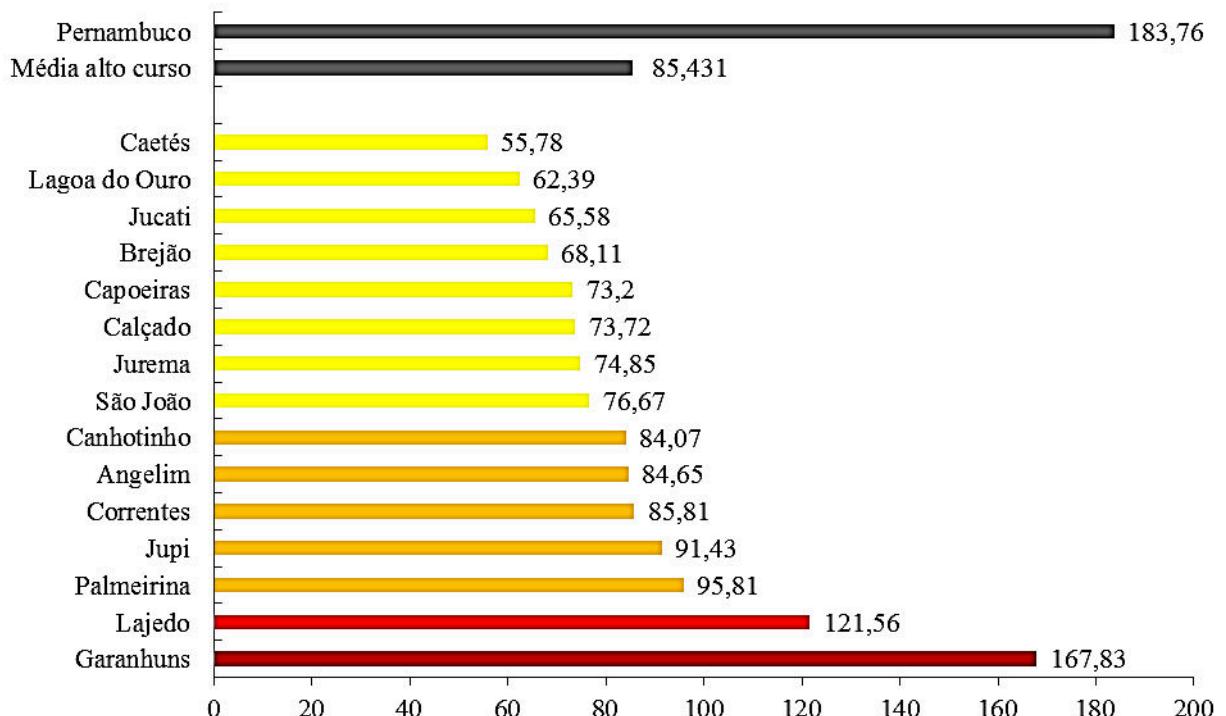
Tabela 5.13: alto curso da bacia do rio Mundaú: nível de vulnerabilidade para o indicador renda per capita (R\$) - 2013

Nível de vulnerabilidade	Renda per capita (R\$)	Quantidade de municípios	Situação do Indicador
Muito alto	55,78 – 83,79	8	Muito alto (8 municípios)
Alto	83,79 – 111,81	5	
Moderado	111,81 – 139,82	1	
Baixo	139,82 – 167,83	1	

Fonte: BDE/PE, 2010

Organização: Marcelo Siqueira de Araújo, 2013

Figura 5.14: alto curso da bacia do rio Mundaú: renda per capita (R\$) – 2000



Fonte: BDE/PE, 2010

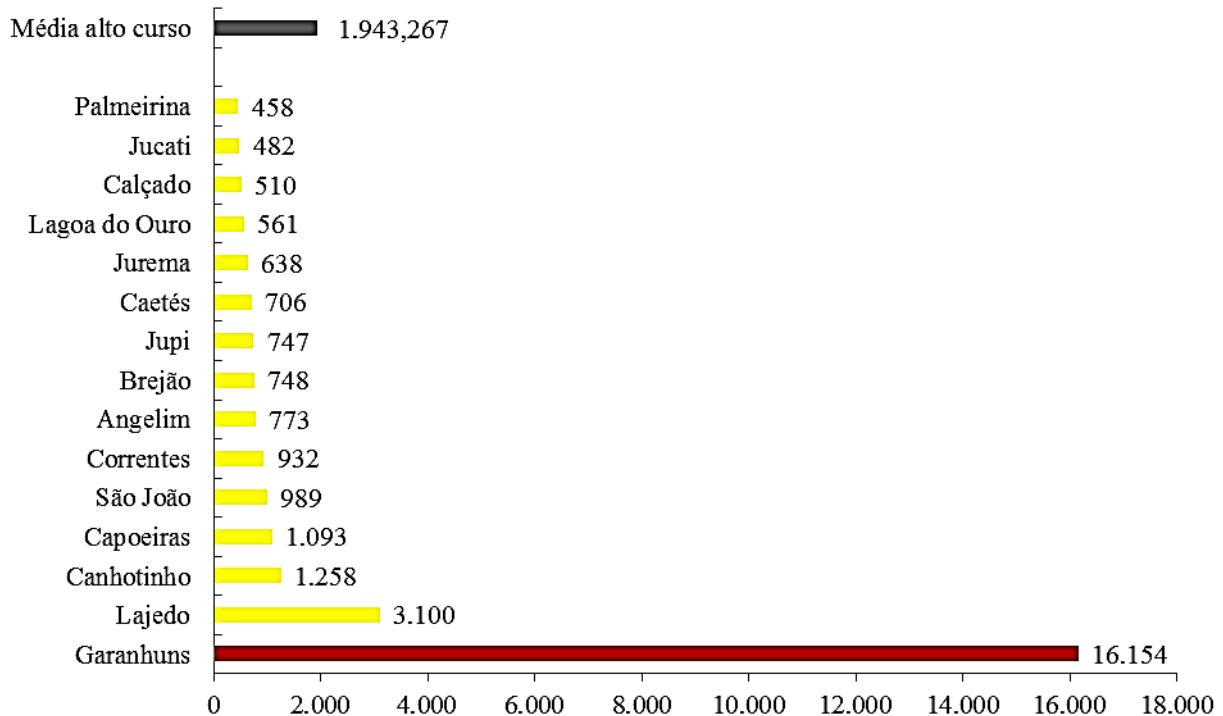
Organização: Marcelo Siqueira de Araújo, 2013

Análise do **total de empregados no setor formal** justifica-se uma vez que o trabalho formal assegura ao empregado direitos trabalhistas, tais como: Fundo de Garantia por Tempo de Serviço (FGTS), abono de férias, licenças, entre outras. Além disso, favorece a economia uma vez que facilita o acesso a crédito e consequentemente aos bens e serviços disponíveis. Outro fator, é a promoção da circulação financeira entre os prestadores de serviços informais aumentando, assim, a economia do município e do Estado promovendo com isso, o crescimento das empresas e aumentando a geração de renda e de empregos formais.

A aplicação desse indicador mostrou um **nível de vulnerabilidade muito alto** no contexto do alto curso da bacia, na medida em que do total de empregados inseridos no setor formal 14 (catorze) municípios: Palmeirina, Jucati, Calçado, Lagoa do Ouro, Jurema, Caetés, Jupi, Brejão, Angelim, Correntes, São João, Capoeiras, Canhotinho e Lajedo, se enquadram perfeitamente, gerando uma média de 928 empregados por cada unidade administrativa. O nível baixo atribui-se apenas ao município de Garanhuns que contém 16.154 empregados no seu quadro, pois essa disparidade no número total de empregados no setor chega a ser 35 vezes maior do que Palmeirina que obteve a última posição. Assim, comparando esse resultado com a média dos empregados formais do território da bacia (1.943), somente Lajedo ultrapassou esta média. Diante disso, é preciso implementar políticas públicas de abertura de

empregos formais já que garantem por lei direitos trabalhistas assegurados pela Constituição Brasileira aos que se vinculam tais como: férias, décimo terceiro, licenças, aposentadoria, além de fornecer subsídios para os municípios e Estado (figuras 5.15 e 5.16; tabela 5.14).

Figura 5.15: alto curso da bacia do rio Mundaú: total de empregados no setor formal (nº) – 2010



Fonte: BDE/PE, 2010

Organização: Marcelo Siqueira de Araújo, 2013

Tabela 5.14: alto curso da bacia do rio Mundaú: nível de vulnerabilidade para o indicador total de empregados no setor formal (nº)- 2013

Nível de vulnerabilidade	Empregados no setor formal (nº)	Quantidade de municípios	Situação do Indicador
Muito alto	458 – 4.382	14	Muito Alto (14 municípios)
Alto	4.382 – 8.306	-	
Moderado	8.306 – 12.230	-	
Baixo	12.230 – 16.154	1	

Organização: Marcelo Siqueira de Araújo, 2013

Figura 5.16: centro comercial em Caetés



Créditos: Helber Corrêa e Marcelo Siqueira de Araújo, 2013

A agricultura é a mola mestra da economia, principalmente no Agreste. Abrange indistintamente as classes sociais, se constituindo em fonte de empregos formais e informais, além de requerer fortes investimentos por parte do município e pelo Estado. Para este indicador verificou-se a **produção agrícola** tendo em vista as três principais culturas.

A produção agrícola atingiu o **nível de vulnerabilidade muito alto**, onde os municípios de Angelim, Palmeirina, Lagoa do Ouro, Canhotinho, Brejão, Correntes, Capoeiras, Calçado e Jucati apresentaram valor de produção agrícola abaixo dos R\$ 7.497.000,00 (sete milhões, quatrocentos e noventa e sete mil reais), a média desses municípios não ultrapassou os R\$ 3.381.000,00 (três milhões, trezentos e oitenta e um mil reais) correspondente a 11% do valor auferido em Garanhuns que se destacou no ranking R\$ 28.408.000,00 (vinte e oito milhões, quatrocentos e oito mil). Na agricultura três produtos ganharam relevo face aos altos valores apresentados em termos de produção, como segue: feijão com R\$ 47.120.000,00 (quarenta e sete milhões, cento e vinte mil reais), no município de São João; mandioca com R\$ 27.579.000,00 (vinte e sete milhões, quinhentos e setenta e nove mil reais), em Jupi; e, tomate com R\$ 9.462.000,00 (nove milhões, quatrocentos e sessenta e dois reais) para Garanhuns (tabelas 5.15; figuras 5.17, 5.18 e 5.19; tabela 5.16).

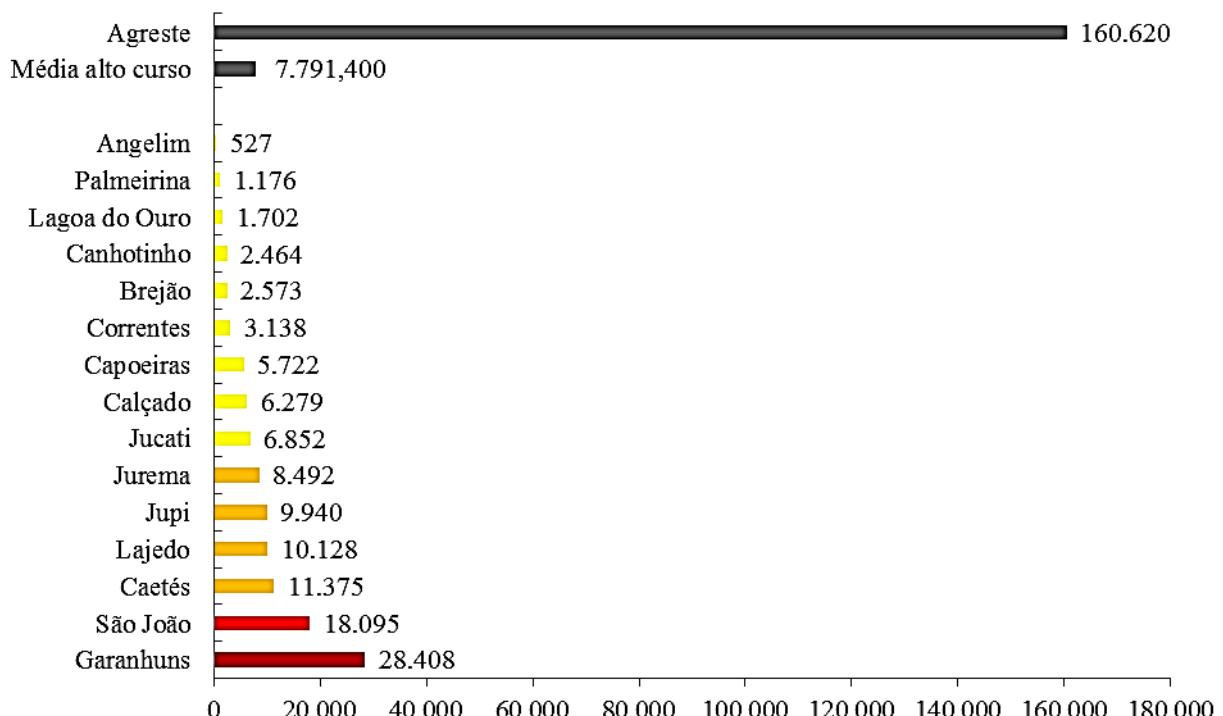
Tabela 5.15: alto curso da bacia do rio Mundaú: principais culturas agrícolas (R\$ 1.000,00) - 2010

Município	Batata doce	Melancia	Maracujá	Tomate	Batata	Laranja	cana-de-açúcar	Banana	Fumo	Café beneficiado	Feijão	Mandioca	Milho	Manga	Total (R\$ 1.000,00)	
Angelim	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	184	170	-	73	527	
Brejão	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.044	338	427	-	-	2.573	
Caetés	-	-	-	-	-	-	-	-	672	-	4.009	6.120	-	-	11.375	
Calçado	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.600	2.040	235	-	6.279	
Canhotinho	-	-	-	-	-	376	479	-	-	-	879	-	-	-	2.464	
Capoeiras	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.814	1.360	796	-	5.722	
Correntes	-	-	-	-	1800	288	-	-	-	-	247	-	-	-	3.138	
Garanhuns	-	-	-	6.300	-	-	-	-	-	-	1.579	1.105	-	-	28.408	
Jucati	-	-	-	-	-	-	-	-	-	540	2.812	2.652	-	-	6.852	
Jupi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	540	2.170	6.409	-	-	9.940	
Jurema	-	-	450	1.608	-	-	-	-	-	-	5.267	-	-	-	8.492	
Lagoa do Ouro	450	281	-	-	-	-	-	-	-	540	-	-	-	-	1.702	
Lajedo	-	-	-	1.080	-	-	-	-	-	-	10.125	2.400	-	-	10.128	
Palmeirina	80	-	-	-	-	-	-	260	-	540	-	-	-	-	1.176	
São João	-	-	-	474	-	-	-	-	-	-	12.096	4.896	-	-	18.095	
Total	530	281	450	9462	1800	288	376	739	672	3204	47120	27579	1031	73		

Fonte: BDE/PE, 2010

Organização: Marcelo Siqueira de Araújo, 2013

Figura 5.17: alto curso da bacia do rio Mundaú: valor dos principais produtos agrícolas (R\$ 1.000,00) - 2010



Fonte: BDE/PE, 2010

Organização: Marcelo Siqueira de Araújo, 2013

Tabela 5.16: alto curso da bacia do rio Mundaú: nível de vulnerabilidade da produção agrícola - 2013

Nível de vulnerabilidade	Valor da produção agrícola (R\$ 1.000,00)	Quantidade de municípios	Situação do Indicador
Muito alto	527,00 – 7.497	9	Muito Alto (9 municípios)
Alto	7.497 – 14.468	4	
Moderado	14.468 – 21.438	1	
Baixo	21.438 – 28.408	1	

Fonte: BDE/PE, 2010

Organização: Marcelo Siqueira de Araújo, 2013

Figura 5.18: cultivo de mandioca em Caetés



Créditos: Helber Corrêa e Marcelo Siqueira de Araújo, 2013

Figura 5.19: cultivo de banana em Palmeirina



Créditos: Helber Corrêa e Marcelo Siqueira de Araújo, 2013

O indicador **pecuária**, abrangeu o efetivo dos principais rebanhos que por sua vez, se constitui em uma das principais atividades na economia do Estado de Pernambuco, sendo seus produtos destinados há vários outros setores da indústria e comércio, contribuindo, assim, para o desenvolvimento econômico do município e do Estado.

No tocante a produção da pecuária o **nível de vulnerabilidade apresentado é muito alto**, uma vez que 6 (seis) municípios: Angelim, Calçado, Jupi, Jucati, Jurema e Brejão apresentaram quantitativo inferior a 17.148 cabeças. Destacando-se os municípios de Garanhuns com 46.377 cabeças; Correntes com 33.658 e Canhotinho com 32.855. Dentre os principais rebanhos, o de bovino aglomera o maior quantitativo 256.684, destacando-se nesse efetivo o município de Garanhuns; seguido dos ovinos com 19.670, em que também se destaca; e por fim o suíno com 16.324 cuja produção é atribuída ao município de Capoeiras (tabelas 5.17 e 5.18; figuras 5.20, 5.21 e 5.22).

Tabela 5.17: alto curso da bacia do rio Mundaú: número de cabeças dos três principais rebanhos - 2010

Município	Caprino	Bovino	Ovino	Equino	Suíno
Angelim	-	6.357	710	-	338
Brejão	-	14.607	780	560	-
Caetés	-	17.300	1.700	-	1.780
Calçado	-	5.750	2.100	-	452
Canhotinho	-	31.075	800	980	-
Capoeiras	-	21.564	1.800	-	4.049
Correntes	-	29.828	2.210	1.620	-
Garanhuns	-	38.712	3.500	-	2.140
Jucati	-	8.240	570	-	660
Jupi	-	6.800	1.200	-	1.442
Jurema	462	8.120	-	-	930
Lagoa do Ouro	-	23.200	1.200	670	-
Lajedo	-	15.300	-	2.000	4.000
Palmeirina	-	14.731	1.500	1.200	-
São João	-	15.100	1.600	-	533
Total	462	256.684	19.670	7.030	16.324

Fonte: BDE/PE, 2010

Organização: Marcelo Siqueira de Araújo, 2013

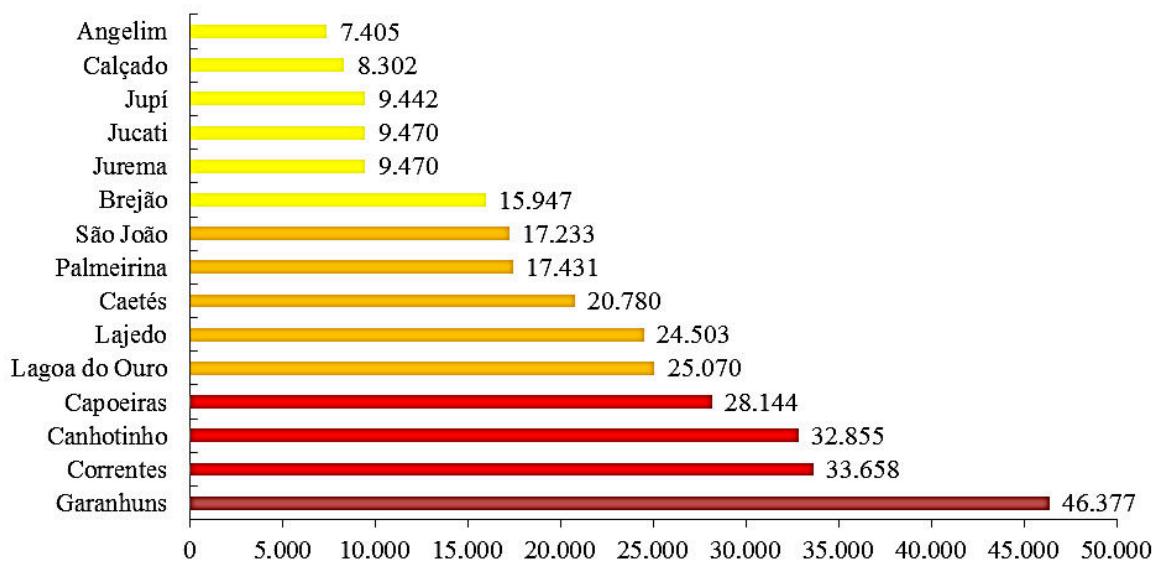
Tabela 5.18: alto curso da bacia do rio Mundaú: nível de vulnerabilidade do efetivo dos três principais rebanhos - 2013

Nível de vulnerabilidade	Efetivo dos três principais rebanhos (número de cabeças)	Quantidade de municípios	Situação do Indicador
Muito alto	7.405 – 17.148	6	Muito alto (6 municípios)
Alto	17.148 – 26.891	5	
Moderado	26.891 – 36.634	3	
Baixo	36.634 – 46.377	1	

Fonte: BDE/PE, 2010

Organização: Marcelo Siqueira de Araújo, 2013

Figura 5.20: alto curso da bacia do rio Mundaú: efetivo dos três principais rebanhos (número de cabeças) - 2010



Fonte: BDE/PE, 2010

Organização: Marcelo Siqueira de Araújo, 2013

Figura 5.21: pecuária extensiva de bovino em Angelim



Créditos: Helber Corrêa e Marcelo Siqueira de Araújo, 2013

Figura 5.22: pecuária extensiva de ovino em Capoeiras

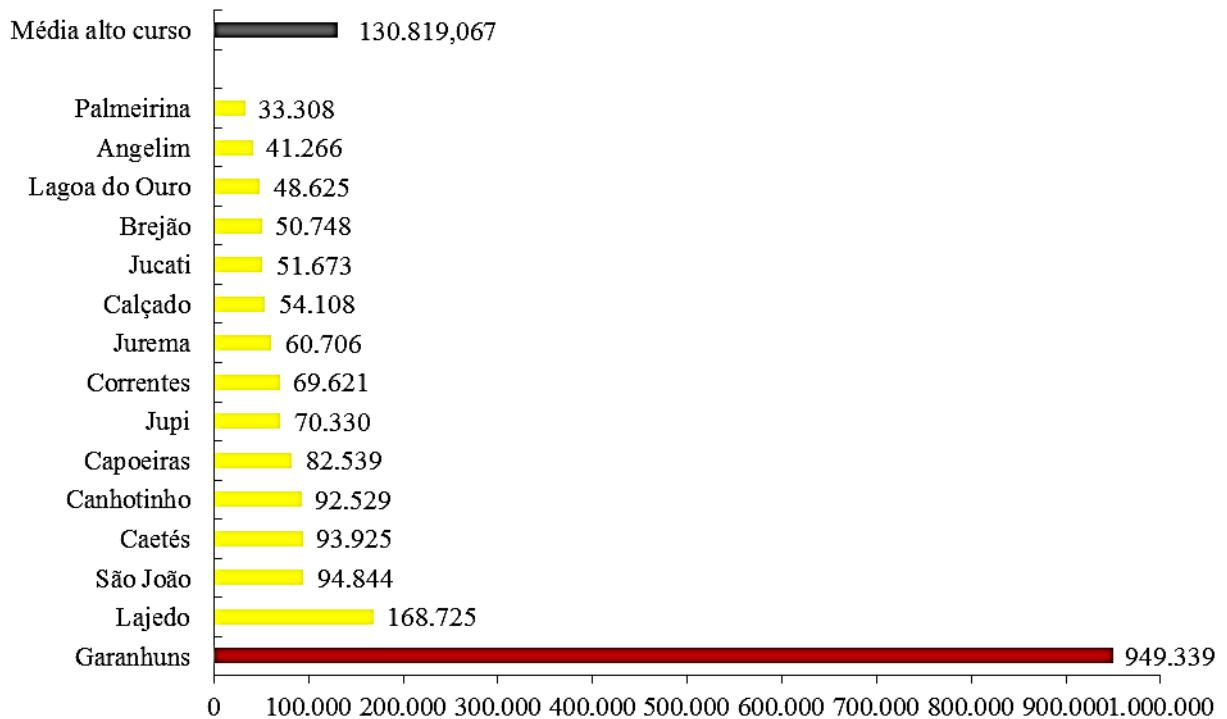


Créditos: Helber Corrêa e Marcelo Siqueira de Araújo, 2013

O **Produto Interno Bruto (PIB)** constituiu o último indicador de análise nessa dimensão econômica. Este representa a soma (em valores monetários) de todos os bens e serviços finais de uma região em um determinado período, sendo amplamente usado para mensurar a atividade econômica de uma região.

O resultado para o PIB correspondeu ao **nível de vulnerabilidade muito alto**, uma vez que 14 (quatorze) municípios apresentaram Produto Interno Bruto - PIB na faixa entre R\$ 33.308.000,00 (trinta e três milhões, trezentos e oito mil) a R\$ 168.725,00 (cento e sessenta e oito milhões, setecentos e vinte e cinco mil). A média dos municípios corresponde ao valor de R\$ 72.353.000,00 (setenta e dois milhões, trezentos e cinquenta e três reais). Garanhuns apresentou PIB de R\$ 949.339.000,00 (novecentos e quarenta e nove milhões, trezentos e trinta e nove mil reais) denotando uma diferença de R\$ 876.986.000,00 (oitocentos e setenta e seis milhões, novecentos e oitenta e seis mil reais). O menor PIB encontra-se no município de Palmeirina com R\$ 33.308.000,00 (trinta e três milhões, trezentos e oito mil reais), enquanto Lajedo lidera o PIB com R\$ 168.725.000,00 (cento e sessenta e oito milhões, setecentos e vinte e cinco mil reais) sendo considerado o maior PIB entre os municípios com este nível de vulnerabilidade (figura 5.23; tabela 5.19).

Figura 5.23: alto curso da bacia do rio Mundaú: Produto Interno Bruto (PIB) (R\$ 1.000,00) – 2009



Fonte: BDE/PE, 2010

Organização: Marcelo Siqueira de Araújo, 2013

Tabela 5.19: alto curso da bacia do rio Mundaú: nível de vulnerabilidade para o Produto Interno Bruto (PIB) (R\$ 1.000,00) - 2013

Nível de vulnerabilidade	PIB (R\$ 1.000,00)	Quantidade de municípios	Situação do Indicador
Muito alto	33.308 – 262.316	14	Muito Alto (14 municípios)
Alto	262.316 – 491.324	0	
Moderado	491.324 – 720.331	0	
Baixo	720.331 – 949.339	1	

Fonte: BDE/PE, 2010

Organização: Marcelo Siqueira de Araújo, 2013

6. CENÁRIOS ATUAIS NO CONTEXTO TERRITORIAL DO ALTO CURSO DA BACIA DO RIO MUNDAÚ: AO MODO DE CONCLUSÃO

O território pertencente ao alto curso da bacia do rio Mundaú apresenta características geoambientais bem particulares uma vez que está inserido em dois biomas bem distintos: Caatinga e Mata Úmida associadas a um relevo acidentado incrustado no Planalto da Borborema com a presença de solos que apresentam níveis de fertilidade medianos.

Além disso, conta ainda com uma série de problemas de poluição e desmatamento, possuindo portanto, uma rede de drenagem composta de rios e riachos perenes como reflexo do tipo climático predominante na área e poços de águas subterrâneas deficiente, sendo a maior parte constituída de águas salinas. Em termos gerais os dados evidenciam um grande déficit na demanda dos recursos hídricos.

Situações dessa ordem demandam a necessidade desse recorte espacial da bacia ser estudado de forma holística, envolvendo equipes multidisciplinares, prevendo cenários futuros rumo à sustentabilidade do desenvolvimento, a partir do uso dos indicadores socioambientais, aqui expressos nas dimensões ambiental, social e econômica.

A **dimensão ambiental** por sua vez, apresenta indicadores que interferem na qualidade da bacia hidrográfica como um todo, envolvendo principalmente questões diretamente ligadas à gestão e planejamento dos recursos hídricos. O alto curso da bacia nesta dimensão apresentou o **nível de vulnerabilidade alto** (quadro 6.1), totalizando 2 (dois) indicadores com o nível alto, 2 (dois) com o nível moderado e 1 (um) com o nível muito alto.

Quadro 6-1: alto curso da bacia do rio Mundaú: resultado do nível de vulnerabilidade da dimensão ambiental -2013

Indicador	Nível de vulnerabilidade	Nível de vulnerabilidade da dimensão
Fertilidade do solo	Alto	Alto
Cobertura de matas e florestas	Muito alto	
Órgãos e documentos relacionados à bacia	Alto	
Taxa de urbanização	Moderado	
Domicílios particulares permanentes com saneamento inadequado	Moderado	

Organização: Marcelo Siqueira de Araújo, 2013

Assim, numa visão mais ampla verifica-se a ocorrência de 10 (dez) níveis de vulnerabilidade muito alta entre os municípios, sendo o indicador com maior índice de presença deste nível a cobertura de matas e florestas. Entre os municípios, Capoeiras apresentou 3 (três) indicadores com nível muito alto: cobertura de matas e florestas, taxa de

urbanização e domicílios particulares com saneamento inadequado.

Palmeirina apresentou o nível de fertilidade do solo concentrada em baixo a médio, o que inspira maiores cuidados com a correção dos solos. Jucati por exemplo, tem a pior taxa de urbanização 26,67 %, dado esse extremamente preocupante uma vez que está muito abaixo da taxa do Agreste (57,78%) e do Estado (80,17%). Capoeiras, destacou-se com alta taxa de domicílios comportando saneamento inadequado (60,43%) e por isso carece de atenção urgente, pois existem várias consequências como transmissão de doenças e poluição dos recursos naturais.

O último item de vital importância para a bacia remete a imediata revitalização do Comitê das Bacias já que atualmente encontra-se desarticulado e a criação do Conselho de Usuários de Água, órgãos fundamentais na gestão e planejamento dos recursos hídricos, além da produção dos demais documentos: Diagnóstico dos Recursos Hídricos, Plano de Desenvolvimento Sustentável e Plano Decenal de Recursos Hídricos.

A **dimensão social** obteve como resultado da soma dos pontos o **nível de vulnerabilidade alto** (quadro 6.2). A análise dos três indicadores sugeriu para o nível alto: Índice de Desenvolvimento Humano Municipal, taxa de analfabetismo, e taxa de mortalidade infantil. O nível moderado foi obtido pelo indicador densidade demográfico e taxa geométrica de crescimento populacional.

Quadro 6-2: alto curso da bacia do rio Mundaú: resultado do nível de vulnerabilidade da dimensão social - 2013

Indicador	Nível de vulnerabilidade	Nível de vulnerabilidade da dimensão
Índice de Desenvolvimento Humano Municipal	Alto	
Taxa de analfabetismo	Alto	
Densidade demográfica	Baixo	
Mortalidade infantil	Alto	
Taxa geométrica de crescimento populacional	Baixo	

Organização: Marcelo Siqueira de Araújo, 2013

Esta dimensão obteve 8 (oito) ocorrências para o nível de vulnerabilidade muito alto, sendo a taxa de analfabetismo a que obteve maior destaque com 4 (quatro) indicações. O município com quantidade de nível muito alto é Caetés possuindo deficiências no IDHM, taxa de analfabetismo e taxa de mortalidade.

O município que mais se sobressaiu no indicador IDHM foi Caetés (0,521) apresentando uma diferença de aproximadamente 45% em relação primeiro colocado que foi o município de Garanhuns (0,693). A taxa de analfabetismo teve maior expressividade em Lagoa do Ouro com índice de 36,29% da população com 10 anos ou mais de idade,

constituindo um fator de preocupação uma vez que o Estado apresenta 16,74%, quase a metade.

Quanto à densidade demográfica, Garanhuns desponta com 282,21 hab/km² ultrapassando a média do Estado (89,63 hab/km²). A mortalidade infantil (a cada mil nascidos vivos) tem seu maior número (23,12) em Brejão. Finalmente, Palmeirina atingiu a taxa negativa de -1,51 % de crescimento populacional ao ano, com uma margem de diferença de 2,57 para a taxa do Estado de Pernambuco.

Em seu resultado final, a **dimensão econômica** recebeu o **nível de vulnerabilidade muito alto** (quadro 6.3), devido a todos os seus indicadores apresentarem o nível muito alto. Esta dimensão, entre as três elencadas, destaca-se por apresentar Garanhuns como único município a apresentar todos os indicadores com nível baixo, enquanto de forma contrária Brejão, Calçado e Jucati apresentaram os 5 (cinco) indicadores com o nível muito alto.

Outro fato que chama a atenção é a quantidade de municípios com nível muito alto por indicadores, bem como o indicador renda per capita (8 municípios); total de empregados no setor formal (14 municípios); produção agrícola (9 municípios); pecuária (6 municípios); e, Produto Interno Bruto (14 municípios).

Quadro 6-3: alto curso da bacia do rio Mundaú: resultado do nível de vulnerabilidade da dimensão econômica - 2013

Indicador	Nível de vulnerabilidade	Nível de vulnerabilidade da dimensão
Renda per capita	Muito alto	Muito Alto
Empregados no setor formal	Muito Alto	
Produção agrícola	Muito alto	
Pecuária	Muito alto	
Produto Interno Bruto	Muito alto	

Organização: Marcelo Siqueira de Araújo, 2013

Fazendo um comparativo dos indicadores das diversas dimensões, observa-se que os municípios de Brejão, Caetés e Jucati obtiveram 8 (oito) dos 13 (treze) indicadores atingindo o nível de vulnerabilidade muito alto, o que revela a necessidade por parte do município e do próprio Estado de políticas emergenciais de auxílio através de medidas que visem à amenização dos indicadores problemáticos (tabela 6.1).

Tabela 6.1: alto curso da bacia do rio Mundaú: municípios com maior incidência de nível de vulnerabilidade "muito alto" - 2013

Indicadores	Municípios		
	Brejão	Caetés	Jucati
Dimensão ambiental			
1 – Cobertura de matas e florestas	X	X	X
2 – Taxa de urbanização	X	X	X
3 - Domicílios particulares permanentes com saneamento inadequado	-	-	-
Dimensão social			
1 – Índice de Desenvolvimento Humano Municipal		X	X
2 – Taxa de analfabetismo		X	
3 – Densidade demográfica			
4 – Mortalidade infantil	X	X	
5 – Taxa geométrica de crescimento populacional			
Dimensão econômica			
1 – Renda per capita	X	X	X
2 – Empregados no setor formal	X	X	X
3 – Produção agrícola	X		X
4 – Pecuária	X		X
5 – Produto Interno Bruto	X	X	X

Organização: Marcelo Siqueira de Araújo, 2013

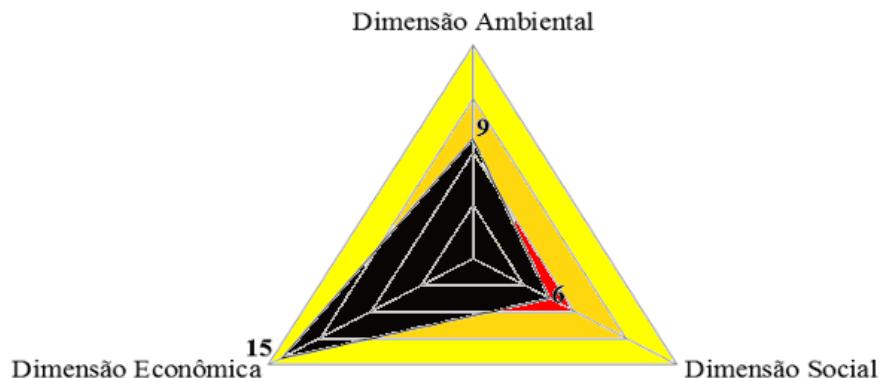
Analizando os níveis de vulnerabilidade para cada dimensão é possível produzir o Diagrama de Vulnerabilidade, onde se evidencia o cenário atual do alto curso da bacia do rio Mundaú dentro do seu território e sofrendo as territorialidades das dimensões social, ambiental e econômica (tabela 6.2; figura 6.4).

Tabela 6.2: alto curso da bacia do rio Mundaú: nível de vulnerabilidade por dimensão - 2013

Dimensão	Nível de vulnerabilidade por indicador	Pontuação	Diagrama de Vulnerabilidade			
			Baixo	Moderado	Alto	Muito alto
			0,00 a 3,75	3,75 a 7,50	7,50 a 11,25	11,25 a 15,00
Ambiental	Alto	9			Alto	
Social	Moderado	6		Moderado		
Econômica	Muito alto	15				Muito alto

Organização: Marcelo Siqueira de Araújo, 2013

Figura 6.1: alto curso da bacia do rio Mundaú: diagrama de vulnerabilidade – 2013



Organização: Marcelo Siqueira de Araújo, 2013

A dimensão ambiental encontra-se num nível de vulnerabilidade alto, sendo impulsionado pela baixa fertilidade de seus solos, acentuado índice de desmatamento das matas e florestas e pela ineficiência da organização institucional da bacia pela desarticulação do Comitê de Bacia e falta de diagnósticos de recursos hídricos. A dimensão social encontra-se no nível moderado, mas, ainda assim, inspiram cuidados quanto aos índices de IDHM e analfabetismo, além das elevadas taxas de mortalidade infantil.

Quanto à dimensão econômica, necessita de ações diretas uma vez que atingiu o nível de vulnerabilidade máximo com todos os indicadores apresentando nível muito alto, a renda per capita, o número de empregados no setor formal, a produção agrícola, a pecuária e o PIB atuam de maneira negativa no contexto geral, fazendo com que as demais dimensões aumentem seus níveis de vulnerabilidade.

Por fim, o uso do referencial teórico-metodológico aqui proposto, sobretudo embasado na visão sistêmica possibilitou a análise integrada dos municípios que compõem o alto curso da bacia do rio Mundaú com o auxílio dos indicadores de desenvolvimento sustentável mensuráveis a partir da metodologia desenvolvida para o Barômetro da Sustentabilidade.

As considerações até aqui expostas demonstram a necessidade de auxílio no alto curso da bacia do rio Mundaú, tanto nas questões geoambientais de melhorias de sua infraestrutura, quanto da ação política individual e coletiva dos atores internos e externos na busca de soluções para os problemas elencados nas dimensões.

Esses pilares: o ambiente físico, as dimensões ambientais, sociais e econômicas necessitam de uma gestão e planejamento engajados com os ideais de desenvolvimento sustentável, uma vez que este território apresenta enormes potencialidades, que se transformadas em oportunidades podem reverter várias situações desfavoráveis.

7. REFERÊNCIAS

ALBAGLI, Sarita. Território e territorialidade. In: LAGES, Vinícius; BRAGA, Christiano; Morelli (org.). **Territórios em movimento: cultura e identidade como estratégia de inserção competitiva**. Rio de Janeiro, RJ: Dumará/ Brasília, DF: SEBRAE, 2004.

ANA, Agência Nacional de Águas. **Base de dados do Estado de Pernambuco - 2010**. Disponível em <<http://www.ana.gov.br>> Capturado em 2012;

ANDRADE-LIMA, D. **Estudos fitogeográficos de Pernambuco**. Arquivos do Instituto de Pesquisas Agronômicas 1960.

ARAÚJO, H.M. de & SANTOS, N. dos (org.). **Temas de Geografia Contemporânea: teoria, método e aplicações**. São Cristóvão: Editora UFS; Aracajú: Fundação Oviedo Teixeira, 2010.

BABBIE, Earl. **The practice of social research**. 5. ed. California: Wadsworth, 1989.

BDE/PE, Banco de Dados do Estado de Pernambuco. **Base de Dados do Estado de Pernambuco**. 2013. Disponível em <<http://www.bde.pe.gov.br>> Capturado em 2012.

_____. **Perfil Municipal**. 2011. Disponível em <<http://www.bde.pe.gov.br>> Capturado em 2012.

BERTAND, G. **Paisagem física global. Esboço metodológico**. Cadernos de Ciências da Terra. V. 13. São Paulo: IGUSP, 1971.

BOTELHO, R.G.M. & SILVA, A.S. Bacia hidrográfica e qualidade ambiental. In: **Reflexões sobre a geografia física no brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004.

BRASIL, Lei nº 12.984 de 30 de dezembro de 2005. **Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos e o Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos, e dá outras providências**. Disponível em <http://www.apac.pe.gov.br/legislacao/lei_das_aguas_n_12984_de_30_de_dezembro_de_2005.pdf> Capturado em 2012

_____. Lei Nº 9.433 de 08 de janeiro de 1997. **Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos**. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9433.htm> Capturado em 2012.

_____. **Plano Territorial de desenvolvimento rural sustentável do Agreste Meridional de Pernambuco**. Disponível em <http://sit.mda.gov.br/download/ptdrs/ptdrs_qua_territorio002.pdf> Capturado em 2012.

_____. Resolução CONAMA nº 357 de 17 de março de 2005. **Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.** Disponível em <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>> Capturado em 2013.

BRUNDTLAND, G. H. **Nosso Futuro Comum**: Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento. 2o edição. Rio de Janeiro: Editorada Fundação Getúlio Vargas. 1991

CARVALHO, Gustavo Silva. **Potencialidade dos recursos hídricos da bacia hidrográfica do rio Mundaú**. Secretaria de Recursos Hídricos de Alagoas: Maceió, 2002.

CHRISTOFOLETTI, Antônio. **Geomorfologia**. 2ª Ed. São Paulo: Edgard Blucher, 1980.

CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. **Agenda 21**. Brasília: Câmara dos Deputados, Coordenação de Publicações, 1995.

CPRM, Serviço Geológico do Brasil. **Base de dados do Estado de Pernambuco – 2005, 2006**. Disponível em <<http://www.cprm.gov.br>> Capturado em 2013.

_____. **Diagnóstico de Municípios - 2005**. Disponível em <<http://www.cprm.gov.br>> Capturado em 2013.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Levantamento de reconhecimento de baixa e média intensidade dos solos do Estado de Pernambuco**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2000.

_____. **Banco de Dados do Estado de Pernambuco**. Disponível em <<http://www.embrapa.br>> Capturado em 2013.

FONTES, Aracy Losano. **Caracterização geoambiental da bacia do rio Japaratuba/SE**. Tese de Doutorado, Rio Claro, IGCE/UNESP, 1997.

HAESBAERT, Rogério. **Regional-global: dilemas da região e da regionalização na geografia contemporânea**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010.

HARVEY, David. **Condição pós-Moderna**. 11 ed. Edições Loyola. São Paulo. 2002.

IBAMA, Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Base de Dados do Estado de Pernambuco - 2006**. Disponível em <<http://www.ibama.gov.br>> Capturado em 2013.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Base de dados do Estado de Pernambuco - 2012**. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br>> Capturado em 2013.

_____. **Censo 2010**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010

INMET, Instituto Nacional de Meteorologia. **Base de dados do Estado de Pernambuco e Alagoas**. Disponível em <<http://www.inmet.gov.br>> Capturado em 2013

LEAL, Carmem Terezinha & PEIXE, Blênio César Severo. **Estudo dos indicadores de sustentabilidade ambiental no Paraná com recorte para os recursos hídricos utilizando o geoprocessamento.** Caderno Gestão de Políticas Públicas do Paraná: Governo do Estado: Paraná, 2009.

LEFEBVRE, Henri. **A Revolução Urbana.** Editora UFMG. Belo Horizonte. 1999.

LIMA, Alex Souza. **Zoneamento Geoambiental da Sub-bacia do Rio Jacarecica (SE).** Núcleo de Pós-Graduação em Geografia – NPGEOP. Universidade Federal de Sergipe – UFS. Dissertação. (Mestrado em Geografia). São Cristóvão, 2008.

MORAES, Marcela Figueiredo Duarte, **Levantamento biológico preliminar da área da Sementeira Municipal de Garanhuns-PE.** Secretaria de Municipal de Agricultura, Abastecimento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos de Garanhuns-PE, 2000.

OCDE. **Organização de Cooperação e Desenvolvimento Econômico.** Paris: OCDE, 1993.

PINTO, Lílian V. Andrade et. al. **Estudo das nascentes da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Cruz, Lavras-MG.** In.: Scientia Forestalis, s.l., n. 65, p.197-206, jun.2004.

_____. **Hidrologia Básica.** São Paulo, Edgard Blucher, 1976.

RAFFESTIN, Claude. **Por uma geografia do poder.** São Paulo: Ática, 1993.

SACHS, I **Desenvolvimento includente, sustentável, sustentado.** Rio de Janeiro: Garamond, 2008.

_____. **Ecodesenvolvimento: crescer sem destruir.** São Paulo: Vértice, 1986.

_____. **Estratégias de transição para o século XXI.** P. 30-56. In: Para pensar o desenvolvimento sustentável. BUKSZTYN. M. (org.). São Paulo: Editora Brasiliense, 1994.

_____. **Ignacy Sachs: caminhos para o desenvolvimento sustentável.** Organização: Paula YoneStroh. Rio de Janeiro: Garamond, 2009.

SANTOS, M. **Pensando o Espaço do Homem.** 2 ed. São Paulo: HUCITEC, 1997.

SECTMA, Secretaria de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente. **Atlas de Bacias Hidrográficas de Pernambuco.** Recife: Secretaria, 2006

_____. **Plano de aproveitamento dos recursos hídricos da RMR, Zona da Mata e Agreste pernambucano I: diagnóstico dos recursos hídricos.** Recife: Secretaria, 2005.

SILVA, Djane Fonseca da; SOUSA, Francisco de Assis Salviano & KAYANO, Mary Toshie. **Avaliação dos impactos da poluição nos recursos hídricos da bacia do Rio Mundaú (AL e PE).** Revista da Geografia. Recife: UFPE – DCG/NAPA, nº3, set/dez, 2007.

SILVA, M. A. R.. **Economia dos recursos naturais.** In: Economia do meio ambiente: Teoria e prática. Rio de Janeiro: Editora Campos, 2003.

SOTCHAVA, V. B. **O Estudo de geossistemas.** Métodos em questão, 16. São Paulo: IGUSP,1977.

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

VALVERDE, Rodrigo Ramos Hospodar. **Transformações no conceito de território: competição e mobilidade na cidade**. Geousp – Espaço e Tempo, São Paulo, nº 15, PP 119 - 126, 2004.

VAN BELLEN, Hans Michael. **Indicadores de sustentabilidade: uma análise comparativa**. 1.ed.Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 2005.

VILAR, M. B. et al. **Caracterização de nascentes pertencentes à bacia hidrográfica do Rio Turvo Límpo**. Seminário de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Paraíba do Sul: Recuperação de Áreas Degradadas, Serviços Ambientais e Sustentabilidade, Taubaté, Brasil, 09-11 dezembro 2009.