

## **Indicadores socioambientais e aplicabilidade no alto curso da bacia hidrográfica do rio Mundaú-PE**

*Environmental indicators and applicability in high current river basin Mundaú-PE*

**Marcelo Siqueira Araújo**

Universidade de Pernambuco ,PE, Brasil  
*marcelllosa@hotmail.com*

**Hélio Mário Araújo**

Departamento de Geografia, Universidade Federal de Sergipe – UFS, SE, Brasil  
*heliomarioaraujo@yahoo.com.br*

**Clovis Gomes da Silva Junior**

Universidade de Pernambuco ,PE, Brasil  
*gomesclv@ig.com.br*

### **Resumo**

O alto curso da bacia do rio Mundaú no Estado de Pernambuco é o objeto de análise das relações socioambientais que, tendo como base a metodologia do Barômetro da Sustentabilidade, aliada à visão sistêmica, possibilitou a produção do diagrama de vulnerabilidade moldado na análise de três dimensões: ambiental, econômica e social, mediante aplicação de indicadores de sustentabilidade adotados pelo IBGE. A dimensão ambiental apresentou o nível de vulnerabilidade alto, impulsionado pela baixa fertilidade dos solos, acentuado índice de desmatamento, desarticulação do Comitê de bacia, além da falta de diagnósticos sobre os recursos hídricos. Na dimensão social, o nível mostrou-se moderado, porém inspirando cuidados quanto aos baixos índices de IDHM, altas taxas de analfabetismo e mortalidade infantil. E por fim, a dimensão econômica necessita de ações urgentes, tendo em vista o nível de vulnerabilidade alto nos indicadores: rendimento per capita, número de empregados no setor formal, produção agropecuária e PIB. A análise do diagrama de vulnerabilidade demonstra que o território possui fragilidades em seu planejamento e gestão dos recursos naturais, fazendo-se necessárias intervenções a níveis municipal e federal de curto, médio e longo prazo visando à manutenção e preservação da bacia.

**Palavras-chave:** Mundaú. Sustentabilidade. Indicador

### **Abstract**

The upper course of the river basin Mundaú in Pernambuco State is the object of analysis of environmental relations based on the methodology of the Barometer of Sustainability combined with systemic vision made possible the production of molded diagram of vulnerability analysis in three dimensions: environmental, economic and social, through the application of sustainability indicators adopted by IBGE. 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:** Mundaú. Sustainability. Indicator

## I INTRODUÇÃO

O presente artigo justifica-se pela necessidade de melhor conhecer o território do alto curso da bacia do rio Mundaú (figura 1.1) 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 partir da problemática apresentada surgiu o seguinte questionamento: atualmente, qual é o nível de vulnerabilidade das dimensões social, econômica e ambiental no território do alto curso da bacia do rio Mundaú?

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.

A extensão dessa bacia compreende uma área de 4.090,39 km<sup>2</sup>, dos quais 2.154,26 km<sup>2</sup> 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 municípios localizados no Estado de Pernambuco e 15 municípios no Estado de Alagoas, atendendo a uma população total de 230.000 mil habitantes.

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 Mundaúzinho, e pela margem esquerda, o rio Canhoto, que deságua no rio Mundaú em território alagoano, considerado o tributário mais importante da rede hidrográfica.

Sob o ponto de vista climático predomina dois tipos: úmido e semi-úmido. 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 semi-árido 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 semi-úmido, onde uma pequena parcela dos municípios de Lagoa do Ouro e de Correntes pertence ao clima úmido.

Nota índices pluviométricos anuais variando entre 497 – 1.143,63 mm, tendo como média 709,85 mm/ano. Apesar de este 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.

O clima sofre influências da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), no Sertão, atuando 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. Destaca-se ainda as Frentes Frias 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.

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 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, 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.

A altimetria apresenta 5 faixas apresentando intervalo entre 240 a 1000 metros de altitude. Os municípios de Brejão, São João, Jucatí, Capoeiras, Caetés e Garanhuns situam-se na maior faixa de 848 a 1000 metros de altitude.

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 necessário 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 podzóico (amarelos, vermelho-amarelos e vermelho-escuros), no trecho restante, ocorre pontos do planossolo, solo litólico e do latossolo..

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. Segundo o Banco de Dados do Estado de Pernambuco (BDE/PE) o alto curso apresenta outras três formações: floresta caducifólia, floresta hipoxerófila e capoeiras.

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. 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 sendo de origem particular faz a proteção da fauna e flora, porém ocorre a contaminação da água através da dessententação animal. Há também em Lagoa do Ouro a Reserva Biológica de Pedra Talhada (Mata Atlântica) e em Lajedo Reserva Particular do Patrimônio Natural (Caatinga).

A fauna típica do bioma da Caatinga é adaptada para viver em clima semi-árido, 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, o curimatã, o piau, o dourado e o pacamã. Entre os mamíferos o destaque são os pequenos mamíferos como a cotia, o gambá, o preá, o moco, o tatu-peba, entre os primatas: o sagüi-do-nordeste; e por fim 1 cervídeo o veado-catingueiro entre outros. Quanto às aves a ararinha-azul e a arara-azul-de-lear.

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 e o teiú. Entre as aves ocorrem: galo-da-campina, sangue-de-boi, soco, juriti, anu-branco, canário-da-terra, tico-tico, coruja buraqueira, codorna, beija-flor-rabo-de-tesoura. Na classe dos mamíferos há mais de 13 espécies incluindo a jaguatirica.

Existem vários animais na lista de risco de extinção, no território do alto curso da bacia as aves preferenciais são: a ararinha-azul, capturadas e vendidas livremente em feiras públicas. Quanto aos mamíferos, os primatas, o sagui-do-nordeste, está na lista dos mais procurados. Há também a caça predatória de raposa, tatu, coelho do mato, furão, e, cangambá.

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 afinando 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 confirmando o achatamento de sua largura quando adentra no médio curso.

Quanto à vazão, observam-se as maiores médias entre os meses de junho a agosto, variando entre 11,59 m<sup>3</sup>/s a 13,72 m<sup>3</sup>/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.

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. Os resultados desses indicadores assinalam que a parte mais poluída da bacia do rio Mundaú é o alto curso.

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. Quanto à qualidade da água há a necessidade de medidas imediatas, principalmente na questão salinidade, onde 11 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.

O cenário atual apresenta maior demanda para abastecimento humano, animal e para irrigação, em ascensão. 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.

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 m<sup>3</sup>/ano, enquanto as demais apresentam valores entre 6.930.000 m<sup>3</sup>/ano, com a irrigação a 2.929.345 m<sup>3</sup>/ano utilizado pela indústria, restando o segundo lugar em demanda para a dessedentação animal com 7.291.439 m<sup>3</sup>/ano. Este quadro aponta para um déficit de 36.623.711 m<sup>3</sup>/ano.

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

No alto curso da bacia existem quatro açudes totalizando uma reserva de 12.840.000 m<sup>3</sup> distribuídos em quatro municípios: Garanhuns, Palmeirina, Canhotinho e Capoeiras. 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 no município de Caetés, 4 em Jucati e 2 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 (PIMC), implementada pelo Programa de Articulação do Semi-Árido (ASA) e pelo Programa de Apoio ao Pequeno Produtor Rural (PRORURAL), órgão do Governo do Estado, com financiamento do Banco Mundial.

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. Os 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) apresentam 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 n° 357/2005 (BRASIL, 2005).

No tocante à qualidade da água o PDRH/Mundaú apresenta detalhes sobre a poluição dos corpos d'água disponíveis na Agência Nacional das 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 à 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), médio (ano 2010) e longo prazo (ano 2020).

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 das Águas. Houve em 2001 a implantação do Sub-Comitê 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 Sub-Comitê. Com isto, a diretoria entrou com recurso formal à SRH/PE a homologação do Sub-Comitê pelo Conselho Estadual de Recursos Hídricos concedida em 2002 (Resolução nº04/2002), o Sub-Comitê continua promovendo suas reuniões abordando questões como: educação ambiental, saneamento ambiental, barragens reguladoras, reflorestamento das matas ciliares e a reciclagem do lixo.

## 2 METODOLOGIA

A pesquisa teve seu início com levantamento bibliográfico, buscando os tópicos: bacia hidrográfica, território, sustentabilidade e indicadores socioambientais. Os aspectos ambientais, sociais e econômicos, tiveram como banco de dados: 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 das Águas (ANA), Serviço Geológico do Brasil (CPRM) e Banco de Dados do Estado de Pernambuco (BDE), entre outras fontes.

Na fase de trabalho de campo, foram feitas observações in loco utilizando-se o GPS (Sistema de Posicionamento Global), câmera fotográfica digital, além da caderneta de campo. Após essa etapa, elaboraram-se as cartas temáticas com apoio de técnicas da cartografia digital e utilização da ferramenta computadorizada (Software Arc View 3.2 e o Spring versão 4.3.1).

A última fase consistiu da análise e interpretação dos dados baseado no Barômetro da Sustentabilidade de Prescott-Allen (VAN BELLEN, 2005) onde utilizam-se 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. na classificação dos níveis de vulnerabilidade utilizada por em sua ferramenta

A escolha dos indicadores para o estudo levou-se em conta a doutrina do Desenvolvimento Sustentável e os indicadores de desenvolvimento sustentável do IBGE (2010), onde foram enfocadas as dimensões sociais, culturais, espaciais, econômicas e ecológicas, daí a proposição das três dimensões: social, ambiental e econômica.

A dimensão ambiental 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.

A característica da dimensão social 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 a 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.

A dimensão econômica 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 conseqüentemente 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.

Para o sistema de avaliação do fenômeno agregado ao indicador e formação do diagrama de vulnerabilidade, 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 dividido em 4 níveis: baixo cor vermelho escuro, moderado, cor vermelho claro, alto, cor alaranjado e muito alto, cor amarela. Com base nos resultados obtidos a partir dos 5 indicadores de cada dimensão elaborou-se o diagrama de vulnerabilidade baseado na visão sistêmica da ação dos condicionantes social, econômico e ambiental no alto curso da bacia do rio Mundaú.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

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 uma rede de água subterrânea extremamente deficiente, sendo a maior parte constituída de águas salinas. Em termos gerais os dados evidenciam um grande déficit na demanda dos recursos hídricos.

Além disso, a 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.

A **dimensão ambiental** 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**.

Assim, numa visão mais ampla verifica-se a ocorrência de 10 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 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%. Capoeiras destacou-se com alta taxa de domicílios comportando saneamento inadequado (60,43%).

O último item de vital importância para a bacia remete a imediata revitalização do Comitê das Bacias já 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 moderado. Esta dimensão obteve 8 ocorrências para o nível de vulnerabilidade muito alto, sendo a taxa de analfabetismo a que obteve maior destaque com 4 indicações. O município com quantidade de nível muito alto é Caetés possuindo deficiências no IDHM, taxa de analfabetismo e taxa de mortalidade. 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/km<sup>2</sup> ultrapassando a média do Estado (89,63 hab/km<sup>2</sup>). 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, 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 indicadores com o nível muito alto. Outro fato que chama a atenção é a quantidade de municípios com nível muito alto por indicadores, a saber: renda per capita (8); total de empregados no setor formal (14); produção agrícola (9); pecuária (6); e, Produto Interno Bruto (14).

Fazendo um comparativo dos indicadores das diversas dimensões, observa-se que os municípios de Brejão, Caetés e Jucati obtiveram 8 dos 13 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 a amenização dos indicadores problemáticos.

Analisando os níveis de vulnerabilidade para cada dimensão é possível produzir o Diagrama de Vulnerabilidade, onde evidencia-se o cenário atual do alto curso da bacia do rio Mundaú dentro do seu território e sofrendo as territorialidades das dimensões social (nível de vulnerabilidade moderado – 6 pontos), ambiental (nível de vulnerabilidade alto – 9 pontos) e econômica (nível muito alto – 15 pontos) (figura 1).

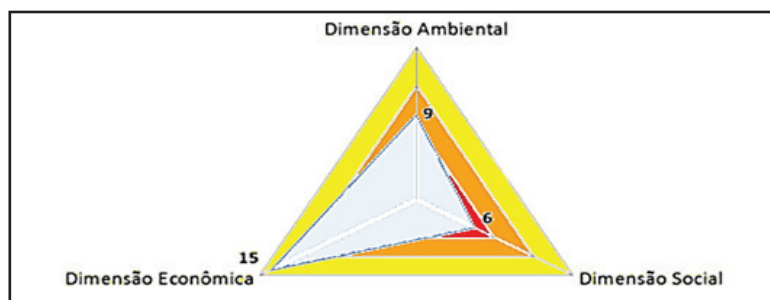


Figura 1 – alto curso da bacia do rio Mundaú: diagrama de vulnerabilidade – 2013

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, inspira 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.

#### 4 CONCLUSÕES

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.

#### REFERÊNCIAS

ANA, Agência Nacional das Águas. Base de dados do Estado de Pernambuco - 2010. Disponível em <<http://www.ana.gov.br>> Acesso em 20 de dezembro de 2012;

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

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>> Acesso em 15 de maio de 2012.

BOLÓS, I; CAPDEVILA, M. d. El geossistema, modelo teórico del paisaje. In: manual de ciência del paisaje: teoría, métodos y aplicaciones. Barcelona: Masson, 1992.

BOTELHO, R.G.M. & SILVA, A.S. Bacia hidrográfica e qualidade ambiental. In: x

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>> Acesso em 15 de abril. 2012

\_\_\_\_\_, Plano Territorial de desenvolvimento rural sustentável do Agreste Meridional de Pernambuco. Disponível em <<http://sit.mda.gov.br>>. Acesso em 15 de mar. 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>> Acesso em 10 de mar. 2013.



\_\_\_\_\_, Resolução nº 04 de 2002. Homologa a criação do Comitê da Sub Bacia Hidrográfica do Rio Mundaú. 2002.

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

BRÜSEKE, F. A crítica da razão do caos global. Belém, SEPEQ/NAEA, 1993.

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.

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

DEPONTI, C.M. et al. Estratégia para construção de indicadores para avaliação da sustentabilidade e monitoramento de sistemas. Revista Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável. Porto Alegre, v. 3, n. 4, out/dez 2002.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 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 d Pernambuco - 2012. Disponível em < <http://www.ibge.gov.br> > capturado em 2013.

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

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

MORAES, Marcela Figuerêdo 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.

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

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

SECTMA, Secretaria de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente Plano de aproveitamento dos recursos hídricos

da RMR, Zona da Mata e Agreste pernambucano I: diagnóstico dos recursos hídricos. Recife: Secretaria, 2005.

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

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. Geosp – 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.